

Hallaçlar Volkanitleri'nde (Bayramiç, Çanakkale) Stratejik Element Zenginleşmeleri

Demet KIRAN YILDIRIM, Zeynep DÖNER¹, Ali Tuğcan ÜNLÜER¹

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

Sorumlu yazar e-posta: kirand@itu.edu.tr. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-5995-5723>

e-posta: donerz@itu.edu.tr. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2928-3174>

e-posta: unluera@itu.edu.tr. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0382-4059>

Geliş Tarihi: 01.06.2022

Kabul Tarihi: 13.10.2022

Öz

Yapılan çalışmada Bayramiç-Çanakkale bölgesinde bulunan Hallaçlar Volkanitleri stratejik element içerikleri açısından değerlendirilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında özellikle yoğun hidrotermal alterasyon gözlemlenen kayalardan alınan örnekler üzerinde mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelemeler yapılmıştır. Çalışma alanının stratigrafisi Kazdağı metamorfiteğine ait Sütüven Formasyonu, Çetmi Ofiyolitik Melanji, Evciler Plütonu ve Hallaçlar Volkanitleri'nden oluşmaktadır. Hallaçlar Volkanitleri'nin Ofiyolitik kayalar ve Evciler Plütonu dokanalarında yoğun hidrotermal alterasyonların geliştiği ve bu alterasyonların özellikle ofiyolitik kayalara daha yakın olduğu gözlemlenmiştir. Gerçekleştirilen jeokimyasal analizler sonucunda ise itriyum (Y), zirkonyum (Zr), toryum (Th), kalay (Sn) ve antimon (Sb) elementlerinin Hallaçlar volkanitleri içerisinde zenginleştiği görülerek, bu elementlerin metamorfik kayalar bünyesinden yıkanarak hidrotermal çözeltiler vasıtasıyla volkanitlerin içerisinde zenginleştiği kanısına varılmıştır.

Anahtar kelimeler

Hallaçlar Volkanitleri;
Stratejik Element;
Bayramiç-Çanakkale

Strategic Element Enrichments in Hallaçlar Volcanites (Bayramiç, Çanakkale)

Abstract

In this study, Hallaçlar Volcanites located in Bayramiç-Çanakkale region were evaluated in terms of strategic element contents. Mineralogical-petrographical and geochemical investigations were carried out on the samples which were taken from the outcrops with intense hydrothermal alteration. The stratigraphy of the study area consists of the Sütüven Formation (Kazdağı Metamorfites), Çetmi Ophiolitic Melange, Evciler Pluton and Hallaçlar Volcanites. The intensity of hydrothermal alterations gradually increases in Hallaçlar Volcanites towards to the ophiolitic rocks and the Evciler Pluton. As a result of the geochemical analyzes carried out, it was observed that the yttrium (Y), zirconium (Zr), thorium (Th), tin (Sn) and antimony (Sb) elements were enriched in the Hallaçlar volcanites. It can be concluded that these elements were enriched in the volcanites with the hydrothermal solutions leaching from the elder metamorphic rocks.

Keywords

Hallaçlar Volcanites;
Strategic Element;
Bayramiç-Çanakkale

1. Giriş

21.yüzyılın başından beri gelişen bilgi teknolojileri sürecinde tüketimlerin sürekli olarak artması nedeniyle gelişmiş ekonomilerin artan talebi dolayısıyla bazı elementlerin stratejik önem kazanmaları kaçınılmaz hale gelmiştir (Şekil 1). Bu elementlerden itriyum (Y); alaşımlarda katkı maddesi olarak, mikrodalga filtrelerinin yapımında, kamera lenslerinin ısıya ve darbeye dayanıklı hale getirmek amacıyla, likit kristal ekran yapımında, enerji tasarruflu lambalar gibi ekipmanlarda, süper

iletken materyal yapımında geniş kullanımı mevcut olup radyoaktif izotopu ise tıbbi amaçlı kullanılabilir. Zirkonyum (Zr); bilgi teknolojilerinde, cam refrakterler ve TV/katot ışını tüplerinde, seramik, döküm sanayii ve aşındırma uygulamalarında, telsiz lambalarında, elektrodalarda, döküm, çelik endüstrisi, eczacılıkta, yapı malzemelerinde, kimya sanayinde, sentetik kıymetli taş yapımında, seramik boyasında, optik camları parlatmada, tekstil sanayinde geniş kullanım alanları bulunmaktadır. Zirkonyum aşınmaya dayanımı,

