

P



Keban Magmatik Kayaçları'nın Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri (Keban-Elazığ)

Petrographic and Geochemical Properties of the Keban Magmatic Rocks (Keban-Elazığ)

¹Mustafa Eren RİZELİ , ²Abdullah SAR , ³Mehmet Ali ERTÜRK 

^{1,2,3}Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye

¹m.erenrizeli@gmail.com, ²asar@firat.edu.tr, ³erturkmac@gmail.com

Araştırma Makalesi/Research Article

ARTICLE INFO

Article history

Received : 20 February 2021
Accepted : 13 March 2021

Keywords:

Keban Magmatik Kayaçları,
Petrography, Geochemistry,
Keban, Elazığ

ABSTRACT

In this study, the petrographic and geochemical characteristics of Late Cretaceous-Middle Eocene Keban magmatic rocks were examined in Keban-Elazığ. Apart from the Keban Magmatic rocks, the other units outcropping around the region are the Late Devonian-Late Triassic Keban Metamorphics, Paleogene-Neogene sedimentary units and Plio-Quaternary alluviums. The investigated rocks are represented by syenite porphyry and quartz-monzonites belonging to Keban Magmatic rocks, which cut the Keban metamorphic rocks. The Keban Magmatic rocks consist of the main minerals are K-feldspar (mega-phenocrystal), plagioclase, amphibole, biotite and quartz minerals, which shows porphyric, porphyric holocrystalline, poikilitic texture in general. All the samples are shoshonitic in composition and fall into the A-type granitoid region. The tectonic environment of the investigated rocks is post-collisional granites.

© 2020 Bandırma Onyedi Eylül University, Faculty of Engineering and Natural Science. Published by Dergi Park. All rights reserved.

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihleri

Gönderim : 20 Şubat 2021
Kabul : 13 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Keban Magmatik Kayaçları,
Petrografi, Jeokimya, Keban,
Elazığ

ÖZET

Bu çalışmada, Keban-Elazığ bölgesindeki Geç Kretase-Orta Eosen yaşlı Keban Magmatik kayaçlarının petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Çalışılan bölgede Keban Magmatik Kayaçları dışında Geç Devonyen-Geç Triyas yaşlı Keban Metamorfikleri, Paleosen-Neojen sedimanter birimleri ve Plio-Kuvaterner yaşlı alüvyonlar yüzeylenmektedir. Çalışmanın konusunu oluşturan kayaçlar Keban metamorfik kayaçlarını kesen Keban Magmatik kayaçlarına ait siyenit ve kuvars-monzonitlerle temsil edilmektedir. İncelenen kayaçlar genel olarak porfirik, porfirik holokristalen, poikilitik doku özelliği gösteren K-feldispat (mega-fenokristal), plajiyoklas, amfibol, biyotit ve kuvars mineralleri ana mineral içeriğini oluşturur. İncelenen tüm örnekler şoşonitik karakterli olup A-tipi granitoid alanlarına düşmektedir. İncelenen kayaçların tektonik ortamı olarak çarpışma sonrası granitleri bölgesi önerilmektedir.

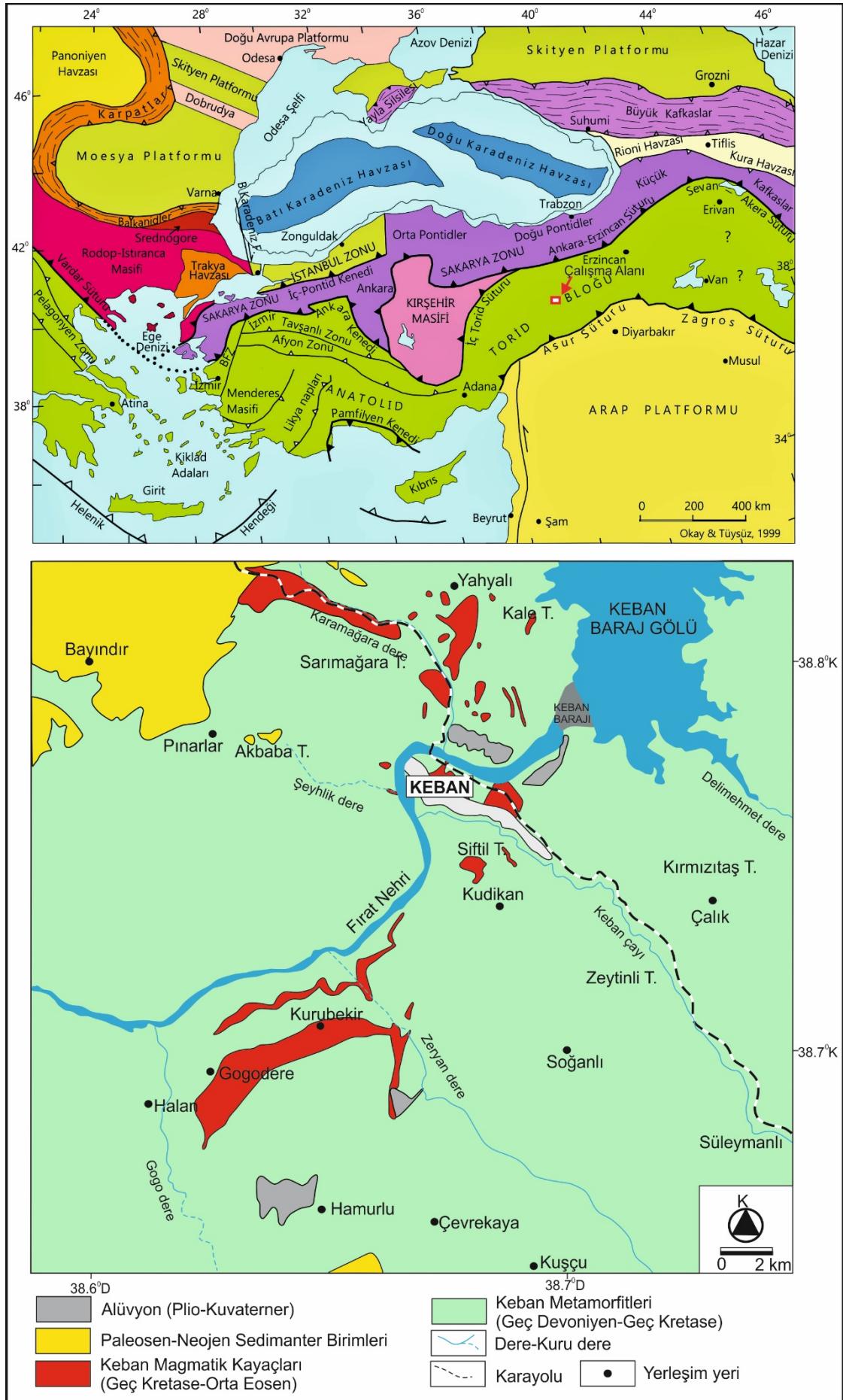
© 2020 Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Dağa Bilimleri Fakültesi. Dergi Park tarafından yayınlanmaktadır. Tüm Hakları Saklıdır.

