

## ETİLİ (ÇANAKKALE) GÜNEYİNDEKİ PLÜTONİK ve VOLKANİK KAYALARIN PETROGRAFİSİ ve JEOKİMYASI

Oya TÜRKDÖNMEZ, Mustafa BOZCU

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Çanakkale/Türkiye

**ÖZET :** Çalışma alanı, Biga Yarımadası'nda Kazdağ yükseliminin kuzeyinde Etili çevresinde yer alır. Biga Yarımadası'nda Eosen'den Pliyosen'e kadar farklı dönemlerde aktif olmuş magmatizmanın plütonik ve volkanik ürünleri bir arada ve yaygın olarak bulunmaktadır. Bu çalışmada Etili güneyinde yer alan Ağı dağı ve çevresindeki plütonik ve volkanik kayaların jeolojik konumları ile petrografik ve jeokimyasal özellikleri araştırılmıştır.

İnceleme alanındaki plütonik kayalar petrografik çalışmalar doğrultusunda çoğunlukla granüler ve porfiritik dokulu olup, plajyoklas, K-feldispat, amfibol (hornblend), biyotit ve kuvars minerallerini içerir.  $SiO_2 - Na_2O + K_2O$  diyagramında granit, granodiyorit ve kuvars diyorit bileşimindedirler. Volkanik kayalarda ise bu durum traki andezitten riyolite kadar değişmekte ve çoğunlukla, andezit olmak üzere dasit, trakiandezit ve riyolit bileşimlerde görülmektedir. Plütonik ve volkanik kayaların  $SiO_2 - Na_2O + K_2O$  değişim diyagramlarında ( toplam alkali-silika = TAS) subalkali alanda yer aldıkları görülür.  $Na_2O + K_2O - FeO - MgO$  (AFM) üçgen diyagramında ise örneklerin çoğu kalkalkalen alanda bulunmakta ve kalkalkalen trend göstermektedir. Ayrıca plütonik ve volkanik kayaların  $SiO_2$  değerine karşı  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $MnO$ ,  $Na_2O$  değerlerinde güçlü negatif korelasyon ve buna karşın,  $K_2O$  değerinde ise güçlü pozitif korelasyon göstermesi fraksiyonel kristalleşme süreçlerini yansıtır.

İnceleme alanındaki plütonik ve volkanik kayaların majör element, iz element ve nadir toprak elementleri sonuçlarına dayanarak, bu kayaların oluşumunda fraksiyonel kristalleşmenin yanı sıra kabuksal kirlenme gibi magma karışım süreçlerinin de etkili olduğu belirtilebilir.

## PETROGRAPHY and GEOCHEMISTRY OF THE PLUTONIC and VOLCANIC ROCKS IN THE SOUTH OF ETİLİ (ÇANAKKALE)

**ABSTRACT:** In this study, focus was given to petrographic and geochemical features and geological settings of plutonic and volcanic rocks around Ağıdağı, in the south of Etili, in the north of Kazdağ mountain range, Biga Peninsula, NW Turkey.

Plutonic rocks in the study area have granular and porphyritic textures and consist of plagioclase, K-feldspar, amphibole (hornblende) biotite and quartz minerals. In the

*SiO<sub>2</sub>-Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O diagram they show granite, granodiorite and quartz diorite compositions. In this diagram volcanic rocks show different composition ranging from andesite to rhyolite through andesite, dacite, trachy andesite and rhyolite compositions. Plutonic and volcanic rocks in variation diagrams fall into subalkaline area. Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O - FeO - MgO (AFM) ternary diagram most of the samples indicate calc-alkalen trend. SiO<sub>2</sub> versus in TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, MnO, Na<sub>2</sub>O a value show strong negative correlation, and in contrast, in K<sub>2</sub>O values strong positive correlation with SiO<sub>2</sub> indicates fractional crystallization processes.*

*Results of major elements, trace elements and rare earth elements of plutonic and volcanic rocks can be related to fractional crystallization as well as magma mixing processes and crustal contamination.*

## 1. GİRİŞ

Kuzeybatı Anadolu'da, Biga Yarımadası'ndaki magmatik süreç Sakarya kıtası ile Toros kıtasının Üst Kretase'de çarpışmasından sonra birbirlerine kuzey-güney yönlü yakınlaşması ile başlamıştır (Yılmaz, 1989) ve bu süreç Eosen'den Orta Miyosen'e kadar gelişimini sürdüren bir dönem ile temsil edilir. Magmatik ürünler, plütonik ve volkanik kayaçları içerirler. Bu çalışma, Etili ve güneyinde yer alan Ağdağ ve çevresindeki plütonik ve volkanik kayaçları kapsamaktadır (Şekil 1). Daha önceki çalışmalarda (Ercan ve diğ., 1995; Siyako vd. 1989; Dönmez vd. 2005)' genel özellikleri tanımlanmış olan volkanik kayaçlar bu çalışma da litostratigrafik olarak ayrılmıştır. Elde edilen petrografik ve jeokimyasal veriler ışığında bölgedeki plütonik ve volkanik kayaçlar arasındaki ilişki incelenmiştir.

Bu çalışma arazi ve laboratuvar (ince kesit, tüm kayaç kimyasal analizleri) olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Kayaç örneklerine ait ana oksit element analizlerinin bir bölümü

Kalemaden A.Ş. (Çanakkale) tarafından X-Ray Floresans yöntemiyle gerçekleştirilirken, diğer örneklerin ana, iz ve nadir toprak element analizleri ALS Chemex (Kanada) analiz laboratuvarında ICP-MS yöntemiyle gerçekleştirilmiştir.

