

## Şekerbulak (Diyadin-Ağrı) Dolaylarında Yüzeyleyen Volkanik Kayaçların Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri

Mustafa AÇLAN\*<sup>1</sup>, İnci Kibariye TURGUT<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Van

Geliş tarihi: 03.07.2017

Kabul tarihi: 00.00.2016

### Öz

Bu çalışma, Ağrı ilinin yaklaşık 40 km güneydoğusunda yer alan Şekerbulak dolaylarında yüzeyleyen volkanik kayaçların mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelenmesini konu almaktadır. Bölgede plütonik ve volkanik birimler gözlenmektedir. Plütonik birimleri tonalit, granodiyorit, monzogranit ve granit türü kayaçlarda oluşan ve Taşlıçay Granitoidi olarak tanımlanan granitoidler temsil etmektedir. Volkanik birimler ise Yeltepe Trakiandeziti ve Yuva Riyoliti'dir. Bu birimler subalkali, kalkalkali, yüksek K'lu seri ve şoşonitik özellik sergilerler. Buna ek olarak hafif nadir toprak elementleri (LREE) ve iri katyonlu litofil elementler (LILE) açısından zenginleşme gösterirler. Bu zenginleşme kabuksal kirlenmeyi işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Şekerbulak, Trakiandezit, Volkanik kayaçlar, Riyolit, Tuf

### Mineralogical-Petrographical and Geochemical Properties of the Volcanic Rocks Surrounding Şekerbulak (Diyadin-Ağrı)

#### Abstract

This study is about the mineralogical, petrographic and geochemical investigation of the volcanic rocks around Şekerbulak that is about 40 km southeast of Ağrı province. Plutonic and volcanic rocks are observed in the region. The plutonic units which is called as Taşlıçay Granitoid are in tonalite, granodiorite, monzogranite and granite composition. Volcanic units consist of the Yeltepe Trachyandesite and Yuva Riyoliti. These units exhibit subalkaline, calcalkaline, high K series and shoshonitic features. In addition, they exhibit enrichment in light rare earth elements (LREE) and large ion lithophile elements (LILE). This enrichment is indicative of crustal contamination.

**Keywords:** Şekerbulak, Trachyandesite, Volcanic rocks, Riolite, Tuff

---

\*Corresponding author (Sorumlu yazar): Mustafa AÇLAN, [maclan@yyu.edu.tr](mailto:maclan@yyu.edu.tr)

## 1. GİRİŞ

Doğu Anadolu Bölgesi volkanizma ve volkanik kayaçlar açısından Türkiye'nin en zengin bölgelerinden birisidir. Bölgede irili ufaklı birçok volkan mevcut olup Nemrut, Süphan, Tendürek ve Ağrı volkanları bunlardan en önemlileridir. Bu bölgede bugüne kadar volkanizma ve volkanik kayaçlarla ilgili birçok çalışma yapılmıştır [1-14]. Çalışma alanı Ağrı İli'nin yaklaşık 40 km güney doğusunda yer almaktadır (Şekil 1). Bu çalışma Şekerbulak (Diyadin-Ağrı) dolaylarında yüzeyleyen volkanik kayaçların mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Çalışma alanının jeoloji haritası Şekil 1'de, genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti Şekil 2'de verilmiştir. Çalışma alanında temeli Paleozoyik yaşında olan Batıbeyli metamorfikleri (mermer, kuvarsit ve Biotit-Muskovit-Kuvars Şistler) oluşturur. Alt Miyosen yaşlı Taşlıçay granitoidleri (granit monzogranit, granodiyorit, tonalit) bu birimleri intrüzif olarak kesmektedir. Pliyosen-Kuvaterner yaşlı Yeltepe trakiandeziti, Taşlıçay granitoidleri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Kuvaterner yaşlı Yuva riyoliti ve riyolitik tüf bu birimler üzerinde uyumlu olarak bulunmaktadır (Şekil 2).

## 2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Ağrı İli Diyadin İlçesi'nin 24 km güneybatısında yer alan 187 km<sup>2</sup>'lik alanı kapsamaktadır. Çalışma ile bölgede yer alan özellikle volkanik kayaçların mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışma alanında yer alan kayaçlardan, kimyasal analize ve mineralojik-petrografik incelemeye yönelik olarak kayaçların en taze bölümlerinden toplam 13 volkanik kayaç örneği alınmıştır.

Araziden toplanan kayaç örneklerinin tamamının petrografik ince kesitleri Yüzüncü Yıl Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü incekesit laboratuvarında hazırlanmıştır. Kayaçların

petrografik tanımlanmaları Jeoloji Mühendisliği Bölümünde polarizan mikroskobu ile gerçekleştirilmiştir. Mikroskopik incelemeler sonucunda en taze ve karakteristik olduğuna inanılan 11 adet kayaç örneğinin tüm kayaç ana ve eser element analizleri ACME laboratuvarlarında (Kanada) yaptırılmıştır.

## 3. BULGULAR

### 3.1. Petrografi

Çalışma alanındaki volkanik birimlerden Yeltepe Trakiandezit'ini oluşturan kayaçlara ait örnekler (K-2, K-3, K-8) mikrolitik porfirik doku (Şekil 4a), hyaloporfirik doku ve hyalomikrolitik porfirik dokuya sahiptirler ve plajiyoklaz, olivin, ojit ve opak minerallerden oluşmaktadırlar.

Riyolit'i oluşturan kayaçlarda (K-4, K-58, K-6, K-7, K-9, K-10, K-11) mikrolitik porfirik doku, mikrografik doku, mikrogranüler doku, trakitik doku ve sferolitik dokuları (Şekil 4b) mevcuttur ve bu kayaçlar ortoklaz, plajiyoklaz, kuvars, mikroklin, biyotit, muskovit, klorit, epidot, prehnit ve opak minerallerden oluşmaktadırlar.

Sivrice Tüf'üne ait örneklerde (K-1) hyaloporfirik doku gözlenmiştir. Çalışma alanındaki riyolitik tüf, riyolit ve andezit gibi kayaç parçaları (Şekil 4c,d) ile kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz, biyotit ve epidot minerallerinden meydana gelmektedir. Bu tüflerde kloritleşme, epidotlaşma ve zeolitleşme türü ayrışmalar yaygın olarak gözlenmektedir.

