

Arguvan (Malatya kuzeyi) yöresinde Üst Miyosen ve Pliyosen yaşlı volkaniklerin karşılaştırmalı jeokimyasal özellikleri

Comparative geochemical features of the Upper Miocene and Pliocene volcanics in the Arguvan (N - Malatya) area.

Musa ALPASLAN Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas
Nuri TERZİOĞLU Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Araştırma Grubu, 06520 Ankara

Öz

Bu çalışmada, Sivas - Malatya arasında yer alan Yamadağ'ın güney kesiminde, Arguvan yöresinde yüzeyleyen Üst Miyosen ve Pliyosen yaşlı volkaniklerin jeokimyasal özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenerek petrojenez mekanizmaları tartışılmıştır.

Ana element verileri, Üst Miyosen yaşlı volkaniklerin geçiş ve subalkalin karakterde, Pliyosen yaşlı volkaniklerin geçiş ve alkanin karakterde olduğunu göstermektedir, iz element verilerine dayalı değerlendirmeler, Üst Miyosen yaşlı volkaniklerin geçiş karakterinde, Pliyosen yaşlı volkaniklerin ise alkanin karakterde olduğunu işaret etmektedir.

Büyük iyon yarıçaplı (LIL) (Ba, Rb, Sr, K, Th) ve kalıcılığı yüksek (HFS) elementlerde (Nb, Zr, Ti) gözlenen zenginleşme, volkaniklerin oluşumunda bu elementlerce zenginleşmiş bir manto kökenini veya kabuksal bulaşmayı belirtmektedir. K/Rb - Rb ve Y - Rb değişim diyagramları, Üst Miyosen volkaniklerinin evriminde kabuksal bulaşma - fraksiyonel kristalleşme (AFC) sürecinin etkin olduğunu tanımlarken, Pliyosen volkaniklerinde fraksiyonel kristalleşme sürecinin etkin olduğunu belirtmektedir.

Ana ve iz element jeokimyası verileri ile Doğu Anadolu'nun çarpışma sonrası tektonik evrimi birlikte değerlendirildiğinde; Üst Miyosen yaşlı volkaniklerin manto kökenli eriyiğin kalınlaşan kıtasal kabuk tarafından kontaminasyon uğratıldığı, Pliyosen volkaniklerin ise kabuksal bulaşmaya az veya hiç uğramadan yüzeye çıktığı söylenebilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Volkanik, Üst Miyosen, Pliyosen, Jeokimya, Arguvan (Malatya kuzeyi).

Abstract

The main purpose of this study is to determine the comparative geochemical features of the Upper Miocene and Pliocene volcanics outcropping in the southern part of the Yamadağ Region located between Sivas and Malatya, and Pliocene volcanics are transitional - calcalkaline, and transitional - alkaline in characters, respectively. The determinations based on the trace element data also indicate that Upper Miocene and Pliocene volcanics are transitional and alkaline characters, respectively.

Large ion lithophile element (LIL) and high field strength (HFS) element enrichments imply that the volcanics were generated from the enriched mantle source or they may have undergone the crustal contamination. K/Rb - Rb and Y - Rb variation diagrams may indicate the crustal assimilation - fractional crystallization processes in the Upper Miocene volcanics, and the fractional crystallization process in the Pliocene volcanics.

When the major and trace element characteristics are considered together with the post - collisional tectonic evolution of the Eastern Anatolia; Upper Miocene volcanics have been generated by the crustal contamination of melt derived from mantle by the thickened crust, and Pliocene volcanics reveal little or no crustal contamination.

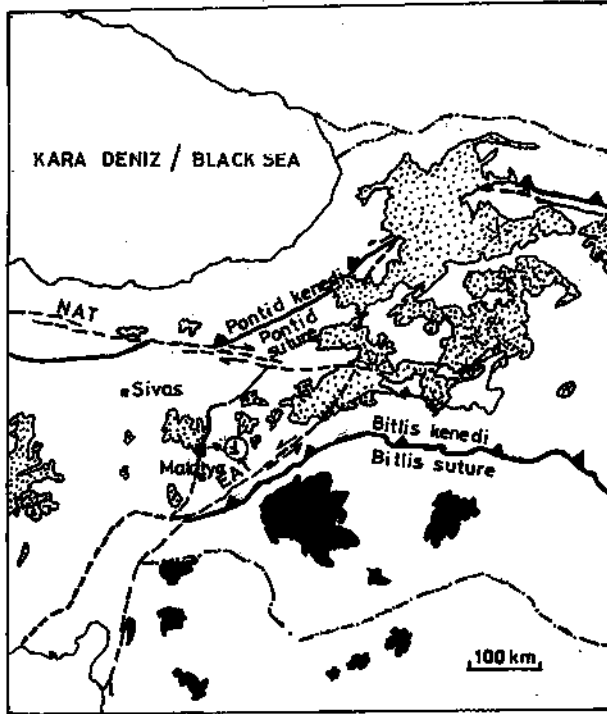
Key Words: Volcanics, Upper Miocene, Pliocene, Geochemistry, Arguvan (IV. Malatya).

GİRİŞ

Doğu Anadolu'da Sivas - Malatya yöresinden başlayıp, doğu ve kuzeydoğuya doğru genişleyerek uzanan Neojen yaşlı volkanik kuşak yer almaktadır (Şekil 1). Bu kuşak, Pearce ve diğ. (1990) tarafından Doğu Anadolu Çarpışma Zonu olarak tanımlanmaktadır. Kuzeyde Pontid Kuşağı (Pecerrillo ve Taylor, 1976; Şengör ve Kidd, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981), güneyde Bitlis Kenet Zonu (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz, 1993) tarafından sınırlanan volkanik kuşakta, kalkalkalen ve alkanin karakterli volkaniklerin egemen olarak yüzeyledikleri bilinmektedir (Şengör ve Kidd, 1979; Innocenti ve diğ., 1976; Lambert ve diğ., 1974; Şaroğlu ve Yılmaz, 1984; Pearce ve diğ., 1990; Yalçın ve diğ., 1994; Keskin ve Pearce, 1994). Yılmaz ve diğ. (1987), volkanizmanın Orta - Geç Miyosen'de, Innocenti ve diğ.

(1976) Erken Miyosen'de, Pearce ve diğ. (1990) ise 8 - 6 milyon yıl (K - Ar yaşlan) önce başladığını ileri sürmektedir.

Bu çalışmada ise, yukarıda tanımlanan volkanik kuşağın en batı ucunda yer alan volkanitler incelenmiştir (Şekil 1). Yöredeki volkanitler; Üst Miyosen yaşlı Kuşu volkaniti ve Pliyosen yaşlı Arguvan bazaltı olmak üzere iki birime ayrılmış ve bunların petrografik ve jeokimyasal özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenerek petrojenez mekanizmaları tartışılmıştır. Bu amaca yönelik olarak bölgenin 1/ 25 000 ölçeğinde haritalaması ilk kez yapılmış, çalışmalar sırasında toplam olarak 31 örneğin ana ve eser element içerikleri Cumhuriyet Üniversitesi Mineralojik - Petrografik ve Jeokimyasal Araştırma Laboratuvarında (MİPJAL) X-ışın Floresans Spektrometresi yöntemiyle (XRF) belirlenmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının yer buldum haritası. 1- Çalışma alanı (Pearce ve diğ. (1990)'dan sadeleştirilerek alınmıştır).

Figure 1. Location map of the studied area. 1- Studied area (simplified from Pearce et al. (1990))

STRATİGRAFİ

Çalışma alanında, Alt Miyosen (Akitaniyen) - Pliyosen yaş aralığında oluşmuş dört litolojik birim tanımlanmıştır. Bunlar, yaşlıdan gence doğru, Akkaya Tepe kireçtaşı, Karacaören çökelleri, Kuşu volkaniti ve Yeniköy çökelleri olarak sıralanmaktadır (Şekil 2 - 3).

Harita alanı içerisinde temeli Alt Miyosen yaşlı Akkaya Tepe kireçtaşı oluşmaktadır. Birim; açık sarı renkli, kalın tabakalı (50 - 70 cm) fosilli, sığ denizel ortamda çökelmiş kireçtaşı ve killi kireçtaşı ardalanmasıyla temsil edilmektedir. Çalışma alanındaki toplam kalınlığı 60 metre olan bu birimin üzerine grimsi beyaz - beyaz renkli, fosilsiz, yer yer tebeşirimsi gölsel kireçtaşı - tüfit ardalanmalarıyla temsil edilen Karacaören çökelleri uyumsuzlukla gelmektedir. Bu birimin çalışma alanında gözlenebilen kalınlığı yaklaşık 50 metredir. Yukarıdaki birimlerin üzerinde ise bu çalışmanın ana amacını oluşturan Kuşu volkaniti uyumsuzlukla yer almaktadır. Yaklaşık 600 metre toplam kalınlığa sahip olan Kuşu volkaniti sert topografyalar oluşturmaması ile ayırtılabilmektedir. Birim, gri - koyu, gri - siyah renkli, bazaltik ve andezitik bileşimli lav akıntıları ile bunların piroklastik eşdeğerlerinden oluşmaktadır. Ku-

şu volkaniti, tabanda bazaltik bileşimli lav akıntıları ile başlamakta, üste doğru piroklastikler ve bazaltik ve andezitik lav akıntıları ardalanması şeklinde devam etmekte ve afanitik dokulu piroksen andezit bileşimli lav akıntıları ile son bulmaktadır. Kuşu volkanitinin üzerine ise çalışma alanında gözlenen en genç birim olan Yeniköy çökelleri uyumsuzlukla gelmektedir. Fosil verilerine göre (Yoldaş, 1972; Alpaslan, 1987) Pliyosen yaşlı olan Yeniköy çökelleri, sarımsı - kahverengimsi renkli, konglomera - kumtaşı - kıltaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Toplam kalınlığı 250 metre olan birim içerisinde; Arguvan bazaltı olarak isimlendirilen yeşilimsi siyah renkli, bazaltik bileşimli lav akıntıları gözlenmektedir.