## 2. GENEL JEOLJİ ve STRATGRAFI

Çalışma alanında yüzeyleyen kayaçlar 5 litostratigrafi birimine ayrılmıştır. Bölgedeki temeli oluşturan Üst Kretase yaşlı, başlıca serpantin, kireçtaşı blokları ve metaşeylden oluşan Çetmi Ofiyolitik Melanjı (Okay vd., 1990), Evciler plütunu tarafından kesilir ve bölgedeki Küçükkuyu formasyonu ve bunlarla ara katkılı yaygın volkanik birimler tarafından uyumsuz olarak üzerlenir.

Geç Oligosen-Miyosen yaşlı (Birkle ve Satır, 1995) granit, granodiyorit ve kuvars diyorit bileşimde olan Evciler plütunu Çetmi Ofiyolit Melanjı'nı keser. Volkanik kayalar ile olan dokanağı ise uyumsuzdur.

Çan volkanitleri olarak isimlendirilen (Ercan vd., 1995) volkanikler inceleme alanının yaklaşık 2/3 sini kaplarlar. Bunlar çalışma alanında çoğunlukla andezitik,



andezitik tüf, ender olarak da trakiandezitik, dasitik bileşimli lavlar, andezit, dasitik bileşimli aglomeralar ve riyolitik bileşimli tüflerden oluşmaktadır. Ayrıca çalışma alanının kuzey ve güney kesimlerinde bu volkaniklerin hidrotermal alterasyonu sonucu oluşmuş silisifiye (sileks) bölgeler de bulunmaktadır. Ayrıca çok nadir lavlar içinde gözlenmiş bazalt daykları da bu volkanik topluluk içinde yer alır. Tüm bu volkanik birlik Çetmi Ofiyolit Melanji ve granodiyorit bileşimli intrüziif üzerine uyumsuzlukla gelir.

Kumtaşı, siltaşı ve organik çamurtaşı niteliğinde olan Küçükkuyu Formasyonuna (Saka, 1979) ait gölsel sedimanlar andezitik türdeki volkanik kayalar ve aglomeralar ile arakatlıdır. Çalışma alanında açık bir yüzlek olarak gözlenmesi de kiltası, kumtaşı, kömür, organik şeyl, aglomera ve tüf stratigrafisi sunan Çan formasyonu (Siyako vd., 1989), bölgedeki yaygın olarak gözlenen volkanik kayaların üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Çöküntü alanlarında yüzlek veren alüvyal nitelikli Kuvaterner yaşlı birimler ise tüm birimleri uyumsuzlukla örter.

Çalışma alanındaki Evciler Plütünü'na ait kayalarda, Delaloye ve Bingöl (2000), K/Ar yöntemi ile  $27,1 \pm 0,6 - 31,1 \pm 1,4$  My arasında, Bırkle ve Satır (1995), Rb/Sr yöntemi ile  $25 \pm 0,3$  My ve Okay ve Satır (2000), Rb/Sr yöntemi ile  $20,5 \pm 0,2 - 20,7 \pm 0,2$  My (Üst Oligosen-Alt Miyosen) yaşlarını bulmuşlardır. Ercan ve diğ., (1995)'de Çan volkanitlerine ait Gökçeada'daki andezitik lav örneklerinden K/Ar yöntemi ile yaptıkları yaş tayininde

$30,4 \pm 0,7 - 34,3 \pm 1,2$  My (Alt Oligosen), Dayal (1984) Yenice dolaylarında, andezitik lavda  $28,2 \pm 1,4 - 28,0 \pm 0,9$  My (Üst Oligosen), Krushensky (1976), Edremit'in kuzeydoğusundaki andezitik lavdaki biyotitlerden  $23,6 \pm 0,6$  My (Orta Miyosen) yaşlarını bulmuşlardır.

### 3. PETROGRAFI ve JEOKİMYA

Çalışma alanı içinde Evciler Plütünü'na ait kayalarda yapılan petrografik incelemeler ile bunların granit-granodiyorit, kuvars diyorit-kuvars monzodiyorit bileşimlerde olduğu görülmüştür. Bu kayalar faneritik ve porfiritik dokuludur. İnce kesitlerde geneli orta-iri kristallerden oluşan hipidiyomorfik, holokristalen dokudadırlar. Bölgedeki plütonik kayaların mineral bileşimleri, başlıca plajioklas, kuvars, ortoklas, amfibol (hornblend) ve biyotitlerden oluşmaktadır. Çalışma alanında lav akıntısı ve piroklastik ürünler olarak gözlenen volkanik kayalar çoğunlukla andezit olmak üzere, ender olarak dasit, trakiandezit ve riyolitik bileşimlidirler. Andezitler genellikle afanatik ve porfiritik dokular göstermektedir. Ayrıca hiyalopilitik, pilotaksitik, glomeroporfik ve intersertal dokular da gözlenir. Granitik ve volkanik kayalarda yaygın olarak alterasyon ile gelişmiş, ikincil kalsit, serizit, epidot, kil ve klorit mineralleri bulunmaktadır.

Çalışma alanında plütüna ait 3 ayrı yüzeylemeden derlenen 6 örnekte, ana element analizi ve 3 örnekte de iz ve nadir toprak element (REE) analizleri

yaptırılmıştır. Bu örneklerin ana, iz ve REE analiz sonuçları Çizelge 1 ve 2'de gösterilmektedir. Çan volkanitlerine ait kayalardan derlenen toplam 42 örnek üzerinde jeokimyasal çalışma yapılmıştır.