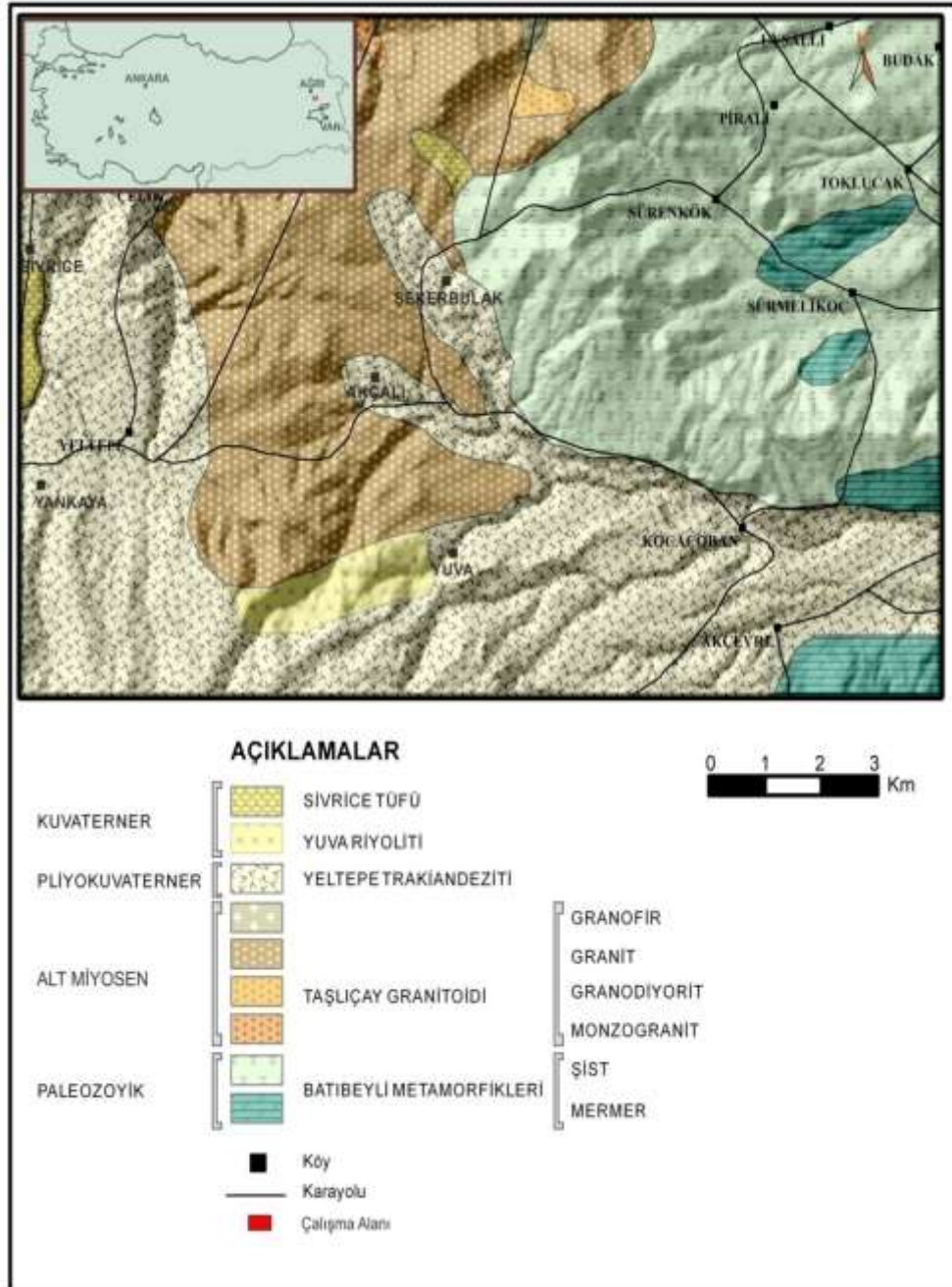
### 3.2. Jeokimya

Çalışma alanındaki volkaniklere ait ana element analiz sonuçları Çizelge 1, eser element analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Ana element verileriyle ilişkili olarak olarak hazırlanan toplam alkali (% Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O)-silis (SiO<sub>2</sub>) [15] diyagramında (Şekil 5) çalışma alanındaki volkanik kayaçlar trakiandezit ve riyolit alanına düşmektedirler. Örneklerin Irvine ve Baragar [15]'in TAS diyagramında tamamen

subalkali (Şekil 6); Peccerillo ve Taylor [16]'ın  $SiO_2 - K_2O$  diyagramında yüksek K'lu ve şösonitik özellik sergileyen bölgede yer aldıkları

gözlenmektedir (Şekil 7). Irvine ve Baragar [15]'in AFM diyagramında ise tüm volkanik birimler kalkalkali özellik sergilemektedir (Şekil 8).

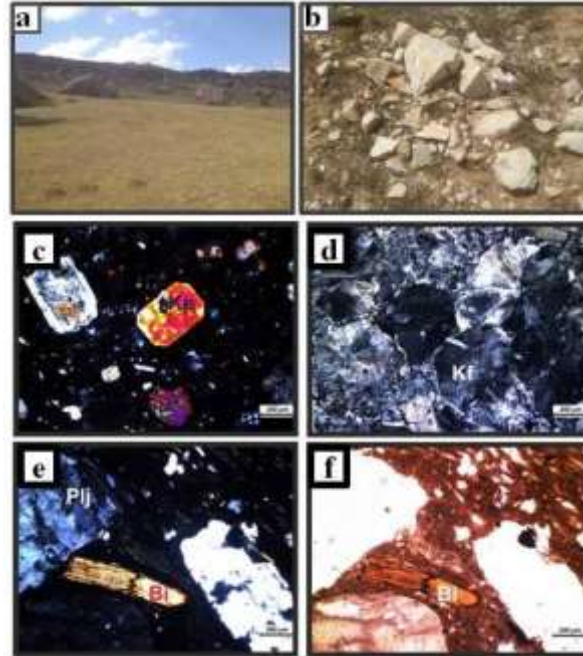


Şekil 1. Çalışma alanının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası [18]