PETROGRAFI

Arazi çalışmaları sırasında derlenen volkanik kayalar örneklerinden hazırlanan ince kesitler, polarizan mikroskopta incelenerek mineralojik - petrografik özellikleri belirlenmiş ve adlandırılmışlardır.

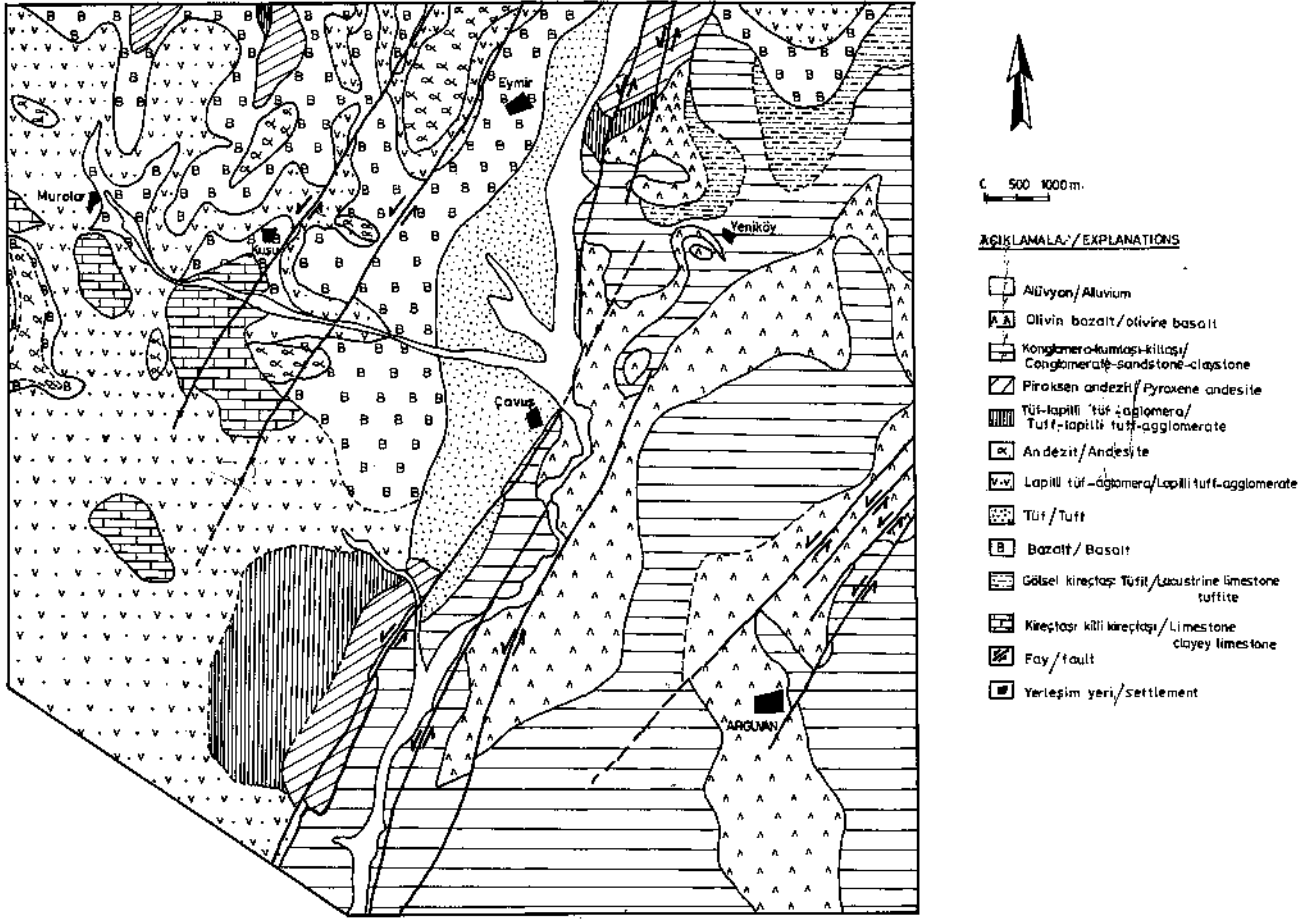
Kuşu volkaniti

Mikroskopik incelemelerde bu birime ait lav akıntıları bazalt, andezit ve piroksen andezit olarak isimlendirilmiştir. Bu kayaların mineralojik - petrografik özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

Bazalt: Makroskopik olarak gri - siyahımsı gri renkte olup, alterasyona uğramış kısımları pembemsi kahverengi bir renge sahiptir. Yer yer gaz boşlukludur. Genelde porfirik dokuludurlar. İki evrede oluşmuşlardır. Birinci evre iri plajiyoklaz ve olivin fenokristalli bazaltlarla temsil edilirken, ikinci evre iri plajiyoklaz, olivin ve piroksen fenokristalli bazaltlarla karakterize olmaktadır. Mikroskopik olarak; hipokristalen porfirik - vitrofirik porfirik - pilotaksitik dokuludurlar. Fenokristal halindeki plajiyoklaz, piroksen ve olivin mineralleri; küçük olivin fenokristalleri ile plajiyoklaz, piroksen, opak mineral mikrolitleri ve kısmen palagoniüleşmiş volkanik camdan oluşan bir hamur maddesi içinde bulunmaktadır. Plajiyoklaz - olivin fenokristallilerde hipokristalen porfirik - pilotaksitik doku gözlenirken, plajiyoklaz - piroksen - olivin fenokristallilerde hipokristalen porfirik - vitrofirik porfirik - pilotaksitik doku gözlenmektedir.

Plajiyoklazlar; fenokristal (1 - 3 mm), küçük fenokristal (0.2 - 0.5 mm) ve mikrolitler halindedir. Plajiyoklaz - olivin fenokristallilerde labrador ($An_{32}-An_{36}$); plajiyoklaz - piroksen - olivin fenokristallilerde ise andezin - labrador ($An_{38}-An_{52}$) bileşimlidirler. Olivinler, özşekli ve yarı özşekli olup iri fenokristal (0.8 - 1.2 mm), küçük fenokristal (0.4 - 0.5 mm) halinde ve ayrıca hamur içerisinde gözlenmektedirler. Plajiyoklaz - olivin fenokristallilerde kenarlarından itibaren iddingsitleştikleri, iç

ARGUVAN YÖRESİ ÜST MİYOSEN VE PLİYOSEN VOLKANİKLERİ



Şekil 2. inceleme alanının jeolojik haritası.

Figure 2. Geological map of the studied area.

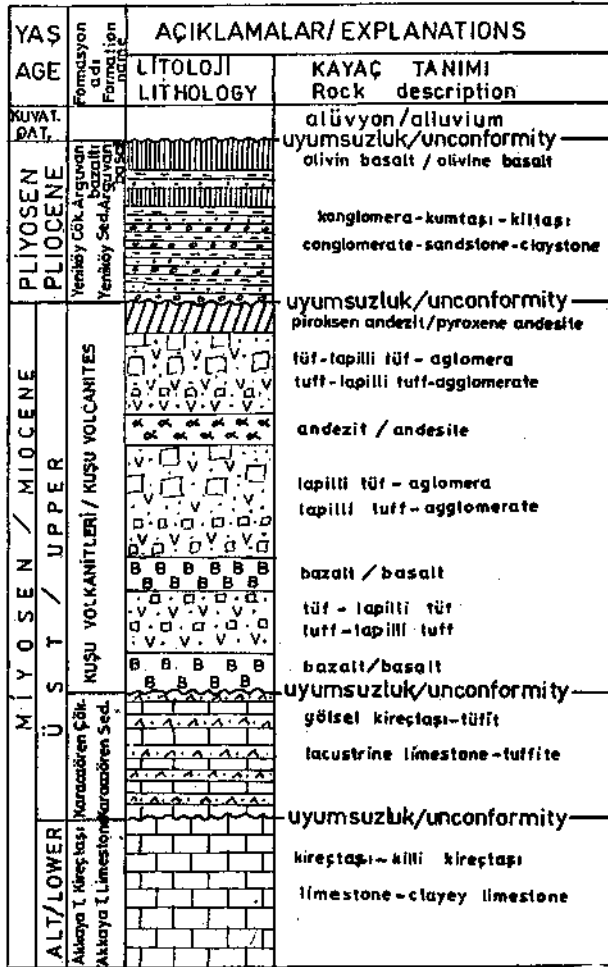
kısımlarının ise pilitleştikleri (grunerit ?) izlenmektedir. Bazı kesitlerde yer yer ortopiroksene dönüşmüşlerdir. Klinopiroksenler; özşekli ve yan - özşekilli olarak gözlenmektedir. Plajiyoklaz - olivin fenokristallerde küçük fenokristaller ve mikrolitler halinde; plajiyoklaz - piroksen - olivin fenokristallerde iri fenokristal (1-3 mm) ve küçük fenokristal olarak bulunmaktadır. Genellikle renksiz, nadir olarak kahverengimsi san - leylak şeklinde bir pleokroizma gösterirler. Ojit (NgAc: 40° - 47°) ve titanojit (NgAc: 45° - 52°) bileşimlidirler. Ortopiroksen, olivin içermeyen ve/veya çok az içeren örneklerde küçük fenokristal (0.3 - 0.5 mm) halinde bulunmaktadır. Bronzit bileşimindedir.

Andezit: Makroskopik olarak yeşilimsi - pembemsi gri renkte olup porfirik dokuludurlar. Orta kalınlıkta levhamsı ve kalın lav akıntılan halinde yüzeylemektedir.

