

ALAKIRÇAY MELANJİ İÇİNDE YÜZEYLEYEN VOLKANİK KAYAÇLARIN PETROGRAFIK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ (GB TÜRKİYE)

Geochemical and Petrographical Properties of Volcanic Rocks Cropping Out in the Alakırçay Melange

Ömer Faruk ÇELİK*

ÖZET

Güney Türkiye’de Toros kuşağı boyunca ofiyolitler ve ofiyolitik melanj birimleri yaygın olarak gözlenmektedir. Mesozoyik – Senozoyik yaşlı Bey Dağları platform karbonatları üzerine bindiren Alakırçay melanjı GB Türkiye’de yer almakta olup bünyesinde farklı kökenli kayaç gruplarını içermektedir. Çalışma konusu olan volkanik kayaçlar Alakırçay melanjı içerisinde tektonik dilimler halinde gözlemlenmiştir. Bu kayaçların petrografik ve jeokimyasal özellikleri, okyanusal litosferin Toros karbonat platformuna bindirme süreçleri öncesindeki tektono-magmatik olaylar hakkında önemli bilgiler vermektedir. Çalışma sahasından derlenen volkanik kayaçların genel jeokimyasal özellikleri, bu kayaçların alkali özellikte olduklarını göstermiştir. Bu kayaçların çeşitli tektono-magmatik ayırım diagramlarında okyanus adası bazaltları yada plaka içi alkali bazaltları özelliklerinde oldukları görülmektedir. Bu durum, C1/kondrit’e göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri ile primitif manto’ya göre normalize edilmiş çoklu element diagramları yardımıyla da tespit edilmiştir. Alakırçay melanjı içerisinde yüzeyleyen volkanik kayaçlar, okyanus içi yitim süreçlerinde oluşan ofiyolitlerle ilgili metamorfik kayaçların bir bölümü ile kıyaslanmış ve benzer jeokimyasal özellikler gösterdikleri saptanmıştır.

ABSTRACT

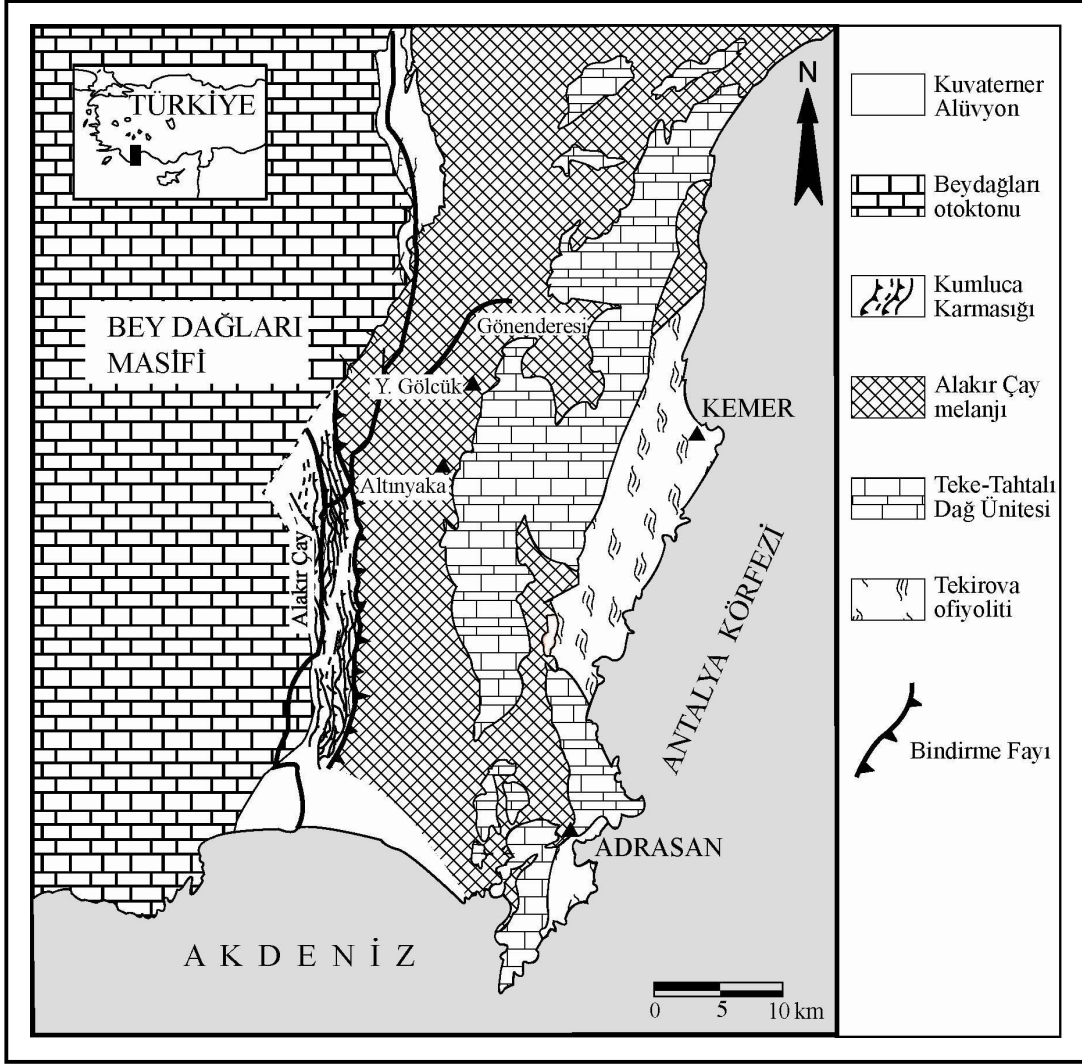
The ophiolites and the ophiolitic rock units in southern Turkey are commonly observed along the Tauride belt. The Alakırçay melange, thrust on the the Mesozoic – Cenozoic aged Bey Dağları platform carbonates in SW Turkey, consists of different rock groups in different origin. The volcanic rocks which are the subject of this study were observed as tectonic slices in the Alakırçay melange. The petrographical and geochemical properties of these rocks provide important knowledges about the tectonomagmatic events occurring before emplacement of the oceanic lithosphere onto the Tauride platform carbonates. General geochemical properties of the volcanic rocks suggest that these rocks have the alkaline character. These rocks in different tectono-magmatic discrimination diagrams exhibit the ocean island basalts or within plate alkali basalts signature. The C1/chondrite and the primitive mantle normalised diagrams for these volcanic rocks also confirmed their ocean island basalt signature. The volcanic rocks, compared with the ophiolite related metamorphic rocks, exhibit similar geochemical character with one part of the ophiolite related metamorphic rocks.

