



# Maden Tetkik ve Arama Dergisi

<http://dergi.mta.gov.tr>



**İç Anadolu alkali feldispat granit ve alkali feldispat siyenitlerinin feldispat hammadde potansiyelinin incelenmesi**

*Investigation of feldspar raw material potential of alkali feldspar granites and alkali feldspar syenites within Central Anatolia*

Kıymet DENİZ<sup>a\*</sup> ve Yusuf Kağan KADIOĞLU<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara [orcid.org. 0000-0003-3208-1354](https://orcid.org/0000-0003-3208-1354)

<sup>b</sup> Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM), 06830 Gölbaşı, Ankara. [orcid.org/0000-0002-7894-2220](https://orcid.org/0000-0002-7894-2220)

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler:

Alkali feldispat granit,  
siyenit, ortoklaz, albit,  
hammadde, cam, seramik,  
İç Anadolu.

**ÖZ**

Alkali feldispat granitler fazla oranda feldispat ve kuvars içermeleri nedeniyle cam ve seramik sanayisine hammadde sağlayan başlıca kaynaklardır. Granit kayalarının yanı sıra alkali feldispat siyenit kayaları da yüksek orandaki feldispat ve feldispatoyid içerikleriyle hammadde olma potansiyeline sahiptirler. Bu nedenle İç Anadolu Kristalen Karmaşığı (İAKK)'nda yer alan Ağaçören İntrüzif Takımı (AİT) (Kalebalta, Yıldırımli, Çerkezuşağı, Çatalçeşme, İbrahimbeyli, Deliler, Ekecik, Sipahiler, Camili, Yaylak, Namlıkışla), Hacılı (Sarıhacılı), Cefalık, Behrekdağ, Terlemez civarındaki alkali feldispat granitler ile Bayındır, Hamit ve İdişdağı takımlarındaki alkali feldispat siyenitler incelenmiştir. Bu kayalarda fazlaca bulunan alkali feldispat, plajiyoklaz ve kuvars minerallerinin cam ve seramik üretiminde hammadde olma potansiyelinin araştırılması çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Bu kayaların alkali element ve demir içerikleri dünya granitleriyle karşılaştırıldıklarında, yüksek alkali element içeriği ve nispeten daha düşük Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerlerinin daha çok mafik ve manyetit gibi serbest (bağımsız) minerallerden kaynaklandığı belirlenmiştir. Feldispatlarda K<sub>2</sub>O %14'ün üzerinde ve FeO ise %0.05'ten az oranda görülmesi bölgedeki kayaların seramik sanayiinde yüksek potansiyelle sahip olduklarını göstermektedir. AİT'deki alkali feldispat granitler feldispat hammadde potansiyeline sahip olmalarına karşın ana kütle içerisinde dayklar şeklinde bulunmalarından dolayı düşük rezerve sahiptir. Hacılı, Cefalık, Behrekdağ, Terlemez, Bayındır, Hamit ve İdişdağı takımları dayk yerine kütleler halinde bulunduğundan, iyi kalitenin yanında yüksek rezerve sahip feldispat potansiyeli taşımaktadırlar.

Geliş Tarihi: 22.06.2017

Kabul Tarihi: 05.12.2017

Keywords:

Alkali feldspar granite,  
syenite, orthoclase,  
albite, raw material,  
glass, ceramic, Central  
Anatolia.

**ABSTRACT**

Alkali feldspar granites represent one of the major sources that provide raw materials for glass and ceramics industry because of their high feldspar and quartz contents. In addition, also alkali feldspar syenites have potential to become raw material due to their high feldspar and feldspathoid contents. For this reason, alkali feldspar granites within Ağaçören Intrusive Suite (AIS) (Kalebalta, Yıldırımli, Çerkezuşağı, Çatalçeşme, İbrahimbeyli, Deliler, Ekecik, Sipahiler, Camili, Yaylak, Namlıkışla), Hacılı Suite (Sarıhacılı), Cefalık, Behrekdağ, Terlemez and alkali feldspar syenites within Bayındır, Hamit and İdişdağı Suites are investigated. This study aims to investigate possible potential of alkali feldspar, plagioclase and quartz minerals within these rocks in glass and ceramic industry as raw materials. These rocks have high alkaline element content and relatively high Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> values compared to world granites. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> values depend on mafic and independent Fe minerals such as magnetite. Feldspars have high K<sub>2</sub>O (> %14) and low FeO (< %0.05), thus have high feldspar potential in ceramic industry. Alkali feldspar granites within AIS have promising potential as feldspar raw material, they have low reserve due to their occurrence as dykes. Hacılı, Cefalık, Behrekdağ, Terlemez, Bayındır, Hamit and İdişdağı Suites have both good quality and high reserve for feldspar potential.

\* Başvurulacak yazar: Kıymet DENİZ, [kdeniz@eng.ankara.edu.tr](mailto:kdeniz@eng.ankara.edu.tr)

<https://dx.doi.org/10.19111/bulletinofmre.438197>.

MTA Dergisi hem İngilizce hem Türkçe olarak yayımlanmakta olup makalelere yapılacak atıfların İngilizce baskısına yapılması gerekmektedir.

## 1. Giriş

Alkali feldispat granitler, granitoid ailesi içerisinde kuvars ve alkali feldispat içeriği en fazla olan kayaları temsil etmektedirler. Genel olarak alkali feldispat granitler başlıca kuvars (%20–60) ve alkali feldispat (%40–80) içerebilen, plajiyoklaz miktarı %0–10 arasında değişen açık renkli plütonik kayalardır. Felsik (açık renkli) mineral içeriklerinin yüksek oluşuna karşın mafik (koyu renkli) mineral içerikleri oldukça düşüktür. Mineralojik bileşimleri açısından tek ve çift mikalı olmak üzere iki gruba ayrılabilirler. Alkali feldispat granitlerdeki mafik mineral (biyotit vb.) oranı genellikle %5'in altındadır. Bu tür kayalar, magmanın son evrelerinde arta kalan silisyum (Si) ve potasyumca (K) zengin ergiyiklerinden kristalleşen ürünleri temsil etmektedirler. Dolayısıyla bu ergiyiklerin demir (Fe) ve magnezyumca (Mg) tüketilmiş olması nedeniyle oluşan ürünlerde mafik mineraller az oranda gözlenmektedir. Genel olarak bejimsi pembe renkli olup ve ince kristalin taneler dokuya sahiptirler ve kalınlıkları cm'den yüzlerce metreye kadar varabilmektedirler. Alkali feldispat granitler, jeolojik olarak iki şekilde oluşabilmektedirler. En yaygın oluşum şekli, granitoid magmanın en son kalıntı ürünlerinden oluşan ve ana kütlede eklem doğrultusunda boyunca yerleşmiş aplitik dayklardır. İkinci oluşum şekli ise daha çok çarpışma öncesi magmatizması ve üst kabuktaki bindirme faylarına bağlı kısmi ergime sonucu gelişen kütlelerdir. Bununla birlikte yüksek sıcaklığa bağlı olarak daha az kalınlık ve yayılım gösterecek şekilde metamorfikler içerisinde mercerler halinde de oluşabilmektedirler. İçermiş oldukları mineral bileşimlerinden dolayı daha keskin ve yüksek topoğrafya sergileyebilmektedirler. Ayrıca siyenitoid magma kaynaklı ürünlerde kuvars içermeyen veya kuvarsça fakir kayalar kristalleşebildiğinden alkali feldispat siyenit bileşiminde de olabilmektedirler. Alkali feldispat siyenitler de oldukça yüksek alkali feldispat (%80–100) içerebilen, plajiyoklaz miktarının %0–10 arasında değiştiği, kuvars içeriklerinin genellikle %20'in altında olduğu açık renkli plütonik kayalardır. Kayaların içerisinde gözlenen alkali feldispatlar  $[(K,Na)AlSi_3O_8]$  genellikle ortoklaz ve mikroklin  $(KAlSi_3O_8)$  bileşiminde olmaktadır. Bu minerallerin bünyelerinde %0.80–8.44  $Na_2O$ , %3.29–15.60  $K_2O$ , %19.10–20.23  $Al_2O_3$ , %63.66–65.76  $SiO_2$  ihtiva etmeleri ve çok az miktarda Fe (%0.08–0.40  $Fe_2O_3$ ) içermeleri nedeniyle cam ve seramik üretiminde yıllardır hammadde olarak kullanılmaktadırlar (Deer vd., 1992; Öbelik, 2011).

İşletilebilirlik açısından bakıldığında, K ve Na içerikli minerallerin hangi kayaların içerisinde bol miktarda buldukları, hangi Fe–Mg içeren mafik minerallerle birlikte buldukları, bu mafik mineralleri hangi oranda içerdikleri ve kayaların nerelerde buldukları oldukça önem arz etmektedir. Bununla birlikte feldispatların zenginleştirilmesi sırasında serbestleşen mafik ve/veya aksesuar minerallerin tane boyutu da oldukça önemlidir.

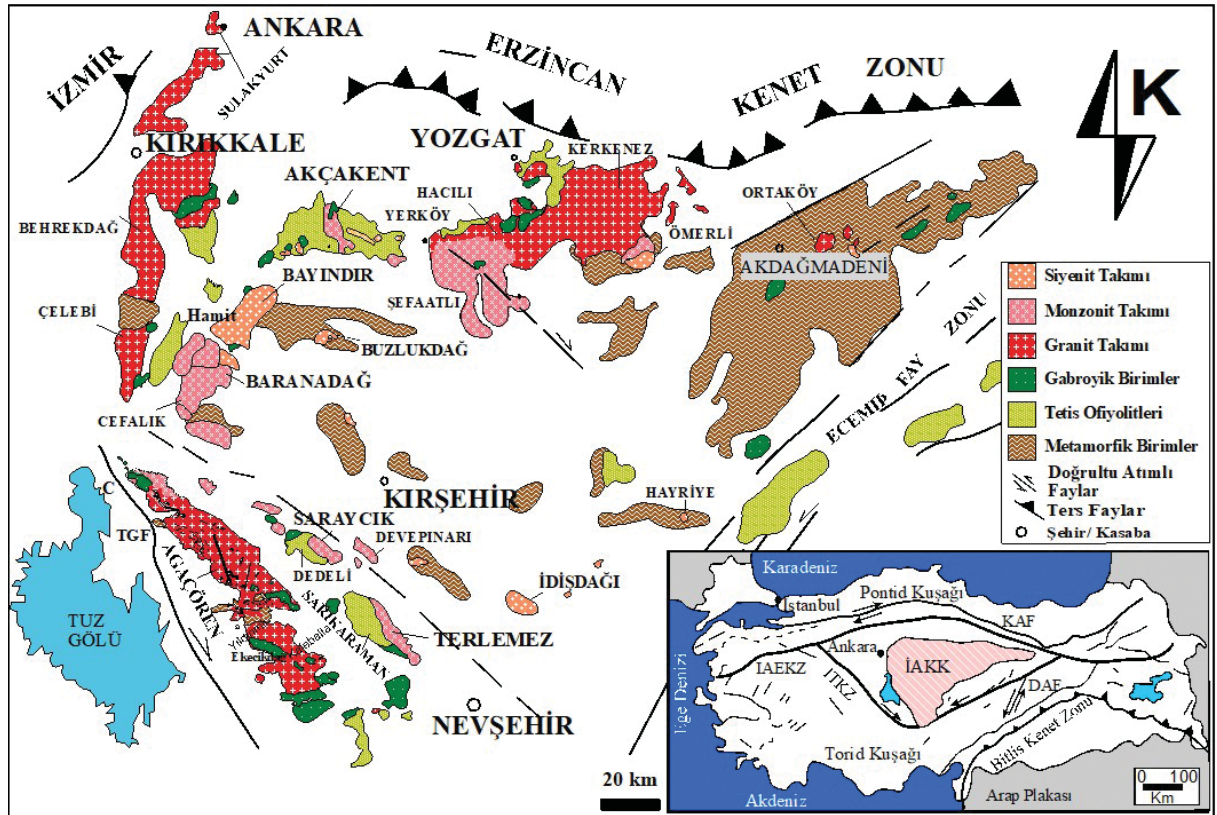
Türkiye'de feldispat yataklarının belirlenmesi, zenginleştirilmesi ve işletilmesine yönelik pek çok çalışma yapılmıştır (Şahin, 1989; Uğur, 1990; Akkoyuncu, 1994; Kalyon, 2003; Erdinç, 2007; Nizamoğulları, 2007; Demirbaş, 2010). Öte yandan feldispat minerallerinin içerisinde kapanım şeklinde bulunabilen amfibol, biyotit, muskovit gibi renk verici özelliği bulunan ve hammadde içerisinde istenmeyen bu tür minerallerin ayırımında manyetik ayırma ve flotasyon yöntemlerini geliştirmeye yönelik çalışmalar da bulunmaktadır (Bayraktar vd., 1997, 1999; Şahin Kılavuz, 2000; Demir, 2001; Doğu, 2002; Kalyon, 2003; Kademli, 2004; Gülsoy, 2005; Erdinç, 2007; Özün, 2012). Alkali feldispat granit kayalarının ana minerallerinden olan kuvars, renk ve parlaklık açısından herhangi bir sorun oluşturmasa da, sert olmalarından dolayı kırılabilirliği arttırabilmektedir. Bu nedenle üretilen reçetelerde kuvars oranı da önem arz etmektedir. Bunların dışında feldispatların seramiğe veya firitte olan etkileri üzerine de çalışmalar bulunmaktadır (Töre, 1999; Kula, 2003; Daday, 2012). Feldispatlar eritken olarak sadece seramik gövdelerinde kullanılmamakta bunun yanı sıra sırlarda, camlarda ve porselen emayelerde de kullanılabilir (Kadioğlu, 2001; Özcan, 2002; Yeşilbaş, 2002). Feldispatların %70'i genellikle cam üretiminde kullanılırken %30'u seramik ve diğer ürünlerde kullanılmaktadır (Potter, 1996). Sodyum (Na) miktarı yüksek olan feldispatlar potasyum (K) miktarı yüksek olan feldispatlara göre daha düşük viskoziteye ve sırlanma sıcaklığına sahiptirler (Ryan, 1978; Köprülü, 1997; Tayçu, 2009). Ayrıca pişirme süresince meydana gelen büzülmelelere daha yatkındırlar (Ryan, 1978). Görüldüğü üzere feldispat grubu minerallerin neredeyse hepsi cam ve seramik üretiminde farklı amaçlarla kullanılabilir. Bu durum; alkali feldispat granitlerin seramik hammadde üretimindeki önemini fazla olduğunu ve bu kayaların farklı amaçlarla üretilen seramiklerde önemli bir yerinin bulunduğunu göstermektedir.

