



**Yozgat Batoliti Doğu Kenarı Plütonik Kayaçlarının Mineralojik – Petrografik,
Jeokimyasal ve Petrojenetik Özellikleri**

*Mineralogical – Petrographic, Geochemical and Petrogenetic Properties of Plutonic Rocks located on
the Eastern Edge of Yozgat Batholith, Türkiye*

Başak Aydoğdu¹ , Nazmi Otlu^{2*} 

¹ *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Kampüs
58140 Sivas*

² *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kampüs 58140
Sivas*

• Geliş/Received: 07.05.2024 • Düzeltilmiş Metin Geliş/Revised Manuscript Received: 30.07.2024 • Kabul/Accepted: 05.08.2024
• Çevrimiçi Yayın/Available online: 25.08.2024 • Baskı/Printed: 31.08.2024

Araştırma Makalesi/Research Article

Türkiye Jeol. Bül. / Geol. Bull. Turkey

Öz: Çalışma alanında, temeli oluşturan Paleozoik yaşlı Kırşehir Bloğu Metasedimanterleri, Kalkanlıdağ Metamorfiti ve Bozçaldağ Formasyonu ile temsil olunur. Üst Kretase yaşlı Artova Ofiyolitli Karışığı, tektonik dokanaklı olarak bu temel birimleri üzerler. Yozgat Batoliti bu metasedimanterleri ve Artova Ofiyolitli Karışığı'nı sıcak dokanakla kesmektedir. Ancak, çalışma alanında, Artova Ofiyolitli Karışığı, Yozgat Batoliti'ne ait birimler üzerinde tektonik dokanaklı olarak gözlenmektedir. Yozgat Batoliti'nin, çalışma alanındaki üyeleri; Karga Kuvars Monzonit Porfiri, Karaveli Kuvars Monzoniti, Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti ve Alcı Monzograniti'dir. Üst Kretase – Paleosen yaşlı Kötüdağ Volkaniti ise, bu birimleri üzerler. Çalışma alanındaki sedimanter örtü kayaları, Alt – Orta Eosen yaşlı Baraklı Formasyonu; Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı Kızılırmak Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı Alüvyonlardır.

Yozgat Batoliti'ne ait plütonik birimler, eş yaşlı mafik ve felsik magmaların homojen (magma mixing) ve yer yer de heterojen (magma mingling) karışımı ürünü olan hibrid bir magmadan oluşmuş, subalkalin (kalkalkalin), genel olarak I-tipi, metalümino granitoidler olduğu belirlenmiştir. Bu plütonik birimler, bir birine yakın zaman aralığında oluşmakla birlikte; arazi ilişkileri, değişim diyagramlarındaki oluşum sırası ve yaş analizi verileri (hornblend ve biyotit minerallerinden elde edilen ⁴⁰Ar – ³⁹Ar jeokronolojik yaş aralığı 81,48 ± 0,82 my – 89,35 ± 0,92 my) birlikte değerlendirildiğinde Karga Kuvars Monzonit Porfiri, Karaveli Kuvars Monzoniti, Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti ve Alcı Monzograniti sırasıyla oluştukları görülmektedir.

Plütonik birimler, çarpışma ve çarpışma sonrası yükselim sürecinde (Koniasiyen – Kampaniyen) sonrası bölgeye yerleşmiş; levha içi granitoidlerdir (WPG).

Anahtar Kelimeler: Jeokimya, jeokronoloji, petroloji, Yozgat Batoliti.

Abstract: The study area consists of Palaeozoic-aged Kırşehir Block Metasedimentaries, which are represented by Kalkanlıdağ Metamorphite and the Bozçaldağ Formation. The Upper Cretaceous-aged Artova Ophiolitic Melange overlies these basement units tectonically. The Yozgat Batholith cuts these metasedimentaries and the Artova Ophiolitic Melange with a hot contact. However, in the study area, the Artova Ophiolitic Mix is observed tectonically on the units belonging to the Yozgat Batholith. The members of Yozgat Batholith in the study area are Karga Quartz Monzonite Porphyry, Karaveli Quartz Monzonite, Kodallı K-feldspar Megacrystalline Quartz Monzonite and Alci

Monzogranite. Upper Cretaceous - Palaeocene aged Kötüdağ Volcanite overlies these units. The sedimentary cover rocks in the study area are the Lower – Middle Eocene-aged Baraklı Formation; Upper Miocene – Pliocene-aged Kızılırmak Formation and Quaternary-aged Alluvium.

Plutonic units belonging to Yozgat Batholith are subalkaline (calcalkaline), generally I-type, metallumino granitoids formed from a hybrid magma which is the product of homogeneous (magma mixing) and sometimes heterogeneous (magma migration) mingling of coeval mafic and felsic magmas. Although these plutonic units were formed in close time intervals, when analyzing the field relations, the formation pattern in the alteration diagrams and the age analysis data ($^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$) geochronological age range $81.48 \pm 0.82 \text{ Ma} - 89.35 \pm 0.92 \text{ Ma}$ obtained from hornblende and biotite minerals, it is seen that they were formed in the order of Karga Quartz Monzonite Porphyry, Karaveli Quartz Monzonite, Kodallı K-feldspar Megacrystalline Quartz Monzonite, and Alcı Monzogranite.

The plutonic units are within plate granitoids (WPG); which were settled in the region during collisional and post-collisional uplift (Coniacian – Campanian).

Keywords: Yozgat Batholith, geochemistry, geochronology, petrology.

GİRİŞ

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı (OAKK, Göncüoğlu vd., 1991, 1992) olarak tanımlanan tektonik birlik, Ankara'nın doğusundan başlayıp, güney – güneydoğu da Ecemiş Fayı, kuzeyde ise, İzmir – Ankara – Erzincan Sütür Zonu (İAESZ) ile sınırlanmaktadır (Şekil 1). Magmatik ve metamorfik kayaç topluluğunu içeren OAKK, Kırşehir Bloğu (KB, Görür vd., 1984; Poisson, 1986; Tolluoğlu, 1986, 1987 ve 1990), Kırşehir Masifi (KM, Seymen, 1981a, b ve 1982) ve Orta Anadolu Kristalin Kompleksi (Erlor ve Bayhan, 1995) ile denestirilebilir.

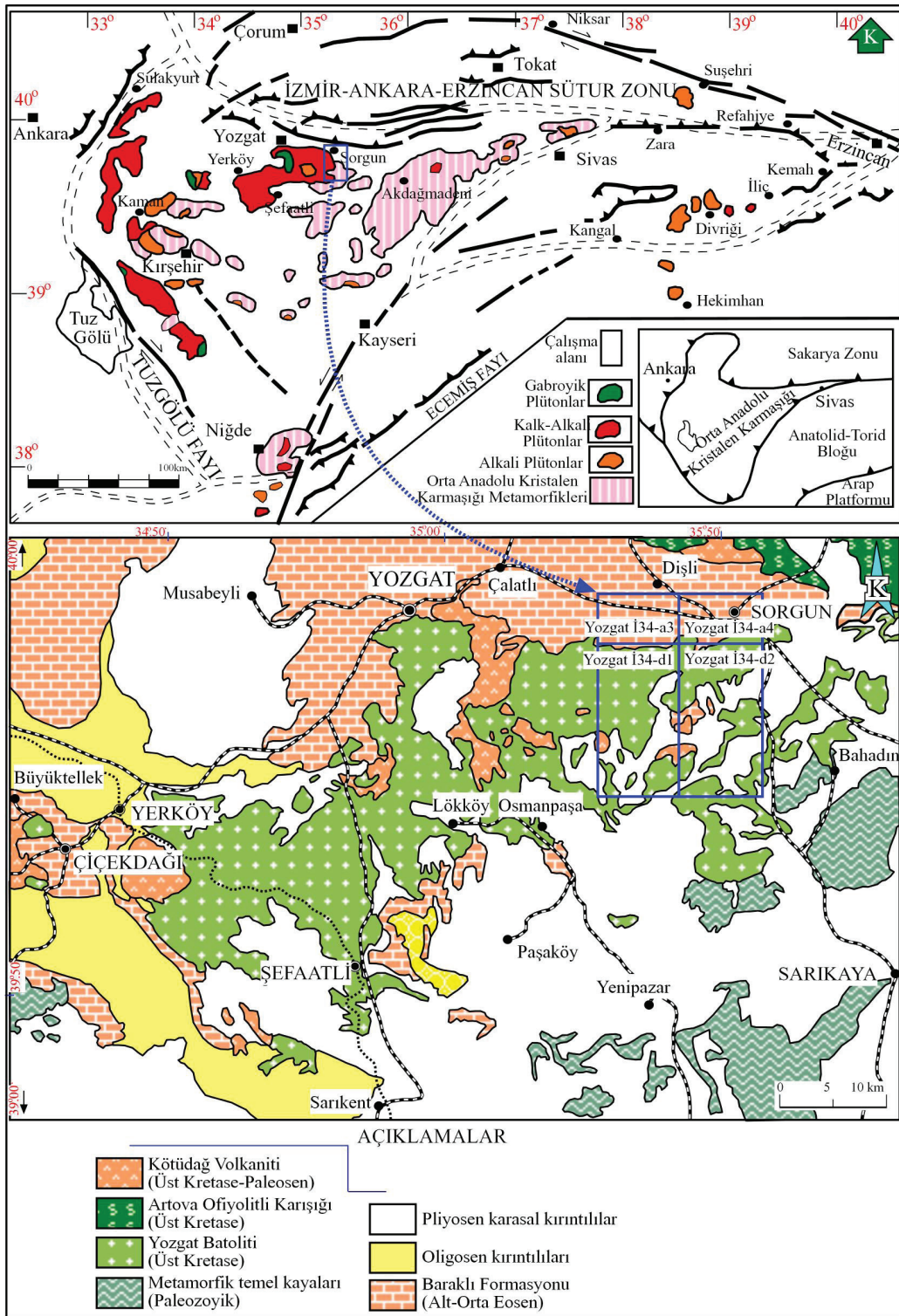
OAKK, yaşlıdan gence doğru; Orta Anadolu Metamorfitleri (OAM), Orta Anadolu Ofiyolitleri (OAO), Orta Anadolu Granitoidleri (OAG)'ni kapsamaktadır (Göncüoğlu vd., 1991). OAKK'ne ait birimlerini Senozoyik yaşlı sedimanter ve volkanik kayaç topluluğu üzerler.

OAM'leri, Orta Anadolu'nun kuzey batısında Kırşehir Masifi (KM; Seymen, 1981a ve b), kuzey doğusunda Akdağ Masifi (AM, Vache, 1963) ve güneyinde Niğde Masifi (NM; Göncüoğlu, 1986) olarak tanımlanmış olup, bu metamorfik kayaçlar litolojik benzerliğinden dolayı OAM olarak değerlendirilmektedir (Göncüoğlu vd., 1991).

OAKK içindeki plütonik kayaç topluluğu, Orta Anadolu Granitoidleri (OAG) olarak

tanımlanmıştır (Göncüoğlu vd., 1991; Erlor ve Bayhan, 1995). OAG'nin önemli bir üyesi olan ve birliğin orta kesimlerinde (Yozgat civarı) yer alan plütonik kayaç topluluğu ise, Yozgat Batoliti (YB, Ketin, 1955; Dalkılıç ve Erlor, 1986; Erlor ve Göncüoğlu, 1995, 1996), olarak tanımlanır. YB, Yerköy – Sorgun – Şefaattli (Yozgat) ilçeleri arasında yaklaşık 2000 km² lik bir alanda yüzlek vermektedir (Şekil 1).

OAKK'nın bir üyesi olan OAG, Avrasya levhasının (AL) altına ve kuzeye doğru dalmakta olan İzmir – Ankara – Erzincan (İAE) okyanusunun kapanması sonucu, İAE kenet kuşağı boyunca meydana gelen ve AL ile Torid – Anatolid platformunun (TAP) kenetlenmesini sağlayan kıta – kıta çarpışması ile meydana gelen sıkışma rejimi ile oluştuğu ileri sürülmektedir (Boztuğ vd., 2009). Bu sıkışma rejimi, aynı zamanda Orta Anadolu ön ülke havzalarının gelişimini de sağlamıştır (Boztuğ, 2000; Boztuğ vd., 2009; Bozkurt ve Mittwede, 2001; Önal vd., 2005; Boztuğ ve Arehart, 2007; Boztuğ ve Harlavan, 2008). Bunun yanında, Tüysüz ve Dellaloğlu (1992) ve Tüysüz vd. (1995); Neotetis'in kuzey koluna ait okyanusal kabuğun tüketilmesinin iki farklı yitim olayı ile gerçekleştiğini öne sürmektedir. Bunlardan birincisinin Sakarya Kıtası üzerinde bir ensialik yay, ikincisinin de okyanus içi yitim ile ensimatik ada yayını üretmesi olarak ifade etmişlerdir.



Şekil 1. Çalışma alanı ve yakın çevresinin genel jeoloji ve yer buldurular haritası (Şenel 2002' den sadeleştirilmiştir).
 Figure 1. General geology and location map of the study area and its surrounding area (simplified from Şenel 2002).

Anatolid – Torid Bloğunun çarpışmasını takiben Geç Kretase – Alt Paleosen zaman aralığında gelişen ve Orta Anadolu Metamorfikleri (OAM) ve Orta Anadolu Ofiyolitik kayaçlarını (OAO) keserek yerleşen OAG'leri genel olarak, kalkalkalen (I-/H-tipi) ve alkalen (A-tipi) bileşim sergiler (Göncüoğlu vd., 1991; Aydın vd., 1998; Otlu ve Boztuğ, 1997, Otlu, 1998; Köksal vd., 2001; İlbeyli vd., 2004; Köksal vd., 2004; Kadioğlu vd., 2006; Köksal ve Göncüoğlu, 2008; Boztuğ ve Harlavan, 2008; Orhan ve Demirbilek, 2018; Divilioğlu, 2022).

Farklı kökeni yansıtan OAG'lerinin oluşumu, sıcak astenosferin neden olduğu litosferik delaminasyon/levha kırılma mekanizması ve kıta kabuğunun ergimesi modeliyle açıklanmıştır (İlbeyli vd., 2004; Köksal vd., 2004; Kadioğlu vd., 2006; Boztuğ vd., 2007; Boztuğ ve Harlavan, 2008; Köksal ve Göncüoğlu, 2008).

Çalışma alanı ise, OAG içinde tanımlanan Yozgat Batoliti (YB; Ketin, 1955; Dalkılıç ve Erler, 1986; Erler ve Göncüoğlu, 1995, 1996)'nin doğu kenarında, Sorgun güneyinde (Yozgat) yer almakta olup, yaklaşık 300 km²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1).

İnceleme alanının temelini oluşturan metamorfik kayaç topluluğu, OAM'nin bir kesimini oluşturan KB'na ait kayaç gruplarıdır (Görür vd., 1984; Poisson, 1986). YB doğu kenarına ait plütonik birimler, KB metamorfiklerini ve OAO'ni sıcak dokanak ile kesmektedir (Göncüoğlu vd., 1991; Aydın vd., 1998; Köksal vd., 2001; İlbeyli vd., 2004; Köksal vd., 2004; Kadioğlu vd., 2006; Köksal ve Göncüoğlu, 2008; Boztuğ ve Harlavan, 2008; Orhan ve Demirbilek, 2018). Bölgede, YB'nin yerleşiminden sonra da çarpışma ve sıkışmanın devam etmesi sebebiyle, OAO'nin bölgedeki temsilcisi olan Artova Ofiyolitik Karışığı (AOK), YB'ne ait birimler üzerinde tektonik dokanaklı olarak konumlanmıştır.

Çalışma alanında yer alan plütonik kayaçlarda yapılan çalışmalarda (Boztuğ, 1994/1995), az

sayıda numuneden ana element oksit değerleri elde edilmiş ve yorumlanmış; Erler ve Göncüoğlu (1996) tarafından ise, tüm kayaç jeokimyası verileri elde edilmiş olup, jeokronolojik yaş verisi bulunmamaktadır. Bu nedenle, bölgenin ayrıntılı jeolojik haritası hazırlanmış ve plütonik birimlerden alınan 35 adet kayaç numunesinden, tüm kayaç ana, eser ve nadir toprak element (NTE) jeokimyası değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler kullanılarak, başta normatif mineralojik bileşim olmak üzere, kayaçların jeokimyasal karakterleri belirlenmiş ve petrojenetik yorumlar yapılmıştır.

YB doğu kenarında tanımlanan, plütonik birimlerden alınan 8 adet örnekten ise, hornblend ve biyotit mineralleri ayrılarak ⁴⁰Ar – ³⁹Ar yaş analizi gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen bu veriler yardımıyla, kayaç tür ve bileşimleri, jeokimyasal karakterleri belirlenmiş, magma dinamiği ve diğer kayaç toplulukları ile olan etkileşimi, yaş bulguları da kullanılarak ortaya konmaya çalışılmıştır. Bölgede gelişen genel tektonik unsurlar değerlendirilerek, elde edilen bulgular çerçevesinde, çalışma alanının jeotektonik evrimi, OAKK (Göncüoğlu vd., 1991) içinde yorumlanmıştır.

Plütonik kayaçları üzerleyen diğer kayaç toplulukları da genel özellikleri bakımından incelenmiştir.

BÖLGESEL JEOLJİ

Orta Anadolu'da yer alan birimler, Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı (OAKK, Göncüoğlu vd., 1991), Kırşehir Masifi (KM; Seymen, 1981a, 1981b, 1982), Kırşehir Bloğu (KB; Görür vd., 1984; Poisson, 1986; Tolluoğlu, 1986, 1987 ve 1990) olarak tanımlanan jeotektonik birliklerdir. Bu tektonik birliklerin şekillenmesinde en önemli jeolojik süreçlerden birisi, Üst Kretase dönemindeki Anatolid – Pontid çarpışmasıdır (Şengör ve Yılmaz, 1981). Bu sürece bağlı olarak,

çarpışma ve çarpışma sonrası gerilme, tektonik rejimi etkisiyle Anadolu Mikro kıtası yükselmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981). Kırşehir Bloğu, güneyde yer alan Torid Kuşağı, kuzeyde de Pontid Kuşağı arasında sıkışan Anatolid Platformu'na ait kabuksal bir üye olarak da ifade edilir (Poisson, 1986).

Neotetis'in kuzey kolunun kapanması (Geç Kretase) ile aynı zamanda başlayan Anatolid – Pontid çarpışması, Tersiyer yaşlı geniş sedimanter havzaların oluşumunu sağladığı ve magmatik faaliyetlerin de bu oluşuma eşlik ettiği ileri sürülmüştür (Yılmaz vd., 1995).

Ayrıca; çok sayıda araştırmacıya göre; Orta Anadolu kesimlerinde, çarpışma sonrası şekillenen havzaların oluştuğu ve bölge içerisinde çarpışma ile ilişkili birçok magmatik serinin varlığı ileri sürülmüştür (Akıman ve Boztuğ, 1993; Boztuğ, 1994/1995, 2000; Ekici, 1997, Erler vd., 1991; Erler ve Göncüoğlu, 1995,1996; Geven, 1992; Göncüoğlu, 1986; Göncüoğlu vd., 1991, 1993; Göncüoğlu ve Türel, 1993,1994; Güleç, 1993; Kadioğlu, 1996; Otlu, 1998; Otlu ve Boztuğ, 1998; Özkan ve Erkan, 1994; Tatar, 1997; Tatar ve Boztuğ, 1997; Tolluoğlu, 1993; Türel vd., 1993; Tatar ve Boztuğ, 2001; Ekici, 2001).

OAKK'ne ait temel kayaçlar (OAM), kendi içerisinde düzenli bir istif sunmakta ve bölgesel metamorfizma ürünüdür. Bu metamorfikler kayaçlar, altta gnays, granat - silimanit şist, piroksen şist, amfibolit şist ve üst seviyelere doğru mika şist, kuvarsit, kalkışit ve mermerlerden oluşur (Göncüoğlu, 1986; Seymen, 1981a ve b; Whitney vd., 2001; Lefebvre vd., 2015). OAM'leri benzer litoloji sunmakla birlikte, farklı sıcaklık – basınç koşullarını karakterize eder (Divilioğlu, 2022).

KM'nin kuzey kesimlerinde, bölgesel metamorfizma, kuzeybatıdan güneye doğru ilerleyen/progresif (yüksek amfibolit – granülit fasiyesi) ve gerileyen/retrogresif fasiyesi (yeşil şist fasiyesi) olarak iki aşamada gelişmiştir (Seymen, 1981a ve b; Whitney vd., 2001). KM'nin güney

kesimlerinde de benzer şekilde iki aşamalı metamorfik fasiyesi tanımlanmıştır (Lefebvre vd., 2015).

AM, temelde gnays, amfibol şist, mermer ile kuvarsitten oluşur ve bu kayaç topluluğu, yüksek dereceli amfibolit fasiyesinde bir metamorfizma geçirmiş, granitik ya da gabroyik intruzifler tarafından kesilmiştir (Yılmaz vd., 1995).

NM'nde en altta metakırıntılıların hakim olduğu Gümüşler Formasyonu, bunun üzerinde karbonat – kırıntılı ardalanmasmdan oluşan Kaleboynu Formasyonu, en üstte ise karbonatları içeren Aşıgediği Formasyonu yüzeylenir. NM'nin metamorfizmasının orta basınç – yüksek sıcaklık tipinden, düşük basınç – yüksek sıcaklık tipine değiştiği ileri sürülmektedir. (Göncüoğlu, 1986).

OAÖ, metamorfikler üzerine tektonik olarak yerleşmiştir. İzmir – Ankara – Erzincan Sütur Zonu (İAESZ)' nun güneyinde yayılım sunar (Şekil 1). OAÖ'nden elde edilen jeokimyasal veriler, bu ofiyolitlerin okyanus içi bir dalma – batmaya bağlı (supra-subduction zone, SSZ) yay önu basende yayılarak geliştiğini gösterir (Yalınız vd., 1996; Yalınız ve Göncüoğlu, 1998).

OAG, Orta Anadolu'nun batısında K–G, iç kısımlarında ise genellikle D–B doğrultusunda yönelim sunar (Şekil 1). OAG'leri üzerinde yapılmış çalışmalar, magmatik intrüzyonların farklı doku, mineralojik ve jeokimyasal özellikler sergilediğini gösterir (Akıman vd., 1993; Aydın vd., 1998; İlbeyli vd., 2004; Kadioğlu vd., 2006; Köksal ve Göncüoğlu, 2008; Orhan ve Demirbilek, 2018).

OAG üzerinde yürütülen bazı çalışmalarda belirlenen radyometrik yaş verileri ise; S-tipi lökograditlerde K-Ar yaşı: 74 – 67 My, I-/H-tipi granit ve monzonitlerde K-Ar yaşı: 80 – 66 My, A-tipi Plütoniklerde K-Ar yaşı: 78 – 65 My (İlbeyli vd., 2004; Boztuğ ve Harlavan, 2008). Kaman (Kırşehir) bölgesinde tanımlanan Camsarı Kuvars Siyeniti'nin tek zirkon ²⁰⁷Pb-²⁰⁶Pb buharlaşma yaşı

95,7±5,1 My olarak bulunmuştur. Benzer şekilde, Hamit ve Baranadağ birimlerinin amfibol ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaşları da birbirlerinden ayırt edilemeyecek derecede yakındır ve ağırlıklı ortalama yaş 72,7±0,1 My olarak belirlenmiştir (Boztuğ vd., 2009). Karaçayır Siyeniti (Sivas kuzeyi) tek zirkon ²⁰⁷Pb-²⁰⁶Pb buharlaşma intruzyon yaşı 99,0±11,0 My, biyotit soğuma yaşı ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaşı ise ~65 My civarındadır (Boztuğ vd., 2007). Danacıobası biyotit lökograditi'nden (Şefaathlı-Yerköy, Yozgat) 69,1 ± 1,42 My – 71,5 ± 1,45 My K-Ar biyotit yaşları ile Konur K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti'ne ait hornblenlerden de 68,8 ± 1,43 My – 81,2 ± 3,36 My K-Ar yaşı elde edilmiştir (Tatar vd., 2003).

Farklı kökeni yansıtan OAG'nin oluşumu ise, sıcak astenosferin neden olduğu litosferik delaminasyon/levha kırılma mekanizması ve kıta kabuğunun ergimesi modeliyle açıklanmıştır (İlbeyli vd., 2004; Köksal vd., 2004; Kadioğlu vd., 2006; Boztuğ vd., 2007; Boztuğ ve Harlavan, 2008; Köksal ve Göncüoğlu, 2008).

OAKK, Paleojen ve Neojen yaşlı volkanik ve sedimanter birimler tarafından örtülmüştür. Bu birimler sıg deniz ve karasal ortamı karakterize eder (Demircioğlu, 2014).