1. GİRİŞ

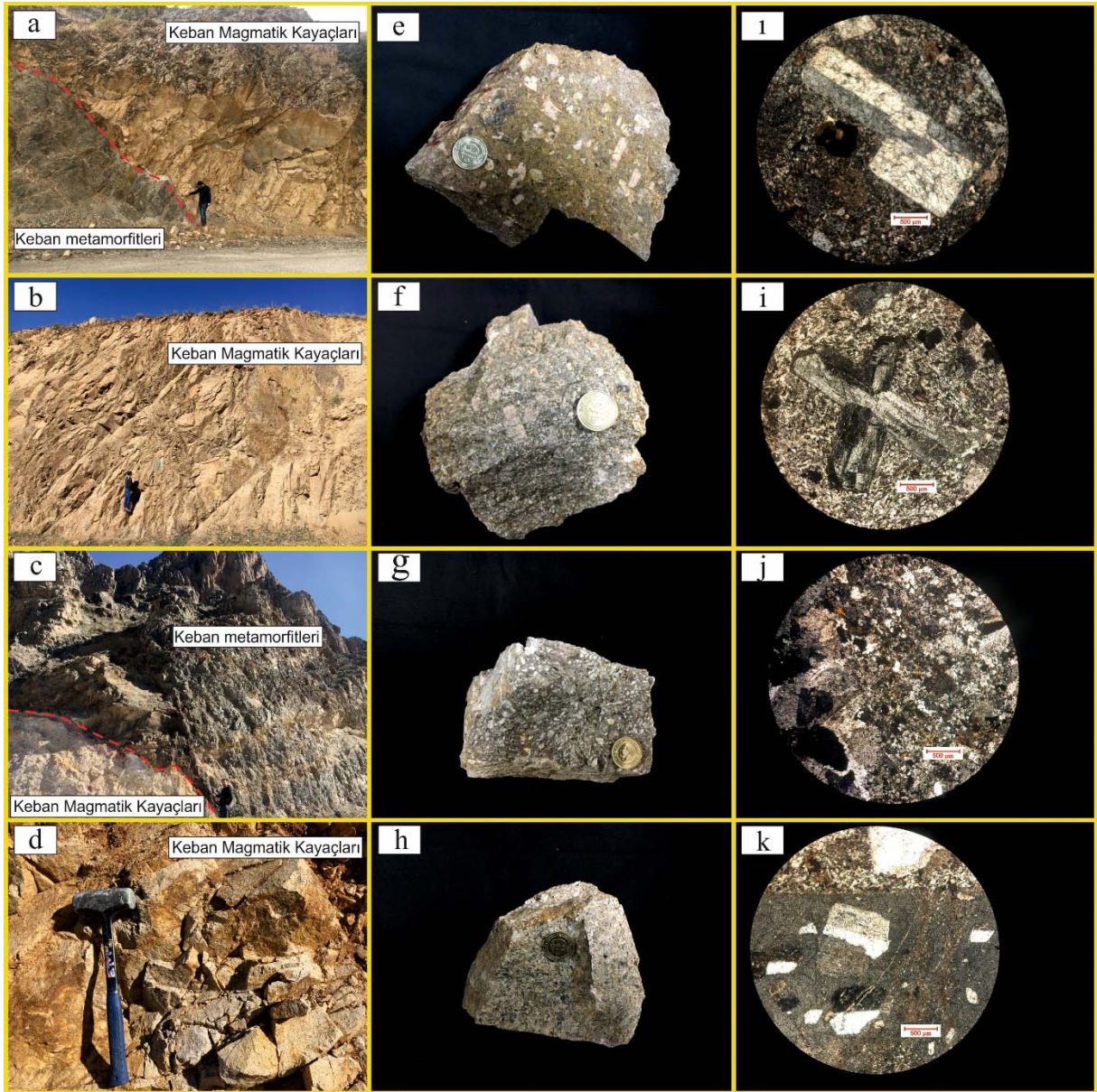
Magmatik kayaçlar, petrojenetik evrim ve farklı jeodinamik süreçleri değerlendirmek için anahtar bilgiler sağladığı için yoğun bir şekilde incelenmiştir. Kıtasal kabuğun ana bileşenini oluşturan granitoidlerin kökeninin araştırılması, kıtasal kabuğun evrimini ve gelişimi ile ilgili jeodinamik süreçleri anlamada oldukça önemlidir. Granitoidler, genellikle mineral toplulukları, petrografik, jeokimyasal ve izotopik özelliklerine göre S-, I-, M- ve A-tiplerine ayrılırlar [1]–[3]. A-tipi granitler magmatik kökenli özgün bir kayaç grubudur [3-4]. A-tipi granit terimi, yüksek $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ içeriği, yüksek Ga / Al oranı, alkalice zengin ve göreceli olarak zengin Zr, Hf, Ta ve Nb içeriklerine sahip kayaçlar olarak tanımlanmıştır [3-4]. Bu kayaçların anorojenik veya çarpışma sonrası genişlemeli tektonik rejimde farklı süreçlerden ve kaynaklardan türedikleri belirlenmiştir [2-4]. İnceleme konusunu oluşturan Keban Magmatik kayaçları, Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı içerisinde konumlanmaktadır. Bu kuşak yitim ve kıta-kıta çarpışma bölgesi ortamlarını incelemek için, Alp-Himalaya orojenik sistemi boyunca en önemli segmentlerden biridir. Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı, Geç Kretase'de Neotetis okyanus litosferinin güney kolunun kuzey yönlü yitiminin bir sonucu olarak oluşmuştur [5]. Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı'nda Geç Kretase ve sonrası jeotektonik olayların aydınlatılmasına imkân sağlayacak olan A-tipi granitoidler, daha önce bu bölgede tanımlanmamış ya da çok az bilinmektedir (Şekil 1). Çalışma alanı içerisinde bulunan Keban-Batı Fırat bölgesinde Cu-Mo-F-Pb-Zn gibi metalik maden yatakları esas olarak Doğu Toros orojenik kuşağındaki Geç Devoniyen-Geç Triyas yaşlı metamorfik kayaçlar ve bu kayaçları kesmiş olan Geç Kretase-Orta Eosen yaşlı magmatik kayaçların çevresinde meydana gelmiştir. Bu orojenik kuşakta gelişen skarn oluşumunun, kalkerli kayaçlara siyenitik karakterli kayaçların sokulumuyla ilişkili olduğu öne sürülmüştür [6]–[10]. Bölgede yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu metalik maden yataklarının kökensel ilişkilerini ortaya koyacak nitelikte olduğu için, bölgede yüzeyleyen magmatik kayaçların petrografik ve jeokimyasal özellikleri ortaya koymak için yapılan çalışmalar kısıtlıdır. Bu çalışma ile bölgede birçok araştırmacı tarafından incelenen [11]–[15] Geç Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri / Elazığ Magmatik Kompleksi / Baskil Granitoidleri / Yüksekova Karmaşığı'na ait I-tipi magmatik kayaçlardan farklı olarak, Keban bölgesinde yüzeyleyen A-tipi şosonitik karakterli magmatik kayaçların kaynak karakteristikleri ve jeodinamik evrimlerini ortaya konulması amacıyla petrografi ve jeokimyasal çalışmalar yapılmıştır.