GİRİŞ

Güney Türkiye’de Toros kuşağı ofiyolitleri batıdan doğuya doğru Likya, Antalya, Beyşehir, Mersin, Pozantı-Karsantı, Pınarbaşı ve Divriği ofiyolitleri olarak sayılabilir. Bu ofiyolitler Mesozoyik yaşlı Neotetis okyanusunun kalıntıları olup Geç Kretase sürecinde okyanus içi yitim olaylarıyla kapanmaya başlayıp daha sonra Toros karbonat platformu üzerine yerleşmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981). Tüm Toros kuşağı boyunca okyanus içi yitim olaylarının yaşı, son yapılan hassas radyometrik yaş tayinleri ile 91 – 93 My olarak belirlenmiştir (Çelik ve diğ. 2006).

* Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Umuttepe Yerleşkesi, 41380 İZMİT-KOCAELİ. e-mail: fcelik@kocaeli.edu.tr

Yukarıda bahsi geçen ofiyolitlerle birlikte ofiyolitik melanj toplulukları da bu kuşakta yaygın olarak gözlenmektedir. Ofiyolitik melanj toplulukları farklı tipte kayaç birimlerinden oluşmaktadır ancak bünyesinde metamorfik kayaçlar olmasına karşın kendisi metamorfizma göstermemektedir. Antalya körfezinin batısında ve Isparta bükümü içinde yer alan Alakırçay melanjı (Şekil 1) genel olarak Geç Triyas ile Geç Kretase yaşlı (Marcoux 1987; Tekin ve diğ. 2003) kalın pelajik sedimanter dizi ile ofiyolitik kayaçlar ve Geç Triyas volkaniklerinden oluşmaktadır. Birim içerisinde jeolojik ilişkiler tektoniktir.



Şekil 1. Antalya karmaşığının ana bölümlerinin dağılımını gösteren basitleştirilmiş jeoloji haritası (Juteau, 1975; Robertson ve Woodcock, 1979; Yılmaz ve Maxwell, 1984'den alınmıştır).

Figure 1. Simplified geological map of the Antalya Complex showing the distribution of major units (after Juteau, 1975; Robertson and Woodcock 1981; Yılmaz and Maxwell 1984).

Alakırçay melanjı üzerine Antalya ofiyoliti de tektonik olarak gelmektedir (Juteau, 1975). Tüm bu kuşak boyunca ofiyolitik melanjı oluşturan kayaç topluluklarından biriside volkanik kayalardır. Volkanik kayaların, ince lensler şeklinde, Üst Triyas yaşlı pelajik kireçtaşları ve radyolaritlerle arakatlı olmaları bu kayaların da dolaylı olarak Üst Triyas yaşlı olduklarını göstermektedir (Robertson ve Woodcock 1981; Woodcock ve Robertson 1982).

Ofiyolitik melanjı oluşturan kayaç toplulukları ve onun genel jeolojik özellikleri incelendiğinde okyanusal litosferin gelişim süreçlerine ışık tuttuğu görülmektedir. Dolayısıyla bu kayaçlardan yapılacak jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmalar onların oluştukları zamansal ve tektonomagmatik ortam koşulları hakkında bilgi vermektedir. Ofiyolitik melanj içerisinde yüzeyleyen ve ilişkileri genel hatları ile tektonik olan volkanik kayaçların hangi tektonomagmatik ortam içerisinde oluştuklarını sadece arazi çalışmaları ile anlamak mümkün görülmemektedir. Diğer taraftan genellikle manto peridotitleri ile ofiyolitik melanj arasında tektonik olarak yeralan ofiyolitlerle ilgili metamorfik kayaçların oluşumları ve köken kayaçları merak uyandırmış ve bunlarla ilgili birçok çalışma yapılmıştır (ör: Çelik ve diğ., 2006; Çelik, 2007). Bu kayaçların okyanus içi yitim süreçlerinde oluştukları ve köken kayaçlarının çoğunlukla bazaltik kayaçlar oldukları saptanmıştır (Çelik ve Delaloye, 2003; Parlak ve diğ. 2006). Metamorfik kayaçların köken kayaçları araştırıldığında, okyanus ortası sırtı bazaltları, okyanus adası bazaltları ve ada yayları gibi farklı tektonomagmatik ortam koşullarından türedikleri tespit edilmiştir (ör: Çelik, 2008).

Bu çalışmada Alakırçay ofiyolitik melanj içerisinde yüzlek veren volkanik kayaçların bir bölümünün petrografik ve jeokimyasal özellikleri aydınlatılmaya çalışılmıştır. Ayrıca bu volkanik kayaçların ofiyolitlerin tabanında ve ofiyolitik melanj içerisinde yeralan metamorfik taban kayaçlarıyla ilişkileri karşılaştırılacaktır.

GENEL JEOLJİ

GB Türkiye’de Antalya karmaşığı Isparta büklümü içerisinde veya Antalya körfezinin batısında göreceli otokton ve allokton birimlerden oluşur (Juteau, 1975; Dilek ve Rowland, 1993). Bu birimler, göreceli otokton Beydağları platform karbonatları, allokton Kumluca karmaşığı, Alakırçay melanjı ve Tekirova ofiyolitidir (Şekil 1). Bu tektonik birimler, yaşları Mesozoyik’ten Miyosene kadar değişen ve göreceli olarak otokton olan Bey Dağları kireçtaşı birimleri üzerine tektonik olarak yerleşmişlerdir (Yılmaz ve Maxwell, 1984). Alakırçay melanjı için önceki çalışmalarda Orta Antalya napı (ör: Juteau 1975), Gödene zonu (Robertson ve Woodcock, 1981), Rift toplulukları (Dilek ve Rowland, 1993) gibi değişik isimlendirmeler kullanılmıştır. Bu çalışmada Çelik ve Delaloye (2003)’te kullanıldığı şekliyle Alakırçay melanjı tercih edilmiştir.