Kuzeybatı Anadolu'da ekonomik değeri belirlenmiş olan altın, gümüş, bakır, molibden, demir, volfram, manganez, kurşun ve çinko yataklarının varlığı bilinmekte ve işletilmektedir. Ercan vd. (1995), metalik madenler açısından zengin olan Çan volkanitlerinin aşırı yoğun bir şekilde hidrotermal alterasyona maruz kaldığını ve silişleşmiş zonlar içerisinde Au, Ag, Pb, Cu, As, Mo ve Hg zenginleşmeleri olduğunu belirtmiş olup bu yataklar uzun zamandır işletilmektedir. Ayrıca skarn tipi demir yatakları, hidrotermal ornatma yatakları, porfiri Cu-Mo yatakları, karbonatların ev sahipliği yaptığı Au yatakları, kalkalkali volkanitler ile ilişkili epitermal Au-Sb yatakları, ksenotermal Pb-Zn yatakları, makaslama zonlarında oluşan Pb-Zn-Ba yatakları bu araştırmalardan bazılarının örnekleridir (Yiğit 2006, Özpinar *et al.* 2012, Kuşçu *et al.* 2019).

Bu çalışmada ise bölgede yer alan Hallaçlar Volkanitleri'nin jeolojik, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri belirlenerek Y, Zr, Th, Sn ve Sb gibi stratejik öneme sahip element içeriklerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Böylece potansiyel bölgelerin belirlenmesine katkı sağlanacak olup bu kaynakların ileri teknolojide stratejik hammadde kaynağı açısından değerlendirmesinde yol gösterici olacağı ve dünyada önemi giderek artan bu elementlere dair çalışmalara değerli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve Metot

Çalışma alanından derlenen 10 adet örnek üzerinde jeokimyasal analizler gerçekleştirilmiş olup seçilen örnekler üzerinde de mineralojik ve petrografik analizler gerçekleştirilmiştir. İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ/JAL) Jeokimya Araştırma Laboratuvarları'nda agat havanlı öğütme cihazı kullanılarak öğütülen tozlar üzerinde tüm kaya (majör ve iz elementler) analizleri yapılmıştır. SiO₂, Al₂O₃, CaO, K₂O, Na₂O, Fe₂O₃, MnO, MgO, TiO₂ ve P₂O₅ dahil olmak üzere majör elementlerin oksitleri, dalga boyu aralığı 0,01 ila 12 nm ve analiz hata payı genellikle %5'olan Bruker S8 Tiger X-ışını floresan (XRF) spektrometresi analiz cihazı ile belirlenmiştir. İz element analizleri için Perkin Elmer Elan DRC-e İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektroskopisi (ICP-

MS) cihazı kullanılmıştır. Yaklaşık 50 mg toz numune kullanılan iki aşamalı bir çözündürme işlemi uygulanmıştır; (1) 6 mL %37 HCl, 2 mL %65 HNO₃ ve 1 mL %38-40 HF asit karışımı, (2) 6 mL %5 borik asit solüsyonu kullanılarak 135°C'de basınç ve sıcaklık kontrollü Berghoff marka mikrodalga fırında çözündürme işlemi yapılmıştır. Bu analiz için hata payı %2'dir. Mineral parajenezi, mineral ilişkileri, dokusal özellikler vb. özelliklerin saptanması amacıyla örneklerden elde edilen kesitler Leica DM4500P birleşik mikroskop kullanılarak incelenmiştir.

