

Karlıca İnrüzyonunun (Bayburt, KD Türkiye) Jeolojik ve Petrografik Özellikleri

Abdullah Kaygusuz^{1*}, Alaaddin Vural²

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

²Jeoloji Mühendisliği / Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gümüşhane Üniversitesi, Türkiye. ORCID: ID/0000-0002-0446-828X

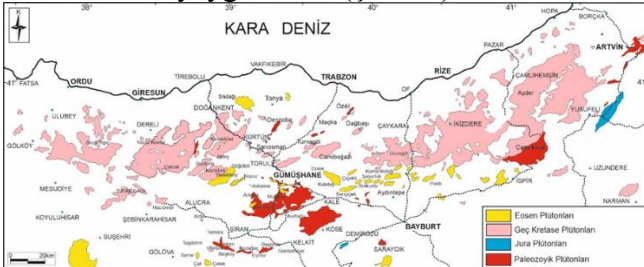
*(abdullah.kaygusuz@gmail.com) Başlıca yazarın mail adresi

Özet – Bu çalışmada, Bayburt kuzeyinde yer alan Karlıca İnrüzyonu'nun jeolojik ve petrografik özellikleri belirlenmiştir. Çalışma sahasının taban kayaları Eosen yaşındaki andezit, bazalt ve piroklastikdir. Bu birimler eş yaştaki Karlıca İnrüzyonunca kesilmekte ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlarca uyumsuz olarak örtülmüştür. Karlıca İnrüzyonu 3 km²'lik bir alanda elips şekilli olarak yüzeylenmektedir. İnrüzyon granodiyorit ve monzogranit bileşimli kayalardan oluşmaktadır. Petrografik olarak ince-orta taneli, yer yer porfirik ve mikrografik dokuya sahiptir. Kayaları oluşturan mineraller başlıca plajiyoklas, kuvars, ortoklas, piroksen, amfibol ve biyotitlerdir. Tali mineraller ise zirkon, apatit ve Fe-Ti oksitlerdir. İnrüzyonu oluşturan kayalardaki plajiyoklaslar An₃₇₋₂₂ bileşimindedir ve andezin ve oligoklas türündedir. Kayalardaki opak mineraller ise magnetit, daha az miktarda ilmenittir. İncelenen örnekler KAP diyagramında orta K₂O içerikli kalk-alkalen trend gösterirler.

Anahtar Kelimeler – Karlıca İnrüzyonu, Mineraloji-petrografi, Modal analiz, Doğu Pontidler, Bayburt, Eosen

I. GİRİŞ

Doğu Pontidler (KD Türkiye) Alpin-Himalaya orojenik kuşağında bulunur ve plütonik ve volkanik kayaları yaygın olarak barındırır [1]–[10]. Bölgede Permo-Karbonifer'den Eosen'in son dönemlerini içeren yaş aralığında plütonik kayalar mevcuttur. Bölgedeki Eosen yaşlı plütonik kayalar, Doğu Pontidlerin kuzey zonunda az rastlanırken, güney zonda ise daha yaygındır (Şekil 1).



Şekil 1. Doğu Pontidlerdeki Paleozoyik-Eosen yaş aralığında oluşmuş plütonların dağılımı [11]'den değiştirilerek)

İncelenen Karlıca intrüzyonu Eosen yaşlı olup, intrüzyon üzerinde şimdiye bilinen kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, Bayburt

yöresinde yer alan Karlıca İnrüzyonu'nun genel jeolojik, mineralojik ve petrografik özellikleri ortaya konmuştur.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Araziden toplanan 20 adet kayaç örneğinin ince kesitleri hazırlanmış ve mineralojik-petrografik özellikleri belirlenmiştir. 11 adet örneğin modal analizleri gerçekleştirilmiş ve intrüzyonu oluşturan kayaların türleri tespit edilmiştir. Analizler Swift nokta sayacı ile gerçekleştirilmiştir. Modal analizler 0.4 mm, tane boyutuna bağlı olarak da bazen 0.2 mm aralığında yapılmıştır. Analiz sırasında kesit başına 600-700 civarında sayım yapılmıştır.