YÖNTEM

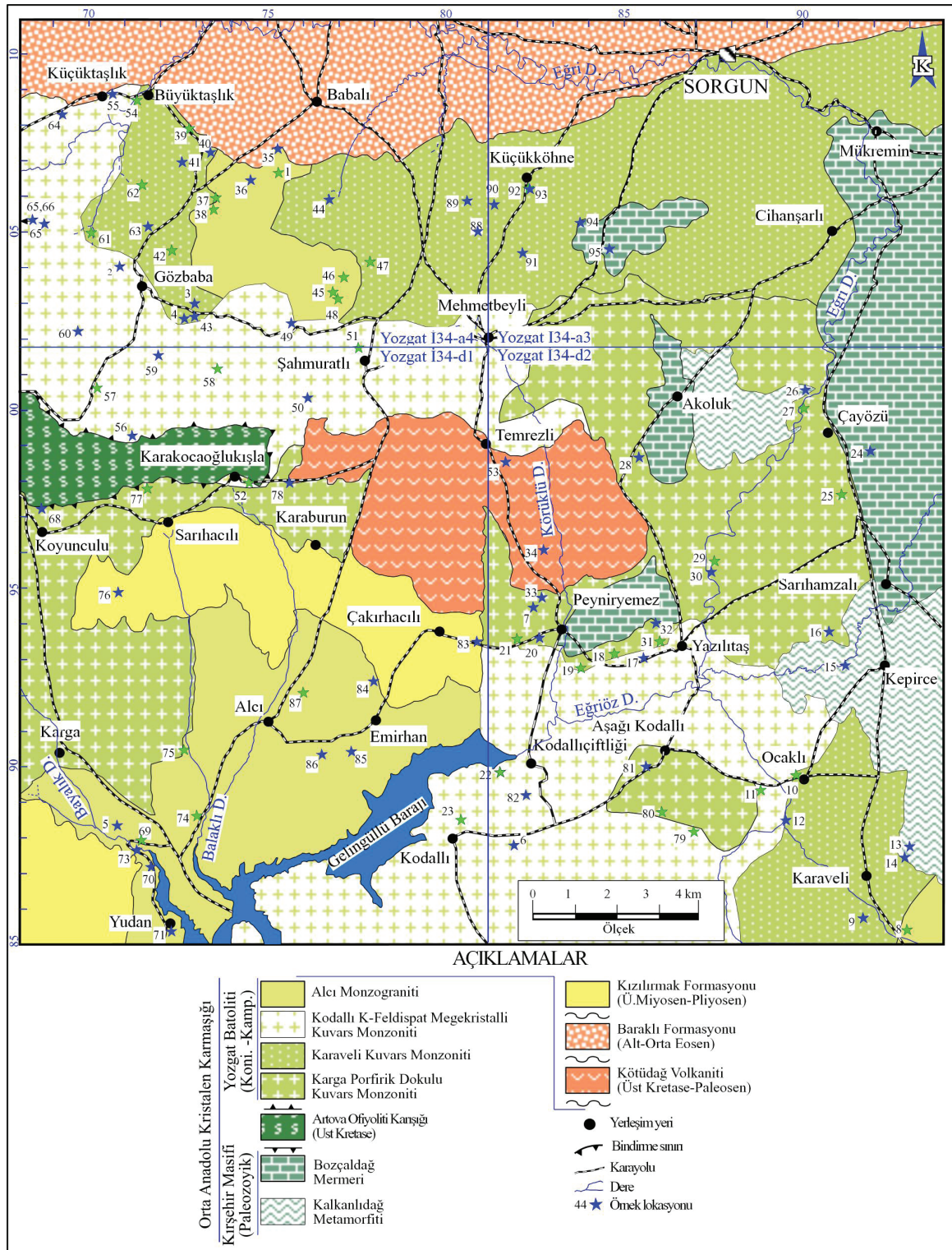
Çalışma alanının 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası (Şekil 2) yapılmış olup; dokanak ilişkileri ayrıntılı olarak incelenerek, stratigrafik/tektonik ilişkileri belirlenmiştir. Çalışma alanında yüzlek veren kayaç türlerinden, mineralojik – petrografik incelemeye yönelik olarak 97 adet, tüm kayaç jeokimyasal analizi için de 35 adet numune alınmıştır. Mineralojik – petrografik incelemeye yönelik olarak alınan 97 adet kayaç numunesinin

tamamından, ince kesitler hazırlanmıştır. Hazırlanan ince kesitler, “Altın Aydınlatmalı Polarizan Mikroskop”ta, optik mineralojik yöntemlerle incelenerek, mineralojik – petrografik incelemeleri (47 örneğin modal mineralojik bileşimi nokta sayma yöntemi ile saptanmıştır) gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, Streckeissen (1976) sınıflaması kullanılarak tanımlanmış/adlanmıştır.

Tüm kayaç jeokimyasal analizine yönelik olarak alınan, 35 adet kayaç numunesinden ana, eser ve nadir toprak element (NTE) tüm kayaç jeokimyasını belirlemek amacıyla analize hazırlanmıştır (numuneler, aşamalı olarak kırma işlemine tabi tutulmuş ve devamında halkalı değirmende 25 dakika öğütülerek, 30 – 40 gr kadar 200 mesh elek altına geçebilecek tane boyu elde edilmiştir).

YB doğu kenarı plütonik kayaçlarından alınan 35 adet kayaç numunesinden tüm kayaç jeokimyası analizleri, XRF (X-ışını floresan spektrometresi) ve ICP-MS (İndüktif çift Plazma-Kütle spektrometresi) sistemleri kullanılarak yapılmıştır. Böylelikle, tüm kayacın, ana, eser element jeokimyası ile nadir toprak element (NTE) jeokimyası değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler kullanılarak, başta normatif mineralojik bileşim olmak üzere, kayaçların jeokimyasal karakterleri belirlenmiş ve petrojenetik yorumlar yapılmıştır.

YB doğu kenarında tanımlanan, Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti, Karaveli Kuvars Monzoniti, Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti ve Alcı Monzograniti birimlerinden alınan 8 adet örnekten hornblend ve biyotit mineralleri ayrılarak ⁴⁰Ar – ³⁹Ar yaş analizi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanının örnek lokasyonu ve jeoloji haritası.

Figure 2. Sample location and geological map of the study area.

YAŞ		Formasyon/ Litodem	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
Kuvaterner		Alüvyon		Pekişmemiş ve kötü boylanmış sedimentler
NEOJEN	Ü. Miy.-Pliy	Kızılırmak		kırmızı, kahve renkli, katmansız, bloklu, çakıllı, kumlu seviyeler ve tuf, jips, killi kireçtaşı, çakıltası, kumtaşı bant ve mercekleri
				Çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanması
PALEOJEN	Eosen	Orta		Riyolit, riyodasit, latit bileşimli lav ve tuf
		Alt		
KRETASE	Paleosen	Köüdağ Volkaniti		Dunit, piroksenit, gabro, diyabaz, spilitik yastık lav ve çeşitli bloklar
		Artova Ofiyolitli Karışığı		4: Alcı Monzograniti 3: Kodallı K-feldispat Mega-kristalli Kuvars Monzoniti 2: Karaveli Kuvars Monzoniti 1: Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti
		YOZGAT BATOLİTİ		Beyaz, gri renkli, çoğunlukla iri kalsit kristalli, orta-kalın katmanlı ve masif mermer
		Bozçaldağ Mermerleri		Biyotit gnays, amfibolit, diyopsit-hornblend gnays, diyopsit gnays, biyotit-hornblend gnays, kalsilikatik gnays, kalsilikatik mermer kuvarsit ve kalkışit
PALEOZOYİK	Kırşehir Masifi	Kalkanlıdağ Metamorfiti		

Ölçeksiz

Şekil 3. Çalışma alanının geliştirilmiş stratigrafik dikme kesiti.

Figure 3. Generalized stratigraphic vertical section of the study area.

STRATİGRAFİ

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı (OAKK, Gönçüoğlu vd., 1991) içinde yer alan çalışma alanı, OAM ve YB'nin doğu kenarını temsil etmektedir. Bölgede yüzeyleyen en yaşlı birimler; Kırşehir Masifi (KM, Seymen, 1982), Kırşehir Bloğu (KB, Poisson, 1986), Akdağmadeni Litodemi (Yılmaz vd., 1995), Yıldızeli Metasedimanter Grubu (Alpaslan (1993) olarak da adlanan Paleozoyik yaşlı metamorfik birimlerdir (Şekil 2 ve 3). Bu çalışmada, OAM'ne ait birimler KM adlaması kullanılarak incelenecektir.

KM, alttan üste doğru Kalkanlıdağ Formasyonu, Tamadağ Formasyonu ve Bozçaldağ Formasyonu olarak konumlanır (Seymen, 1981a, Şekil 3). Tamadağ Formasyonu, çalışma alanında mostra vermemektedir.

Üst Kretase yaşlı Artova Ofiyolitli Karışığı (AOK)'na ait ultramafikler tektonik dokanaklı olarak KM üzerinde yer almaktadır (Şekil 2 ve 3). Bazik, ultrabazik, volkanik, metamorfik ve çökel kayaçların ayrılmamış dilim ve bloklarını içeren birim, Özcan vd. (1980) tarafından AOK olarak adlandırılmıştır. İstif, genel olarak yeşil, beyaz, mor, alacalı renklerde serpantin, aglomera, tuf matriks içindeki sedimanter, magmatik ve metamorfik kaya bloklarından oluşmuştur. Çalışma alanında ise, dunit, piroksenit ve serpantin bileşimleri ile temsil olunur. AOK; Ankara Melanjı (Bailey ve Mc.Callien, 1950), Üst Kretase yaşlı ofiyolitli seri (Ketin, 1963), Karakaya Ultramafiti (Seymen, 1982) ile deneyeştirilebilir.

KM metamorfikleri ve AOK'nı, YB'ne ait plütonik birimler sıcak dokanakla kesmekte olup; AOK, yer yer YB üzerinde tektonik dokanaklı olarak gözlenmektedir (Şekil 3). Çalışma alanında YB'ne ait plütonik kayaçlar, Koniasiyen – Kampaniyen zaman aralığında bölgeye yerleşmiş olup, bulunuş/görünüş özellikleri ve oluşum

sırasına göre; Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti, Karaveli Kuvars Monzoniti, Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti ve Alcı Monzograniti olmak üzere dört farklı birime ayrılanarak çalışılmıştır (Şekil 2 ve 3).

Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti; Çalışma alanında yüzlek veren ilk katılacak ürünü olup, porfirik dokulu, grimsi, bej renklidir (Şekil 4). Birim, Karga, Akoluk, Çayözü, Sarıhamzalı, Aşağı Kodallı, Koyunculu, Karaburun ve Sarıhacılı Köyü civarında yüzeylenmektedir (Şekil 2). Ağırlıklı olarak kuvars monzonit türü kayaçlar gözlenmekle birlikte; monzogranit ve kuvars siyenit bileşimi de belirlenmiştir. Saha gözlemlerine göre, tipik porfirik dokusu ile Karaveli Kuvars Monzoniti'nden ve K-feldispat megakristallerinin olmayışı ile de Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti'nden ayrılmaktadır.

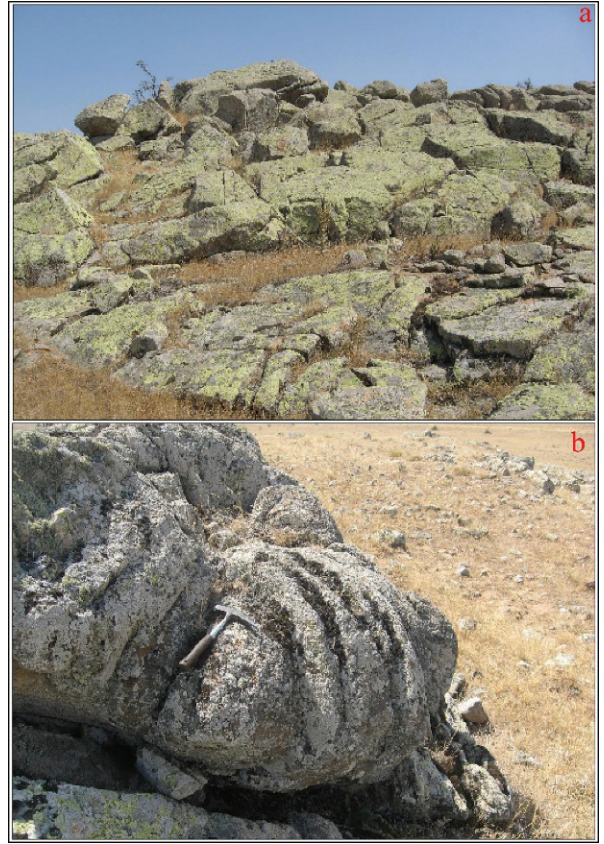
Karaveli Kuvars Monzoniti; makrokristalin taneli dokulu, grimsi, bej renkli (Şekil 5) birim, Gözbaba Köyü'nün KD'sunda ve Ocaklı, Yazılıtaş ve Karaveli Köyü civarında dar alanlarda mostra vermektedir (Şekil 2). Ağırlıklı olarak kuvars monzonit olan kaya türü, yer yer de monzogranit ve siyenogranit bileşimine geçmektedir.

Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti; birim arazi ölçeğinde, grimsi – pembe renkli, megakristallerin varlığıyla belirginleşen porfirik dokulu olup “mikrogranüler dokulu mafik magmatik anklav (microgranular – textured mafic magmatic anclav, MME; Didier ve Barbarin, 1991, Barbarin, 1990, 1991, Barbarin ve Didier, 1992) içerir (Şekil 6). Çalışma alanında, Küçüktaşlık, Gözbaba, Şahmuratlı, Temrezli, Yazılıtaş, Ocaklı, Kodallı, Kodallı Çiftliği, Aşağı Kodallı Köyü civarında mostra vermektedir (Şekil 2). Hakim kaya türü K-feldispat megakristalli kuvars monzonit olmakla birlikte; monzogranit, monzonit ve kuvars siyenit türü bileşimler de saptanmıştır.



Şekil 4. Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti'nin Şahmuratlı Köyü'nün 1,5 km KB'sındaki **a)** genel görünümü, **b)** yakın plan görünümü, **c)** porfirik dokunun görünümü.

Figure 4. Karga Porphyritic Textured Quartz Monzonite 1.5 km NW of Şahmuratlı Village; **a)** general view, **b)** close-up view, **c)** porphyritic texture view.



Şekil 5. Karaveli Kuvars Monzoniti'nin Yazılıtaş Köyü civarındaki **a)** arazi görünümü, **b)** yakın plan görünümü.

Figure 5. Karaveli Quartz Monzonite in the vicinity of Yazılıtaş Village; **a)** field view, **b)** close-up view.

Alcı Monzograniti; Çalışma alanında yüzlek veren YB'nin son katılan ürünüdür. Yer yer K-feldispat megakristalli porfirik dokulu, makrokristalin kayalardan oluşmakta olup; grimsi, bej renklidir (Şekil 7). Alcı Monzograniti çalışma alanında, Büyüктаşlık, Küçükköhne, Cihanşarlı, Mehmetbeyli, Gözbaba, Emirhan, Alcı ve Yudan Köyü civarında yüzeylenmektedir (Şekil 2). Hakim kaya türü monzogranit olup; yer yer de kuvars siyenit, siyenogranit, kuvars monzonit, kuvars monzodiyorit ve granodiyorit bileşimi saptanmıştır.



Şekil 6. Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti'nin Şahmuratlı Köyü'ndeki **a)** Arazi görünümü, **b)** Mega-kristallerin görünümü, **c)** Birim içinde gelişmiş MME'lerin görünümü, **d)** Birimi kesen apilit daykının görünümü.

Figure 6. Kodalli K-feldspar Megacrystalline Quartz Monzonite in Şahmuratlı Village; **a)** Field view, **b)** View of mega-crystals, **c)** View of the MMEs developed within the unit, **d)** View of the aplite dyke cutting the unit.

YB ve AOK'nın üzerinde ise açısal uyumsuzlukla, riyolit, dasit latit lav akıntıları şeklinde bulunan Üst Kretase – Paleosen yaşlı Kötüdağ Volkaniti görülmektedir. Kötüdağ Volkaniti üzerinde açısal uyumsuzlukla, çamurtaş, kumtaş konglomera aralanmalı Alt - Orta Eosen yaşlı Baraklı Formasyonu yer alır (Şekil 3).

Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı, karasal kırıntılılar, tuf ve jips aralanmalı Kızılırmak Formasyonu ise, Baraklı Formasyonu üzerinde açısal uyumsuzlukla bulunur (Şekil 3). Tüm bu litstratigrafi ve litodem birimlerini ise, Kuvaterner yaşlı alüvyonlar örtmektedir.

MİNERALOJİ ve PETROGRAFI

Çalışma alanında yüzlek veren YB doğu kenarına ait plütonik kayaçlar esas olmak üzere, damar ve volkanik kayaçların da mineralojik – petrografik incelemeleri yapılmıştır. YB ve onları kesen damar kayacı örneklerinden yapılan ince kesitler üzerinde nokta sayma (Çizelge 1) yöntemi kullanılarak, 47 adet örneğin modal mineralojik bileşiminin saptanması ve kayaç adlanması Srekeissen (1976) sınıflaması esas alınarak yapılmıştır (Şekil 8).

Çizelge 1. Yozgat Batoliti doğu kenarı plütonik kayaların ait örneklerden, nokta sayma yöntemi ile elde edilen mineral türü ve miktarlarının oranı.

Table 1. Ratio of mineral types and amounts obtained by point counting method from samples belonging to the plutonic rocks of the eastern margin of Yozgat Batholith.

Plütonik birim	Örnek No	Felsik Min. Sayısı			Mafik ve Tali Min. Sayısı			Felsik Min. oranı			Mafik Min. oranı	Kayaç Adı
		Qtz	Pl	Or	Bt-Hbl	Ti	Zr-Ap	Qtz	A	Pl		
Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti	BA-7	149	324	431	14-23	14	0-3	16,48	47,68	35,84	5,63	Kuvars Monzonit
	BA-20	186	388	304	0-19	19	1-3	21,18	34,62	44,20	4,56	Monzogranit
	BA-28	116	531	412	0-42	5	3-2	10,95	38,91	50,14	4,68	Kuvars Monzonit
	BA-30	137	347	429	5-63	2	1-2	15	46,99	38,01	7,40	Kuvars Monzonit
	BA-68	303	359	355	27-41	37	2-4	29,79	38,07	32,14	9,84	Monzogranit
BA-81	115	341	564	24-48	6	0-2	11,27	55,3	33,43	7,44	Kuvars Monzonit	
Karaveli Kuvars Monzoniti	BA-9	125	280	551	23-12	0	1-3	13,7	57,02	29,28	3,91	Kuvars Siyenit
	BA-10	230	472	339	9-44	14	2-3	21,98	32,9	45,12	6,1	Monzogranit
	BA-12	240	579	328	6-59	20	3-4	20,92	28,6	50,48	7,42	Monzogranit
Kodalı K-Feldispat Mega-Kristalli Kuvars Monzoniti	BA-2	140	290	330	42-11	2	2-4	18,42	62,27	38,15	7,42	Kuvars Monzonit
	BA-2a	107	418	340	12-6	6	2-0	12,36	39,32	48,32	1,346	Kuvars Monzonit
	BA-6	170	475	336	13-20	0	0-2	17,35	34,24	48,41	3,44	Kuvars Monzonit
	BA-17	139	449	235	0-42	9	1-0	16,88	28,56	54,56	5,94	Kuvars Monzonit
	BA-22	136	391	581	8-49	17	2-2	12,26	52,48	35,26	6,49	Kuvars Monzonit
	BA-49	195	359	598	11-19	6	0-2	16,92	51,92	31,16	3,19	Kuvars Monzonit
	BA-50	251	439	598	11-19	6	0-0	19,49	46,43	34,08	2,26	Kuvars Monzonit
	BA-52	237	341	422	8-71	16	1-2	23,7	42,2	34,10	8,92	Monzogranit
	BA-55	190	322	334	26-9	8	1-1	22,45	39,49	38,06	5,05	Monzogranit
	BA-56	42	364	616	21-24	16	13-0	4,1	60,28	35,62	6,75	Monzonit
	BA-59	194	377	400	18-32	4	0-0	19,97	41,2	38,83	5,26	Monzogranit
	BA-65	191	224	296	3-4	4	2-0	26,86	41,64	31,50	1,79	Monzogranit
	BA-67	123	230	673	2-136	25	2-16	11,98	65,6	22,42	15,55	Kuvars siyenit
BA-79	191	455	448	80-14	5	1-2	17,45	40,96	41,59	8,52	Monzogranit	
BA-80	220	441	522	16-71	4	2-4	18,59	44,13	37,28	7,72	Siyenogranit	
BA-82	197	490	550	0-86	5	0-0	15,92	44,47	39,61	6,99	Kuvars Monzonit	
Alçı Monzograniti	BA-3	206	294	269	14-24	3	3-0	26,96	34,56	38,48	5,79	Monzogranit
	BA-4	117	396	160	55-50	9	4-0	17,38	23,78	58,84	21,2	Monzodiyorit
	BA-5	224	476	385	63-85	8	0-4	20,64	35,49	43,87	1,28	Monzogranit
	BA-8	340	192	533	121-17	8	3-2	31,92	50,06	18,02	12,41	Siyenogranit
	BA-37	254	359	558	28-18	5	1-2	21,69	47,65	30,66	4,4	Monzogranit
	BA-41	178	296	213	20-27	3	2-2	25,59	31,33	43,08	7,53	Monzogranit
	BA-43	366	243	542	25-18	5	2-1	31,79	47,1	21,11	4,48	Siyenogranit
	BA-44	161	349	499	3-44	19	2-5	15,95	49,46	34,59	6,91	Kuvars Monzonit
	BA-47	107	322	204	11-4	8	1-2	16,99	32,14	50,87	4,23	Kuvars Monzonit
	BA-63	197	311	382	12-7	12	1-5	22,13	42,93	34,94	1,99	Monzogranit
	BA-70	225	234	257	25-19	3	1-2	31,42	35,9	32,68	6,64	Monzogranit
	BA-71	418	352	516	76-16	4	1-6	31,42	41,21	27,37	6,64	Monzogranit
	BA-73	126	319	386	23-38	4	0-0	16,36	45,25	38,39	7,25	Kuvars Monzonit
	BA-84	179	291	281	11-45	2	1-5	23,83	37,42	38,75	7,85	Kuvars Monzonit
	BA-85	125	282	661	5-44	10	1-3	11,70	61,9	26,40	5,57	Monzogranit
	BA-86	154	406	496	12-62	7	1-8	14,58	46,97	38,45	7,85	Kuvars Siyenit
	BA-88	149	200	396	11-71	2	0-0	20	53,15	26,85	10,13	Kuvars Monzonit
BA-89	181	384	563	0-27	4	1-0	16,04	49,92	34,04	2,75	Siyenogranit	
BA-90	180	280	213	1-18	9	1-0	26,74	31,66	41,60	4,13	Kuvars Siyenit	
BA-91	185	392	517	2-21	14	2-2	16,91	47,26	35,83	3,78	Monzogranit	
BA-92	197	384	426	2-8	8	2-2	19,56	42,31	38,13	2,13	Kuvars Monzonit	
BA-93	139	415	569	0-12	9	3-1	12,37	50,68	36,95	2,17	Kuvars Monzonit	

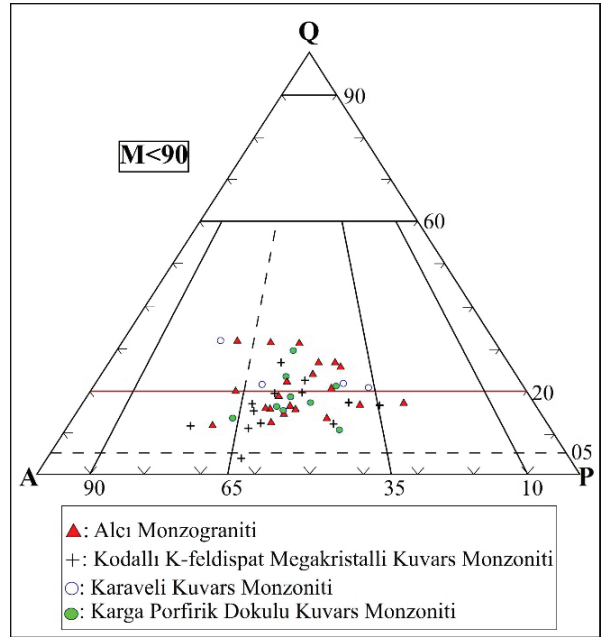


Şekil 7. Alçı Monzograniti'nin Şahmuratlı Köyü'ndeki a) arazi görünümü, b) yakın plan görünümü.

Figure 7. Alçı Monzogranite in Şahmuratlı Village; a) field view, b) close-up view.

Ayrıca, 35 adet tüm kayaç ana, eser ve nadir toprak element (NTE) jeokimyasal analizlerinin (Çizelge 2) çeşitli adlandırma diyagramlarında (LeMaitre, 1984, Cox vd., 1979, De La Roche vd., 1980, Middlemost, 1994) değerlendirilmesi (Şekil 9), ile birlikte, bunların ince kesit verilerinin denştirilmesi çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Volkanik kayaçlarda ise, fenokristal ve nispeten iri kristal/tanınabilecek boyuttaki bileşime göre adlama yapılmıştır.