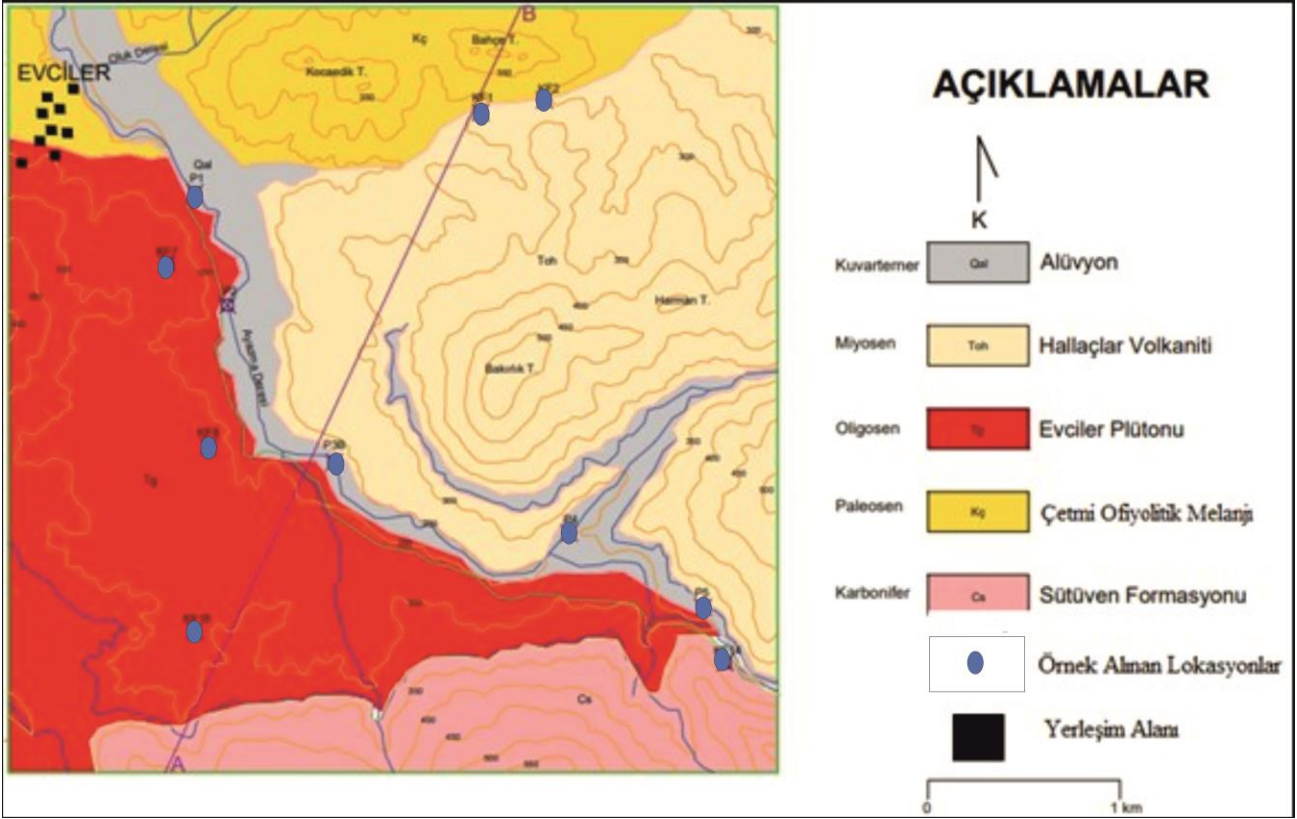
3. Jeoloji

Geç Kretase - Erken Senozoyik döneminde Pontid volkanik yayı ile Anatolid-Torid bloğunun çarpışmasından sonra, Batı Anadolu'da Oligosen-Miyosen periyodunda yaygın bir magmatizma ve Erken Miyosen döneminde büyük ölçekli bir volkanizma meydana gelmiştir (Ercan 1979, Bingöl *et al.* 1982, Innocenti *et al.* 1982, Ercan vd. 1998). Bu magmatizmanın ürünleri B-KB Anadolu'da yoğun olarak görülebilmektedir. Bu çarpışmanın sonucunda I-tipi metaalumina karakterli magmatik kayalar daha yaşlı kayaç topluluklarının içerisine yerleşmişlerdir. Genellikle Eosen ve Oligo-Miyosen yaşlı Batı Anadolu'da kabuğun incilmesi sonrasında yerleşmiş sığ granitoidler sütur zonunun kuzeyinde bulunmakla birlikte genellikle I-tipi, yüksek potasyumlu kalkalkalen karakter sunmaktadırlar (Savaşçın ve Güleç 1990, Harris *et al.* 1994, Genç 1998, Karacık and Yılmaz 1998, Yılmaz *et al.* 2001). Çalışma alanındaki birimlerden biri olan Hallaçlar Volkanitleri bu magmatik evrenin ekstrüf bir karşılığı olarak düşünülebilir.

Bölgede temel kayaç, Karbonifer yaşlı kuvarsofeldispatik gnayslar ve mermerlerden oluşan Sütüven formasyonudur. Üst Kretase yaşlı Çetmi Ofiyolitik Melanji, Sütüven formasyonunu tektonik olarak üzerlemektedir. Evciler Plütunu ile eş yaşlı Hallaçlar Volkanitleri bölgedeki Oligo-Miyosen magmatizmasının temsilcileridir (Şekil 3). Oligo-Miyosen magmatizmasından sonra çökelen Miyosen yaşlı volkano-sedimanter birimler ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ise örtü birimlerini teşkil

etmektedir. (Okay *et al.* 1991, Şekil 2-4). Erken Miyosen'de başlayan geniş yayımlı volkanizma süreci Üst Miyosen-Pliyosen'e kadar aralıklarla devam etmiş, bu etkin volkanizma sürecinin

ardından gösel volkano-sedimanter kayalar çökelmiştir. Kuvaterner alüvyon ise tüm birimleri uyumsuz olarak örtmektedir.



Şekil 2. Çalışma alanına ait jeolojik harita

Hallaçlar Volkanitleri'ne ait lav akıntıları, gri, yeşilimsi, kırmızımsı kahve tonlarında andezit ve dasit şeklinde bulunmaktadır. Bölgede sıklıkla görülen bu lav akıntıları ortaç bileşimli olup masif kütleler halindedir ve bazı alanlarda bu lav akıntıları üzerinde bol miktarda eklem ve çatlak sistemleri gelişmiştir.



