

## Eosen Yaşlı Torul (Gümüşhane/Türkiye) Volkaniklerinin Element Temel Değerlerinin Arama Jeokimyası Amaçlı Değerlendirilmesi

Abdullah Kaygusuz<sup>1</sup>, Alaaddin Vural<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Jeoloji Mühendisliği Bölümü / Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gümüşhane Üniversitesi, Türkiye, ORCID: ID/0000-0002-6277-6969

<sup>2</sup>Jeoloji Mühendisliği Bölümü / Mühendislik Fakültesi, Ankara Üniversitesi, Türkiye, ORCID: ID/0000-0002-0446-828X

\*([alaaddinvural@gmail.com](mailto:alaaddinvural@gmail.com))

**Özet** – Bu çalışmanın amacı Torul (Gümüşhane/Türkiye) yöresinde Eosen yaşlı volkanik kayaların element içeriklerinin yerel ortalama değer (temel değer) ve eşik değer bağlamında incelenmesi/değerlendirilmesidir. Torul volkanitlerinin yerel ortalama ve yerel eşik değerlerinin belirlenmesine yönelik olarak mevcut tüm kayaç ana oksit, iz ve nadir toprak element (NTE) analiz sonuçları kullanılmıştır. Kayaçlara ait analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilerek kayaçların element içeriklerinin ortalama değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen ortalama element içerikleri Gümüşhane ve yöresi için yerel ortalama/eşik değer olarak önerilmiştir. Torul Eosen volkanikleri, Torul ve civarında oldukça geniş alanda yüzlek vermekte olup, bu kayaçların eşlenikleri de Gümüşhane ve çevre illeri de kapsayacak şekilde yaygın bir alanda yüzeyleme vermektedir. Bölgedeki özellikle epitermal değerli metal cevherleşmelerine bu kayaçların konak olduğu düşünüldüğünde, Torul volkanikleri ve eşleniklerini kapsayacak şekilde daha detaylı bir çalışmayla Eosen volkanikleri için yerel eşik değerlerinin yeni maden sahalarının aranması ve bulunmasında ciddi bir katkı vereceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – Kayaç Element Temel Değeri, Yerel Ortalama/Eşik Değer, Jeokimya, Maden Arama, Gümüşhane

### I. GİRİŞ

Kayaçlar gerek oluşum koşulları ve oluşum ortamları, gerekse kökenleri gibi bir çok jeolojik-jeokimyasal süreçlerle bağlı olarak farklı mineral ve element içeriklerine sahiptir [1]–[7]. Kökensel farklılıkların yanısıra (levha tektoniği, ana magma vb), hidrotermal alterasyon, günlenme, metamorfizma, metasomatizma gibi jeolojik/jeokimyasal süreçler de kayaçların element içerikleri/mineralojik bileşimi üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Bu süreçlere bağlı olarak kayaç bünyesinde bazı elementlerce zenginleşme gözlenirken bazı elementlerce ise tükenme/azalma yaygın rastlanan bir olgudur. Kayaç oluşturan doğal jeolojik süreçler sonucunda elementlerin kayaçlardaki bulunma miktarları ilgili süreçlerle ayrılaşma göstermekle birlikte kendi içinde bir bütünlük arz etmektedir. Kayacı oluşum süreçlerindeki farklılıklar ve/veya

yukarıda ifade edilen ilave jeolojik süreçler ise kayaçlardaki element içeriklerinde beklenen konsantrasyon aralıklarından farklılıklara neden olmakta, kayacın olağan değerlere göre pozitif veya negatif anomali göstermelerine neden olmaktadır [4], [8]–[16]. Kayaçların mineral içerikleri için de aynı durum söz konusudur. Kayaçların maruz kaldıkları jeolojik, jeokimyasal, hatta antropojenik etkilere bağlı olarak değişen element içerikleri, tıbbi jeoloji, çevre jeokimyası, arama jeokimyası gibi birçok anlamda çok önemlidir. 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra da özellikle çevresel konular bağlamında [17], [18]. Doğal kaynaklardan yararlanılmış, maden arama çalışmaları insanlık tarihi ile başlamış [19] olmakla birlikte, yaşadığı jeolojik ortamın insan sağlığına etkileri konusu ise 20. yüzyılın ikinci yarısı ile dikkat çekici bir seviyeye ulaşmış olup her geçen gün de konuya ilgi artmaktadır [20].

Gümüşhane yöresi Türkiye'nin önemli metalojenik bölgelerinden biri olup, bir çok maden yatağına (özellikle de metalik ve endüstriyel hammadde hususunda) ev sahipliği yapmaktadır [21]–[25]. Maden aramalarında ortamın element eşik değerlerinin küresel ve bölgesel ölçekte bilinmesi önemli olmakla birlikte, yerel ölçekte bazı sapmalar da haliyle göstermektedir. Bu yüzden jeolojik ortamın (kayaç, toprak, dere kumu, su vb.) elementler bağlamında yerel ortalama ve eşik değerlerinin belirlenmesi çok daha büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında Torul (Gümüşhane) yöresindeki volkanik kayaçlarının ortalama element içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## II. MATERYAL VE YÖNTEM

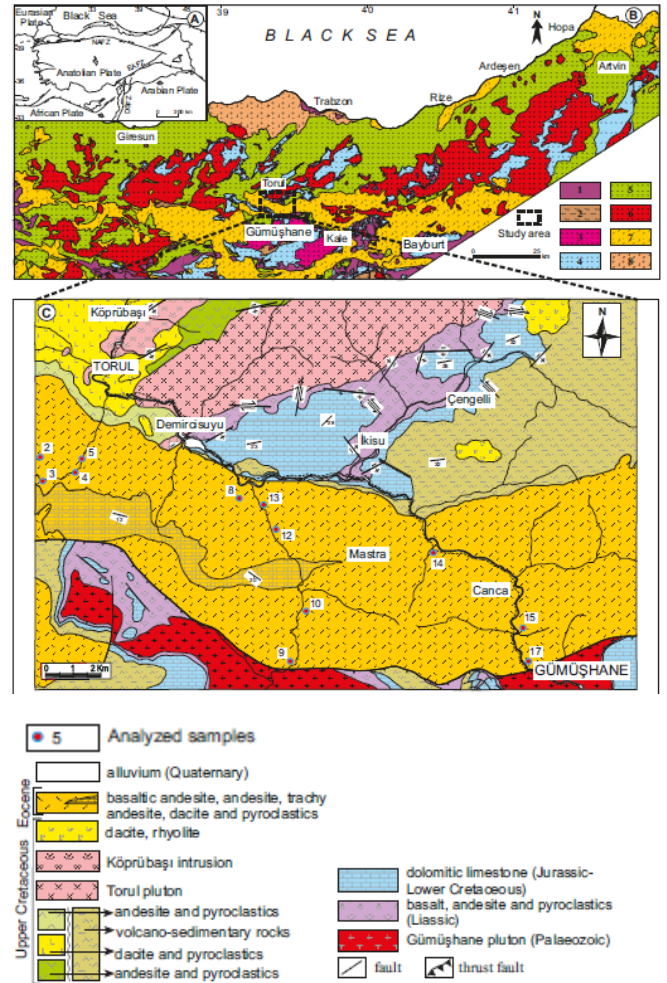
### A. Bölgenin Coğrafik ve Jeolojik Özellikleri