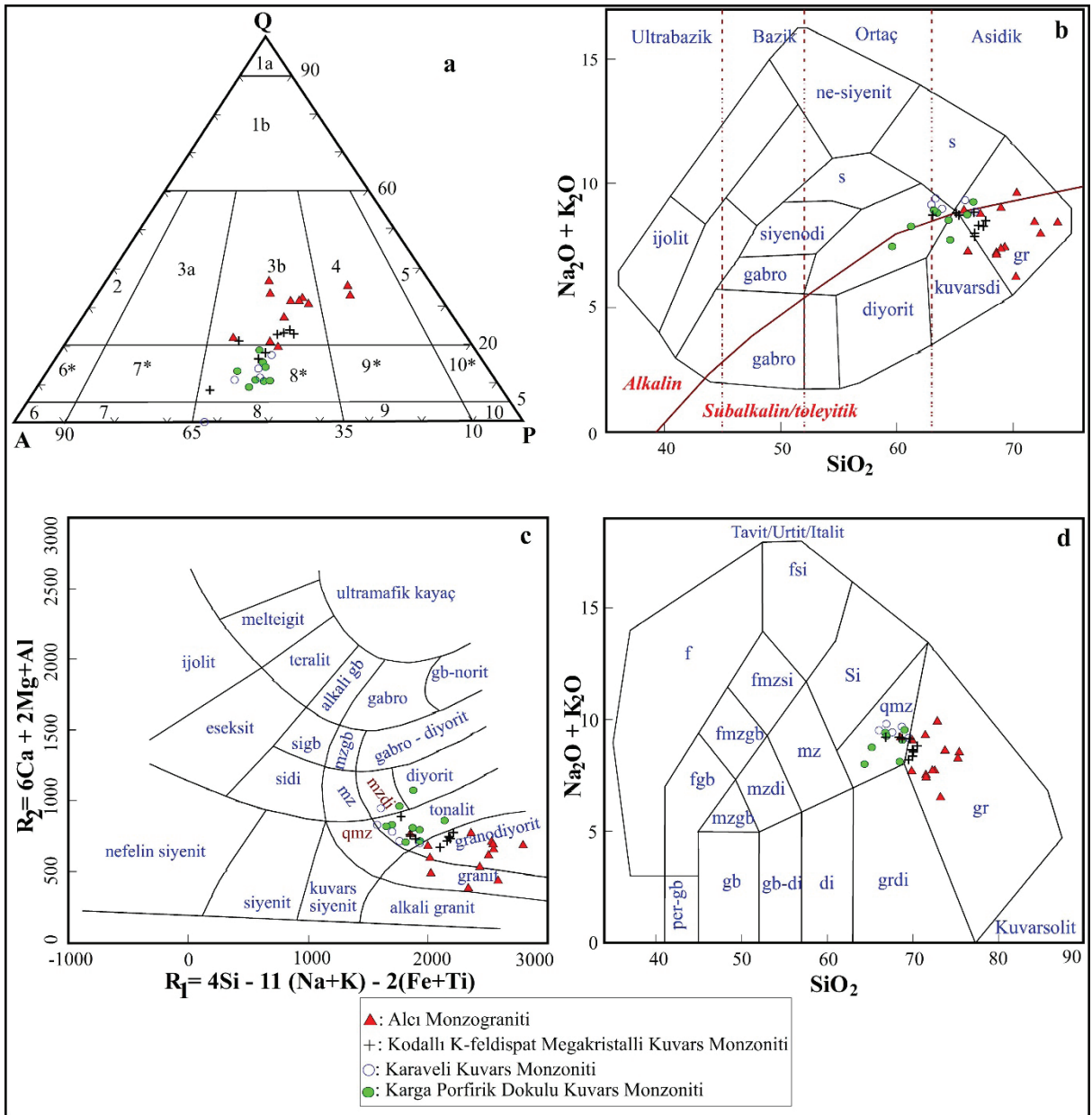


Şekil 8. Yozgat Batoliti'ne ait birimlerin, modal mineralojik bileşim verileri ile hazırlanan adlama diyagramı (Streckeisen, 1976).

Figure 8. Nomenclature diagram of the units belonging to Yozgat Batholith prepared with modal mineralogical composition data (Streckeisen, 1976).

Yozgat Batoliti

YB'nin çalışma alanında mostra veren üyeleri, arazideki konum, kaya türü özellikleri, jeolojik bulunuş şekilleri, yapısal – dokusal özellikleri ve mineralojik–petrografik–jeokimyasal karakterleri de dikkate alınarak dört ayrı birime ayrılmıştır (Şekil 8 ve 9). Bu birimler; Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti, Karaveli Kuvars Monzoniti, Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti ve Alçı Monzograniti olarak adlanmıştır.



Şekil 9. Yozgat Batoliti'ne ait birimlerin, normatif mineralojik bileşim verileri ile hazırlanan adlama diyagramları. a) LeMaitre, 1989; b) Cox vd., 1979; c) De La Roche vd., 1980; d) Middlemost, 1994.

Figure 9. Nomenclature diagrams of the units belonging to Yozgat Batholith prepared with normative mineralogical composition data. a) LeMaitre, 1989; b) Cox et al., 1979; c) De La Roche et al., 1980; d) Middlemost, 1994.

Çizelge 2. Yozgat Batoliti doğu kenarı plütonik kayaçlarına ait ana, eser ve nadir toprak element (NTE) kimyasal analiz sonuçları. Ana element oksitler % ağırlık cinsinden (Fe_2O_3 ; ferrik demir cinsinden toplam demir oksit, AK: ise ateşte kayıp), eser ve NTE'ler ppm cinsinden verilmiştir.

Table 2. Main, trace and rare earth element (REE) chemical analyses of the plutonic rocks of the eastern margin of Yozgat Batholith. Major element oxides are given in weight % (Fe_2O_3 : total iron oxide in ferric iron, AK: lost in fire), trace and REE are given in ppm.

Plütonik Birimler	Karaveli Kuvars Monzoniti										Kodallı K-Feldispat Mega-Kristallı Kuvars Monzoniti								
	BA-18	BA-19	BA-21	BA-25	BA-27	BA-29	BA-31	BA-77	BA-1	BA-10	BA-45	BA-46	BA-48	BA-11	BA-22	BA-23	BA-51	BA-52	
Ana Element Oksitler (%)																			
SiO₂	63,20	63,39	59,65	66,48	66,00	61,20	64,45	64,59	63,38	63,93	62,96	65,86	66,74	65,16	63,10	67,04	66,78	67,47	
TiO₂	0,59	0,59	0,90	0,34	0,38	0,63	0,57	0,43	0,38	0,54	0,44	0,35	0,34	0,54	0,65	0,51	0,45	0,41	
Al₂O₃	16,30	16,06	16,34	16,03	15,53	16,48	15,89	15,09	16,49	16,02	16,33	16,13	15,94	15,67	15,65	14,84	15,96	15,55	
rFeO	4,00	3,99	5,98	2,60	2,72	4,54	3,96	4,57	3,60	3,88	3,54	2,87	2,73	3,75	4,51	3,54	3,04	2,76	
MnO	0,08	0,08	0,12	0,05	0,06	0,08	0,08	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,07	0,09	0,07	0,06	0,06	
MgO	1,23	1,23	1,78	0,64	0,77	1,85	1,10	1,69	0,70	1,04	0,90	0,56	0,47	1,02	1,10	0,89	0,75	0,73	
CaO	4,10	4,27	6,20	3,35	4,22	5,11	4,21	4,50	4,39	3,88	5,43	3,45	3,43	3,77	4,94	3,84	3,93	3,49	
Na₂O	3,71	3,76	2,68	3,66	3,41	2,99	3,41	2,93	3,66	3,69	3,69	3,62	3,58	3,39	3,07	2,78	3,17	3,16	
K₂O	5,22	5,04	4,78	5,57	5,33	5,27	5,11	4,77	5,71	5,27	5,42	5,69	5,27	5,39	5,63	5,50	4,70	5,10	
P₂O₅	0,18	0,20	0,36	0,09	0,12	0,23	0,18	0,16	0,09	0,17	0,11	0,09	0,07	0,18	0,22	0,17	0,13	0,11	
A.K.	0,9	0,9	0,7	0,7	1,0	1,1	0,5	0,9	1,1	1,0	0,6	0,8	0,9	0,6	0,6	0,4	0,6	0,7	
Toplam	99,50	99,50	99,47	99,55	99,57	99,51	99,50	99,67	99,6	99,53	99,51	99,50	99,54	99,51	99,53	99,55	99,53	99,56	
Eser Elementler (ppm)																			
Sc	5	5	8	2	3	8	5	7	3	5	3	2	2	5	5	4	3	3	
Ba	1173	1117	1317	1400	1152	1675	1148	697	1024	1093	1309	1497	1449	1137	1036	897	1373	1284	
Be	7	8	6	7	7	5	7	5	8	7	9	6	5	6	6	6	5	5	
Co	82,3	84,9	61,0	84,7	99,5	73,2	75,9	84,4	68,1	83,4	63,7	132,1	109,4	90,5	79,9	109,7	109,9	116,4	
Cs	6,9	7,3	3,3	7,0	2,9	6,9	3,8	12,2	8,4	8,8	6,3	7,3	4,1	8,2	3,3	4,9	5,2	3,7	
Ga	21,8	22,7	21,8	22,9	23,5	21,7	20,6	18,3	18,9	21,1	22,6	21,5	21,4	21,4	20,9	18,7	20,4	20,6	
Hf	9,6	10,2	11,1	7,0	7,1	7,0	9,2	5,7	13,5	9,3	11,7	8,1	8,1	8,7	9,5	7,9	8,5	7,4	
Nb	30,5	31,2	34,4	23,7	18,8	16,7	27,9	19,8	24,3	29,4	27,1	20,7	19,3	27,8	32,0	24,4	20,3	19,2	
Rb	217,8	220,2	154,2	235,1	242,3	233,3	194,3	272,9	213,1	241,1	239,7	267,9	235,2	225,3	215,4	232,3	189,7	221,1	
Sn	5	5	5	4	5	5	7	4	4	5	4	3	3	5	5	4	4	4	
Sr	1205,9	1228,5	1230,5	850,6	852,3	982,0	1184,8	528,8	793,2	1124,9	1015,9	978,3	976,4	1114,2	1112,1	1038,1	826,5	783,8	
Ta	1,9	2,1	2,3	1,5	1,3	1,3	2,0	1,4	1,2	1,9	1,4	1,4	1,2	1,8	2,0	1,3	1,4	1,4	

Çizelge 2 devam ediyor
Table 2 (continued)

Plütonik Birimler	Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti										Karaveli Kuvars Monzoniti										Kodalı K-Feldispat Mega-Kristalli Kuvars Monzoniti									
	BA-18	BA-19	BA-21	BA-25	BA-27	BA-29	BA-31	BA-77	BA-1	BA-10	BA-45	BA-46	BA-48	BA-11	BA-22	BA-23	BA-51	BA-52												
Örnek No	42,5	44,8	33,3	49,9	41,4	25,6	41,5	39,7	110,5	41,2	72,3	102,0	49,0	39,0	44,8	28,1	40,4	43,7												
Eser Elementler (ppm)																														
Th	42,5	44,8	33,3	49,9	41,4	25,6	41,5	39,7	110,5	41,2	72,3	102,0	49,0	39,0	44,8	28,1	40,4	43,7												
U	7,5	8,5	5,4	7,4	7,9	6,7	7,9	7,1	33,8	9,8	28,1	12,1	8,9	6,9	8,4	6,7	7,7	10,4												
V	69	72	92	32	38	76	65	68	34	61	52	30	32	62	68	55	37	35												
W	554,8	593,5	424,8	644,0	610,5	458,2	700,2	550,5	387,5	634,1	422,6	724,4	674,9	661,2	571,6	837,3	759,2	791,8												
Zr	368,0	402,6	440,3	279,8	274,3	291,7	357,4	237,8	540,9	360,8	541,3	341,1	331,1	335,8	371,3	310,8	347,8	338,2												
Y	27,8	28,1	38,6	21,4	19,0	23,5	26,9	20,4	23,4	25,2	26,0	17,2	16,6	24,8	32,7	20,7	19,1	17,6												
Mo	0,5	0,5	0,4	0,4	0,2	0,4	0,2	0,5	0,6	-	0,3	0,6	0,6	0,4	0,6	0,7	2,6	0,5												
Cu	7,4	6,0	4,0	3,6	4,0	14,1	3,6	4,8	5,2	-	5,6	4,6	4,5	27,2	7,7	3,6	3,5	3,7												
Pb	13,8	14,2	7,4	16,8	21,7	20,7	9,6	20,8	43,7	-	10,8	40,5	19,8	13,9	10,6	10,6	9,9	10,9												
Zn	51	54	38	27	25	28	35	37	40	-	20	38	22	33	46	38	23	26												
Ni	7,8	3,5	1,5	5,4	4,4	3,6	3,8	6,5	3,0	-	1,7	1,9	1,8	3,3	1,8	2,0	1,3	1,6												
As	3,2	2,7	1,0	4,7	3,0	7,4	2,0	9,8	34,4	-	8,5	11,0	5,7	3,3	2,3	2,2	4,6	4,1												
Nadir Toprak Elementler (ppm)																														
La	97,3	96,6	94,6	79,8	78,5	60,2	86,9	50,3	142,3	83,2	119,0	99,3	74,6	90,4	99,4	90,6	74,9	75,7												
Ce	183,5	185,5	209,7	138,9	137,0	114,2	171,3	87,8	207,6	160,9	195,0	159,5	126,7	169,2	201,4	155,7	131,9	129,9												
Pr	19,69	19,95	23,02	13,93	13,74	13,12	18,97	9,94	19,88	17,59	18,90	15,15	12,72	17,84	21,90	15,48	13,66	13,06												
Nd	68,7	70,0	86,1	45,9	46,0	50,1	69,4	37,3	66,2	62,4	64,0	49,1	43,3	62,0	78,2	53,1	47,7	45,6												
Sm	10,68	10,96	14,36	7,01	6,82	8,64	10,51	5,78	9,04	9,75	8,88	6,37	6,04	9,64	12,61	8,37	6,95	6,50												
Eu (Eu/ Eu*)	2,04	2,10	2,88	1,32	1,29	1,68	2,04	1,06	1,56	1,88	1,72	1,26	1,19	1,87	2,38	1,79	1,34	1,26												
Eu*	(0,71)	(0,72)	(0,72)	(0,70)	(0,70)	(0,69)	(0,71)	(0,65)	(0,62)	(0,72)	(0,72)	(0,75)	(0,74)	(0,72)	(0,68)	(0,77)	(0,71)	(0,71)												
Gd	7,21	7,19	10,22	4,76	4,62	6,25	7,29	4,22	6,39	6,44	5,96	4,10	3,97	6,45	8,84	5,94	4,79	4,42												
Tb	1,03	1,04	1,46	0,72	0,67	0,92	1,02	0,65	0,74	0,93	0,88	0,61	0,57	0,95	1,25	0,83	0,70	0,64												
Dy	4,98	5,14	6,95	3,53	3,31	4,54	4,88	3,29	4,85	4,46	4,35	2,95	2,80	4,54	5,95	3,83	3,51	3,09												
Ho	0,89	0,92	1,27	0,69	0,60	0,84	0,87	0,66	0,80	0,81	0,81	0,53	0,52	0,81	1,07	0,68	0,62	0,56												
Er	2,40	2,40	3,35	1,99	1,74	2,23	2,45	1,90	2,48	2,21	2,35	1,57	1,47	2,13	2,97	1,79	1,67	1,59												
Tm	0,38	0,39	0,53	0,32	0,28	0,35	0,37	0,32	0,44	0,35	0,38	0,26	0,25	0,34	0,45	0,29	0,27	0,26												
Yb	2,30	2,43	3,14	2,00	1,73	2,04	2,29	1,96	2,86	2,09	2,39	1,60	1,57	2,06	2,75	1,79	1,72	1,58												
Lu	0,35	0,35	0,45	0,31	0,26	0,30	0,33	0,30	0,39	0,31	0,35	0,24	0,23	0,31	0,41	0,28	0,26	0,24												

Çizelge 2 devam ediyor
Table 2 (continued)

		Alc1 Monzograniti																	
		Plütonik Kodallı K-Feldispat Mega-Birimler							Kristallli Kuvars Monzoniti										
Örnek No		BA-57	BA-58	BA-79	BA-80	BA-8	BA-37	BA-39	BA-42	BA-47	BA-54	BA-61	BA-62	BA-69	BA-74	BA-75	BA-87	BA-92	
Ana Element Oksitler (%)		SiO ₂	66,69	66,65	67,63	65,41	72,31	70,30	68,93	68,93	65,77	70,25	73,79	71,83	68,54	69,26	68,59	66,09	67,21
		TiO ₂	0,36	0,45	0,42	0,52	0,30	0,12	0,26	0,41	0,37	0,31	0,13	0,23	0,46	0,44	0,48	0,65	0,35
		Al ₂ O ₃	15,73	15,50	15,43	15,72	13,84	14,28	14,97	14,67	16,15	14,29	13,64	14,22	14,93	14,65	15,05	14,95	15,99
		fFeO	2,93	3,29	3,02	3,56	2,91	2,16	2,75	2,73	2,94	3,18	1,26	1,68	3,05	2,91	3,05	4,19	2,70
		MnO	0,05	0,06	0,05	0,06	0,01	0,03	0,06	0,04	0,05	0,10	0,02	0,03	0,06	0,06	0,06	0,08	0,04
		MgO	0,59	0,93	0,73	0,83	0,68	0,14	0,42	0,63	0,59	1,17	0,20	0,29	0,99	0,85	0,86	1,17	0,42
		CaO	3,40	3,53	3,06	3,53	0,76	1,90	2,62	2,80	3,94	3,27	1,52	2,20	3,36	3,10	3,49	4,00	3,25
		Na ₂ O	3,46	3,10	3,35	3,36	4,98	3,36	3,78	2,91	3,64	3,41	2,97	3,02	2,65	2,60	2,88	2,62	3,41
		K ₂ O	5,34	4,87	5,12	5,34	2,99	6,24	5,25	4,46	5,23	2,86	5,44	5,42	4,57	4,82	4,26	4,67	5,37
		P ₂ O ₅	0,09	0,15	0,14	0,18	0,05	0,01	0,06	0,10	0,09	0,06	0,02	0,05	0,11	0,12	0,12	0,24	0,08
		A.K.	0,9	1,1	0,6	1,0	0,8	1,1	0,6	1,9	0,8	0,9	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8	0,9	0,7
Toplam		99,57	99,60	99,55	99,50	99,62	99,64	99,67	99,61	99,53	99,75	99,66	99,65	99,63	99,64	99,69	99,56	99,56	99,56
Eser Elementler (ppm)		Sc	2	4	4	5	8	<1	2	3	2	8	1	2	5	5	5	5	2
		Ba	1349	1183	1145	1183	1105	352	712	1120	1474	475	885	1023	668	683	601	947	1378
		Be	6	4	6	6	2	8	8	3	6	2	4	5	4	5	5	4	5
		Co	81,8	93,1	92,0	97,3	147,7	114,2	83,4	112,3	98,0	122,0	151,6	133,1	120,1	125,5	100,5	99,2	111,1
		Cs	4,0	5,0	5,1	4,8	0,4	12,4	7,5	9,6	5,1	3,3	7,5	8,5	10,7	8,6	8,3	7,7	3,8
		Ga	20,6	19,3	19,8	19,8	17,6	20,8	20,6	18,2	20,5	13,1	17,0	18,5	18,6	18,9	20,2	19,0	19,3
		Hf	8,0	6,9	7,2	8,4	8,9	12,4	8,0	6,9	7,8	2,7	6,2	6,4	6,8	7,2	6,5	8,6	8,1
		Nb	19,0	19,4	20,3	25,4	22,8	13,6	25,6	16,3	19,2	5,0	13,1	19,3	19,2	19,8	17,8	22,3	16,7
		Rb	231,9	210,4	207,2	208,3	57,5	433,2	338,5	195,0	237,7	104,2	276,3	295,8	204,1	214,9	202,5	197,1	239,5
		Sn	5	3	4	5	4	2	2	1	4	1	1	2	5	5	4	5	3
		Sr	869,6	699,0	1008,4	1130,2	191,0	313,3	516,8	607,6	954,4	181,8	343,1	538,1	605,3	608,3	577,3	886,4	836,6
		Ta	1,2	1,4	1,4	1,7	1,4	0,6	1,4	1,2	1,2	0,8	1,0	1,2	1,7	1,6	1,3	1,3	1,1
		Th	50,1	36,1	53,3	70,8	19,0	253,5	94,0	23,0	39,7	14,7	45,8	37,8	23,8	27,8	24,5	27,0	48,6
		U	9,0	6,5	6,8	5,2	4,1	69,7	17,8	4,7	8,3	3,4	7,3	7,3	4,6	5,0	4,7	4,2	7,5
		V	33	44	42	56	<8	12	24	31	33	61	<8	11	35	32	36	49	30

Çizelge 2 devam ediyor
Table 2 (continued)

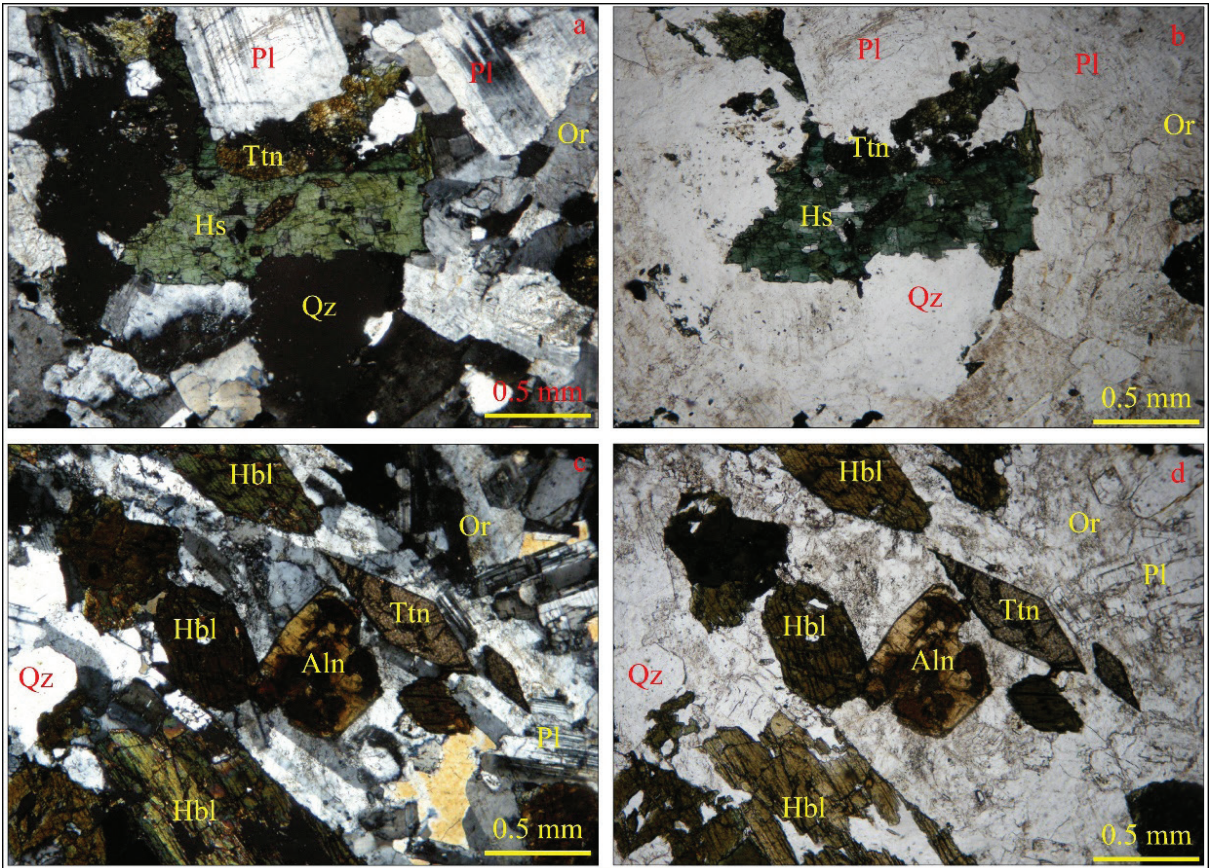
Örnek No	Alıcı Monzogramiti																
	BA-57	BA-58	BA-79	BA-80	BA-8	BA-37	BA-39	BA-42	BA-47	BA-54	BA-61	BA-62	BA-69	BA-74	BA-75	BA-87	BA-92
Eser Elementler (ppm)																	
W	549,5	635,4	670,8	783,0	1149,5	809,2	599,5	813,0	703,4	905,0	804,4	743,6	984,3	865,5	706,3	761,3	705,0
Zr	327,4	287,7	301,5	365,7	328,2	499,5	324,2	265,3	337,4	99,3	227,5	248,9	279,5	290,3	269,3	366,9	373,1
Y	16,4	18,6	16,6	24,3	38,3	20,7	19,0	14,0	17,2	13,9	16,6	18,0	17,1	19,0	17,2	22,8	16,5
Mo	0,6	0,4	0,3	2,3	0,1	0,4	0,6	0,4	0,5	0,3	0,2	1,0	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5
Cu	3,1	4,5	6,3	7,3	1,1	1,1	2,6	1,9	5,5	2,0	0,9	1,1	4,6	3,5	2,7	4,4	1,2
Pb	19,4	44,2	18,1	25,7	1,4	25,7	17,9	32,4	22,8	15,9	16,0	19,7	10,5	11,0	7,3	11,0	9,2
Zn	30	41	30	41	3	24	28	41	26	38	14	16	45	47	43	50	19
Ni	1,5	2,4	2,7	5,5	1,3	1,1	2,2	2,8	1,7	2,1	1,7	1,5	3,5	2,6	4,1	1,6	1,9
As	2,7	10,5	2,1	2,9	<0,5	44,7	14,9	33,1	7,0	1,5	14,2	6,1	2,9	5,6	0,7	4,8	2,9
Nadir Toprak Elementler (ppm)																	
La	84,2	61,2	88,0	86,6	38,0	216,8	93,9	51,2	75,5	19,1	88,8	49,5	42,1	47,9	42,7	78,2	82,6
Ce	136,1	107,9	155,4	157,0	78,1	273,0	138,0	93,5	129,3	33,7	131,7	87,2	81,6	93,2	83,5	150,7	131,2
Pr	13,27	11,73	15,85	16,95	8,96	20,95	12,01	10,17	12,92	3,45	12,46	9,54	9,03	10,19	9,13	16,70	12,62
Nd	44,1	42,8	56,7	65,6	33,4	54,2	37,2	35,9	44,1	12,6	40,9	33,4	34,2	39,0	34,3	63,9	44,5
Sm	6,08	6,28	7,66	9,44	6,59	5,48	4,94	5,37	6,30	2,17	5,51	5,08	5,17	5,97	5,46	9,24	5,88
Eu (Eu/ Eu*)	1,16 (0,73)	1,23 (0,71)	1,47 (0,75)	1,84 (0,72)	1,21 (0,57)	0,92 (0,65)	0,82 (0,61)	1,03 (0,70)	1,21 (0,72)	0,55 (0,79)	0,84 (0,57)	0,96 (0,69)	0,97 (0,66)	1,04 (0,61)	0,95 (0,62)	1,83 (0,73)	1,11 (0,73)
Gd	3,84	4,46	4,57	6,43	6,21	3,34	3,35	3,72	4,10	2,05	3,65	3,54	3,80	4,44	4,00	6,34	3,64
Tb	0,57	0,66	0,65	0,92	1,07	0,50	0,54	0,53	0,60	0,37	0,54	0,56	0,58	0,67	0,62	0,88	0,55
Dy	2,78	3,26	2,99	4,33	6,32	2,61	2,87	2,52	2,88	2,11	2,66	2,89	2,93	3,36	3,22	4,18	2,69
Ho	0,50	0,61	0,55	0,80	1,35	0,54	0,58	0,43	0,54	0,46	0,53	0,56	0,58	0,64	0,59	0,76	0,51
Er	1,48	1,72	1,40	2,18	3,98	1,84	1,74	1,21	1,52	1,45	1,53	1,56	1,57	1,79	1,67	2,09	1,45
Tm	0,24	0,28	0,23	0,34	0,65	0,35	0,30	0,19	0,25	0,24	0,25	0,27	0,26	0,28	0,25	0,34	0,25
Yb	1,50	1,67	1,44	2,16	4,03	2,40	2,02	1,22	1,55	1,66	1,57	1,69	1,70	1,75	1,55	2,05	1,56
Lu	0,22	0,26	0,22	0,31	0,62	0,38	0,31	0,18	0,23	0,27	0,23	0,25	0,25	0,25	0,23	0,31	0,24

Karga porfirik dokulu kuvars monzoniti

Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti, grimsi renkli, fenokristalli olup; belirgin porfirik doku sunarlar. Birimde görülen hakim kaya türü kuvars monzonit olmakla birlikte; az sayıda örnek kuvars siyenit ve monzogranittir. (Çizelge 1 ve 2, Şekil 8 ve 9). Birimde tanımlanan mineraller, kuvars, plajiyoklaz, ortaklaz, hornblend, hastingsit, titanit, ksenotim, allanit, apatit, zirkon ve opak mineraldir (Şekil 10).

Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti içinde gelişen, eş yaşlı mafik ve felsik magmaların homojen karışımına (magma mixing, Didier ve Barbarin, 1991, Yılmaz ve Boztuğ, 1994/1995) işaret eden antirapakivi dokusu, poikilitik doku ve zonlu plajiyoklaz gibi bazı mikrodokular ile birlikte, pertitleşme, grafik doku ve zonlu doku gözlenmekte olup; killeşme ve serisitleşme türü alterasyonlar da gelişmiştir.

Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti, genel olarak holokristalin hipidiyomorf porfirik dokuludur.



Şekil 10. Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti'ne ait birimlerin genel görünümü ve mineral parajenezi (a, c: çift nikol, b, d: tek nikol). (Mineral kısaltmaları Kretz (1983)'e göre yapılmıştır).

Figure 10. General view and mineral paragenesis of the units belonging to Karga Porphyritic Textured Quartz Monzonite (a, c: crossed-polarized light (xpl), b, d: plane-polarized light. (ppl, Mineral shortenings are according to Kretz, 1983).

Karaveli kuvars monzoniti

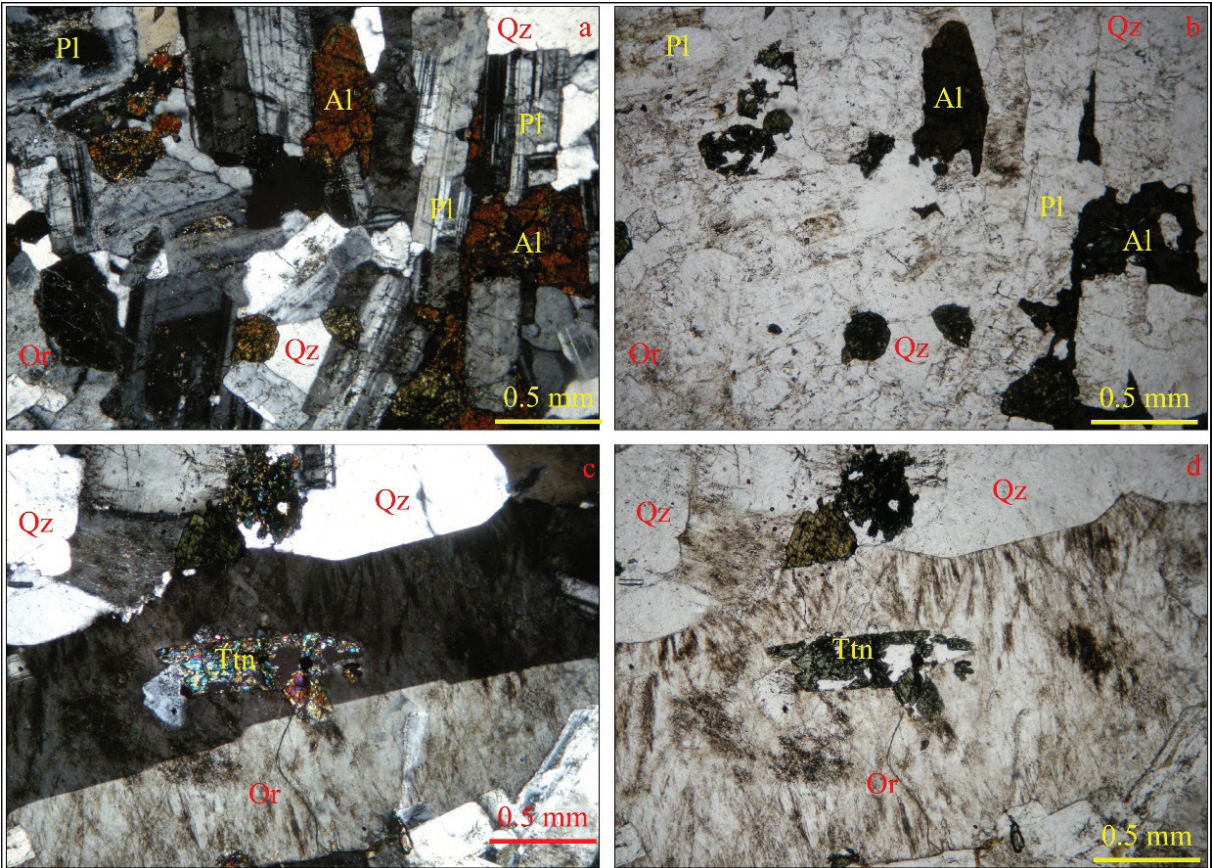
Karaveli Kuvars Monzoniti açık gri renkli, taneler dokulu olan birim, mikroskopik incelemelerde iri ortoklaz minerallerinin varlığı ile göreceli olarak porfirik dokuludur.

Hakim kaya türü, genel olarak kuvars monzonit ve monzonit bileşiminde olup, bazı örneklerde ise, kuvars siyenit ve monzogranit bileşimindedir (Çizelge 1 ve 2, Şekil 8 ve 9).

Monzonitik kayalarda saptanan mineraller, kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, egirinojit, hornblend, hastingsit, biyotit, titanit, ksenotim, allanit, apatit, zirkon ve opak minerallerdir (Şekil 11).

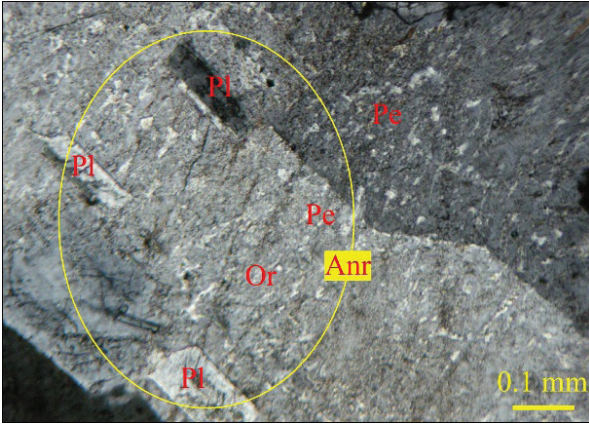
Birimde, eş yaşlı mafik ve felsik magmaların homojen karışımına (magma mixing, Didier ve Barbarin, 1991, Yılmaz ve Boztuğ, 1994) işaret eden, antirapakivi dokusu (Şekil 12), zonlu plajiyoklaz, poikilitik ortoklaz (Şekil 11) ve pertitleşme (Şekil 12) gibi mikrodokular gelişmiş olup; epidotlaşma, killeşme ve serisitleşme türü alterasyonlar da yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 11).

Karaveli Kuvars Monzoniti holokristalin hipidiyomorf porfirik dokuludur.



Şekil 11. Karaveli Kuvars Monzoniti içinde tanımlanan monzonitlerin mineral parajenezi ve genel görünümü (a : çift nikol, b : tek nikol). Kuvars monzonitlerde gelişen poikilitik ortoklazların görünümü (c : çift nikol, d : tek nikol).

Figure 11. Mineral paragenesis and general view of monzonites identified in Karaveli Quartz Monzonite (a: xpl; b: ppl. View of poikilitic orthoclases developed in quartz monzonites (c: xpl, d: ppl.).



Şekil 12. Karaveli Kuvars Monzoniti içinde tanımlanan kuvars monzonitlerde gelişen antirapakivi dokusu ve pertitileşmelerin görünümü (çift nikol).

Figure 12. The view of the antirapakivi texture and pertitisation in quartz monzonites determined within the Karaveli Quartz Monzonite (xpl).

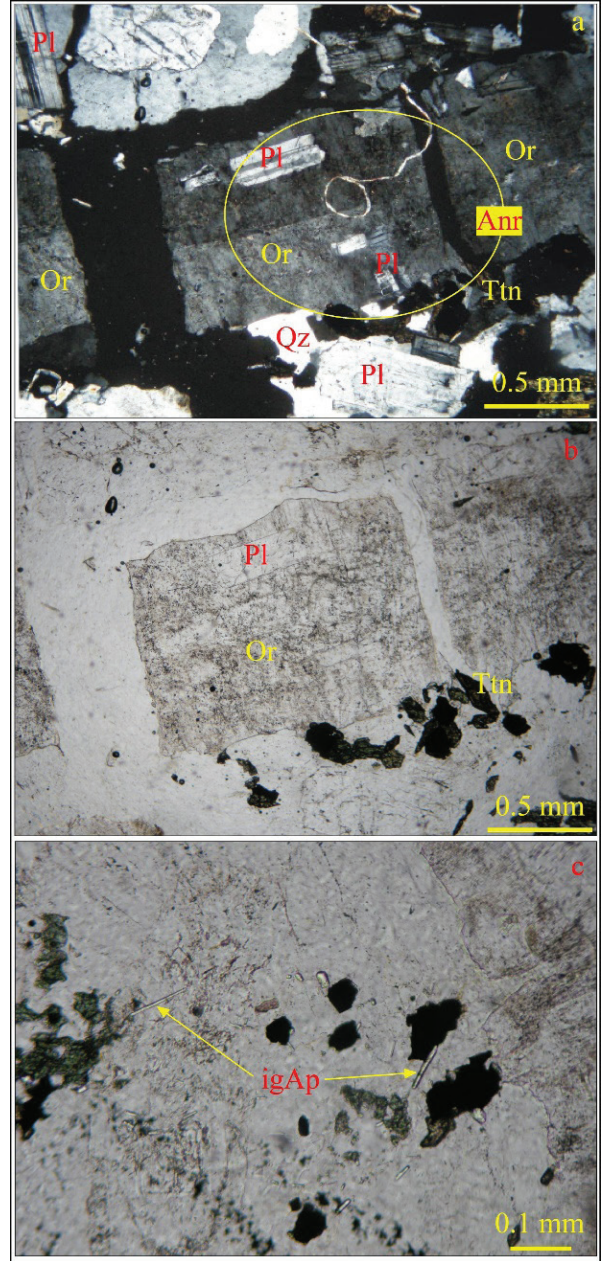
Kodallı K-feldispat megakristalli kuvars monzoniti

Birim arazi ve el örneği ölçeğinde, grimsi – pembemsi renkli, yaygın K-feldispat megakristal içeren porfirik dokuludur. Hakim kaya türü kuvars monzonit olmakla birlikte; monzonit, monzogranit ve kuvars siyenit türü bileşimler de saptanmıştır (Çizelge 1 ve 2, Şekil 8 ve 9).

Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti'nde belirlenen mineraller; kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, MgFe-hornblend, Mg-hastingsit, biyotit, muskovit, epidot (ikincil), titanit, ksenotim, allanit, apatit, zirkondur.

Eş yaşlı mafik ve felsik magmaların homojen karışımı (magma mixing) mikrodokularından, antirapakivi dokusu (Şekil 13a ve b), iğnemi apatit (Şekil 13c) gelişimi, poikilitik doku, grafik doku ile birlikte, zonlu Plajiyoklaz oluşumları ve iri plajiyoklaz kristalleri içinde küçük plajiyoklaz kristal oluşumu (Hibbard, 1991, Yılmaz ve Boztuğ, 1994) da gelişmiştir. Bununla birlikte; Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti içindeki, K-feldispat megakristallerinin varlığı (Vernon, 1984; Ekici ve Boztuğ, 1997; Higgins,

1999) ve farklı boyutlardaki MME oluşumları, litodemin eş yaşlı mafik ve felsik magmaların heterojen karışımı (magma mingling) ürünü bir magmadan itibaren oluştuğuna işaret eder (Hibbard, 1991; Didier ve Barbarin, 1991, Barbarin ve Didier, 1992, Yılmaz ve Boztuğ, 1994).



Şekil 13. a) Kodallı K-feldispat megakristalli Kuvars Monzoniti'ne ait kuvars monzonitlerde gelişen

antirapakivi dokusu (**a**: çift nikol, **b**: tek nikol) ve **c**) iğnemsli apatit oluşumlarının görünümü (tek nikol).

Figure 13. *a) Antirapakivi texture developed in quartz monzonites belonging to Kodallı K-feldspar Megacrystalline Quartz Monzonite (a: xpl; b: ppl). and c) view of needle-like apatite forms (ppl).*

Bu iki dokusal özellik birlikte değerlendirildiğinde; eş yaşlı mafik ve felsik magmaların, bazı bölümlerde homojen, bazı bölümlerde ise heterojen karışarak hibrit/melez bir magma oluşturduğu yani magma mixing ve magma mingling süreçlerinin eş zamanlı olarak gerçekleştiğini söylenebilir.

Birim içinde gözlenen yaygın bozunmalar, killeşme, serisitleşme ve opsitleşme olup, holokristalin hipidiyomorf porfirik doku gelişmiştir.

Alcı monzograniti

Alcı Monzograniti, grimsi – pembemsi renkli, bir kaç örnek fenokristalli olup, genel kayaç dokusu ince tanelidir. Mineralojik – petrografik incelemelerde, ağırlıklı olarak porfirik doku ve yer yerde taneli doku belirlenmiştir. Birim genel olarak monzogranit, siyenogranit, bazı kesimleri ise, kuvars monzonit, kuvars siyenit ve granodiyorit özelliğindedir (Çizelge 1 ve 2, Şekil 8 ve 9). Birime ait kayaçlarda gözlenen mineraller; kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, hornblend, hastingsit, biyotit, epidot, titanit, ksenotim, allanit, serizit apatit, zirkon ve opak mineraldir (Şekil 14). Genel olarak holokristalin hipidiyomorf taneli dokulu bu fazda gelişen mikrodokular; antirapakivi dokusu, poikilitik doku, pertitleşme ve zonlu doku olup; killeşme ve serisitleşme türü alterasyonlar gözlenmektedir.

Aplit daykları

Bölgede yüzlek veren YB'ne ait, Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti'ni kesen, yaklaşık 10 – 20 cm kalınlıkta aplit daykları gözlenmiştir. Bu dayklar, pembemsi, bej renkli, ince taneli - taneli dokulu granit bileşimlidir (Şekil 15).

Aplit dayklarında tanımlanan mineraller, ince – orta taneli, kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, hornblend, titanit, ksenotim, allanit, apatit, zirkon ve opak minerallerdir. Feldispatlarda killeşme ve serisitleşme türü alterasyonlar görülür (Şekil 15).

Kötüdağ Volkaniti

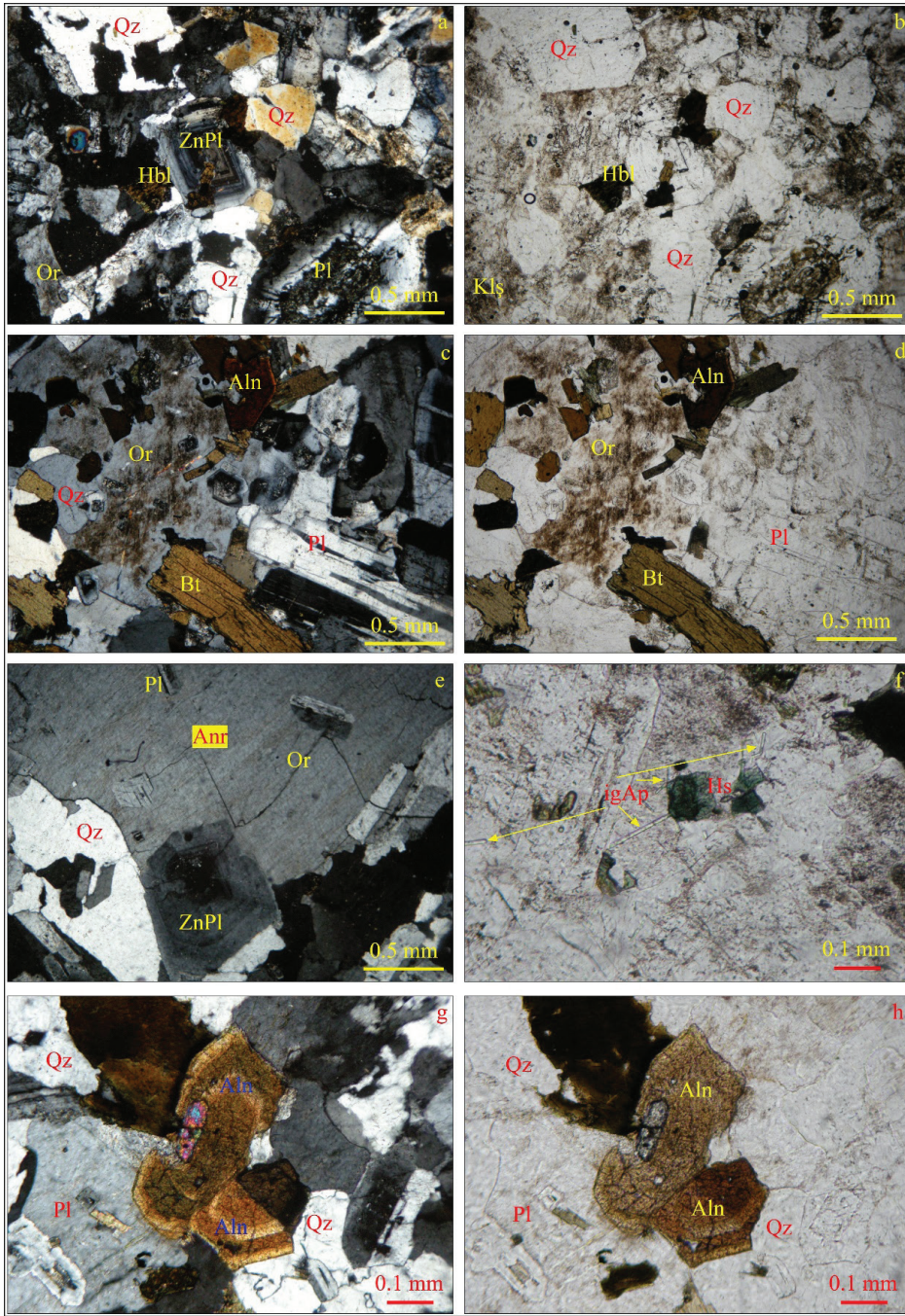
Çalışma alanında incelenen Kötüdağ Volkaniti, riyodasit bileşimli olup; birim içinde tanımlanabilen fenokristaller, kemirilmiş kuvars, plajiyoklaz, sanidin, ortopirosken, hornblend mineralleri olup, kalsit ksenolitleri ve diğer kayaç parçaları da görülmektedir (Şekil 16).

JEOKİMYA ve JEOKRONOLOJİ

Çalışma alanında yüzlek veren YB doğu kenarına ait plütonik birimlerden, tüm kayaç ana, eser ve NTE element jeokimyası bileşiminin belirlenmesi amacıyla 35 adet kayaç örneği alınmıştır. Elde edilen jeokimyasal veriler ilgili diyagramlara aktararak değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır (Çizelge 2).

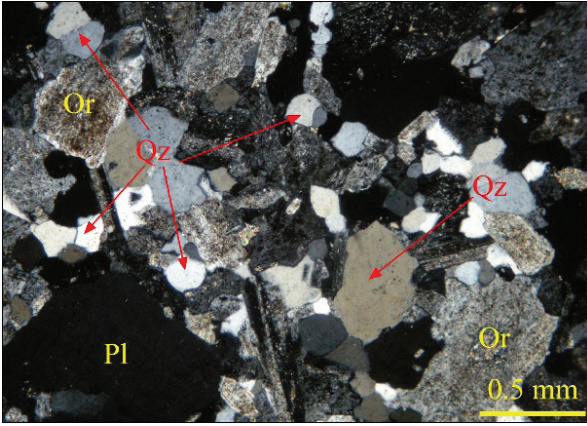
Tüm Kayaç Jeokimyası

Magma karakterini belirlemek için hazırlanan toplam alkaliler ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) – silika (SiO_2) diyagramlarında tüm örneklerin subalkalin (a: Irvine ve Baragar, 1971; b: Macdonald ve Katsura, 1964; c: Kuno, 1968; d: Hyndman, 1972; e: Rickwood, 1989), Şekil 17a; Alkali-kalsik ve kalk-alkalin (Frost vd. (2001), Şekil 17b; Irvine ve Baragar (1971), Şekil 17c) özellikte olduğu belirlenmiştir.



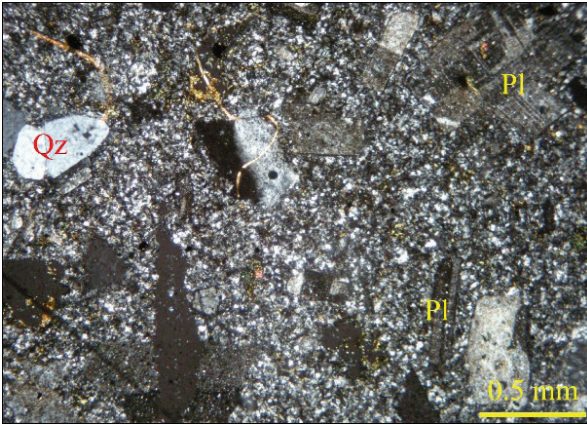
Şekil 14. a, b, c, d) Alcı Monzograniti'ne ait monzogranit örneklerinin genel görünümü ve mineral parajenezi (a: çift nikol, b: tek nikol), e) siyenogranit örneklerinde gözlenen antirapakivi dokusu ve zonlu dokulu plajiyoklaz (çift nikol), f) monzodioritlerde gözlenen iğnemsî apatitler (tek nikol), g, h) monzogranitte görülen zonlu allanit mineralleri (a: çift nikol, b: tek nikol).

Figure 14. a, b, c, d) General view and mineral paragenesis of monzogranite samples of Alcı Monzogranite (a, c: xpl; b, d: ppl), e) antirapakivi texture and zoned plagioclase found in syenogranite samples (e: xpl), f) needle-like apatites observed in monzodiorites (ppl), g, h) zoned allanite minerals found in monzogranite (g: xpl, h: ppl).