Şekil 3. Çalışma alanında yer alan a) Hallaçlar Volkaniti b) Evciler Plütonu'na ait arazi görüntüleri.

Siyako vd. (1989), Bayramiç'in kuzeyinde kalan Çan bölgesi ve Edremit Körfezi civarındaki Oligo-Miyosen volkanizmasının yüzleklerini Ezine Volkaniti olarak

tanımlamışlardır. Bu volkanitlerde genellikle dasit-andezit içerikli lavların varlığı ve riyoit içerikli tüfleri içeren piroklastik fasiyeslerin varlığı gözlemlenmektedir (Arık *et al.* 2010, Arık ve Aydın 2011).

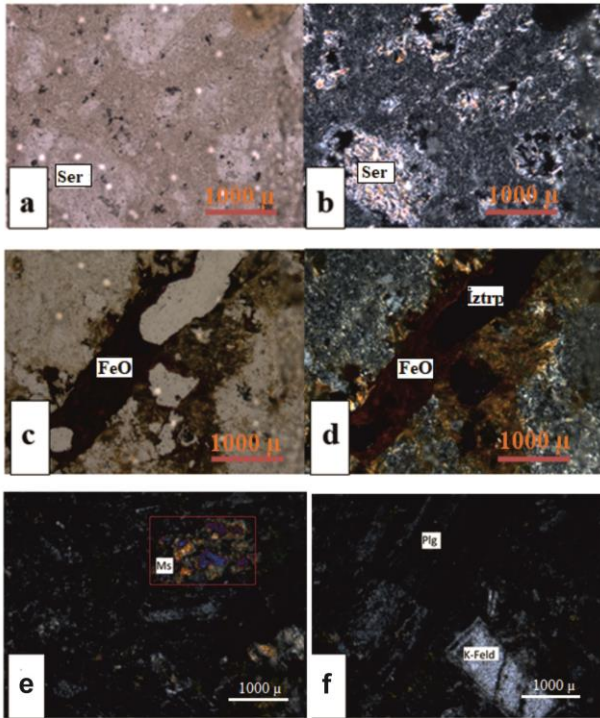
ZAMAN	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZÖİK	Kuvaterner				Alüvyon: Çakıl, kum, silt, kil
	Miyosen	Alt	HALLAÇLAR VOLKANİTİ		Andezit, bazaltik-andezit lav ve piroklastikler
	Oligosen		EVCİLER PLÜTONU		Granadyorit, mozodiorit, kuvarsdyorit Uyumsuzluk
Paleosen		ÇETMİ OFİYOLİTİK MELANJİ		Grovak, fillat, ekojit, spilitik bazalt, radyolarit, kireçtaşı Tektonik Dokanak	
MESOZÖİK	Karbonifer		SÜTÜVEN FM (Kazdağ Metamorfiti)		Granitik Gnays Amfibolit mercikleri ve migmatit

Şekil 4. Çalışma alanına ait stratigrafik kolon kesit.

4. Tartışma ve Sonuçlar

4.1 Mineralojik ve Petrografik İncelemeler

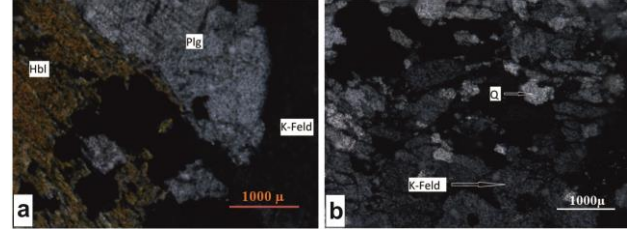
Hallaçlar Volkanitleri'ne ait örnekler polarizan mikroskop altında incelendiğinde, hidrotermal alterasyon sonucu K-feldispat minerallerinin serisitleştiği gözlemlenmektedir (Şekil 5 a-b). Ayrıca ferromagnezyen minerallerin ayrışması sonucu gelişen demiroksitlerin yanı sıra matrikste nispeten az miktarda opak mineraller de görülmektedir (Şekil 5 c-d).



Şekil 5. Hallaçlar Volkaniti'ne ait örneklerin ince kesit görüntüleri (a,b): serisit (Ser), (c): demir oksit (FeO), (d): demir oksit (FeO) ve izotrop mineral (İztrp), (e): muskovit (Ms), (f): Plajiyoklas (Plg) ve potasyum feldspat (K-feld).