Şekerbulak (Diyadin-Ağrı) Dolaylarında Yüzeyleyen Volkanik Kayaçların Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri

YAŞ	FORMASYON/ LITODEM	SEMBOLOJİ	LİTOLOJİ/ LITODEM	AÇIKLAMALAR
KUVATERNER	Sivrice Tüflü	Qst		Riyolitik Tüf
	Yuva Riyoliti	Qyr		Riyolit
PLİYOSEN- KUVATERNER	Yelpepe Trakiandeziti	PlQzt		Traki-Andezit
ALT MİYOSEN	Taşlıçay Granitoidi	Ttg		Granit
				Monzogranit
				Granodiyorit
PALEOZOYİK	Batıbeyli Metamorfikleri	Phen		Şist Mermer

Şekil 2. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Ölçeksiz) [18]



Şekil 4. Şekerbulak (Diyadin-Ağrı) civarındaki volkanik kayaçların arazi ve mikroskop görüntüleri: a) Trakiandezitin arazi görüntüsü b) Riyolitinin arazi görüntüsü c) Trakiandezit d) Riyolit; (e-f) Riyolitik Tüf. Plj:Plajiyoklaz, Kp: Klinopiroksen, Kf: Potasyum feldispat, Bi: Biotit; a,b,c: Çift Nikol; d: Tek Nikol

**Çizelge 1.** Çalışma alanındaki volkanik birimlerin ana element jeokimyasal analiz sonuçları (ana element sonuçları % oksit cinsinden verilmiştir)

Örnek No	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	AK	Toplam
K-12	66,94	15,99	3,36	0,65	1,51	5,11	4,81	0,71	0,17	0,10	0,4	99,75
K-15	62,28	16,49	5,10	1,73	3,85	4,81	3,45	0,92	0,38	0,11	0,6	99,72
K-16	60,14	17,10	5,89	1,79	4,28	4,77	3,20	1,01	0,43	0,14	1,0	99,75
K-17	74,91	13,68	1,10	0,21	0,25	2,17	5,91	0,15	0,03	0,02	1,4	99,83
K-18	76,53	12,83	0,98	0,13	0,18	2,74	5,27	0,12	0,01	0,01	1,0	99,80
K-19	69,81	15,09	2,17	0,31	0,63	4,93	5,66	0,53	0,08	0,08	0,5	99,79
K-20	71,85	15,00	2,02	0,50	0,42	4,06	4,53	0,27	0,08	0,04	1,0	99,77
K-21	60,85	16,06	5,44	2,38	4,32	4,20	3,85	0,96	0,36	0,11	1,2	99,73
K-22	70,09	15,10	2,14	0,33	0,62	5,04	5,59	0,54	0,06	0,07	0,2	99,78
K-23	72,47	14,72	1,89	0,44	0,25	2,74	5,42	0,27	0,07	0,02	1,5	99,79
K-25	72,76	14,71	1,63	0,29	1,10	3,99	4,12	0,25	0,07	0,02	0,9	99,84

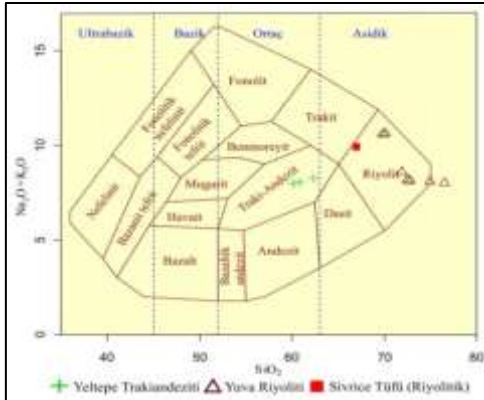
**Çizelge 2.** Çalışma alanındaki volkanik birimlerin eser element jeokimyasal analiz sonuçları (eser element sonuçları ppm cinsinden verilmiştir)

Örnek No	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11
Ba	903	730	671	1261	1291	709	939	613	738	1142	1008
Co	2,5	10,2	15,6	0,4	0,8	2,7	2,1	11,1	1,3	1,5	1,3
Cs	5,3	2,8	1,8	5,5	6,3	3,5	2	3,3	2,9	10,3	0,3
Nb	39,1	24,6	25,1	30,5	31	42,1	25,6	23,6	42,7	24,6	24,4
Rb	158,2	97,8	87,5	136,7	104,3	180,2	107,3	102	173,4	140,4	91,6
Sr	189,8	405,9	443,7	149,3	130,9	54,9	184,4	383,7	52,8	118,3	258,7
Sc	7	10	11	2	2	5	2	10	6	2	2
Th	26,9	17	15,7	21	20,2	30,3	22,2	17,1	32,2	19,4	23
U	8,5	5,2	4	4,4	4,2	8,5	4,4	4,5	8,6	4	5
Zr	503,9	298,8	280,3	113	94,1	516,2	189,6	284,5	539,4	190,5	172,8
Y	44,1	29,6	38,1	16,3	16,8	43,1	18,1	31,1	42,2	14,3	8,5
La	78,5	59,9	81,7	41,4	40,1	84,5	63,1	54,9	79,2	41,5	34,9
Ce	136,7	111	114,7	73,7	68,1	149,2	79,4	103,6	151,8	70,3	57,4
Pr	15,72	11,69	15,8	7,31	6,79	17,13	10,74	11,16	16,26	7,17	6,11
Nd	52,4	40,5	56,4	23,1	20,7	59	34,3	38,3	54,6	22,3	18,7
Sm	9,08	7,57	9,51	3,54	3,34	10	5,11	6,88	9,89	3,52	2,89
Eu	2,05	1,75	2,13	0,6	0,46	1,7	1,09	1,63	1,63	0,73	0,6
Gd	8,37	6,56	8,24	2,82	2,85	7,88	3,66	6,42	8,34	2,68	1,92
Hf	11,4	6,7	6,6	4,3	3,4	12,7	5,5	6,5	13	5,1	4,6
Dy	7,92	5,55	7,12	2,6	2,66	7,68	3,12	5,5	7,59	2,74	1,66
Ho	1,64	1,12	1,4	0,53	0,63	1,56	0,65	1,13	1,61	0,58	0,35
Er	4,67	3,19	3,97	1,85	1,84	4,55	1,71	3,09	4,89	1,71	1,2
Tm	0,71	0,48	0,6	0,3	0,29	0,72	0,29	0,51	0,73	0,28	0,19
Yb	4,79	3,23	3,64	2,06	2,27	4,76	2,23	3,35	4,94	1,91	1,55
Lu	0,77	0,5	0,56	0,34	0,37	0,75	0,33	0,5	0,8	0,31	0,27