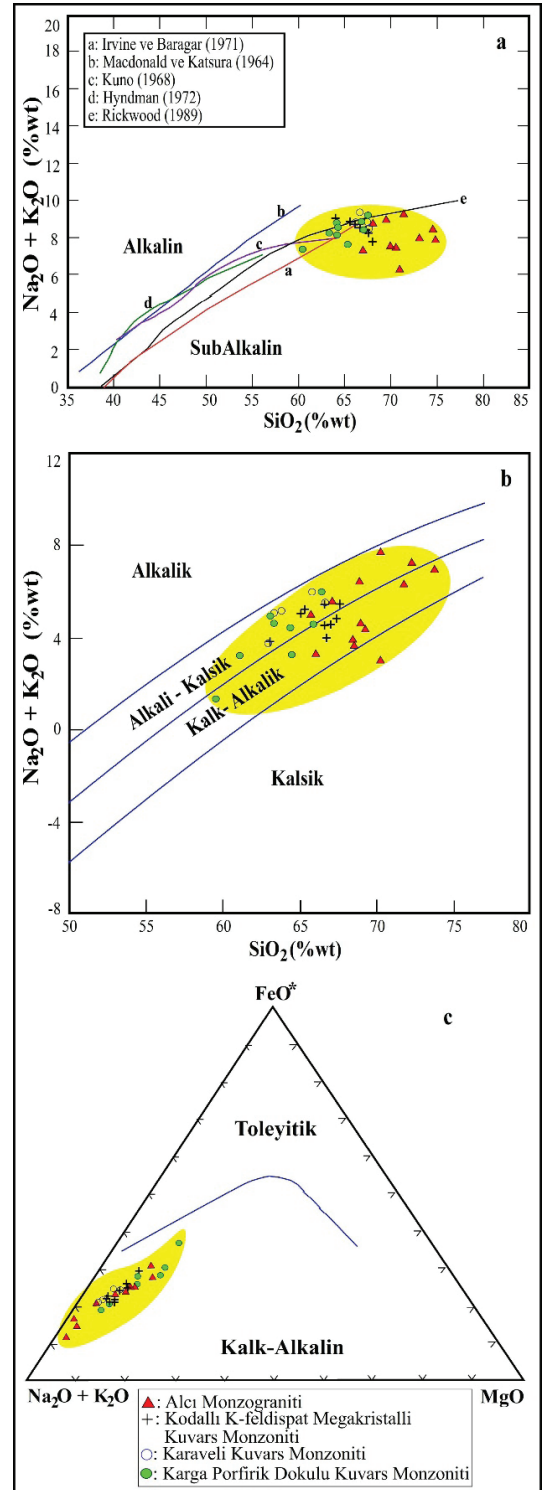
Şekil 15. Yozgat Batoliti'ni kesen apolit dayklarının genel görünümü ve mineral parajenezi (çift nikol).

Figure 15. General appearance and mineral paragenesis of aplite dykes cutting the Yozgat Batholith (xpl).



Şekil 16. Kötüdağ Volcaniti'ne ait riyodasitlerin genel görünümü ve mineral parajenezi (çift nikol).

Figure 16. General appearance and mineral paragenesis of rhyodacites of Kötüdağ Volcanite (xpl).



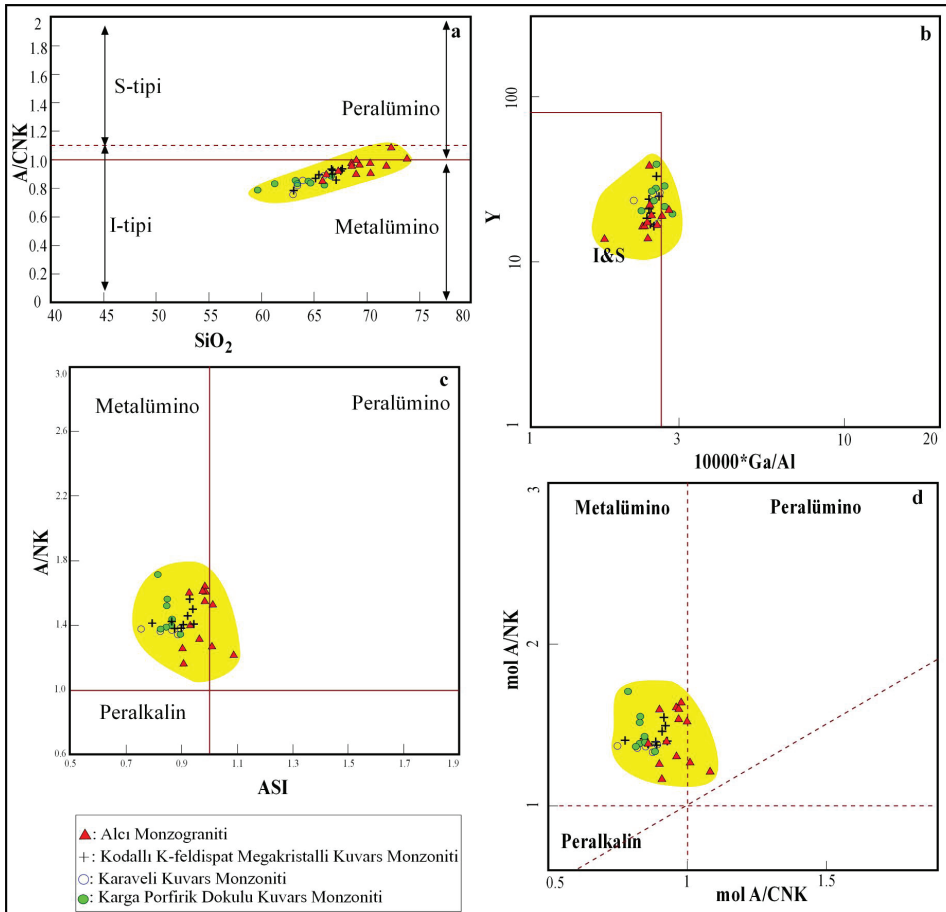
Şekil 17. Yozgat Batoliti'ne ait birimlerin, a) toplam alkaliler – silis (TAS) diyagramındaki konumları (a: Irvine ve Baragar, 1971; b: Macdonald ve Katsura,

1964; c: Kuno, 1968; d: Hyndman, 1972; e: Rickwood, 1989). **b)** Alkali – kalsik ayırım diyagramı (Frost vd., 2001) ve **c)** Subalkalin ayırım diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).

Figure 17. a) Positions of the units belonging to Yozgat Batholith in a: total alkalis - silica (TAS) diagram (a: Irvine & Baragar, 1971; b: Macdonald & Katsura, 1964; c: Kuno, 1968; d: Hyndman, 1972; e: Rickwood, 1989). **b)** Alkaline - calcic discrimination diagram (Frost et al., 2001) and **c:** Subalkaline discrimination diagram (Irvine and Baragar, 1971).

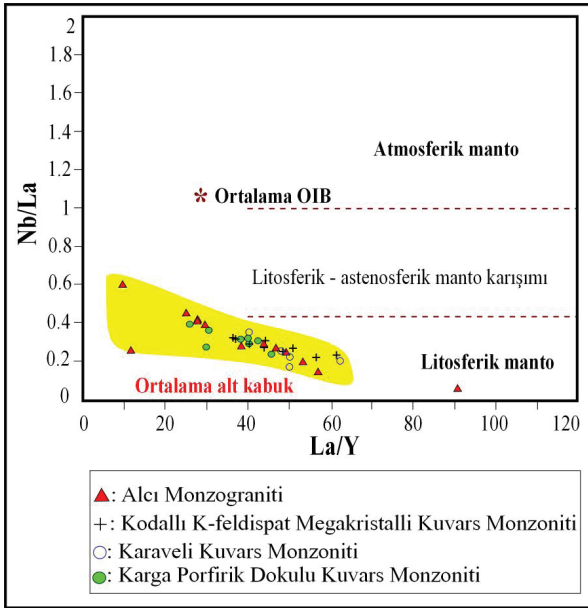
YB'nin çalışma alanındaki türevlerini oluşturan hibrit/melez magmanın, kökeni ve

bileşimsel özelliklerine bakıldığında, genel olarak I-tipi (Clarke, 1992, Şekil 18a), bazı örnekler ise, I ve S-tipi (Whalen vd., 1987, Şekil 18b) granitoidler karakterinde olup, metalümino bileşim (Clarke, 1992, Şekil 18a; Frost vd., 2001, Şekil 18c; Manier ve Piccoli, 1989, Şekil 18d) sunmaktadır. Bu özellik, plütonik birimlerin yaklaşan levha kenarı ile ilişkili olarak, kısmi ergimeye uğrayan magmatik ve sedimanter alt kıtasal kabuk malzemesine işaret eder. Jahn vd. (1999) tarafından Nb/La oranının La/Y oranına göre oluşturulan diyagramda ise, “ortalama alt kabuk” – “litosferik manto” bileşimli olduğu görülmektedir (Şekil 19).



Şekil 18. Yozgat Batoliti litodemlerinin magma tipi ve bileşimi diyagramlarındaki konumları **a)** Clarke (1992), **b)** Whalen (1987), **c)** Frost vd (2001), **d)** Manier ve Piccoli, 1989).

Figure 18. Positions of Yozgat Batholith lithodems in magma type and composition diagrams **a)** Clarke (1992), **b)** Whalen (1987), **c)** Frost vd (2001), **d)** Manier & Piccoli (1989).

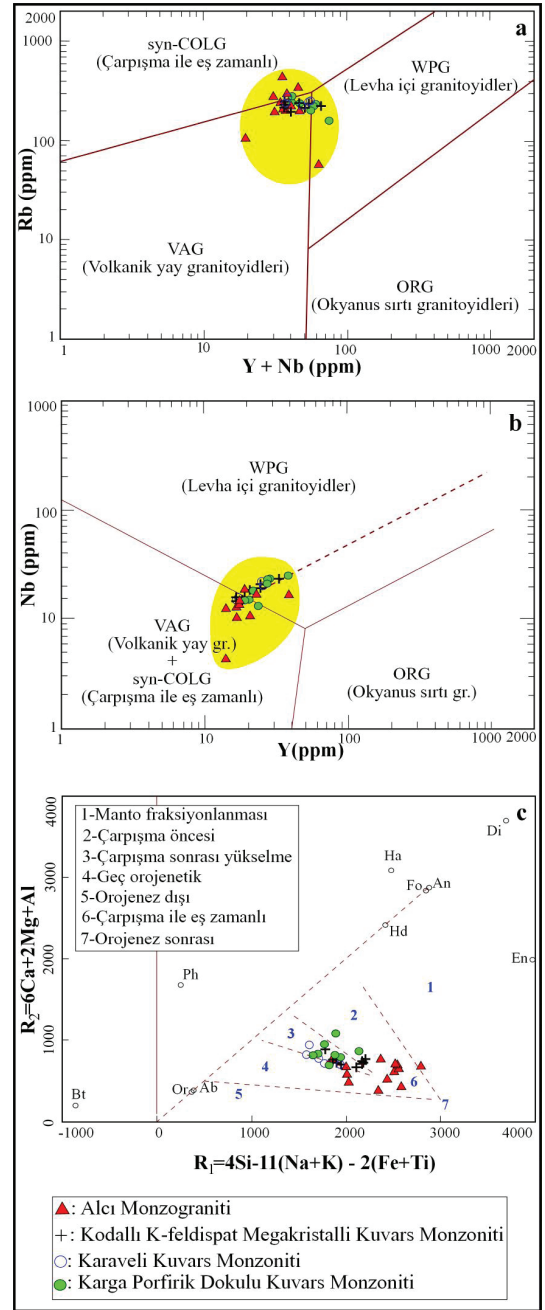


Şekil 19. Yozgat Batoliti'ne ait birimlerin Nb/La – La/Y diyagramındaki konumları (Jahn vd. (1999).

Figure 19. Positions of the units belonging to Yozgat Batholith in the Nb/La – La/Y diagrams (Jahn et al., 1999).

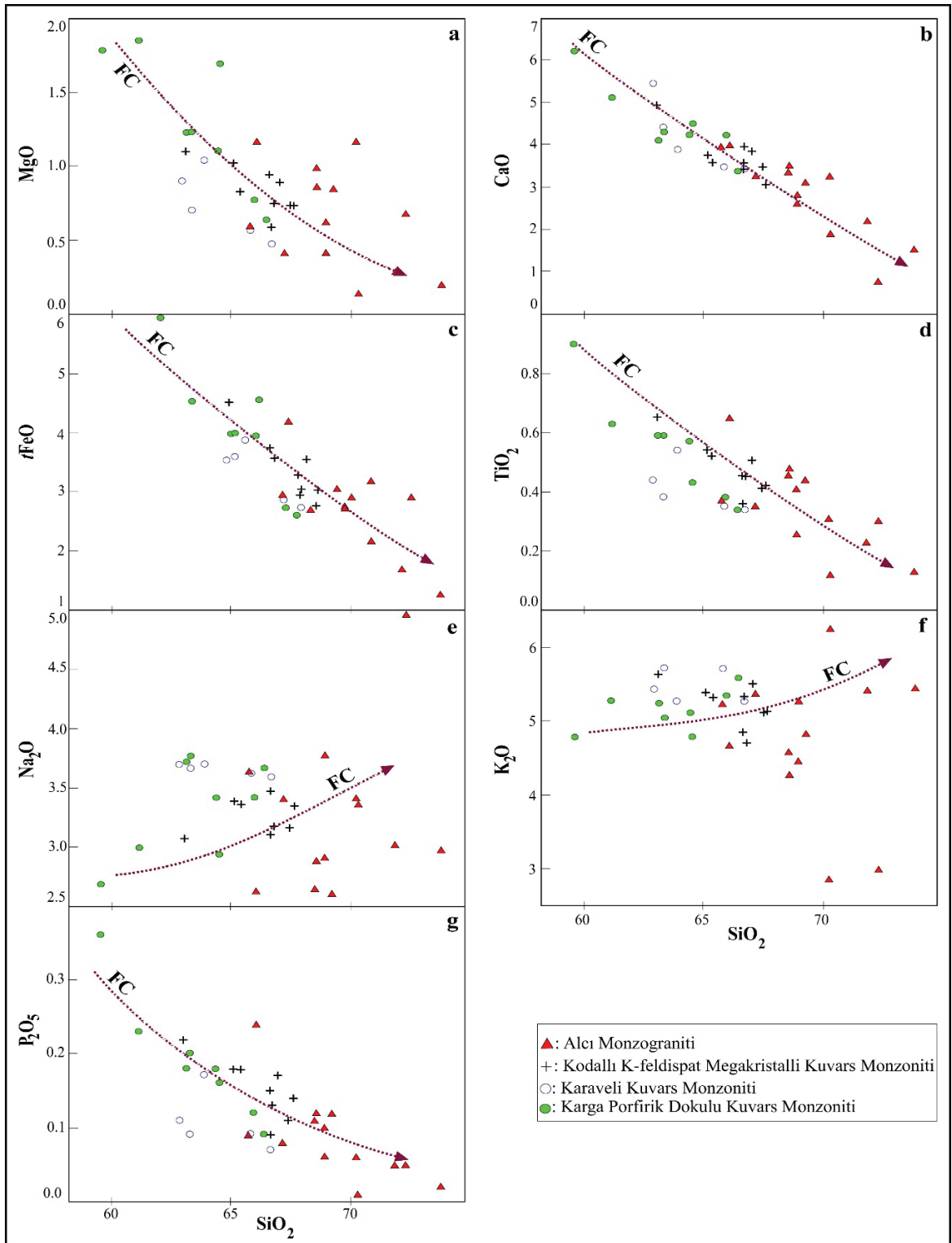
Pearce vd (1984) tarafından oluşturulan Rb – (Y+Nb) ve Nb – Y jeotektonik ortam grafiklerinde (Şekil 20a ve b), YB'ne ait dört litodemin de "Levha İçi Granitoidler" (WPG) olduğu ifade edilebilir. Batchelor ve Bowden (1985) tarafından önerilen $R_1 = 4Si - 11(Na + K) - 2(Fe + Ti) - R_2 = 6Ca + 2Mg + Al$ değerleri ile oluşturulan grafikte (Şekil 20c) görüldüğü gibi, bu birimler çarpışma – çarpışma sonrası yükselme sürecinde bölgeye yerleşmiştir.

Ana element oksitlerin SiO_2 'ye göre olan değişim diyagramlarında, MgO, CaO, tFeO, TiO_2 değerleri, kristalleşme sırasına göre (Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti, Karaveli Kuvars Monzoniti, Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti ve Alçı Monzograniti) mafik mineral miktarındaki azalmaya ve SiO_2 değerlerindeki artışa paralel olarak bir düşüş görülmektedir (Şekil 21a, b, c ve d).



Şekil 20. Yozgat Batoliti'ne ait birimlerin jeotektonik ortam diyagramlarındaki konumları. a) Rb – (Y + Nb), b) Nb – Y eser element (Pearce vd., 1984) ve c) $R_1 - R_2$ diyagramındaki konumu (Batchelor ve Bowden, 1985).

Figure 20. Positions of the units belonging to Yozgat Batholith in the geotectonic setting diagrams: a) Rb – (Y + Nb) and b) Nb – Y trace element (Pearce et al., 1984) and c) Position on the $R_1 - R_2$ diagram (Batchelor & Bowden, 1985).



Şekil 21. Yozgat Batoliti'ne ait birimlerin ana element oksit değişim diyagramlarındaki konumu.

Figure 21. The position of the units belonging to Yozgat Batholith in the main element oxide change diagrams.

Na_2O ve K_2O değerleri, SiO_2 değerlerindeki yükselmeye paralel olarak düzenli bir artış göstermektedir. Bu durum, birimlerin bileşimsel olarak benzer alkali feldispat ve plajiyoklaz oranlarına sahip olmaları ile açıklanabilir (Şekil 21e ve f).

P_2O_5 değerlerinin SiO_2 'ye karşı olan değişim diyagramlarında; Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti, Karaveli Kuvars Monzoniti, Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti ve Alcı Monzograniti'ne ait apatit kristallenmesi sıralamasına göre doğrusal azalması, bu sıralamadaki apatit bolluk oranıyla doğru ilişkilidir (Şekil 21g). Aynı şekilde son evrede kristallendiği/katılaştığı belirlenen Alcı Monzograniti'ndeki plajiyoklaz bileşimlerine (oligoklaz-andezin) uyumlu olarak, CaO değerindeki azalma da bu oluşum sırasını destekler.

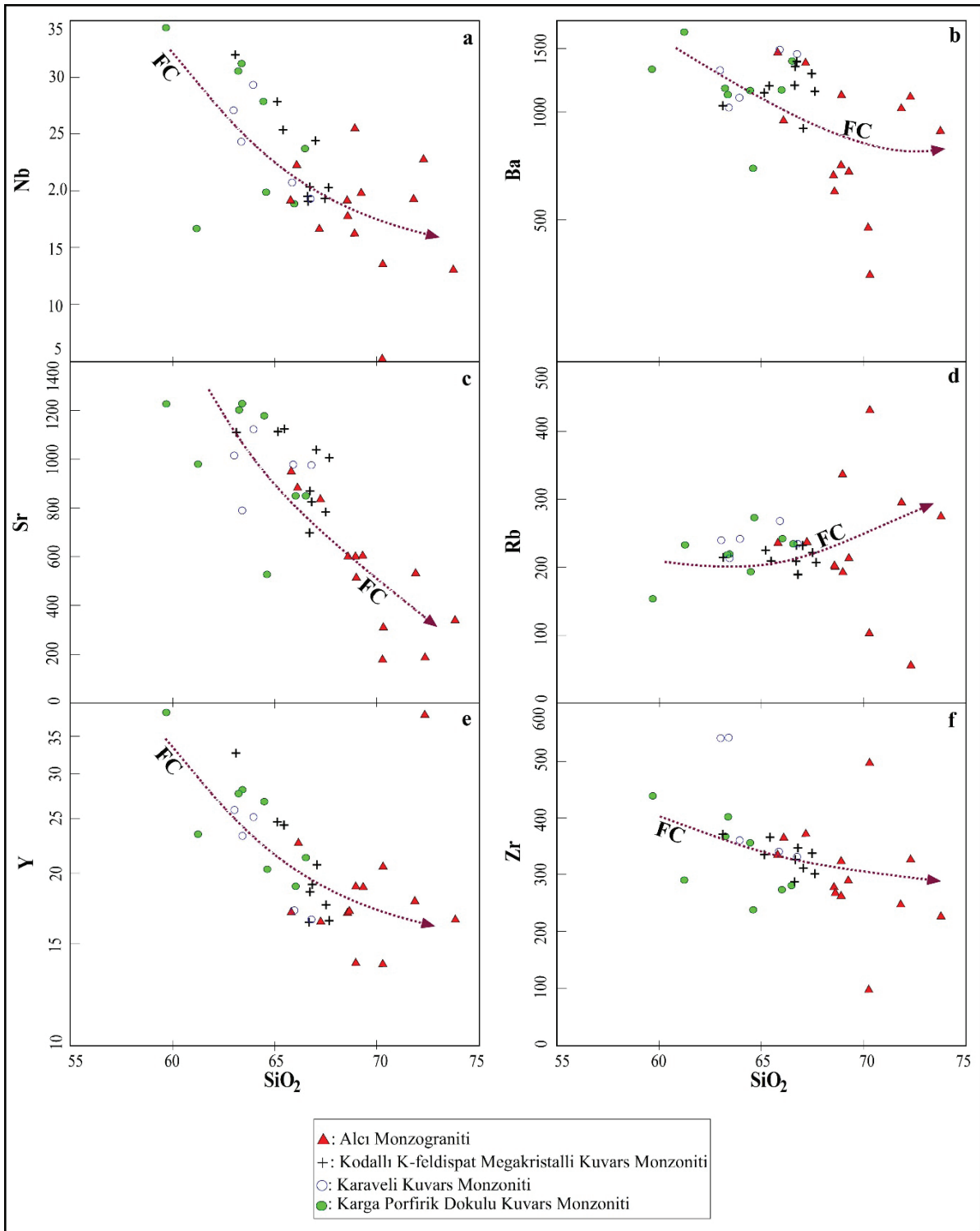
Ana element oksitler ile SiO_2 değişim grafiklerinde görülen, Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti, Karaveli Kuvars Monzoniti, Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti ve Alcı Monzograniti oluşum sırası, Nb, Ba, Sr, Rb, Y, Zr elementlerinin SiO_2 'ye göre olan değişim grafiklerinde (Şekil 22) de gözlenmektedir.

Çalışma alanında yüzlek veren YB içinde tanımlanan bu litodemlerin oluşumunda, kabuksal kirlenme (Tatar ve Boztuğ, 1998a) ve fraksiyonel kristalleşme (fractional crystallisation (FC), Şekil 21 ve 22) ile birlikte eş yaşlı felsik ve mafik magmaların homojen (magma mixing) ve heterojen karışımlarının (magma minglin) birlikte etken olduğu söylenebilir (Hibbard, 1991; Didier ve Barbarin, 1991, Barbarin ve Didier, 1992, Yılmaz ve Boztuğ, 1994). Saha gözlemlerinden de anlaşılacağı üzere; MME'ler ile birlikte, K-feldispat megakristallerinin (Vernon, 1984; Ekici ve Boztuğ, 1997; Ekici, 2001; Higgins, 1999) varlığı da magmaların heterojen karışımını işaret etmektedir.

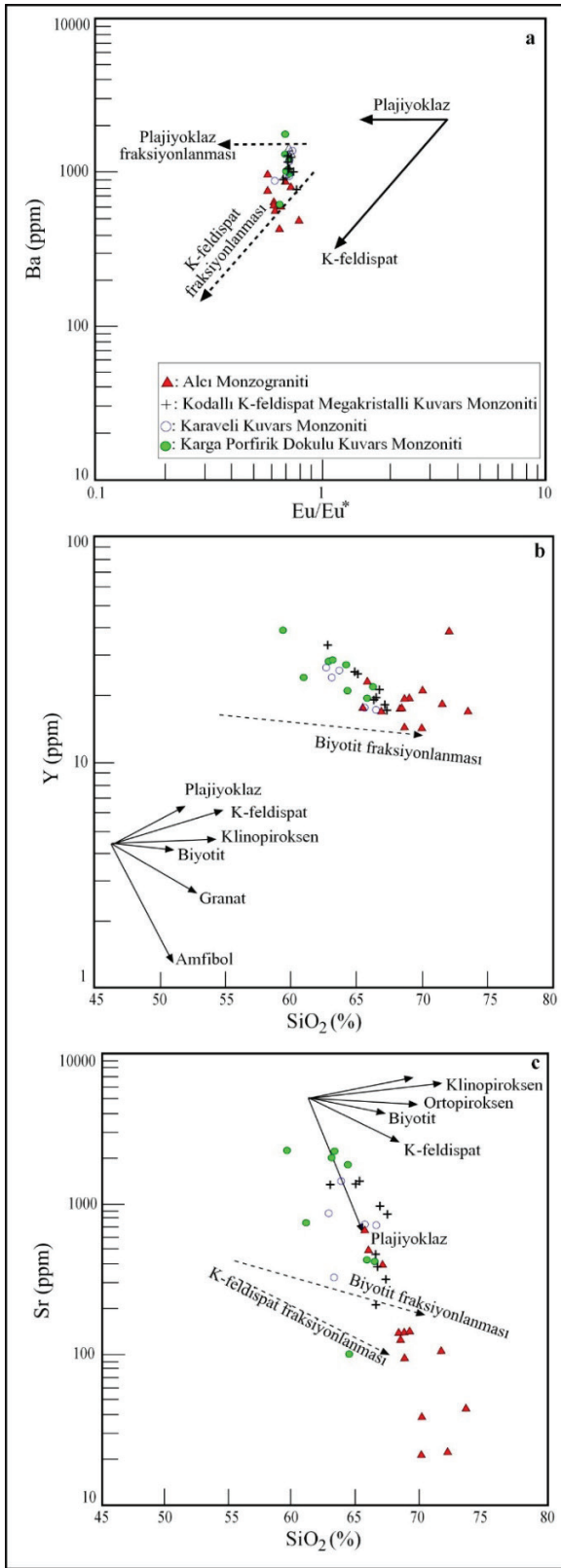
Anders ve Grevesse (1989)'e göre hesaplanan Eu/Eu^* değerleri ile oluşturulan Ba – Eu/Eu^* diyagramında (Şekil 23a, Whalen vd., 1996), K-feldispat fraksiyonlanması; Y – SiO_2 diyagramında biyotit fraksiyonlanması (Şekil 23b, Rollinson, 1993), Sr – SiO_2 diyagramında ise, plajiyoklaz fraksiyonlanması görülmektedir (Şekil 23c, Rollinson, 1993). Her üç diyagramda da ok yönleri, mineral fazlarının kristallenmesindeki Rayleigh fraksiyonlanmasını göstermektedir.