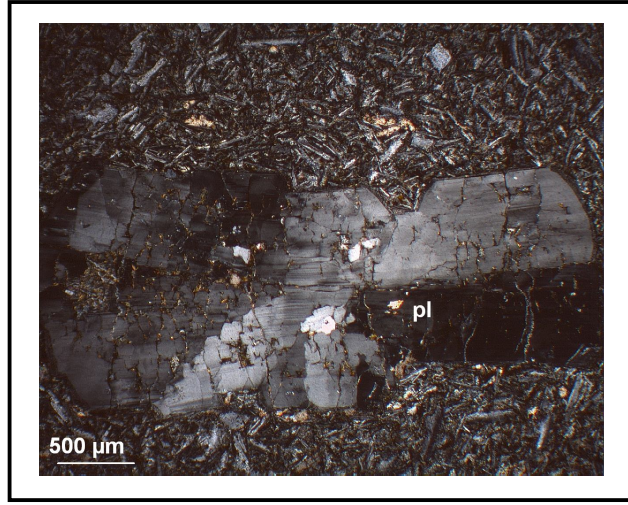
Alakırçay melanjı genel olarak serpantinize ofiyolitik kayaçlar, sığ ve derin deniz sedimanter kayaçlar ve çok daha az oranda amfibolitik kayaçlardan meydana gelmektedir. Melanjın matriksi pelajik marn kırıntıları, yastık yapılı bazaltik kayaçlar ve serpantinitlelerden meydana gelmektedir. Volkanik kayaçlar mafik yastık yapılı lavlar ve volkanik breşlerden meydana gelmektedir. Bu kayaçlar Üst Triyas yaşlı pelajik kireçtaşları ve radyolaritler ile arakatlıdır (Robertson ve Woodcock 1981; Woodcock ve Robertson 1982). Ofiyolitik kayaçlar serpantinize ultramafik kayaçlar ile mafik kayaçlardan meydana gelmektedir. Çeşitli araştırmalarda (ör: Robertson ve Woodcock 1981) melanj içinde gözlemlenen diğer birimler; Paleozoyik yaşlı kırıntılı ve karbonatlı kayaçlar, Mesozoyik yaşlı kireçtaşları, Triyas yaşlı evoporit içeren derin deniz sedimanları, Jura ve Kretase yaşlı volkanik kökenli sedimanter kayaçlar, türbititik kumtaşları ve bitki içeren kumtaşları olarak sayılabilir.

Melanj içerisinde Kuzey – Güney yönlü ve doğuya eğimli faylar yaygın olarak tespit edilmiştir (Woodcock ve Robertson 1982; Dilek ve Rowland 1993). Antalya karmaşığının ilk yerleşmesi Geç Kretase - Geç Paleosen sürecinde gerçekleşmiştir (Poisson 1977; Robertson 1993). Alakırçay melanjının Bey Dağları platform karbonatları üzerine en son bindirmesi ise Geç Miyosene esnasında gerçekleşmiştir (Poisson 1977; Robertson 1993). Alakırçay melanjı içerisinde yüzeyleyen volkanik kayaçlar genellikle yastık yapılı olup boyutları çok fazla olmayan tektonik dilimler halinde

gözlenirler. Yukarıgölcük (Dokanak bölgesi), volkanik kayaçların en iyi gözlemlendiği yerlerden birisidir.

MİNERALOGİ VE PETROGRAFİ

Volkanik kayaçların genel olarak plajiyoklaz mikrolit ve porfiroklaslarından meydana geldiği ancak mineral birlikteliğinde, farklı kayaçlar içerisinde, az miktarda olivin yada piroksenler olduğu belirlenmiştir. Opak mineral gelişimleri tüm örneklerde gözlemlenmiştir. Mineral topluluğunda en çok gözlenen dokular mikrolitik-porfirik dokudur (Şekil 2).



Şekil 2. Alakırçay melanjından bir bazaltik kayacın mikroskop görüntüsü (çift nikol).

Figure 2. Microscopic view (crossed polarizers) of basaltic rock from the Alakırçay melange.

Bazı kayaçlarda hamur, camsı maddeden meydana gelmekte olup hyalo-mikrolitik porfirik doku göstermektedirler. Mikrolitik porfirik dokulu örneklerin bazılarında plajiyoklas mikrolitleri zonlanma göstermektedir. Volkanik kayaçların bazılarında (ör. AB-8) trakitik akma dokuları saptanmıştır. Trakitik dokulu kayaçlarda çok fazla olmamakla birlikte alkali feldspat porfiroklastları bulunmaktadır. Jeokimyasal analizlere dayalı sınıflamada bu kayaçlar traki-andezit sahasına karşılık gelmektedir. Alakırçay melanjına ait volkanik kayaçların yoğun şekilde alterasyon süreçlerinden etkilendikleri belirlenmiştir. Gaz boşluklu sipilitik özellikteki bazaltik kayaçlarda, boşluklar çoğunlukla kalsit ve zeolit mineralleriyle doludur. Gaz boşluklarında gözlenen bu ikincil minerallerin, muhtemelen, okyanus içi hidrotermal süreçler esnasında oluştuğu düşünülmektedir. En çok gözlenen alterasyon türü kalsit dönüşümleri şeklindedir. Kalsit mineralleri sadece gaz boşluklarında değil aynı zamanda kayacın kırık ve çatlaklarında da gözlenmektedir. Ayrıca kayaçların çatlaklarında kalsit gelişimlerine ilave olarak prehnit minerallerine de rastlanılmıştır. Kayacın kırık yada çatlaklarında belirlenen ikincil minerallerin ofiyolitik melanjın platform karbonatları üzerine bindirme süreçlerinde de gelişmiş olabileceği düşünülmektedir.