Başlıca feldispat üreticileri Norveç, İsviçre, Rusya, Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Kanada,

Almanya, İtalya, Fransa, İspanya, Japonya, Tayland, Finlandiya, Meksika, Romanya, Güney Afrika, Çek Cumhuriyeti ve Polonya'dır (Ryan, 1978; Ariffin, 2003; Lewicka, 2010). Türkiye'deki feldispat yatakları başlıca Çanakkale, Balıkesir, Aydın (Akçaova, Çine), Manisa (Demirci, Gördes), Kütahya (Simav), Bilecik (Söğüt), Bitlis (Bölükyaşı-Hızan) ve Afyon'da bulunmaktadır (Geredeli, 1990; Sümer, 1994; Yalçın, 1995; Ermiş, 1996; Oyman, 1996; Bayraktar vd., 1999; Gürsoy, 1999; Akkurt, 2001; Karagüzel, 2001; Güven, 2002; Kaya, 2002; Oyan, 2004; Demirbaş, 2010; Çelik ve Denizhan, 2016). Türkiye, yüksek feldispat içeriğine sahip intrüzif kayalar açısından (başlıca alkali feldispat granit) oldukça zengindir. Bu kayalar İç Anadolu Bölgesi'nde geniş yayılımlara sahip olmalarından dolayı çalışma alanı olarak bu bölge seçilmiştir (Şekil 1).

İç Anadolu Kristalen Karmaşığı (İAKK) (Göncüoğlu vd., 1991, 1992, 1993) içerisinde yer alan alkali feldispat granitler başlıca Granit Üst Takımı ve Monzonit Üst Takımı'nda, alkali feldispat siyenitler ise Siyenit Üst Takımı'nda yer almaktadırlar (Kadioğlu

vd., 2006). Bu kayalar, İAKK içerisindeki bütün intrüzif topluluklarda büyük kütleler halinde veya aplitik dayklar şeklinde yüzlek vermektedirler. Ancak ekonomik anlamda rezervi yüksek olan kütleler ise sınırlı alanlarda görülmektedir. Granit Üst Takımı'nda bulunan alkali feldispat granitler; Ağaçören İntrüzif Takımı (AİT), Behrekdağı Takımı, Sulakyurt-Balışeyh Takımı, Hacılı Takımı, Akdağmadeni Takımı ve Karakeban Takımı'nda, Monzonit Üst Takımı'nda ise Cefalık Takımı, Baranadağ Takımı, Akçakent Takımı ve Murmano Takımı'nda yüzlek vermektedirler. Siyenit Üst Takımı'nda bulunan alkali feldispat siyenitler ise İdişdağı Takımı, Devedamı Takımı, Hayriye Takımı, Bayındır Takımı, Buzlukdağı Takımı, Akçakent Takımı ve Ömerli Takımı'nda gözlenmektedirler. Bu çalışmada İç Anadolu Bölgesi'nde alkali feldispat granitlerin en geniş yayılımlar sunduğu Sarıhacılı-Hacılı (Hacılı Takımı-Yozgat) ve AİT'nin farklı lokasyonlarından (Granit Üst Takımı: Hacılı, Kalebalta, Yıldırımılı, Çerkezuşağı, Çatalçeşme, İbrahimbeyli, Deliler, Ekecik, Sinandı, Sipahiler, Camili, Yaylak, Namlıklışa Alt Takımları), Monzonit Üst Takımı (Cefalık, Behrekdağ, Terlemez



Şekil 1- İAKK'nın basitleştirilmiş jeoloji haritası (KAF: Kuzey Anadolu Fayı, DAF: Doğu Anadolu Fayı, İAKK: İç Anadolu Kristalen Kompleksi, İTKZ: İç Toros Kenet Zonu, İAEKZ: İzmir Ankara Erzincan Kenet Zonu) (Kadioğlu vd., 2006'dan değiştirilerek alınmıştır).

Alt Takımları) ve Siyenit Üst Takımından (Bayındır, Hamit ve İdişdağı Alt Takımları) örnekler alınmıştır.

Bu çalışmada; İç Anadolu Bölgesi'ndeki alkali feldispat granitlerin ve alkali feldispat siyenitlerin yüzlek verdikleri farklı lokasyonlarda örnekleme yapılarak kayaların jeolojisi, mineralojisi, petrografisi ve jeokimyası karşılaştırılarak Na (albit-NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) veya K'ca zengin feldispat (ortoklaz-KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) açısından hammadde olabilme potansiyelinin ortaya konulması hedeflenmiştir. Bunun yanı sıra bu kayaların silika içeriklerinin de yüksek olmaları nedeniyle kuvars olarak yan ürün şeklinde işletilebilirliği araştırılmıştır. Bahsi geçen değerlendirmeler yapılırken dünyanın farklı yerlerindeki alkali feldispat granit ve alkali feldispat siyenit kayalarının da kimyasal bileşimleri ile karşılaştırma yapılarak yorumlamalara gidilmiştir. Çalışma kapsamında cam ve seramik sanayiinde kullanılabilecek hammaddeler için belirlenmesi gereken mukavemet, renk, pışme küçülmesi gibi mekanik testler yapılmamış, tüm kaya ve mineral kimyası verileri kullanılarak bölgesel feldispat potansiyeli ortaya konulmaya çalışılarak ülke ekonomisine katkı sağlayabilecek alternatif yataklara dikkat çekilmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

İAKK'nın farklı yerlerinde yapılan arazi çalışması sonucunda toplanan alkali feldispat granit ve alkali feldispat siyenit kaya örneklerinden ince kesitler yapılarak ayrıntılı mineralojik ve petrografik incelemeler yapılmış ve kayaların mineralojik bileşimleri, mikroskobik dokusal özellikleri ve bozunma türleri ortaya konmuştur. İncelemeler Leica marka DMLP model polarizan mikroskopta yapılmıştır. Alkali feldispat granit ve alkali feldispat siyenit örneklerinin normatif mineralojik bileşimlerini ortaya koyabilmek amacıyla kimyasal bileşimlerinden yararlanılarak Cross, Iddings, Pirsson ve Washington (CIPW) (1931) normlarına göre hesaplamalar yapılmıştır.

Ana oksit ve iz element jeokimyasal analizleri için örnekler Retsch Marka çeneli kırıcıda kırılmış ve sonrasında FRITSCH marka öğütücüde Tungsten Karbid değirmen kullanılarak öğütülmüştür. 4g öğütülmüş örnek 0.9g bağlayıcı malzeme (Wachs) ile karıştırılıp, hidrolik baskı altında sıkıştırılarak pres-pastil (toz pellet) haline getirilerek Spectro marka X-LAB 2000 model Polarize Enerji Dispersif X-Işınları Floresans Spektrometresi (PEDXRF)'nde

ana element oksit ve iz element analizleri yapılmıştır. Analizler GEO-7220 yöntemi kullanılarak yapılmış olup, USGS'in plütonik kayalar (granit, granodiyorit vb.) için oluşturduğu K02-GSR-09 ve G01-GS-N-Granit standartları kullanılarak cihazın kalibrasyonu yapılmıştır.

Ayrıca seçilen kaya örneklerinden Elektron prob mikro analiz (EPMA) yöntemi kullanılarak feldispat (alkali feldispat) minerallerinin kimyaları belirlenmiştir. İnce kesitler, Quorum marka Q150T ES model cihaz kullanılarak karbon ile kaplanmış ve feldispat minerallerinin ana oksit bileşimleri, parlatılmış ince kesitler üzerinde JEOL marka JXA 8230 model cihaz kullanılarak 20 kV voltaj ve 15 nA akım altında belirlenmiştir. Kimyasal analiz sonuçları çizelge 5'te verilmiştir. Çalışma boyunca yapılan tüm çalışmalarda Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM) laboratuvarları ve cihazları kullanılmıştır.

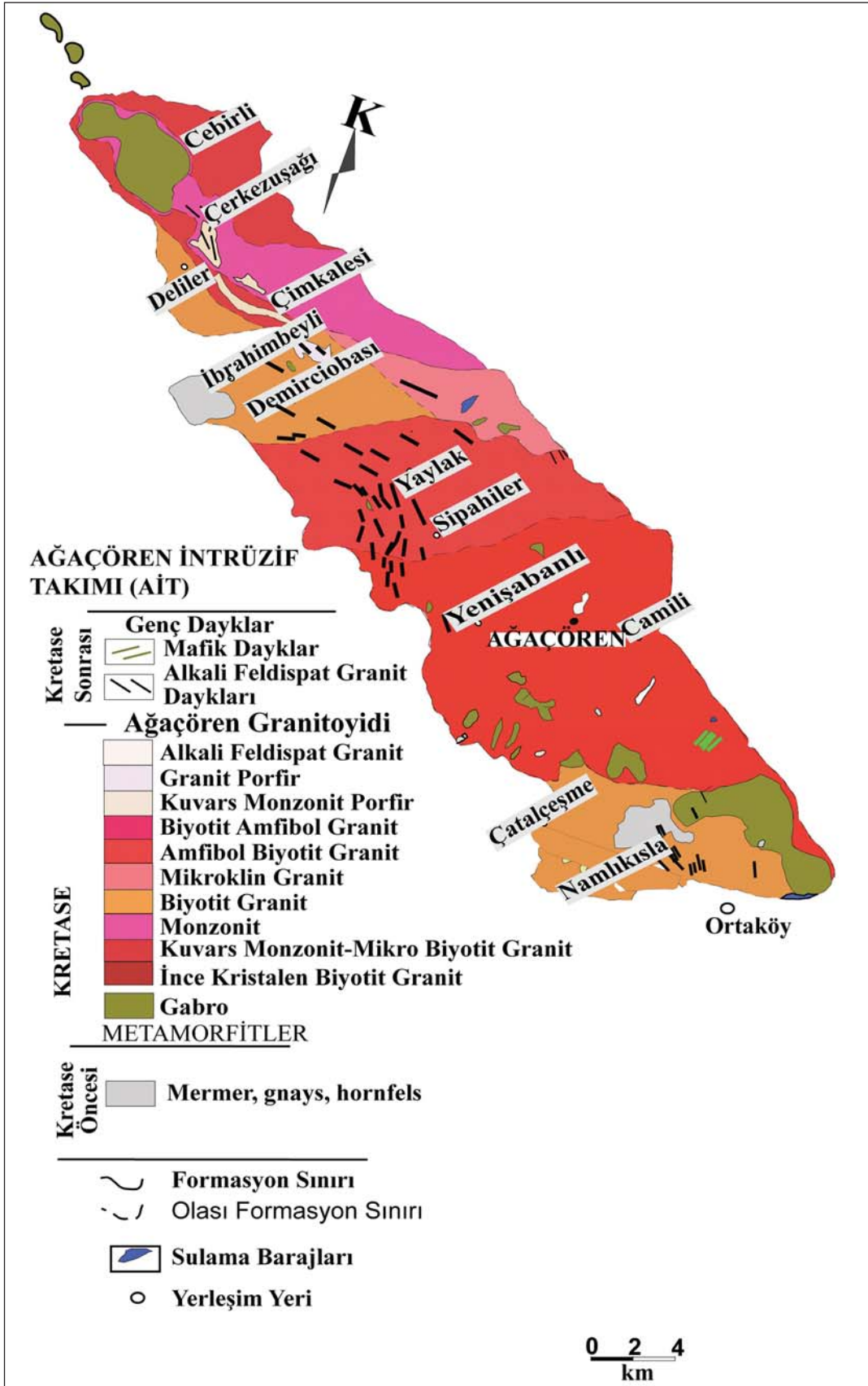
Literatür, arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen tüm veriler birlikte değerlendirilerek ve dünyadaki bazı örnekleri ile karşılaştırılarak alkali feldispat granitlerin ve alkali feldispat siyenitlerin cam ve seramik sanayisinde kullanımına ilişkin yorumlamalar yapılarak İç Anadolu Bölgesi'nde potansiyeli olan yataklar ortaya çıkarılmıştır.