Mikroskopik olarak hipokristalin porfirik - vitrofirik profirik - trakitik dokuludurlar. İri fenokristal olarak ortopiroksen, plajiyoklaz, klinopiroksen mineralleri; kü-

çük fenokristal olarak piroksen, plajiyoklaz ve olivin mineralleri içermektedir. Hamur; plajiyoklaz, apatit, opak mineral mikrolitleri ve volkanik camdan oluşmuştur.

Plajiyoklazlar; özşekilli ve yan - özşekilli iri fenokristal (0.6 - 3.0 mm) ve küçük fenokristal (0.3 - 0.5 mm) halinde bulunmaktadır. Andezin (An₄₀ - An₅₀) bileşimlidirler. Ortopiroksenler; özşekilli ve yan - özşekilli iri fenokristal (1.0 - 2.0 mm) ve küçük fenokristal (0.3 - 0.5 mm) halindedir. Genellikle kahverengimsi san - soluk yeşil renkli pleokroizmaya sahip olup hipersten bileşimlidirler. Bazıları ise renksiz olup bronzit bileşimlidir. Kenarlarından itibaren serpantinleşme (bastit) gelişmiştir. Klinopiroksenler; genellikle küçük fenokristal (0.1 - 0.3 mm), nadiren de iri fenokristal (1.3 mm) halindedir. Kahverengimsi san - leylak şeklinde pleokroizmaya sahiptirler. Titanojit (NgAc: 45° - 55°) bileşimlidirler. Olivinler; özşekilli ve yan - özşekilli küçük fenokristaller (0.2 - 0.4 mm) halindedir. Kenarlarından itibaren serpantinleşmişlerdir. Apatitler küçük mikrolitler halinde gözlenmektedir.



Şekil 3. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti.

Figure 3. Generalized stratigraphical columnar section of the studied area.

Piroksen andezit: Makroskopik olarak gri - grimsi siyah renkte, afanitik dokuludur. Levhamsı, ince - orta kalınlıkta tabakalı lav akıntıları halindedirler. Mikroskopik olarak; hipokristalen porfirik - traktitik doku göstermektedir. Küçük fenokristal halinde piroksen ve plajiyoklaz mineralleri içerirler. Hamur; plajiyoklaz, klinopiroksen, biyotit ve opak mineral mikrolitleri ile çok az miktarda volkanik camdan oluşmaktadır.

Plajiyoklaz, özşekilli küçük fenokristaller (0.1 - 0.3 mm) ve mikrolitler halindedir. Andezin ($An^{\wedge} - Al^{\wedge}2$) bileşimlidirler. Klinopiroksenler, genellikle mikrolitler, nadiren de küçük fenokristaller (0.1 mm) halindedir. Genellikle renksiz olup ojit ($NgAc: 40^{\circ} - 45^{\circ}$); nadiren de soluk kahverengimsi pleokroizma gösteren titanojit ($NgAc: 40^{\circ} - 52^{\circ}$) bileşimlidirler. Bazı kesitlerde amfibole dönüşmüş durumdadır. Ortopiroksenler; özşekilli küçük fenokristaller (0.1 - 0.3 mm) halindedir. Genel-

likle renksiz olup bronzit bileşimlidirler. Bazen soluk yeşil - soluk kahverengi pleokroizmaya sahip olup hipersten bileşimlidirler.

Arguvan bazaltı

Makroskopik olarak; yeşilimsi siyah renkli, simli görünümlü olup afanitik dokulu kalın lav akıntıları halindedir. Yer yer gözeneklidirler. Mikroskopik olarak holokristalen porfirik - intergranuler dokuludur. Fenokristal olarak olivin ve klinopiroksen mineralleri izlenmektedir. Hamur; plajiyoklaz mikrolitleri, bu mikrolitlerin arasını doldurur durumda gelişmiş klinopiroksen ve opak minerallerden oluşmaktadır. Kayaç içerisindeki boşluklar kalsit ve zeolit mineralleri tarafından doldurulmuştur. Olivinler; iri fenokristal (0.6 - 2 mm) ve küçük fenokristal (0.2 - 0.5 mm) halindedir. Serpantinleşmişlerdir. Klinopiroksenler, genellikle plajiyoklaz mikrolitlerinin arasını doldurmuş yarı - özşekilli mineraller halindedir. Afanitik kayaçlarda mikrolitler, porfirik kayaçlarda ise küçük fenokristal (0.3 - 0.5 mm) ve nadiren iri fenokristal (1.5 mm) olarak bulunur. Soluk kahverengimsi - leylak şeklinde pleokroizma gösterirler. Titanojit ($NgAc: 46^{\circ} - 53^{\circ}$) bileşimlidirler. Plajiyoklazlar, afanitik kayaçlarda mikrolitler, porfirik kayaçlarda ise iri mikrolitler (0.3 - 0.8 mm) olarak gözlenmektedir. Labrador ($An_{52} - An_{62}$) bileşimlidirler.

KUŞU VOLKANİTİ VE ARGUVAN BAZALTININ KARŞILAŞTIRMALI JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Kuşu volkaniti ve Arguvan bazaltından alınan kayaç örneklerinin karakteristik olanlarından 31 tanesinin tüm kayaç ana ve eser element analizleri C.Ü. Mineralojik - Petrografik ve Jeokimyasal Araştırma Laboratuvarında (MİPJAL) X - Işınlı Floresans Spektrometresi yöntemiyle (Çizelge 1) belirlenmiştir. Elde edilen bu jeokimyasal veriler (Çizelge 2), her iki kayaç grubu için ana ve eser element bakımından karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Ana element jeokimyası

Ana element verilerinden toplam alkali ($Na_2O + K_2O$) - SiO_2 isimlendirme diyagramında (Şekil 4), Arguvan bazaltı kayaç örnekleri bazalt alanına düşerken, Kuşu volkanitine ait örnekler bazalt, bazaltik andezit, andezit ve dasit alanlarında yer almaktadır. Kuşu volkanitinden üç örnek alkalın yönelim içerisinde yer alan bazaltik trakiandezit, bir örnek de trakiandezit alanında yer almaktadır. Volkanik kayaçların normatif renk indisi - normatif plajiyoklaz bileşimi diyagramında (Şekil 5), Arguvan bazaltı kayaç örnekleri bazalt alanına düşerken, Kuşu volkaniti genellikle andezit alanında bulunmaktadır. Volkanitlerin jeokimyasal karakterini belirlemeye yönelik olarak hazırlanan toplam alkali - silis

ARGUVAN YÖRESİ ÜST MİYOSEN VE PLİYOSEN VOLKANİKLERİ

Çizelge 1. Standart olarak kullanılan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçları ve yayınlanan değerler.

Table 1. The geochemical analyses results and published values of samples which are used as standards.

Örnek No Sample No	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Rb	Ba	Sr	Zr	Nb	Y	Th	Cr
CRPG BR	38.20	10.20	2.60	12.88	0.20	13.28	13.80	3.05	1.40	1.04	47	1050	1320	250	98	30	11	380
Mipjal	36.77	9.89	2.45	10.22	0.16	10.41	13.41	3.24	1.57	1.23	42	854	873	211	63	14	5	312
CRPG DRN	52.85	17.52	1.09	9.70	0.22	4.40	7.05	2.99	1.70	0.25	73	385	400	125	8	28	5	42
Mipjal	52.87	17.06	1.10	9.36	0.20	4.41	6.65	2.91	1.75	0.24	65	382	313	111	6	18	2	65
CRPG GSN	65.80	14.67	0.68	3.75	0.05	2.30	2.50	3.77	4.63	0.28	185	1400	570	235	21	19	42	55
Mipjal	68.96	15.51	0.63	3.58	0.05	2.54	2.23	4.06	4.56	0.31	172	1484	585	236	25	31	41	39
USGS RGM	73.45	13.72	0.26	1.86	0.03	0.27	1.15	4.07	4.30	0.04	149	807	108	219	8.9	25	15	3.7
Mipjal -1	72.93	13.54	0.25	1.91	0.04	0.51	1.10	3.79	3.97	0.05	161	800	122	244	11	36	16	13.7
USGS AGV	58.79	17.14	1.05	6.76	0.09	1.53	4.96	4.26	2.91	0.49	67	1226	662	227	15	20	6.5	10.1
Mirjal -1	59.31	16.26	1.05	6.50	0.09	1.27	4.46	3.91	2.88	0.44	66	1207	582	221	134	16	5	10

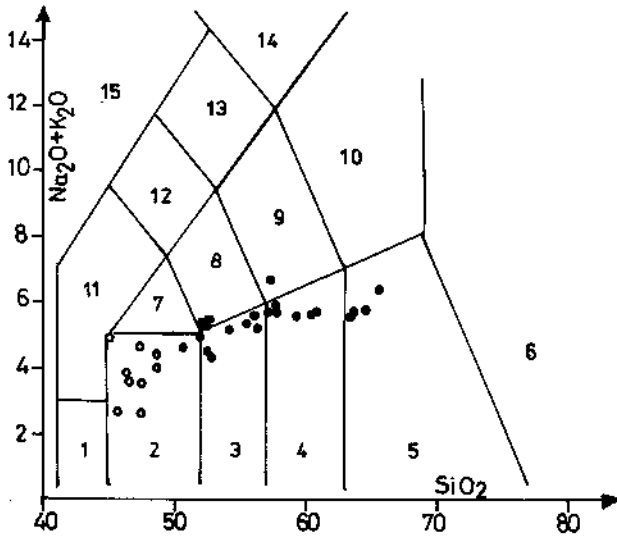
Çizelge 2. Kuşu volkaniti ve Arguvan bazaltı kayaç örneklerinin jeokimyasal analiz sonuçları (tFe₂O₃ = FeO + Fe₂O₃, major oksitler %, iz elementler ppm cinsindedir).