2. JEOLJİK KONUM

Çalışma alanının en yaşlı birimi olan düşük-orta dereceli metamorfizmaya uğramış olan Keban Metamorfitleri ilk defa Özgül [16] tarafından Karbonifer-Triyas yaşlı verilerek adlandırılmıştır. Kipman [17]'na göre Permo-Karbonifer yaşlı metamorfik birim, alttan üste doğru, kalkışist, gri renkli rekristalize kireçtaşları ile serisit-klorit şistlerden meydana gelmektedir. Kaya [18] çalışmasında birime Keban Metamorfitleri'nin orta seviyelerini temsil eden dolomitik-kristalize kireçtaşı üyesinin tabaka üst yüzeylerinde tespit ettiği iz fosillere dayanarak Geç Devoniyen-Geç Kretase yaşını vermiş ve aynı yaş aralığındaki Bolkar Dağı Birliği ile deneştirmiştir. Bölgede yüzeyleyen diğer birim ise siyenit ve kuvars-monzonitlerden oluşan Keban Magmatik Kayaçları, metamorfik kayaçların kırık ve çatlak sistemlerine, tabaka ve şistozite düzlemlerine, uzunluğu yer yer onlarca metreyi bulan dayklar şeklinde yerleşmiştir (Şekil 2a, b, c, d). Yazgan [5] tarafından Keban Magmatik kayaçlarına ait mikrosiyenitlerden ayıklanan sanidin kristalleri K/Ar yöntemi ile yaşlandırılmış olup 76 ± 2.5 , 78 ± 2.5 my. yaşlarını elde edilmiştir. Kuşçu [8] Orta-Doğu Anadolu'daki magmatizmaya bağlı olarak gelişen skarn metalojenisi cevherleşmelerini incelediği çalışmasında, siyenit ve siyenit-porfir olarak tanımlanan kayaçların U-Pb zirkon yaşlandırmasına göre 74.8 ± 0.5 ve 74.1 ± 0.4 my. yaşlarını ve bu kayaçlardan ayıklanan biyotit kristallerinin Ar-Ar yaşlandırmasına göre 74.08 ± 0.39 my. yaşlarını elde etmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı tektonik birlikler haritası [19], çalışma alanı jeoloji haritası (Kaya [18]'dan sadeleştirilmiştir).



Şekil 2. İncelenen örneklerin, arazi ilişkileri (a, b, c, d), makroskobik görüntüleri (e, f, g, h) ve ince kesit görüntüleri (i, j, k).

3. MATERYAL VE METOT

Arazi çalışmaları ile birimlerin birbiriyle olan stratigrafik ilişkileri incelenmiş, petrografik ve jeokimyasal incelemeler için örnek alımı gerçekleştirilmiştir. Alınan kayaç örneklerinin petrografik amaçlı ince kesitleri Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvar'ında hazırlanmıştır. Hazırlanan bu kesitler polarizan mikroskop altında incelenerek kayaçların mineralojik, petrografik ve dokusal özellikleri belirlenmiştir. Petrografi incelemelerine göre en az altere olduğu düşünülen 11 örnek üzerinde ICP-OES ve ICP-MS yöntemi kullanılarak tüm kayaç analizleri Bureau Veritas Minerals Laboratuvar'ında (Vancouver-Kanada) yaptırılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Petrografi

Petrografik incelemelerine göre bölgede yüzeleyen kayaçların türü, ana mineral parajenezleri, dokusal özellikleri ve örnek alım koordinatları Tablo 1'de verilmiştir. İncelenen magmatikler siyenit ve kuvars monzonit olmak üzere iki adet kayaç türüne ayrılmıştır. İncelenen kayaçların normatif mineral bileşimleri petrografik verilerle uyumluluk göstermektedir (Tablo 2; Şekil 3). Siyenitler, porfirik ve poikilitik doku özelliği gösterirler (Şekil 2i, j). Genellikle pembemsi renklerde görülmektedirler. Bileşimsel olarak % 60 K-feldispat (ortoklasanidin), % 30 plajiyoklas ve % 10 amfibol ve biyotit, ikincil olarak kalsit, serisit, klorit ve epidot

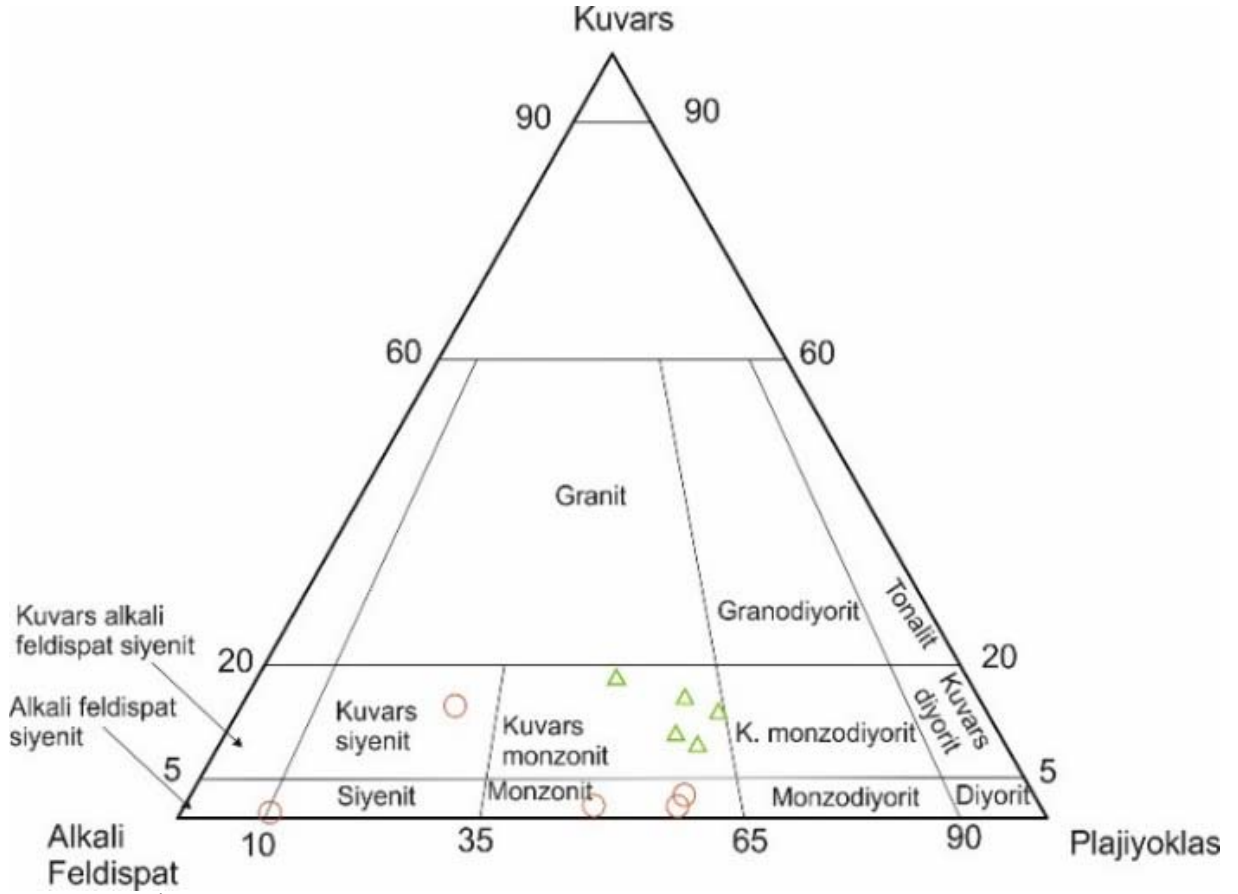
minerallerinden oluşmaktadırlar. K-feldispatlar porfirik olarak yer yer 1-2 cm boyutlarında çok iri megafenokristaller halinde görülmektedir (Şekil 2i). Albit, albit+karlsbad ve polisentetik ikizlenmeler gösteren plajiyoklaslar, özşekilsiz veya yarı özşekilli kristaller halinde olup zonlanma göstermektedir. Bazı kristallerde alterasyon oranı yüksek olmasından dolayı ikiz lamelleri tam olarak görülmemektedir. Kuvars monzonitler ise orta, iri tanelidir ve pembemsi renklerde görülmektedir. Bileşimde % 7 kuvars, % 50 plajiyoklas ve % 43 oranında K-feldispattan (ortoklas-sanidin) oluşmaktadır. Poiklitik doku özelliği gösteren K-feldispat fenokristalleri genel olarak plajiyoklas ve K-feldispat kapantıları içermektedir (Şekil 2k). Plajiyoklaslar genellikle andezindir ve zonlanma göstermezler. Dalgalı sönme gösteren kuvarslar özşekilsiz kristaller halindedir. Her iki kayaç türünde aksesuar minerali olarak sfen, apatit, zirkon, granat, pirit, florit ve opak minerallere rastlanmıştır. Kayaçlarda serisitleşme ve kloritleşme yaygın olarak gözlenir.