## 3. Bölgesel Jeoloji

Kırşehir Masifi (Seymen, 1982), İç Anadolu Masifi (Ketin, 1955), Kırşehir Bloğu (Görür vd., 1984), Kırşehir Kompleksi (Lünel, 1985) veya Kırşehir Mikrolevhası (Erler vd., 1991) olarak da bilinen İAKK; kuzeyde İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu (İAEKZ), batıda Tuz Gölü ve doğuda İç Toros Kenet Zonu (İTKZ) ile sınırlanmaktadır. Bölge İç Anadolu Metamorfitleri (İAM), İç Anadolu Ofiyolitleri (İAO), İç Anadolu Felsik İntruzifleri (İFİ) ve manto kökenli mafik kayalar olmak üzere dört kaya grubundan oluşmaktadır (Göncüoğlu vd., 1991, 1992; Kadioğlu ve Güleç, 1996; Kadioğlu ve Özsan, 1997; Kadioğlu vd., 2003).

AİT başlıca granit, monzonit ve gabro bileşimindeki kayalardan ve bunları kesen alkali feldispat granit dayklarından meydana gelmektedir (Kadioğlu, 1991, 1996; Kadioğlu ve Güleç, 1996) (Şekil 2).

Yozgat civarında bulunan intrüzif kayalar başlıca granit, monzonit ve siyenitlerden oluşmaktadır

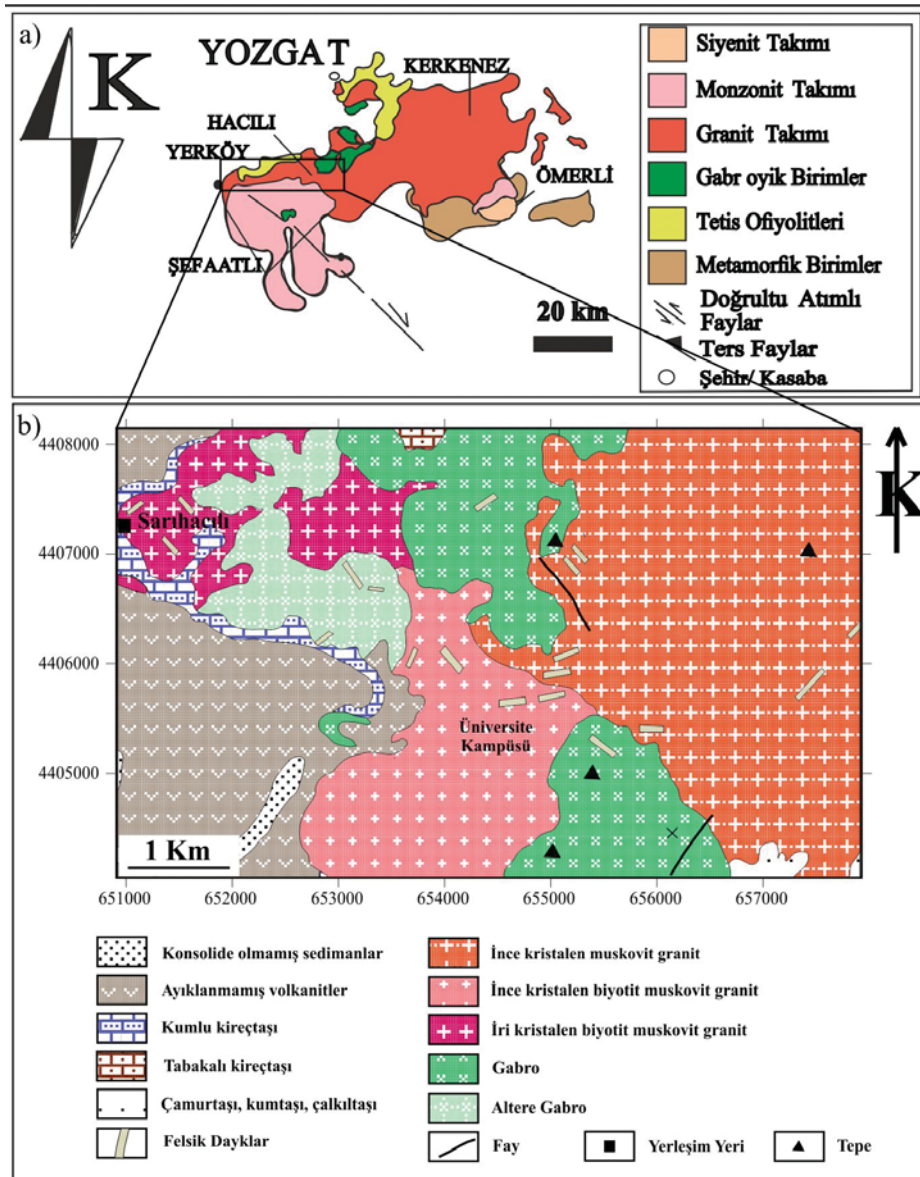


Şekil 2- Ağaçören İntrüzif Takımı (AİT)'nin jeoloji haritası (Kadıoğlu, 1996'dan değiştirilerek alınmıştır).

(Ekici, 1997; Tatar, 1997; Akçe, 2003; 2010; Akçe ve Kadioğlu, 2005; Aydoğdu, 2010; Tiryaki, 2012; Tüvar, 2015). İAKK içerisinde felsik kütleler açısından en fazla yayılım gösteren bölgelerden biri olan Hacılı Takımı, Yozgat'ın doğusunda Sarıhacılı köyü civarında yer almaktadır (Şekil 3). Lökokrat karakterde başlıca kuvars ve alkali feldispat açısından zengin olmasından dolayı açık ve pembe renkli olup faneritik doku özelliği sergilemektedirler (Akçe, 2010).

Cefalık, Behrekdağ, Terlemez Takımları monzonitik bileşimdeki kayalardan oluşmaktadır (Ataman, 1972; Seymen, 1982; Bayhan, 1987; Erler vd., 1991; Geven, 1992; İlbeyli, 1998; 2005; Yalnız

vd., 1999; Tatar, 2003; İlbeyli vd., 2004; 2009; İlbeyli ve Pearce, 2005; İlbeyli ve Kibici, 2009; Kadioğlu vd., 2006; Köksal vd., 2013). Cefalık Takımı monzonitik, kuvars monzonit ve alkali feldispat granit olarak ayırtlanmış ve bu kayaların yer yer aplitik, pegmatitik, mafik ve lösit fonolitik dayklar tarafından kesildiği belirtilmiştir (Geven, 1992; İlbeyli, 1998; Kadioğlu vd., 2006). Behrekdağ Takımının kuvars monzonit ve granit bileşiminde olduğu tanımlanmıştır (Bayhan 1986, 1989; Yadete, 1990; İlbeyli vd., 2004). Terlemez Takımı kuvars monzonit bileşiminde, orta-iri kristalli kayalar olup 3 cm x 10 cm boyutlarında K-feldispat megakristalleri içermektedir (Yalnız vd., 1999).



Şekil 3- (a) Hacılı Takımı'nın basitleştirilmiş jeoloji haritası (Kadioğlu vd., 2006'den değiştirilerek alınmıştır) (b) Sarıhacılı civarının jeoloji haritası (Akçe ve Kadioğlu, 2005'den değiştirilerek alınmıştır).

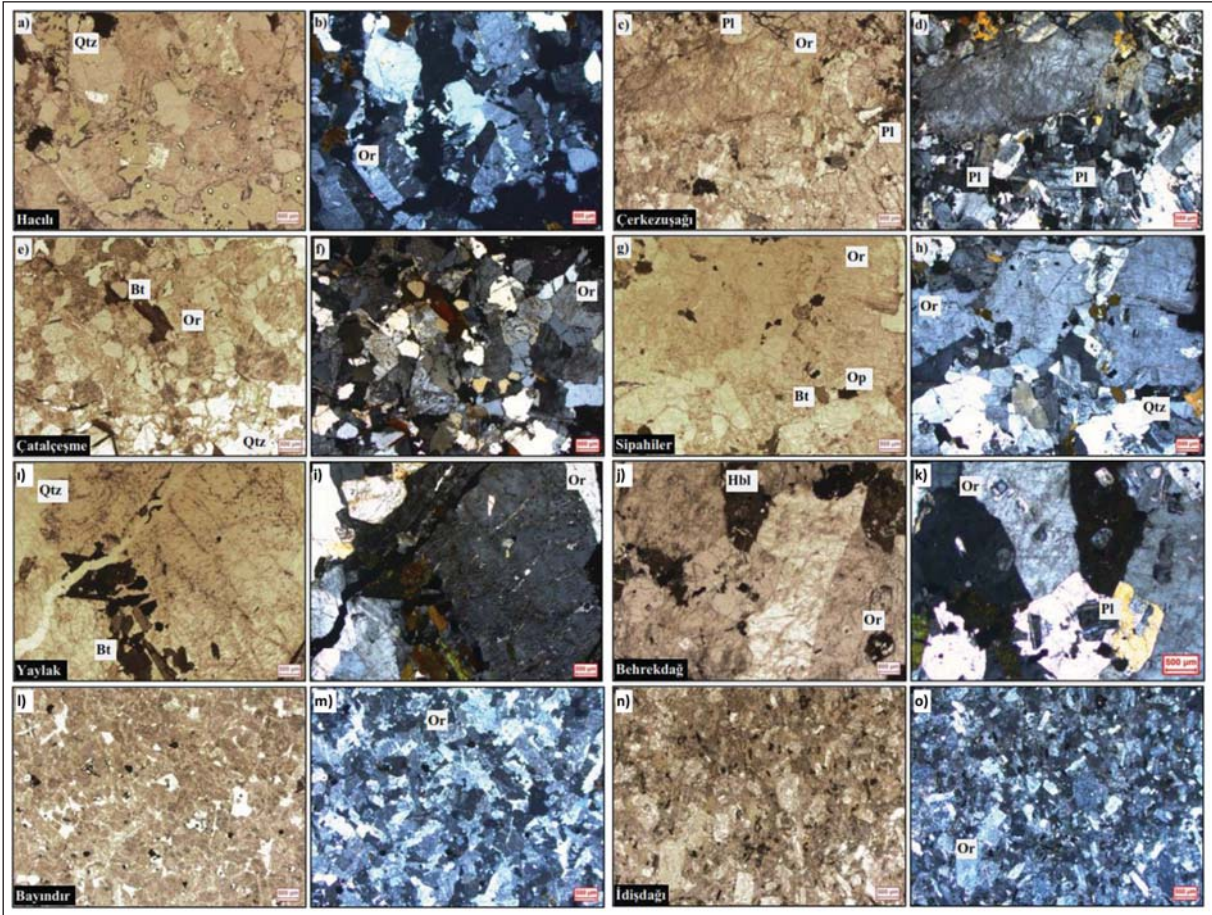
Bayındır, Hamit ve İdişdağı Takımları ise İAKK'ndeki Geç Kretase-Erken Senozoyik magmatizmasının son ürünlerini temsil etmekte olup siyenitik kompozisyona sahiptirler (Seymen, 1982; Bayhan, 1988; İlbeyli, 1998; Köksal, 1996; Köksal ve Göncüoğlu, 1997; Köksal vd., 2001). Bayındır Takımı kuvars siyenit ve feldispatoyidli siyenit bileşimindedir (Bayhan, 1988). Hamit Takımı feldispatoid içeren monzosiyenit olarak adlandırılmış ve koyu gri renkli, orta kristal boyutlu, porfiritik dokulu kayalardır (İlbeyli, 1998). İdişdağı Takımı kuvars siyenit ve alkali feldispatça zengin siyenit olarak tanımlanmıştır (Köksal vd., 2001). Orta-ince kristalin kayada yer yer porfiritik doku gözlenebilmektedir.