Gümüşhane yöresi geneli itibariyle Karadeniz-Karasal İklim Geçiş karakterine sahiptir. Yazları ılıman-sıcak arası olup kurak geçmektedir. Kışları ise genellikle kar yağışlı olup, bölgenin yüksek kesimlerinde iklimin etkisiyle kar stoğu Temmuz ortalarına kadar durmaktadır. Bölgenin ortalama sıcaklıkları yazları 15.4 ila 19 °C, kışları ise -6.5 ila 3.2 °C aralığında değişmektedir. Bölgenin en sıcak dönemi Ağustos, en soğuk dönemi ise Ocak olup, ortalama yıllık yağış miktarı ise 440.3 kg.m<sup>2</sup>'dir. İklim koşullarının jeolojik ortamın günlenme, erozyonunda etkisi belirgin olarak görülmektedir.

Çalışma sahasının da içinde yer aldığı Doğu Karadeniz Bölgesi (Doğu Pontidler) yapısal ve litolojik farklılıkları da gözönünde bulundurularak genel olarak kuzey ve güney zon olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 1) [26], [27]. Bölgede Üst Kretase ve Orta Eosen yaşlı volkanik ve volkanoklastik kayaçlar kuzey zonda hakimken, Kretase öncesi kayaçlar güney zonda daha yaygın olarak bulunmaktadır [28]–[31].

Sakarya Zonu olarak da bilinen Doğu Karadeniz Bölgesinde Tersiyer öncesi kayaçlar, Erken Karbonifer yaşlı metamorfik kayaçlar [32], Erken-Geç Karbonifer yaşlı plütonik kayaçlar [33]–[41], Erken-Orta Jura yaşlı volkan-tortul kayaçlar [42]–[44], Orta-Geç Jura yaşlı plütonik kayaçlar [44]–[48], Geç Jura-Erken Kretase yaşlı karbonat

kayaçlar [49] ve Geç Kretase yaşlı plütonik, volkanik ve tortul kayaçlar [50]–[56]'dan oluşurlar.



Şekil 1. (a) Doğu Pontidlerdeki volkanik kayaçların dağılımı, (b) Çalışma sahasının jeolojik haritası (Kaygusuz, [57] ve Kaygusuz vd., [58]'den alınmıştır)

Senozoyik yaşlı kayaçlar ise Geç Paleosen-Erken Eosen yaşlı adakitik kayaçlar [59]–[61], Erken-Orta Eosen yaşlı volkanik-subvolkanik kayaçlar [58], [62], [71]–[73], [63]–[70], Orta Eosen yaşlı plütonik kayaçlar [74]–[82], Geç Eosen ve Oligosen yaşlı volkanik kayaçlar [83], [84] ve Miyosen-Pliyosen yaşlı adakitik-adakitik olmayan volkanik-subvolkanik kayaçlar [85], [86]'dan oluşurlar. Bölgedeki en genç kayaçlar Kuvaterner yaşlı alüvyonlar, travertenler ve yamaç molozlarından oluşur [87], [88].

Çalışma sahasına konu olan Eosen yaşlı Torul volkanitleri Doğu Pontidler kuzey-güney zon geçişinde (Şekil 1) ve Torul-Gümüşhane hattı boyunca yer alır. Bu bölge Liyas, Geç Kretase ve Tersiyer volkaniklerin yüzeylendiği bir alandır [57], [89]. İncelenen Eosen yaşlı birimler başlıca

bazalt, andezit, minor dasit ve bu kayaların piroklastiklerinden oluşmakta olup, yer yer tortul ara seviyeler içerir. Andezitik kayalar en yaygın bulunan kayaç türleri olup, bazaltlar ve dasitler az oranda bulunurlar. Piroklastik kayalar bazaltik aglomera, tuf ve bazaltik-andezitik breşlerden oluşur [58].

### B. Örnek alımı, Analiz Süreçleri ve Verilerin Değerlendirilmesi

İncelenen Torul volkaniklerine ait örnekler Kaygusuz vd [58] tarafından alınmış ve analizleri yapılmış olup, süreçlerin detayları bahse konu makalede bulunabilir. Bu çalışmada söz konusu analizlerden 12 tanesinin iz element ve nadir toprak element (NTE) verileri değerlendirilmiştir. Torul volkaniklerinin element içerikleri hem grup hem de toplu olarak incelenmiş olup, element konsantrasyonlarının tanımlayıcı istatistikleri ve ortalama değerleri dikkate alınmıştır. Veriler grup bazında az sayıda olduğu için ortalama değerlerinin üzeri aynı zamanda eşik değer olarak kabul edilmiştir. Tüm kayaları dikkate alındığında ise ortalama konsantrasyonlara 2 standart sapma eklenerek yerel eşik değerler bulunmuştur.

### III. BULGULAR

Torul volkaniklerinin petrolojisine yönelik Kaygusuz vd. [58] tarafından yapılan çalışmada volkanikler jeokimyasal özelliklerine göre 4 guruba ayrılmış olup, bunlar bazaltik andezit, andezit, trakiandezit ve trakidasit den oluşur. Dört gruptan 4'er örnek için tüm kayaç analizleri gerçekleştirilmiştir. Kayaç gruplarının ortalamaları ve Rudnick ve Gao [90]'dan alınan üst kabuk ortalama değerleri aşağıda Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Torul volkanik kayaç gruplarına ait ve üst kabuğa ait element ortalamaları (yeşil renk Rudnick ve Gao [90]'ya göre düşük, kırmızı yüksek, açık mavi ise eşit değerleri ifade etmektedir) (Torul verileri Kaygusuz vd., [58]'den alınmıştır)