ANALİTİK YÖNTEM

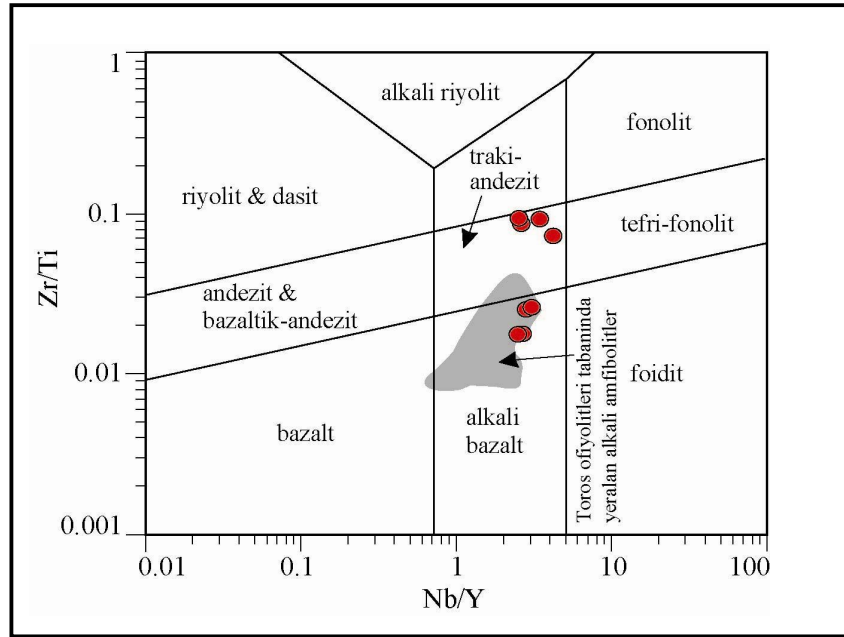
Jeokimyasal ve petrografik analizler için araziden derlenen kayaç örnekleri, laboratuvarında kesilerek ayrılmış ve altere kısımlarından temizlenmiştir. Jeokimyasal analize hazırlık amacıyla kesilen ve temizlenen kayaçlardan 150 – 200 gr temsili örnekler alınarak çeneli kırıcıda kırılmıştır. Belli tane boyutuna gelen örnekler öğütücüde pudra haline gelinceye kadar öğütülmüştür. Öğütme işleminde

Cr ve Ni kirlenmelerinden sakınmak için tungsten-karbür hazne ve halkaları kullanılmıştır. Öğütülen numunelerden homojen karışım olmasına dikkat edilerek uygun miktarda temsili örnekler alınmıştır. Kayaç numunelerin bileşimlerini tayin sürecinde, oransal olarak bir birim öğütülmüş kayaç numunesine beş birim çözücü madde ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$) ilave edilmiş ve bu bileşim $1150\text{ }^\circ\text{C}$ 'de altın-platinyum eritme kabında yakılmıştır.

Tüm kaya ana ve iz element analizleri Lozan Üniversitesinde XRF tekniğiyle gerçekleştirilmiştir. Nadir Toprak Analizleri (NTE) Cenevre Üniversitesi (İsviçre) ve Kanada ActLabs laboratuvarlarında (Kanada) ICP-MS tekniğiyle gerçekleştirilmiştir. Jeokimyasal analiz sonuçları Çizelge 1 de verilmiştir.

JEOKİMYA

Jeokimyasal analizleri yapılan volkanik kayaçların ateşte kayıp miktarları genel olarak % 3.84 ile % 5.94 arasında değişmektedir. Bununla birlikte AB-1 ve AB-2 numaralı örneklerde bu oranlar (% 12.18 – 15.90) çok daha yüksektir. Bu durum mikroskop incelemelerinden de anlaşıldığı gibi, kayaçların hidrotermal alterasyon süreçlerinden yoğun şekilde etkilendiklerini göstermektedir. Pearce (1996)'ın kayaç sınıflama diagramına göre Alakırçay melanjı içerisinde derelene volkanik kayaçlar alkali bazalt ve traki-andezit özelliğindedirler (Şekil 3). Aynı diagramda alkali bazaltlar Toros kuşağı ofiyolitlerinin tabanında yer alan ve okyanus adası bazaltları yada plaka içi alkali bazaltları özelliği sunan amfibolitlerle aynı jeokimyasal özelliklere sahiptirler.



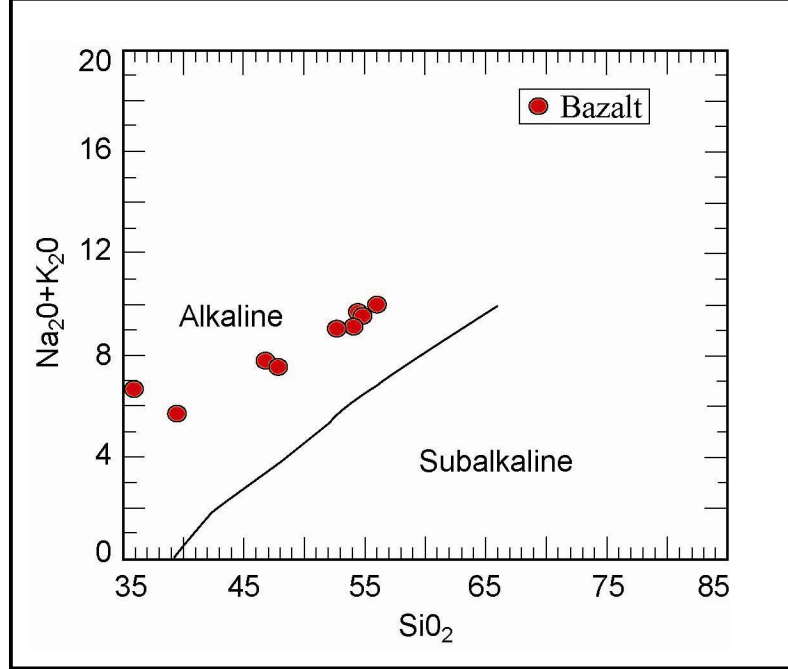
Şekil 3. Alakırçay melanjı volkanik kayaçları için kayaç sınıflama diagramı (Pearce, 1996'a göre). Toros ofiyolit tabanı metamorfikleri için çizilen taralı alan Parlak ve diğ. (2006)'dan alınmıştır.

Figure 3. Rock classification diagram for the volcanic rocks from the Alakırçay melange (after Pearce, 1996). Field of the metamorphic sole rocks from the Tauride ophiolites is after Parlak et al. (2006).