III. BULGULAR

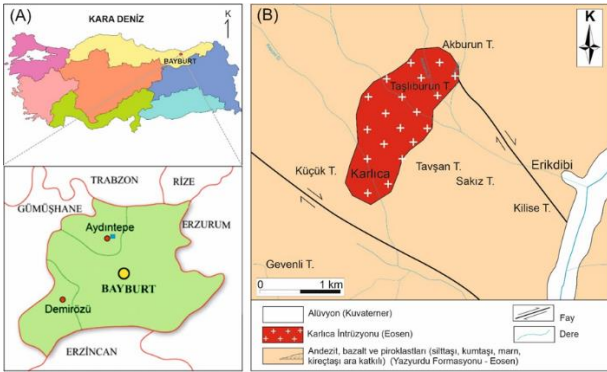
A. Bölgesel Jeoloji ve İnceleme Alanının Genel Jeoloji

Bölgede, Erken Karbonifer metamorfikler [12], Erken-Geç Karbonifer plütonikler [7], [9], [13]–[20], Erken-Orta Jura volkano-tortul birimler [21]–

[24], Orta-Geç Jura plütonikler [25]–[28] ve Geç Jura-Erken Kretase karbonatlı kayalara [29] rastlanmaktadır. Bölgede Geç Kretase, başlıca plütonik, volkanik ve tortul kayalarca zengindir [1], [11], [30]–[33]. Senozoyik yaşlı birimleri ise başlıca volkanik, plütonik ve tortul kayalar oluşturur [8], [34]–[49]. Bölgedeki en genç kayalar Kuvaterner yaşlı alüvyonlar, travertenler ve yamaç molozlarından oluşur.

İncelenen Karlıca İnrüzyonu Doğu Pontidlerin güneyinde, Bayburt İlinin kuzeyinde ve Karlıca köyü civarında yer almaktadır (Şekil 2). Sahada Tersiyer-Kuvaterner dönemi içinde olan, volkanik ve plütonik kayalar yaygın olarak gözlenirler.

Çalışmaya konu sahadaki en yaşlı birimler ise Eosen Yazyurdu Formasyonu'dur. Yazyurdu Formasyonu yine benzer yaşlı Karlıca İnrüzyonunca kesilmektedir. Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ise bu birimleri uyumsuz olarak örtmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Sahanın yer bulduru (a) ve jeolojik haritası (b) ([9]'den değiştirilerek)

Yazyurdu Formasyonu [50], başlıca andezit, bazalt ve bunların piroklastitlerinden oluşmakta olup, yer yer kumtaşı ara seviyeleri içerir. Andezit ve bazaltlar çoğunlukla haki gri, ayrılmış bölgelerde ise küllü sarı ve kahverengimsi renklere sahiptirler. El örneklerinde plajiyoklas, ortoklas ve kuvarslar ayırt edilebilmektedir. Volkanik breşler koyumsu gri, yer yer yeşilimsi renge sahiptir ve bu çakıllar matrisle tutturulmuştur. Çakıllar andezitlerden oluşmakta olup, 2-50 cm büyüklükte ve yarı köşeli şekildedirler. Tüfler gri ve yeşil renkte olup, genelde ayrılmıştır ve boşlukludurlar. Boşluklarda ikincil kalsit, epidot ve kuvars minerallerine rastlanmaktadır.

B. Mineraloji ve Petrografi

Karlıca İnrüzyonu, uzun ekseni kuzeydoğu-güneybatı uzanımına sahip, yaklaşık elips görünümlü bir sokulumdur (Şekil 2). Karlıca İnrüzyonu takriben 3 km²'yi kapsayan bir alanda yüzeylenmektedir ve yaklaşık 3 km uzunluk ve 1 km genişliktedir. İnrüzyon, kendisiyle eş yaşlı volkanitleri kesmekte ve dokanaklarındaki kireçtaşlarını kristalize etmiştir.