**Çizelge 1.** Evciler Plütonu'na ait majör element içerikleri. Majör element oksitleri % cinsinden verilmiştir.

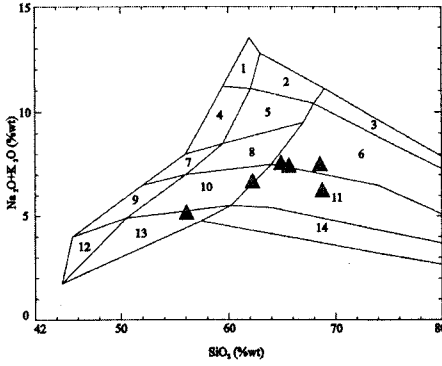
Örnek No	1	13	47	48	61	83
SiO <sub>2</sub>	64,04	52,96	64,31	66,4	67,6	60,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,76	19,66	18,2	15,25	17,00	16,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,33	7,2	3,63	3,10	0,81	5,33
CaO	2,94	6,65	3,7	3,03	5,24	4,94
MgO	1,11	2,44	1,4	1,40	0,94	2,03
Na <sub>2</sub> O	3,73	3,84	3,51	3,05	5,60	3,72
K <sub>2</sub> O	3,47	1,09	3,97	4,21	0,53	2,66
TiO <sub>2</sub>	0,16	0,83	0,34	0,33	0,51	0,72
MnO	-	0,17	0,07	0,05	0,04	0,14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	-	-	0,12	0,13	0,21
SrO	-	-	-	0,05	0,06	0,05
BaO	-	-	-	0,13	0,03	0,10
LOI	2,32	4,39	0,78	0,61	1,35	2,22
<b>TOPLAM</b>	<b>99,86</b>	<b>99,23</b>	<b>99,91</b>	<b>97,7</b>	<b>99,8</b>	<b>99,1</b>

**Çizelge 2.** Evciler Plütonu'na ait iz element ve REE içerikleri. İz element ve REE ppm cinsinden verilmiştir.

Örnek No	48	61	83	V	78	70	146
Ba	1035	244	800	W	2	2	3
Co	7,7	1,7	14,4	Y	13,5	36,1	32,6
Cr	30	30	20	Zn	29	34	84
Cs	5,40	0,84	3,22	Zr	134	297	320
Cu	42	-	17	La	34,1	35,5	35,6
Ga	14,9	17,6	19,6	Ce	61,8	68,5	72,3
Hf	3,7	8,1	8,6	Pr	6,17	8,80	8,46
Mo	8	2	29	Nd	20,0	32,3	31,5
Nb	10,5	15,1	12,5	Sm	3,40	6,30	6,18
Ni	19	15	17	Eu	1,05	1,35	1,6
Pb	18	23	22	Gd	3,61	6,84	6,67
Rb	188,5	13,8	97,9	Tb	0,46	1,03	1,01
Sn	2	4	2	Dy	2,40	6,10	5,76
Sr	435	469	432	Ho	0,53	1,34	1,27
Ta	1,1	1,2	1,0	Er	1,48	4,00	3,75
Th	28,5	25,5	16,70	Tm	0,23	0,62	0,57
U	4,17	4,24	5,28	Yb	1,55	4,00	3,66
				Lu	0,25	0,64	0,57

Örneklerin ana element analiz sonuçları Çizelge 3. ve bu örnekler içerisinde 13 lav örneği, 3 tane silisifiye volkanik, 7 tane riyolitik tüf ve 3 tane de aglomera örneklerinin iz element analizleri Çizelge 4 ve 5.'te verilmiştir

Granitik kayalar silise karşı-alkali element oksitlerinin birlikte kullanıldığı Middlemost (1985) diyagramına iz düşürüldüğünde (Şekil 2) örneklerin çoğu granit-granodiyorit alanında yer alırken, bir örnek kuvars diyorit, bir örnek ise kuvars monzodiyorit-granodiyorit sınırında yer almaktadır.

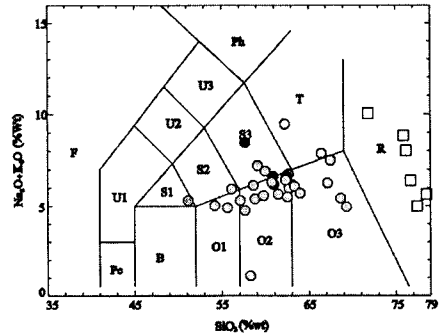


Şekil 2. Çalışma alanında Evciler Plütunu'na ait granitik kayaların Middlemost (1985)  $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  diyagramında adlanması (6: Granit, 10: Kuvars monzodiyorit, 11: Granodiyorit, 13: Kuvars diyorit).

Volkanik kayalar için ise silis ve alkali-kalsiyum elementlerinin kullanıldığı Le Maitre (1989)'nin  $\text{SiO}_2 / \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  diyagramında (Şekil 3) örneklerinin çoğunun andezit alanında toplandığı görülür. Örneklerin bir kısmı dasit, bir kısmı da bazaltik trakiandezitten trakite

değişmektedir. Bazik bileşimli olan 45 nolu örnek trakibazalt alanında ve tüfler ise riyolit alanında dağılım göstermektedirler.

Çalışma alanındaki granitik ve volkanik kayalar  $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  (Irvin ve Baragar, 1971) değişim diyagramına iz düşürüldüğünde (Şekil 4) alkali-subalkali ayrım çizgisinin subalkali alanında yer aldıkları görülür. ( $\text{FeO} - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{MgO}$ ) AFM üçgen diyagramında da granitik örneklerin tümünün ve volkanik örneklerin çoğunun kalkalkalen alanda bulunduğu ve kalkalkalen trend gösterdiği gözlenmiştir. Toleyitik alanda gözlenen volkanik örneklerde yapılan petrografik çalışmalar bu örneklerin demir oksitçe daha zengin olduklarını göstermiştir. Bunun nedeni ise, muhtemelen volkanik kayalarda yaygın olarak gözlenen demirli alterasyonlardır.