Table 2. The geochemical analyses results of the rock samples of the Kuşu volcanics and Arguvan basalt (tFe₂O₃ = FeO + Fe₂O₃; the major oxides and minor elements as per cent and ppm, respectively).

Örnek Sample Kuşu Volkan.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	tFe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	A.K. LOI	Toplam Total	Rb	Ba	Sr	Zr	Nb	Y	Th	Cr
G-17	52.20	17.21	10.46	2.87	6.89	3.83	1.10	0.14	0.21	1.57	1.78	98.26	58	230	110	87	22	23	6	304
G-21	60.94	16.48	7.09	1.21	5.23	4.07	1.31	0.09	0.17	1.04	0.55	98.38	63	449	345	181	23	24	11	27
G-38	55.93	6.63	7.95	2.66	6.03	3.82	1.48	0.10	0.15	1.09	2.26	98.10	62	326	337	161	21	19	7	97
G-41	56.08	17.61	8.80	1.88	5.82	4.24	1.20	0.09	0.19	1.24	1.43	98.58	34	304	371	171	22	22	8	23
G-55	52.66	17.46	9.40	3.50	7.28	4.31	1.13	0.12	0.24	1.48	0.44	98.02	64	258	345	161	21	23	7	11
G-61	65.63	17.73	3.13	1.02	2.21	3.70	2.61	0.008	0.23	0.73	2.19	99.18	74	482	281	318	32	34	14	5
G-64	64.78	16.21	6.39	1.13	4.58	4.09	1.64	0.08	0.15	0.85	0.15	100.04	39	437	329	131	22	27	11	25
G-67	51.29	16.29	10.62	3.08	7.41	3.62	1.05	0.13	0.20	1.52	2.81	98.02	60	284	371	182	22	24	3	94
G-71	56.27	16.80	9.79	2.21	6.52	4.19	0.99	0.11	0.18	1.25	0.41	98.22	36	328	354	148	21	21	150	89
G-75	57.27	16.25	8.38	1.28	4.90	4.89	1.72	0.09	0.37	1.34	1.35	98.34	46	341	407	261	30	30	150	150
G-78	53.20	16.07	11.68	1.70	6.88	3.48	0.83	0.15	0.30	1.96	1.78	98.03	44	334	380	168	21	25	4	12
M-15	52.83	16.87	9.85	1.59	7.24	4.17	1.10	0.14	0.25	1.61	1.40	98.05	36	291	357	189	23	23	5	55
M-19	52.72	16.78	11.87	1.28	6.66	3.51	0.85	0.12	0.25	2.16	1.96	98.16	25	294	389	174	22	25	5	24
M-25	59.44	16.88	7.31	2.02	5.36	4.02	1.56	0.09	0.20	1.08	0.82	98.76	64	358	370	185	24	24	3	175
A-3	60.51	16.68	7.43	1.27	5.53	4.07	1.49	0.07	0.20	1.14	0.57	98.96	61	393	316	176	22	25	6	10
B-1	54.35	16.85	9.03	2.98	6.24	4.18	0.92	0.10	0.24	1.33	2.55	98.77	48	310	409	158	21	19	4	26
176	63.76	16.57	6.50	1.10	5.02	3.99	1.57	0.07	0.19	0.95	0.75	100.27	61	445	339	188	23	24	7	26
179	57.89	16.91	8.50	1.89	6.04	4.28	1.31	0.10	0.20	1.20	0.70	98.72	41	400	308	156	22	22	8	55
180	63.55	16.00	5.97	1.00	4.48	3.90	1.64	0.07	0.14	0.84	0.42	98.01	67	445	332	194	23	32	6	24
181	53.12	16.91	9.19	3.37	7.13	4.21	1.13	0.11	0.24	1.31	1.73	98.45	67	295	351	159	21	21	8	16
182	57.78	16.89	9.05	1.56	5.68	4.64	1.25	0.10	0.20	1.45	0.49	99.09	55	311	332	179	21	24	8	10
183	57.18	16.67	9.05	1.52	5.67	4.57	1.25	0.10	0.20	1.44	0.54	98.19	42	309	336	179	22	22	6	13
Arguvan Bazaltı																				
M-1	47.26	16.15	12.05	5.64	8.33	3.94	0.84	0.15	0.25	1.68	2.19	98.47	14	228	383	107	23	12	3	291
M-4	46.39	14.73	13.38	7.65	8.85	2.92	0.71	0.18	0.26	1.86	1.12	98.05	34	229	464	113	33	13	2	332
M-5	46.41	13.59	12.95	9.55	8.15	2.62	0.78	0.16	0.27	1.79	2.43	98.70	37	219	454	117	24	13	3	304
M-7	46.51	14.81	12.40	6.95	9.00	2.58	0.95	0.17	0.27	1.73	2.77	98.04	56	211	593	125	23	14	5	265
G-11	46.37	15.14	12.96	7.89	8.72	1.76	0.79	0.15	0.22	1.30	3.11	98.41	17	206	799	128	22	12	9	316
G-19	45.18	14.95	13.27	8.32	6.28	4.62	0.36	0.15	0.22	1.58	3.28	98.21	36	230	110	81	22	12	6	304
G-51	48.91	16.11	12.36	5.73	8.52	3.49	0.53	0.14	0.15	1.72	1.14	98.80	52	217	193	94	18	17	nd	205
177	48.48	15.92	12.27	6.39	8.85	3.63	0.82	0.16	0.24	1.76	0.70	99.22	29	244	293	104	23	13	4	340
178	45.70	14.06	12.37	8.66	7.82	1.92	0.76	0.15	0.24	1.41	5.20	98.29	22	230	1037	148	23	12	1	301

diyagramında (Şekil 6), Arguvan bazaltı geçiş ve alkali alanda yer alırken, Kuşu volkaniti geçiş ve subalkali alanda konumlanmaktadır. AFM diyagramında (Şekil 7) ise Kuşu volkaniti genellikle toleyitik alanda yer alırken, Arguvan bazaltı toleyitik ve kalkalkali alanda gözlenmektedir. Subalkali kayaçların toleyitik - kalkalkali alt gruplarını belirlemeye yönelik Al₂ - O₃ - normatif plajiyoklaz bileşimi diyagramında (Şekil

8); Kuşu volkaniti kalkalkali alana düşmektedir. Ana oksitlerin SiO₂'ye göre değişimi diyagramında (Şekil 9); tFe₂O₃ ve MgO'in SiO₂ artışı ile azaldığı gözlenmektedir. Bu, olivin ve/veya piroksen kristalizasyonunu belirtebilmektedir. CaO içeriği Arguvan bazaltında olivin kristalleşmesine bağlı olarak SiO₂ artışı ile birlikte artarken, Kuşu volkanitinde piroksen kristalleşmesine bağlı olarak azalmaktadır. Na₂O'in SiO₂'ye göre değişimi



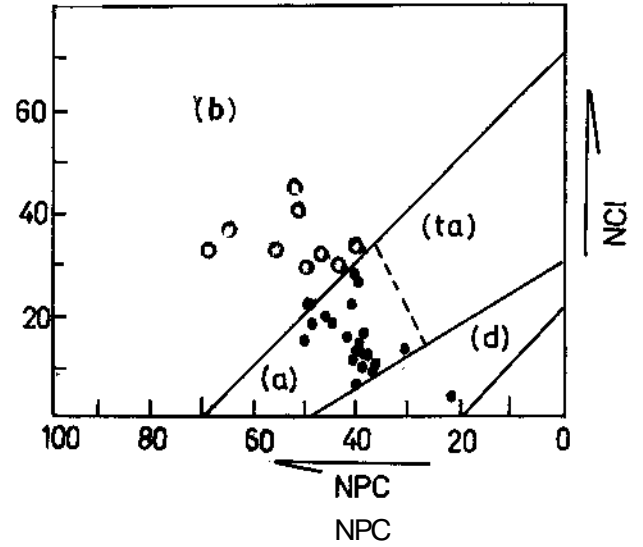
Şekil 4. Kuşu volkaniti (siyah daire) ve Arguvan bazaltı (boş daire) kayaç örneklerinin toplam alkali ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)-silis (SiO_2) isimlendirme diyagramındaki konumları (Le Bas ve diğ., 1986). 1- pikrobazalt, 2- bazalt, 3- bazaltik - andezit, 4- andezit, 5- dasit, 6- riyolit, 7- trakibazalt, 8- bazaltik trakiandezit, 9- trakiandezit, 10- trakit / trakidasit, 11- tefrit / basanit, 12- fonotefrit, 13- tefrifonolit, 14- fonolit, 15- foidit.

Figure 4. The positions of the rock samples of the Kuşu volcanics (black circles) and Arguvan basalt (open circles) in the total alkali - silica ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$) diagram (Le Bas et al., 1986). 1- picrobasalt, 2- basalt, 3- basaltic - andesite, 4- andesite, 5- dacite, 6- rhyolite, 7- trachybasalt, 8- basaltic - trachyandesite, 9- trachyandesite, 10- trachyite / trachydacite, 11- tephrite / basanite, 12- phonotephrite, 13- tephriphonolite, 14- phonolite, 15- foidite.

mine bakıldığında; Arguvan bazaltında artan SiO_2 ile birlikte hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu, Ca'ea zengin plajiyoklaz kristalleşmesine bağlanabilmektedir. Kuşu volkanitinde ise, Na_2O artışı çok az olmakta veya sabit kalmaktadır. K_2O değişimi ise; Arguvan bazaltında yaklaşık sabit değerde iken, Kuşu volkanitinde SiO_2 artışı ile birlikte artmaktadır.