Çizelge 1. Alakırçay melanjının volkanik kayalarından ana, iz ve NTE analizleri.
Table 1. Major, trace and REE analysis for volcanic rocks of the Alakırçay melange.

Örnek	AB 1	AB 2	AB 3	AB 4	AB 5	AB 6	AB 7	AB 8	AB 9
SiO ₂	39,52	35,54	46,75	47,89	54,52	55,89	53,97	54,78	52,80
TiO ₂	2,07	1,92	2,29	2,30	1,02	1,06	1,16	1,07	1,05
Al ₂ O ₃	15,94	14,69	19,16	19,31	16,85	17,08	17,09	16,94	16,68
Fe ₂ O ₃	7,22	6,86	8,31	8,51	6,20	6,46	7,27	7,28	6,30
MnO	0,19	0,17	0,13	0,14	0,10	0,10	0,11	0,11	0,09
MgO	1,01	1,20	4,02	3,72	0,91	0,84	0,77	0,96	0,92
CaO	15,36	16,01	4,82	5,10	5,13	4,31	5,35	4,46	6,58
Na ₂ O	2,31	4,02	6,13	6,25	3,91	4,14	4,25	3,91	3,92
K ₂ O	3,34	2,63	1,65	1,33	5,72	5,85	4,85	5,56	5,15
P ₂ O ₅	0,61	0,59	0,60	0,62	0,30	0,37	0,36	0,49	0,59
LOI	12,18	15,90	5,94	4,80	4,72	3,84	4,47	4,12	5,57
Total	99,76	99,52	99,80	99,99	99,40	99,94	99,65	99,67	99,63
z elementler (ppm)									
Nb	69	62	71	73	147	148	145	148	146
Zr	320	310	243	246	585	619	523	595	562
Y	24	20	28	27	42	57	34	54	55
Sr	475	454	346	443	219	206	305	219	246
Rb	62	43	34	33	120	110	106	106	103
Th	3	4	7	4	14	13	13	14	14
Ga	17	14	21	20	26	25	25	26	25
Zn	69	71	77	77	100	109	110	103	94
Cu	38	30	18	17	5	9	6	5	6
Ni	4	7	5	4	3	10	13	11	11
Co	29	24	38	44	21	26	26	20	18
Cr	21	17	14	17	2	4	4	<2<	2
V	186	165	210	202	30	41	55	58	59
Ba	569	478	424	562	1004	1033	1083	1016	1106
Hf	10	9	6	8	11	14	12	11	11
Sc	4	10	16	13	7	6	7	7	8
As	6	4	6	8	8	10	13	12	9
Nadir toprak elementleri (ppm)									
La	42,90	43,74	43,81		86,50		74,41		99,00
Ce	83,60	85,91	90,55		146,00		131,00		176,00
Pr	9,45	9,92	10,44		16,50		15,71		18,30
Nd	36,60	38,04	40,85		59,10		57,30		67,60
Sm	6,92	7,22	7,96		10,40		10,38		11,70
Eu	2,43	2,45	2,70		3,47		3,41		3,84
Gd	5,85	6,61	7,38		8,80		9,15		9,94
Tb	0,96	1,07	1,18		1,42		1,44		1,65
Dy	5,11	5,16	5,75		8,11		7,25		9,47
Ho	0,96	1,10	1,23		1,60		1,50		1,95
Er	2,41	2,65	2,97		4,33		3,84		5,37
Tm	0,33	0,51	0,56		0,65		0,67		0,82
Yb	2,16	2,20	2,54		4,20		3,32		5,25
Lu	0,29	0,50	0,53		0,60		0,64		0,76

Rickwood (1989)'un toplam alkali miktarlarının silika içerikleriyle kıyaslandığı diagramda, volkanik kayaçların çok belirgin bir şekilde alkali özellik gösterdikleri anlaşılmaktadır (Şekil 4).