Şekil 3. Çalışma alanında Çan volkaniklerine ait kayaların Le Maitre (1989) diyagramında adlanması (S1: Trakibazalt, S2: Bazaltik trakiandezit, S3: Trakiandezit, T: Trakit, O1: Bazaltik andezit, O2: Andezit, O3: Dasit, R: Riyolit) (○): lav örnekleri, (□): riyolitik tüf örnekleri, (●): aglomera örnekleri, (⊙): bazalt örneği.

**Çizelge 3. Çan volkaniklerine ait majör element içerikleri. Majör element oksitleri % cinsinden verilmiştir. (\*riyolitik tüf, \*\*aglomera, " silisifiye volkanik)**

Örnek No.	2	3	8	9	11	16	19	23	24	26	27	29	30	31	32	37	38	39	41	42	44	45
SiO <sub>2</sub>	53.61	54.8	56.88	60.8	53.14	58.63	52.74	59.77	61.14	62	65.6	59.53	60.6	58.2	55.61	67.48	66.42	64.5	56.5	56.8	59.4	47.96
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.97	17.6	18.9	16.65	18.94	17.84	21.27	18.89	19.37	16.7	16.5	20.45	15.5	17.4	18.79	17.12	17.28	17.05	17.25	17.89	16.2	20.3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.59	7.43	5.69	5.74	6.74	5.37	6.77	5.56	6.62	4.5	3.46	4.91	5.7	6.36	5.96	5.04	4.67	4.78	6.75	5.67	5.58	7.59
CaO	4.92	6.73	4.82	6.07	6.35	5.47	6.32	5.3	4.01	5.32	2.95	0.71	4.9	6.32	6.48	2.16	2.06	2.48	6.79	5.53	5.03	10.95
MgO	3.71	2.81	1.39	1.76	2.21	2.09	1.62	1.87	0.56	2.08	0.71	0.43	2.33	2.69	1.6	0.48	0.89	0.47	2.7	1.62	2	0.83
Na <sub>2</sub> O	4.42	3.43	3.69	2.99	3.75	2.69	4.47	3.52	3.5	3.16	3.39	1.1	2.86	3.56	3.87	2.99	4.83	2.85	3.26	3.31	3.27	3.61
K <sub>2</sub> O	1.25	1.08	2.22	2.36	1.18	2.7	2.18	2.61	2.8	2.37	3.9	7.96	2.96	1.86	1.95	1.83	0.42	3.16	1.92	3.23	2.39	1.37
TiO <sub>2</sub>	0.09	0.8	0.01	0.58	0.61	0.44	0.75	0.61	0.09	0.55	0.54	0.58	0.63	0.67	0.54	0.22	0.17	0.62	0.69	0.56	0.57	0.96
MnO	-	0.18	0.07	0.12	0.15	0.21	0.1	0.11	0.05	0.1	0.03	0.03	0.1	0.14	0.11	0.04	0.05	0.02	0.1	0.11	0.1	0.18
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	0.22	-	0.2	-	-	-	-	-	0.16	0.14	-	0.16	0.19	-	-	-	0.15	0.19	-	0.2	-
SrO	-	0.08	-	0.06	-	-	-	-	-	0.06	0.04	-	0.06	0.06	-	-	-	0.04	0.06	-	0.05	-
BaO	-	0.08	-	0.09	-	-	-	-	-	0.09	0.08	-	0.09	0.07	-	-	-	0.08	0.07	-	0.09	-
LOI	3.96	4.27	6.28	2.91	6.8	4.46	3.68	1.7	1.77	3.64	1.89	4.22	3.27	3.17	5	2.61	2.87	3.96	4.33	5.05	3	6.17
Toplam	99.52	99.5	96.27	100.5	99.87	99.9	99.81	99.24	99.91	100.5	99.2	99.92	99.2	100.5	99.91	99.97	99.66	100	100.5	99.77	97.9	99.92
Örnek No.	46	50	65	68	91	97	106	52"	54"	56"	74"	18*	21*	25*	49*	69*	71*	122*	125*	34**	88**	89**
SiO <sub>2</sub>	59.68	63.8	56.33	58.6	52.2	59.2	51.9	96	95.7	96.66	76.8	68.72	71.4	74.7	74	70.5	74.3	73.9	78.1	61.2	58.6	54.6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.47	16.15	19.47	16.1	18.35	16.85	19.15	1.04	1.85	1.44	13.65	12.62	13.1	13.7	13.85	14.25	13.85	15	14.45	16.9	17.2	18
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.24	5.44	5.27	4.72	6.29	6.15	8.25	0.07	1.16	0.07	0.39	2.14	0.06	0.78	0.42	2.28	0.74	1.37	1.76	6.24	7.19	5.42
CaO	5.12	1.72	5.6	5.42	8.21	6.51	6.04	0.02	0.04	0.02	0.05	0.16	0.39	0.73	0.04	0.62	0.1	0.07	0.04	4.61	5.02	6.33
MgO	0.78	0.55	0.97	1.67	2.64	1.4	4.29	0.02	0.03	0.01	0.47	0.01	0.02	0.02	0.22	0.2	0.01	0.03	0.02	1.52	1.71	1.26
Na <sub>2</sub> O	3.23	3.66	4.24	2.84	3.34	3.36	4.46	0.02	0.02	0.23	0.13	1.45	0.57	1.45	0.31	3.53	0.89	0.76	0.07	3.78	4.07	7.66
K <sub>2</sub> O	2.6	3.89	2.63	3.48	1.26	2.64	0.35	0.02	0.02	0.01	3.83	4.27	0.43	6.41	4.99	6.33	7.76	3.98	0.49	2.75	2.31	0.35
TiO <sub>2</sub>	0.5	0.56	0.63	0.5	1.08	0.71	0.83	0.95	0.7	1.06	0.29	0.24	1.3	0.22	0.3	0.24	0.22	0.27	0.25	0.73	0.81	0.73
MnO	0.06	0.13	0.19	0.12	0.18	0.11	0.23	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.18	-	0.01	-	0.13	0.11	0.18
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	0.15	-	0.13	0.29	0.19	0.31	-	0.03	-	0.05	-	0.45	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	0.07	0.25	0.25	0.16
SrO	-	0.03	-	0.05	0.08	0.07	0.07	-	-	-	-	-	0.18	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.06	0.07	0.09
BaO	-	0.07	-	0.08	0.06	0.08	0.02	-	-	-	0.04	-	0.09	0.03	0.13	0.08	0.02	0.02	0.05	0.1	0.08	0.02
LOI	5.25	2.31	4.58	5.71	6.65	3.16	3.65	0.29	0.2	0.5	2.83	10.15	10.15	2.47	3.91	0.59	2.13	4.41	5.42	2.08	2.13	5.42
Toplam	99.93	98.5	99.91	99.4	100.5	100.5	99.6	98.4	99.8	100	98.5	99.76	98.2	100.5	98.2	98.9	100	99.8	100.5	100.5	99.6	100