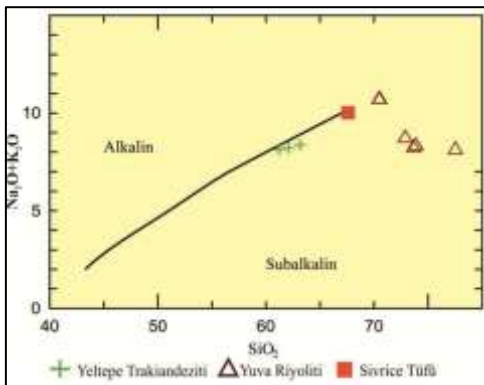
Volkanik birimlere ait örneklerin ana element oksitlerinin SiO<sub>2</sub>'ye göre ikili değişim diyagramlarında (Şekil 9) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, TiO<sub>2</sub>, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> değerleri SiO<sub>2</sub> artışına bağlı olarak negatif bir trend sunmaktadırlar. K<sub>2</sub>O değerinde artış gözlenirken, Na<sub>2</sub>O değerleri

dağınk bir desen sergilemektedirler. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriğinin silis miktarının artması ile plajiyoklaz kristalizasyonuna bağlı olarak düzenli bir azalma gösterdiği görülür (Şekil 9). Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve MgO oranlarında ise horblend ve biyotit kristalizasyonuna bağlı olarak düzenli bir azalma

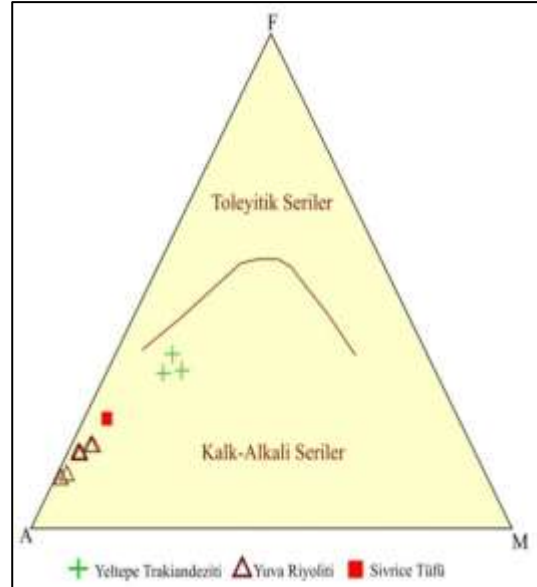
gözlenir (Şekil 9). CaO içeriğinde, kalsiyumca zengin plajiyoklazların oluşumları sonucu düzenli bir azalma gözlenmektedir (Şekil 9). Na<sub>2</sub>O içeriğine bakıldığında SiO<sub>2</sub> artışına bağlı olarak azaldığı gözlenmektedir (Şekil 9). K<sub>2</sub>O içeriğinde K'un uyumsuz element davranışı göstermesinden dolayı SiO<sub>2</sub> artışına paralel olarak bir artış söz konusudur (Şekil 9). MnO içeriği piroksen kristalizasyonuna bağlı olarak düzenli bir azalma trendi gösterir (Şekil 9). TiO<sub>2</sub> içeriğinde piroksen (ojit) kristalizasyonuna bağlı olarak düzenli bir azalma gözlenmektedir (Şekil 9). P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içeriği aksesuar minerallerin fraksiyonlanması nedeniyle SiO<sub>2</sub> artışına paralel olarak azaldığı görülür (Şekil 9).



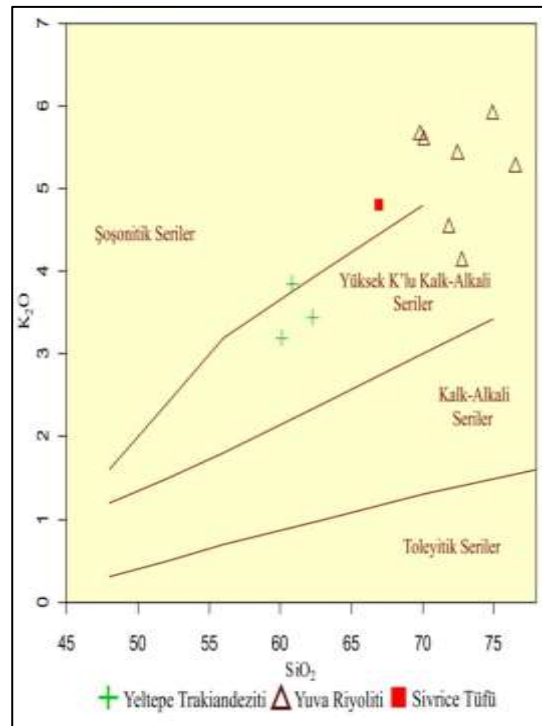
Şekil 5. Volkanik birimlere ait kayaç örneklerinin TAS adlandırma diyagramındaki konumları [15]