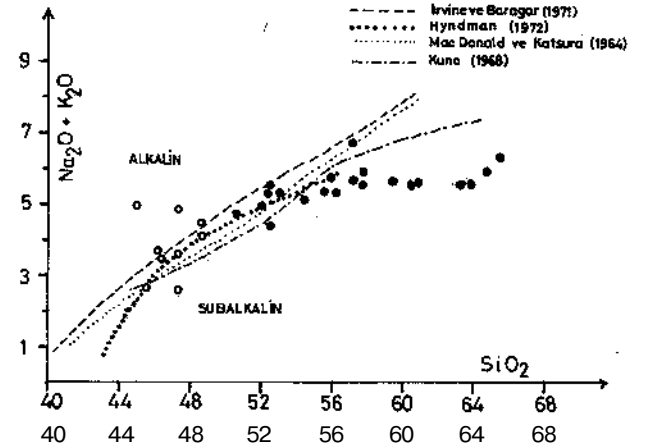
Eser element jeokimyası

Arguvan bazaltı ve Kuşu volkanitinin eser element içerikleri MORB'a ve kondrite göre normalize diyagramlara aktarılmıştır (Şekil 10a-b). Şekil 10a'da, Arguvan bazaltı ve Kuşu volkaniti, K, Rb, B, Th ve Nb açısından MORB'a göre önemli zenginleşmeler göstermektedir. Sr, P ve Zr değerleri MORB'a yakın değerler alırken Ti, Y ve Cr içerikleri açısından tüketilmiş oldukları izlenmektedir. Kondrite göre normalize diyagramda (Şekil 10b) ise, Kuşu volkanitinin Ba, Rb,



Şekil 5. Kuşu volkaniti (siyah daire) ve Arguvan bazaltı (boş daire) kayaç örneklerinin normatif renk indisi (NCI) - normatif plajiyoklaz bileşimi diyagramındaki konumları (Irvine ve Baragar, 1971). (b: bazalt, a: andezit, ta: toleyitik andezit, d: dasit).

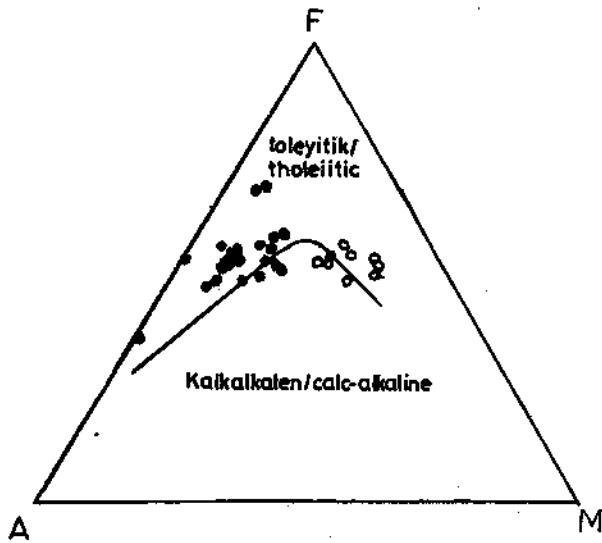
Figure 5. The positions of the rock samples of the Kuşu volcanics (black circle) and Arguvan basalt (open circles) in the normative color index (NCI) - normative plagioclase composition (NPC) diagram (Irvine and Baragar, 1971) (b: basalt, a: andesite, ta: tholeiitic andesite, d: dacite).



Şekil 6. Kuşu volkaniti (siyah daire) ve Arguvan bazaltı (boş daire) kayaç örneklerinin toplam alkali - silis ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$) diyagramındaki konumları (Irvine ve Baragar, 1971).

Figure 6. The positions of the rock samples of the Kuşu volcanics (black circles) and Arguvan basalt (open circles) in the total alkali - silica ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$) diagram (Irvine and Baragar, 1971).

Th, K, Nb, P, Zr ve Y açısından Arguvan bazaltından daha fazla zenginleştikleri, yalnızca Ti açısından daha az zenginleştikleri görülmektedir. Multi - element di-

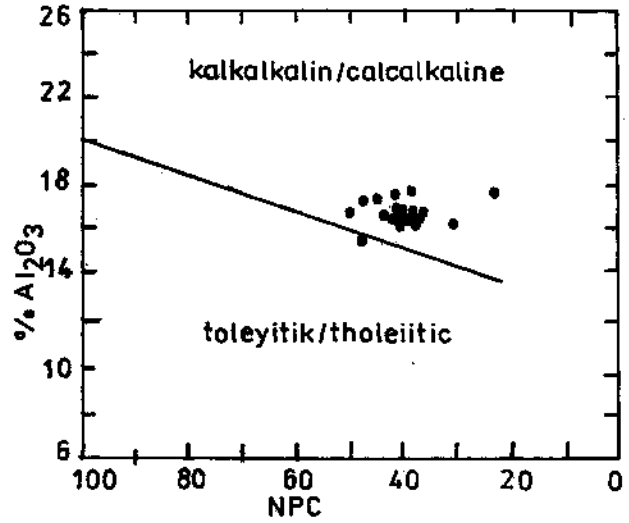


Şekil 7. Kuşu volkaniti (siyah daire) ve Arguvan bazaltı (boş daire) kayaç örneklerinin AFM diyagramındaki konumları. 1- toleyitik (üst) ve kalkalkalen (alt) kay açlar arasındaki sınır (Irvine ve Baragar, 1971).

Figure 7. The positions of the rock samples of the Kuşu volcanics (black circles) and Arguvan basalt (open circles) in the AFM diagram. 1- dividing line for the tholeiitic (overside) and calc - alkaline (underside) rocks (Irvine and Baragar, 1971).

yagramlarında gözlenen bu farklılıklar, eser elementlerin SiO_2^f ye göre değişimini gösteren log - normal diyagramlarda da (Şekil 11 a-h) görülmektedir. Kuşu volkanitinin Rb, Ba, Th, Zr ve Y içerikleri SiO_2 artışıyla belirgin bir şekilde artmaktadır. Arguvan bazaltında ise Rb ve Th dağınık değerler gösterirken, Y ve Ba içerikleri sabit kalmakta, Zr içeriğinde ise azalma gözlenmektedir. Sr içerikleri, Arguvan bazaltında artan SiO_2 ile azalırken, Kuşu volkanitinde belirgin bir değişim görülmemektedir (Şekil 11e). Nb içerikleri Arguvan Bazaltında değişmemekte, Kuşu volkanitinde ise belirgin olmayan bir artış gözlenmektedir. Cr içerikleri, Arguvan bazaltında yaklaşık 250 ppm üzerinde değerler alırken, Kuşu volkanitinde genellikle 100 ppm in altında dağınık değerler sunmaktadır.

K/Rb - Rb değişim diyagramında (Şekil 12), Arguvan bazaltında K/Rb oranı Rb artışı ile düzenli bir şekilde azalırken, Kuşu volkanitinde dağınık değerler göstermektedir. Y - Rb değişim diyagramında (Şekil 13) ise Kuşu volkanitinde Y'un Rb artışıyla birlikte artarak konveks bir yönelim oluştururken, Arguvan bazaltında doğrusal bir yönelim gözlenmektedir. Toplam alkali - silis (TAS) diyagramında Üst Miyosen yaşlı Kuşu volkaniti çoğunlukla subalkalin, bir kısmı ise alkalin - subalkalin geçişinde gözlenmektedir. Arguvan bazaltı ise daha çok alkalin - subalkalin geçiş bölgesin-



Şekil 8. Kuşu volkaniti (siyah daire) ve Arguvan bazaltı (boş daire) kayaç örneklerinin Al_2O_3 - normatif plajiyoklaz bileşimi diyagramındaki konumları. 1- kalkalkalen (üst) ve toleyitik (alt) kayaçlar arasındaki sınır (Irvine ve Baragar, 1971).

