



HAYRİYE (FELAHİYE-KAYSERİ) FLORİTLERİNİN NADİR TOPRAK ELEMENT (NTE) JEOKİMYASI

Yusuf URAS¹ , Cihan YALÇIN^{2,*} , Nurdane İLBEYLİ³ , Buğra Gökalp TAPINÇ¹ 

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

² Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Burdur İl Müdürlüğü, Burdur, Türkiye

³ Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

ÖZET

Orta Anadolu Kristalen Kompleksinde intrüzyif kayalara bağlı florit yatakları gelişmiştir. Florit yataklarının kökensel araştırmaları Nadir Toprak Element (NTE) içeriklerine göre yorumlanır. Orta Anadolu Kristalen Kompleksi içerisinde yer alması ve bu kompleks içerisindeki florit yataklarına benzerlikler sunması sebebiyle Hayriye (Felahiye-Kayseri) floritlerinin jeolojik ve NTE içeriklerinin ortaya konulması önem arz eder. Hayriye köyü güneyinde Orta Anadolu siyenitleri ile ilişkili damar tipi epigenetik oluşumlu floritler bulunur. Floritlerin görüldüğü alanlarda siyenitlerde karbonatlaşma ve serisitlenme yaygındır. Hayriye floritlerinin NTE jeokimyası, floritlerin NTE bakımından fakir olduğunu gösterir. Floritler, siyenitler içerisinde gelişmiş kırık ve çatlaklarda hidrotermal evrede oluşmuştur. Cevher oluşumunda ortam düşük sıcaklık ve yüksek oksijen fugasitesine sahiptir. Hayriye floritleri (Tb/Yb)_N-(La/Yb)_N diyagramında New Mexico kristalize alanında, (La/Yb)_N-(Eu/Eu*)_N ve Sr-(Eu/Eu*)_N diyagramlarında Büyükkızılcık floritlerine benzer alanda, Sc/Eu-Sr diyagramında Akdağmadeni floritleri alanında ve Sc-ΣREE diyagramında ise ağır metaller alanında dağılım göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Orta anadolu kristalen kompleksi, Hayriye, Felahiye, Kayseri, Florit, NTE

RARE EARTH ELEMENTS (REE) GEOCHEMISTRY OF HAYRİYE (FELAHİYE-KAYSERİ) FLORITES

ABSTRACT

Fluorite deposits due to intrusive rocks were developed in the Central Anatolian Crystalline Complex. The origin investigations of fluorite deposits are interpreted according to Rare Earth Element contents. Geological and REE contents of Hayriye (Felahiye-Kayseri) fluorites are important because they are located in Central Anatolian Crystalline Complex and show similarities to the fluorite deposits in this complex. To the south of the village of Hayriye, there are vein type epigenetic fluorites associated with the Central Anatolian syenites. Carbonitization and sericitization are common in syenites in areas where fluorites are observed. REE geochemistry of Hayriye fluorites shows that fluorites are poor in REE. Fluorites are formed in the hydrothermal phase in fractures and cracks which developed within syenites. The environment had low temperature and high oxygen fugacity in ore formation. Hayriye fluorites show distribution crystalline are in New Mexico area on (Tb/Yb)_N-(La/Yb)_N diagram, in similar to the Büyükkızılcık fluorites on (La/Yb)_N-(Eu/Eu*)_N and Sr-(Eu/Eu*)_N diagrams, in the area of Akdağmadeni fluorites on Sc/Eu-Sr diagram and in the area of heavy metals on Sc-ΣREE diagram respectively.

Keywords: Central anatolian crystalline complex, Hayriye, Felahiye, Kayseri, Fluorite, REE

1. GİRİŞ

Birçok maden yatağında gang veya cevher minerali olarak oluşan florit en farklı renk çeşitliliğine sahip minerallerden biridir. Florit manto kökenli magmatik kütlelerde veya normal deniz suyunda evaporasyona bağlı olarak mineralleşebilmektedir. Düşük sıcaklıktan yüksek sıcaklık şartlarına kadar birçok evrede oluşan floritler [1] genellikle kurşun çinko yataklarında birincil mineral olarak ortaya çıkmaktadır [2].

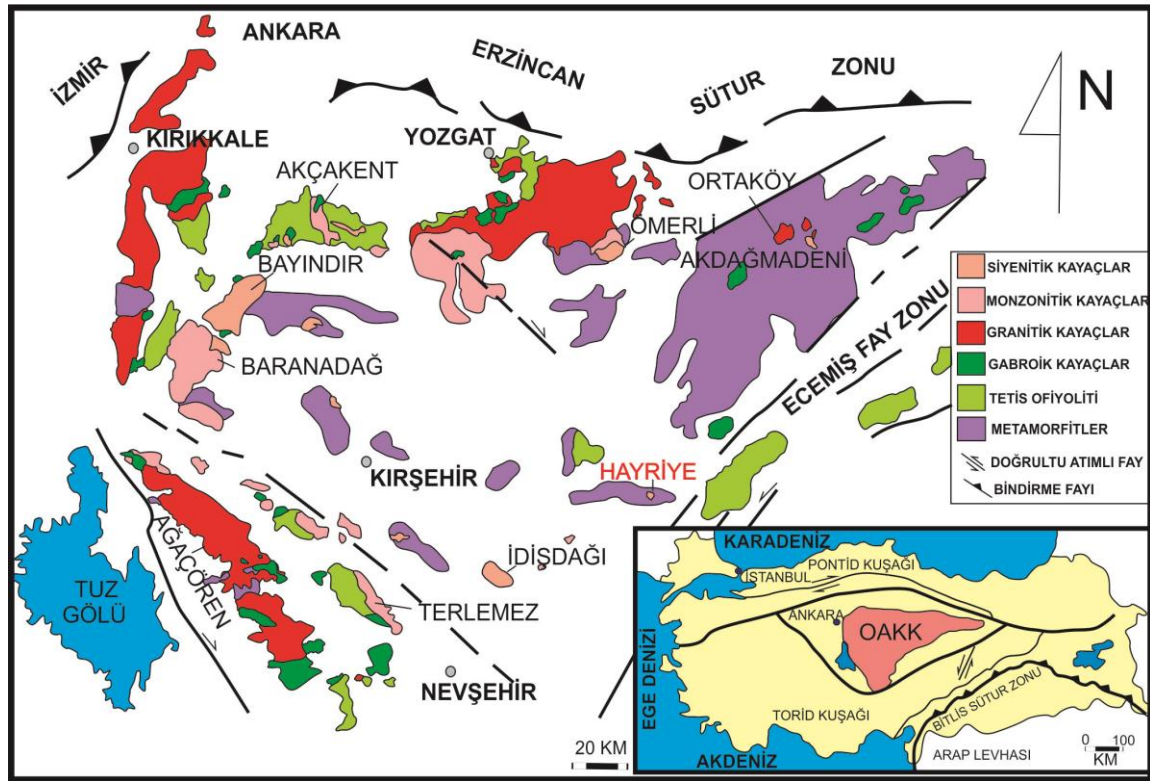
Türkiye'deki florit yataklarının çoğu Neo-Tetis okyanusunun kapanmasına bağlı olarak gelişen alkali magmatizma ile ilişkilidir [3]. Türkiye'deki Nadir Toprak Elementlerce zengin florit yatakları yan kayaların türlerine bağlı olarak üç sınıfa

* Sorumlu yazar / Corresponding author, cihan.yalcin@sanayi.gov.tr

Geliş / Received: 09.08.2019 Kabul / Accepted: 29.11.2019 doi: 10.28948/ngumuh.604350

ayrılmıştır: (i) karbonatit, (ii) alkali magmatik kayaç ve (iii) kireçtaşı [4]. Öztürk vd. [5] bu yatakların çarpışma sonrası magmatizma ile ilişkili olarak geliştiğini ve cevher oluşturan akışkanların diğer kaynaklardan da beslendiğini belirtmiştir.