Etili (Çanakçale) Güneyindeki Plitonik ve Volkanik Kayaların Petrografisi ve Jeokimyası

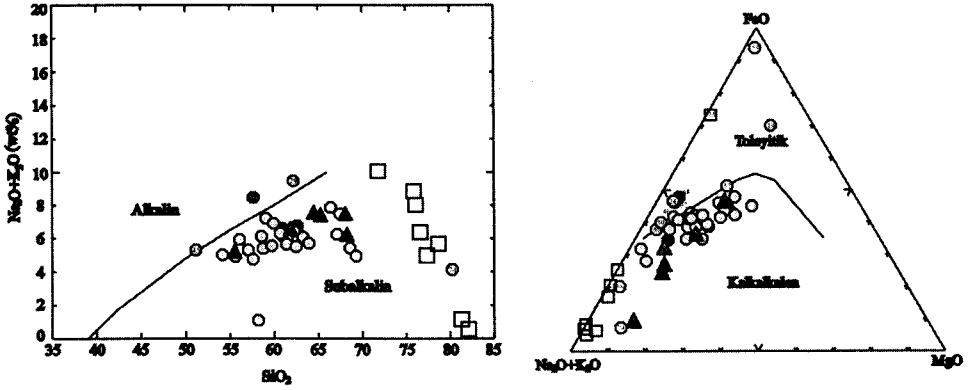
**Çizelge 4.** Lavlara ve silisifiye volkaniklere ait iz element ve REE içerikleri. İz element ve REE ppm cinsinden verilmiştir.  
(\*riyolitik tüf,\*\*aglomera,"silisifiye volkanik)

Örnek No.	3	9	27	30	31	39	41	44	50	68	91	97	106	52"	54"	74"
Ba	614	715	668	700	604	654	568	711	547	700	498	705	167	30	27.8	299
Co	22.4	16.5	10.6	16.7	17.5	11.4	20.8	14.8	8.6	12.1	25.1	15.6	15.4	1	0.6	0.6
Cr	30	50	40	40	30	40	50	30	20	20	30	40	30	30	30	20
Cs	4.21	1.27	6.83	4.2	1.1	3.51	1.17	1.77	4.33	3.95	2.51	3.6	5.19	0.13	0.15	3.72
Cu	38	31	19	37	29	50	21	16	16	24	35	26	363	29	0	
Ga	18.4	15.9	17.1	16.4	18.1	16.6	18.2	16.7	16.8	16.5	20.8	19.4	20.4	1.4	2.2	13.9
Hf	4.5	3.5	6	3.9	3.7	3.9	3.6	3.9	5.7	4	4.2	4.5	4.5	5.4	4.4	5
Mo	2	4	4	4	3	2	3	3	2	2	2	2	2	11	5	2
Nb	7.9	7.5	15.5	9.6	7.1	9.4	8.3	8.4	14.8	8.7	9.1	11.1	10.4	15.2	9.8	10.5
Ni	20	30	19	25	25	21	36	22	16	16	23	18	18	11	13	15
Pb	17	22	32	29	25	34	20	24	26	29	15	26	12	18	21	7
Rb	28	75.1	144	101.5	53.5	104	55	76.7	133	120	31.8	91	12.9	1.1	0.9	145.5
Sn	2	1	3	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	7	5	3
Sr	566	499	345	433	490	3.57	492	432	216	395	607	531	532	6.9	12.5	14.1
Ta	0.7	0.9	1.3	1	0.7	1	0.8	0.9	1.2	1	0.7	1	0.8	1.3	1.1	1
Th	8.18	18.4	22.4	20.2	9	21.1	9.01	12.8	21.2	19.45	6.8	16.9	9.03	3	5.47	7.71
U	2.29	4.88	6.08	7.38	2.66	6.08	2.64	3.58	5.54	3.78	1.82	3.73	1.71	2.22	2.72	2.25
V	210	155	96	165	155	163	168	146	108	129	208	180	226	20	28	55
W	3	5	5	2	2	3	2	2	3	4	2	2	2	5	7	16
Y	28.1	18.4	25.9	23.1	21.5	25.7	21.4	22.2	25.3	17.1	31	21.5	28.8	2.8	9.3	10.5
Zn	111	70	66	79	83	108	95	76	78	64	111	93	80	20	15	15
Zr	162	122	213	138	141	137	142	144	204	137	153	155	161	195	157	181
La	29	30.2	41	33.9	24.8	46.8	25.2	29	41.1	30.4	25	33.2	32.2	2.8	8.5	13.6
Ce	53.3	53.7	77.3	58.2	46.4	84.7	47.4	50.7	71.4	52.9	51.1	61.9	65.2	3.7	11.2	22.2
Pr	6.28	5.8	8.49	6.59	5.31	9.92	5.4	5.66	8.94	5.53	6.31	7.01	7.52	0.36	1.21	2.22
Nd	24.6	20.8	30	24	19.7	35.5	19.8	20.3	31	19	25	25.5	28.4	1.4	4.6	7.1
Sm	4.99	3.93	5.58	4.5	3.99	6.66	3.91	3.77	5.76	3.46	5.59	4.79	5.8	0.23	0.98	1.19
Eu	1.53	1.23	1.37	1.3	1.31	1.94	1.28	1.28	1.48	1.09	1.78	1.37	1.71	0.07	0.31	0.31
Gd	5.77	4.34	6.09	5.11	4.5	7.13	4.51	4.68	6.56	3.86	6.37	5.01	6.11	0.27	1.18	1.34
Tb	0.88	0.63	0.83	0.73	0.68	1	0.7	0.67	0.91	0.55	1.01	0.74	0.92	0.06	0.24	0.23
Dy	5.25	3.36	4.64	4.06	4.02	5.34	4.06	3.81	4.91	3.12	5.83	4.13	5.33	0.32	1.43	1.52
Ho	1.14	0.71	0.97	0.85	0.82	1.09	0.83	0.83	1.01	0.67	1.26	0.85	1.14	0.08	0.33	0.37
Er	3.36	2.1	2.94	2.62	2.44	3.05	2.54	2.41	2.91	1.97	3.54	2.54	3.35	0.34	1.01	1.32
Tm	0.5	0.3	0.44	0.38	0.37	0.47	0.35	0.38	0.44	0.29	0.51	0.39	0.51	0.06	0.17	0.23
Yb	3.14	2.05	2.95	2.49	2.39	3.04	2.51	2.38	2.87	2.05	3.36	2.54	3.34	0.56	1.2	1.71
Lu	0.48	0.31	0.44	0.39	0.37	0.45	0.36	0.37	0.43	0.3	0.51	0.38	0.52	0.09	0.19	0.3