Tablo 1. İncelenen kayaçların türü, ana mineral parajenezleri, dokusu ve koordinatları, (K-fel: K feldispat, K: Kuvars, Pl: Plajiyoklas, Bi: Biotit, Amf: Amfibol, A: Porfirik, B: Poiklitik, C: Porfirik holokristalen)

Örnek	Kayaç Türü	Mineral	Kayaç Dokusu	Koordinat
KN1	Siyenit	K-fel, Pl, Bi,Amf	A,B	476855 K 4296416 D
KN2b	Siyenit	K-fel, Pl, Bi,Amf	A,B	477392 K 4294137 D
KN4	Siyenit	K-fel, Pl, Bi,Amf	A,B	476256 K 4295820 D
KN9	Siyenit	K-fel, Pl, Bi	A,B	478202 K 4293871 D
KN13	Siyenit	K-fel, Pl, Bi,Amf	A,B	476700 K 4295600 D
KN5	Kuvars monzonit	K-fel, K, Pl, Bi	B,C	475776 K 4294987 D
KN8	Kuvars monzonit	K-fel, K, Pl, Bi	B,C	477236 K 4292932 D
KN16	Kuvars monzonit	K-fel, K, Pl, Bi,Amf	C	473478 K 4297787 D
KN17	Kuvars monzonit	K-fel, K, Pl, Bi	C	476487 K 4292858 D
KN18	Kuvars monzonit	K-fel, K, Pl, Bi,Amf	C	477236 K 4292363 D

Tablo 2. Keban Magmatik kayaçlarına ait örneklerin normatif mineral içerikleri

Örnek	KN1	KN2b	KN4	KN9	KN13	KN5	KN8	KN16	KN17	KN18
Kayaç Türü	Siyenit	Siyenit	Siyenit	Siyenit	Siyenit	K.Monz.	K.Monz.	K.Monz.	K.Monz.	K.Monz.
Kuvars	1.41	13.52	1.47	0.70	2.72	8.52	9.75	12.35	16.12	13.53
Korund	-	0.39	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortaklas	36.88	55.73	45.68	79.31	35.64	31.97	33.33	27.72	35.75	29.25
Albit	41.72	13.96	33.76	6.77	41.63	38.33	34.61	38.59	24.45	27.67
Anortit	8.45	8.57	8.16	2.37	8.70	11.30	11.81	11.03	12.13	16.02
Nefelin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diyopsit	4.22	-	4.11	1.54	4.44	3.19	3.34	2.03	3.34	3.92
Hipersten	0.66	2.56	-	-	-	0.74	1.18	2.02	0.80	0.77
Manyetit	4.12	1.99	3.12	1.71	4.12	3.61	3.10	4.61	3.55	3.90
İlmenit	0.51	0.70	0.42	0.47	0.51	0.51	0.47	0.63	0.53	0.47
Apatit	0.12	0.60	0.12	0.16	0.14	0.19	0.19	0.25	0.25	0.19
Vollastonit	-	-	1.66	4.82	1.03	-	-	-	-	-



Şekil 3. İncelenen kayaçların normatif mineral içeriklerine göre QAP diyagramındaki dağılımları [20].