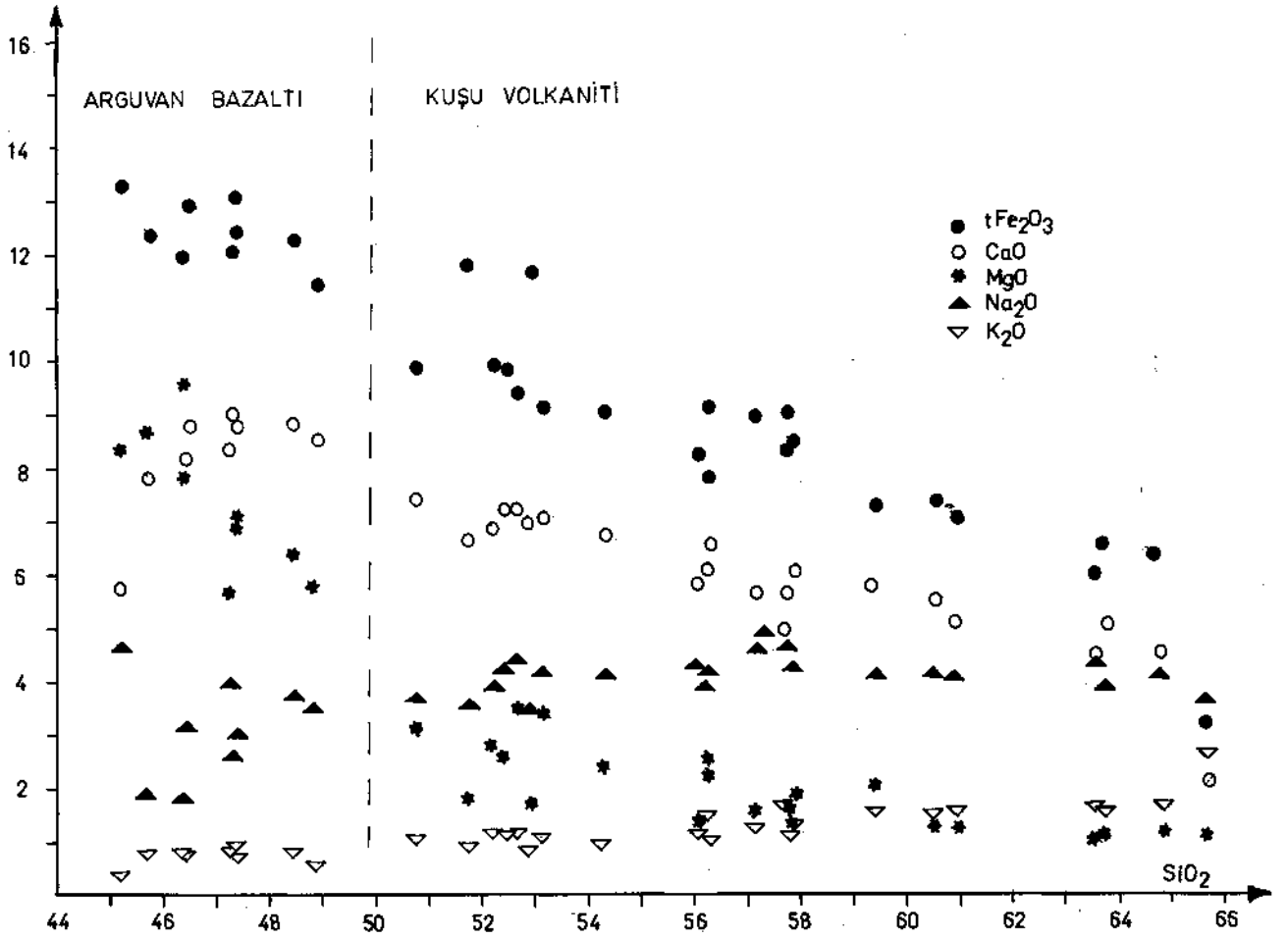
Figure 8. The positions of the rock samples of the Kuşu volcanics (black circles) and Arguvan basalt (open circles) in the A^Oj - normative plagioclase composition diagram. 1- dividing line for calc - alkaline (overside) and tholeiitic (underside) rocks (Irvine and Baragar, 1971).

de, bazı örnekler ise alkalin alanda yer almaktadır. Mineralojik çalışmalarda olivinin iddingsitleşmesinden dolayı sisteme ilave edilebileceği düşünülen K_2O nedeniyle bu örneklerin diyagramın alkalin bölümüne doğru kaymış olup olmadığını kontrol etmek için, ayrı örnekler Winchester ve Floyd (1977) tarafından önerilen ve immobil elementlere dayalı diyagramlar üzerinde de aktarılmıştır. Winchester ve Floyd (1977) tarafından önerilen ve volkanik kayalarda alkalinite indeksi olarak kullanılabilen Nb/Y oranlarının SiO_2 ve Zr/ TiO_2 'ye göre değişimi diyagramlarında (Şekil 14 ve Şekil 15); Kuşu volkaniti geçiş karakterli volkaniklere benzerlik gösterirken, Arguvan bazaltı alkalin gidişe yakın bir şekilde konumlanmaktadır.

Volkanitlerin jeotektonik konumlarını belirlemeye yönelik Ti - Zr ayırtman diyagramında (Şekil 16); Arguvan Bazaltı plaka içi ve MORB alanında yer almaktadır.

KUŞU VOLKANİTİ VE ARGUVAN BAZALTININ PETROJENEZİ

Ana ve eser element jeokimyası verileri ile volkaniklerin jeolojik konumları birlikte değerlendirilerek Kuşu volkaniti ve Arguvan bazaltının petrojenez mekanizmalarına yaklaşımda bulunulacaktır.



Şekil 9. Kuşu volkaniti ve Arguvan bazaltı kayaç örneklerinin ana oksit - SiO_2 değişim diyagramı.

Figure 9. The major oxide - SiO_2 variation diagram for the Kuşu volcanites and Arguvan basalt.

Ana element verilerine göre geçiş ve subalkalen (Şekil 6) alanda yer alan Kuşu volkaniti Al_2O_3 - NPC diyagramında (Şekil 8) kalkalkalen alanda yer almaktadır. Arguvan bazaltı ile geçiş ve alkalin alana düşmektedir (Şekil 6). İz element verilerine dayalı diyagramlarda (Şekil 14 ve Şekil 15) ise Kuşu volkaniti geçiş karakterli volkanitlere benzerlik gösterirken, Arguvan bazaltı alkalin gidişe yakın konumda gözlenmektedir.

Büyük iyon yarıçaplı elementlerde (Rb, Ba, K, Sr, Th) gözlenen zenginleşme (Şekil 10), yitim bileşeni tarafından zenginleştirilmiş manto kökenini (Pearce ve diğ., 1990) veya kabuksal bulaşmayı (Gill, 1981; Pearce ve diğ., 1990) belirtmektedir. Nb ve Zr zenginleşmesi ise (Şekil 10), küçük hacimli astenosferik eriyikle zenginleşme gösteren manto kökeni ve önemsiz yitim bileşeni veya kabuksal bulaşma olarak (Pearce ve diğ., 1990) yorumlanmaktadır. Ayrıca, Ba, Th ve Nb'da gözlenen zenginleşmenin (Şekil 10), geçiş ve subalkalen kayaçlarda manto heterojenitesinden kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Wood ve diğ., 1979; Tarney ve diğ.,

1979; White ve Schilling, 1978; Pearce, 1982). K/Rb - Rb değişim diyagramında (Şekil 12), Arguvan bazaltında gözlenen düzenli değişim, fraksiyonel kristalleşmeyi (Jakes ve White, 1972) tanımlarken, Kuşu volkanitinde gözlenen dağınık değerler kabuksal bulaşmayı (Jakes ve White, 1972) belirtmektedir. Ayrıca, Y - Rb değişim diyagramında (Şekil 13), Kuşu Volkanitinde gözlenen konveks yönelim, kabuksal bulaşma - fraksiyonel kristalleşme süreçlerinin birlikte etkin olduğunu (Gül, 1981; Pearce ve diğ., 1990) ileri sürerken, Arguvan bazaltında gözlenen doğrusal yönelim fraksiyonel kristalleşme sürecini (Pearce ve diğ., 1990) tanımlamaktadır.

Ti - Zr jeotektonik ayırtman diyagramında (Şekil 6), Arguvan bazaltı, plaka içi alanda yer almaktadır. Volkanitlerin yöredeki jeolojik konumu düşünüldüğünde, bu durum, çarpışma sonrası magmatizma ile açıklanabilmektedir. Çarpışma sonrası magmatizma tek bir manto veya kabuk kökeniyle açıklanamamakta; çarpışmayı iz-

ARGUVAN YÖRESİ ÜST MİYOSEN VE PLİYOSEN VOLKANİKLERİ

leyen evrede termal serbestleşmeye bağlı olarak alt kabuğun ergimesinden ve çarpışma sonrası yükselme ve erozyonla ilişkili adyabatik dekompresyona bağlı olarak üst mantonun ergimesinden (plaka içi veya yay bileşimi) kaynaklanabilmektedir (Pearce ve diğ., 1984).

Doğu Anadolu bölgesinde yapılan çalışmalarda, Üst Miyosen - Alt Pliyosen'de gözlenen kalkalkalen karakterli volkaniklerin orojenik kalkalkalen karakterde oldu-

ğu, Pliyo - Kuvaterner yaşlı olan alkalen karakterli volkaniklerin ise plaka ortası bazalt karakterinde olduğu belirtilmektedir (Buket, 1989).

Bütün bu verilerin ışığında; Kuşu volkanitinin manto kökenli eriyiğin kalınlaşmış kıtasal kabuktan geçerken kabuksal bulaşmaya uğrayarak yüzeye çıktığı; Arguvan Bazaltının ise manto kökenli eriyiklerin, üst mantoya kadar inen kırıklardan kabuksal bulaşmaya az veya hiç uğramadan yüzüye çıktıkları söylenebilmektedir.

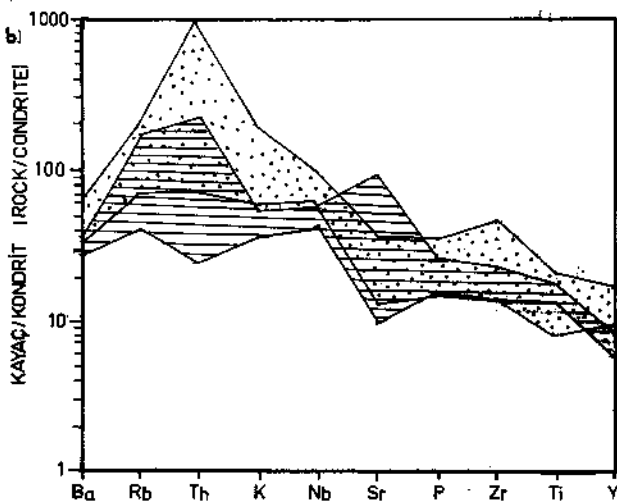
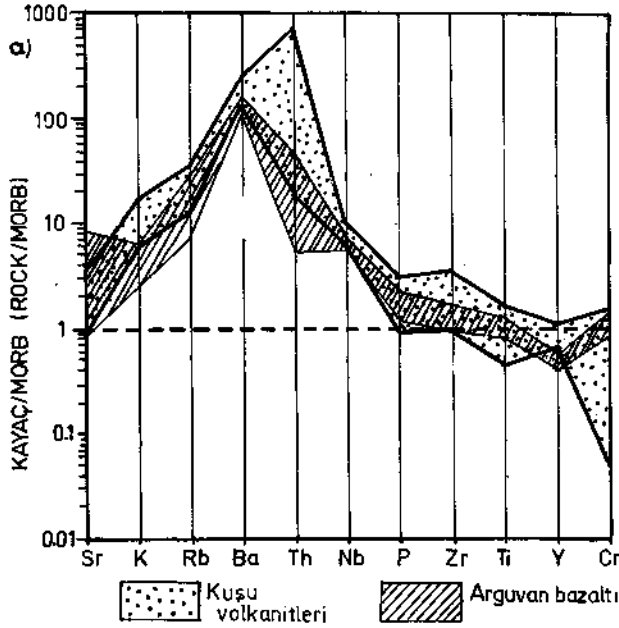
SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sivas - Malatya arasında yer alan Yamadağ'ın güney kesiminde (Arguvan yöresinde) Üst Miyosen yaşlı Kuşu volkaniti ve Pliyosen yaşlı Arguvan bazaltının mineralojik - petrografik özellikleri belirlenerek jeokimyasal özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Ana element verilerinden; Kuşu volkanitinin geçiş ve subalkalen karakterde, Arguvan bazaltının ise alkalen karakterde olduğu saptanmıştır. Bu özellikler eser element verileriyle de uyum içerisinde.