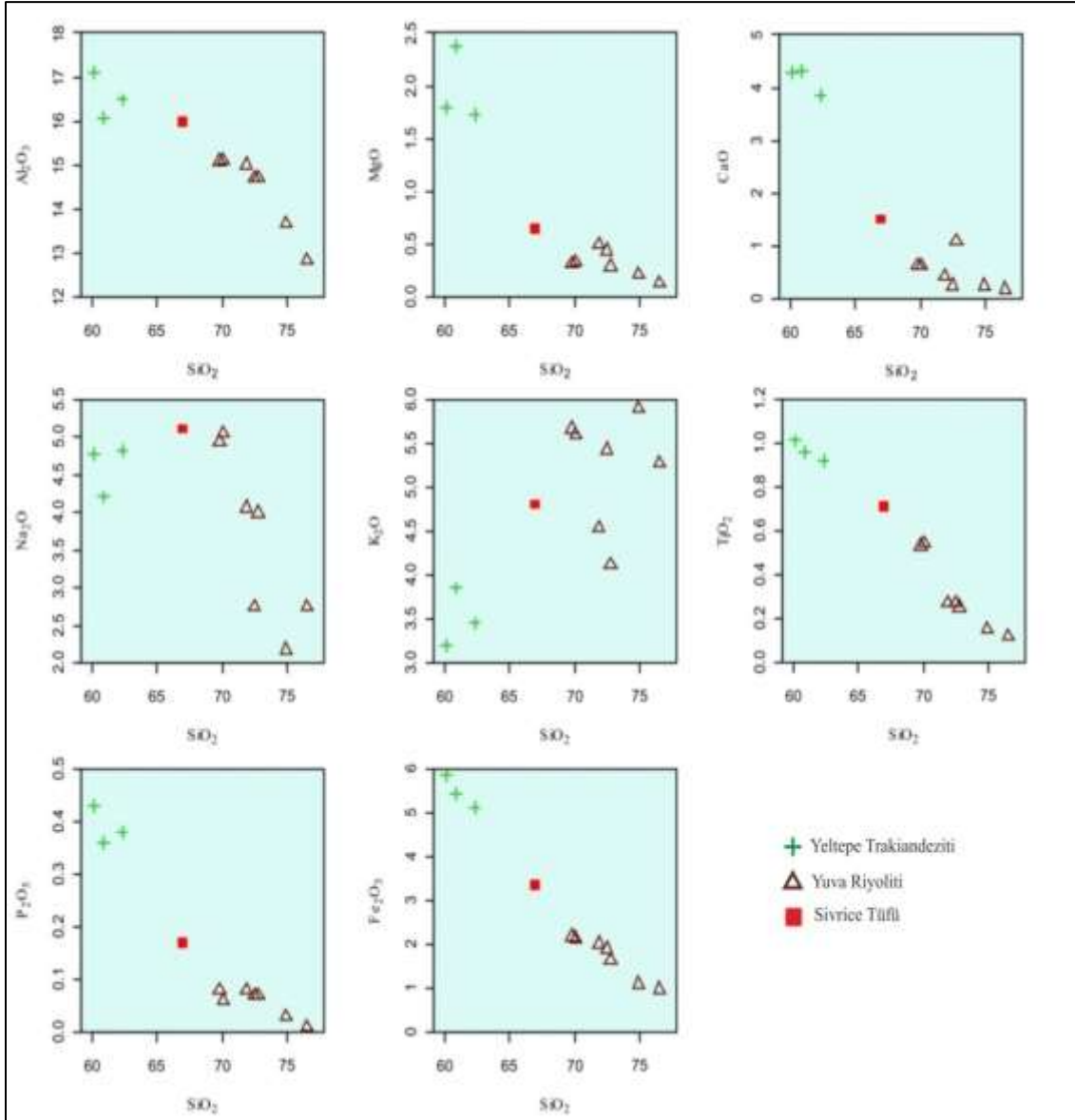
Şekil 6. Volkanik birimler için kullanılan Irvine ve Baragar [15]'in alkali-subalkali ayırtlama çizgisi



Şekil 7. Çalışma alanındaki volkaniklere ait AFM (A; Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O, F; FeO, M; MgO) diyagramı [15]



Şekil 8. Çalışma alanındaki volkaniklere ait K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub> diyagramı [17]



Şekil 9. Volkanik birimlere ait SiO<sub>2</sub>-ana oksit ikili değişim diyagramları

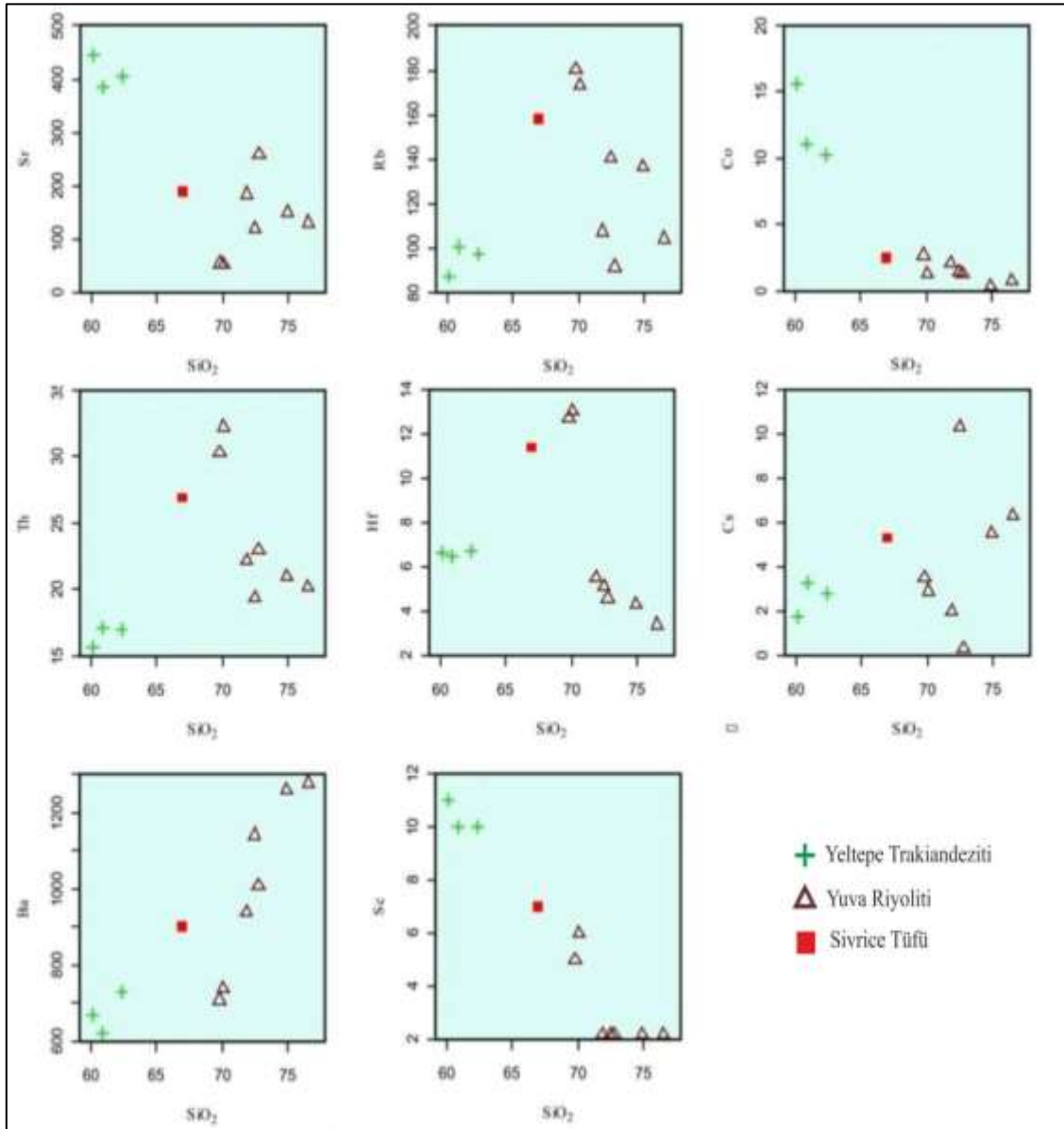
Çalışma alanındaki volkanik birimlere ait kayaç örneklerinin eser elementlerinden Rb, Ba, Th, Hf, Sr, Co, Sc ve Cs'un SiO<sub>2</sub>'ye göre değişimi diyagramlarında incelendiğinde bu elementlerden SiO<sub>2</sub> ile uyumsuz elementlerden Rb, Ba, Th, Hf ve Cs arasında pozitif trend gözlenirken; Sr, Co ve Sc gibi uyumlu elementler arasında ise negatif bir ilişki gözlenmektedir. Bu durum, klasik