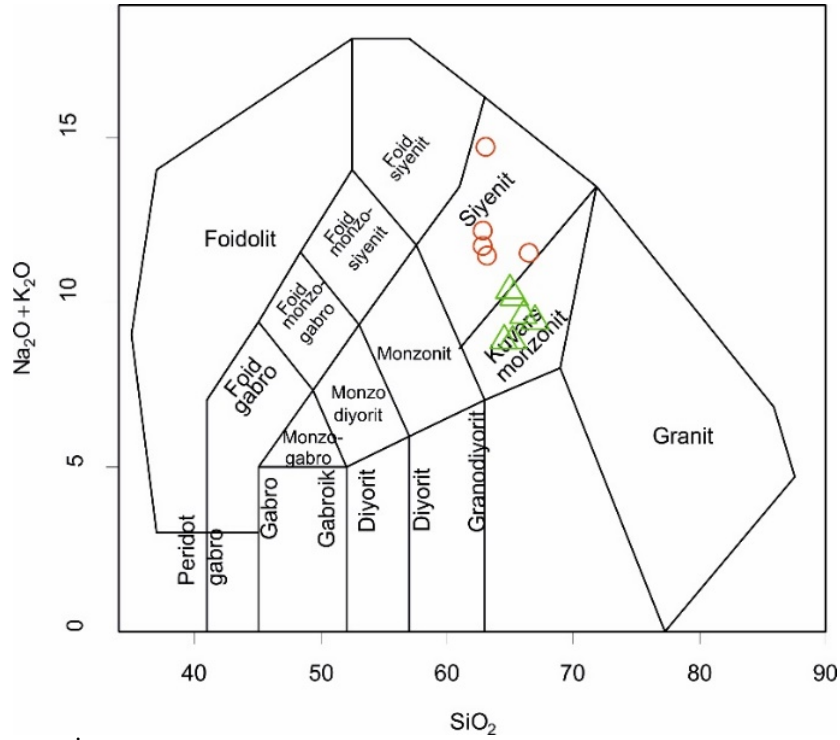
4.2. Jeokimya

Keban (Elazığ) bölgesinde Keban Magmatik kayaçlarına ait 10 örnek üzerinde tüm kayaç analizleri yaptırılmıştır (Tablo 3). Bazı analiz sonuçlarına göre SiO_2 (% 60.09 – 64.37), Al_2O_3 (%15.75 – 17.96), Fe_2O_3 (% 1.18 – 5.30), MgO (% 0.09 – 0.92), CaO (% 2.07 – 4.27), Na_2O (% 0.80 – 4.93), K_2O (% 4.69 – 13.42), TiO_2 (% 0.22 – 0.37), P_2O_5 (% 0.05 – 0.26), $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (% 8.22 – 14.22), Zr (200.9 – 665.4 ppm), Hf (4.6 – 18.4 ppm), Ta (1.5 – 2.7 ppm), Nb (24 – 56 ppm) değerleri arasında değişmektedir. İncelenen kayaçlar Middlemost [21] tarafından önerilen sınıflama diyagramında siyenit ve kuvars monzonit alanlarına düşmektedir (Şekil 4). İncelenen örneklerin ilksel mantoya ve kondrite göre normalize edilmiş spider diyagramlarında, büyük iyon yarıçaplı elementler (BİYE) ile hafif nadir toprak elementleri (HNTE), yüksek alan enerjili elementlere (YAEE) ve ağır nadir toprak elementlere (ANTE) göre daha fazla zenginleşme göstermektedir (Şekil 5). İncelenen örnekler tektonik ayırım diyagramında A-tipi granitoid alanına düşmektedir (Şekil 6). K_2O - SiO_2 değişim diyagramlarında incelenen örnekler şošonitik karaktere sahiptir (Şekil 7). İncelenen örneklerin jeotektonik ortamı için çarpışma sonrası granitler bölgesi önerilmektedir (Şekil 8). İncelenen örnekler tektonik ayırım diyagramında orojenez sonrası alanda yer almaktadır (Şekil 9). Arazi, petrografi ve jeokimyasal çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde Keban Magmatik Kayaçları'nın çarpışma sonrası gelişmiş magmatizma niteliğinde olduğu düşünülmektedir.

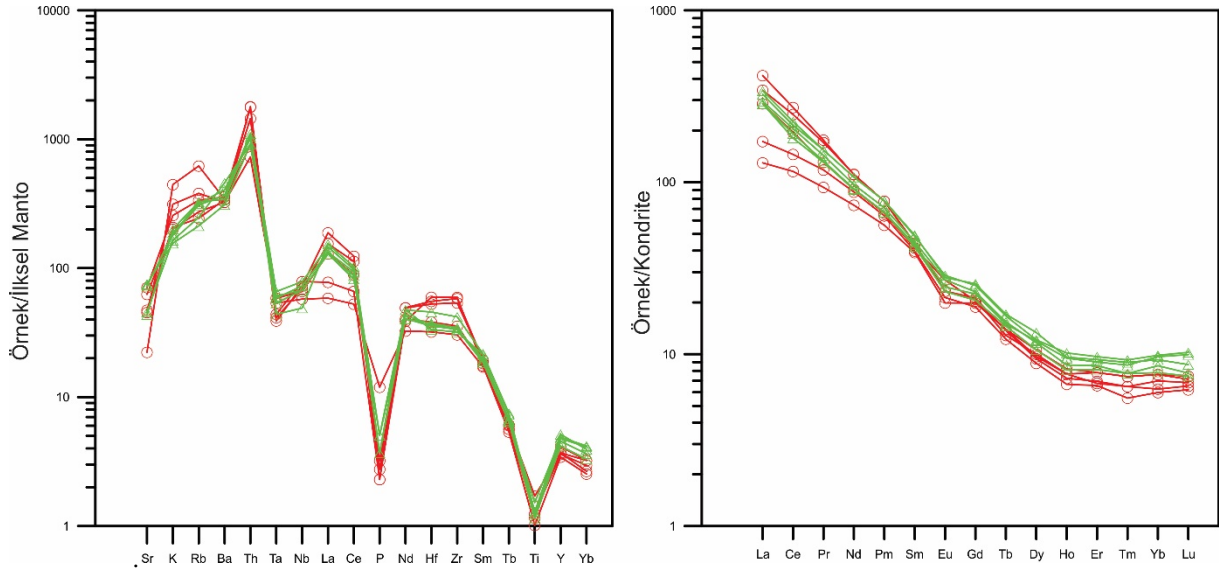
Tablo 3. İncelenen kayaların ana oksit ve iz element değerleri

Kayaç Türü	Siyenit	Siyenit	Siyenit	Siyenit	Siyenit	K.Monz.	K.Monz.	K.Monz.	K.Monz.	K.Monz.
Örnek	KN1	KN2b	KN4	KN9	KN13	KN5	KN8	KN16	KN17	KN18
Ana oksitler (% ağı.)										
SiO ₂	60.09	64.37	60.74	61.01	60.91	62.45	62.59	63.63	63.45	60.81
Al ₂ O ₃	17.96	16.45	17.92	16.71	17.81	17.45	17.16	16.62	15.75	16.61
Fe ₂ O ₃ ^a	2.84	1.37	2.15	1.18	2.84	2.49	2.14	3.18	2.45	2.69
MgO	0.36	0.82	0.27	0.09	0.2	0.30	0.59	0.39	0.37	0.38
CaO	2.77	2.07	3.49	3.26	3.36	3.14	3.30	2.85	3.39	4.27
Na ₂ O	4.93	1.65	3.99	0.80	4.92	4.53	4.09	4.56	2.89	3.27
K ₂ O	6.24	9.43	7.73	13.42	6.03	5.41	5.64	4.69	6.05	4.95
TiO ₂	0.27	0.37	0.22	0.25	0.3	0.27	0.25	0.33	0.28	0.25
P ₂ O ₅	0.05	0.26	0.05	0.07	0.06	0.08	0.08	0.11	0.11	0.08
MnO	0.06	0.08	0.08	0.03	0.1	0.04	0.02	0.02	0.05	0.11
Cr ₂ O ₃	<0.002	0.01	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
LOI	3.70	2.50	2.70	2.70	3.00	3.20	3.50	3.00	4.70	6.00
Toplam	99.55	99.66	99.6	99.76	99.64	99.64	99.66	99.66	99.7	99.74
İz elementler (ppm)										
Ba	2382	2272	2498	2393	2270	2563	2833	2169	2393	3210
Ni	<20	24	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sc	2	5	<1	2	2	2	2	4	3	2
Be	12	11	12	16	11	15	12	9	7	13
Co	2	2.5	0.9	1.9	2.4	1.5	0.9	3.8	2.2	1.6
Cs	2.9	3.6	3.6	1.5	3.2	3	4.1	5.6	9.3	9.1
Ga	22.8	19.3	24.2	17.8	21.3	19.3	18.8	19.9	18.1	17.3
Hf	16.3	9.9	18.4	11.8	17.1	14.1	11.3	11.6	10.3	11
Nb	52	41.4	55.5	47.1	49	55.6	52.4	47.5	34.8	47.5
Rb	154.8	241.7	213.6	393.7	173.7	195.9	201.7	135.1	207.5	157.2
Sn	5	4	5	5	6	5	5	4	4	4
Sr	997.7	956	1493.8	470.2	1322.2	1566.3	1525.3	1591.1	920	962.4
Ta	1.6	2.2	1.8	2.4	1.7	2.7	2.4	2.5	1.8	2.2
Th	123.4	62.3	151	76.5	152.3	94.3	86.3	78.2	89.3	78.3
U	39.1	20.2	34.1	16.3	31.8	19.3	19.9	12.5	25	21.8
V	58	51	41	48	50	50	46	55	42	46
W	36.60	37.80	14.10	19.80	7.90	7.00	6.40	2.80	6.20	4.40
Zr	602.1	340.9	665.4	398	650	469.6	374	386.7	358.6	375.5
Y	16.8	16.8	15.6	18.8	16.4	23.4	20.7	21.7	22.2	19
La	129.4	40.2	53.5	88.8	106.4	100.7	91.5	88.6	105.7	88.5
Ce	220.10	93.40	117.30	157.90	200.30	173.30	165.80	146.10	182.20	155.00
Pr	21.48	11.40	14.39	15.94	20.77	18.80	17.49	15.95	18.78	16.20
Nd	66.5	44.1	52.7	54.5	66.8	64.2	58.2	54.5	64.4	54.9
Sm	8.65	7.62	7.77	8.10	8.54	9.61	8.79	8.46	9.46	8.22
Eu	1.71	1.46	1.57	1.98	1.71	2.05	1.99	1.81	2.11	1.7
Gd	5.49	5.14	4.88	5.29	5.40	6.65	5.97	5.79	6.50	5.33
Tb	0.65	0.66	0.58	0.66	0.61	0.81	0.73	0.71	0.79	0.69
Dy	3.03	3.41	2.85	3.12	3.22	4.30	3.75	3.84	3.90	3.41
Ho	0.52	0.59	0.48	0.55	0.55	0.69	0.62	0.68	0.73	0.58
Er	1.46	1.64	1.38	1.64	1.42	1.95	1.80	1.89	2.03	1.71
Tm	0.21	0.24	0.18	0.24	0.21	0.29	0.25	0.28	0.3	0.25
Yb	1.31	1.59	1.25	1.59	1.46	1.94	1.79	2.02	2.06	1.63
Lu	0.21	0.24	0.2	0.23	0.22	0.28	0.25	0.32	0.33	0.24