Birçok florit yatağını bünyesinde bulunduran Orta Anadolu'da metamorfik, ofiyolitik magmatik kayaçlar yer almaktadır (Şekil 1). Bu birliktelik Orta Anadolu Kristalen Kompleksi (OAKK) olarak adlandırılmıştır [6]. OAKK batıda Tuzgölü fayı, doğuda Ecemiş fay zonu ve kuzeyde ise İzmir-Ankara- Erzinan kenet zonuyla sınırlanmıştır [6-9] (Şekil 1). OAKK içerisinde yaklaşık benzer yaşlı intrüzif kayaçlar kalkalkalen, subalkalen ve alkalen özelliklere sahiptir [10-12]. OAKK içerisinde bileşimleri monzodiyoritten granit kadar değişen farklı intrüzif kayaç türleri yer almaktadır [13]. Üst Kretase yaşlı kalkalkalen, subalkalen ve alkalen intrüzif kayaçlar, metamorfik temele ve ofiyolitik birimlere sokulum yapmıştır [3]. Nefelin siyenit bileşimindeki kayaçlar ile [3] alkali magmatizmanın son ürünü olan siyenitik kayaçların kırık ve çatlaklarında [14] florit damarlarının geliştiği belirlenmiştir. OAKK içerisinde farklı bölgelerde yer alan florit yataklarında jeoloji, jeokimya ve mikrotermometrik çalışmalar yapılmıştır [14-19]. OAKK içerisinde yer alan Hayriye köyü (Felahiye-Kayseri) (Şekil 1) civarında magmatik kayaçlar ile ilişkili floritler bulunmaktadır. OAKK içerisinde yer alması ve daha önce ayrıntılı olarak incelenmemesi sebebiyle bu bölgedeki florit oluşumunun jeoloji, petrografi ve jeokimyasının aydınlatılması önemlidir.



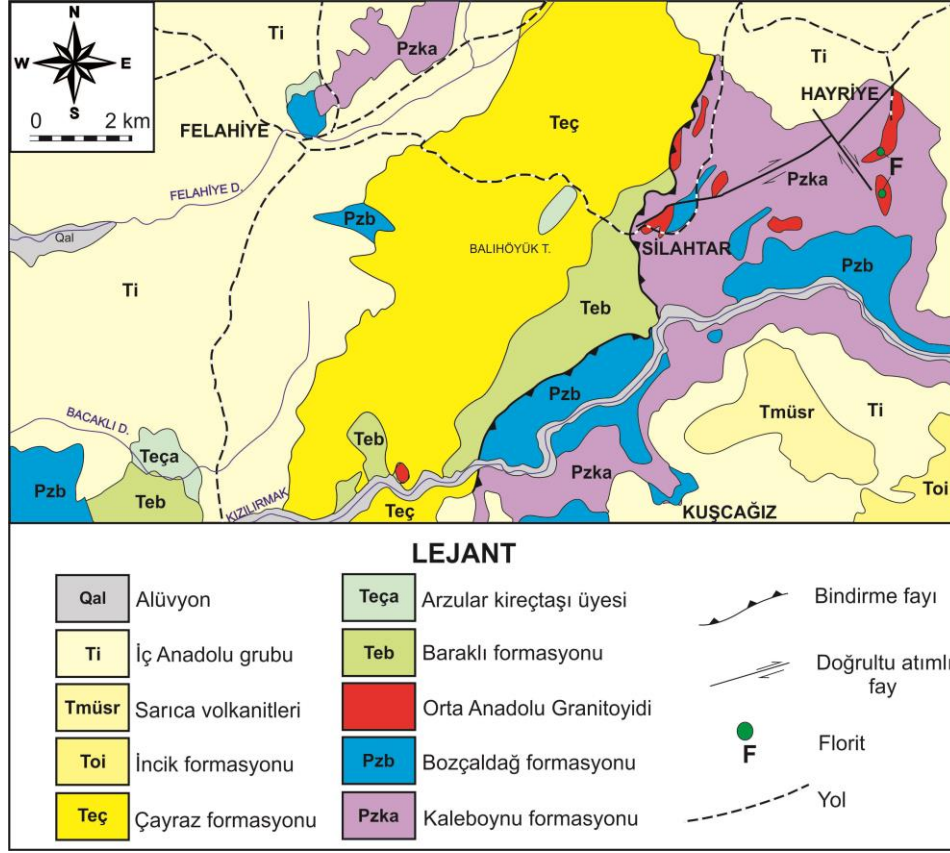
Şekil 1. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığının (OAKK) jeoloji haritası ve inceleme alanının konumu (Kadioğlu vd., [3]'den değiştirilmiştir)

1.1. Jeolojik Özellikler

Orta Anadolu Kristalen Kompleksi (OAKK) [6] Kırşehir, Akdağ ve Niğde masifine ait metamorfik kayaçlar, ofiyolitler ve magmatik sokulumlardan oluşmaktadır [3, 20-22]. OAKK içerisinde yer alan Hayriye (Felahiye-Kayseri) civarının temelini, metamorfik kayaçlardan oluşan Kaleboynu formasyonu [23] oluşturmaktadır. Bu kayaçlar Felahiye kuzeydoğusu ve Hayriye köyü güneyinde geniş alanlarda mostra vermektedir (Şekil 2). Metamorfik temel üzerine ince-orta-kalın kalınlıktaki metakarbonatlardan oluşan Bozçaldağı formasyonu [24] gelmektedir (Şekil 2). Bu iki yaşlı birim Hayriye ve Silahtar köyü civarında Orta Anadolu plutonik kayaçları tarafından [25] kesilmektedir (Şekil 2). Siyenitik kayaçlardan oluşan bu birim içerisinde, Th anomalilere neden olan florit damarlarının olduğu belirtilmiştir [26].

Bu kayaçların üzerine Baraklı [27], Çayraz [28] ve İncik [29] formasyonlarına ait sedimanter kayaçlar gelmektedir (Şekil 2). Üst seviyelerde ise volkanik ve volkanoklastik kayaçlardan oluşan Sarıca volkanikleri [30] ve İç Anadolu grubuna ait Neojen yaşlı karasal çökeller [25] yer almaktadır. Kuvaterner yaşlı alüvyonlar bölgenin en genç birimini temsil etmektedir (Şekil 2). İnceleme alanında KD-GB uzanımlı bindirme zonu ile Hayriye köyü güneyinde sağ yönlü doğrultu atımlı fay zonu yer almaktadır [31].