fraksiyonel kristalleşme trendlerine işaret etmektedir. Fraksiyonel kristalleşmede, Sr'un SiO<sub>2</sub> artışına karşılık azalma göstermesi Sr'un plajiyoklazlarda Ca elementinin yerini alması ve Ca'ca zengin plajiyoklazların fraksiyonlanması ile ilişkilidir. Co ve Sc olivin, klinopiroksen ve mikalardaki Mg, Fe ve Al'un yerini almasından dolayı, bu minerallerin fraksiyonlanması ile artık

eriyiklerde, bu elementlerin miktarları gittikçe azalır. Bu nedenle  $\text{SiO}_2$  ile negatif korelasyon göstermektedir.

Rb, iyonik yarıçapının K'ya yakın olması nedeni ile K'un yerini alır ve fraksiyonel kristalleşme sırasında K-feldispat, hornblend, biyotit gibi minerallerinin bünyesine girer. Fraksiyonel

kristalleşme sırasında, bu mineraller daha geç evrelerde kristalleştiğinden,  $\text{SiO}_2$  ile pozitif bir korelasyon sunmaktadır. Ba, Th, Cs ve Hf elementleri de Rb'ya benzer davranış sergilemelerinden dolayı fraksiyonlanmanın geç evrelerinde oluşan minerallerin yapısında yer alırlar ve  $\text{SiO}_2$  ile pozitif bir korelasyon gösterirler (Şekil 10).