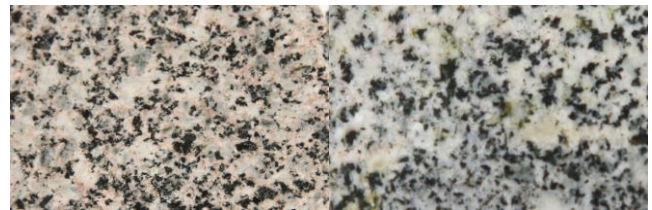
Karlıca İnrüzyonu'nda soğuma çatlakları mevcut olup (Şekil 3), bazı kısımlarda özellikle Karlıca ve Taşlıburun Tepe civarında çatlak sistemleri seyrek olup iyi derecede blokludur. Yan kayalar dokanaklarına yakın bazı kesimlerde plütonik kayalarda çok çatlaklı ve kırıklı yapılar gelişmiş olumakla birlikte kayalar iyi blok vermemektedirler.



Şekil 3. Karlıca İnrüzyonu'na ait kayaların arazi görünümü ve kayalardaki çatlak sistemleri

Karlıca İnrüzyonu genelde sağlam bir görünüme sahip olup, arenalaşma az olarak görülür. Arenalaşmış alanlarda kayalar kolayca parçalanmakta olup, kumlu ve toprağımsı bir yapıdadırlar.

Karlıca İnrüzyonu'nu oluşturan kayalar, makroskopik olarak ayrışma dereceleri, renk farklılıkları, mafik mineral içerikleri, dokuları ve birbiriyle olan dokanak ilişkilerine göre kendi aralarında birbirlerinden ayrılabilmeyle birlikte (Şekil 4) bu ayrımın petrografik çalışmalarla da teyidi yapılmıştır.



Şekil 4. Karlıca İnrüzyonu'na ait parlatılmış el örnekleri a) Monzogranit, b) Granodiyorit

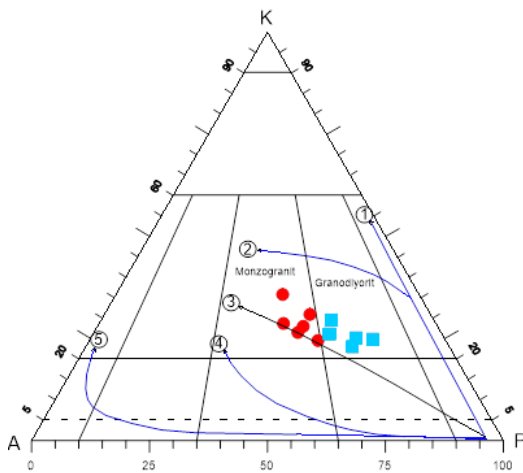
Karlıca İnrüzyonu'ndan sistematik olarak alınan örneklerden, 11 adet örneğe ait modal analizler yapılmıştır (Tablo 1). Karlıca İnrüzyonu'na ait kayaların modal mineralojileri aşağıda özetlenmiştir:

Monzogranitlerdeki plajiyoklasların modal olarak içerikleri 33-44, kuvarsların 22-33 ve ortoklasların ise 22-29 arasında değişmektedir (Tablo 1). Granodiyoritlerin plajiyoklas içerikleri modal olarak 44-53, kuvars içerikleri 20-27 ve ortoklas içerikleri de 13-22 arasındadır (Tablo 1). Mafik mineral içerikleri dikkate alındığında, monzogranitlere nazaran granodiyoritler daha yüksek mafik mineral içeriklerine sahiptirler (Tablo 1).