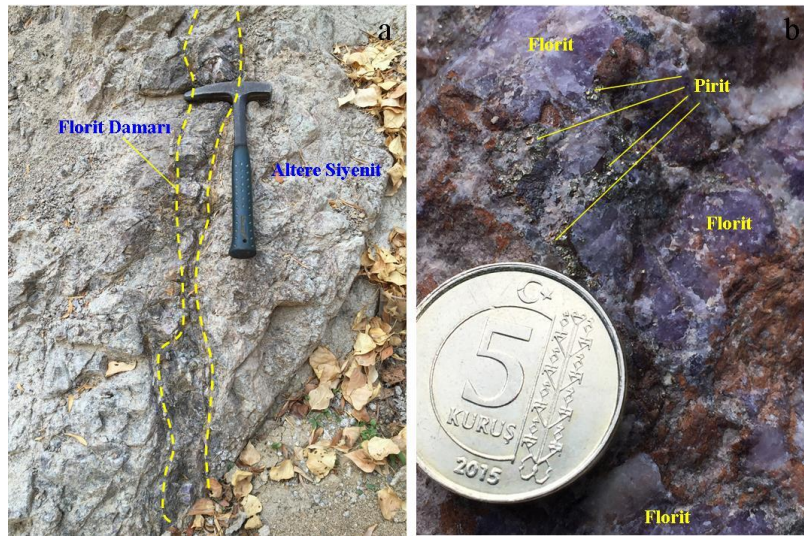
HAYRİYE (FELAHİYE-KAYSERİ) FLORİTLERİNİN NADİR TOPRAK ELEMENT (NTE) JEOKİMYASI



Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası (Dalkılıç vd., [31]'den değiştirilmiştir).

1.2. Cevherleşme

Hayriye florit cevherleşmesi Orta Anadolu intrüzif kayaları içerisinde gözlenmektedir. Altere siyenitlerdeki kırık ve çatlaklarda damar tipi (Şekil 3a) şeklinde gözlenen cevherleşme epijenetik oluşumdur. Damar kalınlıkları 5 ile 20 cm arasında değişmektedir. Bu bölgede gözlenen floritler mor renkli olup, yer yer pirit minerallerine de rastlanılmaktadır (Şekil 3b). Cevher damarının uzunluğu 1 metreyi geçmemektedir.



Şekil 3. a. Altere siyenit ve florit damarının, b. Mor renkli florit ve pirit mineralinin görünümü.

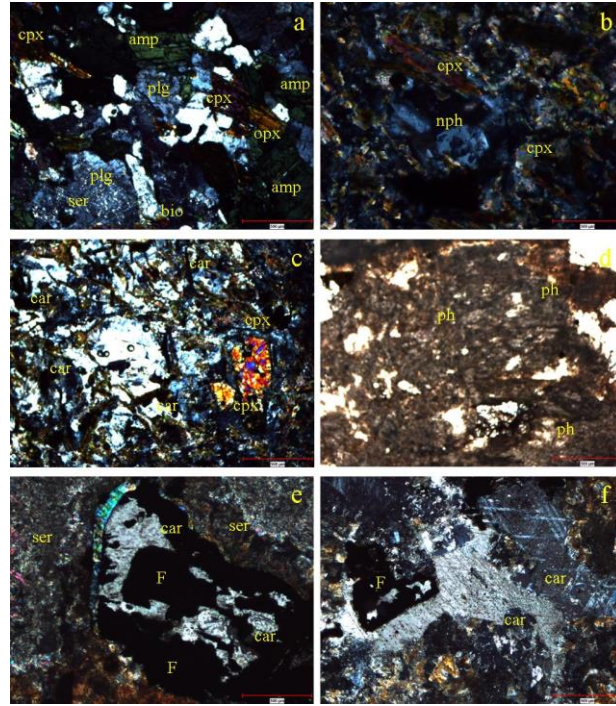
2. MATERYAL VE METOT

Hayriye (Felahiye-Kayseri) güneyinde gözlenen floritler yerinde incelenmiş ve florit ve yan kayalardan örnekler alınmıştır. Sahadan alınan örneklerin petrografik incelemesi için Çukurova Üniversitesi ince kesit laboratuvarında kesitler hazırlanmış ve polarizan mikroskopta incelenmiştir. Sahadan alınan 12 adet florit örnekleri ise toz haline getirilip 5'er gramlık numuneler halinde paketlenmiş ve Acme Laboratuvarına (Vancouver-Canada) gönderilmiştir. Floritlerin majör oksit, iz element, flor ve Nadir Toprak Elementi (NTE) analizi LİBO₂ FUSION cihazında, ICP-MS yöntemiyle gerçekleştirilmiş ve sonuçlar diyagramlarda değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Petrografi

Floritlerin görüldüğü siyenitler polarizan mikroskopta incelendiğinde kayacıkta başlıca klinopiroksen, ortopiroksen, amfibol, biyotit, plajiyoklas ve ikincil serisit minerallerinin olduğu ve holokristalen dokulu olduğu (Şekil 3a) görülmektedir. Bazı örneklerde nefelin (Şekil 3b) ve cevhere yakın alanlardaki siyenitlerde ise karbonatlaşma yaygındır (Şekil 3c). Florit damarına yakın alanlarda fenit zonları (Şekil 3d), floritli örneklerde ise (Şekil 3e-f) karbonatlaşma ve serisitleşme geliştiği gözlenmektedir.



Şekil 4. a. Siyenitlerin b. Nefelinli siyenitlerin, c. karbonatlaşmanın, d. Fenit zonun, e-f. Floritli örneklerde karbonatlaşma ve serisit polarizan mikroskop görünümü. Cpx: klinopiroksen, opx: ortopiroksen, bio: biyotit, amp: amfibol, plg: plajiyoklas, nph: nefelin, ph: fenit, car: karbonatlaşma, ser: serisit, F: florit

3.2. Jeokimya

Maden yataklarının jenezinin ortaya konulması için Nadir toprak elementleri (NTE) önemli bir parametredir. Bu sebeple birçok maden yatağının kökensel araştırmasında NTE davranışları kullanılmaktadır.

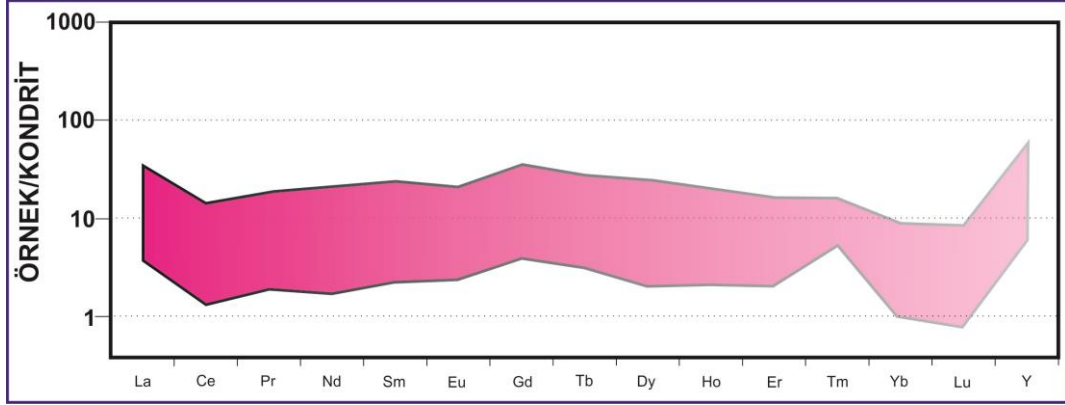
Hayriye floritlerinin NTE analizi ile birlikte majör oksit, iz element ve florit analizi gerçekleştirilmiştir (Tablo 1). Analiz değerlerine göre Hayriye floritlerinde % F 12,2-35,8 aralığında ve % Ca 29,65-45,57 aralığındadır. Floritlerin NTE içerikleri 0,02 ile 8,2 ppm arasında değişmekte ve toplamda ise 443,5 ppm ΣNTE bulunmaktadır. Bu durum Hayriye floritlerinin NTE bakımından fakir olduklarını göstermektedir.