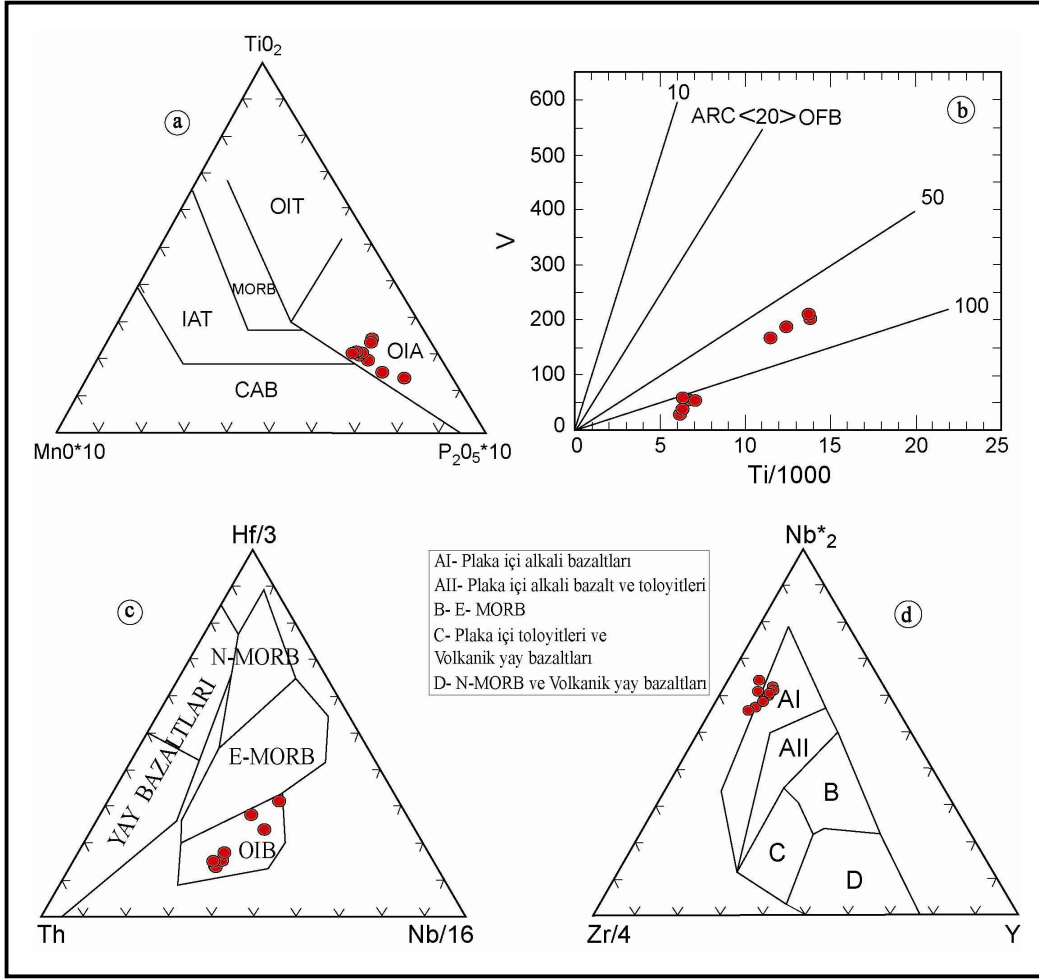


Şekil 4. Alakırçay melanjının volkanik kayaçları için toplam alkali – silika diagramı (Rickwood, 1989'a göre).

Figure 4. Total alkali versus silica diagram for volcanics of the Alakırçay melange (after Rickwood, 1989).

Mullen (1983)'in TiO₂ - MnO*10 - P₂O₅*10 üçgen diagramında volkanik kayaçların okyanus adası alkalileri alanına karşılık geldikleri görülmektedir (Şekil 5 a). Bilindiği üzere, alterasyon süreçlerinden çok fazla etkilenmeyen hareketsiz iz elementler jeokimyasal yorumlamalarda daha güvenilir bilgiler vermektedir. Shervais (1982), Ti ve V içeriklerini oranlayarak yay, okyanus ortası sırtı bazaltları ve okyanus adası bazaltları alanlarını belirlemiştir. Ti ve V oranlarına göre analizi gerçekleştirilen volkanik kayaçların okyanus adası bazaltları oldukları görülmektedir (Şekil 5 b). Hf, Th ve Nb elementleri özellikle yitim bileşenin belirlenmesinde önemli bilgiler vermektedir (Pearce ve diğ. 1984; Saunders ve Tarnery 1984). Wood (1980)'un Hf/3 - Th - Nb/16 tektonomagmatik ayırım diagramı farklı tektonik ortam koşullarını ayırmada kullanılan önemli bir diagramdır. Analizi gerçekleştirilen volkanik kayaçlar belirgin bir şekilde okyanus adası bazaltları alanına karşılık gelmektedir (Şekil 5 c). Meschede (1986)'in Nb - Y - Zr/4 diagramına göre aynı kayaçlar plaka içi alkali bazaltları özelliğindedir (Şekil 5 d).

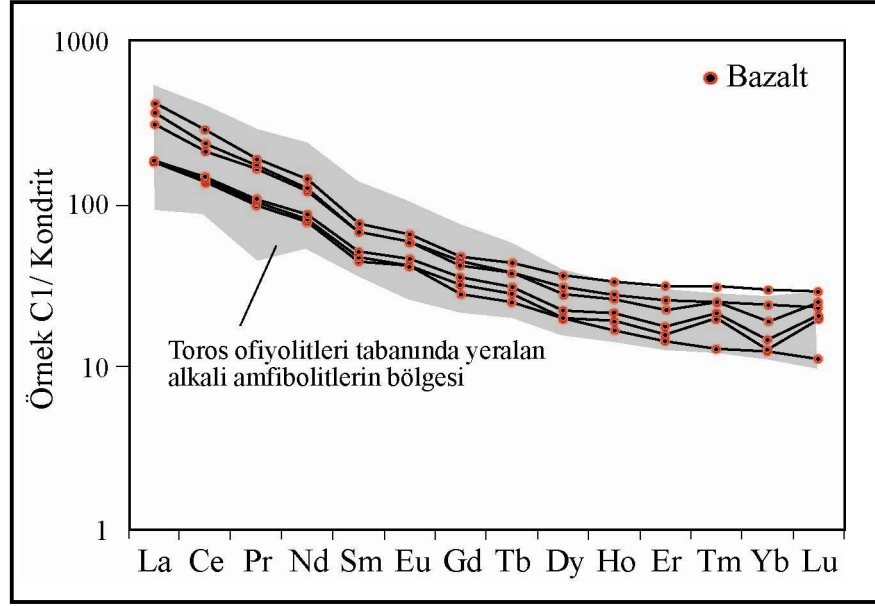
C1/Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri diagramında, tüm örneklerin hafif nadir toprak elementlerinde belirgin bir zenginleşme gösterdikleri ve tipik plaka içi bazaltları gidişi gösterdikleri görülmektedir (Şekil 6). Nadir toprak elementlerinin kondrit'e göre sunduğu bu gidiş Azor adalarının okyanus adası bazaltlarına (White ve diğ. 1979) yada Ankara melanjının alkali bazaltlarına benzerlik gösterirler (Floyd, 1993). Aynı diagramda Toros kuşağı ofiyolitlerinin okyanus adası bazaltları karakterindeki ofiyolit tabanı metamorfiklerinde jeokimyasal analiz sonuçları verilmiştir. Adı geçen diagramdan anlaşılacağı gibi volkanik kayaçların analizleri ile Toros kuşağı ofiyolit tabanı metamorfiklerinin analizleri paralellik sunmaktadırlar. Dolayısıyla



Şekil 5. a) Alakırçay volkanik kayalar için TiO_2 - $MnO*10$ - P_2O_5*10 ayırım diagramı (Mullen, 1983'e göre). b) Ti - V ayırım diagramı (Shervais, 1982'e göre). c) Hf - Th - Ta ayırım diagramı (Wood, 1980'a göre). d) Nb - Y - Zr ayırım diagramı (Meschede, 1986'e göre).