Eser element ve nadir toprak elementlerin (NTE), kayaç/KONDRİT normalize edilmiş dağılım diyagramında Ba, Nb, Ta, P, Ti elementlerinde bir azalma; Th, La, Ce, ve Nd elementlerinde de bir artış söz konusudur (Şekil 24a). Aynı şekilde nadir toprak elementlerin (NTE), Kayaç/KONDRİT normalize edilmiş dağılım diyagramında ise, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu elementlerinde azalma ve La, Ce, Pr, Nd elementlerinde artış gözlenmektedir (Şekil 24b).

Kompozit Yozgat Batoliti'nin genel kayaç türlerine bakıldığında; batolitin merkez kısımlarında kümülat gabro – diyorit (Ekici, 1997; Tiryaki, 2012), bir dış zonda monzodiyorit/monzogabro – kuvars monzodiyorit, kuvars monzonit, monzogranit (Tatar, 1997) ve en dış zonunda da siyenit, monzogranit, kuvars monzonit (Aydoğdu, 2010; Gençalioglu, 2011; Tüvar, 2015) türü kayaçlar konumlanmıştır. Yozgat batoliti'ndeki bu zonlanma Tatar ve Boztuğ (1998a ve 2001) tarafından "Ters zonlanma" olarak tanımlanmıştır. Bu çalışma ile incelenen bölge, YB'nin en doğu ucunda yer almakta olup; kuvars monzonit ve monzogranit türü kayaçlardan ibaret olup, ters zonlanma gösteren YB'nin en dış zonunu temsil etmektedir.



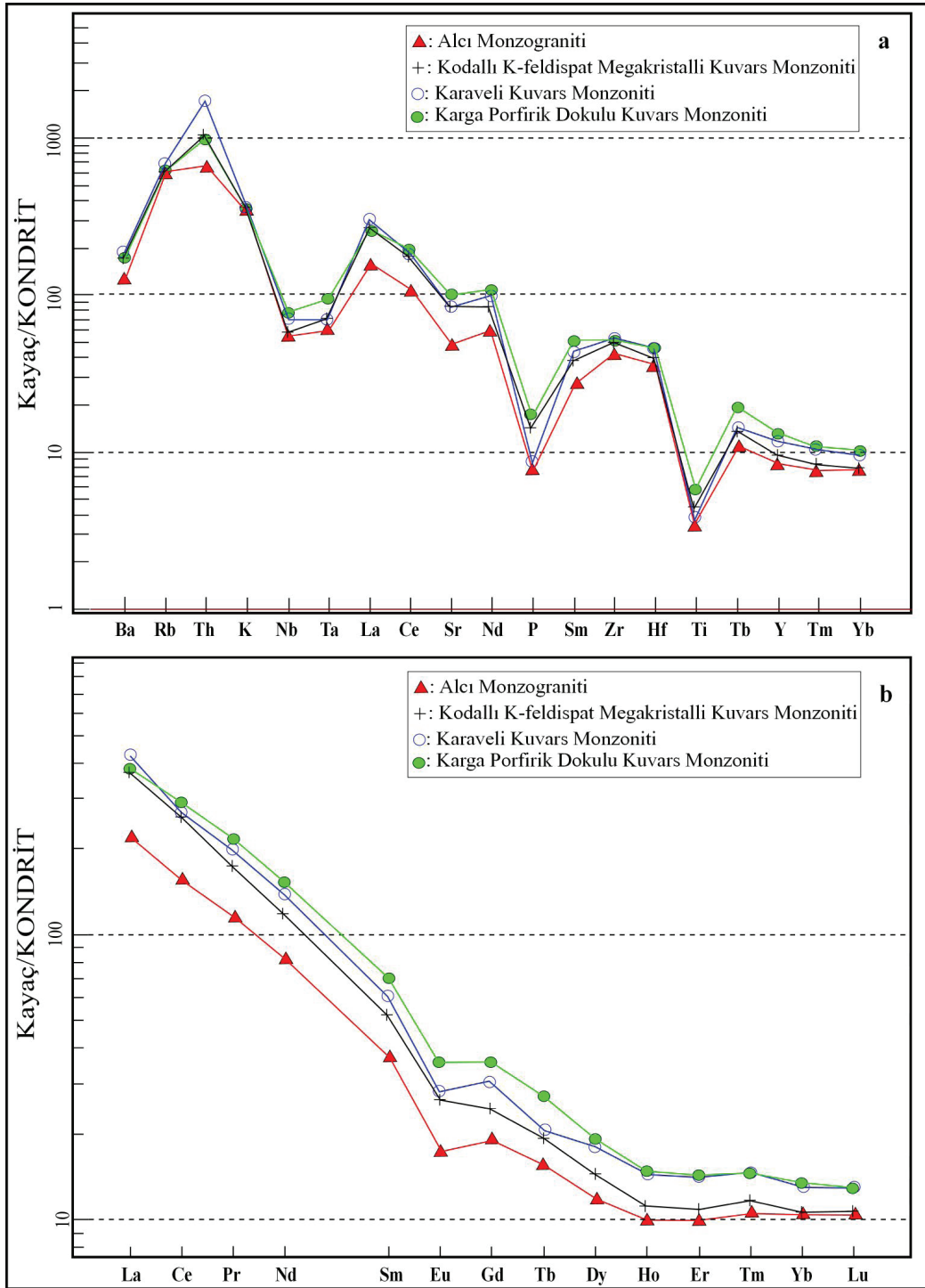
Şekil 22. Yozgat Batoliti'ne ait birimlerin bazı eser elementlerin SiO_2 'ye olan değişim diyagramlarındaki konumu.
 Figure 22. The position of the units belonging to Yozgat Batholith in the variation diagrams of some trace elements to SiO_2 .



Şekil 23. Yozgat Batoliti'ne ait birimlerin mineral fraksiyonlanmasını gösteren diyagramlar. **a)** Anders ve Grevesse (1989)'e göre hesaplanan Eu/Eu^* değerleri ile oluşturulan Ba - Eu/Eu^* diyagramındaki K-feldispat fraksiyonlanması (Whalen vd., 1996); **b)** Y - SiO_2 diyagramındaki biyotit fraksiyonlanması (Rollinson, 1993); **c)** Sr - SiO_2 diyagramındaki plajiyoklaz fraksiyonlanması (Rollinson, 1993). Her üç diyagramda da ok yönleri, mineral fazlarının kristallenmesindeki Rayleigh fraksiyonu görülmektedir.

Figure 23. Diagrams showing the mineral fractionation of the units belonging to Yozgat Batholith. **a)** K-feldspar fractionation in the Ba - Eu/Eu^* diagram (Whalen et al., 1996), based on Eu/Eu^* values calculated according to Anders and Grevesse (1989); **b)** Biotite fractionation in the Y - SiO_2 diagram (Rollinson, 1993); **c)** Plagioclase fractionation in the Sr - SiO_2 diagram (Rollinson, 1993). In all three diagrams, the arrow directions indicate the Rayleigh fractionation in the crystallisation of the mineral phases.

Çalışma alanında tanımlanan benzer bileşime sahip dört farklı plütonik birimin oluşumuna, magma karışımları ve kabuksal kirlenmenin birlikte etken olduğu, kısmen tüketilmiş bir magma kaynaklık etmekte olup, normalize element değerlerindeki değişimler şu şekilde açıklanabilir: Azalma gösteren elementlerden, Ba elementi, K ile birlikte davranır ve yüksek sıcaklık feldispatları, biyotit ve hornblendler tarafından tüketildiği için çalışma alanındaki birimlerde bir miktar azalması normaldir (Rollinson, 1993; Boztuğ, 2001). Nb, Ta, P, Ti elementleri, kalıcılığı yüksek elementler (KYE) olduğundan, kayaç oluşturucu ana minerallerce değil de tali minerallerce tüketilir; çalışma alanındaki birimler tali minerallerce fakirdir. Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu elementleri ağır nadir toprak elementler (ANTE) olduğundan, Eu elementinden başlayarak son katılma ürünleri olan plütonik fazlarda azalması (Eu, Sr ve Ca ile birlikte kristal yapıya girdiğinden) ilk oluşan fazlardaki kalsik plajiyoklazlarca tüketilmiş olmasındandır.



Şekil 24. Yozgat batoliti'ne ait birimlerin a) kayaç/KONDRİT'e göre normalize edilmiş eser ve REE elementlerin desenleri, b) REE'lerden hazırlanan kayaç/KONDRİT normalize edilmiş REE elementlerin desenleri.

Figure 24. Trace and REE element patterns of the units belonging to Yozgat batholith; a) normalised to rock/CONDRIITE, b) Patterns of normalised REE elements in rock/CONDRIITE prepared from REE.

Ayrıca, Anders ve Greves, 1989'a göre normalize edilmiş Eu^* değeri, 0,57 – 0,79 olduğundan yani 1,0'dan küçük olduğundan negatif anomali sunar (Rollinson ve Pease, 2021), bu da manto fraksiyonlanmasına işaret eder ve bu veri, çalışma alanındaki birimlerin YB'nin son evre üyeleri olduğunu destekler. Ancak, bileşimsel olarak bir birine çok benzeyen bu birimlerin oluşumunda, katılaşmanın bir aşamasında etken olan magma karışması ve kabuksal kirlenme nedeniyle bu desen görülmemektedir. Kayaç/KONDRİT diyagramlarında, artış gösteren elementlerden allanit minerali bünyesine giren Th elementi, birimlerdeki allanit minerallerinin bolluğu ile açıklanabilir. Ce, Nd, La, Pr elementleri ise, hafif nadir toprak elementler (HNTE) karakterli olduğundan ilk katılaşan birimlerdeki tali minerallerce tüketilmiş ve son katılaşma ürünlerinde gittikçe azalmıştır.

Jeokronoloji

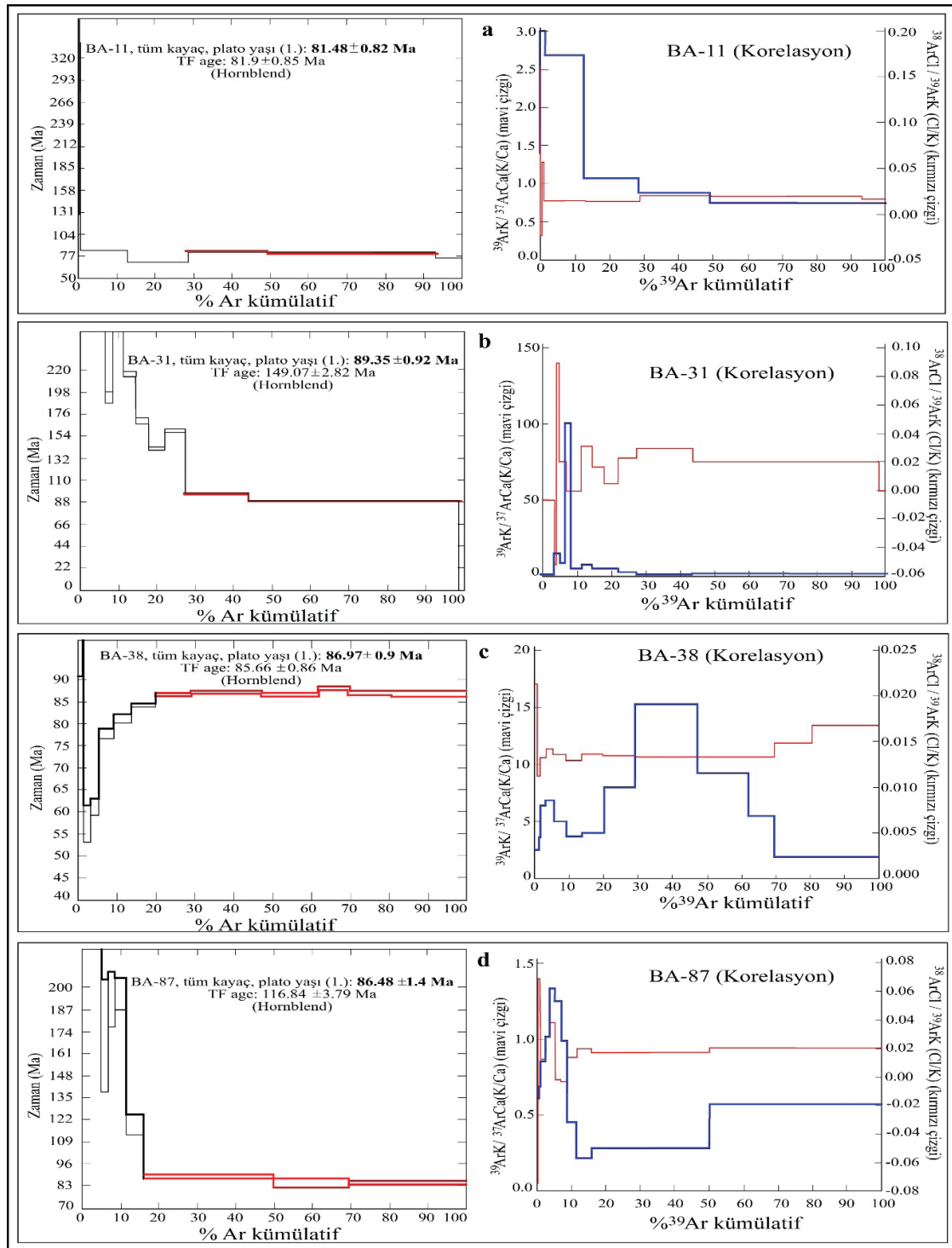
Yozgat Batoiti (YB)'nin doğu kenarını temsil eden Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti, Karaveli Kuvars Monzoniti, Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti ve Alcı Monzograniti birimlerinden tüm fazları ve çalışma alanını temsil etmesi amacıyla alınan 8 adet örnekten hornblend ve biyotit mineralleri ayrılarak $^{40}Ar - ^{39}Ar$ yaş analizi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Yozgat Batoliti'ne ait plütonik birimlerin Ar-Ar yaş analizi verileri.

Table 3. Ar-Ar age analysis data of plutonic units belonging to Yozgat Batholith.

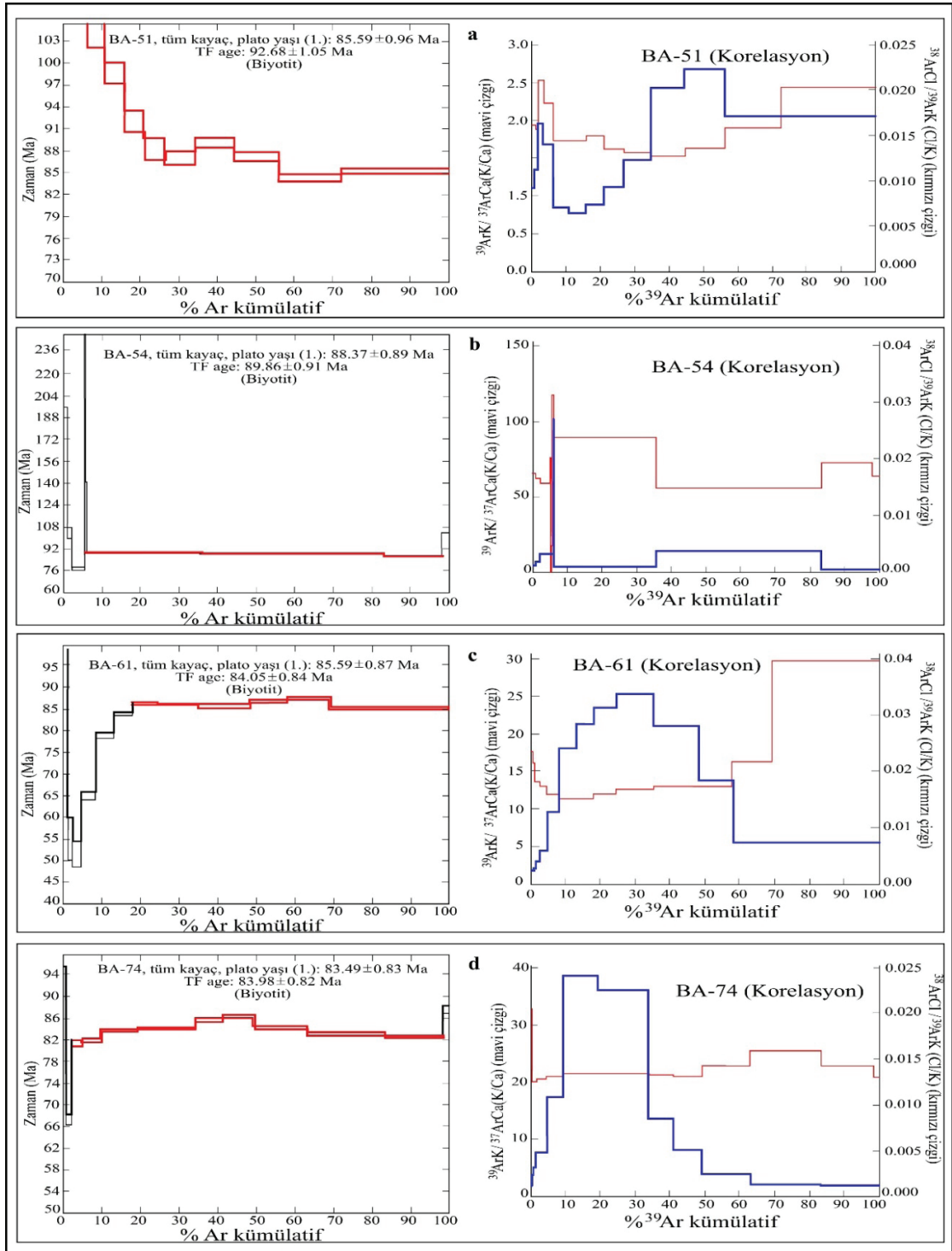
Örnek No	Birim	Ar-Ar Yaşı		
		Plato Yaşı	İzokron Yaşı	TF Yaşı
BA-11	Kodallı K-Feld. Megakris. Kuvars Monzoniti (Hornblend)	81,48±0,82 My	80,37±1,72 My	81,9 ± ,85 My
	Kodallı K-Feld. Megakris. Kuvars Monzoniti (Biyotit)	85,59±0,96 My	86,09±1,4 My	92,68 ± 1,05 My
BA-31	Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti (Hornblend)	89,35±0,92 My	-	149,07 ± 2,82 My
BA-38	Karaveli Kuvars Monzoniti (Hornblend)	86,97±0,9 My	88,19±1,32 My	85,66 ± ,86 My
BA-54	Alcı Monzograniti (Biyotit)	88,37±0,89 My	88,58±1,82 My	89,86 ± ,91 My
BA-61	Alcı Monzograniti (Biyotit)	85,59±0,87 My	86,55±1,39 My	84,05 ± ,84 My
BA-74	Alcı Monzograniti (Biyotit)	83,49±0,83 My	84,11±1 My	83,98 ± ,82 My
BA-87	Alcı Monzograniti (Hornblend)	86±1,4 My	78,2±2,23 My	116,84 ± 3,79 My

Bu yaşlandırma çalışmasında plato yaşları olarak, YB'nin doğu kenarına ait birimlerden elde edilen hornblendlerden **81,48 ± 0,82 My** – **89,35 ± 0,92 My** arası $^{40}Ar - ^{39}Ar$ plato yaşları hesaplanmış (Şekil 25), yine aynı birimlerden elde edilen biyotit minerallerinden ise, **83,49 ± 0,83 My** – **88,37 ± 0,89 My** $^{40}Ar - ^{39}Ar$ plato yaşları (Şekil 26) elde edilmiştir (Çizelge 3). Bu dört plütonik fazın katılaşma aralığı göreceli olarak bir birine çok yakın olduğundan, YB'nin doğu kenarının $^{40}Ar - ^{39}Ar$ plato yaşları, **Koniasiyen – Kampaniyen** olarak kabul edilebilir.



Şekil 25. Yozgat Batoliti'ne ait birimlere ait örneklerdeki hornblend minerallerinden elde edilen $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ jeokronolojik yaşlar.

Figure 25. $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ geochronological ages calculated from hornblende minerals in samples belonging to the units of Yozgat Batholith.



Şekil 26. Yozgat Batoliti'ne ait birimlere ait örneklerdeki biyotit minerallerinden elde edilen $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ jeokronolojik yaşlar.

Figure 26. $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ geochronological ages calculated from biotite minerals in samples belonging to the units of Yozgat Batholith.

Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti'ne ait BA-11 nolu örnekten elde edilen $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ hornblend plato yaşı: $81,48 \pm 0,82 \text{ My}$ (Şekil 25) ve aynı birimdeki BA-51 nolu örnekten elde edilen biyotitten elde edilen $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ plato yaşı: $85,59 \pm 0,96 \text{ My}$ (Şekil 26) olması, biyotit oluşumundan sonra magmaya karışan, daha yüksek sıcaklığa sahip mafik magmanın ortam ısını yükseltmesi ve hornblend oluşumunun yeniden başlaması ile açıklanabilir. Birimlerin oluşumu sırasında belli aşamalarda magma karışımlarının meydana geldiği jeokimya bölümünde (Şekil 24) de izlenebilmektedir.

YB'nde yürütülen bazı çalışmalarda elde edilen yaş verileri ise şu şekilde özetlenebilir. YB'nin orta-doğu kesimlerinde yüzlek veren granitlerden elde edilen $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ hornblend yaşları: $71,6 \pm 0,3 \text{ My} - 71,7 \pm 0,2 \text{ My} - 72,4 \pm 0,2 \text{ My} - 81,2 \pm 0,5 \text{ My}$; K-feldispat minerallerinden elde edilen $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ yaşları ise: $81,3 \pm 0,2 \text{ My} - 71,1 \pm 0,2 \text{ My} - 71,6 \pm 0,2 \text{ My} - 82,4 \pm 0,3 \text{ My}$ 'dir (Işık vd., 2008).

Boztuğ vd., (2009) tarafından, YB kuzey kesimlerinde yüzlek veren lökogranitlerde yürütülen çalışmada, $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ biyotit yaşı: $79,8 \pm 0,2 \text{ My} - 79,9 \pm 0,2 \text{ My}$ olarak belirlenmiştir.

YB'nin batısında, Behrekdağ Batoliti'ne ait (Keskin, Kırıkkale GB'sı) lökogranitlerden ayrılan biyotit mineralinden edilen K-Ar yaşı ise, $69,1 \pm 1,42 \text{ My} - 71,5 \pm 1,45 \text{ My}$ olarak belirlenmiştir (Tatar vd. (2003). Bu yaş verileri, bu çalışmada elde edilen verilerle uyumludur.

PETROJENEZ ve JEODİNAMİK EVRİM

Bu çalışma ile incelenen birimler, OAKK'nin plütonik kayaç topluluğu olan OAG olarak tanımlanan (Göncüoğlu vd., 1991; Erler ve Bayhan, 1995,1996) topluluğun önemli bir üyesi olan ve birliğin orta kesimlerinde (Yozgat civarı) yer alan YB'nin (Ketin, 1955; Dalkılıç ve Erler, 1986; Erler ve Göncüoğlu,1995, ve1996) doğu kenarını temsil etmektedir.

Yozgat Batoliti Doğu Kenarı Plütonik Kayaçlarının Petrojenezi

İnceleme alanında yüzlek veren plütonik kayaçlar, kaya türü ve dokusal özellikleri bakımından Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti, Karaveli Kuvars Monzoniti, Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti ve Alcı Monzograniti olmak üzere, dört farklı birime ayrılmıştır. Ayırılan tüm plütonik fazlar, genel olarak lökokratik – mezokratik kayaç topluluğudur.

Bu kayaç topluluğunu oluşturan kompozit magma; subalkalin, Alkali-kalsik/ kalk-alkalin özellikte, ağırlıklı olarak I-tipi (Clarke, 1992, ve I ve S-tipi (Whalen vd., 1987) granitoidler karakterinde olup, metalümino bileşim (Clarke, 1992; Frost vd 2001; Manier ve Piccoli 1989) sunmaktadır.

I ve S tipi magma kaynaklarına bakıldığında: Temel prensip olarak ana element jeokimyası verilerinden molar $\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO})$ oranı ile mafik mineral topluluğuna dayandırılan sınıflamalarda; S-tipi granitoidlerin mafik mineral toplulukları peralümino karakterli biyotit, muskovit, kordiyerit, andaluzit ve granat; I-tipi granitoidlerin ise, metalümino karakterli piroksen, hornblend ve biyotit türü minerallerden oluştuğu ileri sürülmektedir (White ve Chappel, 1977; Collins vd., 1982; Pitcher, 1982; Clemens vd., 1986; Chappel ve Stephens, 1988; White ve Chappel, 1988; Craeser vd., 1991; Clarke, 1992; Pitcher, 1993; Chappel, 1996). I-tipi granitoidler; yaklaşan levha sınırları ile ilişkili olarak, kısmi ergimeye uğrayan magmatik kayaç kökenine işaret eder. S-tipi granitoidler ise; yine çarpışma alanlarında sedimanter köken kayaca işaret eder. Birimleri oluşturan magma kaynağı, Jahn vd. (1999) tarafından oluşturulan Nb/La – La/Y diyagramında ise, “ortalama alt kabuk” – “litosferik manto” bileşimi verir. Kısmi ergimeye uğrayan kıtasal levha, Anatolid Levhası'dır.