**Çizelge 5.** Aglomera ve Riyolitik tüflere ait iz element ve REE içerikleri. İz element ve REE ppm cinsinden verilmiştir.  
(\*riyolitik tüf,\*\*aglomera)

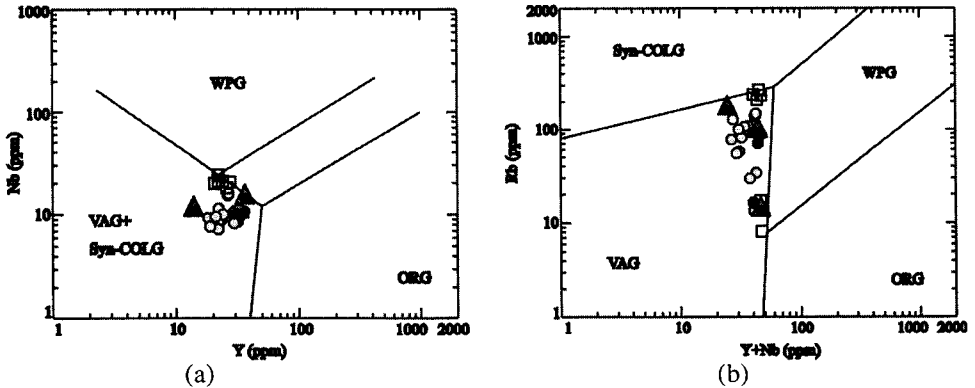
Örnek No.	21*	26*	49*	69*	71*	122*	125*	34**	88**	89**
Ba	726	733	1060	699	202	135	392	803	643	158.5
Co	0.6	11.1	1.3	4.5	0	0	0	16.4	20.5	16.8
Cr	70	20	30	70	20	20	30	30	30	30
Cs	0.7	5.94	4.82	10.55	5.39	3.79	1.03	0.99	1.72	1.52
Cu		18		14	7	7	0	50	29	56
Ga	16.3	16.9	14	15.4	14.4	14.8	16.6	18.9	19.1	11.8
Hf	7	4	6.1	5.8	6.4	6.1	6.6	6.4	6.1	5.3
Mo	3	3		2	2	3	3	3	2	
Nb	17.9	9.3	16.9	19	20.7	20.1	23	10.5	10.1	8.1
Ni	18	16	15	5	5	0	0	20	18	19
Pb	58	28	17	47	28	13	21	40	21	23
Rb	7.1	96.8	198	226	261	146	16.3	84.7	67.6	15.5
Sn	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Sr	1410	450	106	98.5	51	35.4	98.7	488	526	687
Ta	1.5	1	1.5	1.5	1.7	1.6	1.7	0.9	0.8	0.7
Th	33.6	18.5	27.5	38.4	43.4	42.9	41.1	16.15	13.2	10.35
U	9.34	5.95	7.4	8.26	8.09	8.64	7.96	4.54	3.32	2.9
V	149	129	47	38	18	23	26	161	186	165
W	87	4	4	7	10	11	9	4	3	1
Y	23.9	20.4	23.9	27	23.6	21.3	21.1	35.2	32.3	30.1
Zn	18	76	29	78	8	12	12	94	101	100
Zr	260	144	215	222	227	225	242	234	222	182
La	76.9	34	70.2	45.1	38.2	40.4	42.2	39.1	35	26.4
Ce	146	57.8	79.2	88.4	68.5	21.9	76.5	71.7	69.8	52.3
Pr	16.1	6.25	8.19	8.68	7.11	7.3	7.58	8.88	8.2	6.41
Nd	58.5	22	26.7	29	23.3	23.4	24.7	33.4	30.8	24.8
Sm	10.85	4	4.68	5.14	4.13	3.85	4.33	6.63	6.15	5.22
Eu	3.24	1.22	1.03	0.82	0.61	0.75	0.79	1.79	1.61	1.39
Gd	10.9	4.67	5.22	4.48	3.69	3.58	4.08	7.43	6.53	5.9
Tb	1.36	0.66	0.73	0.73	0.58	0.57	0.61	1.14	1.02	0.94
Dy	6.01	3.68	4.16	4.04	3.35	3.18	3.22	6.34	5.89	5.68
Ho	1.03	0.77	0.94	0.87	0.78	0.74	0.72	1.37	1.26	1.23
Er	2.99	2.35	2.97	2.87	2.53	2.36	2.32	3.98	3.71	3.57
Tm	0.45	0.35	0.46	0.44	0.42	0.39	0.39	0.57	0.55	0.53
Yb	3.16	2.38	3.06	2.98	2.96	2.72	2.66	3.67	3.69	3.39
Lu	0.5	0.37	0.49	0.5	0.51	0.49	0.47	0.57	0.57	0.51