#### 4. Mineraloji ve Petrografi

İAKK; alkali feldispat içerikli kayalar feldispatoid içermeyen (granit-silikaca doymun olan) ve feldispatoid içeren (siyenit-silikaca doymun olmayan) olmak üzere 2 ana gruba ayrılmaktadır (Kadioğlu vd., 2006). İç Anadolu alkali feldispat granitlerinin ve alkali feldispat siyenitlerin felsik, mafik ve aksesuar mineral içerikleri çizelge 1'de verilmiştir. Alkali feldispat granitler ince kristalin, holokristalin hipidiyomorf taneler dokulu olup eş boyutlu ve yarı özşekilli kuvars, alkali feldispat, biyotit ve muskovit ile az oranda da plajiyoklaz minerallerinden meydana gelmektedir (Şekil 4a, 4b). Alkali feldispatlar 0.5–5 mm tane boyutuna sahip ve daha çok ortoklaz ve mikroklin, plajiyoklazlar ise 0.3–3 mm boyutunda olup

Çizelge 1- İç Anadolu alkali feldispat granitlerinin ve siyenitlerin felsik, mafik ve aksesuar mineral içerikleri.

İntrüzyon Adı	Üst Takım	Felsik Mineraller	Mafik Mineraller	İzotrop Mineraller	Aksesuar Mineraller	
Kalebalta	Granit	AİT	Kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz	-	Grossular, andradit	
Agaçören			Kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz, muskovit	Klorit, epidot	-	Manyetit
Yıldırımli			Kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz	-	-	Manyetit, hematit
Çerkezuşağı			Ortoklaz, plajiyoklaz	Amfibol, biyotit, klorit, epidot	-	Manyetit, ilmenit
Çatalçeşme			Kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz	Biyotit, amfibol, klorit, epidot	-	Manyetit, ilmenit, hematit
İbrahimbeyli			Kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz	Biyotit, amfibol, klorit, epidot	-	Manyetit
Deliler			Kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz	Biyotit, amfibol, klorit, epidot	-	Manyetit
Ekecik			Kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz	Biyotit, amfibol, klorit, epidot	-	Manyetit, ilmenit
Sipahiler			Kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz	Amfibol, biyotit, klorit, epidot	-	Manyetit
Camili			Kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz	Amfibol, biyotit, klorit, epidot	-	Manyetit
Yaylak			Kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz	Amfibol, biyotit, klorit, epidot	-	Manyetit
Cefalık	Monzonit	Ortoklaz, plajiyoklaz	Amfibol, biyotit, klorit, epidot	-	Manyetit, ilmenit	
Behrekdağ		Ortoklaz, plajiyoklaz	Amfibol, biyotit, klorit, epidot	-	Manyetit, ilmenit	
Terlemez		Ortoklaz, plajiyoklaz	Amfibol, biyotit, klorit, epidot	-	Manyetit, ilmenit	
Bayındır	Siyenit	Nefelin, ortoklaz, plajiyoklaz	Biyotit, amfibol	Melanit, florit	Manyetit, ilmenit, hematit	
Hamit		Nefelin, ortoklaz, plajiyoklaz	Biyotit, amfibol	Melanit, florit	Manyetit, ilmenit	
İdişdağı		Nefelin, ortoklaz, plajiyoklaz, kuvars, muskovit	Amfibol, biyotit,	Melanit, florit	Manyetit, ilmenit	
Sarıhacılı	Granit	Kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz, muskovit	Biyotit, klorit, epidot	Grossular, andradit	Manyetit	



Şekil 4- Çalışma alanındaki bazı alkali feldspat granitlerin ve siyenitlerin ince kesit fotoğrafları (a, b) Hacılı, (c, d) Çerkezuşağı (AİT), (e, f) Çatalçeşme (AİT), (g, h) Sipahiler (AİT), (i, j) Yaylak (AİT), (k) Behrekdağ alkali feldspat granit içindeki ortoklaz minerallerinin ince kesit görüntüsü, (l, m) ince kristalin Bayındır alkali feldspat siyenitinin mikro fotoğrafı, (n, o) İdişdağ alkali feldspat siyenitinin ince kesit fotoğrafı.

başlıca oligoklaz ve yer yer de albit bileşimindedir (%An<sub>10-35</sub>). Mika grubu mineraller ise boyutları 0.1–2 mm olan kama ve yapraklı şekilli biyotit ve muskovitten oluşmaktadır (Şekil 4). Alkali feldspat granitlerin bir kısmında (Hacılı ve Kalebalta) tali mineral halinde granatlar gözlenmektedir. Ortoklazın içerisinde çivi yazısına benzer şekilli kuvarslar gözlenmekte olup tipik grafik ve mirmekitik doku özelliği sergilemektedirler. Kayaların içerisindeki ortoklaz ve plajiyoklazların bir kısmında yüzeysel etkiler sonucunda killeşme ve serisitleşme gözlenebilmektedir (Şekil 4). Biyotit ile birlikte boyutları 0.1 mm'den 0.4 mm'ye kadar değişen aksesuar halindeki Fe içerikli manyetit ve ilmenit mineralleri serbest bağımsız halde kaya içerisinde yer almaktadır.

Alkali feldspat granit bileşimindeki kayaların bir kısmı, bölgedeki diğer kayaları dayklar şeklinde keskin dokanakla kesmekte ve yaygın olarak AİT içerisinde

bulunmaktadır. Bunlar başlıca ortoklaz, kuvars ve az oranda plajiyoklaz ve muskovitten oluşmaktadır. AİT içerisindeki Yaylak çevresinde yer alan alkali feldspat graniti daykları içerisinde biyotitler magma segregasyon anklavlarını oluşturacak şekilde kaya içerisinde yer almaktadır (Şekil 4, 5i).

Cefalık, Behrekdağ, Terlemez Alt Takımları monzonit bileşimindedir (Akıman vd., 1993; Yalnız vd., 1999; Tatar, 2003; İlbeyli vd., 2004, 2009; İlbeyli, 2005; İlbeyli ve Pearce, 2005; İlbeyli ve Kibici, 2009; Kadioğlu vd., 2006; Köksal vd., 2013). Cefalık Takımı içerisindeki iri kristalen monzodiyorit bileşimindeki kayalar 10 cm'e kadar ulaşan feldspat megakristalleri içermeleri nedeniyle porfirik dokuludur. Kayalar, başlıca plajiyoklaz, alkali feldspat, biyotit ve amfibol minerallerinden meydana gelmekte ve mafik mineral oranları diğer felsik kayalara göre daha yüksektir (Kadioğlu vd., 2006). Monzonit bileşimindeki kayalar gri renkli, iri kristalindir. Porfirik dokulu bu kayaların



mafik mineral bileşimini biyotit, amfibol ve az oranda piroksen oluşturmaktadır. Terlemez monzonitleri başlıca K-feldispat, plajiyoklaz, hornblend, biyotit ve az oranda piroksen minerallerinden meydana gelmektedir. Terlemez monzonitlerinde % 3'e varan epidot mineralleri bozuşma sonucu gözlenmektedir.

Bayındır, Hamit ve İdişdağı Alt Takımları ise siyenitoid bileşimli silikaca doymun olmayan kaya gruplarını temsil etmekte ve bunları kesen felsik dayklar da alkali feldispat siyenit bileşimindedirler (Kadioğlu vd., 2006). Alkali feldispat siyenitler genel olarak holokristalin tanesal dokulu olup başlıca alkali feldispat, nefelin, plajiyoklaz, amfibol, az oranda biyotit ve klinopiroksen içermekte ve bunların yanı sıra titanit, zirkon, apatit ve aksesuar mineralleri ile epidot, klorit ve kalsit gibi ikincil minerallerden meydana gelmektedir (Şekil 5n, 5o). Alkali feldispat siyenitlerin en karakteristik özelliği nefelin gibi feldispatoid minerallerini içermeleridir. Bu yüzden bu tür kayaların alkali feldispat (ortoklaz, mikroklin, anortoklaz) minerallerinin yanında nefelin içermesine bağlı olarak K ve Na oranlarının Alkali feldispat granitlere göre daha fazla olmasına neden olmaktadır.

Çalışılan her bir lokasyondaki örneklerde felsik mineral ve aksesuar minerallerin türünü ve oranını belirlemek amacıyla kayaların kimyasal bileşimlerine dayalı CIPW norm değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 2). Buna göre kayaların içerisindeki aksesuar mineraller ilmenit, manyetit, hematit ve rutil minerallerinden meydana geldikleri görülmüştür (Çizelge 2). AİT'deki (Kalebalta, Yıldırım, Çerkezuşuğu, Çatalçeşme, İbrahimbeyli, Deliler, Ekecik, Sipahiler, Camili, Yaylak, Namlıkışla) kayaların başlıca hematit (%0.28-1.66), az oranda ilmenit (%0.06-0.51) ve rutil (%0.02-0.20), Hacılı Takımı örnekleri ise ilmenit (%0.11-0.13) ve rutil (%0.34) bileşimindeki aksesuar mineralleri içermektedir (Çizelge 2). Cefalık, Behrekdağ, Terlemez Takımları içerisindeki aksesuar mineraller ilmenit (%0.06-0.15), hematit (%2.83) ve rutil (%0.14-0.23) bileşimindedir (Çizelge 2). Bayındır, Hamit ve İdişdağı Takımları ise ilmenit (%0.30-0.39), manyetit (%0.12) ve hematit (%0.38-0.43) içermektedir (Çizelge 2). Kayalardaki kuvars içerikleri arttıkça feldispat (plajiyoklaz ve ortoklaz) içerikleri azalmakta buna karşılık mafik mineral içerikleri artmaktadır (Çizelge 2).

## 5. Jeokimya

Çalışma kapsamınca incelenen alkali feldispat granit ve alkali feldispat siyenitlerin ana oksit %

element içerikleri çizelge 3'de verilmiştir. Jeokimyasal analiz sonuçları literatürdeki bazı alkali feldispat granitlerin (Junggar-Mogolistan, Changyi-Çin, Alvand-İran, Katharina-Mısır, İskoçya, Klipberg-Afrika) kimyası ile de karşılaştırılarak yorumlanmıştır (Çizelge 4) (Veriler Scheepers ve Schoch, 1988; Murphy vd., 1998; Katzir vd., 2007; Geng vd., 2009; Aliani vd., 2011; Lan vd., 2015'ten alınmıştır).

AİT içerisinde yer alan, Kalebalta, Yıldırım, Çerkezuşuğu, Çatalçeşme, İbrahimbeyli, Deliler, Ekecik, Sipahiler, Camili, Yaylak ve Namlıkışla civarında dayklar şeklinde yüzlek veren alkali feldispat granitler, %71.05-78.84 (ortalama %74.64) SiO<sub>2</sub>, %11.56-15.70 (ortalama %13.28) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %3.92-7.78 (ortalama %5.58) K<sub>2</sub>O ve %2.11-6.22 (ortalama %3.48) Na<sub>2</sub>O değerlerine sahiptir (Çizelge 3). Kayaların Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO ve TiO<sub>2</sub> miktarlarının oldukça düşük olduğu görülmektedir (sırasıyla %0.04-1.99, %0.04-0.98, %0.01-0.79). Bu durum kayaların içerisindeki mafik ve manyetit ve ilmenit gibi aksesuar mineral oranlarının az oluşundan kaynaklanmaktadır.