K/Rb ve Y - Rb değişim diyagramları Kuşu volkanitinin evriminde fraksiyonel kristalleşme - asimilasyon süreçlerinin; Arguvan bazaltında ise fraksiyonel kristalleşme sürecinin etkin olduğunu belirtmektedir.

Ti - Zr ayırtman diyagramında Arguvan bazaltı plaka içi lavlar arasında yer almaktadır. Bütün bu veriler, volkanik kayaların bölgesel jeolojik konumları ile birlikte değerlendirildiğinde Kuşu volkaniti ve Arguvan bazaltının çarpışma sonrası volkanik ürünleri olduğu; Üst Miyosen yaşlı Kuşu volkanitinin manto kökenli eriyiğin kalınlaşmış kıtasal kabuktan geçerken kabuksal bulaşmaya uğramasıyla yüzeye çıktığı; Arguvan bazaltının ise manto kökenli eriyiğin üst mantoya kadar inen kırıklardan kabuksal bulaşmaya az veya hiç uğramadan yüzeye çıktığı söylenebilmektedir.

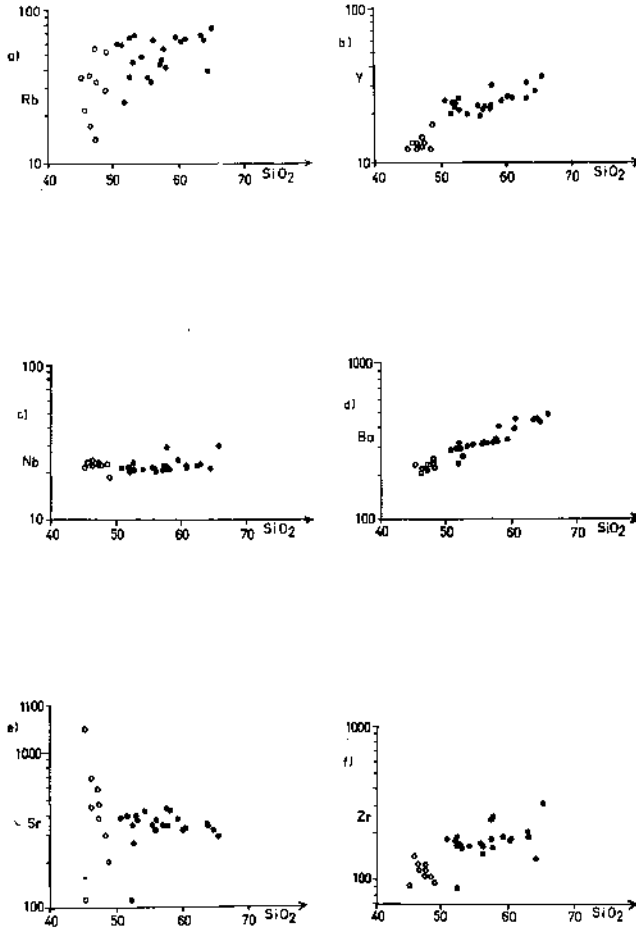


Şekil 10. a: Kuşu volkaniti (noktalı alan) ve Arguvan bazaltı (taralı alan) kayaç örneklerinin kayaç / MORB diyagramı (Normalizing değerler Pearce (1982)'de alınmıştır).

b: Kuşu volkanitleri (noktalı alan) ve Arguvan bazaltı (taralı alan) kayaç örneklerinin kayaç / kondrit diyagramı (Normalizing değerler Wilson (1989)'dan alınmıştır).

Figure 10.a: The rock I MORB diagram for the Kuşu volcanics (dotted area) and Arguvan basalt (shaded area) (Normalizing values from Pearce (1982)).

b: The rock I condrite diagram for the Kuşu volcanics (dotted area) and Arguvan basalt (shaded area) (Normalizing values from Wilson (1989)).



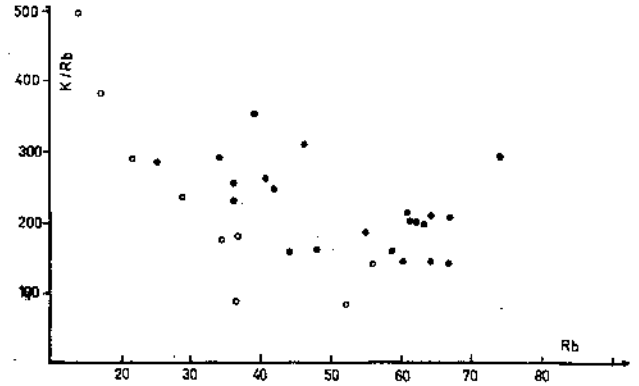
Şekil 11. Kuşu volkaniti (siyah daire) ve Arguvan bazaltı (boş daire) kayaç örneklerinin iz element - SiO_2 log - normal değişim diyagramları.

Figure 11. Log - normal plots of trace elements against SiO_2 of the rock samples of the Kuşu volcanics (black circles) and Arguvan basalt (open circles).

Bölgede yapılacak olan çalışmalarda ana ve iz element verilerinin yanısıra volkanitlerde radyojenik ve/veya duraylı izotop çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

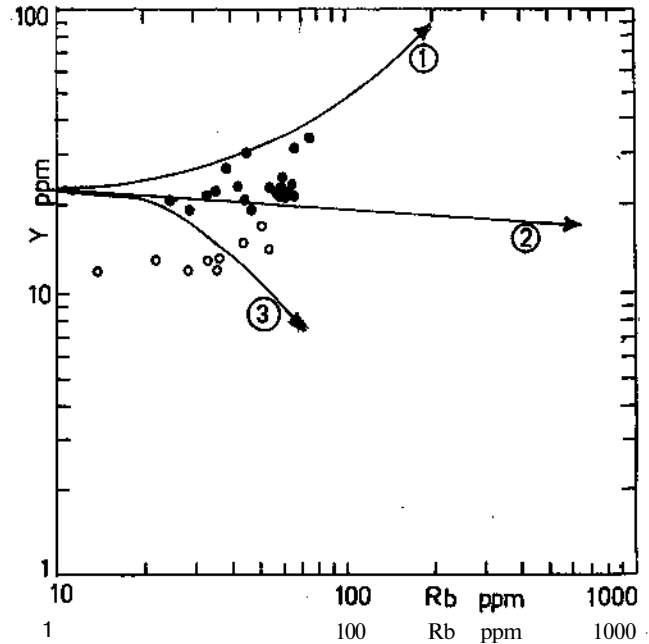
KATKI BELİRTME

Bu çalışma kısmen C.Ü. Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı C.Ü. Araştırma Fonu'na teşekkür ederim. Ayrıca, makalenin hazırlanması sırasında tartışma ve önerileriyle katkıda bulunan Sayın Prof. Dr. Selim İNAN (C.Ü.) ve Doç. Dr. Durmuş BOZTUĞ (C.Ü.)'ye teşekkür ederiz.



Şekil 12. Kuşu volkaniti (siyah daire) ve Arguvan bazaltı (boş daire) ve Arguvan bazaltı (boş daire) kayaç örneklerinin $K/Rb - Rb$ değişim diyagramı.

Figure 12. $K/Rb - Rb$ variation diagram for the rock samples of the Kuşu volcanics (black circles) and Arguvan basalt (open circles).



Şekil 13. Kuşu volkaniti (siyah daire) ve Arguvan bazaltı (boş daire) ve Arguvan bazaltı (boş daire) kayaç örneklerinin $Y - Rb$ değişim diyagramı. 1- Nemrut - Muş - Tendürek yönelimi, 2- Ağrı (yüksek Y) yönelimi, 3- Ağrı Düşük Y yönelimi (Yönelimler Pearce ve dig. (1990)'dan alınmıştır.).

Figure 13. $Y - Rb$ variation diagram for the rock samples of the Kuşu volcanics (black circles) and Arguvan basalt (open circles). 1- Nemrut - Muş - Tendürek trend, 2- Ağrı (high Y) trend, 3- Ağrı (low Y) trend (Trends from Pearce et. al., 1990).

DEĞİNİLEN BELGELER

Alpaslan, M., 1987, Arguvan (Malatya) kuzeybatısında yer alan volkanitlerin mineralojik - petrografik incelen-

mesi, C.Ü. Fen Bilimleri Ens., Yüksek Lisans Tezi, 57 s. (yayımlanmamış).

Buket, E., 1989, Petrography and major element geochemistry of Tertiary and Quaternary volcanics from Varto region, Eastern Turkey, METU Journal of Pure and Applied Science, 22, 3, 69 - 89.