HAYRİYE (FELAHİYE-KAYSERİ) FLORİTLERİNİN NADİR TOPRAK ELEMENT (NTE) JEOKİMYASI

Tablo 1. Floritlerin majör-okisit, flor ve iz element içerikleri ve hesaplamaları

	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	F-10	F-11	F-12
SiO ₂ (%)	0,18	0,14	3,68	8,78	9,27	4,32	2,49	2,52	6,74	1,45	0,22	0,14
Al ₂ O ₃ (%)	0,24	0,60	0,40	0,19	0,22	0,27	0,37	0,42	0,39	0,32	0,11	0,32
Fe ₂ O ₃ (%)	0,16	0,10	0,80	0,40	0,90	0,06	0,10	0,14	0,30	0,22	0,12	0,14
K ₂ O(%)	0,09	0,11	0,10	0,12	0,07	0,17	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,05
P ₂ O ₅ (%)	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02
MgO (%)	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,03
CaO (%)	63,41	42,30	42,51	41,54	43,20	51,41	63,54	63,32	58,44	62,31	56,64	69,90
Ca(%)	42,29	30,21	30,36	29,67	30,85	36,72	45,38	45,22	41,74	44,50	43,44	45,55
Sc (ppm)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Sr (ppm)	37,6	36,4	31,3	32,3	24,2	37,0	38,4	38,8	39,9	35,8	33,4	41,2
F%	21,69	12,2	13,05	14,09	18,8	35,8	20,00	19,88	20,5	19,78	21,2	19,67
La (ppm)	3,4	5,1	4,6	4,2	4,9	5,3	2,8	2,6	3,7	2,3	2,9	3,4
Ce (ppm)	6,0	8,2	6,0	7,0	7,5	5,1	5,3	6,4	5,6	6,2	5,9	6,2
Pr (ppm)	0,97	1,12	0,91	0,82	1,09	0,84	0,85	0,90	0,90	0,84	0,99	0,87
Nd (ppm)	4,6	4,5	3,8	3,4	3,2	3,9	4,3	4,3	4,3	3,2	3,5	4,1
Sm (ppm)	1,26	0,84	0,72	0,82	0,71	1,11	1,11	1,29	1,06	1,27	1,33	1,32
Eu (ppm)	0,32	0,18	0,14	0,12	0,14	0,24	0,27	0,34	0,31	0,31	0,33	0,41
Gd (ppm)	1,85	0,90	0,75	0,82	0,78	1,44	1,64	1,74	1,53	1,58	1,59	1,61
Tb (ppm)	0,32	0,15	0,12	0,11	0,12	0,24	0,28	0,33	0,27	0,31	0,33	0,35
Dy (ppm)	2,02	0,91	0,79	0,64	0,74	1,47	1,60	2,16	1,69	2,12	3,10	3,00
Ho (ppm)	0,40	0,20	0,18	0,14	0,18	0,21	0,39	0,44	0,38	0,41	0,44	0,51
Er (ppm)	1,07	0,59	0,38	0,28	0,45	0,71	0,99	1,16	0,95	1,15	1,16	1,21
Tm(ppm)	0,12	0,05	0,05	0,05	0,06	0,10	0,10	0,12	0,10	0,11	0,13	0,15
Yb (ppm)	0,66	0,32	0,24	0,34	0,31	0,49	0,58	0,62	0,61	0,59	0,61	0,66
Lu (ppm)	0,08	0,04	0,03	0,02	0,09	0,07	0,07	0,08	0,07	0,09	0,10	0,08
Y (ppm)	25,0	14,3	13,0	12,0	13,2	24,3	24,5	25,8	22,2	24,4	25,5	23,6
Hf (ppm)	0,2	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,5
Ce\Yb	9,09	25,63	25,00	20,59	24,19	10,41	9,14	10,32	9,18	10,51	11,12	11,20
Tb \La	0,094	0,029	0,026	0,026	0,024	0,045	0,100	0,127	0,073	0,135	0,420	0,250
Tb\Ca*10 ⁶	0,000 00075 7	0,0000 00497	0,0000 00395	0,0000 00371	0,0000 00389	0,0000 00654	0,0000 00617	0,0000 00730	0,0000 00647	0,0000 00697	0,0000 00764	0,0000 00645
Ce\Ce*	0,8	0,8	0,7	0,9	0,8	0,6	0,8	1,0	0,8	1,1	1,2	0,9
Eu\Eu*	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8
ΣREE	44,67	32,30	27,11	26,56	28,57	40,22	41,98	45,68	39,97	42,58	33,85	40,01

Floritlerin NTE içerikleri Kondrite [32] göre normalize edilmiş ve diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 5). Diyagrama göre belirgin bir fraksiyonlaşmanın olmadığı, ağır nadir toprak elementlerinin (ANTE) geç evrede oluşan minerallerde bir zenginleşme gösterdiği, orta nadir toprak elementleri (ONTE) içeriklerinin yüksek değerler sunduğu ve hafif nadir toprak elementlerinin (HNTE), ONTE ve ANTE değerlerine göre daha az zenginleştiği belirlenmiştir.

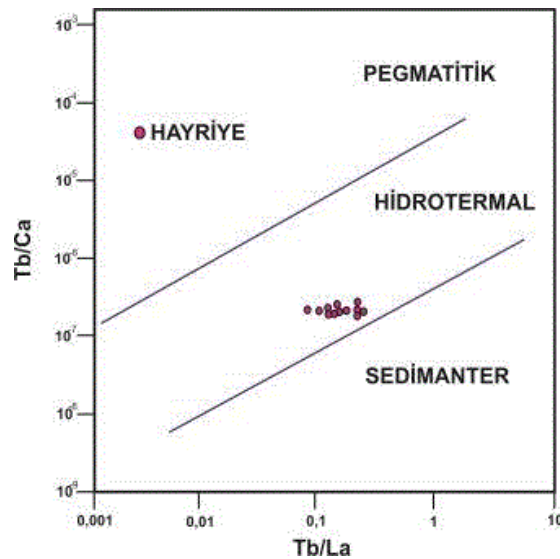


Şekil 5. Hayriye (Felahiye-Kayseri) floritlerinin kondrite göre normalize edilmiş Lantanid diyagramı

3.3. Tartışma

Eu/Eu* ve Ce/Ce* oranları cevherleşme ortamının oksijen içeriği hakkında önemli bilgiler sunmaktadır [33]. Ce/Ce* ve Eu/Eu* oranları $Ce/Ce^* = Ce_N / (La_N Pr_N)_{1/2}$ ve $Eu/Eu^* = Eu_N / (Sm_N \times Gd_N)_{1/2}$ şeklinde hesaplanmaktadır [34-36]. Eu/Eu* değerleri >1 ise ortamda yeteri miktarda oksijen olması durumunda Eu^{+2} oksitlenerek Eu^{+3} 'e dönüşür ve floritlerin yapısına girer [2]. Ce/Ce* değerleri <1 ise Ce oksijenle birleşerek CeO_2 şeklinde çökelir ve böylece floritlerin yapısına giremez. Bu sebeple Kondrite göre normalize edilmiş diyagramlarda Ce negatif, Eu ise pozitif bir anomali sunmaktadır [32]. Floritlerde pozitif Ce anomalisi gözlenmesi hidrotermal sıvıların kaynağında düşük oksijen fugasitesinin varlığını, negatif Eu anomalisi gözlenmesi ise bu koşulların cevherleşme ortamında da devam ettiğini göstermektedir [37-38]. Hayriye floritlerinde Eu açısından küçük miktarda bir zenginleşme görülmektedir. Negatif Ce anomalisi ise yüksek oksijen fugasitesine işaret etmektedir.