Yozgat ilinin doğusunda yer alan Hacılı Takımı (Sarıhacılı) içerisinde bulunan iki mikalı alkali feldispat granit ve muskovitli alkali feldispat granitlerin kimyalarına bakıldığında bazı element içeriklerinde az da olsa farklılıklar görülmektedir (Çizelge 3). Kayaların SiO<sub>2</sub> ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri hemen hemen benzerken Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO ve TiO<sub>2</sub> içeriklerinde farklılıklar gözlenmektedir. İki mikalı alkali feldispat granitlerin Na<sub>2</sub>O içerikleri %2.67-4.02, K<sub>2</sub>O miktarları %5.43-6.84, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri %1.06-1.83, MgO miktarları %0.25-1.97 ve TiO<sub>2</sub> içerikleri %0.11-0.53 arasındadır. Buna karşılık muskovitli alkali feldispat granitlerin sırasıyla bu oksit içerikleri %1.48-5.58, %5.15-9.90, %0.13-0.84, %0.02-0.74, %0.06-0.68 arasında değişmektedir. Muskovitli alkali feldispat granitlerdeki K<sub>2</sub>O oranının yüksek olması, muskovit oranının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca Na<sub>2</sub>O oranının yüksek olmasının nedeni ise feldispat minerallerinin bir kısmının albit bileşiminde olmasından kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde; iki mikalı alkali feldispat granitlerin hem muskovit hem de biyotit minerali içerdiğinden Fe ve Mg değerlerinin muskovitli granitlere nazaran daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca iki mikalı granitlerde serbest halde aksesuar titanitlerin gözlenmesine bağlı olarak TiO<sub>2</sub> değerinin muskovit granitlerdeki TiO<sub>2</sub> içeriklerine kıyasla daha fazla olduğu görülmüştür. (Şekil 5).

Çizelge 2- İç Anadolu alkali feldispat granitlerinin ve siyenitlerin CIPW normatif değerleri.

Örnek Numarası	Lokasyon	Kuvars	Plajiyoklaz	Ortoklaz	Diyopsit	Korundum	Vollastonit	Hipersten	Apatit	Sfen	İlmenit	Manyetit	Hematit	Rutil	Nefelin	Akmit
Kaleb-1	Kalebalta	26.02	28.25	40.72	0.54	0.00	0.78	0.00	0.12	0.42	0.51	0.00	1.66	0.00	0.00	0.98
Kaleb-2	Kalebalta	24.56	28.18	40.89	0.32	0.00	0.10	0.00	0.14	0.24	0.73	0.00	0.00	0.00	1.56	3.27
Kaleb-3	Kalebalta	39.29	20.05	34.63	0.00	1.49	0.00	1.44	0.21	0.00	0.85	0.20	1.86	0.00	0.00	0.00
Kaleb-4	Kalebalta	41.14	28.69	23.64	0.00	2.11	0.00	2.22	0.07	0.00	0.23	0.57	1.33	0.00	0.00	0.00
Kaleb-5	Kalebalta	23.32	30.84	41.54	1.65	0.00	0.00	1.03	0.07	0.00	0.36	0.23	0.97	0.00	0.00	0.00
Kaleb-6	Kalebalta	37.04	28.00	28.48	0.00	2.80	0.00	1.67	0.07	0.00	0.62	0.00	0.83	0.47	0.00	0.00
Agac-1	Agaçören	33.16	29.02	33.80	0.00	1.23	0.00	1.74	0.09	0.00	0.28	0.15	0.51	0.00	0.00	0.00
Agac-2	Agaçören	36.05	24.12	33.33	0.00	3.08	0.00	2.32	0.05	0.00	0.19	0.00	0.85	0.03	0.00	0.00
Agac-3	Agaçören	36.53	28.51	29.08	0.00	2.63	0.00	2.39	0.05	0.00	0.25	0.37	0.19	0.00	0.00	0.00
Agac-4	Agaçören	34.78	29.11	29.19	0.00	3.65	0.00	2.34	0.12	0.00	0.21	0.53	0.08	0.00	0.00	0.00
Yıld-1	Yıldırımli	43.95	24.89	26.06	0.00	3.11	0.00	1.27	0.09	0.00	0.17	0.00	0.36	0.10	0.00	0.00
Yıld-2	Yıldırımli	36.70	34.68	25.23	0.00	1.27	0.00	1.44	0.12	0.00	0.17	0.00	0.29	0.10	0.00	0.00
Yıld-3	Yıldırımli	28.79	22.19	44.20	0.21	0.00	1.42	0.00	0.16	0.19	0.21	0.00	0.00	0.00	1.95	0.64
Yıld-4	Yıldırımli	28.64	24.27	43.49	0.00	0.00	0.00	1.59	0.37	0.61	0.19	0.00	0.65	0.16	0.00	0.00
Cerk-1	Çerkezuşağı	24.23	18.41	46.69	1.85	0.00	0.00	1.58	0.21	0.46	0.19	0.00	0.00	0.00	5.97	0.41
Cerk-2	Çerkezuşağı	33.08	26.65	37.17	0.00	0.50	0.00	1.20	0.42	0.00	0.19	0.00	0.94	0.08	0.00	0.00
Cerk-3	Çerkezuşağı	32.46	27.42	36.64	0.00	1.04	0.00	1.54	0.39	0.00	0.19	0.00	0.28	0.05	0.00	0.00
Nkisle-1	Çatalçeşme	23.55	28.12	41.13	0.74	0.00	0.00	1.37	0.30	0.65	0.06	0.00	0.00	0.00	3.00	1.07
Nkisle-2	Çatalçeşme	26.66	25.34	42.49	2.14	0.00	0.00	1.10	0.32	0.04	0.21	0.00	0.00	0.00	0.88	0.81
İbrah-1	İbrahimbeyli	35.95	19.88	40.78	0.00	1.55	0.00	0.62	0.30	0.00	0.21	0.00	0.78	0.04	0.00	0.00
İbrah-2	İbrahimbeyli	38.42	24.67	31.56	0.00	1.59	0.00	1.97	0.30	0.00	0.15	0.00	0.91	0.44	0.00	0.00
Delil-1	Deliler	48.80	21.83	24.05	0.00	3.02	0.00	1.10	0.28	0.00	0.15	0.00	0.68	0.09	0.00	0.00
Delil-2	Deliler	39.36	29.69	25.53	0.00	2.61	0.00	1.67	0.37	0.00	0.06	0.00	0.56	0.15	0.00	0.00
Delil-3	Deliler	39.42	27.74	26.00	0.00	3.13	0.00	2.14	0.37	0.00	0.17	0.00	0.93	0.09	0.00	0.00
Ekeck-1	Ekecik	40.60	26.31	26.36	0.00	3.18	0.00	1.89	0.42	0.00	0.15	0.00	0.62	0.47	0.00	0.00
Ekeck-2	Ekecik	37.07	34.68	23.93	0.00	2.86	0.00	0.25	0.14	0.00	0.13	0.00	0.73	0.21	0.00	0.00
Ekeck-3	Ekecik	28.16	26.71	41.78	1.15	0.00	0.00	0.36	0.28	0.89	0.15	0.00	0.53	0.00	0.00	0.00
Siph-1	Sipahiler	17.01	39.04	39.42	1.15	0.00	0.00	1.01	0.16	0.25	0.17	0.00	0.00	0.00	1.62	0.17
Siph-2	Sipahiler	27.29	39.32	29.96	0.00	1.45	0.00	1.39	0.21	0.00	0.11	0.00	0.12	0.15	0.00	0.00
Siph-3	Sipahiler	23.23	28.34	45.92	0.83	0.00	0.00	0.91	0.14	0.23	0.13	0.00	0.00	0.00	0.15	0.12
Cefalık-1	Cefalık	22.52	24.04	47.10	1.67	0.00	0.00	0.82	0.23	0.20	0.15	0.00	0.00	0.00	2.98	0.29
Cefalık-2	Cefalık	27.45	31.27	37.35	0.00	0.50	0.00	2.52	0.16	0.00	0.15	0.00	0.36	0.22	0.00	0.00
Cefalık-3	Cefalık	31.90	19.85	43.26	0.00	1.96	0.00	0.67	0.76	0.00	0.11	0.00	1.37	0.12	0.00	0.00
Cefalık-4	Cefalık	37.28	31.53	25.59	0.00	2.82	0.00	0.95	0.12	0.00	0.11	0.00	1.52	0.09	0.00	0.00
Behrek-1	Behrekdag	17.14	30.14	47.40	0.00	0.00	0.00	2.39	0.19	0.00	0.15	0.00	0.00	0.23	1.20	1.27
Behrek-2	Behrekdag	13.51	31.48	46.63	1.25	0.00	0.00	1.88	0.16	0.32	0.13	0.00	0.00	0.00	4.36	0.29
Behrek-3	Behrekdag	15.91	34.12	42.02	2.40	0.00	0.00	1.11	0.19	0.47	0.15	0.00	0.00	0.00	1.20	2.46
Behrek-4	Behrekdag	27.79	37.22	29.37	0.00	2.34	0.00	2.44	0.16	0.00	0.17	0.00	0.46	0.03	0.00	0.00
Behrek-5	Behrekdag	18.07	38.01	40.19	0.00	0.00	0.00	2.57	0.21	0.00	0.19	0.00	0.38	0.19	0.00	0.28

Çizelge 2- devam.