Şekil 4. Plütonik ve volkanik kayaların Irvin ve Baragar (1971)'a göre Alkali-Subalkali ve Toleytik-Kalkalkali ayırıcı

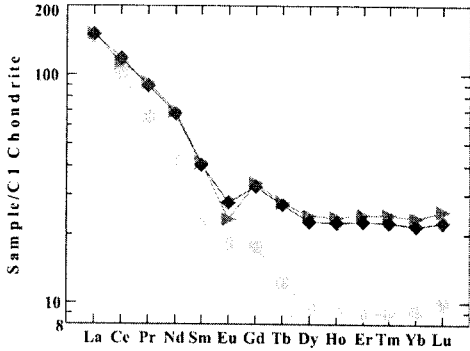
Çalışma alanındaki granitik ve volkanik kayaların oluştukları ortama yaklaşımda bulunabilmek için Pearce vd., (1984) tarafından Rb, Y ve Nb gibi iz elementler kullanarak oluşturdukları diyagramlar kullanılmıştır (Şekil 5.a,b). Bu diyagramlarda elde edilen veriler doğrultusunda bölgedeki Evciler Plütunu'na ve Çan volkaniklerine ait kayaların volkanik yay ortamı (VAG)

doğasını sergilediği görülmekte ve aynı kökenli bir magmadan türedikleri düşünülmektedir. Granitik ve volkanik kayaların REE için örümcek (spider) diyagramları Kondrite göre normalize edilerek kullanılmıştır (Şekil 6-7). Normalizasyon değerleri Taylor ve McLennan (1985)'den alınmıştır. Çalışma alanındaki granitik örneklerde LREE'den HREE'lere doğru bir fraksiyonlanmanın



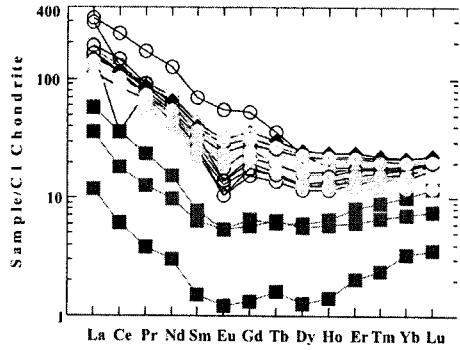
Şekil 5. a,b. Bölgedeki magmatik kayalarının Pearce ve diğ., (1984)'nin tektonik ortam sınıflandırma diyagramlarındaki konumları

olduğu görülmektedir. Şekil 7'de litolojilerine göre ayırtlanmış olan volkanik ürünlerde de, LREE'den HREE'lere doğru çok da kuvvetli olmayan bir fraksiyonlanmanın varlığı gözlenmektedir. Riyolitik tüflerdeki Eu elementindeki daha fazla gözüken negatif anomali plajioklaslardaki fraksiyonlanma ile ilgilidir. Magmatik kayalardaki LREE'nde görülen zenginleşme, kaynağa dalma-batma sonucu dalan levhanın katkısı ile, kabuksal bileşenlerin oluşturduğu kirlenmeden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 6. Evciler Plütunu'na ait granitik kayalarının REE içeriklerinin Kayaç/Kondrit örümcek diyagramındaki şematik görünümü. Normalizasyon değerleri Taylor ve McLennan (1985)'den alınmıştır. (○: 48, ◆: 83, ▲: 61 nolu örnekler).

Evciler Plütunu ve Çan volkaniklerine ait kayaların  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı ana element oksitlerinin değişimini belirlemek amacıyla oluşturulan Harker diyagramlarında,  $\text{SiO}_2$  değerine karşı  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MnO}$ ,



Şekil 7. Çan volkanitlerine ait lav, aglomera, tüf ve silekslerin REE içeriklerinin Kayaç/Kondrit örümcek diyagramındaki şematik görünümü. Normalizasyon değerleri Taylor ve McLennan (1985)'den alınmıştır. (○: lavlar, ◆: aglomera, ○: riyolitik tüf, ■: sileks örnekleri)

$\text{Na}_2\text{O}$  değerlerinde güçlü negatif korelasyon göstermektedir.  $\text{K}_2\text{O}$  değerinde ise güçlü pozitif korelasyon görülmektedir. Muhtemelen  $\text{CaO}$ 'de gözlenen azalmalar, kalsik plajioklasların fraksiyonlanması ile,  $\text{MgO}$ 'deki azalmalar, klinopiroksen fraksiyonlanması ile,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ve  $\text{TiO}_2$ 'deki azalmalar ise piroksen ve Fe-Ti oksit fraksiyonlanması ile ilişkilidir.