Tablo 1. Karlıca İnrüzyonu'nun modal analizleri

Örnek No	Kayaç adı	Plajiyoklas	Kuvars	Ortoklas	Amfibol	Biyotit	Piroksen	Opak Mineraller
1	Monzogranit	34.6	25.4	28.6	1.7	2.90	5.6	1.2
2	Monzogranit	37.1	23.8	24.2	4.1	3.40	4.9	2.5
3	Monzogranit	37.8	26.8	22.2	4.0	3.10	3.7	2.4
4	Monzogranit	36.9	22.6	25.9	6.5	2.3	3.4	2.4
5	Monzogranit	32.8	33.2	26.8	1.4	1.5	2.9	1.4
6	Monzogranit	43.7	22.1	24.4	2.9	0.6	2.7	3.6
7	Granodiyorit	52.5	21.7	13.4	3.8	3.2	3.9	1.5
8	Granodiyorit	51.8	23.1	17.2	2.4	0.1	3.1	2.3
9	Granodiyorit	50.1	20.4	18.1	4.1	3.1	2.5	1.7
10	Granodiyorit	44.2	26.7	19.6	3.6	0.7	2.8	2.4
11	Granodiyorit	45.2	23.5	21.5	3.7	1.5	2.6	2.0

Karlıca İnrüzyonu'nun modal analiz verileri KAP diyagramına [51] aktarıldığında (Şekil 5), intrüzyonun granodiyorit ve monzogranit bileşiminden oluştuğu tespit edilmiştir. [52] tarafından önerilen magmatik seriler için tipik farklılaşma trendleri dikkate alındığında, incelenen örnekler orta K₂O içerikli kalk-alkalen trendde sahiptirler (Şekil 5).



Şekil 5. Karlıca İnrüzyonu'nun KAP diyagramındaki [51] modal analiz sonuçları. Oklar, çeşitli magmatik seriler için tipik farklılaşma trendlerini [52] gösterir: (1) toleyitik, (2)

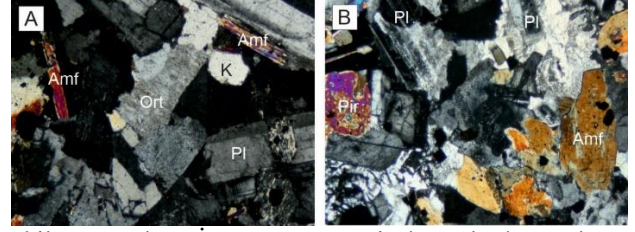
K₂O'ca fakir kalk-alkalen, (3) orta K₂O içerikli kalk-alkalen, (4) K₂O'ca zengin kalk-alkalen,

Monzogranitler, Karlıca İnrüzyonu'nda yayılımları en fazla olan kayalardır. Genellikle plütunun merkezi kısımlarında yer alırlar. Kayalar makroskobik olarak pembemsi gri ve koyu pembe renklere görülmekte olup, feldispat, kuvars ve koyu renkli mineraller tanınabilmektedir. Mikroskobik incelemelerde ince-orta taneli, monzonitik, poikilitik, porfirik, kısmen de mikrografik doku tespit edilmiştir (Şekil 6). Kuvarslar öz şekilsiz kristaller halinde olup, bazıları dalgalı sönme özelliği gösterirler. Kayaçta % 22-33 oranında bulunurlar (Tablo 1). Plajiyoklaslar çoğunlukla yarı öz şekilli, bazen de öz şekilli kristaller halinde olup, oran olarak % 33-44 arasındadırlar (Tablo 1). Bolluklarına göre albit ve albit-karlsbad ikizleri dikkat çekmektedir. Kristallerin 010'a dik kesitlerde yapılan tayinde, oligoklas (An₂₂₋₂₆) türleri belirlenmiştir. Halkalı zonlanma yaygındır. İri plajiyoklas kristalleri, poikilitik dokuda küçük plajiyoklas, amfibol ve opak mineral kapanımlarına sahiptir. Ortoklaslar genelde öz şekilsiz olmakla birlikte, nadiren de yarı öz şekillidirler ve diğer minerallerin boşluklarını doldurmuşlardır. Kayaçta % 22-29 oranında bulunurlar (Tablo 1). Genellikle ipliksi pertitik dokuda olup, bazı kesitlerde karlsbad ikizi belirgindir. İri ortoklas kristallerinin bazı kesimlerde daha küçük plajiyoklas ve amfibol minerallerini içlerine alarak, poikilitik doku kazanmışlardır. Bazı kesimlerde ise plajiyoklasların etrafını çevreleyerek monzonitik doku oluşturmuşlardır. Ortoklaslarda mirmekitik oluşumlara da rastlanmıştır. Biyotitler öz veya yarı öz şekilli çubuğumsu prizmatik kristaller olarak gözlenmiştir. Kayaçta % 1-3 arasında değişen oranındadırlar (Tablo 1). Dokanaklara yakın olan örnekler kırıklı yapıdadır ve protoklas etkisi gösterirler. Bazı kesitlerde, kısmen ayrışarak klorite dönüşmüş olarak gözlenirler. Amfibol mineralleri öz ve yarı öz şekilli hem levhamsı prizmatik, hem de küçük kristaller halindedir. (010) yüzeyine paralel kesitlerde 15-16 derece aralığında maksimum sönme açıları tespit edilmiştir. Kayaçta % 1-7 oranında bulunurlar (Tablo 1). Piroksenler ojit türünde olup, özşekilsiz ve yarı özşekilli levhamsı kristaller şeklinde gözlenmiştir ve kayaçtaki % 3-6 arasındadır (Tablo 1). (010) yüzeyine paralel kesitlerde maksimum sönme açıları 43-44 derece arasında ölçülmüştür.