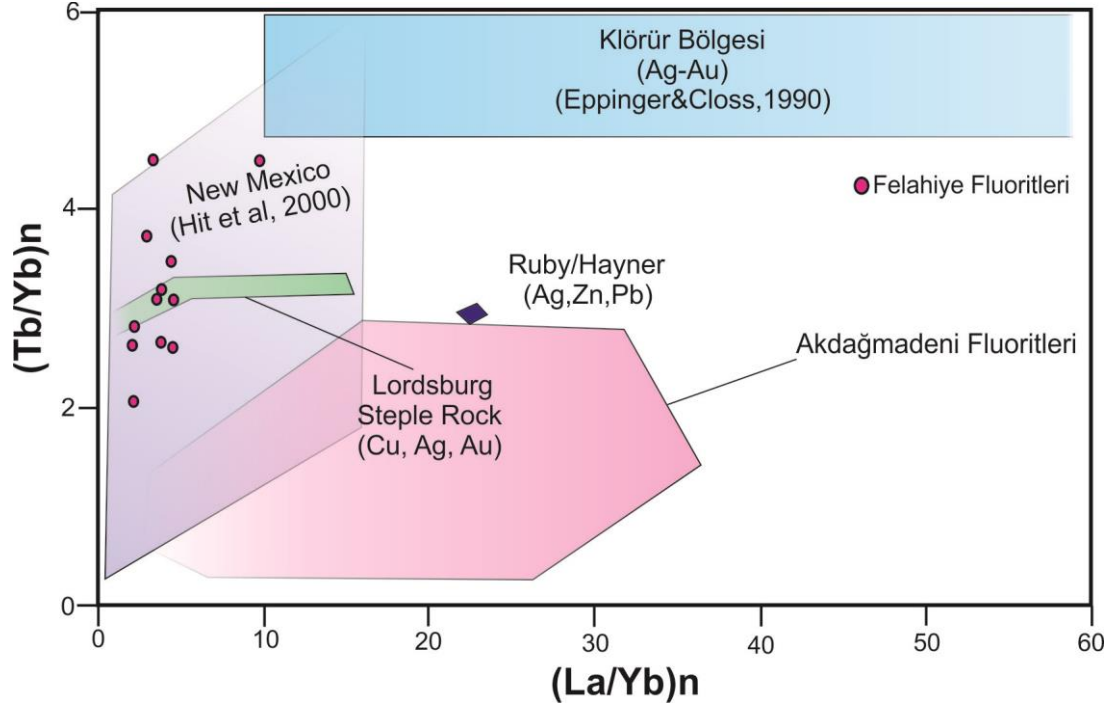
Florit oluşumu anında Lantanyum (La) ve Terbiyum (Tb) yoğun bir ayrışmaya uğramaktadır. Bu nedenle Tb/La ve Tb/Ca oranları, oluşum ortamlarının ve ayrışma derecesinin belirlenmesinde ve oluşum ortamının belirlenmesinde kullanılmaktadır [34, 37, 39]. Floritlerin kökensel olarak belirlenmesi için kullanılan Tb/Ca - Tb/La diyagramında Hayriye floritlerinin hidrotermal kökenli olduğu görülmektedir (Şekil 6).



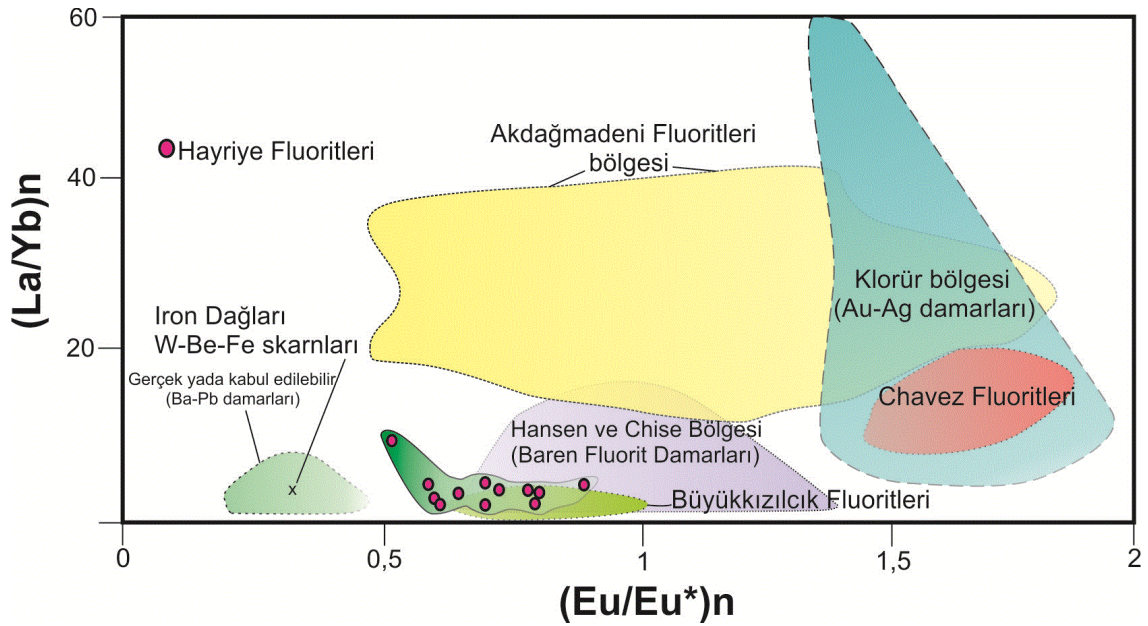
Şekil 6. Floritlerin Tb/La-Tb/Ca [34] diyagramındaki yeri

HAYRİYE (FELAHİYE-KAYSERİ) FLORİTLERİNİN NADİR TOPRAK ELEMENT (NTE) JEOKİMYASI

Hayriye floritlerinin NTE jeokimyası değerlerine göre, floritler $(Tb/Yb)_N$ - $(La/Yb)_N$ diyagramında Hill vd., [1] tarafından öne sürülen kristalize edilmiş bölgede dağılım göstermekte (Şekil 7), $(La/Yb)_N$ ve $(Eu/Eu*)_N$ oranlarının karşılaştırılmasıyla elde edilen diyagramda ise siyenitik kayalarda gözlenen Büyükkızılılık floritleri ile yaklaşık aynı bölgede dağılım göstermektedir (Şekil 8). Büyükkızılılık floritleri altere siyenitler içerisindeki kırık düzlemlerinde gözlenmektedir [40]. Hidrotermal oluşumlu floritler NTE içeriği bakımından fakirdir [40]. Bu özelliği ile bu yatak Felahiye floritlerine benzerlik göstermektedir.