#### 4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

-Çalışma alanında geniş yayılım sunan ve önceki çalışmalarda genel özellikleriyle tanımlanmış olan volkanik kayalar, bu çalışma ile ayrıntılı olarak saha gözlemleri, petrografi ve petrolojik olarak ayırtlanmış ve haritalanmıştır.

-Çalışma alanında, haritalanmış olan plütonik kayalar granit, granodiyorit ve

kuvars diyorit bileşimindedirler. Volkanik kayalar ise çoğunlukla andezit, nadir olarak dasit ve trakiandezit türde lav, aynı bileşimli kaya parçalarından oluşan aglomera ve riyolitik tüften oluşur.

-Plütonik ve volkanik kayalar üzerindeki jeokimyasal çalışmalarda, bu birimlerin ortaç bileşimli, orta-yüksek K'lu ve çoğunlukla  $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  değişim diyagramlarında ( toplam alkali-silika = TAS) subalkali alanda yer aldıkları,  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{FeO} - \text{MgO}$  (AFM) üçgen diyagramında ise örneklerin kalkalkalen bir trend izledikleri görülür.

-Çalışma alandaki magmatik kayaların ana ve iz element sonuçlarından volkanik yay ortamında oluşmuş oldukları görülür. Ayrıca fraksiyonel kristallenmenin, magma karışımı işlemleri ile beraber geliştikleri söylenebilir. Bölgedeki magmatik kayalar için HFSE ve LREE'deki zenginleşme, magmanın yükselimi esnasında kıtasal gereçlerle kirlenmiş olabileceğini göstermektedir.

-Çalışma alanında yer alan magmatik kayalardan yaş tayini yapılmamıştır. Gökçeada, Yenice ve Edremit dolaylarındaki yüzleklerden daha önceki çalışmalarda elde edilen yaşlar benimsenmiştir. Ancak bu yaş verilerinin elde edildiği örnekler Çan ve çevresindeki yüzeylemelerden oldukça uzakta yer alması nedeniyle bölgedeki magmatik kayalardan elde edilen yeni yaş verileri ile desteklenmesi gerekir.

## 5. KATKI BELİRTME

Bu çalışma, ilk yazar tarafından Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen

Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalına sunulan Yüksek Lisans Tezi'nin bir bölümünü kapsamaktadır. Çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP-2007/08 numaralı proje) Birimi tarafından desteklenmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

*Birkle, P., Satır, M., 1995. Dating, Geochemistry and geodynamic significance of the Tertiary magmatism of the Biga Peninsula, NW-Turkey. Geology of the Black Sea Region, Min. Res. Expl. Inst. Of Turkey, Ankara, pp. 171-180.*

*Dayal, A. (1984). Yenice (Çanakkale) granitinin petrografisi ve buna bağlı cevherleşmeler. Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., İzmir.*

*Delaloye M., and Bingöl E., 2000. Granitoids from western and northwestern Anatolia: Geochemistry and modeling of geodynamic evolution. International Geology Review, 42, 241 – 268*

*Dönmez, M., Akçay, A.E., Genç, Ş.C., Acar, Ş., 2005. Biga Yarımadası'nda Orta-Üst Eosen Volkanizması ve Denizel İgnimbritler. MTA Dergisi, 131, 49-61..*

*Ercan, T., Satır, M., Steinitz, G., Dora, A., Sarıfakıoğlu, E., Adis, C., Walter, H.-J., Yıldırım, T., 1995. Biga Yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan adalarındaki KB Anadolu Tersiyer volkanizmasının özellikleri. Min. Res. Expl. Inst. Turkey Bull. 117, 55–86.*

*Irvine, T.N., and Baragar, W.A.R., (1971). Aguide to chemical classification of common volcanic rocks, Earth Sci., 8, 523-547.*

Krushensky, R.D., 1976. Neogene calc-alkaline extrusive and intrusive rocks of the Karalar–Yeşiller area, Northwest Anatolia, Turkey. *Bull. Volcanol.* 40, 336–360.

Le Maitre, R.W., 1989. *A classification of igneous rock and glossary of terms.* Blackwell, 193pp.

Middlemost, E.A.K., 1985. *Magma and magmatic rocks,* Longman Group Limited, Essex.

Okay, A.I., Siyako, M., Bürkan, K.A., 1990. Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve tektonik evrimi. *TPAG Bull.* 2 1 , 83–121.

Okay, A.I., ve Satır, M., 2000. Coeval plutonism and metamorphism in a latest Oligocene metamorphic core complex in northwest Turkey: *Geological Magazine,* 137,495-516.

Saka, K., 1979. Edremit Körfezi ve civarı Neojen'inin jeolojisi ve Hidrokarbon olanakları, TPAO Arama Grubu, Arşiv no: 1342, s. 1-17.

Siyako, M.: Burkan, K.A. ve Okay A.I., 1989. Biga ve Gelibolu Yarımadaı Tersiye Jeolojisi ve Hidrokarbon olanakları: *Turkish Association of Petroleum Geologist Bulletin.* 1. 183–199.

Taylor, S.R., and McLennan, S.M., 1985. *The continental crust: its composition and evolution.* Blackwell, Oxford.

Temel, A., (2001). *Volkanik kayaların Jeokimyasal özellikleri,* Magmatik Petrojenez Lisansüstü yaz okulu kitabı, 196–220.

Yılmaz, Y., 1989. *An approach to the origin of young volcanic rocks of western Turkey:* A.M.C. Şengör (ed.), *Tectonic Evolution of the Tethyan Region,* Kluwer. The Hague, 159- 18.