Rb – (Y+Nb) ve Nb – Y jeotektonik ortam diyagramlarında (Pearce vd., 1984), YB'ne ait dört litodemin de “Levha İçi Granitoidler” (WPG) olduğu görülmektedir. Batchelor ve Bowden (1985) tarafından önerilen R1 (4Si-11(Na+K)-2(Fe+Ti) – R2 (6Ca+2Mg+Al) değerleri ile oluşturulan diyagramda ise, bu birimler çarpışma ve çarpışma sonrası süreçte Oluşmuştur. Burada sözü edilen çarpışma, Neotetisin Kuzey Kolu'nun Maastrichtiyen öncesi kapanması ve Anatolid Levhası ile Pontid Levhasının çarpışmasıdır.

Ana element oksitlerin SiO₂'ye göre olan değişim diyagramlarında ve eser element SiO₂ değişim diyagramlarında, Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti, Karaveli Kuvars Monzoniti, Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti ve Alcı Monzograniti birimlerinin fraksiyonel kristalleşme desenleri gözlenmektedir. Ayrıca, Anders ve Grevesse (1989)'e göre hesaplanan Eu/Eu* değerleri ile oluşturulan Ba–Eu/Eu* diyagramında (Whalen vd., 1996), K-feldispat fraksiyonlanması; Y – SiO₂ diyagramında biyotit fraksiyonlanması (Rollinson, 1993), Sr – SiO₂ diyagramında ise, plajiyoklaz fraksiyonlanması görülmektedir (Rollinson, 1993).

Eser element ve nadir toprak elementlerin (NTE), kayaç/KONDRİT normalize edilmiş dağılım diyagramlarındaki normalize element oranlarındaki değişim, fraksiyonel kristalleşme, kabuksal kirlenme ve magma karışımlarını göstermektedir.

Çalışma alanında tanımlanan benzer bileşime sahip dört farklı plütonik birimin oluşumunda, magma karışımları ve kabuksal kirlenmenin birlikte etken olduğu, Anders ve Grevesse (1989)'a göre normalize edilmiş Eu* değeri, 0,57 – 0,79 olduğundan (1,0'den küçük olduğundan negatif anomali sunar (Rollinson ve Pease, 2021) ve magma o fraksiyonlanmasına işaret eder), YB'nin son evre üyeleri olduğunu destekler.

Kompozit Yozgat Batoliti'nin genel kayaç türlerine bakıldığında; merkezde melanokratik

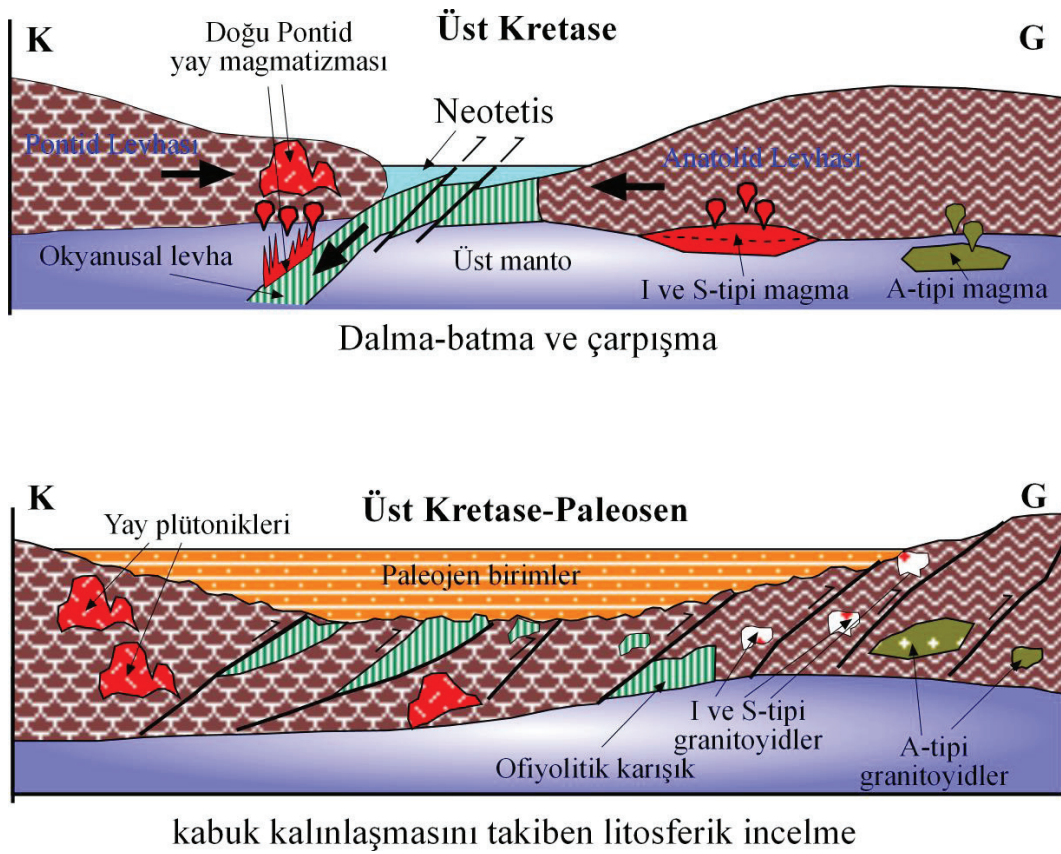
kayaçların yer aldığı, dış zonlara doğru ise, mezokratik ve lökokratik kayaçların konumlandığı görülebilmektedir. Bu zonlanma Tatar ve Boztuğ (1998a ve 2001) tarafından “Ters zonlanma” olarak tanımlanmıştır. Bu çalışma ile incelenen bölge, YB'nin en doğu ucunda yer almakta olup; kuvars monzonit ve monzogranit türü kayaçlardan ibaret olup, ters zonlanma gösteren YB'nin en dış zonunu temsil etmektedir.

Bölgenin jeodinamik evrimi

Maastrichtiyen öncesi dönemde, Pontid Levhası (PL)'nin altına ve kuzeye doğru dalan, Neotetis Okyanusunun Kuzey Kolunun kapanması sonucu, PL ile Torid–Anatolid Levhası (TAL) çarpışmış ve sıkışma rejimi hakim olmuştur (Şekil 27, Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz vd., 1995; Boztuğ vd., 2009).

Bir çok araştırmacıya göre; Orta Anadolu kesimlerinde, çarpışma sonrası şekillenen havzaların olduğu ve bölge içerisinde çarpışma ile ilişkili birçok magmatik serinin varlığı ileri sürülmüştür (Göncüoğlu, 1986; Göncüoğlu vd., 1991; Göncüoğlu vd., 1993; Göncüoğlu ve Türel, 1993,1994; Eler ve Göncüoğlu, 1995, 1996; Eler vd., 1991; Akıman ve Boztuğ, 1993; Boztuğ, 1994/1995, 2000; Geven, 1992; Güleç, 1993; Tolluoğlu, 1993; Türel vd., 1993; Özkan ve Erkan, 1994; Ekici, 1997; 2001; Tatar, 1997; Tatar ve Boztuğ, 1997; Kadioğlu, 1996; Otlu, 1998; Otlu ve Boztuğ, 1998; Bozkurt ve Mittweide, 2001; Tatar ve Boztuğ, 2001; Önal vd., 2005; Boztuğ ve Arehart, 2007; Boztuğ ve Harlavan, 2008; Boztuğ vd., 2009).

OAG, genel olarak, kalkalkalen (I/H-tipi) ve alkalin (A-tipi) bileşim sergiler (Göncüoğlu vd., 1991; Aydın vd., 1998; Otlu ve Boztuğ, 1997, Otlu, 1998; Köksal vd., 2001; İlbeyli vd., 2004; Köksal vd., 2004; Kadioğlu vd., 2006; Köksal ve Göncüoğlu, 2008; Boztuğ ve Harlavan, 2008; Orhan ve Demirbilek, 2018; Divilioğlu, 2022).



Şekil 27. Bölgenin jeodinamik modeli (Boztuğ, 1998'den yararlanılmıştır).

Figure 27. Geodynamic model of the region (based on Boztuğ, 1998).

Farklı kökeni yansıtan OAG'lerinin oluşumu, sıcak astenosferin neden olduğu litosferik delaminasyon/levha kırılma mekanizması ve kıta kabuğunun ergimesi modeliyle açıklanmıştır (İlbeyli vd., 2004; Köksal vd., 2004; Kadioğlu vd., 2006; Boztuğ vd., 2007; Boztuğ ve Harlavan, 2008; Köksal ve Göncüoğlu, 2008).

YB'nin doğu kenarını temsil eden çalışma alanındaki I-tipi (yer yer S-tipi) plütonik birimler, PL ile çarpışan ve suture zonu oluşturan, kabuk kalınlaşması ve devamında gerilme rejimine bağlı litosferik incelmeye uğrayan, Anatolidlerin pasif kenarında yükselmiş bulunan manto malzemesinin adiyabatik dekompresyon mekanizması ile kısmi ergimeye uğraması sonucu meydana gelmiş olabilir (Boztuğ, 1998). Bu ergime modeli, Yığın/

Denge Ergimesi (Batch/Equilibrium Melting) olup, I ve S tipi magma oluşturduğu söylenebilir. Felsik magma ile karışan mafik magma getirimi ise, üst manto kaynağından, fraksiyonel ergime (Fractional/Rayleigh Melting) ile oluşmuş olabilir. Hornblend ve biyotit minerallerinden elde edilen, $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ plato yaşları dikkate alındığında, birimlerin Koniasiyen – Kampaniyen zamanından sonra bölgeye yerleştiği söylenebilir.

Şekil 27'de işaret edilen A-tip magma kaynağı ise; Üst mantonun fraksiyonel ergimesi (Fractional/Rayleigh Melting) ürünü olup, çarpışma sonrası OAG olarak tanımlanan birlik içindeki, Boztuğ (1998) tarafından tanımlanan, Dumluca, Murmana, Karakeban, Kösedag (Sivas); Hasançelebi (Malatya); Karaçayır, Davulalan

(Sivas); Egrialan, Baranadag, Hamit, Çamsarı, Durmuşlu ve Bayındır (Kırşehir) birimlerini oluşturmuştur.

TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Çalışma alanın 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası hazırlanmış olup, çalışmanın temel konusunu oluşturan plütonik kayalar, saha gözlemleri ile birlikte, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri bakımından dört farklı litodeme ayrılarak adlanmış ve tanımlanmıştır. Bu plütonik birimler, Karga Porfirik Dokulu Kuvars Monzoniti, ilk katılma litodem olup, porfirik dokulu, grimsi, bej renklidir. Karaveli Kuvars Monzoniti, makrokristalin tanesal dokulu, grimsi, bej renklidir. Kodallı K-feldispat Megakristalli Kuvars Monzoniti, grimsi – pembe renkli, megakristallerin varlığıyla belirginleşen porfirik dokulu olup “mikrogranüler dokulu mafik magmatik anklav (MME) içerir. Alcı Monzograniti, son katılma ürünü olup, grimsi, bej renkli ve yer yer K-feldispat megakristalli porfirik dokulu, makrokristalin kayalardır.

YB doğu kenarına ait plütonik birimler; subalkalin, Alkali-kalsik ve kalk-alkalin, metalümino bileşimlidir. I-tipi ve bazı örneklerde I ve S tipidir. Yaklaşan levha kenarı ile ilişkili olarak, kısmi ergimeye uğrayan magmatik ve sedimanter alt kıtasal kabuk malzemesinden ve ortalama alt kabuk – litosferik manto malzemesinden türemiş, Levha İçi Granitoidler (WPG) olarak Torid – Anatolid Levhası (TAL)’nın pasif kenarında çarpışma ve çarpışma sonrası süreçte bölgeye yerleşmiştir.

Fraksiyonel kristalleşme ile birlikte eş yaşlı felsik ve mafik magmaların homojen karışımı (magma mixing) ve heterojen karışımının (magma mingling) birlikte etkili olduğu söylenebilir.

YB’nin doğu kenarına ait birimlerden ayrılan hornblendlerden $81,48 \pm 0,82 \text{ My} - 89,35 \pm 0,92 \text{ My}$ arası $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ plato yaşları elde edilmiş,

yine aynı birimlerdeki biyotit minerallerinden ise, $83,49 \pm 0,83 \text{ My} - 88,37 \pm 0,89 \text{ My}$ $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ plato yaşları elde edilmiştir. Bu dört plütonik fazın plato yaşları göreceli olarak bir birine çok yakın olduğundan, YB’nin doğu kenarının $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ plato yaşları, **Koniasiyen – Kampaniyen** olarak kabul edilebilir.

Kompozit Yozgat Batoliti’nin genel kayaç türlerine bakıldığında; merkezde daha yaşlı melanokratik kayaçların yer aldığı, dış zonlara doğru ise, daha genç mezokratik ve lökokratik kayaçların konumlandığı görülebilmektedir. Bu zonlanma Tatar ve Boztuğ (1998a ve b) tarafından “Ters zonlanma” olarak tanımlanmıştır. Bu çalışma ile incelenen bölge, YB’nin en doğu ucunda yer almakta olup; kuvars monzonit ve monzogranit türü kayalardan ibaret olup, ters zonlanma gösteren YB’nin en dış zonunu temsil etmektedir. Ters zonlanmayı oluşturan süreçler; soğuk yan kayalardan içeri doğru gelişen fraksiyonel kristalleşme, termogravitasyonal difüzyon, gravitasyonal çökme ile kristal birikimi ve asimilasyon veya kirlenme olarak ifade edilmiştir (Nabelek vd., 1986).

Farklı kökeni yansıtan OAG’nin oluşumu, sıcak astenosferin neden olduğu litosferik delaminasyon/levha kırılma mekanizması ve kıta kabuğunun ergimesi modeliyle açıklanmıştır (İlbeyli vd., 2004; Köksal vd., 2004; Kadioğlu vd., 2006; Boztuğ vd., 2007; Boztuğ ve Harlavan, 2008; Köksal ve Göncüoğlu, 2008).

YB’nin doğu kenarını temsil eden çalışma alanındaki I-tipi (yer yer S-tipi) plütonik birimler, PL ile çarpışan ve suture zonu oluşturan, kabuk kalınlaşması ve devamında gerilme rejiminine bağlı litosferik incelmeye uğrayan, Anatolidlerin pasif kenarında yükselmiş bulunan manto malzemesinin adiyabatik dekompresyon mekanizması ile kısmi ergimeye uğraması sonucu meydana gelmiş olabilir (Boztuğ, 1998). Bu ergime modeli, Yığın/Denge Ergimesi (Batch/Equilibrium Melting) olup, I ve S tipi magma oluşturduğu söylenebilir.

Felsik magma ile karışan mafik magma getirimi ise, üst manto kaynağından, fraksiyonel ergime (Fractional/Rayleigh Melting) ile oluşmuş olabilir. Hornblend ve biyotit minerallerinden elde edilen, $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ plato yaşları dikkate alındığında, birimlerin Koniasiyen – Kampaniyen zamanından sonra bölgeye yerleştiği söylenebilir.

YB'nin bileşimi, yapısal – dokusal özellikleri, katılma modeli (özellikle batolitin ters zonlanması) yaşı ve jeodinamik koşullarının daha iyi anlaşılabilmesi için, daha önce yapılmış haritalama çalışmaları ve beraberindeki veriler birleştirilerek (eksik haritalama alanları tamamlanarak) batolitin geneli hakkında özel bir çalışma yapılması önerilir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, Jeoloji Yük.Müh. Başak Aydoğdu'nun "Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (CÜBAP)" tarafından "Yüksek Lisans Tez Projesi" olarak desteklenen, yürütücüsü olduğum M-361 nolu projesi kapsamında yapılmış olup, bu çalışmadan üretilmiştir.

EXTENDED SUMMARY

The tectonic unit consisting of igneous and metamorphic rock assemblage, defined as the Central Anatolian Crystalline Complex (CACC, Göncüoğlu et al., 1991) or the Kırşehir Block (NW, Görür et al., 1984; Poisson, 1986) beginning from the E of Ankara, is bounded by the Ecemiş Fault in the SE and the Izmir-Ankara-Erzincan Suture Zone in the N (Figure 1). The plutonic rock assemblage within the Central Anatolian Crystalline Complex (Göncüoğlu et al., 1991) is defined as the "Central Anatolian Granitoids (CAG)" (Erler and Bayhan, 1995, 1996). The plutonic rock assemblage located in the central parts of the unit (around Yozgat), which is an important member of CAG, is named Yozgat Batholith (YB, Ketin, 1955; Dalkılıç and

Erler, 1986; Erler and Göncüoğlu, 1995, 1996). Yozgat Batholith (YB) is exposed over an area of approximately 2000 km² between the Yerköy – Sorgun – Şefaattli districts (Yozgat) (Figure 1).

The study area is located on the eastern edge of the YB and includes an area of approximately 300 km² on 1:25.000 scale of Yozgat I34-a3, Yozgat I34-a4, Yozgat I34-d1, and Yozgat I34-d2 map sheets (Figure 1).

In the study area, the basement of the Palaeozoic-aged Kırşehir Block Metasedimentaries is represented by the Kalkanlıdağ Metamorphite and Bozçaldağ Formation. YB cuts these metasedimentaries with a hot contact. The members of Yozgat Batholith in the study area are Karga Quartz Monzonite Porphyry, Karaveli Quartz Monzonite, Kodallı K-feldspar Megacrystalline Quartz Monzonite and Alcı Monzogranite. The Yozgat Batholith is overlain by the Upper Cretaceous-aged Artova Ophiolitic Mixture with a tectonic contact. Upper Cretaceous – Palaeocene-aged Kötüdağ Volcanite overlies these units. The sedimentary cover rocks in the study area are the Lower-Middle Eocene-aged Baraklı Formation; Upper Miocene – Pliocene-aged Kızılırmak Formation and Quaternary-aged Alluvium.

The outcropping members of Yozgat Batholith in the study area were divided into four separate units by considering their location in the field, rock characteristics, geological occurrence, structural – textural features, and mineralogical – petrographic – geochemical characters (Figures 2, 3, 8 and 9). These units are named Karga Porphyritic Textured Quartz Monzonite, Karaveli Quartz Monzonite, Kodallı K-feldspar Megacrystalline Quartz Monzonite, and Alcı Monzogranite.

Karga Porphyritic Textured Quartz Monzonite is greyish colored, phenocrystalline, and presents a distinct porphyritic texture. The dominant rock type is quartz monzonite; but also includes quartz

syenite and monzogranite (Figures 8 and 9). The minerals paragenesis in the unit are quartz, plagioclase, orthoclase, hornblende, hastingsite, titanite, xenotime, allanite, apatite, zircon, and opaque minerals.

Antirapakivi texture, poikilitic texture, and some microstructures such as zoned plagioclase, perthitic orthoclase, graphic texture, and zoned texture are observed together with some microstructures such as poikilitic texture and zoned plagioclase, indicating a homogeneous mixture of coeval mafic and felsic magmas. Argillic and sericitization type alterations have also developed within the Karga Porphyritic Textured Quartz Monzonite, which is generally holocrystalline hypidiomorphic porphyritic textured.

Karaveli Quartz Monzonite is light grey in color; granular in texture, and relatively porphyritic in texture with the presence of large orthoclase minerals in microscopic examination. The dominant rock type is quartz monzonite in general; monzonite, quartz syenite, and monzogranite (Figures 8, 9).

The minerals detected in the monzonitic rocks are quartz, plagioclase, plagioclase, orthoclase, egirinaugite, hornblende, hastingsite, biotite, titanite, xenotime, allanite, apatite, zircon, and opaque minerals.

Microstructures such as anti-rapakivi texture, zoned plagioclase, poikilitic orthoclase, and perthitic orthoclase, which indicate homogeneous mixing of simultaneously mafic and felsic magmas (magma mixing), are developed in the unit; epidotization, argillic and sericitization type alterations are also commonly observed. Karaveli Quartz Monzonite has a holocrystalline hypidiomorphic porphyritic texture.

Kodallı K-feldspar mega crystalline quartz monzonite is macroscopically grey-pink colored and porphyritic textured with widespread K-feldspar megacrysts. Although the dominant rock type is

quartz monzonite; monzonite, monzogranite, and quartz syenite type compositions were also found (Figures 8 and 9).

The minerals identified in Kodallı K-feldspar Megacrystalline Quartz Monzonite are quartz, plagioclase, orthoclase, hornblende, hastingsite, biotite, muscovite, epidote (secondary), titanite, xenotime, allanite, apatite, and zircon. Homogeneous mixing of simultaneously mafic and felsic magmas (magma mixing) microstructures, anti-rapakivi texture, needle-like apatite development, poikilitic texture, small plagioclase crystal formation within large plagioclase crystals, graphic texture, and zoned plagioclase forms were also developed. However, the presence of K-feldspar mega crystals and MME occurrences of different sizes in Kodallı K-feldspar Mega crystalline Quartz Monzonite indicate that the lithodeme was formed from a magma that was the product of heterogeneous mixing of simultaneously mafic and felsic magmas (magma migration).

When these two textural features are evaluated together; it can be said that co-aged mafic and felsic magmas formed a hybrid magma by homogeneous mixing in some parts and heterogeneous mixing in other parts, that is, magma mixing and magma mingling processes occurred simultaneously. The common degradations observed in the unit are argillic, sericitization, and obsidian, and a holocrystalline hypidiomorphic porphyritic texture has developed.

The Alcı Monzogranite, grey - pink colored unit is phenocrystalline in places and the general rock texture is fine-grained. The unit is generally monzogranite, syenogranite, and in some samples, quartz monzonite, quartz syenite, and granodiorite (Figures 8 and 9). The minerals paragenesis in the rocks of the unit are quartz, plagioclase, orthoclase, hornblende, hastingsite, biotite, epidote, titanite, xenotime, allanite, sericite apatite, zircon, and opaque minerals. In general, this phase with holocrystalline hypidiomorphic grained texture

shows a holocrystalline hypidiomorph porphyritic texture, to a lesser extent. Microstructures developed in the unit are anti-rapakivi texture, poikilitic texture, perthitic orthoclase, and zoned texture; argillic and sericite type alterations have also developed.

Aplite dykes with a thickness of about 10 – 20 cm, which cut the Kodallı K-feldspar Megacrystalline Quartz Monzonite belonging to the Yozgat Batholith, which is exposed in the region, were observed. These dykes are fine-grained, pink granite with a granular texture.

The minerals identified in the aplite dykes are fine to medium-grained quartz, plagioclase, orthoclase, hornblende, titanite, xenotime, allanite, apatite, zircon, and opaque minerals. Argillic and sericite-type alterations are observed in feldspars.

Kötüdağ Volcanite, which is within the study area, has a rhyodacite composition; the phenocrysts that can be identified in the unit are gnawed quartz, plagioclase, sanidine, orthopyroxene, hornblende minerals, and calcite xenoliths. Other rock fragments are also observed.

Plutonic units belonging to YB are subalkaline (calcalkaline, Figure 17), generally I-type, metallumino granitoids (Figure 18), formed from a hybrid magma which is the product of homogeneous (magma mixing) and occasionally heterogeneous (magma migration) mixing of co-aged mafic and felsic magmas. These plutonic units were formed in close time intervals. When the field relations of the units, the formation order in the exchange diagrams and age analysis data (Figure 25, 26; $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ geochronological age range $81.48 \pm 0.82 \text{ ma} - 89.35 \pm 0.92 \text{ ma}$ obtained from hornblende and biotite minerals) are evaluated together, it is seen that they were formed in the order of Karga Quartz Monzonite Porphyry, Karaveli Quartz Monzonite, Kodallı K-feldspar Megacrystalline Quartz Monzonite and Alcı Monzogranite.

Plutonic units are within plate granitoids (WPG) that occurred in the region during the collisional - post-collisional uplift orogenesis process (Koniasian – Campanian, Figure 20, 25, 26).

In the Pre-Mastrichtian period, as a result of the closure of the North branch of the Neotetis Ocean, which subducted under the Pontid Plate (PL) and northwards, the PL and the Torid-Anatolide Plate (TAL) collided and a compressional regime prevailed (Figure 27, Şengör and Yılmaz, 1981; Yılmaz et al., 1995; Boztuğ et al., 2009).

The formation of OAGs reflecting different origins has been explained by the lithospheric delamination/slab fracture mechanism caused by the hot asthenosphere and the melting model of continental crust (İlbeyli et al., 2004; Köksal et al., 2004; Kadioğlu et al., 2006; Boztuğ et al., 2007; Boztuğ & Harlavan, 2008; Köksal & Göncüoğlu, 2008).