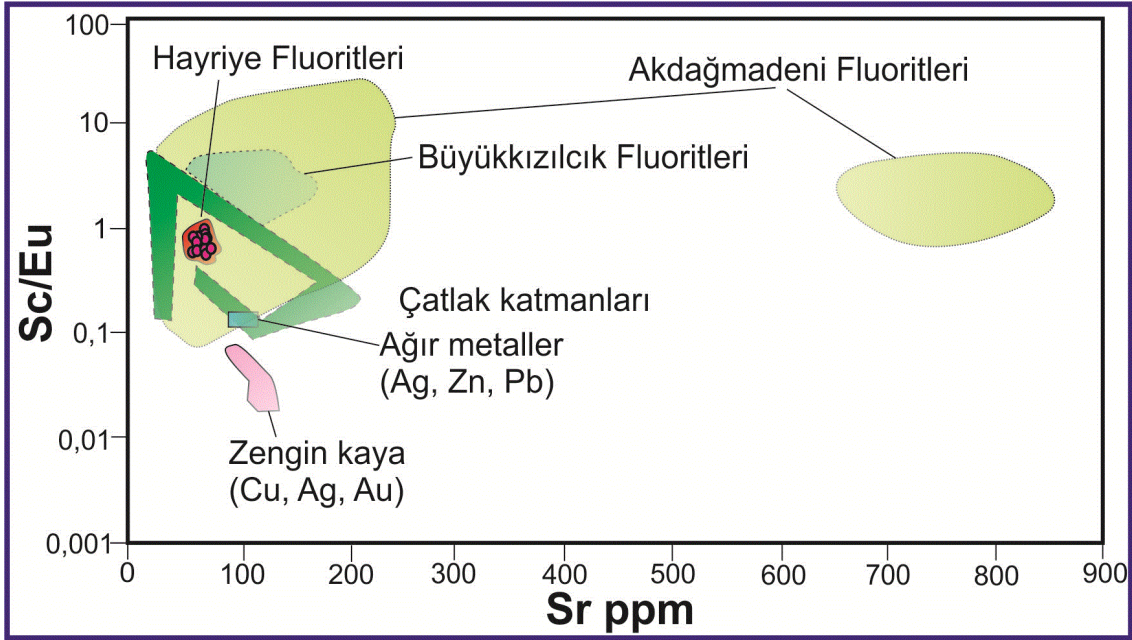
Şekil 7. $(Tb/Yb)_N$ ve $(La/Yb)_N$ oranlarının karşılaştırılması sonucu Hayriye floritlerinin dağılımı (Şaşmaz vd. [39]'den değiştirilmiştir)



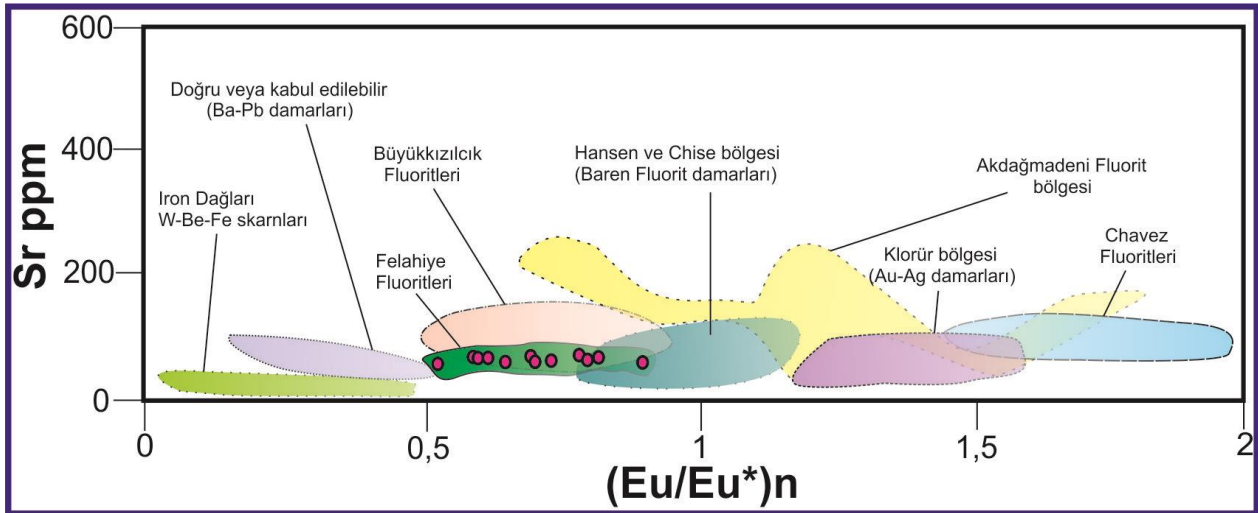
Şekil 8. $(La/Yb)_N$ ve $(Eu/Eu*)_N$ diyagramında Hayriye floritlerinin dağılımı (Şaşmaz vd., [39] ve Uras ve Çalışkan [40]'den değiştirilmiştir)

Y. Uras, C. Yalçın, N. İlbeyli, B.G. Tapınç

Sc/Eu ve Sr diyagramında Hayriye floritleri, alkali granitler ile ilişkili Akdağmadeni floritleri [39] alanında dağılım göstermektedir (Şekil 9). Sr-(Eu/Eu*)_N değerlerinin karşılaştırılmasıyla elde edilen diyagramda ise Eu/Eu* değerlerinin negatif yönde olması florit oluşumunda ortamda oksijenin az olduğunu ve bu özelliği ile Büyükkızılılık floritleri ile benzer dağılım gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 10).



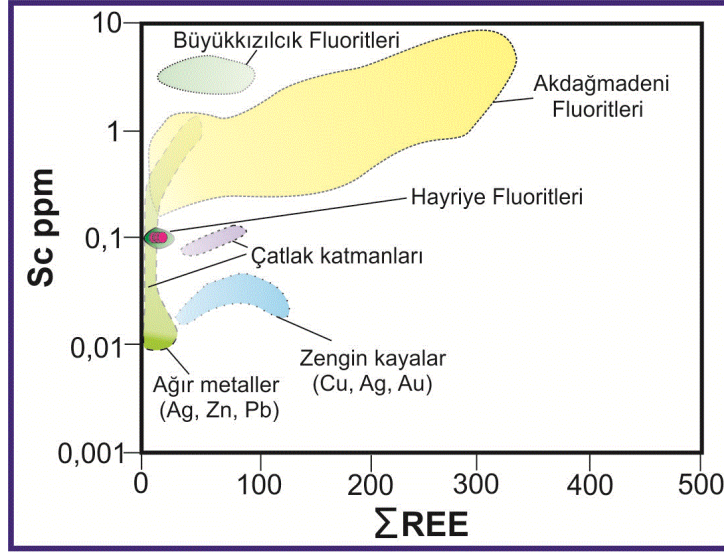
Şekil 9. Sr-Sc/Eu diyagramında floritlerin dağılımı (Şaşmaz vd., [39] ve Uras ve Çalışkan [40]'den değiştirilmiştir).



Şekil 10. Sr-(Eu/Eu*)_N diyagramında floritlerin dağılımı (Şaşmaz vd., [39] ve Uras ve Çalışkan [40]'den değiştirilmiştir)

Sc ve Toplam NTE oranlarının karşılaştırılması ile Hayriye floritlerinin NTE bakımından oldukça fakir bir bölgeye düştüğü ve ağır metallere benzer dağılım gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 11).