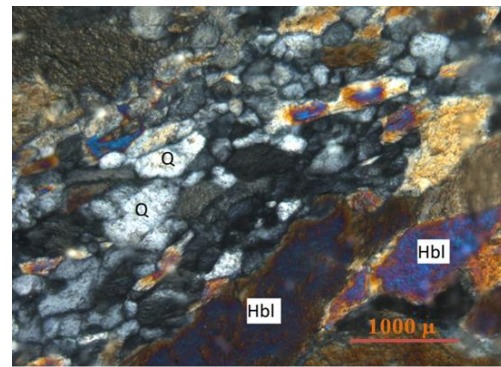
Hallaçlar volkanitlerini etkileyen hidrotermal çözeltilerin çalışma alanındaki temel kayaları teşkil eden metamorfite ve granitik kayaları da etkilemiş olabileceği göz önüne alınarak petrografik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında bulunan Evciler Plütunu'na ait örneklerin ince kesit görüntüleri incelendiğinde, belirgin olarak plajiyoklas, amfibol ve alkali feldispatların yanı sıra opak minerallerin varlığı görülmektedir (Şekil 6). Granüler dokulu olan örnekte plajiyoklaslar, alkali feldispatlara nispeten daha az olup monzodiyorite daha yakın bir içeriğe sahip olduğuna işaret etmektedir (Şekil 6a).

Evciler Plütunu'na ait bir diğer örnek incelendiğinde, alkali feldispatlar ve nispeten daha küçük olan kuvarsların fazlalığı ve sahip olduğu porfiri dokusu sebebiyle magmatik kütlelerin dış kesimlerinden olduğu düşünülmektedir (Şekil 6b). Ayrıca incelenen örnekte belirgin bir yönlendirme mevcuttur. Kuvarslarda kataklastik dokuların gözlemlenmesi, örneğin tektonizmanın etkin olduğu bir zondan alındığına işaret etmektedir (Şekil 6b).



Şekil 6. Evciler Plütunu'na ait örneklerin ince kesit görünümü (a, b) (Hbl: Amfibol, Plg: Plajiyoklas, K-Feld: Potasyum Feldispat).

Çalışma alanında volkanik ve plütönik kayalar dışında metamorfik kayalar da gözlemlenmiştir. Sütüven formasyonuna ait amfibollü gnays örneğinde yapılan incelemede, metamorfizma etkisi ile yönlendirilmiş kuvars ve amfiboller görülmektedir (Şekil 7). Hallaçlar volkanitlerinde gözlemlenen hidrotermal alterasyonlar, Sütüven formasyonu ve Evciler Plütunu kayalarında gözlemlenmemektedir.



Şekil 7. Sütüven formasyonu içinde yönlendirilmiş kuvars (Q) ve amfiboller (Hbl).

4.2 Jeokimyasal İncelemeler

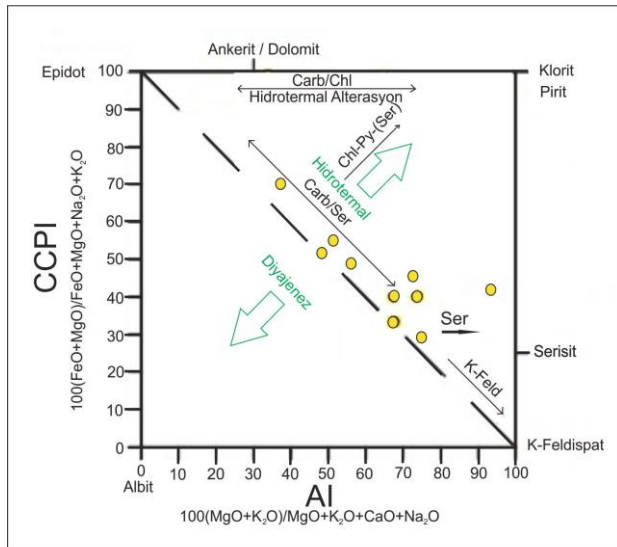
4.2.1 Major Oksit Element Jeokimyası

Hallaçlar Volkanitleri'ne ait kayalardan alınan major oksit element analiz sonuçları Çizelge 1'de

verilmiştir. Buna göre oluşturulan Alterasyon indeksi'ne (AI) karşılık Klorit-Karbonat-Pirit indeksi (CCPI) diyagramında (Large *et al.* 2001) örneklerin konumuna bakıldığında, hidrotermal alterasyon varlığı dikkat çekmektedir. Bu durum örneklerin ince kesit incelemeleri sonucu ile de desteklenmektedir. Ayrıca Hallaçlar Volkanitleri'nde karbonatlaşma ve serisitleşme görülmekte olup karbonatlı ve alkali çözeltilerin daha etkin olduğu söylenebilmektedir (Şekil 7).