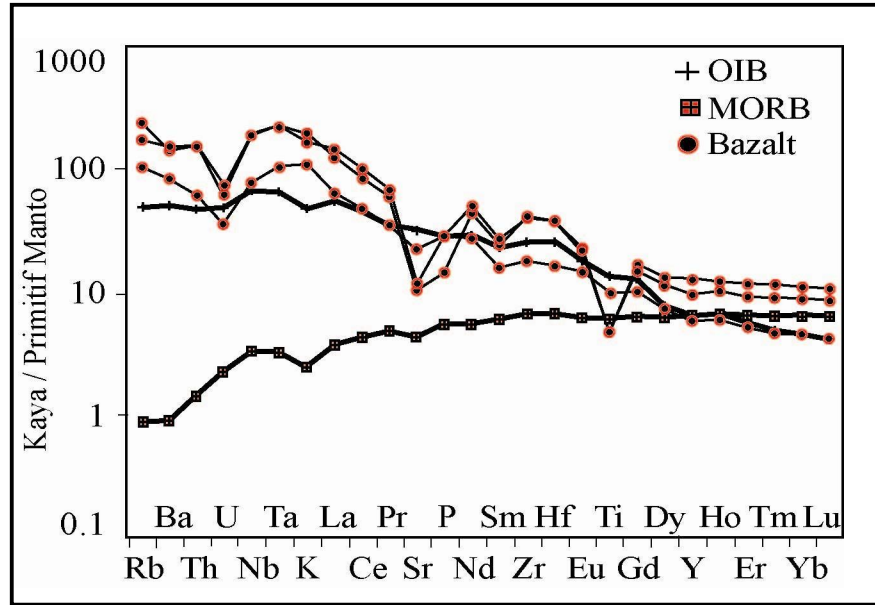
Figure 5. a) TiO_2 - $MnO*10$ - P_2O_5*10 discrimination diagram for volcanic rocks from the Alakırçay melange (after Mullen, 1983). b) Ti - V discrimination diagram (after Shervais, 1982). c) Hf - Th - Ta discrimination diagram (after Wood, 1980). d) Nb - Y - Zr discrimination diagram (after Meschede, 1986).

inceleme konusu volkanik kayaların, okyanus adası karakterindeki ofiyolit tabanı metamorfik kayalarının köken kayaları olabilecekleri anlaşılmıştır. Primitif mantoya göre normalleştirilmiş çoklu element diagramında volkanik kayaların tipik okyanus adası bazaltları gidişyle örtüştüğü görülmektedir (Şekil 7). Aynı özellikler normal-okyanus ortası sırtı bazaltlarına göre normalleştirilmiş örümcek diagramlarında da tespit edilmiştir (Şekil 8).



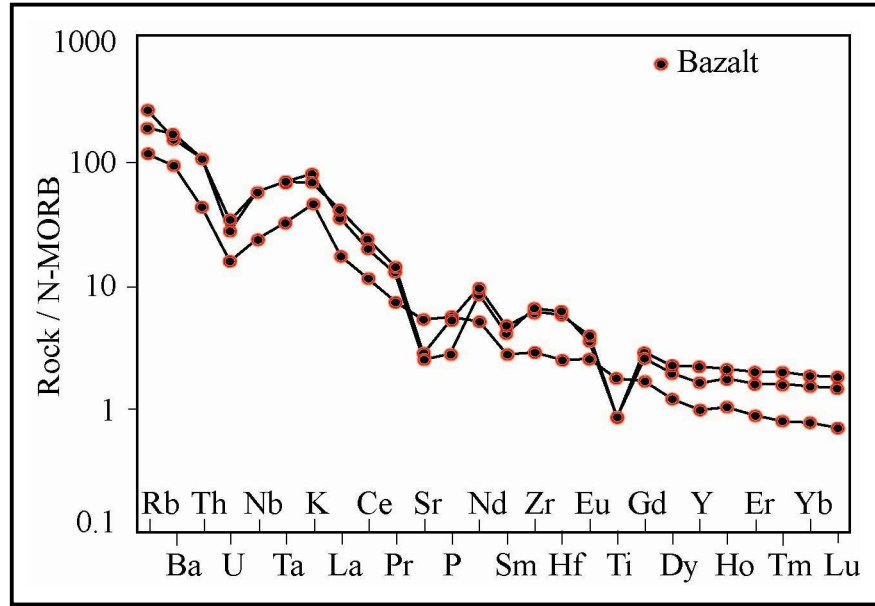
Şekil 6. Alakırçay melanjına ait volkanik kayaların kondrit'e göre normalleştirilmiş nadir toprak elementleri (NTE) diagramı (normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir).

Figure 6. Chondrite-normalized rare earth elements (REE) plots for volcanic rocks of the Alakırçay melange (normalizing values from Sun and McDonough 1989).



Şekil 7. Alakırçay melanjına ait volkanik kayaların primitif mantoya göre normalleştirilmiş iz element diagramı (normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir).

Figure 7. Primitive mantle-normalized trace element diagram for volcanic rocks of the Alakırçay melange (normalizing values from Sun and McDonough 1989).



Şekil 8. Alakırçay melanjına ait volkanik kayaçların okyanus ortası sırtı bazaltlarına göre normalleştirilmiş iz element diagramı (normalleştirilmiş değerler Sun ve McDonough, 1989'a göredir).

Figure 8. Mid-ocean ridge basalts (MORB)-normalized trace element diagram for volcanic rocks of the Alakırçay melange (normalizing values from Sun and McDonough 1989).

SONUÇLAR

Alakırçay melanji içerisinde yüzlek veren volkanik kayaçların alkali-bazalt ve traki-andezit türü kayaçlar oldukları belirlenmiştir. jeokimyasal analizlerin değerlendirilmesi sonucunda bu kayaçların okyanus içi alkali bazaltları özelliklerinde oldukları anlaşılmaktadır. Nadir toprak elementlerinin kondrit'e göre normalleştirmelerine göre bu kayaçlar Azor adalarının okyanus adası bazaltlarına yada Ankara melanjının alkali bazaltlarına benzerlik gösterirler.