Örnek Numarası	Lokasyon	Kuvars	Plajiyoklaz	Ortoklaz	Diyopsit	Korundum	Vollastonit	Hipersten	Apatit	Sfen	İlimenit	Manyetit	Hematit	Rutil	Nefelin	Akmit
Behrek-6	Behrekdag	28.06	38.99	26.77	0.00	2.45	0.00	1.59	0.16	0.00	0.02	0.00	1.75	0.19	0.00	0.00
Terlm1	Terlemez	27.32	31.08	31.79	0.00	2.57	0.00	3.86	0.35	0.00	0.06	0.00	2.83	0.14	0.00	0.00
Terlm2	Terlemez	31.71	30.88	31.97	0.47	0.00	0.60	0.00	0.07	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	1.81	2.46
Cam-1	Camili	29.77	41.68	25.71	0.00	1.79	0.00	0.25	0.25	0.00	0.02	0.00	0.50	0.03	0.00	0.00
Cam-2	Camili	34.88	34.90	28.96	0.00	0.22	0.00	0.20	0.05	0.00	0.04	0.04	0.71	0.00	0.00	0.00
Cam-3	Camili	27.78	29.51	34.63	0.63	0.00	0.00	0.41	0.12	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	4.75	2.17
Yaylak-1	Yaylak	25.63	41.17	30.43	0.00	1.61	0.00	0.32	0.32	0.00	0.21	0.00	0.28	0.02	0.00	0.00
Yaylak-2	Yaylak	43.48	19.72	28.48	0.00	6.73	0.00	0.37	0.28	0.00	0.21	0.00	0.77	0.04	0.00	0.00
Yaylak-3	Yaylak	42.75	24.41	25.35	0.00	5.64	0.00	0.45	0.30	0.00	0.15	0.00	0.90	0.04	0.00	0.00
Yaylak-4	Yaylak	43.05	30.21	23.87	0.00	1.33	0.00	0.35	0.28	0.00	0.15	0.00	0.68	0.09	0.00	0.00
Hacılı-9	Yozgat	28.41	27.77	35.93	1.98	0.00	0.00	0.28	0.30	0.55	0.13	0.00	0.00	0.00	0.25	4.43
Hacılı-10	Yozgat	34.17	26.16	32.56	1.71	0.00	0.00	0.28	0.35	0.59	0.13	0.00	0.41	0.00	0.00	3.64
Hacılı-11	Yozgat	34.38	22.76	34.10	0.00	1.02	0.00	4.36	1.20	0.00	0.15	0.00	1.67	0.39	0.00	0.00
Hacılı-12	Yozgat	32.90	25.79	32.56	0.00	0.31	0.00	4.98	1.00	0.00	0.17	0.00	1.86	0.45	0.00	0.00
Hacılı-13	Yozgat	30.11	23.01	38.41	0.14	0.00	0.00	2.20	0.51	0.72	0.13	0.00	0.00	0.00	0.35	4.43
Hacılı-14	Yozgat	31.44	19.98	39.77	0.45	0.00	0.00	1.98	0.46	0.74	0.17	0.00	0.00	0.00	1.60	3.38
Hacılı-15	Yozgat	29.24	22.56	40.36	1.30	0.00	0.00	1.74	0.51	0.71	0.15	0.00	0.05	0.00	0.00	3.38
Hacılı-16	Yozgat	31.66	28.61	37.70	0.00	0.00	0.00	0.62	0.14	0.10	0.04	0.00	1.07	0.05	0.00	0.00
Hacılı-17	Yozgat	32.23	23.16	38.47	0.00	0.00	0.00	1.84	0.49	0.00	0.11	0.00	0.00	0.34	1.29	2.14
Hacılı-18	Yozgat	40.72	22.93	31.50	0.00	1.88	0.00	0.80	0.95	0.00	0.26	0.00	0.84	0.53	0.00	0.00
Hacılı-19	Yozgat	41.23	22.59	30.67	0.00	2.92	0.00	0.35	1.02	0.00	0.26	0.00	0.84	0.54	0.00	0.00
Hacılı-1	Yozgat	38.65	25.13	31.91	0.00	1.71	0.00	0.45	1.02	0.00	0.26	0.00	0.75	0.54	0.00	0.00
Hacılı-2	Yozgat	39.24	22.09	34.10	0.00	2.45	0.00	0.47	1.07	0.00	0.17	0.00	0.32	0.50	0.00	0.00
Hacılı-3	Yozgat	41.22	21.07	32.68	0.00	3.06	0.00	0.40	1.02	0.00	0.28	0.00	0.23	0.49	0.00	0.00
Hacılı-4	Yozgat	39.97	23.02	32.62	0.00	2.59	0.00	0.45	0.90	0.00	0.24	0.00	0.13	0.50	0.00	0.00
Hacılı-5	Yozgat	32.99	6.35	58.45	0.00	0.00	0.00	0.05	0.07	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	1.23	0.78
Hacılı-6	Yozgat	27.79	28.25	40.66	0.00	0.00	0.00	0.62	0.21	0.21	0.02	0.00	0.00	0.08	1.62	0.52
Hacılı-7	Yozgat	24.26	29.93	40.19	0.00	0.00	0.00	0.40	0.16	0.59	0.04	0.00	0.00	0.05	3.97	0.41
Hacılı-8	Yozgat	39.27	18.02	38.71	0.00	2.82	0.00	0.42	0.37	0.00	0.02	0.00	0.17	0.25	0.00	0.00
Bayınd-1	Bayındır	19.70	50.82	25.65	0.00	1.54	0.00	1.42	0.07	0.00	0.30	0.12	0.38	0.00	0.00	0.00
Bayınd-2	Bayındır	8.57	48.39	32.38	5.27	0.00	0.94	0.00	0.16	0.00	0.08	0.44	0.18	0.00	0.00	3.59
Bayınd-3	Bayındır	4.33	49.50	36.29	0.58	0.00	3.75	0.00	0.07	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	1.65	3.59
Bayınd-4	Bayındır	3.77	46.50	32.92	3.71	0.00	0.62	0.00	0.07	2.32	0.45	0.00	0.00	0.00	2.57	7.09
Hamt-1	Hamit	7.54	51.37	30.26	3.87	0.00	1.19	0.00	0.25	0.17	0.39	0.00	0.43	0.00	0.00	4.54
Hamt-2	Hamit	6.11	49.07	36.11	5.16	0.00	0.58	0.00	0.21	0.29	0.34	0.00	2.14	0.00	0.00	0.00
Hamt-3	Hamit	7.54	55.99	24.76	4.83	0.00	0.85	0.00	0.21	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.74	4.77
idis-1	İdişdağı	7.41	50.30	26.53	5.33	0.00	0.00	0.04	0.16	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.05	9.84
idis-2	İdişdağı	19.32	41.63	32.03	0.00	0.54	0.00	2.29	0.05	0.00	0.32	0.00	2.85	0.97	0.00	0.00
idis-3	İdişdağı	9.76	32.19	43.14	4.71	0.00	0.00	1.35	0.07	0.00	0.32	0.16	0.45	0.00	0.00	7.87
idis-4	İdişdağı	5.97	59.81	25.18	2.96	0.00	0.66	0.00	0.07	0.44	0.53	0.00	3.93	0.00	0.00	0.46

Çizelge 3- İç Anadolu alkali feldispat granitlerinin ve alkali feldispat siyenitlerin major oksit jeokimyası.

Örnek Numarası	Lokasyon	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O/ Na <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O/ K <sub>2</sub> O
Kaleb-1	Kalebalta	72.67	12.86	1.99	0.10	0.70	3.45	6.84	0.44	1.98	0.50
Kaleb-2	Kalebalta	72.61	12.87	1.12	0.06	0.28	4.52	6.87	0.48	1.52	0.66
Kaleb-3	Kalebalta	75.24	11.56	1.97	0.57	0.09	2.33	5.78	0.44	2.48	0.40
Kaleb-4	Kalebalta	75.30	12.22	1.69	0.87	0.56	3.02	3.92	0.12	1.30	0.77
Kaleb-5	Kalebalta	71.64	13.64	1.11	0.71	0.72	3.44	6.93	0.19	2.02	0.50
Kaleb-6	Kalebalta	73.65	13.81	0.82	0.66	0.71	2.86	4.74	0.79	1.66	0.60
Agac-1	Agaçören	73.96	13.69	0.61	0.69	0.98	2.85	5.65	0.15	1.98	0.50
Agac-2	Agaçören	73.54	13.49	0.83	0.90	0.02	2.77	5.49	0.13	1.98	0.51
Agac-3	Agaçören	74.57	13.39	0.44	0.94	0.23	3.18	4.82	0.13	1.51	0.66
Agac-4	Agaçören	72.55	14.45	0.44	0.91	0.33	3.18	4.79	0.11	1.51	0.66
Yıld-1	Yıldırımılı	78.17	12.73	0.36	0.51	0.14	2.87	4.38	0.19	1.53	0.65
Yıld-2	Yıldırımılı	76.62	12.77	0.29	0.57	0.37	3.88	4.23	0.19	1.09	0.92
Yıld-3	Yıldırımılı	73.37	12.16	0.22	0.04	0.87	3.63	7.33	0.19	2.02	0.50
Yıld-4	Yıldırımılı	74.23	12.76	0.65	0.64	0.52	2.78	7.34	0.51	2.64	0.38
Cerk-1	Çerkezuşağı	72.20	12.10	0.14	0.98	0.73	5.25	7.88	0.29	1.50	0.67
Cerk-2	Çerkezuşağı	74.82	12.27	0.92	0.47	0.01	3.09	6.18	0.18	2.00	0.50
Cerk-3	Çerkezuşağı	75.02	12.92	0.28	0.61	0.20	3.20	6.12	0.15	1.91	0.52
Nkisle-1	Çatalçeşme	71.86	12.80	0.36	0.68	0.54	4.91	6.86	0.30	1.40	0.72
Nkisle-2	Çatalçeşme	73.67	12.60	0.28	0.83	0.74	3.52	7.13	0.13	2.03	0.49
İbrah-1	İbrahimbeyli	75.32	12.70	0.77	0.25	0.06	2.32	6.80	0.15	2.93	0.34
İbrah-2	İbrahimbeyli	76.29	12.06	0.90	0.78	0.18	2.88	5.30	0.52	1.84	0.54
Delil-1	Deliler	78.84	12.32	0.68	0.44	0.96	2.11	4.06	0.17	1.93	0.52
Delil-2	Deliler	76.81	13.15	0.56	0.67	0.38	3.40	4.31	0.18	1.27	0.79
Delil-3	Deliler	75.28	13.60	0.92	0.85	0.71	2.95	4.36	0.18	1.48	0.68
k-Ekeck-1	Ekecik	76.31	13.50	0.62	0.76	0.68	2.85	4.46	0.55	1.56	0.64
k-Ekeck-2	Ekecik	75.20	14.21	0.72	0.10	0.51	3.80	4.01	0.28	1.06	0.95
k-Ekeck-3	Ekecik	74.25	13.04	0.53	0.36	0.96	3.00	7.05	0.44	2.35	0.43
Siph-1	Sipahiler	71.05	14.70	0.06	0.62	0.46	5.42	6.62	0.19	1.22	0.82
Siph-2	Sipahiler	73.08	14.80	0.12	0.55	0.58	4.32	5.01	0.21	1.16	0.86
Siph-3	Sipahiler	73.01	13.80	0.04	0.52	0.36	3.41	7.70	0.16	2.26	0.44
Cefalık-1	Cefalık	72.10	13.20	0.10	0.64	0.62	4.36	7.91	0.16	1.81	0.55
Cefalık-2	Cefalık	73.78	14.11	0.36	1.01	0.87	3.25	6.34	0.30	1.95	0.51
Cefalık-3	Cefalık	74.13	14.07	1.38	0.27	0.70	2.21	7.37	0.18	3.33	0.30
Cefalık-4	Cefalık	75.47	14.01	1.52	0.38	0.52	3.46	4.33	0.15	1.25	0.80
Behrek-1	Behrekdağ	69.91	14.27	0.43	0.94	0.01	4.26	7.87	0.30	1.85	0.54
Behrek-2	Behrekdağ	68.80	14.50	0.10	0.98	0.50	5.90	7.80	0.20	1.32	0.76
Behrek-3	Behrekdağ	70.82	14.38	0.85	0.89	0.86	4.99	7.14	0.27	1.43	0.70
Behrek-4	Behrekdağ	72.80	14.87	0.45	0.97	0.21	4.28	4.91	0.12	1.15	0.87
Behrek-5	Behrekdağ	71.21	14.61	0.48	1.02	0.01	4.49	6.74	0.29	1.50	0.67
Behrek-6	Behrekdağ	72.67	15.35	1.75	0.64	0.55	4.35	4.54	0.20	1.04	0.96
Terlm1	Terlemez	69.85	14.75	2.79	1.53	0.79	3.27	5.31	0.17	1.62	0.62
Terlm2	Terlemez	76.40	11.86	0.85	0.08	0.45	4.90	5.41	0.02	1.10	0.91
Cam-1	Camili	75.06	14.99	0.50	0.10	0.53	4.72	4.37	0.04	0.93	1.08
Cam-2	Camili	77.36	12.66	0.74	0.08	0.41	3.90	4.91	0.02	1.26	0.79
Cam-3	Camili	74.86	12.13	0.75	0.28	0.23	6.22	5.88	0.01	0.95	1.06
Yaylak-1	Yaylak	72.83	15.60	0.28	0.13	0.74	4.52	5.13	0.13	1.13	0.88
Yaylak-2	Yaylak	75.32	15.70	0.77	0.15	0.06	2.32	4.80	0.15	2.07	0.48
Yaylak-3	Yaylak	76.29	15.06	0.90	0.18	0.18	2.88	4.30	0.12	1.49	0.67
Yaylak-4	Yaylak	78.84	12.32	0.68	0.14	0.96	3.11	4.06	0.17	1.31	0.77
Hacılı-9	Yozgat	76.08	11.57	0.74	0.74	0.21	3.69	6.52	0.40	1.77	0.57
Hacılı-10	Yozgat	77.06	12.06	0.84	0.32	0.12	2.70	5.31	0.67	1.97	0.51
Hacılı-11	Yozgat	76.28	12.84	0.83	0.14	0.15	2.65	5.15	0.68	1.94	0.51

Çizelge 3- devam.