Kayaç grubu	Basaltik andezit Ortalama	Andezit Ortalama	Trakian-dezite Ortalama	Trakidasit Ortalama	Rudnick ve Gao 2010
SiO <sub>2</sub>	54,75	58,18	57,87	62,48	66,62
TiO <sub>2</sub>	0,58	0,57	0,55	0,51	0,64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,05	15,36	16,26	16,06	15,40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>T</sup>	7,29	6,42	6,44	5,14	5,04
MnO	0,14	0,11	0,17	0,08	0,10
MgO	3,90	4,26	3,08	1,68	2,48
CaO	8,32	6,89	5,58	3,58	3,59
Na <sub>2</sub> O	2,87	3,23	3,35	4,03	3,27
K <sub>2</sub> O	1,26	2,23	3,48	4,26	2,80
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,21	0,22	0,17	0,17	0,15
Ga	14,50	13,50	13,77	14,07	17,50
Ni	6,10	12,17	7,03	7,33	47,00
V	179,33	170,67	160,00	137,33	97,00
Cu	97,17	26,77	29,87	34,47	28,00
Pb	9,27	10,73	11,77	12,20	17,00
Zn	37,67	46,33	56,33	37,33	67,00
W	0,53	0,67	1,47	1,13	1,90
Rb	35,40	50,93	58,40	97,50	84,00
Ba	612,67	805,67	1124,67	907,33	624,00
Sr	841,43	459,73	601,03	433,77	320,00
Ta	0,30	0,27	0,30	0,33	0,90
Nb	3,57	3,60	4,30	5,17	12,00
Hf	2,50	2,00	2,53	3,40	5,30
Zr	79,17	75,80	95,27	119,23	193,00
Y	13,77	12,10	12,50	16,23	21,00
Th	6,13	6,30	7,83	9,17	10,50
U	2,10	1,83	2,27	2,63	2,70
La	17,37	16,73	18,53	21,70	31,00
Ce	31,80	31,07	33,90	39,90	63,00
Pr	3,95	3,97	4,23	5,02	7,10
Nd	16,07	15,65	17,36	19,60	27,00
Sm	3,33	3,38	3,33	3,59	4,70
Eu	1,00	1,04	1,00	0,99	1,00
Gd	3,22	3,21	3,00	3,42	4,00
Tb	0,39	0,38	0,38	0,43	0,70
Dy	2,85	2,68	2,65	2,85	3,90
Ho	0,48	0,47	0,48	0,56	0,83
Er	1,55	1,37	1,56	1,85	2,30
Tm	0,23	0,21	0,23	0,30	0,30
Yb	1,62	1,46	1,51	2,07	2,00
Lu	0,25	0,20	0,22	0,31	0,31

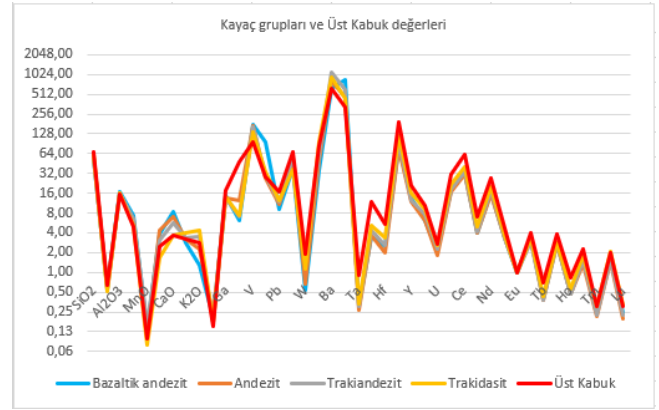
Kayaçların tümü dikkate alınarak belirlenen istatistiksel parametreler üst kabuğa ait element ortalamaları Tablo 2'de verilmiştir.

Kayaç grupların ve Torul volkaniklerine ait tüm kayaçların Ana oksit ortalama değerleri üst kabuk değerleri ile kıyaslandığında SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, değerlerinin düşük, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>T</sup>, MnO, MgO, CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> oranlarının yüksek olduğu, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, oranlarının ise tüm kayaç ortalamalarına göre yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1 ve 2). NTE dikkate alındığında Eu elementinde küçük bir sapma olmakla birlikte genellikle üst kabuk değerlerine göre düşük oldukları gözlenmiştir. İz elementler dikkate alındığında ise Ni, Ga, Pb, Zn, W, Rb, Zr, Th, U, elementlerinin üst kabuğa göre

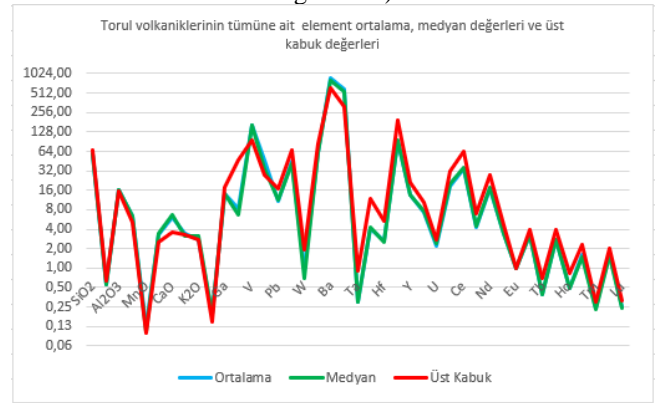
düşük (tükenmiş), V, Cu, Ba, Sr elementlerince ise yüksek (zenginleşmiş) olduğu görülmektedir (Tablo 1 ve 2, Şekil 2 ve 3).

Tablo 2. Tüm kayaların element içeriklerinin tanımlayıcı istatistikleri ve üst kabuğa ait element ortalamaları (yeşil renk Rudnick ve Gao [90]'ya göre düşük, kırmızı yüksek, açık mavi ise eşit değerleri ifade etmektedir)