Daha önceki çalışmalarda belirtildiği gibi Toros kuşağı ofiyolitlerinin tabanında ve ofiyolitik melanj içerisinde yer alan ofiyolitlerle ilgili metamorfik kayaçlar, okyanus ortası sırtı bazaltları, ada yayı bazaltları ve okyanus adası bazaltları ile temsil edilmektedir. Alakırçay melanji içerisinde yeralan araştırma konusu volkanik kayaçlar, ofiyolit tabanı metamorfiklerinde görülen ve köken kayaçları okyanus adası bazaltları olan metamorfiklerle (amfibolitler) karşılaştırıldığında, jeokimyasal olarak, benzer özellikte oldukları görülmüştür. Dolayısıyla bu durum inceleme konusu volkanik kayaçların bir bölümünün okyanus içi yitim süreçlerinde metamorfizma olaylarına katıldıkları ve amfibolit türü kayaçlara dönüştüğünü, kalan diğer bölümlerinin ise okyanusun kapanma süreçlerinde dalan okyanusal litosferden sıyrılarak melanj içine aktarıldığı olasılığını göstermektedir.

KAYNAKLAR

ÇELİK Ö.F., and DELALOYE M.F., 2003. Origin of metamorphic soles and their post-kinematic mafic dyke swarms in the Antalya and Lycian ophiolites, SW Turkey. Geological Journal, 38, 235–256.

ÇELİK Ö.F., DELALOYE M.F., and FERAUD G., 2006. Precise ^{40}Ar – ^{39}Ar ages from the metamorphic sole rocks of the Tauride Belt Ophiolites, southern Turkey: implications for the rapid cooling history. *Geological Magazine*, 143, 213–227.

ÇELİK Ö.F., 2007. Metamorphic sole rocks and their mafic dykes in the eastern Tauride belt ophiolites (southern Turkey): implications for OIB-type magma generation following slab break-off. *Geological Magazine*, 144, 849–866.

ÇELİK Ö.F., 2008. Detailed Geochemistry and K-Ar Geochronology of the Metamorphic Sole Rocks and Their Mafic Dykes from the Mersin Ophiolite, Southern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17, 685–708.

DİLEK Y., and ROWLAND J.C., 1993. Evolution of a conjugate passive margin pair in Mesozoic southern Turkey. *Tectonics*, 12, 954–970.

FLOYD P.A., 1993. Geochemical discrimination and petrogenesis of alkalic basalt sequences in part of the Ankara mélange, central Turkey. *Journal of the Geological Society, London* 150, 541–550.

JUTEAU T., 1975. Les ophiolites des nappes d'Antalya (Tauride occidentales, Turquie). *Sciences de la Terre, Nancy*, 15, 265–288.

MARCOUX J., 1987. Histoire et topologie de la Néo-Téthys. *Doktora Tezi*, pp. 350.

MESCHEDE M., 1986. A method of discriminating between different types of mid oceanic ridge basalts and continental tholeiites with the Nb–Zr–Y diagram. *Chemical Geology*, 56, 207–218.

MULLEN E.D., 1983. MnO/TiO₂/P₂O₅: a minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environment and its implication for petrogenesis. *Earth and Planetary Science Letters*, 62, 53–62.

PARLAK O., YILMAZ H., and BOZTUĞ D., 2006. Origin and tectonic significance of the metamorphic sole and isolated dykes of the Divriği ophiolite (Sivas, Türkiye): evidence for slab break-off prior to ophiolite emplacement. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 15, 25–45.

PEARCE J.A., 1996. A users guide to basalt discrimination diagrams. In: WYMAN, D.A. (ed), *Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration*. *Geochemistry Short Course Notes*, Geological Association of Canada, 12, 79–113.

PEARCE J.A., LIPPARD S.J. and ROBERTS S., 1984. Characteristics and tectonic significance of supra-subduction zone ophiolites. In: *Marginal basin geology* (eds B.P. Kokelaar ve M.F. Howells), Geological Society of London, Special Publication no.16, 77–94.

POISSON A., 1977. *Recherches géologiques dans les Taurides occidentales (Turquie)*. PhD thesis, Université de Paris-Sud (Orsay), France.

ROBERTSON A.H.F., and WOODCOCK, N.H. 1981. Goödene Zone, Antalya Complex, SW Turkey: volcanism and sedimentation on Mesozoic marginal oceanic crust. *Geologische Rundschau*, 70, 1177–1214.

- ROBERTSON A.H.F., 1993. Mesozoic–Tertiary sedimentary and tectonic evolution of Neotethyan carbonate platforms, margins and small ocean basins in the Antalya Complex, southwest Turkey. In *Tectonic Controls and Signatures in Sedimentary Successions*, Frostick LE, Steel RJ (eds). International Association of Sedimentologists, Special Publication, 20, 415–465.
- RICKWOOD P.C., 1989. Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements. *Lithos*, 22, 247–263.
- SAUNDERS A.D., and TARNEY J., 1984. Geochemical characteristics of basaltic volcanism within back-arc basins. In: *Marginal basin geology* (eds B.P. Kokelaar & M.F. Howells), Geological Society of London, Special Publication no., 16, 59–76.
- SHERVAIS J.W., 1982. Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. *Earth and Planetary Science Letters*, 59, 102–118.
- SUN S.S. and MC DONOUGH W.F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes. In: SAUNDERS, A.D. and NORRY, M.J. (eds), *Magmatism in the Ocean Basins*. Geological Society, London, Special Publications, 42, 313–345.
- ŞENGÖR A.M.C and YILMAZ Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181–241.
- TEKİN U.K., and YURTSEVER T.S., 2003. Late Triassic (Early to Middle Norian) radiolarians from Antalya Nappes, SW Turkey. *J. Micropal.*, 22, 147-162.
- WHITE W.M., TAPIA M.D.M., and SCHILLING J.G., 1979. The petrology and geochemistry of the Azores islands. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 69, 201–213.
- WOOD D.A., 1980. The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary province. *Earth and Planetary Science Letters*, 50, 11-30.
- WOODCOCK N.H., and ROBERTSON A.H.F., 1982. Wrench and thrust tectonics along a Mesozoic Cenozoic continental margin: antalya Complex, SW Turkey. *Journal of the Geological Society*, London, 133, 147–163.
- YILMAZ P.O, and MAXWELL J.C., 1984. An example of an obduction me'lange: the Alakırçay unit, Antalya Complex, southwest Turkey. *Geology Society of America*, Special Paper, 198, 139–152.