Çizelge 1. Hallaçlar Volkanitleri'ne ait örneklerin temsili majör oksit element analiz sonuçları (% wt.).

Element	Minimum	Maksimum	Ortalama
SiO ₂	58.7	60.4	59.9
Al ₂ O ₃	17.5	21.6	20.1
Fe ₂ O ₃	3.98	4.48	4.31
MgO	0.91	1.12	1.02
CaO	0.30	8.02	6.20
Na ₂ O	0.25	2.23	2.01
K ₂ O	2.90	6.90	5.80
TiO ₂	0.57	0.88	0.75
P ₂ O ₅	0.14	0.21	0.18
MnO	0.02	12.0	0.17
LOI	2.47	3.53	3.70
TOTAL	99.13	99.52	99.45



Şekil 7. Hallaçlar Volkanitleri'ne ait örneklerin hidrotermal alterasyon ayırım diyagramı (Large *et al.* 2001).

4.2.2 İz Element Jeokimyası

Çalışılan örneklerin iz element analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Hallaçlar Volkanitleri'ne ait örneklerde Y, Zr, Th, Sn ve Sb elementlerinin yüksek anomali sunduğu dikkat çekmektedir (Çizelge 2). Bu zenginleşmenin Hallaçlar Volkanitleri'ne bağlı olarak gelişen hidrotermal alterasyon sırasında, metamorfik kayalar ve üzerinde bulunan ofiyolitik melanaj dokanağında zayıf zonlarda gelişmiş olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 2. Hallaçlar Volkanitleri'ne ait örneklerin temsili iz element analiz sonuçları (ppm).

Element	Minimum	Maksimum	Ortalama
Rb	35	223	184
Ba	421	849	645
Sr	378	1943	1125
Pb	446	1708	898
Zr	466	2716	1712
Y	38	1910	877
Nb	19	630	193
Sc	4	8	5.7
Ni	93	630	222
Co	0	12	6
V	29	201	62
Zn	14	93	37
Cu	1	249	110
La	13	51	37
Ce	65	104	78
Mo	0	10	3
Sn	3	819	115
Sb	18	6800	218
Th	17	1281	274

5. Ekonomik Jeoloji

5.1. Bölgedeki Hidrotermal Cevherleşmeler

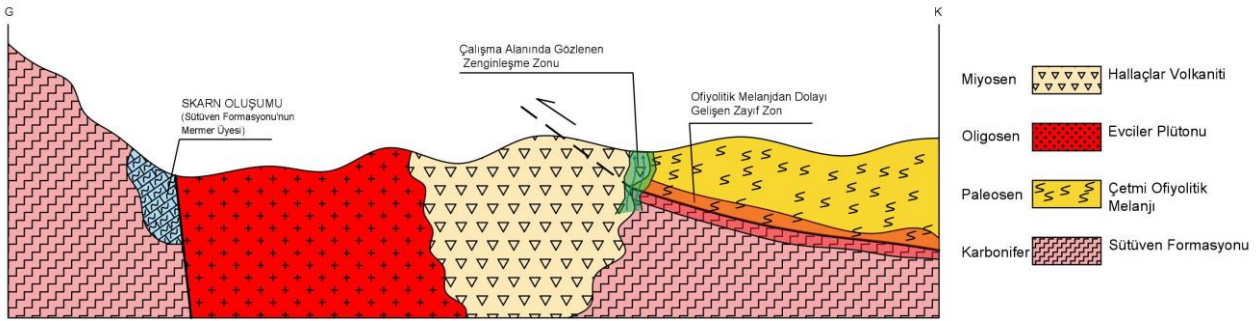
Çalışma alanını içine alan Evciler bölgesi civarında mevcut olan skarn tipi Cu ve Fe cevherleşmeleri ve önceden açılmış galeriler ile maden pasalarının mevcudu, bölgenin geçmişte de madencilik faaliyetlerinin yürütüldüğünü göstermektedir. Bakırlı Tepe bölgesinde, henüz girişi kapanmamış eski bir galeri mevcut olup Cu cevheri pasaları gözlemlenmiştir. Bölgedeki Dağoba köyünün

güneyinde kalan Harman tepesinde olan galerinin ise Fe için açıldığını düşündüren emareler vardır. Cu ve Fe dışında Pb ve Zn zuhurları da açılan bazı yarmalarla incelenmiştir (Doğgun 2010).