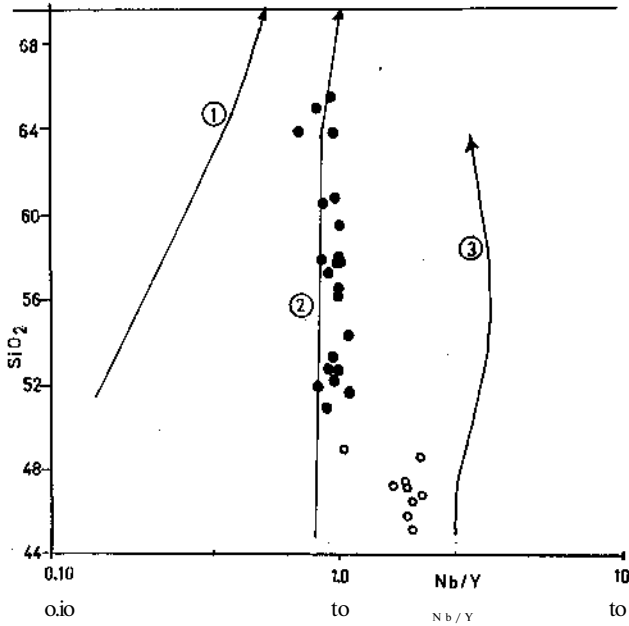
Gill, J.B., 1981, Orogenic andesites and plate tectonics, Springer, Berlin, 300 pp.

Hyndman, D.W., 1972, Petrology of igneous and metamorphic rocks, McGraw Hill, New York, 530 pp.

Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radication di Brozolo F. and Villary, L., 1976, Evolution of volcanism in the area of interaction between the Arabian, Anatolian and Iranian plates (Lake Van, Eastern Turkey), J., Volcanol. Geotherm. Res., 1, 103 -112.

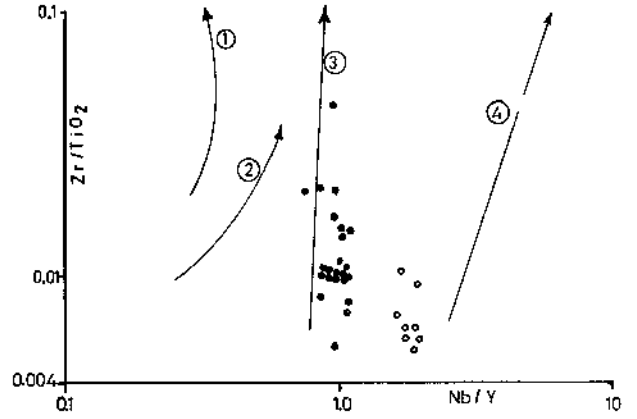
Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Can. J. Earth Sci., 8, 523 - 548.

Jakes, P. and White, A.J.R., 1972, Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas, Geol. Soc. Am. Bull., 83, 29 - 40.



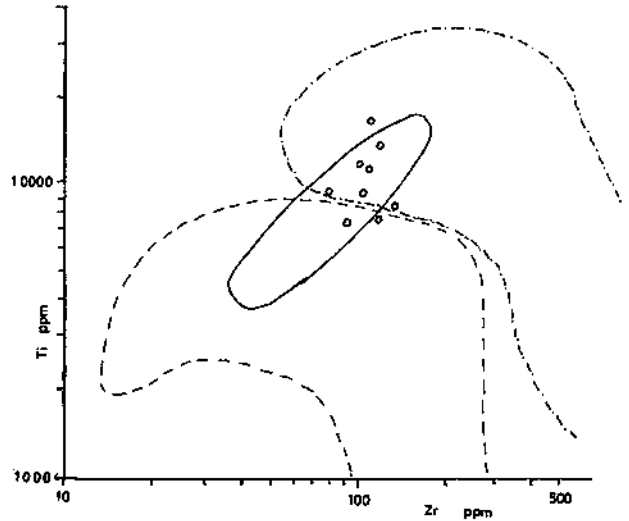
Şekil 14. Kuşu volkaniti (siyah daire) ve Arguvan bazaltı (boş daire) ve Arguvan bazaltı (boş daire) kayaç örneklerinin SiO_2 - Nb/Y diyagramındaki konumları. 1- Ağrı yönelimi, 2- Easter Island yönelimi, 3- Dunedin volkanı yönelimi (yönelimler Winchester ve Floyd (1977)'de alınmıştır).

Figure 14. The positions of the rock samples of the Kuşu volcanics (black circles) and Arguvan basalt (open circles) in the SiO_2 - Nb/Y diagram. 1- Ağrı trend, 2- Easter Island trend, 3- Dunedin Volcano trend (Trends from Winchester and Floyd (1977)).



Şekil 15. Kuşu volkaniti (siyah daire) ve Arguvan bazaltı (boş daire) ve Arguvan bazaltı (boş daire) kayaç örneklerinin Zr/TiO_2 - Nb/Y diyagramındaki konumları 1- Ağrı (yüksek Y) yönelimi, 2- Ağrı (düşük Y) yönelimi, 3- Easter Island yönelimi, 4- Dunedin volkanı yönelimi (yönelimler Winchester ve Floyd (1977)'den alınmıştır).

Figure 15. The positions of the rock samples of the Kuşu volcanics (black circles) and Arguvan basalt (open circles) in the Zr/TiO_2 - Nb/Y diagram. 1- Ağrı (high Y) trend, 2- Ağrı (low Y) trend, 3- Easter Island trend, 4- Dunedin Volcano trend (Trends from Winchester and Floyd (1977)).



Şekil 16. Arguvan bazaltı (boş daire) kayaç örneklerinin Ti - Zr jeotektonik konum diyagramındaki (Pearce, 1982) konumları. (A: plaka içi, B: MORB, C: volkanik yay).

Figure 16. The positions of the rock samples of Arguvan basalt (open circles) in the Ti - Zr geotectonic environment diagram (Pearce, 1982). (A: within plate, B: MORB, C: volcanic arc).

- Keskin, M. and Pearce, J.A., 1994, Trace element systematics of collision - related volcanism of the Erzurum - Kars plateau, NE - Turkey, IAVGEI, Int. Vole. Vong., Abs., P. 5.
- Kuno, H., 1968, Differentiation of the basaltic magma. In: Hess, H.H. and Poldervaart, A. (eds), Basalts 2, Interscience publ., New York, 623 - 688.
- Lambert, R.S.J., Holland, J.G. and Owen, P.F., 1974, Chemical petrology of a suite of calcalkaline lavas from Mt. Ararat, Turkey, J. Geol., 82, 419 - 438.
- Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A. and Zanettin, B., 1986, A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali - silica diagram. J. Petrol., 27, 745 - 750.
- MacDonald, G.A. and Katsure, T., 1964, Chemical composition of Hawaiian Lavas, J. Petrol., 5, 82 - 133.
- Pearce, J.A., 1982, Trace element characteristics of laval from destructive plate margins, In: R.S. Thorpe (ed): Andesites: Orogenic andesites and related rocks, Wiley, New York, 525 - 548.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W. and Tindle, A.G., 1984, Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks, J. Petrol., 25, 956 - 983.
- Pearce, J.A., Bender, J.F., DeLong, S.E., Kidd, W.S.F., Low, P.J., Güney, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S. and Mitchell, J.G., 1990, Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey, In: P.LeFort, J.A. Pearce and A. Pecher (eds); Collision Magmatism, J. Volcanol. Geotherm. Res., 44, 184 - 229.
- Pecerillo, A. and Taylor, S.R., 1976, Geochemistry of Eocene calc - alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey, Contrib. Mineral Petrol., 58, 63-91.
- Şaroğlu, F. ve Yılmaz, Y., 1984, Doğu Anadolu'nun neo - tektoniği ve ilgili magmatizması, Ketin Sempozyumu, T.J.K. yay., s. 149 - 163.
- Şengör, A.M.C. and Kidd, W.S.F., 1979, Post - collisional tectonics of the Turkish - Iranian plateau and a comparison with Tibet, Tectonophysics, 53, 361 - 376.
- Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, Tectonophysics, 75, 181-241.
- Tarney, J., Wood, D.A., Saunders, A.D., Cann, J.R. and Varet, J., 1979, Nature of mantle heterogeneity in the North Atlantic: evidence from deep - sea drilling, Phil. Trans. R. Soc., A 297, 179 - 202.
- White, W.M. and Schilling, J.G., 1978, Nature and origin of geochemical variation in Mid - Atlantic Ridge basalts from Central - North Atlantic, Geochim. Cosmochim. Acta, 42, 1501 - 1516.
- Wilson, M., 1989, Igneous petrogenesis: a global tectonic approach, Unwin, Hyman, London, 446 p.
- Winchester, J.A. and Floyd, P.A., 1977, Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements, Chem. Geol., 20, 325 - 343.
- Wood, D.A., 1979, A variably veined cuboceanic upper mantle - genetic significance for Mid - Oceanic Ridge Basalts from geochemical evidence, Geology, 7, 499 - 503.
- Yalçın, H., Gündoğdu, N., Gourgau, A., Vidal, P. and Uçurum, A., 1994, Preliminary geochemical results from Yamadağı volcanism, Malatya, Eastern Turkey, IAVCEI, Int. Vole. Cong., Ankara, abs., p. 9.
- Yılmaz, Y., Şaroğlu, F. and Güner, Y., 1987, Initiation of the neomagmatism in East Anatolia, Tectonophysics, 134, 177 - 199.
- Yılmaz, Y., 1993, New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen., Geol. Soc. Am. Bull., 105, 251 - 271.
- Yoldaş, R., 1972, Malatya kuzeyinin jeolojisi ve petrol olanakları, MTA derleme raporu.

Makalenin geliş tarihi: 25.4.1995

Makalenin yayına kabul tarihi: 31.5.1996

Received April 25, 1995

Accepted May 31, 1996