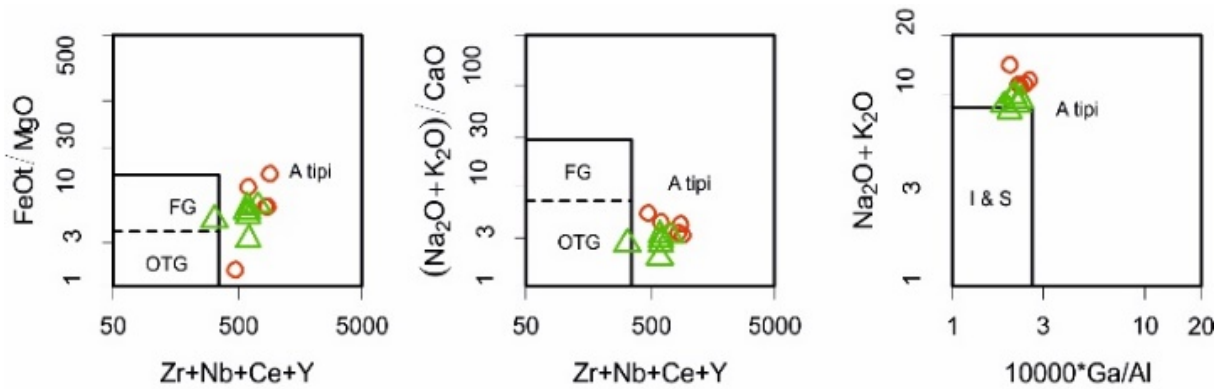
^aToplam demir Fe₂O₃.



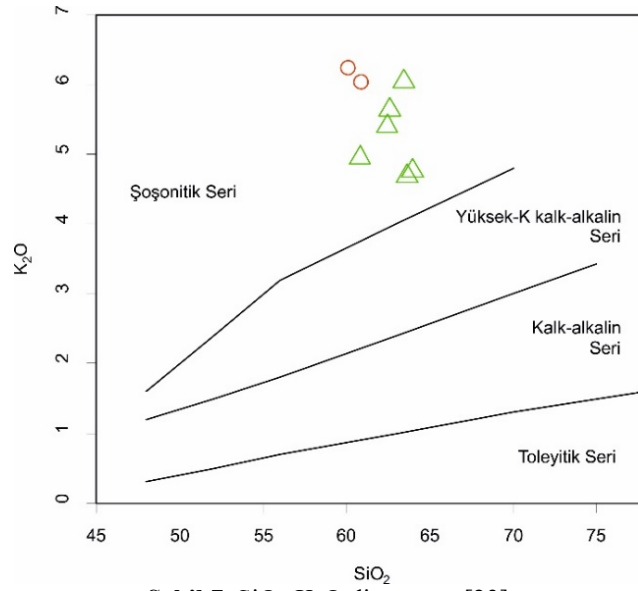
Şekil 4. İncelenen kayaçların TAS (Toplam Alkali-Silis) sınıflama diyagramı [21].



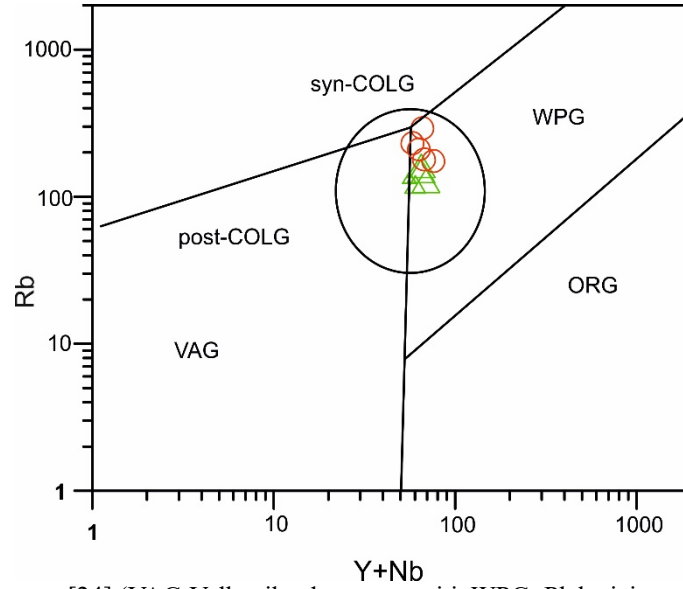
Şekil 5. İncelenen örneklerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş spider diyagramı [22] ve kondrite göre normalize edilmiş spider diyagramı [22].