Piroksenlerin yer yer ayrışarak klorit ve kalsitleştikleri görülmüştür. Opak mineraller küçük ve öz şekilsiz kristallerden oluşur. Bazıları biyotitlerin dilinimleri boyunca dizilmişlerdir. Kayaçta % 1-4 oranında bulunurlar (Tablo 1). Apatitler özşekilli prizma veya ince çubuğumsu kristaller halinde plajiyoklasın üzerinde bulunurlar. Zirkonlar özşekilli kısa tıknaz prizmatik kristaller halinde görülürler.

Granodiyoritler, intrüzyonun kuzey ve kuzeydoğu kısmında yer alıp, monzogranitlerin dış kısımlarında yer alırlar. Genellikle gri, açık gri renklerde görülürler. Mikroskobik olarak ince-orta kristallerde şeklinde olup, doku olarak porfirik, kısmen de mikrografiktir (Şekil 6). Plajiyoklaslar öz ve yarı öz şekilli kristallerden oluşmakta olup, kayaçta % 44-53 oranında bulunurlar (Tablo 1). Yapılan tayinlerde cinsinin andezin (An_{33-37}) olduğu belirlenmiştir (010'a dik kesit). Kuvarslar irili ufaklı öz şekilsiz kristaller halindedir. Bazı kesitlerde dalgalı sönme görülür. Kayaçta % 20-27 oranında bulunurlar (Tablo 1). Ortoklaslar öz şekilsiz olup, kuvarsla birlikte diğer minerallerin boşluklarını doldururlar ve kayaçta % 13-22 oranında bulunurlar (Tablo 1). Mikropertitik yapı yaygındır ve karsbad ikizi bazı minerallerde görülür. Biyotitler öz ve yarı öz şekilli çubuğumsu kristallerden oluşur. Kayaçta % 1-3 aralığında bulunurlar (Tablo 1). Bazı kesitlerde kısmen ayrışarak klorite dönüşmüştür. Amfibol mineralleri öz ve yarı öz şekilli levhamsı şekillerde görülürler ve kayaçta bollukları % 2-4 aralığındadır (Tablo 1). (010) yüzeyine paralel kesitlerde 12-13 derece arasında maksimum sönme açıları ölçülmüştür. Bazı minerallerin ayrışarak kalsit ve klorite dönüştükleri gözlenmiştir. Nispeten büyük olan amfibol kristallerinde poikilitik plajiyoklas ve opak mineral kapanımları görülmektedir. Piroksenler yarı özşekilli ve özşekilsiz levhamsı kristallerden oluşmaktadır veojit türündedirler. Kayaçta % 3-4 oranında bulunurlar (Tablo 1). (010) yüzeyine paralel kesitlerde 43-45 derece arasında maksimum sönme açıları ölçülmüştür. Ayrışmaya bağlı olarak kimi kesitlerde klorit ve kalsitleşmelere rastlanmıştır. Opak mineraller öz ve yarı öz şekilli olup, iri ve küçük kristaller halinde rastlanılmışlardır ve kayaçta % 1-2 bollukta rastlanılmışlardır (Tablo 1). Apatitler özşekilli prizma veya ince çubuğumsu kristallerden oluşur. Zirkonlar öz şekilli küçük, kısa

ve geniş prizmatik kristaller halindedirler. Klorit, kalsit ve epidot ikincil minerallerdir.