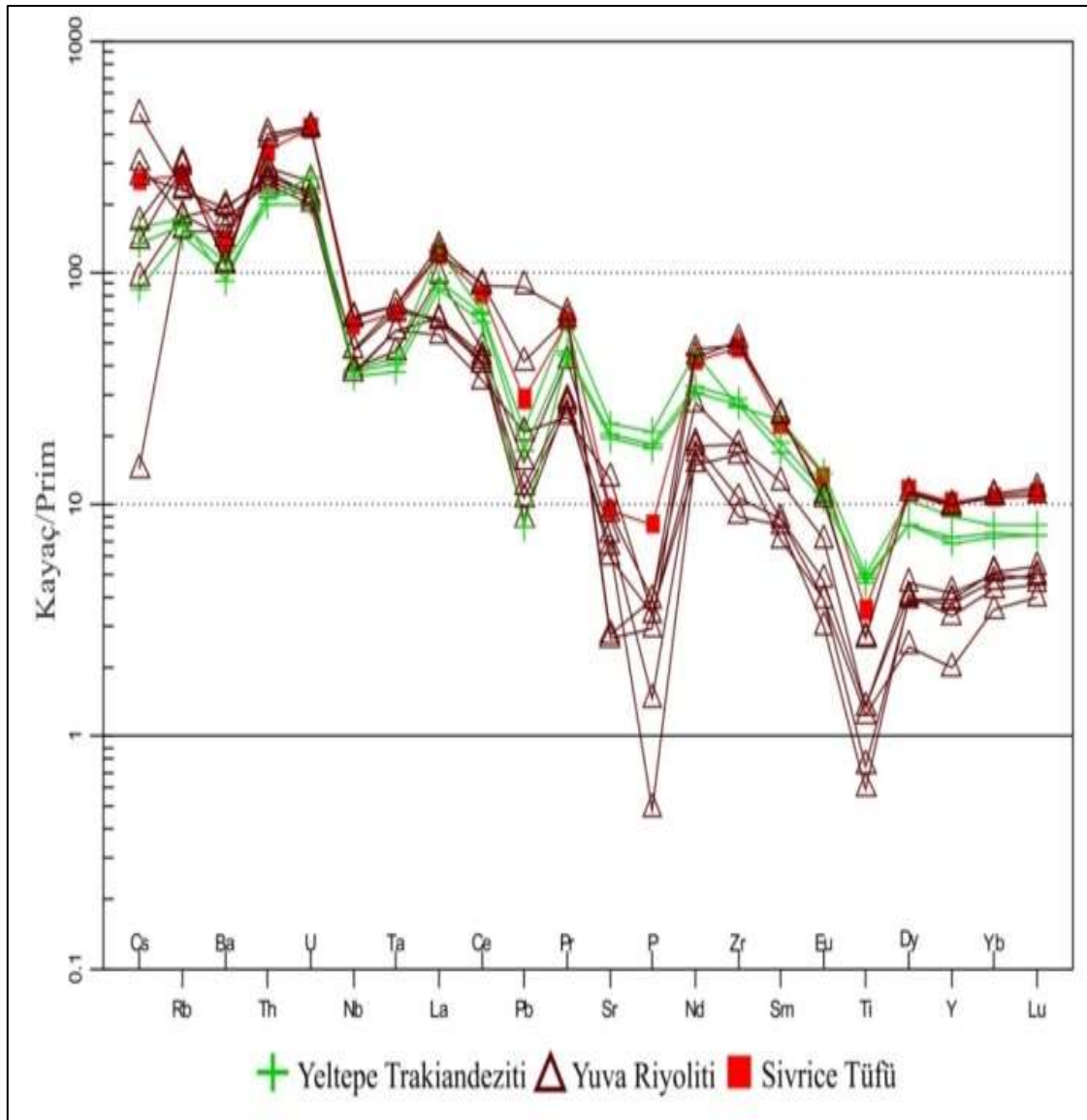


Şekil 10. Volkanik birimlere ait  $\text{SiO}_2$ -eser element ikili değişim diyagramları

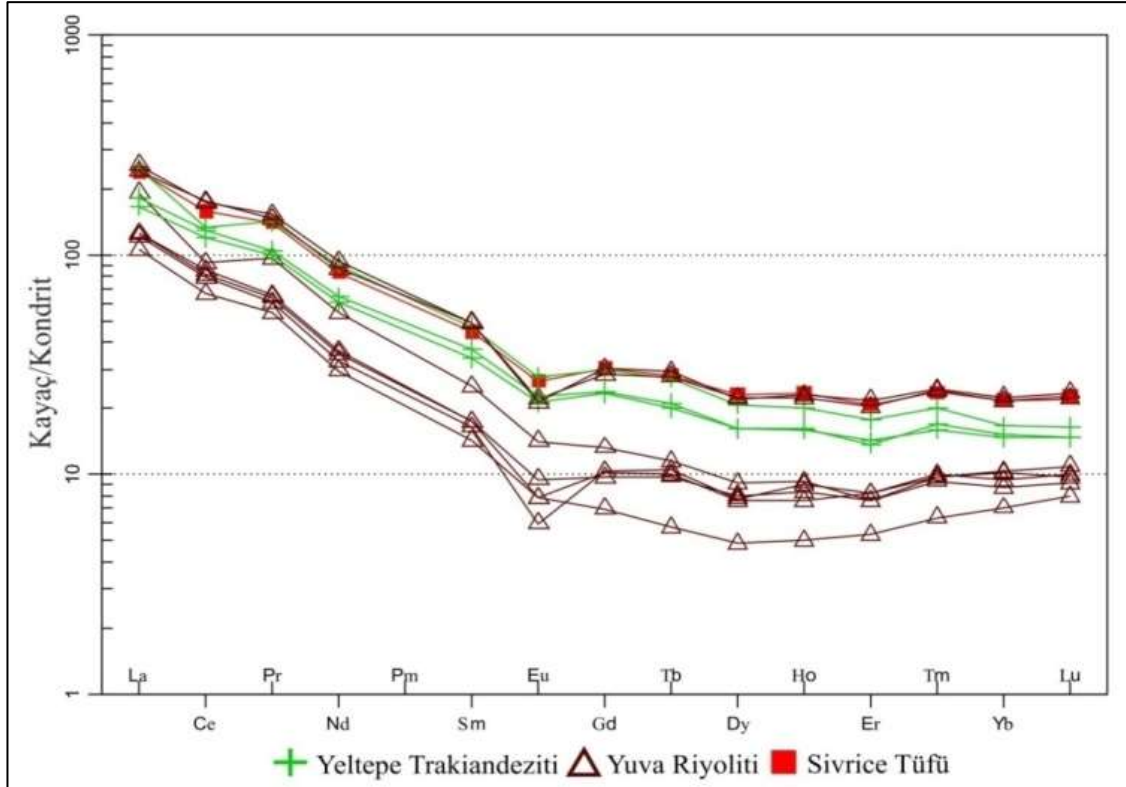


Kondrit ve ilksel mantoya göre normalize edilen iz element ve nadir toprak elementleriyle ilişkili örümcek diyagramlarında (Şekil 11, Şekil 12) Cs, Rb, Ba gibi iri katyonlu litofil elementler (LILE) ve Th, U, Ce ve Nb gibi yüksek değerlikli katyonlar (HFS) açısından; aynı şekilde hafif nadir toprak elementleri (LREE) açısından ağır nadir toprak elementlere (HREE) nazaran gözle görülür

bir zenginleşme dikkat çekmektedir. Bu hafif nadir toprak elementlerindeki ve irikatyonlu litofil elementlerdeki zenginleşmeler kabuksal kirlenmeyi işaret etmektedir. Aynı diyagramlarda Eu'da görülen negatif anomali ise feldispat minerallerinin fraksiyonlanması sırasında adı geçen elementin bu minerallerin bünyesine girmesi nedeniyledir.



Şekil 11. Volkanik birimlerin Kayaç/İlksel manto'ya göre normalize edilmiş eser element değişim diyagramı (Normalize değerleri Sun ve Mc Donough [19]'dan alınmıştır)



Şekil 12. Volkanik birimlerin Kayaç/Kondrit'e göre normalize edilmiş eser element değişim diyagramı. (Normalize değerleri Nakamura [20]'dan alınmıştır)

#### 4. SONUÇLAR

Çalışma alanındaki plütonik kayaçlar ve volkanik kayaçlar ilk kez bu çalışmada arazi düzeyinde gösterdikleri dokusal özellik ve mineralojik bileşimlerine göre farklı birimlere ayrılarak haritalanmıştır.