5.2. Cevherleşme Modeli

Çalışma alanında Hallaçlar Volkanitleri'ne bağlı gelişen hidrotermal alterasyon sırasında, metamorfik kayalar ve üzerinde bulunan ofiyolitik melanj dokanağındaki zayıf zonlarda cevher zenginleşmelerinin olabileceği düşünülmektedir. Çalışılan örneklerde Y, Zr, Th, Sn ve Sb elementleri yüksek anomali sunmuş ve bunun üzerine cevherleşmenin jeolojik sınıflaması yapılmaya çalışılmıştır. Önceki çalışmalarda da bahsedildiği üzere Hallaçlar Volkanitleri yüksek oranda hidrotermal alterasyona uğramış zonlar içermektedir (Ercan vd. 1995). Çetmi Ofiyolitik Melanjı'nın Kazdağı metaforfiklerini tektonik olarak

üzerlediği bölgelerde, bindirme cephesi boyunca süreksizlik takımlarının hem metamorfik hem de melanj içerisinde gelişmesi kuvvetle muhtemeldir. Oligo-Miyosen dönemde genişlemeli rejim ile bağlantılı olarak yerleşen magmatik kütlelerin hem hidrotermal çözeltilerin hem de ısı kaynağı olarak bölgeyi etkilemesi beklenen bir sonuçtur (Şekil 8). Jüvenil çözeltilerin farklı litolojik birimlerde ve miktarlarda meteorik çözeltilerle karışarak ve farklı elementleri yeniden hareketlendirerek, süreksizlik düzlemlerinde cevherleşmelere neden olabileceği beklenmektedir. Prenliçat bölgesinde allanit açısından zengin ortognaysların varlığı bilinmektedir (Gözler 1986). Yüksek sıcaklıkta (300°C-400°C) gelişmesi muhtemel Sn anomalisi (Campbell and Panter 1990) ve düşük sıcaklıkta (150°C-200°C) gelişmesi olası Sb (Bailly *et al.* 2000) anomalileri hidrotermal aktivitenin çok fazlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 8. Hallaçlar Volkanitleri'nde görülen cevherleşmelerin oluşum mekanizmasının en kesit modeli

6. Tartışma ve Sonuç

Yapılan arazi çalışması ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler ışığında aşağıda verilen sonuçlara ulaşılmıştır.

- Hallaçlar Volkanitleri'nde hidrotermal aktiviteye bağlı olarak K, Rb, Ba, Y, Zr, Th gibi uyumsuz elementlerin yanı sıra Sn ve Sb elementlerinin zenginleştiği görülmüştür. Bu elementlerin ise farklı kökenli yüksek dereceli metamorfik kayaç topluluklarından yıkanarak Hallaçlar Volkanitleri içerisinde zenginleştiği düşünülmektedir.
- Jeokimyasal olarak farklı karakteristikler sunan elementlerin volkanitler içerisinde zenginleşmiş olmaları bölgedeki

hidrotermal aktivitenin çok fazlı ve değişken Eh-Ph koşullarına sahip olarak geliştiğine işaret etmektedir.

- Bunun yanı sıra Hallaçlar Volkanitleri'nde karbonatlaşma ve serisitleşmenin varlığı karbonatlı ve alkali çözeltilerin daha etkin olduğunu göstermektedir.
- Ayrıca cevherleşmenin ofiyolitik melanj ve Hallaçlar volkanitlerinin dokanağına yakın bölgelerde gelişmesi, hidrotermal çözeltilerin rahatlıkla hareket edebileceği tektonik kaynaklı deformasyon yapıları ve süreksizlik takımları ile düzlemlerinin geliştiğine işaret etmektedir.

Teşekkür

Yazarlar bu çalışma sırasında jeokimyasal analizler sırasındaki çabaları dolayısıyla İstanbul Teknik Üniversitesi Jeokimya Araştırma Laboratuvarı (ITU-JAL) ekibine ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi editörlerine ve bilimsel olarak makalenin gelişmesini sağlayan hakemlere teşekkür eder.