ORCID

Başak Aydoğdu  <https://orcid.org/0009-0007-5861-627X>

Nazmi Otlu  <https://orcid.org/0000-0002-8046-8484>

KAYNAKLAR / REFERENCES

- Akıman, O. ve Boztuğ, D. (1993). Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içinde yeralan alkali magmatik kayaçlar. *Hacettepe Üniversitesi'nde Yerbilimlerinin 25. Yılı Sempozyumu*, bildiri özleri.
- Alpaslan, M. (1993). *Yıldızeli yöresi (Sivas batısı) metamorfiterinin petrolojik incelenmesi* [Doktora Tezi]. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Anders, E. & Grevesse, N. (1989). Abundances of the elements: Meteoritic and solar. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 53, 197-214.
- Aydın, N. S., Göncüoğlu, M. C. & Erler, A. (1998). Latest Cretaceous magmatism in the Central Anatolian Crystalline Complex: Review of field, petrographic and geochemical features. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 7, 259–268.

- Aydoğdu, B. (2010). *Yozgat batoliti doğu kenarında (Sorgun Güneyi) yer alan plütonik kayaların mineralojik-petrografik, jeokimyasal ve petrojenetik özellikleri* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bailey, E.B. & Mc. Callien, W.J. (1950). Ankara Melanjı ve Anadolu Şaryajı: *MTA Dergisi*, 40, 12-17.
- Barbarin, B. (1990). Granitoids: main petrogenetic classifications in relation to origin and tectonic setting, *Geological Journal*, 25(3-4), 227-238. <https://doi.org/10.1002/gj.3350250306>
- Barbarin, B. (1991). Contrasted origins for the “poligenic” and “monogenic” enclave swarms in some granitoids of the Sierra Nevada batholith, California. *Terra Abstr.* 3, 32.
- Barbarin, B. & Didier, J. (1992). Genesis and evolution of mafic microgranular enclaves through various types of interaction between coexisting felsic and mafic magmas. *Earth and Environmental Science Transactions of The Royal Society of Edinburgh*, 83(1-2), 145-153. <https://doi.org/10.1017/S0263593300007835>
- Batchelor, B. & Bowden, P. (1985). Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chemical Geology*, 48(1-4), 43-55. [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(85\)90034-8](https://doi.org/10.1016/0009-2541(85)90034-8)
- Bozkurt, E. & Mittwede, S. K. (2001). Introduction to the geology of Turkey – a synthesis. *International Geology Review* 43, 578–594. <https://doi.org/10.1080/00206810109465034>
- Boztuğ, D. (1994/1995). Kırşehir Bloğundaki Yozgat Batoliti doğu kesiminin (Sorgun güneyi)-petrografisi, ana element jeokimyası ve petrojenez. İstanbul Üniversitesi, Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, 9(1-2), 1-20.
- Boztuğ, D. (1998). Post-collisional Central Anatolian alkaline plutonism, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 7, 145–165.
- Boztuğ, D. (2000). S-I-A type intrusive associations: geodynamic significance of synchronism between metamorphism and magmatism in Central Anatolia Turkey In *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geological Society Special Publications*, London, 173, 441-458.
- Boztuğ, D. (2001). Granitoidlerin Ana, Eser ve Ree Jeokimyası Karakteristikleri. Boztuğ, D. ve Otlu, N., (Ed.ler), *Magmatik Petrojenez* (s.: 129-152). TÜBİTAK Lisansüstü Yaz Okulu, 7-12 Haziran 2001, Akçakoca-Düzce.
- Boztuğ, D. & Arehart, G.B. (2007). Oxygen and sulfur isotope geochemistry revealing a significant crustal signature in the genesis of the post-collisional granitoids in central Anatolia, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 30, 403–416.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R. C., Wagner, G. A., Erçin, A.İ. & Yeğingil, Z. (2007). Titanite and zircon fission-track dating resolves successive igneous episodes in the formation of the composite Kaçkar batholith in the Turkish Eastern Pontides. *International Journal of Earth Sciences*, 96, 875–886.
- Boztuğ, D. & Harlavan, Y. (2008). K-Ar ages of granitoids unravel the stages of Neo-Tethyan convergence in the eastern Pontides and central Anatolia, Turkey. *International Journal of Earth Sciences*, 97, 585–599.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R. C., Heizler, M., Ratschbacher, L., Harlavan, Y. & Tichomirova M. (2009). Timing of post-obduction granitoids from intrusion through cooling to exhumation in central Anatolia, Turkey. *Tectonophysics*, 473, 223–233.
- Chappel, B.W. & Stephens, W.E. (1988). Origin of infracrustal (I-type) granite magmas. *Trans. Royal Soc. Edinburgh*, 79, 71-86.
- Chappel, B.W. (1996). Compositional variation within granite suites of the Lachlan Fold Belt: Its causes and implications for the physical state of granite magma. *Trans. Royal Soc. Edinburgh*, 88, 159-170 (for 1997).
- Clarke, D.B. (1992). *Granitoid Rocks*. New York, NY, USA: Chapman and Hall.
- Clemens, J.D., Holloway, J.R. & White, A.J.R. (1986). Origin of an A-type granite: Experimental constraints. *American Mineralogist*, 71, 317-324.
- Collins, W.J., Beams, S.D., White, A.J.R. & Chappel, B. W. (1982). Nature and origin of A-type granites with particular reference to southeastern Australia. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 80, 189-200.
- Cox, K.G., Bell, J.D. & Pankhurst, R.J. (1979). *The Interpretation of Igneous Rocks*. London, UK, George, Allen and Unwin.
- Creaser, R.A., Price, R.C. & Wormald, R.J. (1991). A-type granites revisited: Assessment of a residual-source model. *Geology*, 19, 163-166.

- Dalkılıç, B. ve Erler, A. (1986). Sarıhacılı – Divanlı – Azizli (Yozgat) Bölgesinin Jeolojisi. Türkiye Jeoloji Kurultayı 1986, *Bildiri Özleri Kitabı*, s.:68.
- De La Roche, H., Leterrier, J., Grande Claude, P. & Marchal, M. (1980). A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagrams and major element analyses – its relationships and current nomenclature. *Chemical Geology*, 29, 183-210.
- Demircioğlu, R. (2014). *Gülşehir-Özkonak (Nevşehir) Çevresindeki Kırşehir Masifi ve Örtü Birimlerinin Jeolojisi ve Yapısal Özellikleri* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. T.C. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Didier, J. & Barbarin, B. (eds.), (1991). *Enclaves and Granite Petrology: Developments in Petrology*. 13, Elsevier, Amsterdam.
- Divilioğlu, E. (2022). *Avanos (Nevşehir) Civarındaki Plütonik ve Subvolkanik Kayaçların Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. T.C. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ekici, T. (1997). *Yozgat Batoliti Yozgat Güneyi Kesiminin Petrolojisi* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Ekici, T ve Boztuğ, D. (1997). Granitoidlerdeki K-feldispat megakristallerinin Anlamı ve Önemi. *Yerbilimleri (Geosound)*, 30, 507-518.
- Ekici, T. (2001). Granitoidlerdeki K-Feldispat Megakristallerinin Genetik Anlamı. *D. ve Otlu, N., (editörler), Magmatik Petrojenez. TÜBİTAK Lisansüstü Yaz Okulu*, 7-12 Haziran 2001, Akçakoca-Düzce, 666-681.
- Erler, A. Akıman, O., Unan, C., Dalkılıç, F., Dalkılıç, B., Geven, A. ve Önen, P. (1991). Kaman (Kırşehir) ve Yozgat yörelerinde Kırşehir Masifi magmatik kayaçlarının petrolojisi ve jeokimyası. *Doğa-Tr: J. of Engineering and Environmental Sci.*, 15, 76-100.
- Erler, A. ve Bayhan H. (1995). Orta Anadolu Granitoidleri'nin genel değerlendirilmesi ve sorunları. *Yerbilimleri*, 17, 49-67.
- Erler, A & Göncüoğlu, M.C. (1995). Geologic and tectonic setting of the Yozgat Batholith. Second int. *Turkish Workshop: "Work in Prog.on the Geo. of the Turkey"*, Abst. P. 34, , Sivas, Turkey.
- Erler, A. & Göncüoğlu, M.C. (1996). Geologic and tectonic setting of the Yozgat batholith, Northern Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey, *International Geology Review*, 38(8), 714-726.
- Frost, B. R., Barnes, C. G., Collins, W. J., Argulus, R. J., Ellis, D. J & Frost, C. D. (2001). A Geochemical Classification for Granitic Rocks. *Journal of Petrology*, 42(11), 2033-2048.
- Gençaliolu, R. (2011). *Yozgat Batoliti Kuzey Kenarında (Yozgat Güneydoğusu) Yer Alan Magmatik Kayaçların Mineralojik-Petrografik, Jeokimyasal ve Petrojenetik Özellikleri* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Geven, A. (1992). *Mineralogy, Petrography and geochemistry of Cefalıkağ Plütonic rocks (Kaman Region - Central Anatolia)* [Unpublished PhD Thesis]. ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Göncüoğlu, M.C. (1986). Orta Anadolu Masifi'nin güney ucundan jeokronolojik yaş bulgular. *MTA Dergisi*, 105-106, 111-124.
- Göncüoğlu, M. C., Toprak, V., Kuşçu, İ., Erler, A. ve Olgun, E. (1991). *Orta Anadolu Masifinin batı bölümünün jeolojisi* (Rapor No: 2909). TPAO (yayınlanmamış).
- Göncüoğlu, M.C., Erler, A., Toprak, V., Yalınız, K., Olgun, E. ve Rojay, B. (1992). *Orta Anadolu Masifi'nin batı bölümünün jeolojisi, Bölüm 2: Orta Kesim* (Rapor No: 3155). TPAO (yayınlanmamış).
- Göncüoğlu, M. C. & Türel, T.K. (1993). Petrology and geodynamic interpretation of plagiogranites from Central Anatolian Ophiolites (Aksaray-Turkey). *Doğa-Türk Yer Bilimleri Dergisi*, 2, 195-203.
- Göncüoğlu, M.C., Erler, A., Toprak V., Olgun, E., Yalınız, K., Kuşçu İ. Köksal S. ve Dirik K. (1993). *Orta Anadolu Masifinin orta bölümünün jeolojisi* (Rapor no: 3313). TPAO.
- Göncüoğlu, M.C. & Türel, T.K. (1994). Alpine collisional - type granitoids from Western Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. *Jour. Of Kocaeli Univ., Earth Sci.*, No. 1, 39-46.
- Görür, N., Oktay, F. Y., Seymen, İ. & Şengör, A. M. C. (1984). Paleotectonic Evolution of the Tuzgölü Basin Complex, Central Turkey: Sedimentary Record of a Neo-Tethyan Closure. In Dixon, J.E. & Robertson, A.H.F. (Eds), *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean* (pp.: 8467-482.). Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Güleç, N. (1993). Ağaören Granitoidinden Jeokronolojik Bulgular. *H.Ü. Yerbilimlerinin 25. Yılı Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı*.

- Hibbard, M. J. (1991). Textural anatomy of twelve magma mixed granitoid systems: In Didier, J. & Barbarin, B (Eds.), *Enclaves and Granite Petrology, Development in Petrology*, 13 (pp.: 431-444), Elsevier.
- Higgins, M. D. (1999). Origin of megacrysts in granitoids by textural coarsening: a crystal size distribution (CSD) study of microcline in the Cathedral Peak Granodiorite, Sierra Nevada, California. In Castro, A., Fernandez, C & Vigneresse, J.L. (Eds.), *Understanding Granites: Integrating New and Classical Techniques. Geological Society, London, Special Publications*, 168, 207-219.
- HYNDMAN, R. D. (1972). PLATE MOTIONS RELATIVE TO THE DEEP MANTLE AND THE DEVELOPMENT OF SUBDUCTION ZONES. *NATURE*, 238, 263–265.
- Irvine, T. N. & Baragar, W. R. A. (1971). A guide to the chemical classification of common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8, 523-548. <https://doi.org/10.1139/e71-055>
- Işık, V., Lo, C.H., Göncüoğlu, C. & Demirel, S. (2008). ³⁹Ar/⁴⁰Ar ages from the Yozgat Batholith: Preliminary data on the timing of Late Cretaceous extension in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. *The Journal of Geology*, 116(5), 510–526. <https://doi.org/10.1086/590922>
- İlbeyle, N., Pearce, J. A., Thirlwall, M. F. & Mitchell, J.vG. (2004). Petrogenesis of collision-related plutonics in Central Anatolia, Turkey. *Lithos*, 72, 163–182.
- Jahn, B. M., Wu, F. Y., Lo, C. H. & Tsai, C. H. (1999). Crust–mantle interaction induced by deep subduction of the continental crust: geochemical and Sr–Nd isotopic evidence from post collisional mafic–ultramafic intrusions of the northern Dabie complex, central China. *Chemical Geology*, 157, 119–146.
- Kadioğlu, Y. K. (1996). *Genesis of Ağaören Intrusive Suite and Its Enclaves (Central Anatolia): Constraints from geological, petrographic, geophysical and geochemical data* [Unpublished PhD Thesis]. ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kadioğlu, Y. K., Dilek, Y. & Foland, K. A. (2006). Slab break-off and syncollisional origin of the Late Cretaceous magmatism in the Central Anatolian crystalline complex. *Geological Society of America (special paper)*, 409, 381–415.
- Ketin, İ. (1955). Yozgat Bölgesinin Jeolojisi ve Orta Anadolu Masifinin Tektonik Durumu. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 6(1), 1-40. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/970480>
- Köksal, S., Göncüoğlu, M. C. & Floyd, P. A. (2001). Extrusive members of postcollisional A-Type magmatism in Central Anatolia: Karahıdır volcanics, Idisdağı-Avanos area, Turkey. *International Geology Review*, 43, 683–694.
- Köksal, S., Romer, R. L., Göncüoğlu, M. C. & Toksoy, F. (2004). Timing of post-collisional H-type to A-type granitic magmatism: U–Pb titanite ages from the Alpine central Anatolian granitoids (Turkey). *International Journal of Earth Sciences*, 93, 974–989.
- Köksal, S. & Göncüoğlu, M. C. (2008). Sr and Nd isotopic characteristics of some S-I and A-type granitoids from Central Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17, 111–127.
- Kuno, H. (1968). Differentiation of Basalt Magmas. In Hess, H.H. & Poldervaart, A. (Eds.), *Basalts: The Poldervaart Treatise on Rocks of Basaltic Composition* (pp.: 623-688) Interscience Publishers, New York.
- Lefebvre, C., Peters, M. K., Wehrens, P. C., Brouwer, F. M., Van Roermund, H. L. M. (2015). Thermal history and extensional exhumation of a high-temperature crystalline complex (Hırkadağ Massif, Central Anatolia). *Lithos*, 238(15), 156-173.
- Le Maitre, R. (1984). A proposal by the IUGS Sub commission on the Systematics of Igneous Rocks for a chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali silica (TAS) diagram. *Australian Journal of Earth Sciences*, 31, 243-255.
- MacDonald, G.A. & Katsura, I. (1964). Chemical Composition of Hawaiian Lavas. *Journal of Petrology*, 5, 82-133.
- Manier, P. D., Piccoli, P. M. (1989). Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society of America Bulletin*, 101, 635- 643
- Middlemost, E. A. K. (1994). Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth-Science Reviews*, 37(3-4), 215-224. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(94\)90029-9](https://doi.org/10.1016/0012-8252(94)90029-9)
- Nabelek, P. I., Papike, J. J. & Paul, J. C. (1986). The Notch Peak Granitic Stok, Utah: Origin of Reverse Zoning and Petrogenesis. *Journal Petrology*, 27(5), 1035–1069. <https://doi.org/10.1093/petrology/27.5.1035>

- Orhan, A. ve Demirbilek, M. (2018). Kapadokya bölgesi (Nevşehir, Orta Anadolu) kalk-alkalen ve alkalen plütonik/subvolkanik kayaçların petrografik ve jeokimyasal özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 61(1), 23–50. <https://doi.org/10.25288/tjb.358171>
- Otlu, N. ve Boztuğ, D. (1997). İç Anadolu alkali plütonizmasındaki Kortundağ ve Baranadağ plütonlarında (D Kaman, KB Kırşehir) silisçe aşırı doymun (ALKOS) ve silisçe tüketilmiş (ALKUS) alkali kayaç birlikteliği. Çukurova Üniversitesi'nde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, bildiri özleri, p 39-40.
- Otlu, N. (1998). *Kortundağ - Baranadağ Arası (D Kaman, KB Kırşehir) Plütonik Kayaçlarının Petrolojik İncelenmesi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Cumhuriyet Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Otlu, N. & Boztuğ, D. (1998). The coexistency of the silica oversaturated (ALKOS) and undersaturated alkaline (ALKUS) rocks in the Kortundağ and Baranadağ plutons from the Central Anatolian alkaline plutonism, E Kaman/NW Kırşehir, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences, special Issue on ALKALI MAGMATISM*; 7(3), 241-258.
- Önal, A., Boztuğ, D., Kurum, S., Harlavan, Y., Arehart, G.B. & Arslan, M. (2005). K-Ar age determination, whole rock and oxygen isotope geochemistry of the post-collisional Bizmişen and Caltı plutons, SW Erzincan, eastern Central Anatolia, Turkey. *Geological Journal*, 40, 457–476.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Oral, A., Özer, S., Süngümen, M. ve Tekeli, O. (1980). Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir Mas. Arasının Temel Jeolojisi (Derleme Rapor No: 6722). MTA (Yayımlanmamış).
- Özkan, H. M. & Erkan, Y. (1994). A Petrological study on a foid synte intrusion in Central Anatolia (Kayseri, Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences* 3, 45-55.
- Pearce, J., A., Haris, N. B.W. & Tindle, A. G. (1984). Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic Rocks. *Journal of Petrology*, 25(4), 956-983.
- Pitcher, W. S. (1982). Granite type and tectonic environment. In Hsu, K. (Ed.), *Mountain Building Processes*. Academic Press, London, 19-40.
- Pitcher, W. S. (1993). *The nature and origin of granite*. Blackie Academic and Professional, London.
- Poisson, A. (1986). Anatolian micro-continents in the Eastern Mediterranean context: The neo-Tethysian oceanic troughs. *Sci. de la terre, Mem.*, 47, 311-328.
- Rickwood, P. C. (1989). Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements. *Lithos*, 22, 247-263.
- Rollinson, H.R (1993). Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation, *Longman*.
- Rollinson; H & Pease, V. (2021). *Using Geochemical Data. To Understand Geological Processes, second edition*. Cambridge University Press.
- Seymen, İ. (1981a). Kaman (Kırşehir) dolayısında Kırşehir masifinin stratigrafisi ve metamorfizması. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24(2), 7-14. https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/049a9571563f351_ek.pdf
- Seymen, İ. (1981b). Kaman (Kırşehir) dolayısında Kırşehir masifinin metamorfizması. *Türkiye Jeoloji Kurumu 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı "İç Anadolunun Jeolojisi simpozyumu"* 12-15.
- Seymen, İ. (1982). *Kaman dolayında Kırşehir masifinin jeolojisi* [Yayımlanmamış Doçentlik Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, İstanbul.
- Streichisen, A. (1976). To each plutonic rock its proper name. *Earth-Science Reviews*, 12(1), 1-33. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(76\)90052-0](https://doi.org/10.1016/0012-8252(76)90052-0)
- Şenel, M. (2002). *1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Kayseri Paftası* (Şenel, M. (Edt.)) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Şengör, A. M. C. & Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75(3-4) 181-241. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(81\)90275-4](https://doi.org/10.1016/0040-1951(81)90275-4)
- Tatar, S. (1997). *Yozgat Batoliti Şefaati Kuzey Kesiminin (Güney Yozgat) Petrolojik İncelenmesi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tatar, S. ve Boztuğ, D. (1997). Yozgat Batoliti GB kesiminde (Şefaati-Yerköy arası) FC ve magma mingling/mixing süreçlerinin kanıtları. Çukurova Üniversitesi'nde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, Bildiri özleri, s.215, Adana.
- Tatar, S. ve Boztuğ, D. (1998a). Kompozit Yozgat Batoliti'ndeki I/H₂O tipi monzonitik birlikte fraksiyonel kristalleşme ve asimilasyon – fraksiyonel kristalleşme ile oluşmuş ters zonlanma. *51. Türkiye Jeoloj Kurumu Kurultayı Bildiri Özleri*, (s. 35-37.). 16-20 Şubat 1998, Ankara.

- Tatar, S. & Boztuğ, D. (1998b). Fractional Crystallization and Magma Mingling/Mixing Processes in the Monzonitic Association in the SW Part of the Composite Yozgat Batholith (Yozgat Batholith (Şefaati-Yerköy, SW Yozgat). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 7(3), 215-230.
- Tatar, S. & Boztuğ, D. (2001). Batolitlerde Normal ve Ters Zonlanma. Boztuğ, D. ve Otlı, N., (Ed.ler), *Magmatik Petrojenez. TÜBİTAK Lisansüstü Yaz Okulu* (s.: 643-665). 7-12 Haziran 2001, Akçakoca-Düzce,
- Tatar, S., Boztuğ, D., Harlavan, Y. & Arehart, G.B. (2003). Kompozit Behrekdağ Batoliti: İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Kuşağı Boyunca Anatolid-Pontid Çarpışmasının Kırıkkale İli –Hirfanlı Barajı Arası Kesimindeki magmatik Kanıtı. 56. *Türkiye Jeoloj Kurumu Kurultayı Bildiri Özleri*, (s.: 28).
- Tiryaki, C. (2012). *Yozgat batolitini oluşturan lökograditlerin ve Yozgat volkanitlerinin petrolojisi* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tolluoğlu, A.Ü. (1986). *Orta Anadolu Masifinin güneybatısında (Kırşehir yöresinde) petrografik ve petrotektonik incelemeler* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tolluoğlu, A.Ü. (1987). Orta Anadolu Masifi Kırşehir Metamorfitlerinin (Kırşehir kuzeybatısı) petrografik özellikleri. *Doğa Bilim Derg. Müh. Ve Çevre Derg.* 11(3), 344-361.
- Tolluoğlu, A.Ü. (1990). Orta Anadolu Masifi Kırşehir Metamorfitlerinin (Kırşehir kuzeybatısı) petrografik özellikleri. *Cumhuriyet Üniversitesi Müh. Fak. Derg. Seri-A. Yerbilimleri*, 6-7(1-2), 3-25.
- Tolluoğlu, A.Ü. (1993). Kırşehir masifini kesen felsik intrüzyonların (Kötüdağ ve Buzlukdağ) Petrografik ve Jeokimyasal Karakterleri. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, 16, 19-41.
- Türel, T. K., Göncüoğlu, M. C., ve Akıman, O. (1993). Ekecik granitoidinin petrolojisi ve kökeni (Orta Anadolu Kristalin Karmaştığı Batısı). *H.Ü. Yerbilimleri 25. Yılı sempozyumu. Bild.* Özl.
- Tüvar, O. (2015). *Yozgat-Yerköy Doğusunun Mineralojik, Petrografik Ve Jeokimyasal İncelenmesi* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tüysüz, O., Dellaloğlu, A. A. (1992). Çankırı havzasının tektonik birlikleri ve jeolojik evrimi. *Türkiye 9. Petrol Kongresi Kitabı*, 333-349.
- Tüysüz, O., Dellaloğlu, A. A. & Terzioğlu, N. (1995). A magmatic belt within the Neo-Tethyan suture zone and its role in the tectonic evolution of Northern Turkey. *Tectonophysics* 243, 173-191.
- Vache, R. 1963. Akdağmadeni kontakt yatakları ve bunların Orta Anadolu Kristaline karşı olan jeolojik çerçevesi. *MTA Dergisi*, 19, 22-36.
- Vernon, R. H. (1984). Microgranitoid enclaves in granites-globules of hybrid magma quenched in a plutonic environment. *Nature*, 309, 438-439.
- Whalen, J. B., Currie, K. L. & Chappell, B. W. (1987). A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to mineralogy and petrology*, 95, 407-419.
- Whalen, J. B., Jenner, G. A., Longstaffe, F. J., Robert, F. & Garipey, C. (1996). Geochemical and isotopic (O, Nd, Pb and Sr) constraints on A-type granite petrogenesis based on the Topsails igneous suite, Newfoundland Appalachians. *Journal of Petrology*, 37(6), 1463-1489.
- White, A. J. R. & Chappel, B. W. (1977). Ultrametamorphism and granitoid genesis. *Tectonophysics*, 43, 7-22.
- White, A. J. R. & Chappel, B. W. (1988). Some supracrustal (S-type) granites of the Lachlan Fold Belt. *Trans. Royal Soc. Edinburgh*, 79, 169-181.
- Whitney, D. L., Teyssier, C., Dilek, Y. & Fayon, A. K. (2001). Influence of orogen-normal collision vs. wrench-dominated tectonics on metamorphic P-T-t paths, Central Anatolia Crystalline Complex, Turkey. *Journal of Metamorphic Geology*, 19(4), 411-432.
- Yalınz, K. M., Floyd, P. & Göncüoğlu, M. C. (1996). Suprasubduction zone ophiolites of Central Anatolia: geochemical evidence from the Sarıkaraman ophiolite, Aksaray, Turkey. *Mineralogical Magazine*, 60, 697-710.
- Yalınz, M. K. ve Göncüoğlu, M. C. (1998). Orta Anadolu ofiyolitlerinin genel jeolojik özellikleri ve dağılımı. *Yerbilimleri*, 19(2), 19-30.
- Yılmaz, S. ve Boztuğ, D. (1994). Granitoid petrojenezinde magma mingling/mixing kavramı. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 44-45, 1-20.
- Yılmaz, A., Uysal Ş., Bedi, Y., Yusufoğlu, H., Havzoğlu, T., Ağan, A., Göç, D. ve Aydın, N. (1995). Akdağ Masifi ve Dolayının Jeolojisi. *MTA Dergisi*, 117, 125-138.