Çalışma alanında bulunan plütonikler, Taşlıçay Granitoidi olarak tanımlanmış olup başlıca tonalit, granodiyorit, monzogranit ve granit bileşiminde; volkaniklerin ise riyolit ve trakiandezit bileşiminde kayaçlardan oluşmaktadırlar.

Jeokimyasal incelemeler sonucunda, bu birimlerin subalkali, kalkalkali, yüksek K'lu seri ve şösonitik

özellik sergiledikleri ve SiO<sub>2</sub>'ye göre değişim diyagramlarında Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, TiO<sub>2</sub>, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> değerleri SiO<sub>2</sub> artışına bağlı

trakiandezitlerden riyolitlere doğru bir azalma görülmektedir. Toplam alkali (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O); Rb ve Ba oranının trakiandezitlerden riyolitlere doğru artış göstermesi bu kayaçların oluşumuyla ilişkili olarak fraksiyonel kristallenme sürecinin etkinliğine işaret etmektedir.

KONDRİT ve PRIM'e göre normalize edilen iz element ve nadir toprak elementleriyle ilişkili örümcek diyagramlarında hafif nadir toprak elementler (LREE), iri katyonlu litofil elementler (LILE) ve yüksek değerlikli katyonlar (HFS) açısından orta (MREE) ve ağır nadir toprak elementlerine (HREE) nazaran zenginleşmeler gözlenmiştir. Bu zenginleşmeler kabuksal kirlenmeyi işaret etmektedir.

#### Katkı Belirtme

Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından

2014-FBE-YL187 No'lu yüksek lisans tez projesi olarak desteklenmiştir.

## 5. KAYNAKLAR

1. McKenzie, D.P., 1972. Active Tectonics of the Mediterranean. *Geophysical Journal of the Astronomical Society* 30, 109–185.
2. Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati di Brozolo, F., Villari, L., 1976. Evolution of Volcanism in the Area of Interaction between the Arabian, Anatolian and Iranian Plates Lake Van, Eastern Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 1, 103–112.
3. Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Serri, G., Villari, L., 1980. Geology of the Volcanic Area North of Lake Van, Turkey. *Geologische Rundschau* 69, 292–322.
4. Innocenti, F., Manetti, P., Mazzuoli, R., Pasquare, Villari, L., 1982. Anatolia and Northwestern Iran. In: Thorpe, R.S. (Ed.), *Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks*. Wiley, 327–349, New York.
5. Yılmaz, Y., Şaroğlu, F., Güner, Y., 1987. Initiation of the Neomagmatism in East Anatolia. *Tectonophysics* 134, 177–199.
6. Pearce, J.A., Bender, J.F., De Long, S.E., Kidd, W.S.F., Low, P.J., Guner, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S., Mitchell, J.G., 1990. Genesis of Collision Volcanism in Eastern Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 44, 189–229.
7. Keskin, M., Pearce, J.A., Mitchell, J.G., 1998. Volcano-stratigraphy and Geochemistry of Collision-related Volcanism on the Erzurum–Kars Plateau, North Eastern Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 85, 355–404.
8. Şengör, A.M.C., Özeren, S., Genc, T., Zor, E., 2003. East Anatolian High Plateau As A Mantle-supported, North–south Shortened Domal Structure. *Geophysical Research Letters* 30 (24), 8045. doi:10.1029/2003GL0117858.
9. Barazangi, M., Sandvol, E., Seber, D., 2006. Structure and Tectonic Evolution of the Anatolian Plateau in Eastern Turkey. In: Dilek, Y., Pavlides, S. (Eds.), *Geological Society of America Special Paper*, 409, 463–473.
10. Özdemir, Y., Karaoğlu, Ö., Tolluoğlu, A.Ü., Güleç, N., 2006. Volcano Stratigraphy and Petrogenesis of the Nemrut Stratovolcano (East Anatolian High Plateau): the Most Recent Post-Collisional Volcanism in Turkey. *Chem. Geol.* 226 (3–4), 189–211. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemgeo.2005.09.0209>.
11. Şengör, A.M.C., Özeren, M.S., Keskin, M., Sakıncı, M., Özbakır, A.D., Kayan, I., 2008. Eastern Turkish High Plateau as a Small Turkic-type Orogen: Implications for Post-collisional Crust-forming Processes in Turkic-type Orogens. *Earth Science Reviews* 90, 1–48.
12. Çolakoglu, A.R., Günay, K., Gönçüoğlu, M.C., Oyan, V., Erdogan, K., 2014. Geochemical Evaluation of the Late Maastrichtian Subduction-related Volcanism in the Southern Neotethys in Van area, and a Correlation Across the Turkish-Iranian Border. *Ofioliti* 39 (2), 51e65.
13. Oyan, V., Keskin, M., Lebedev, V.A., Chugaev, A.V., Sharkov, E.V., 2016. Magmatic Evolution of the Early Pliocene Etrusk Stratovolcano, Eastern Anatolian Collision Zone, Turkey, *LITHOS*, 256-257, 88-108.
14. Rolland, Y., 2017. Caucasus Collisional History: Review of data from East Anatolia to West Iran. *Gondwana Research*. doi: 10.1016/j.gr.2017.05.005
15. Cox, K.G., Bell, J.D., Pankhurst, R., 1979. *The Interpretation of Igneous Rocks*. George Allen & Unwin.
16. Irvine, T.N., Baragar, W.R.A., 1971. A Guide to the Chemical Classification of Common Volcanic Rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8, 523-548.
17. Peccerillo, A., Taylor, S.R., 1976. Geochemistry of Eocene Calc-alkaline Volcanic Rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58, 63-81.
18. Turgut, İ.K., Açlan, M., 2016. Şekerbulak (Diyadin-Ağrı) Dolaylarında Yüzeyleyen Kayaçların Mineralojik-Petrografik İncelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Aralık. s.89 (yayınlanmamış).

19. Sun, S.S., McDonough, W.F., 1995. Coposition of the Earth. *Chemical Geology* 120: 223-253. Doi: 10.1016/0009-2541(94)00140-4.
20. Nakamura, N., 1974. Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na, and K in Carbonaceous and Ordinary Chondrites, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 38, 757-775.