Element	Ortalama	Min.	Maks.	Medyan	Standart Sapma	Rudnick ve Gao 2010
SiO <sub>2</sub>	58,32	54,16	63,65	57,56	3,03	66,62
TiO <sub>2</sub>	0,55	0,47	0,63	0,55	0,05	0,64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,18	14,61	17,53	16,24	0,85	15,40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> T	6,32	4,76	8,10	6,32	0,94	5,04
MnO	0,12	0,07	0,30	0,11	0,06	0,10
MgO	3,23	1,59	4,48	3,50	1,05	2,48
CaO	6,09	3,26	8,64	6,53	1,89	3,59
Na <sub>2</sub> O	3,37	2,61	4,96	3,16	0,63	3,27
K <sub>2</sub> O	2,81	0,59	4,35	3,14	1,26	2,80
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,19	0,14	0,23	0,19	0,03	0,15
Ga	13,96	12,70	15,50	14,10	0,88	17,50
Ni	8,16	5,60	16,00	6,80	3,27	47,00
V	161,8	123,0	190,0	163,0	19,87	97,00
Cu	47,07	15,80	168,8	33,65	41,49	28,00
Pb	10,99	3,50	13,80	11,45	2,66	17,00
Zn	44,42	30,00	74,00	41,0	11,85	67,00
W	0,95	0,50	3,00	0,70	0,69	1,90
Rb	60,56	25,30	101,9	60,0	28,13	84,00
Ba	862,6	407,00	1382	798,0	284,46	624,00
Sr	584	325,50	927,8	534,6	189,98	320,00
Ta	0,30	0,20	0,40	0,30	0,04	0,90
Nb	4,16	2,20	5,40	4,30	0,97	12,00
Hf	2,61	1,40	3,60	2,55	0,66	5,30
Zr	92,37	58,60	122,4	93,70	20,46	193,00
Y	13,65	10,70	17,50	13,45	2,05	21,00
Th	7,36	2,90	10,10	7,55	1,93	10,50
U	2,21	1,00	2,80	2,45	0,60	2,70
La	18,58	10,40	23,00	19,95	3,64	31,00
Ce	34,17	20,90	40,90	35,95	6,05	63,00
Pr	4,29	2,81	5,21	4,41	0,68	7,10
Nd	17,17	12,16	20,70	17,70	2,91	27,00
Sm	3,41	2,88	3,85	3,40	0,32	4,70
Eu	1,01	0,88	1,16	0,99	0,09	1,00
Gd	3,21	2,70	3,60	3,23	0,33	4,00
Tb	0,40	0,32	0,50	0,39	0,04	0,70
Dy	2,76	2,20	3,06	2,80	0,29	3,90
Ho	0,50	0,44	0,62	0,50	0,05	0,83
Er	1,58	1,22	2,03	1,51	0,25	2,30
Tm	0,24	0,19	0,35	0,23	0,04	0,30
Yb	1,66	1,38	2,29	1,54	0,29	2,00
Lu	0,25	0,19	0,38	0,24	0,05	0,31



Şekil 2. Torul volkanik kayalar gruplarının ve üst kabuk element ortalamalarının gösterimi (Y ekseninde logaritmik)



Şekil 3 Torul volkaniklerinin tümüne ait elementlerin ortalama ve medyan değerlerinin üst kabuk değerleri ile kıyası

#### IV. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Eosen yaşlı Torul volkanik kayalarının ana oksit ortalama değerleri kayaların kökensel özellikleri ile genel manada uyumlu olarak % cinsinden, SiO<sub>2</sub> için 54.16-63.65, TiO<sub>2</sub> için 0,47-0,63, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> için 14.61-17,53, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>T</sup> için MnO için 0,07-0,30, MgO için 1,59-4,48, CaO için 3,26-4,48, Na<sub>2</sub>O için 2,61-4,96, K<sub>2</sub>O için 0,59-4,35 ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> için 0,14-0,23 aralığındadır.

Kayaçların iz element kalkofil elementlerce üst kabuk değerlerinden yüksek (zenginleşmiş)/yakın iken, uyumsuz ve litofil elementlerce düşük (tükenilmiş) olarak tespit edilmiştir. NTE bakımından kayalardaki konsantrasyonlar düşük (tükenilmiş) olarak tespit edilmiştir. Torul volkaniklerinin Ana oksit, iz element ve NTE değerleri Karamustafa (Gümüşhane) Eosen volkanikleri [91] ile karşılaştırıldığında elementlere göre yer yer zenginleşme lehine yer yer de tükenme lehine farklılık göstermektedir. Eosen yaşlı Torul volkanitler oldukça geniş bir alanda yüzlek vermekte olup, eşlenikleri