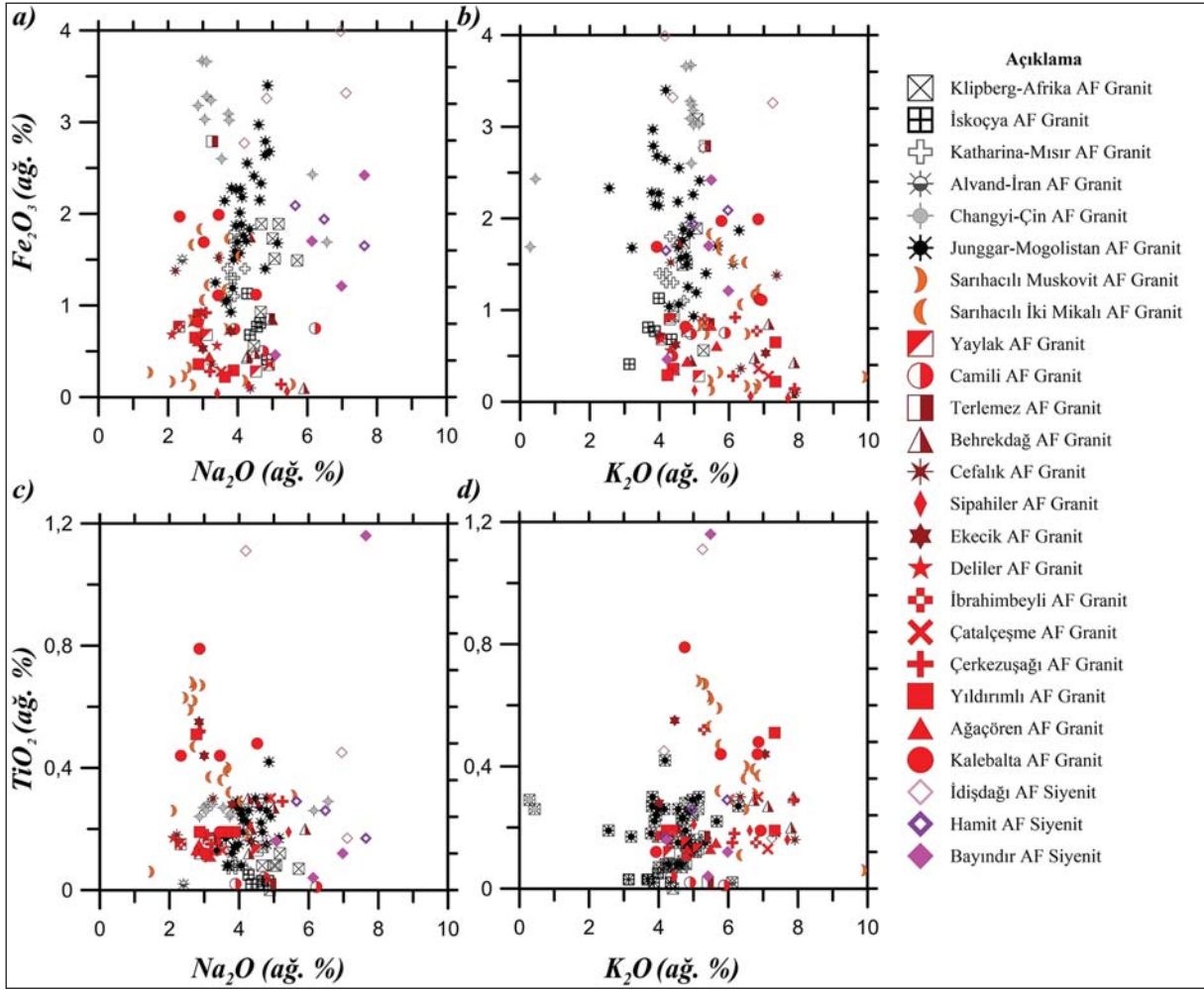
Örnek Numarası	Lokasyon	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O/ Na <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O/ K <sub>2</sub> O
Hacılı-12	Yozgat	76.20	12.33	0.74	0.18	0.17	2.94	5.35	0.67	1.82	0.55
Hacılı-13	Yozgat	76.35	12.92	0.32	0.19	0.18	2.60	5.74	0.59	2.21	0.45
Hacılı-14	Yozgat	76.16	12.98	0.23	0.16	0.13	2.46	5.46	0.63	2.22	0.45
Hacılı-15	Yozgat	76.85	12.98	0.13	0.18	0.09	2.71	5.50	0.62	2.03	0.49
Hacılı-16	Yozgat	76.29	11.95	0.27	0.02	0.03	1.48	9.90	0.06	6.69	0.15
Hacılı-17	Yozgat	74.62	12.87	0.18	0.25	0.18	4.21	6.84	0.18	1.62	0.62
Hacılı-18	Yozgat	73.08	13.11	0.14	0.16	0.26	5.58	6.77	0.31	1.21	0.82
Hacılı-19	Yozgat	76.54	13.33	0.17	0.17	0.16	2.12	6.51	0.26	3.07	0.33
Hacılı-1	Yozgat	75.00	12.04	1.54	0.48	0.84	4.02	6.11	0.29	1.52	0.66
Hacılı-2	Yozgat	79.03	11.43	1.73	0.44	0.84	3.70	5.70	0.32	1.54	0.65
Hacılı-3	Yozgat	74.11	11.60	1.66	1.74	0.63	2.67	5.72	0.47	2.14	0.47
Hacılı-4	Yozgat	73.40	11.28	1.83	1.97	0.74	2.90	5.43	0.53	1.87	0.53
Hacılı-5	Yozgat	74.32	11.42	1.52	0.90	0.53	3.46	6.45	0.36	1.86	0.54
Hacılı-6	Yozgat	74.86	11.13	1.17	0.88	0.59	3.62	6.70	0.39	1.85	0.54
Hacılı-7	Yozgat	74.73	11.80	1.22	0.94	0.83	3.12	6.84	0.37	2.19	0.46
Hacılı-8	Yozgat	74.60	12.88	1.06	0.25	0.73	2.98	6.32	0.11	2.12	0.47
<b>Alkali Feldispat Siyenit</b>											
Bayınd-1	Bayındır	68.56	16.81	0.46	0.56	1.34	5.08	4.23	0.16	0.83	1.20
Bayınd-2	Bayındır	67.26	15.16	1.70	0.97	1.89	6.13	5.41	0.04	0.88	1.13
Bayınd-3	Bayındır	64.99	15.83	1.21	0.06	1.94	6.98	5.98	0.12	0.86	1.17
Bayınd-4	Bayındır	64.16	14.86	2.42	0.68	1.93	7.64	5.49	1.16	0.72	1.39
Hamt-1	Hamit	65.59	15.06	1.94	0.70	1.72	6.48	4.97	0.26	0.77	1.30
Hamt-2	Hamit	64.89	15.80	2.09	0.94	1.81	5.65	5.96	0.29	1.06	0.95
Hamt-3	Hamit	68.06	15.43	1.65	0.86	1.77	7.64	4.19	0.17	0.55	1.82
idis-1	İdişdağı	65.66	14.29	3.32	0.97	1.43	7.11	4.38	0.17	0.62	1.62
idis-2	İdişdağı	66.77	14.92	2.77	0.89	1.02	4.19	5.26	1.11	1.26	0.80

Cefalık, Behrekdağ, Terlemez civarında bulunan alkali feldispat granitlerin kimyasal bileşimleri AİT ve Hacılı Takımı (Sarıhacılı) ile karşılaştırıldığında SiO<sub>2</sub> ve TiO<sub>2</sub> içeriklerinin düşük, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O miktarlarının ise nispeten daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 3, Şekil 5). Bu kayaların SiO<sub>2</sub> ve TiO<sub>2</sub> içerikleri sırasıyla %68.80–76.40 (ortalama %72.37) ve %0.02–0.30 (ortalama %0.19) arasındadır (Çizelge 3). Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri %11.86–15.35 (ortalama %14.04), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı %0.10–2.79 (ortalama %1.09), MgO miktarları %0.08–1.53 (ortalama %1.00), Na<sub>2</sub>O içerikleri %2.21–5.90 (ortalama 4.13) ve K<sub>2</sub>O miktarları %4.33–7.91 (ortalama %6.28) arasında değişmektedir (Çizelge 3).

Bayındır, Hamit ve İdişdağı Takımlarında yüzlek veren alkali feldispat siyenitler alkali feldispat granitler ile kimyasal açıdan karşılaştırıldığında Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%14.07–16.81, ortalama %15.30), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%0.46–3.99, ortalama %2.25), Na<sub>2</sub>O (%4.19–7.64, ortalama %6.19) ve TiO<sub>2</sub> (%0.04–1.16, ortalama %0.41) miktarlarının nispeten yüksek, SiO<sub>2</sub> (%64.11–68.56, ortalama %66.13) içeriklerinin ise düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Buna karşılık K<sub>2</sub>O

(%4.16–7.25, ortalama %5.28) miktarları birbirine yakın değerler sunmaktadır (Şekil 5c–d, Şekil 7). Bu örneklerdeki Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O miktarları ile Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> miktarları arasında pozitif ilişki görülmektedir (Şekil 5).

Klipberg (Afrika) alkali feldispat granitleri %4.47–5.71 (ortalama %4.92) Na<sub>2</sub>O, %4.40–5.27 (ortalama %4.80) K<sub>2</sub>O, %0.35–3.08 (ortalama %1.49) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve %0–0.16 (ortalama %0.09) TiO<sub>2</sub> içermektedir (Çizelge 4). Junggar (Mogolistan) alkali feldispat granitleri %0.93–3.40 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ortalama %1.96), %0.08–0.42 TiO<sub>2</sub> (ortalama %0.20), %3.36–5.14 Na<sub>2</sub>O (ortalama %4.21), %2.56–6.29 K<sub>2</sub>O (ortalama %4.49) içeriklerine sahiptir (Çizelge 4). Changyi (Çin) alkali feldispat granitlerin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%1.69–3.67, ortalama %2.99) ve TiO<sub>2</sub> (%0.24–0.29, ortalama %0.26) içerikleri daha yüksek iken Na<sub>2</sub>O (%2.86–6.56, ortalama %3.82) ve K<sub>2</sub>O (%0.29–5.14, ortalama %4.10) içerikleri kısmen daha düşüktür (Çizelge 4). Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O içerikleri çok değişken değilken Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> içeriklerinde farklılıklar gözlenmektedir. Katharina (Mısır) alkali feldispat granitleri %1.10–1.80 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ortalama %1.42), %0.07–0.09 TiO<sub>2</sub>



Şekil 5- İç Anadolu ve dünyadan bazı alkali feldspat granit ve alkali feldspat siyenitlerinin  $Fe_2O_3$  ve  $TiO_2$ 'e karşı  $Na_2O$  ve  $K_2O$  değişim diyagramları (AF: Alkali Feldspat).

Çizelge 4- İç Anadolu ve dünyadan bazı alkali feldspat granitlerinin ve alkali feldspat siyenitlerin major oksit jeokimyası.

Örnek Numarası	Lokasyon	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	MgO	CaO	$Na_2O$	$K_2O$	$TiO_2$	$K_2O/Na_2O$	$Na_2O/K_2O$
idis-3	idişdağı	66.93	14.07	3.26	1.41	1.25	4.83	7.25	0.17	1.50	0.67
idis-4	idişdağı	64.11	15.84	3.99	0.54	1.22	6.95	4.16	0.45	0.60	1.67
<b>Junggar-Mogolistan Alkali Feldspat Granit (Geng vd., 2009'dan alınmıştır)</b>											
KM1	Junggar	74.80	12.20	2.28	0.36	1.13	3.82	3.78	0.18	0.99	1.01
KM9802-6	Junggar	74.90	12.60	2.33	0.47	1.51	4.67	2.56	0.19	0.55	1.82
KM2	Junggar	77.90	11.10	1.06	0.02	0.39	3.69	4.55	0.08	1.23	0.81
KM9918-3	Junggar	70.00	13.60	3.40	0.23	1.24	4.86	4.18	0.42	0.86	1.16
MG9951-1	Junggar	78.40	10.70	1.04	0.01	0.46	3.66	4.28	0.08	1.17	0.86
MG136-1	Junggar	73.10	14.40	1.68	0.23	1.70	5.14	3.21	0.17	0.62	1.60
MG9942-1	Junggar	74.30	12.70	2.27	0.38	1.28	4.08	3.98	0.26	0.98	1.03
MG9918-3	Junggar	76.40	11.70	1.69	0.04	0.41	3.99	4.55	0.15	1.14	0.88
MG106-2	Junggar	76.90	11.70	1.25	0.08	0.59	3.36	4.82	0.13	1.43	0.70
MG4*	Junggar	74.40	13.10	2.26	0.19	0.84	3.95	4.97	0.29	1.26	0.79
MG13*	Junggar	71.40	14.80	1.87	0.16	0.70	3.94	6.29	0.27	1.60	0.63
MG16*	Junggar	74.40	12.90	2.01	0.24	0.82	4.06	4.89	0.25	1.20	0.83
MG19*	Junggar	72.50	13.70	2.41	0.13	0.83	4.47	5.15	0.30	1.15	0.87
MG24*	Junggar	73.30	13.60	1.88	0.26	1.71	4.11	4.69	0.23	1.14	0.88
MG26*	Junggar	73.50	14.10	1.59	0.34	1.33	3.92	4.77	0.19	1.22	0.82

Çizelge 4- devam.