HAYRİYE (FELAHİYE-KAYSERİ) FLORİTLERİNİN NADİR TOPRAK ELEMENT (NTE) JEOKİMYASI



Şekil 11. Toplam nadir toprak elementi (Σ REE) ve Sc (ppm) diyagramı (Şaşmaz vd., [39] ve Uras ve Çalışkan [40]'den değiştirilmiştir)

Yaman [41], Orta Anadolu Kristalen Kompleksi içerisindeki, Kaman ve Akçakent floritlerinin siyenitik kayalar ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Kaman ve Akçakent floritleri dışında bu kompleks içerisinde yer alan Bayındır, Yeniyan, İshocalı, Alışar ve Eşrefli florit oluşumlarının da nefelin siyenit ve siyenitler içerisinde geliştiği belirlenmiştir [14, 42]. Kadioğlu ve Deniz [43], Orta Anadolu Kristalen Kompleksindeki florit oluşumlarının silikatca fakir alkalin magmatizma ile ilişkili olduğunu ve NTE içeriklerinin nispeten daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Coşanay vd. [19] ise Orta Anadolu'da gözlenen floritlerin mikrotermometrik özelliklerini ve jeokimyasal özelliklerini ortaya koymuştur. Azizi vd. [44] İran'da Markazi bölgesindeki floritleri incelemiş ve damar tipi şeklindeki floritlerin NTE bakımından fakir olduğunu belirtmiştir. Uras vd. [45-46] Orta Toroslar'da karbonatlı kayalar içerisinde yer alan floritlerin NTE'ce fakir olduğunu, Malatya floritlerinin ise NTE'ce nispeten zengin olduğunu ve Kuluncak ve Yeşilyurt florit oluşumlarının farklı evrede olduğunu belirtmiştir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma ile Orta Anadolu Kristalen Kompleksi içerisindeki siyenitik kayalarda gözlenen Hayriye floritlerinin epijenetik oluşumlu ve damar tipi şeklinde olduğu belirlenmiştir. Damar uzunlukları 1 metreyi geçmediği için ekonomik değildir. Mor renkli floritler Orta Anadolu intrüziyeleri içerisindeki kırık düzlemlerinde gözlenmektedir. Analiz değerlerine göre Hayriye floritlerinde % F 12,2-35,8 aralığında ve % Ca 29,65-45,57 aralığındadır. Floritlerin NTE içerikleri 0,02 ile 8,2 ppm arasında değişmekte ve toplamda ise 443,5 ppm Σ NTE bulunmaktadır. Bu durum Hayriye floritlerinin NTE bakımından fakir olduklarını göstermektedir. Floritlerin NTE kimyasına göre oluşumu kırık hatlarında dolaşan hidrotermal suları işaret etmektedir. Hayriye floritlerinde Eu açısından az miktarda bir zenginleşme görülmektedir. Negatif Ce anomalisi ise yüksek oksijen fugasitesine işaret etmektedir.

Hayriye floritleri diyagramlarda dünyada bilinen diğer yataklar ile karşılaştırılmıştır. Floritlerin $(Tb/Yb)_N-(La/Yb)_N$ diyagramında New Mexico kristalize alanında, $(La/Yb)_N-(Eu/Eu^*)_N$ ve $Sr-(Eu/Eu^*)_N$ diyagramlarında Büyük kızılçık floritlerine benzer alanda, Sc/Eu-Sr diyagramında Akdağmadeni floritleri alanında ve Sc- Σ REE diyagramında ise ağır metaller alanında dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] G.T. Hill, A.R. Campbell, P.R. Kyle, "Geochemistry of Southwestern New Mexico Fluorite Occurrences Implications for Precious Metals Exploration in Fluorite-bearing Systems", *Journal of Geochemical Exploration*, 68, 1-20, 2000.
- [2] J. Constantopoulos, "Fluid Inclusions and Rare Earth Element Geochemistry of Fluorite from South-Central Idaho", *Economic Geology*, 83, 626-636, 1988.

- [3] Y.K. Kadioğlu, Y. Dilek, K.A. Foland, “Slab Break-off and Syncollisional Origin of the Late Cretaceous Magmatism in the Central Anatolian Crystalline Complex”, *Geological Society of America*, Special Paper No.409, 381-415, 2006.
- [4] S. Altuncu, “Türkiye Florit Yataklarının Oluşumlarının Karşılaştırmalı İncelenmesi”, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2009.
- [5] H. Öztürk, S. Altuncu, N. Hanilçi, C. Kasapçı, K.M. Goodenough, “Rare Earth Element-Bearing Fluorite Deposits of Turkey; An Overview”, *Ore Geology Reviews*, 105, 426-444, 2019.
- [6] M.C. Göncüoğlu, V. Toprak, İ. Kuşçu, A. Erler, E. Olgun, “Geology of the Western Part of the Central Anatolian Massif, Part 1: Southern Section”, *Unpubl. Report No. 2909*. Ankara, Turkey: Turkish Petroleum Company (in Turkish), 1991.
- [7] N. Görür, F.Y. Oktay, I. Seymen, A.M.C. Şengör, “Paleotectonic Evolution of Tuzgölü basin complex, Central Turkey: Sedimentary record of a Neotethyan closure”, In: Dixon, J.E. and Robertson, A.H.F., *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*, Blackwell Sci. Publ., Edinburgh, 467-482, 1984.
- [8] A. Erler, H. Bayhan, “Orta Anadolu Granitoidlerinin Genel Değerlendirilmesi ve Sorunları”, *Yerbilimleri*, 17, 49-67, 1995.
- [9] N.S. Aydın, M.C. Göncüoğlu, A. Erler, “Latest Cretaceous Magmatism in the Central Anatolian Crystalline Complex: Review of Field, Petrographic and Geochemical Features”, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 7, 259-268, 1998.
- [10] N. İlbeyli, J.A. Pearce, M.F. Thirlwall, J.G. Mitchell, “Petrogenesis of Collision-Related Plutonics in Central Anatolia, Turkey”, *Lithos*, 72, 163-182, 2004.
- [11] N. İlbeyli, “Field, Petrographic And Geochemical Characteristics of The Hamit Alkaline Intrusion In The Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey”, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13, 269-286, 2004.
- [12] İ. Özgenç, N. İlbeyli, “Geochemical Constraints on Petrogenesis of Late Cretaceous Alkaline Magmatism In East-Central Anatolia (Hasancelebi-Basören, Malatya), Turkey”, *Mineralogy and Petrology*, 95, 71-85, 2009.
- [13] N. İlbeyli, J.A. Pearce, I.G. Meighan, A. Fallick, “Contemporaneous Late Cretaceous Calc-Alkaline and Alkaline Magmatism in Central Anatolia, Turkey: Oxygen Isotope Constraints on Petrogenesis”, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 18, 529-547, 2009.
- [14] Ş. Koç, A. Özşahin, Ö. Özmen, “A Comparison Between Fluorite Mineralizations in the Central Anatolian Massif in Regard to Trace Element Contents”, *Geochemistry International*, 45(5), 509-517, 2007.
- [15] S. Yaman, “Akçakent (Çiçekdağı-Kırşehir) yöresi Florit Yataklarının Jeolojisi ve Sıvı Kapanım Çalışmaları”, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 22, 73-78, 1985.
- [16] Y. Genç, “Genesis of the Neogene Interstratal Karst-Type Pöhrenk Fluorite-Barite (Lead) Deposit (Kırşehir, Central Anatolia, Turkey)”, *Ore Geology Reviews*, 29, 105-117, 2006.
- [17] A. Şaşmaz, F. Yavuz, “REE Geochemistry and Fluid-Inclusion Studies of Fluorite Deposits from the Yaylagözü Area (Yıldızeli-Sivas) in Central Turkey”, *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen*, 183(2), 215-226, 2007.
- [18] Y. Uras, “Pöhrenk (Kırşehir) florit yataklarının kökensel incelemesi”, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 119 s, 2007.
- [19] P. Coşanay, E. Varol, N. Çevik, C. Kızılkıran, H. Mutlu, Ş. Koç, “Geochemical, Microthermometric and Isotopic Constraints on the Origin of Fluorite Deposits in Central Anatolia, Turkey”, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 26(3), 206-226, 2017.
- [20] İ. Ketin, “Anadolu’nun Tektonik Birlikleri”, MTA Bülteni, 66, 20-34, 1966.
- [21] A.M.C. Şengör, Y. Yılmaz, “Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach”, *Tectonophysics*, 75, 181-241, 1981.
- [22] A.I. Okay, O. Tüysüz, “Tethyan Sutures of Northern Turkey. In The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen (eds B.Durand, L. Jolivet, F.Hovarth and M. Séranne)”, *Geological Society of London*, Special Publication no.156, pp. 475-515, 1999.
- [23] M.C. Göncüoğlu, “Niğde Masifinin Jeolojisi”, *Türkiye Jeoloji Kurumu, İç Anadolunun Jeolojisi Sempozyumu*, 16-19, 1981.
- [24] İ. Seymen, “Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir Masifinin Stratigrafisi ve Metamorfizması”, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24, 101-108, 1981.
- [25] M. Dönmez, Z.R. Bilgin, A.E. Akçay, H. Kara, A.H. Yergök, K. Esentürk, “1/100.000 Ölçekli Açın-sama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kırşehir-İ31 paftası, No: 46”, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınları*, Ankara, 2005.
- [26] E. Çiftçi, “Karbonatitler: Genel Özellikleri, Türkiye’den Örnekler ve Nadir Yer Yuvarı Elementler ile İlişkisi”, s.58-59, *MTA Bilimsel Etkinlikler Haftası Bildiri Özleri Kitabı*, ISBN: 978-605-9516-15-0, Ankara, 2017.
- [27] H. Kara, M. Dönmez, “1/100.000 ölçekli, Açın-sama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kırşehir G17 Paftası, No:34”, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*, Ankara, 1990.
- [28] C.C. Schmidt, “AR/MEM/365-366-367 sahalarının nihai terk raporu”, Petrol İşleri Gen. Müd. (yayınlanmamış), Ankara, 1960.