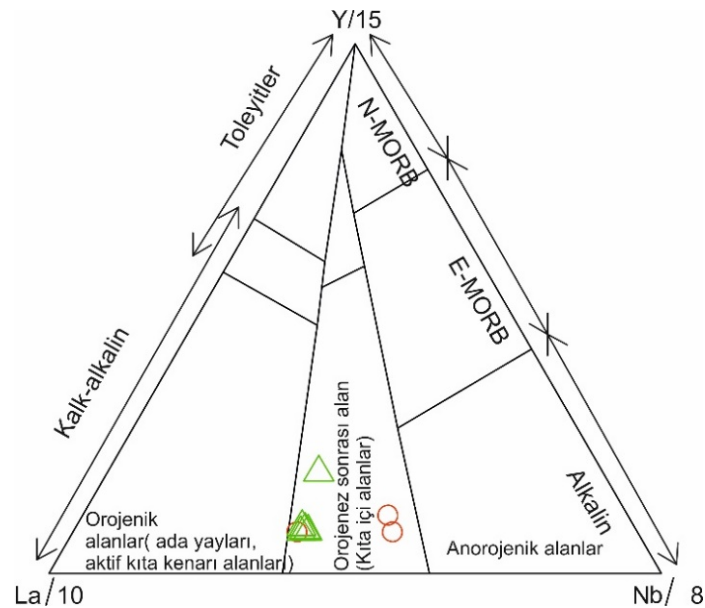
Şekil 6. İncelenen örneklerin tektonik ayırım diyagramları [4].



Şekil 7. SiO₂-K₂O diyagramı [23].



Şekil 8. Y+Nb-Rb diyagramı [24] (VAG: Volkanik ada yayı graniti, WPG: Plaka içi graniti, ORG: Okyanus ortası rift graniti, syn-COLG: Çarpışma ile birlikte gelişmiş granit, post-COLG: Çarpışma sonrası gelişmiş granit).



Şekil 9. İncelenen kayaların tektonik ayırım diyagramları [25].

5. TARTIŞMA

İnceleme alanında yüzeyleyen Keban Magmatik kayaçlarına ait örnekler siyenit ve kuvars monzonit türü kayaçlarla temsil edilmektedir. Bu kayaçlar A-tipi granitoid bileşimindedir ve şoşonitik karaktere sahiptir. A-tipi magmaların oluşumu, birkaç farklı mekanizma ile ilişkilidir, (I) manto ve kabuk kaynaklarının kısmi ergimesi [26] (II) manto kaynaklı alkali bazaltik magmaların fraksiyonlaşması [27] (III) manto ve kabuktan türetilmiş magmaların karışımı [28-29], (IV) kıta içi tonalitik I-tipi kayaçların kısmi ergimesi [30-31]. Eby [32] A-tipi granitoidleri jeokimyasal olarak iki gruba ayırmıştır. İlk grup okyanusal ada bazaltlarına benzer element dağılımlarına sahipken, ikinci grup kabuk ve ada yayı bazaltlarına benzer bir jeokimyaya sahiptir. İlk gruba ait granitoidler levha içi riftleşme sırasında genellikle eş zamanlı mafik kayaçlar ile ya da sıcak nokta aktivitesinin sonucu olarak yerleşmiştir. İkinci grup granitoidler ise çok daha geniş bir oluşum ortamına sahip olup genel olarak çarpışma sonrası gelişen granitik kayaçlarla temsil edilmektedir [32]. İncelenen magmatic kayaçlar Whalen [4] tarafından önerilen tektonik ayırım diyagramında A-tipi granitoid bölgesine düşmektedir.

İncelenen örnekler ilksel mantoya göre normalize edilmiş spider diyagramında, Rb ve Ba gibi BİYE’ce zenginleşme göstermekte, Ti, Ta, Nb ve P gibi YAEE’ce kısmen tüketilme göstermektedir. İncelenen örneklerin kondrite göre normalize edilmiş spider diyagramında, A-tipi granitoidlerin karakteristik özelliğini yansıtan HNTE’leri ANTE’ye göre daha fazla zenginleşme göstermektedir. Bu kayaçların nispeten düşük La / Sm_(N) ve yüksek La / Yb_(N) oranları sırasıyla 3.32–9.41 ve 17.05–66.60 arasında değişmekte ve daha az belirgin negatif Eu anomalileri göstermektedir. Negatif Eu anomalisi plajiyoklasların fraksiyonel kristallenmesi ile ilişkilendirilebilir (Eu / Eu * = 0.71–0.94).

Yüksek Nb/La oranları, bazaltik magmalar için okyanusal adayayı bazaltı (OIB) benzeri astenosferik manto kaynağına, düşük Nb/La oranları (~ <0.5) ise, litosferik manto kaynağına işaret etmektedir [33]. İncelenen kayaçların Nb/La oranları ortalama 0.60’dır. Eby [32], Y/Nb oranının, A-tipi granitoidlerin manto (Y/Nb <1.2) veya kabuksal (Y/Nb > 1.2) kökenli olup olmadığını belirlemede önemli olduğunu belirtmiştir. Keban Magmatik Kayaçları’nın Y/Nb oranları ortalama 0.41’dir. Yüksek Nb/La oranları ve düşük Y/Nb oranları Keban Magmatik Kayaçları’nın oluşumunda manto kökeninin önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

6. SONUÇLAR

- İnceleme alanındaki Keban Magmatik Kayaçları siyenit ve kuvars monzonit türü kayaçlar ile temsil edilmektedir.
- Petrografik verilere göre incelenen kayaçlar porfirik, porfirik holokristalen ve poikilitik doku özelliği gösterirler.
- Jeokimyasal verilere göre incelenen kayaçlar A-tipi granitoid bileşiminde ve şoşonitik karaktere sahiptir.
- İnceleme alanındaki Keban Magmatik Kayaçları çarpışma sonrası gelişen bir magmatizma ürünleri olup dayıklar şeklinde Keban metamorfiteğini kesmektedir.

Yazar Katkıları

Mustafa Eren RİZELİ % 40, Abdullah SAR % 30, Mehmet Ali ERTÜRK % 30 oranlarında katkı sunmuşlardır.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKÇA

- [1] B.W. Chappell, A.J.R. White, “I- and S-type granites in the Lachlan Fold Belt. Transactions of the Royal Society of Edinburgh”, Earth Sciences, 83, 1-26, 1992.
- [2] G.N. Eby, “The A-type granitoids: a review of their occurrence and chemical characteristics and speculation on their petrogenesis”, Lithos, 26, 115–134, 1990.
- [3] M.C. Loiselle, Wones, D.R. “Characteristics and origin of anorogenic granites”, Abstracts Papers to be Presented at the Annual Meetings of the Geological Society of America and Associated Societies, San Diego, CA. 11, p. 468, 1979.
- [4] J.B. Whalen, K.L. Currie, and B.W. Chappell, “A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis”, Contributions to Mineralogy and Petrology, 95, 407–419, 1987.
- [5] E. Yazgan, “Geodynamic evolution of the eastern Taurus region”, In Tekeli, O., Göncüoğlu, M.C. (Eds.), Proceedings of Geology of the Taurus Belt, MTA, Ankara, pp. 199-208, 1984.
- [6] M. Ural, S. Kürüm, “Microscopic and Diffractometric Studies Inferred from Skarn Zonations Between the Keban Metamorphites and Elazığ Magmatites, Around Elazığ”, Turkish Journal of Science & Technology, 4, 2, 87- 102, 2009.