Şekil 6. Karlıca İntrüzyonu'na ait kayaçlarda gözlenen dokular (a) Granodiyoritlerde ince-orta taneli doku ve zonlu plajiyoklas kristali, (b) Monzogranitlerde mikrografik doku (Çift nikol, Pl: plajiyoklas, K: kuvars, Ort: ortoklas, Amf: amfibol, Pir: piroksen-ojit)

IV. SONUÇLAR

1. Çalışma sahası Doğu Pontidler'in güneyinde yer almaktadır. Sahanın en yaşlı birimi Eosen yaşındaki andezit, bazalt ve piroklastiklerdir. Çalışmaya konu Eosen yaşındaki Karlıca İntrüzyonu bu birimleri kesmektedir. Tüm bu birimler ise Kuvaterner yaşlı alüvyonlarca uyumsuz olarak örtülmüştür.
2. İncelenen Karlıca İntrüzyonu genel olarak KD-GB uzanımlı ve elips şekillindedir. İntrüzyon yaklaşık 3 km²'lik bir alanda yayılım gösterir.
3. Karlıca İntrüzyonu'na ait kayaçlar granodiyorit ve monzogranit bileşimlidir.
4. İntrüzyonun başlıca mineralleri plajiyoklas, kuvars, ortoklas, piroksen, amfibol, biyotit ve opak minerallerir.
5. Kayaçlarda ince-orta taneli, yer yer porfirik ve mikrografik dokular görülür.
6. KAP diyagramında orta K₂O içerikli kalk-alkalen trend gösterirler.