Gümüşhane İl sınırı içinde yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 1). Bölgedeki birçok epitermal değerli metal cevherleşmelerine Torul Eosen volkanikleri ve eşleniklerinin konaklık yaptığı düşünüldüğünde, Torul volkaniklerinin eşleniklerini de kapsayan daha detaylı bir çalışmanın yapılarak bölge için özellikle iz elementler için yerel eşik değerlerin hesaplanmasının yeni maden sahalarının aranmasında önemli katkı vereceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] A. Vural, A. Gundogdu, I. Akpınar, ve C. Baltacı, "Environmental impact of Gümüşhane City, Turkey, waste area in terms of heavy metal pollution", *Natural Hazards*, c. 88, sayı 2, ss. 867–890, Eyl. 2017, doi: 10.1007/s11069-017-2896-1.
- [2] A. Vural ve M. Erdoğan, "Eski Gümüşhane Kırkpavli Alterasyon Sahasında Toprak Jeokimyası", *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, c. 4, sayı 1, ss. 1–15, 2014.
- [3] A. Vural, "Toprak ve Akasya ağacı sürgünlerindeki iz/ağır metal dağılımı, Gümüşhane-Türkiye", *MTA Dergisi*, c. 148, ss. 85–106, 2014.
- [4] A. Vural ve B. Çiçek, "Cevherleşme Sahasında Gelişmiş Topraklardaki Ağır Metal Kirliliği", *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, c. 8, ss. 1533–1547, 2020, doi: 10.29130/dubited.643775.
- [5] A. Vural ve A. Kaygusuz, "Kirlilik Parametrelerine Göre Farklı Kayaçların Element İçeriklerinin Araştırılması: Avliyana (Torul-Gümüşhane/Türkiye)", içinde 2. *Uluslararası Hasankeyf Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi*, 2022, ss. 251–259.
- [6] A. Vural, "Demirören (Gümüşhane) ve Çevre Kayaçlarının Element İçeriklerinin Tıbbi Jeoloji Açısından İncelenmesi", içinde 71. *Türkiye Jeoloji Kurultayı*, 2018, ss. 885–886.
- [7] A. Vural, "Metalojenik Kuşaklardaki Kayaçların Element Temel Değerlerinin Tıbbi Jeoloji Açısından İncelenmesi: Karamustafa Vadisi (Gümüşhane)", içinde 71. *Türkiye Jeoloji Kurultayı*, 2018, ss. 875–876.
- [8] A. Vural, "Relationship between the geological environment and element accumulation capacity of *Helichrysum arenarium*", *Arabian Journal of Geosciences*, c. 11, sayı 11, s. 258, Haz. 2018, doi: 10.1007/s12517-018-3609-0.
- [9] A. Vural, "Demirören/Gümüşhane-Türkiye Kuvars Porfiri Kayacı ve İlişkili Skarn-Metasomatizmanın Jeokimyasal Özellikleri", *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural and Medical Sciences*, c. 7, sayı 13, ss. 97–121, Oca. 2020, doi: 10.38065/euroasiaorg.394.
- [10] A. Vural, "Contamination assessment of heavy metals associated with an alteration area: Demirören Gumushane, NE Turkey", *Journal of the Geological Society of India*, c. 86, sayı 2, ss. 215–222, Ağu. 2015, doi: 10.1007/s12594-015-0301-9.
- [11] A. Vural, "Avliyana Cevherleşme/Alterasyon Sahasının Kütle Değişim Özellikleri ve Asit Maden Drenaj Potansiyelinin Araştırılması", *Icontech International Journal of Surveys, Engineering, Technology*, c. 6, sayı 4, ss. 1–23, 2022, doi: 10.5281/zenodo.7489730.
- [12] A. Vural, "Bayramiç (Çanakkale) ve Çevresindeki Altın Zenginleşmelerinin Araştırılması", Ankara Üniversitesi, 2006.
- [13] A. Vural, "Hidrotermal Alterasyona Bağlı Element Kirliliği : Canca (Gümüşhane - Türkiye)", *Journal of Investigations on Engineering & Technology*, c. 5, sayı 2, ss. 87–103, 2022.
- [14] A. Vural, "Heavy metal pollution from listwaenitization: In case of Alakeçi (Bayramiç-Çanakkale/West Türkiye)", *Turkish Journal of Analytical Chemistry*, c. 4, sayı 2, ss. 94–102, Kas. 2022, doi: 10.51435/turkjac.1190831.
- [15] A. Vural, "On the elemental contents of aspen (*Populus tremula* L.) leaves grown in the mineralization area", *Journal of Geography and Cartography*, c. 6, sayı 1, ss. 1–10, 2023, doi: 10.24294/jgc.v6i1.2192.
- [16] A. Vural ve F. Erşen, "Geology, mineralogy and geochemistry of manganese mineralization in Gumushane, Turkey", *Journal of Engineering Research and Applied Science*, c. 8, sayı June, ss. 1051–1059, 2019.
- [17] A. Sungur, A. Vural, A. Gundogdu, ve M. Soylak, "Effect of antimonite mineralization area on heavy metal contents and geochemical fractions of agricultural soils in Gümüşhane Province, Turkey", *Catena*, c. 184, sayı January 2019, s. 104255, 2020, doi: 10.1016/j.catena.2019.104255.
- [18] A. Vural, "Assessment of metal pollution associated with an alteration area: Old Gümüşhane, NE Black Sea", *Environmental Science and Pollution Research*, c. 22, sayı 5, ss. 3219–3228, 2015, doi: 10.1007/s11356-014-2907-7.
- [19] A. Vural, S. Kaya, N. Başaran, ve O. T. Songören, *Anadolu Madencilğinde İlk Adımlar*. Ankara, Türkiye: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, MTA Kültür Serisi-3, 2009.
- [20] A. Vural ve A. Çiftçi, "An Analysis of Some Concepts Related to Environmental Issues and Development by N-Gram", *Euroasia Journal of Social Sciences & Humanities*, c. 8, sayı 19, ss. 18–28, Oca. 2021, doi: 10.38064/eurssh.158.
- [21] A. Vural, Ö. Çorumluoğlu, ve İ. Asri, "Investigation of alteration areas by Crosta using LANDSAT images for Old Gumushane (Suleymaniye) and its near vicinity", *Journal of Natural Science Institute of Gumushane University*, c. 2, sayı 1, ss. 36–48, 2012.
- [22] A. Vural, Ö. Çorumluoğlu, ve İ. Asri, "Remote sensing technique for capturing and exploration of mineral deposit sites in Gumushane metallogenic province, NE Turkey", *Journal of the Geological Society of India*, c. 90, sayı 5, ss. 628–633, Kas. 2017, doi: 10.1007/s12594-017-0762-0.
- [23] A. Vural ve A. Kaygusuz, "Avliyana (Torul-