7. Kaynaklar

- Arık, F. and Aydın, Ü., 2011. Geochemical features of the Aladag Fe-Cu-Zn-Pb skarn deposit (Ezine/Canakkale-North West Turkey). *Goldschmidt 2011 Conference*, 14-19 August 2011, Prague, Mineralogical Magazine, 452.
- Arık, F., Aydın, Ü. and Bozkır Özen, Y., 2010. Geological Features and Ore Deposits of Aladag (Ezine/Canakkale). International Symposium on Geology of Natural Systems – Geo Iaşi 2010 Alexandru Ioan Cuza University of Iaşi, Romania Dept of Geology, 1 - 4 September 2010, Iaşi, Romania, *Proceedings*, 187-188.
- Bailly, L., Bouchot, V., Bény, C., Milési, J.P. 2000. Fluid inclusion study of stibnite using infrared microscopy: An example from the Brouzils antimony deposit (Vendee, Armorican massif, France). *Economic Geology*, **95(1)**, 221-226.
- Bingöl, E., Delaloye, M. and Ataman, G., 1982. Granitic intrusions in Western Anatolia: A contribution of the geodynamic study of this area. *Eclogae Geologicae Helvetica*, **75**, 437-446.
- Campbell, A.R. and Panter, K.S. 1990. Comparison of fluid inclusions in coexisting (cogenetic?) wolframite, cassiterite, and quartz from St. Michael's Mount and Cligga Head, Cornwall, England. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **54(3)**, 673-681.
- Dostal, J. 2017. Rare earth element deposits of alkaline igneous rocks. *Resources*, **6(3)**, 34.
- Doygun, Z., 2010. Evciler (Çanakkale-Bayramiç)- Tepeoba (Balıkesir-Havran) sahalarının jeolojik, minerolojik ve petrografik olarak incelenmesi ve cevherleşme açısından değerlendirilmesi (Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 129.
- Ercan, T., 1979. Batı Anadolu, Trakya ve Ege adalarındaki Senozoyik volkanizması. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, **9**, 23-46.
- Ercan, E., Satır, M., Steinitz, G., Dora, A., Sarıfakıoğlu, E., Adis, C., Walter, H-J. ve Yıldırım, T., 1995. Biga Yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan adalarındaki (KB Anadolu) Tersiyer volkanizmasının özellikleri, *MTA Dergisi*, **117**, 55-86.
- Ercan, T., Türkecan, A., Guillou, H., Satır, M., Sevin, D. ve Şaroğlu, F., 1998. Marmara Denizi çevresindeki Tersiyer volkanizmasının özellikleri. *MTA Dergisi*, **120**, 199-221.
- Genç, Ş.C., 1998. Evolution of the Bayramiç magmatic complex, northwestern Anatolia. *Journal of volcanology and geothermal research*, **85(1-4)**, 233-249.
- Harris, N.B., Kelley, S. and Okay, A.I., 1994. Post-collision magmatism and tectonics in northwest Anatolia. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **117(3)**, 241-252.
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati di Brozolo, F. and Villari, L., 1982. Tertiary and quaternary volcanism of the Erzurumkars area (Eastern Turkey): Geochronological data and geodynamic evolution. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **13(3)**, 223-240.
- Karacık, Z. and Yılmaz, Y., 1998. Geology of the ignimbrites and the associated volcano-plutonic complex of the Ezine area, northwestern Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **85(1-4)**, 251-264.
- Kuşcu, İ., Tosdal, R.M. and Gençlioğlu-Kuşcu, G., 2019. Porphyry-Cu Deposits of Turkey. In Mineral Resources of Turkey. *Springer, Cham*, 337-425.
- Large, R.R., Gemmell, J.B., Paulick, H. and Huston, D.L. 2001. The alteration box plot: A simple approach to understanding the relationship between alteration mineralogy and lithochemistry associated with volcanic-hosted massive sulfide deposits. *Economic Geology*, **96(5)**, 957-971.
- Lehmann, B. 2021. Formation of tin ore deposits: A reassessment. *Lithos*, **402**, 105756.
- Okay, A., Siyako, M. and Burkan, K.A., 1991. Geology and tectonic evolution of the Biga Peninsula, northwest Turkey. *Bulletin-Technical University of Istanbul*, **44**.
- Özpınar, Y., Kılıç, M., Avşar, M., Sarı, R., Küçükefe, Ş., Agnerian, H., Doygun, Z., Yenigün, K., 2012. A new assessment of the Kısacık gold mineralization (Ayvacık-Çanakkale; NW Anatolia). *Roman J Earth Sci*, **86(2)**, 111-116

Savaşın, M.Y. and Güleç, N., 1990. Relationship between magmatic and tectonic activities in western Turkey. *International Earth Science Colloquium on the Aegean Region (IESCA) Proceedings*, 300-313.

Siyako, M., Bürkan, K.A. and Okay, A.İ., 1989. Biga ve Gelibolu yarımadalarının Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. *TPJD Bülteni*, **1(3)**, 183-199.

Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Karacık, Z. and Altunkaynak, Ş., 2001. Two contrasting magmatic associations of NW Anatolia and their tectonic significance. *Journal of Geodynamics*, **31(3)**, 243-271.

Yigit, O., 2006. Gold in Turkey—a missing link in Tethyan metallogeny. *Ore Geology Reviews*, **28(2)**, 147-179.

İnternet Kaynakları

1-<https://rmis.jrc.ec.europa.eu/?page=crm-list-2020-e294f6>, (08.04.2022)

2-<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/rare-earths-statistics-and-information>, (25.05.2022)

3-<https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/maden-kullanim-alanlari>, (16.08.2022)

4-<https://tradingeconomics.com/commodity>, (16.08.2022)

5-<https://pubs.usgs.gov/pp/1802/c/pp1802c.pdf>, (25.05.2022)