- [7] L. Kalender, "Oxygen, carbon and sulfur isotope studies in the Keban Pb-Zn deposits, eastern Turkey: an approach on the origin of hydrothermal fluids", *Journal of African Earth Science*, 59 (4–5), 341–348, 2011.
- [8] İ. Kuşçu, R.M. Tosdal, G. Gencalioglu Kuşçu, R. Friedman, and T.D. Ullrich, "Late Cretaceous to Middle Eocene magmatism and metallogeny of a portion of the Southeastern Anatolian orogenic belt, East-Central Turkey", *Econ. Geology*, 108 (4), 641–666, 2013.
- [9] B. Akgül, "Geochemical associations between fluorite mineralization and A-type shoshonitic magmatism in the Keban Elazığ area, East Anatolia, Turkey", *Journal of African Earth Sciences*, 111, 222–230, 2015.
- [10] E. Yıldırım, N. Yıldırım, C. Dönmez, S-M. Koh, and K. Günay, "Mineralogy, rare earth elements geochemistry and genesis of the Keban- West Euphrates (Cu-Mo)-Pb-Zn skarn deposit (Eastern Taurus metallogenic belt, E Turkey)", *Ore Geology Reviews*, 114, 103102, 2019.
- [11] M. Beyarslan, A.F. Bingöl, "Zircon U-Pb age and geochemical constraints on the origin and tectonic implications of late cretaceous intra-oceanic arc magmatism in the Southeast Anatolian Orogenic Belt (SE-Turkey)", *Journal of African Earth Sciences*, 147, 477–497, 2018.
- [12] A. Sar, M.A. Ertürk, and M. Rizeli, "Genesis of Late Cretaceous intra-oceanic arc intrusions in the Pertek area of Tunceli Province, eastern Turkey, and implications for the geodynamic evolution of the southern Neo-Tethys: Results of zircon U–Pb geochronology and geochemical and Sr–Nd isotopic analyses", *Lithos*, 350–351, 105263, 2019.
- [13] T. Rızaoğlu, O. Parlak, V. Hock, F. Koller, W.E. Hames, and Z. Billor, "Andean type active margin formation in the Eastern Taurides: geochemical and geochronological evidence from the Baskil Granitoid, SE Turkey", *Tectonophysics*, 473, 188–207, 2009.
- [14] U.K. Tekin, M. Ural, M.C. Göncüoğlu, M. Arslan, and S. Kürüm, "Upper Cretaceous Radiolarian ages from an arc-back-arc within the Yüksekova Complex in the southern Neotethys mélange, SE Turkey", *Comptes Rendus Palevol*, 14, 73–84, 2015.
- [15] M. Ural, M. Arslan, U.K. Göncüoğlu, and S. Kürüm, "Late Cretaceous arc and back-arc formation within the southern Neotethys: whole-rock, trace element and Sr–Nd–Pb isotopic data from basaltic rocks of the Yüksekova Complex (Malatya– Elazığ, SE Turkey)", *Ofioliti*, 40 (1), 57–72, 2015.
- [16] N. Özgül, "Torosların bazı temel jeoloji özellikleri", *Türk. Jeol. Kurumu Bul.* 19, 65-78, 1976.
- [17] E. Kipman, "Geological and Petrological Features of the Volcanic Rocks in Keban", Associated Prof. Thesis, Istanbul University, Istanbul, Turkey, pp 200, 1976.
- [18] A. Kaya, "Tectonostratigraphic reconstruction of the Keban metamorphites based on new fossil findings, Eastern Turkey", *Journal of African Earth Science*, 124, 245-257, 2016.
- [19] A.I. Okay, O. Tüysüz, "Tethyan sutures of northern Turkey", In: Durand, B., Jolivet, L., Horváth, F. and Séranne, M. (Eds.) *The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen*, Geological Society, London, Special Publication 156, 475–515, 1999.
- [20] A.L. Streckeisen, R.W. Le Maitre, "Chemical approximation to modal QAPF classification of the igneous rocks", *Neus Jahrbuch für Mineralogie*, 136, 169–206, 1979.
- [21] E.A.K. Middlemost, "Naming materials in the magma igneous rock system", *Earth Sci. Rev.* 37, 215–224, 1994.
- [22] S. Sun, W.F. McDonough, "Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts. Implications for mantle compositional processes", In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (Eds.), *Magmatism in the Ocean Basins*, Special Publication 42. Geological Society of London, p. 312, 1989.
- [23] A. Peccerillo, S.R. Taylor, "Geochemistry of Eocene calcalkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, north Turkey", *Contrib. Miner. Petrol.* 58, 63–81, 1976.
- [24] J.A. Pearce, N.B. Harris, and A.G. Tindle, "Trace elements discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks", *J. Petrol.* 25, 956–983, 1984.
- [25] B. Cabanis, M. Lecolle, "Le diagramme La/10-Y/15-Nb/8: un outfil pour la discrimination de series volcaniques et la mise en evidence des processus de mélange et/ou de contamination crustale", *Comtes Rendus Academy Sciences*, (Ser. II) 309, 2023–2029, 1989.
- [26] L.L. Zhang, D.C. Zhu, Q. Wang, Z.D. Zhao, D. Liu, and J.C. Xie, "Late Cretaceous volcanic rocks in the Sangri area, southern Lhasa Terrane, Tibet: Evidence for oceanic ridge subduction", *Lithos*, 326–327, 144–157, 2019.
- [27] S.P. Turner, J.D. Foden, and R.S. Morrison, "Derivation of some A-type magmas by fractionation of basaltic magma; an example from the Padthaway Ridge, South Australia", *Lithos*, 28, 151–179, 1992.
- [28] J.H. Yang, F.Y., Wu, S.L. Chung, S.A. Wilde, and M.F. Chu, "A hybrid origin for the Qianshan A-type granite, northeast China: geochemical and Sr–Nd–Hf isotopic evidence", *Lithos*, 89, 89–106, 2006.
- [29] B. Bonin, "A-type granites and related rocks: evolution of a concept problems and prospects", *Lithos*, 97, 1–29, 2007.
- [30] R.A. Creaser, R.C. Price, and R.J. Wormald, "A-type granites revisited: assessment of a residual-source model", *Geology*, 19, 163–166, 1991.
- [31] P.L. King, A.J.R. White, B.W. Chappell, and C.M. Allen, "Characterization and origin of aluminous A-type granites from the Lachlan Fold Belt, southern Australia", *Journal of Petrology*, 38, 371–391, 1997.
- [32] G.N. Eby, "Chemical subdivision of the A-type granitoids: petrogenesis and tectonic implications", *Geology*, 20, 641–644, 1992.

- [33] A. Kaygusuz, M., Arslan, W. Siebel, and C. Şen, "Geochemical and Sr-Nd isotopic characteristics of post-collisional calc-alkaline volcanic in the Eastern pontides (NE Turkey)", Turkish Journal of Earth Sciences, 20, 137-159, 2011.