- Gümüşhane) Antimonit Cevherleşmesinin Jeolojisi-Mineralojisi ve Kökeninin Araştırılması”, Gümüşhane, Türkiye, 2016.
- [24] A. Vural, A. Kaygusuz, ve H. Dönmez, “Avliyana Antimonit Cevherleşmesinin Duraylı İzotop ve Sıvı Kapanım Verileriyle Değerlendirilmesi”, içinde 69. *Türkiye Jeoloji Kurultayı*, 2016, ss. 370–373.
- [25] A. Vural, “Gold and Silver Content of Plant *Helichrysum Arenarium*, Popularly Known as the Golden Flower, Growing in Gümüşhane, NE Turkey”, *Acta Physica Polonica A*, c. 132, sayı 3–II, ss. 978–980, Eyl. 2017, doi: 10.12693/APhysPolA.132.978.
- [26] T. Özsayar, S. Pelin, ve A. Gedikoğlu, “Doğu Pontidlerde Kretase”, *KTÜ Yer Bilimleri Dergisi*, c. 1, sayı 2, ss. 65–114, 1981.
- [27] A. İ. Okay ve Ö. Şahintürk, “Geology of the Eastern Pontides”, içinde *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region*, A. G. Robinson, Ed. AAPG Memoir 68, 1997, ss. 291–311.
- [28] M. Arslan, N. Tüysüz, S. Korkmaz, ve H. Kurt, “Geochemistry and petrogenesis of the eastern Pontide volcanic rocks, Northeast Turkey”, *Chemie der Erde Geochemistry*, c. 57, ss. 157–187, 1997.
- [29] C. Şen, “Jurassic volcanism in the Eastern Pontides: Is it rift related or subduction related?”, *Turkish Journal of Earth Sciences*, c. 16, sayı 4, ss. 523–539, 2007.
- [30] C. Saydam Eker ve S. Korkmaz, “Mineralogy and whole rock geochemistry of late Cretaceous sandstones from the eastern Pontides (NE Turkey)”, *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, c. 188, sayı 3, ss. 235–256, 2011, doi: 10.1127/0077-7757/2011/0202.
- [31] Ç. Saydam Eker, “Petrography and geochemistry of Eocene sandstones from eastern Pontides (NE TURKEY): Implications for source area weathering, provenance and tectonic setting”, *Geochemistry International*, c. 50, sayı 8, ss. 683–701, Ağu. 2012, doi: 10.1134/S001670291206002X.
- [32] G. Topuz, R. Altherr, A. Kalt, M. Satir, O. Werner, ve W. H. Schwarz, “Aluminous granulites from the Pulur complex, NE Turkey: A case of partial melting, efficient melt extraction and crystallisation”, *Lithos*, c. 72, sayı 3–4, ss. 183–207, 2004, doi: 10.1016/j.lithos.2003.10.002.
- [33] A. Dokuz, “A slab detachment and delamination model for the generation of Carboniferous high-potassium I-type magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: The Köse composite pluton”, *Gondwana Research*, c. 19, sayı 4, ss. 926–944, 2011, doi: 10.1016/j.gr.2010.09.006.
- [34] A. Kaygusuz, M. Arslan, W. Siebel, F. Sipahi, ve N. Ilbeyli, “Geochronological evidence and tectonic significance of Carboniferous magmatism in the southwest Trabzon area, eastern Pontides, Turkey”, *International Geology Review*, c. 54, sayı 15, ss. 1776–1800, 2012, doi: 10.1080/00206814.2012.676371.
- [35] A. Kaygusuz, M. Arslan, F. Sipahi, ve İ. Temizel, “U-Pb zircon chronology and petrogenesis of Carboniferous plutons in the northern part of the Eastern Pontides, NE Turkey: Constraints for Paleozoic magmatism and geodynamic evolution”, *Gondwana Research*, c. 39, ss. 327–346, 2016.
- [36] A. Kaygusuz, E. Aydınçakır, C. Yücel, ve H. E. Atay, “Petrographic and geochemical characteristics of carboniferous plutonic rocks around Erenkaya (Gümüşhane, NE Turkey)”, *Journal of Engineering Research and Applied Science*, c. 10, sayı 2, ss. 1774–1788, 2021.
- [37] A. Kaygusuz, “Geochronological age relationships of Carboniferous Plutons in the Eastern Pontides ( NE Turkey )”, *Journal of Engineering Research and Applied Science*, c. 9, sayı 1, ss. 1299–1307, 2020.
- [38] A. Kaygusuz, C. Yücel, E. Aydınçakır, M. A. Gücer, ve G. Ruffet, “<sup>40</sup>Ar–<sup>39</sup>Ar dating, whole-rock and Sr-Nd isotope geochemistry of the Middle Eocene calc-alkaline volcanic rocks in the Bayburt area, Eastern Pontides (NE Turkey): Implications for magma evolution in an extension-related setting”, *Mineralogy and Petrology*, c. 116, sayı 5, ss. 379–399, 2022, doi: 10.1007/s00710-022-00788-w.
- [39] G. Topuz vd., “Carboniferous high-potassium I-type granitoid magmatism in the Eastern Pontides: The Gümüşhane pluton (NE Turkey)”, *Lithos*, c. 116, sayı 1–2, ss. 92–110, Nis. 2010, doi: 10.1016/j.lithos.2010.01.003.
- [40] A. Vural ve A. Kaygusuz, “Petrology of the Paleozoic Plutons in Eastern Pontides: Artabel Pluton (Gümüşhane, NE Turkey)”, *Journal of Engineering Research and Applied Science*, c. 8, sayı 2, ss. 1216–1228, 2019.
- [41] A. Kaygusuz, “Petrographic and Geochemical characteristics of Paleozoic Gabbroic rocks around Taşdelen (Özdil / Trabzon, NE Türkiye)”, *Journal of Engineering Research and Applied Science*, c. 11, sayı December, ss. 2111–2122, 2022.
- [42] C. Saydam Eker, F. Sipahi, ve A. Kaygusuz, “Trace and Rare Earth Elements as Indicators of Provenance and Depositional Environments of Lias Cherts in Gumushane, NE, Turkey”, *Chemie der Erde - Geochemistry*, c. 72, ss. 167–177, 2012.
- [43] Ü. Açar, “Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) bölgesinin jeolojisi”, İstanbul Üniversitesi, 1977.
- [44] E. Aydınçakır vd., “Magmatic evolution of the Calc-alkaline Middle Jurassic igneous rocks in the eastern pontides, NE Turkey: insights from geochemistry, whole-rock Sr-Nd-Pb, in situ zircon Lu-Hf isotopes, and U-Pb geochronology”, *International Geology Review*, c. 00, sayı 00, ss. 1–22, 2023, doi: 10.1080/00206814.2023.2177890.
- [45] A. Dokuz, O. Karlı, B. Chen, ve I. Uysal, “Sources and petrogenesis of Jurassic granitoids in the Yusufeli area, Northeastern Turkey: Implications for pre- and post-collisional lithospheric thinning of the eastern Pontides”, *Tectonophysics*, c. 480, sayı 1–4, ss. 259–279, Oca. 2010, doi: 10.1016/j.tecto.2009.10.009.
- [46] T. Ustaömer, A. H. F. Robertson, P. A. Ustaömer, A. Gerdes, ve I. Peytcheva, “Constraints on variscan and cimmerian magmatism and metamorphism in the pontides (Yusufeli-Artvin area), NE Turkey from U-Pb dating and granite geochemistry”, *Geological Society Special Publication*, c. 372, sayı 1, ss. 49–74,