KAYNAKLAR

- [1] 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.
- [2] 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 ⁴⁰Ar-³⁹Ar geochronology", *Geochemistry*, s. 125871, Şub. 2022, doi: 10.1016/j.chemer.2022.125871.
- [3] 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.
- [4] A. Kaygusuz, W. Siebel, C. Şen, ve M. Satir, “Petrochemistry and petrology of I-type granitoids in an arc setting: The composite Torul pluton, Eastern Pontides, NE Turkey”, *International Journal of Earth Sciences*, c. 97, sayı 4, ss. 739–764, Tem. 2008, doi: 10.1007/s00531-007-0188-9.
- [5] 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.
- [6] M. Arslan, İ. Temizel, L. Ackerman, C. Yücel, ve E. Abdioğlu Yazar, “Highly siderophile element and Os isotope systematics of the Cenozoic volcanic rocks from the Eastern Pontides, NE Turkey: Constraints on the origin and evolution of subcontinental mantle-derived magmas”, *Lithos*, c. 410–411, Şub. 2022, doi: 10.1016/j.lithos.2021.106575.
- [7] 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, Kas. 2012, doi: 10.1080/00206814.2012.676371.
- [8] 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.
- [9] A. Kaygusuz, C. Yücel, E. Aydınçakır, M. A. Gücer, ve G. Ruffet, “⁴⁰Ar–³⁹Ar 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.
- [10] N. Maden, E. Akaryalı, ve E. Aydınçakır, “Crustal contamination of Tertiary volcanic rocks: Evidence from K, U, Th and radiogenic heat production data in Eastern Pontides (NE Turkey)”, *Pure and Applied Geophysics*, c. 178, sayı 5, ss. 1871–1888, May. 2021, doi: 10.1007/s00024-021-02739-6.
- [11] 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.
- [12] G. Topuz, R. Altherr, A. Kalt, M. Satir, O. Werner, ve W. H. Schwarz, “Aluminous granulites from the Pular 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.
- [13] 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.
- [14] O. Karlı, A. Dokuz, ve R. Kandemir, “Subduction-related Late Carboniferous to Early Permian Magmatism in the Eastern Pontides, the Camlik and Casurluk plutons: Insights from geochemistry, whole-rock Sr–Nd and in situ zircon Lu–Hf isotopes, and U–Pb geochronology”, *Lithos*, c. 266–267, ss. 98–114, 2016, doi: 10.1016/j.lithos.2016.10.007.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] R. Kandemir ve C. Yılmaz, “Lithostratigraphy, facies, and deposition environment of the lower Jurassic Ammonitico Rosso type sediments (Arts) in the Gümüşhane area, NE Turkey: Implications for the opening of the northern branch of the Neo-Tethys Ocean”, *Journal of Asian Earth Sciences*, c. 34, ss. 586–598, 2009.
- [22] 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.
- [23] M. A. Gücer, M. Arslan, S. Sherlock, ve L. M. Heaman, “Permo-Carboniferous granitoids with Jurassic high temperature metamorphism in Central Pontides, Northern Turkey”, *Mineralogy and Petrology*, c. 110, sayı 6, ss. 943–964, Ara. 2016, doi: 10.1007/s00710-016-0443-5.
- [24] Ü. Açar, “Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) bölgesinin jeolojisi”, İstanbul Üniversitesi, 1977.
- [25] 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.
- [26] 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.
- [27] 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.
- [28] O. Karşlı, 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.
- [29] S. Pelin, “Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelenmesi”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları*, ss. 87–103, 1977.
- [30] 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.
- [31] 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.
- [32] 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.
- [33] 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.
- [34] S. Tokel, “Doğu Karadeniz bölgesinde Eosen yaşlı kalkalkalen andezitler ve jeotektonizma”, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, c. 20, sayı 1, ss. 49–54, 1977.
- [35] A. Kaygusuz, M. A. Gucer, C. Yücel, E. Aydınçakır, ve F. Sipahi, “Petrography and crystallization conditions of Middle Eocene volcanic rocks in the Aydıntepe-Yazyurdu (Bayburt) area, Eastern Pontides (NE Turkey)”, *Journal of Engineering Research and Applied Science*, c. 8, sayı 2, ss. 1205–1215, 2019.
- [36] 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.
- [37] 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.
- [38] 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.
- [39] A. Kaygusuz, “K/Ar ages and geochemistry of the post-collisional volcanic rocks in the İlica (Erzurum) area, eastern Turkey”, *Neues Jahrbuch Fur Mineralogie-Abhandlungen*, c. 186, sayı 1, ss. 21–36, 2009, doi: 10.1127/0077-7757/2009/0134.
- [40] 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.
- [41] 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.
- [42] 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.
- [43] 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.
- [44] G. Topuz vd., “Post-collisional adakite-like magmatism in the Agvanis Massif and implications for the evolution of the Eocene magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey)”, *Lithos*, c. 125, sayı 1–2, ss. 131–150, 2011, doi: 10.1016/j.lithos.2011.02.003.
- [45] 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.
- [46] M. Arslan vd., “⁴⁰Ar–³⁹Ar 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.
- [47] Y. Eyuboğlu vd., “Eocene granitoids of northern Turkey: Polybaric magmatism in an evolving arc–slab window system”, *Gondwana Research*, c. 50, ss. 311–345, 2017.
- [48] 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 Gölköy area (Ordu, NE Turkey)”, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, c. 157, ss. 121–152, 2018.

- [49] 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.
- [50] İ. Keskin vd., “Bayburt dolayının jeolojisi”, *MTA rap. No: 8995, Ankara*, s. 129, 1989.
- [51] A. Streckeisen, “To Each Plutonic Rock its Proper Name”, *Earth Science Reviews*, c. 12, ss. 1–33, 1976.
- [52] J. Lameyre ve P. Bowden, “Plutonic rock type series: discrimination of various granitoids series and related rocks”, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, c. 14, ss. 169–186, 1982.