HAYRİYE (FELAHİYE-KAYSERİ) FLORİTLERİNİN NADİR TOPRAK ELEMENT (NTE) JEOKİMYASI

- [29] S. Birgili, R. Yoldaş, G.Ünalın, “Çankırı-Çorum havzasının jeolojisi ve petrol olanakları”, *M.T.A. Rap. No. 5621*, 1975.
- [30] M. Dönmez, A. Türkecan, A.E. Akçay, “Kayseri-Niğde-Nevşehir Yöresi Tersiyer Volkanitleri”, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No:10575*, Ankara, (yayımlanmamış), 2003.
- [31] H. Dalkılıç, M. Dönmez, A.E. Akçay, “1/100.000 Ölçekli Jeoloji Haritaları, Yozgat J35 Paftası”, Jeoloji Etütleri Dairesi, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*, Ankara, 2007.
- [32] N.M. Evensen, P.J. Hamilton, R.K. O’Nions, “Rare Earth Abundances in Chondritic Meteorite”, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 42, 1199-1212, 1978.
- [33] H. Rollinson, “*Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation. Longman Scientific and Technical*”, New York, 352 p, 1993.
- [34] P. Möller, G. Morteani, “*On the Chemical Fractionation of Rare Earth Elements During the Formation of Ca-minerals and its Application to Problems of the Genesis of Ore Deposits*”, In: August-it his SS (ed) sources, transport and deposition of metals. Balkema, Rotterdam, pp: 91-94, 1983.
- [35] D.A.S. Palmer, A.E. Willams-Jones, “Genesis of the Carbonatite hosted Florite Deposit at Amba Dongar, India. Evidence from Fluid inclusions. Stable Isotopes and Whole Rock-Mineral Geochemistry”, *Economic Geology*, 91, 934-950, 1996.
- [36] A.E. Williams-Jones, D.A.S. Palmer “Fluid evolution of the Amba Dongar Carbonatite Complex, India”, *Chemical Geology*, 185, 283-301, 2002.
- [37] P. Möller, P.P. Parekh, H.J. Schneider, “The Application of Tb/Ca-Tb/La Abundance Ratios to Fluorspar Genesis”, *Mineralium Deposita*, 11, 111-116, 1976.
- [38] D. Brookins, “Aqueous Geochemistry of Rare Earth Elements, in Geochemistry and Mineralogy of the Rare Earth Elements”, *Reviews in Mineralogy*, 21, 201-225, 1989.
- [39] A. Şaşmaz, F. Yavuz, A. Sağıroğlu, B. Akgül, “Geochemical Patterns of the Akdağmadeni (Yozgat, Central Turkey) Fluorite Deposits and Implications”, *Journal of Asian Earth Sciences*, 24, 469-479, 2005.
- [40] Y. URAS, V. CALİSKAN, “Geochemical Patterns of the Buyukkizilcik (Kahramanmaraş) Fluorite Deposits”, *Geochemistry International*, 52(12), 1087-1100, 2014.
- [41] S. Yaman, “Bayındır (Kaman) Florit Damarlarının Termo-Optik Analizi”, *Yerbilimleri*, 11, 23-30, 1984.
- [42] Ş. Koç, Ö. Özmen, “Bayındır, İsağoculu, Yenişapan ve Alışar (Kaman-Kırşehir) Floritlerinin Sıvı Kapanım İncelemeleri”, *Gazi Üniv., Fen Bilimleri Dergisi*, 13/2, 501-508, 2000.
- [43] Y.K. Kadioğlu, K. Deniz “Orta Anadolu Floritlerinin (OAF) Kökeni: NTE ve Sr İzotop Jeokimyası, Türkiye”, Doğu Anadolu Jeoloji Sempozyumu, Bildiri Özleri Kitabı, 150-151 (in Turkish). 2015.
- [44] M.R. Azizi, S. Alipour, A. Abedini, H. Bagheri, “REE Geochemical Characteristics and Fluid Inclusion Studies of the Bagher-Abad Fluorite Deposit, Central Iran”, *Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen: Journal of Mineralogy and Geochemistry*, 195(3), 247-263, 2018.
- [45] Y. Uras, C. Yalçın, Y. İncediş, M. Karaman, “Orta Toroslarda Karbonatlı Kayaçlar İle İlişkili Sarıveliler (Karaman) Floritlerinin Nadir Toprak Element Jeokimyası”, *Fırat Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi*, 31(2), 519-528, <https://doi.org/10.35234/fumbd.567135>, 2019.
- [46] Y. Uras, C. Yalçın, M. Paksoy, “Formation And Comparison Of REE Geochemistry Of Malatya Fluorite Deposits”, *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences*, International Symposium on Advanced Engineering Technologies (ISADET) Symposium Special Issue, 22, 1-11.