- 2013, doi: 10.1144/SP372.13.
- [47] Y. Eyuboğlu vd., “Cenozoic forearc gabbros from the northern zone of the Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey: implications for slab window magmatism and convergent margin tectonics”, *Gondwana Research*, c. 33, ss. 160–190, 2016.
- [48] O. Karlı, D. A. ve R. Kandemir, “Zircon Lu-Hf isotope systematics and U-Pb geochronology, whole-rock Sr-Nd isotopes and geochemistry of the early Jurassic Gökçedere pluton, Sakarya Zone-NE Turkey: a magmatic response to roll-back of the Paleo-Tethyan oceanic lithosphere”, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, c. 172, ss. 1–31, 2017.
- [49] S. Pelin, “Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelenmesi”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları*, ss. 87–103, 1977.
- [50] E. Aydınçakır, “Subduction-related Late Cretaceous high-K volcanism in the Central Pontides orogenic belt: Constraints on geodynamic implications”, *Geodinamica Acta*, c. 28, sayı 4, ss. 379–411, 2016.
- [51] İ. Temizel, M. Arslan, C. Yücel, E. Abdioğlu Yazar, A. Kaygusuz, ve Z. Aslan, “U-Pb geochronology, bulk-rock geochemistry and petrology of Late Cretaceous syenitic plutons in the Gököy (Ordu) area (NE Turkey): Implications for magma generation in a continental arc extension triggered by slab roll-back”, *Journal of Asian Earth Sciences*, c. 171, ss. 305–320, 2019.
- [52] A. Vural, İ. Akpınar, ve A. Kaygusuz, “Petrological characteristics of Cretaceous volcanic rocks of Demirören (Gümüşhane, NE Turkey) region”, *Journal of Engineering Research and Applied Science*, c. 10, sayı 2, ss. 1828–1842, 2021.
- [53] A. Vural ve A. Kaygusuz, “Petrographic and geochemical characteristics of late Cretaceous volcanic rocks in the vicinity of Avliyana (Gümüşhane, NE Turkey)”, *Journal of Engineering Research and Applied Science*, c. 10, sayı 2, ss. 1796–1810, 2021.
- [54] N. Köprübaşı, C. Şen, ve A. Kaygusuz, “Doğu Pontid adayayı granitoidlerinin karşılaştırılmalı petrografik ve kimyasal özellikleri, KD Türkiye”, *Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi*, c. 1, ss. 111–120, 2000.
- [55] A. Kaygusuz, M. Arslan, İ. Temizel, C. Yücel, ve E. Aydınçakır, “U–Pb zircon ages and petrogenesis of the Late Cretaceous I-type granitoids in arc setting, Eastern Pontides, NE Turkey”, *Journal of African Earth Sciences*, c. 174, s. 104040, Şub. 2021, doi: 10.1016/j.jafrearsci.2020.104040.
- [56] İ. Temizel, M. Arslan, E. Abdioğlu Yazar, Z. Aslan, A. Kaygusuz, ve T. Baki Eraydın, “Zircon U-Pb geochronology and petrology of the tholeiitic gabbro from the Kovanlık (Giresun) area: Constraints for the Late Cretaceous bimodal arc magmatism in the Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey”, *Lithos*, c. 428–429, sayı August, 2022, doi: 10.1016/j.lithos.2022.106840.
- [57] A. Kaygusuz, “Torul ve çevresinde yüzeylenen kayaların petrografik ve jeokimyasal incelenmesi”, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 227s, 2000.
- [58] A. Kaygusuz, A. Arslan, W. Siebel, ve C. Şen, “Geochemical and Sr-Nd Isotopic Characteristics of Post-Collisional Calc-Alkaline Volcanics in the Eastern Pontides (NE Turkey)”, *Turkish Journal of Earth Sciences*, c. 20, sayı August 2010, ss. 137–159, 2011, doi: 10.3906/yer-1002-8.
- [59] G. Topuz, R. Altherr, W. H. Schwarz, W. Siebel, M. Satır, ve A. Dokuz, “Post-collisional plutonism with adakite-like signatures: The Eocene Saraycik granodiorite (Eastern Pontides, Turkey)”, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, c. 150, sayı 4, ss. 441–455, 2005, doi: 10.1007/s00410-005-0022-y.
- [60] O. Karlı vd., “Adakite-like granitoid porphyries in the Eastern Pontides, NE Turkey: Potential parental melts and geodynamic implications”, *Lithos*, c. 127, sayı 1–2, ss. 354–372, Kas. 2011, doi: 10.1016/j.lithos.2011.08.014.
- [61] A. Dokuz, I. Uysal, W. Siebel, M. Turan, R. Duncan, ve M. Akçay, “Post-collisional adakitic volcanism in the eastern part of the Sakarya Zone, Turkey: Evidence for slab and crustal melting”, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, c. 166, sayı 5, ss. 1443–1468, Kas. 2013, doi: 10.1007/s00410-013-0936-8.
- [62] M. Arslan vd., “<sup>40</sup>Ar–<sup>39</sup>Ar dating, whole-rock and Sr–Nd–Pb isotope geochemistry of post-collisional Eocene volcanic rocks in the southern part of the Eastern Pontides (NE Turkey): implications for magma evolution in extension-induced origin”, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, c. 166, sayı 1, ss. 113–142, Tem. 2013, doi: 10.1007/s00410-013-0868-3.
- [63] Z. Aslan, M. Arslan, İ. Temizel, ve A. Kaygusuz, “K–Ar dating, whole-rock and Sr–Nd isotope geochemistry of calc-alkaline volcanic rocks around the Gümüşhane area: Implications for post-collisional volcanism in the Eastern Pontides, Northeast Turkey”, *Mineralogy and Petrology*, c. 108, sayı 2, ss. 245–267, Nis. 2014, doi: 10.1007/s00710-013-0294-2.
- [64] İ. Temizel, M. Arslan, G. Ruffet, ve J. J. Peucat, “Petrochemistry, geochronology and Sr–Nd isotopic systematics of the Tertiary collisional and post-collisional volcanic rocks from the Ulubey (Ordu) area, eastern Pontide, NE Turkey: Implications for extension-related origin and mantle source characteristi”, *Lithos*, c. 128–131, ss. 126–147, Oca. 2012, doi: 10.1016/j.lithos.2011.10.006.
- [65] Y. Eyuboğlu, F. O. Dudas, M. Santosh, K. Yi, S. Kwon, ve E. Akaryalı, “Petrogenesis and U-Pb zircon chronology of adakitic porphyries within the Kop ultramafic massif (Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey)”, *Gondwana Research*, c. 24, sayı 2, ss. 742–766, 2013, doi: 10.1016/j.gr.2012.11.014.
- [66] E. Aydınçakır, “The petrogenesis of Early Eocene non-adakitic volcanism in NE Turkey: Constraints on the geodynamic implications”, *Lithos*, c. 208, ss. 361–377, Kas. 2014, doi: 10.1016/j.lithos.2014.08.019.
- [67] A. Kaygusuz, Z. Merdan Tutar, ve C. Yücel, “Mineral chemistry, crystallization conditions and petrography of Cenozoic volcanic rocks in the Bahçecik

- (Torul/Gumushane) area, Eastern Pontides (NE Turkey)”, *Journal of Engineering Research and Applied Science*, c. 6, sayı 2, ss. 641–651, 2017.
- [68] A. Kaygusuz, M. A. Gucer, C. Yücel, E. Aydınçakır, ve F. Sipahi, “Petrography and crystallization conditions of Middle Eocene volcanic rocks in the Aydın-tepe-Yazyurdu (Bayburt) area, Eastern Pontides (NE Turkey)”, *Journal of Engineering Research and Applied Science*, c. 8, sayı 2, ss. 1205–1215, 2019.
- [69] C. Yücel, M. Arslan, İ. Temizel, E. Abdioğlu Yazar, ve G. Ruffet, “Evolution of K-rich magmas derived from a net veined lithospheric mantle in an ongoing extensional setting: Geochronology and geochemistry of Eocene and Miocene volcanic rocks from Eastern Pontides (Turkey).”, *Gondwana Research*, c. 45, ss. 65–86, 2017.
- [70] A. Kaygusuz ve K. Şahin, “Petrographical, geochemical and petrological characteristics of Eocene volcanic rocks in the Mescitli area, Eastern Pontides (NE Turkey)”, *Journal of Engineering Research and Applied Science*, c. 5, sayı 2, ss. 473–486, 2016.
- [71] A. Vural, İ. Akpınar, A. Kaygusuz, ve F. Sipahi, “Petrological characteristics of Eocene volcanic rocks around Demirören (Gümüşhane, NE Turkey)”, *Journal of Engineering Research and Applied Science*, c. 10, sayı 1, ss. 1703–1716, 2021.
- [72] E. Aydınçakır, C. Yücel, G. Ruffet, M. A. Gücer, E. Akaryalı, ve A. Kaygusuz, “Petrogenesis of post-collisional Middle Eocene volcanism in the Eastern Pontides (NE, Turkey): Insights from geochemistry, whole-rock Sr-Nd-Pb isotopes, zircon U-Pb and <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar geochronology”, *Geochemistry*, s. 125871, Şub. 2022, doi: 10.1016/j.chemer.2022.125871.
- [73] A. Kaygusuz, C. Yucel, ve E. Aydinçakır, “Mineralogical and Petrographic Properties of Beytarla- Kazıkbeli , Taşbaşı , Yaylaköy - Söğüteli Plutons Located to the South of Giresun ( Eastern Pontides )”, *Journal of Engineering Research and Applied Science*, c. 11, sayı June, ss. 1973–1981, 2022.
- [74] O. Karşlı, B. Chen, F. Aydın, ve C. Şen, “Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic compositions of the Eocene Dölek and Sariçiçek Plutons, Eastern Turkey: Implications for magma interaction in the genesis of high-K calc-alkaline granitoids in a post-collision extensional setting”, *Lithos*, c. 98, sayı 1–4, ss. 67–96, Eki. 2007, doi: 10.1016/j.lithos.2007.03.005.
- [75] A. Kaygusuz ve M. Öztürk, “Geochronology, geochemistry, and petrogenesis of the Eocene Bayburt intrusions, Eastern Pontide, NE Turkey: implications for lithospheric mantle and lower crustal sources in the high-K calc-alkaline magmatism”, *Journal of Asian Earth Sciences*, c. 108, ss. 97–116, 2015.
- [76] Ş. Özdamar, M. F. Roden, ve M. Z. Billor, “Petrology of the shoshonitic Çambaşı pluton in NE Turkey and implications for the closure of the Neo-Tethys Ocean: insights from geochemistry, geochronology and SrNd isotopes”, *Lithos*, c. 284–285, ss. 477–492, 2017.
- [77] Y. Eyüboğlu vd., “Eocene granitoids of northern Turkey: Polybaric magmatism in an evolving arc–slab window system”, *Gondwana Research*, c. 50, ss. 311–345, 2017.
- [78] A. Kaygusuz vd., “Petrography, mineral chemistry and crystallization conditions of Cenozoic plutonic rocks located to the north of Bayburt (Eastern Pontides, Turkey)”, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, c. 157, ss. 75–102, 2018.
- [79] A. Kaygusuz vd., “Eocene I-type magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Insights into magma genesis and magma-tectonic evolution from whole-rock geochemistry, geochronology and isotope systematics”, *International Geology Review*, 2020, doi: doi.org/10.1080/00206814.2019.1647468.
- [80] İ. Temizel, E. Abdioğlu Yazar, M. Arslan, A. Kaygusuz, ve Z. Aslan, “Mineral chemistry, whole-rock geochemistry and petrology of Eocene I-type shoshonitic plutons in the Gököy area (Ordu, NE Turkey)”, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, c. 157, ss. 121–152, 2018.
- [81] İ. Temizel, M. Arslan, C. Yücel, E. Abdioğlu Yazar, A. Kaygusuz, ve Z. Aslan, “Eocene tonalite–granodiorite from the Havza (Samsun) area, northern Turkey: adakite-like melts of lithospheric mantle and crust generated in a post-collisional setting”, *International Geology Review*, 2020, doi: 10.1080/00206814.2019.1625077.
- [82] A. Vural ve A. Kaygusuz, “Geochronology, petrogenesis and tectonic importance of Eocene I-type magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey”, *Arabian Journal of Geosciences*, c. 14, sayı 6, s. 467, Mar. 2021, doi: 10.1007/s12517-021-06884-z.
- [83] F. Aydın, O. Karşlı, ve B. Chen, “Petrogenesis of the Neogene alkaline volcanics with implications for post-collisional lithospheric thinning of the Eastern Pontides, NE Turkey”, *Lithos*, c. 104, sayı 1–4, ss. 249–266, Ağu. 2008, doi: 10.1016/j.lithos.2007.12.010.
- [84] O. Karşlı vd., “Tracking the timing of Neotethyan oceanic slab break-off: Geochronology and geochemistry of the quartz diorite porphyries, NE Turkey”, *Journal of Asian Earth Sciences*, c. 200, Eyl. 2020, doi: 10.1016/j.jseaes.2020.104456.
- [85] C. Yücel, M. Arslan, İ. Temizel, ve E. Abdioğlu, “Volcanic facies and mineral chemistry of Tertiary volcanics in the northern part of the Eastern Pontides, northeast Turkey: implications for pre-eruptive crystallization conditions and magma chamber processes”, *Mineralogy and Petrology*, c. 108, ss. 439–467, 2014.
- [86] C. Yücel, “Geochronology, geochemistry, and petrology of adakitic Pliocene–Quaternary volcanism in the Şebinkarahisar (Giresun) area, NE Turkey”, *International Geology Review*, c. 61, sayı 6, ss. 754–777, Nis. 2019, doi: 10.1080/00206814.2018.1461029.
- [87] A. Vural ve G. Külekçi, “Zenginleştirilmiş Jeoturizm Güzergahı:Gümüşhane-Bahçecik Köyü”, *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, c. 8, sayı 19, ss. 1–23, 2021, doi: 10.38065/euroasiaorg.894.



- [88] A. Vural, “Zenginleştirilmiş Jeoturizm Güzergahlarına Dair Farkındalık Oluşturulması : Eski Gümüşhane - Dörtkonak Güzergahı”, *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, c. 10, ss. 250–274, 2019.
- [89] A. Kaygusuz, C. Şen, ve Z. Aslan, “Torul (Gümüşhane) Volkaniklerinin Petrografik ve Petrolojik Özellikleri (KD Türkiye); Fraksiyonel Kristallenme ve Magma Karışımına İlişkin Bulgular”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, c. 49, sayı 1, ss. 49–82, 2006.
- [90] R. Rudnick ve S. Gao, “Composition of the Continental Crust”, içinde *Readings of Treatise on Geochemistry*, 2. baskı, H. Holland ve K. Turekian, Ed. London, England: Elsevier, 2010.
- [91] A. Vural, “Investigation of Background Values of Rocks in Near Vicinity of Karamustafa Ore Deposit (Gümüşhane)”, içinde *3rd International Health Sciences and Management Conference*, 2018, ss. 264–272.