Örnek Numarası	Lokasyon	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O/ Na <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O/ K <sub>2</sub> O
HONG4	Junggar	72.30	12.90	2.97	0.33	0.87	4.60	3.81	0.27	0.83	1.21
HONG5	Junggar	73.50	13.40	2.79	0.26	0.95	4.80	3.82	0.30	0.80	1.26
HONG2	Junggar	74.00	13.80	2.68	0.32	0.92	4.91	3.93	0.24	0.80	1.25
HONG1	Junggar	75.20	12.00	2.15	0.24	0.86	4.63	3.88	0.22	0.84	1.19
HONG3	Junggar	76.40	12.90	1.57	0.03	0.19	4.06	4.62	0.08	1.14	0.88
AK2-1	Junggar	71.50	13.70	2.55	0.45	1.05	4.27	4.56	0.26	1.07	0.94
AK2-2	Junggar	73.00	13.60	2.64	0.44	1.07	4.79	4.16	0.26	0.87	1.15
AK8	Junggar	75.20	12.80	2.18	0.26	0.78	4.12	4.53	0.19	1.10	0.91
AK1-3	Junggar	74.10	12.90	1.83	0.13	0.56	4.34	4.87	0.16	1.12	0.89
AK154-2	Junggar	76.50	11.70	1.50	0.02	0.55	3.88	4.79	0.14	1.23	0.81
AT6*	Junggar	73.00	14.30	1.76	0.29	1.07	4.16	4.66	0.23	1.12	0.89
AT14*	Junggar	76.50	12.60	1.19	0.03	0.38	3.85	5.06	0.14	1.31	0.76
AT19*	Junggar	71.60	14.90	1.70	0.26	0.96	4.24	5.67	0.22	1.34	0.75
AT20*	Junggar	76.80	12.50	0.93	0.01	0.42	3.80	4.98	0.12	1.31	0.76
AT22*	Junggar	72.80	14.40	1.40	0.08	0.61	4.79	5.34	0.15	1.11	0.90
Hatu	Junggar	76.60	11.00	2.14	0.11	0.45	3.62	3.98	0.17	1.10	0.91
KM1	Junggar	74.80	12.20	2.28	0.36	1.13	3.82	3.78	0.18	0.99	1.01
<b>Alvand-İran Alkali Feldispat Granit (Aliani vd., 2011'den alınmıştır)</b>											
AL	Alvand	75.60	12.90	1.50	0.08	0.42	2.41	6.12	0.02	2.54	0.39
<b>Katharina-Mısır Alkali Feldispat Granit (Katzir vd., 2007'den alınmıştır)</b>											
D97	Katharina	76.60	12.80	1.10	0.05	0.30	3.90	4.70	0.09	1.21	0.83
D54	Katharina	76.90	12.10	1.40	0.01	0.60	3.70	4.20	0.07	1.14	0.88
D59	Katharina	76.90	12.60	1.30	0.01	0.30	3.90	4.40	0.08	1.13	0.89
D93	Katharina	77.00	12.40	1.70	0.05	0.20	3.90	4.50	0.07	1.15	0.87
D100	Katharina	77.60	12.50	1.30	0.05	0.20	3.80	4.20	0.08	1.11	0.90
D43	Katharina	76.80	12.10	1.80	0.01	0.20	3.90	4.30	0.07	1.10	0.91
D40	Katharina	77.20	12.40	1.40	0.01	0.30	4.20	4.00	0.07	0.95	1.05
<b>İskoçya Alkali Feldispat Granit (Murphy vd., 1998'den alınmıştır)</b>											
A1-2	İskoçya	77.52	12.32	0.81	-	-	4.65	3.67	0.03	0.79	1.27
A1-4	İskoçya	78.07	12.27	0.77	-	-	4.55	3.87	0.02	0.85	1.18
A1-7	İskoçya	76.94	12.45	0.68	-	-	4.35	4.35	0.02	1.00	1.00
A1-8	İskoçya	78.28	12.19	0.41	-	-	4.84	3.14	0.03	0.65	1.54
A1-10	İskoçya	77.18	12.51	1.13	0.13	-	4.27	3.98	0.05	0.93	1.07
A1-15	İskoçya	76.12	12.72	0.92	0.03	-	4.94	3.70	0.03	0.75	1.34
<b>Klipberg-Afrika Alkali Feldispat Granit (Scheepers ve Schoch, 1988'den alınmıştır)</b>											
81-05	Afrika	70.24	14.12	1.89	0.00	0.74	5.17	5.07	0.12	0.98	1.02
81-12	Afrika	75.01	12.79	0.93	0.18	0.01	4.66	4.40	0.08	0.94	1.06
81-22A	Afrika	74.24	13.24	0.56	0.18	0.06	4.47	5.27	0.07	1.18	0.85
81-34	Afrika	73.66	13.45	1.51	0.14	0.00	5.06	4.78	0.08	0.94	1.06
81-35	Afrika	75.97	13.02	0.35	0.13	0.00	4.89	4.41	0.00	0.90	1.11
81-36	Afrika	72.88	13.66	1.73	0.15	0.40	5.33	4.70	0.08	0.94	1.06
81-51	Afrika	71.77	13.79	3.08	0.00	0.17	4.68	5.09	0.16	0.15	6.48
81-14	Afrika	71.49	13.56	1.89	0.12	0.29	4.88	4.78	0.14	1.02	0.98
81-25	Afrika	72.52	13.40	1.49	0.14	0.02	5.71	4.67	0.07	0.82	1.22
<b>Changyi-Çin (Lan vd., 2015'ten alınmıştır)</b>											
CY2-49	Çin	76.00	12.00	3.28	0.26	0.73	3.11	4.89	0.28	1.57	0.64
CY2-75	Çin	76.30	11.90	3.67	0.24	0.64	2.98	4.90	0.27	1.64	0.61
CY2-76	Çin	76.60	11.60	3.09	0.23	0.58	3.73	4.88	0.24	1.31	0.76
CY2-77	Çin	76.60	11.70	3.02	0.21	0.62	3.75	4.98	0.25	1.33	0.75
CY2-78	Çin	76.70	12.00	2.60	0.17	0.57	3.54	4.92	0.27	1.39	0.72
CY2-79	Çin	76.40	11.80	3.66	0.26	0.75	3.10	4.76	0.28	1.54	0.65
CY2-80	Çin	76.60	11.90	3.03	0.20	0.53	3.05	5.14	0.26	1.69	0.59
CY2-86	Çin	76.40	11.80	3.24	0.22	0.69	3.23	4.93	0.28	1.53	0.66
CY2-92	Çin	77.40	11.60	3.18	0.23	0.39	2.86	4.97	0.24	1.74	0.58
CY2-43	Çin	78.30	12.30	1.69	0.39	0.57	6.56	0.29	0.29	0.04	22.62
CY2-44	Çin	77.90	12.00	2.43	0.58	0.70	6.15	0.44	0.26	0.07	13.98

(ortalama %0.08) içeriklerine sahiptir (Çizelge 4). En düşük  $Fe_2O_3$  (%0.41–1.13, ortalama %0.78) ve  $TiO_2$  (%0.02–0.05, ortalama %0.03) içerikleri ise İskoçya granitlerinde gözlenmektedir. Alvand (İran) granitlerinin ise  $K_2O$  (%6.12) içerikleri  $Na_2O$  (%2.41) içeriklerine göre daha yüksek,  $Fe_2O_3$  miktarları ise %1.5'dir (Çizelge 4).

Dünyanın farklı yerlerindeki bazı alkali feldispat granit (Junggar–Mogolistan, Changyi–Çin, Alvand–İran, Katharina–Mısır, İskoçya, Klipberg–Afrika) örnekleri ile çalışılan örneklerin kimyaları karşılaştırıldığında çalışma alanındaki örneklerden  $Fe_2O_3$  ve kısmen de  $Na_2O$  değerleri yüksek iken  $K_2O$  değerleri daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 3 ve 4) (Şekil 5).  $TiO_2$  içerikleri de çalışma alanındaki örnekler (Yozgat–Hacılı örnekleri hariç) ile benzer değerlerdedir (Şekil 5c–d).

## 6. Tartışma

Feldispat çok yaygın bulunan bir mineral olmasına rağmen içerisinde kapanım şeklinde bulunan kuvars, albit, aksesuar veya demir içerikli mineraller feldispatın rengini, safsızlığını ve dolayısıyla da kalitesini etkilemekte ve büyük bir kısmı cam ve seramik sanayinde kullanılamamaktadır. Bu nedenle alkali feldispat granitlerdeki aksesuar ve demir içerikli mineraller manyetit seperatör, flotasyon gibi değişik teknikler kullanılarak uzaklaştırıldığında seramik ve cam endüstrisinde hammadde olarak kullanılması uygun hale gelebilmektedir. Alkali feldispat granitlerin rezervi arttıkça mafik mineral ve manyetit, ilmenit gibi minerallerin oranı da artmaktadır. Çalışmaya konu olan alkali feldispat granit ve alkali feldispat siyenitlerin sahada bulunma şekilleri ile mineralojik ve petrografik özellikleri birlikte değerlendirildiğinde; AİT içerisinde bulunan alkali feldispat granitlerin dayklar şeklinde bulunmalarından dolayı içerdikleri ortoklaz minerallerinde pertitleşmeler gözlenmemekte ve kuvars veya demir içerikli aksesuar mineralleri kapanım şeklinde bulunmamaktadır. Buna karşılık Hacılı ve Kalebaltadaki alkali feldispat granitlerin geniş alanlarda mostra vermesi nedeniyle alkali feldispat minerallerinde pertitleşme ve poiklitik dokunun varlığı kısmen gözlenebilmektedir. Feldispatlardaki benzer durumlar Cefalık, Behrekdağ, Terlemez, Bayındır, Hamit ve İdişdağı Takımları'nda daha fazla gözlenmektedir.

Feldispat mineralleri kimyasal bileşimlerine göre cam ve seramik üretiminde farklı amaçlarla

kullanılmaktadırlar.  $KAlSi_3O_8$  bileşiminde olan ortoklaz mineralinin ergime sıcaklığı  $1170^\circ C$ 'dir fakat  $1280^\circ C$ 'ye ulaşabilmesi, geniş bir aralıkta ergime sıcaklığına sahip olması nedeniyle seramik üretiminde daha çok kullanılmaktadır. Buna karşılık  $NaAlSi_3O_8$  bileşimindeki albit mineralinin ergime sıcaklığı  $1120^\circ C$  olması nedeniyle eriticilik özelliği yüksektir. Bu nedenle sırlama aşamasında kullanılmaktadır (Önem, 1997; Gürsoy, 1999). Kayaların içerisindeki plajiyoklaz minerallerinin türünün albit ve oligoklaz olması, ayrıca bu minerallerin Na'ca zengin olmaları nedeniyle seramiklerde sırların yapımında kullanılabilirler. Bu nedenle plajiyoklaz minerallerinin türlerinin belirlenmesi de önem arz etmektedir.

Çalışılan kayaların feldispat miktarlarının yanı sıra kuvars oranının da yüksek olması nedeniyle feldispatın yanında kuvarsın da yan ürün olarak eldesi mümkün gözükmemektedir. Çünkü kuvars mineralinin de seramik üretiminde önemli rolü vardır. Kuvars sertliği artırır, deformasyonu önler, ısı genleşmesini düşürdüğü için kılcal çatlamayı önler ve sıra katılması durumunda basınca dayanımını artırır. Bununla birlikte yine  $SiO_2$  bileşimine sahip tridimit gibi düşük sıcaklıkta oluşan ikincil silis mineralleri de hammadde olarak istenmeyen mineral grubuna girmektedir. Tridimit minerali kolay bir şekilde ayrışmaya yol açacağından matlaşmaya yol açar, ergime sıcaklığını yükseltir ve pişmiş seramikte su emme ve gözenekliliği arttırmaktadır (Gürsoy, 1999). Bu nedenle düşük sıcaklıkta oluşan ikincil silis minerallerinin oranını önceden belirlemek gerekmektedir.

Feldispat minerallerinin hammadde olabilelelerinde tüm kaya kimyasal analiz sonuçları yol gösterici olmaktadır. Bunun yanı sıra kaya içerisindeki feldispat minerallerinin mineral kimyaları veya zenginleştirme sonrasında elde edilen konsantre feldispatların mineral kimyası da sanayiide kullanılabilmesi açısından oldukça önem arz etmektedir. Seramik sanayiinde kullanılabilecek feldispatların kimyasal özellikleri (TS 11325'e göre) ve çalışma alanından alınan farklı lokasyonlardaki feldispat minerallerinin EPMA sonuçları çizelge 5'te verilmiştir. Yapılan nokta kimyasal analiz sonuçlarına göre alkali feldispatlar %64.07–66.14  $SiO_2$ , %18.20–19.09  $Al_2O_3$ , % 14.44–16.10  $K_2O$ , %0.64–1.66  $Na_2O$  ve %0–0.05  $FeO$  değerlerine sahiptir. Alkali feldispatlar nokta analiz sonuçlarına göre genel olarak ortoklaz ve mikroklin bileşimindedirler (Şekil 6). Alkali feldispatların kenar ve çekirdek ölçümleri arasında önemli bir değişimin olmadığı ve daha çok homojen bir bileşim sergilediği



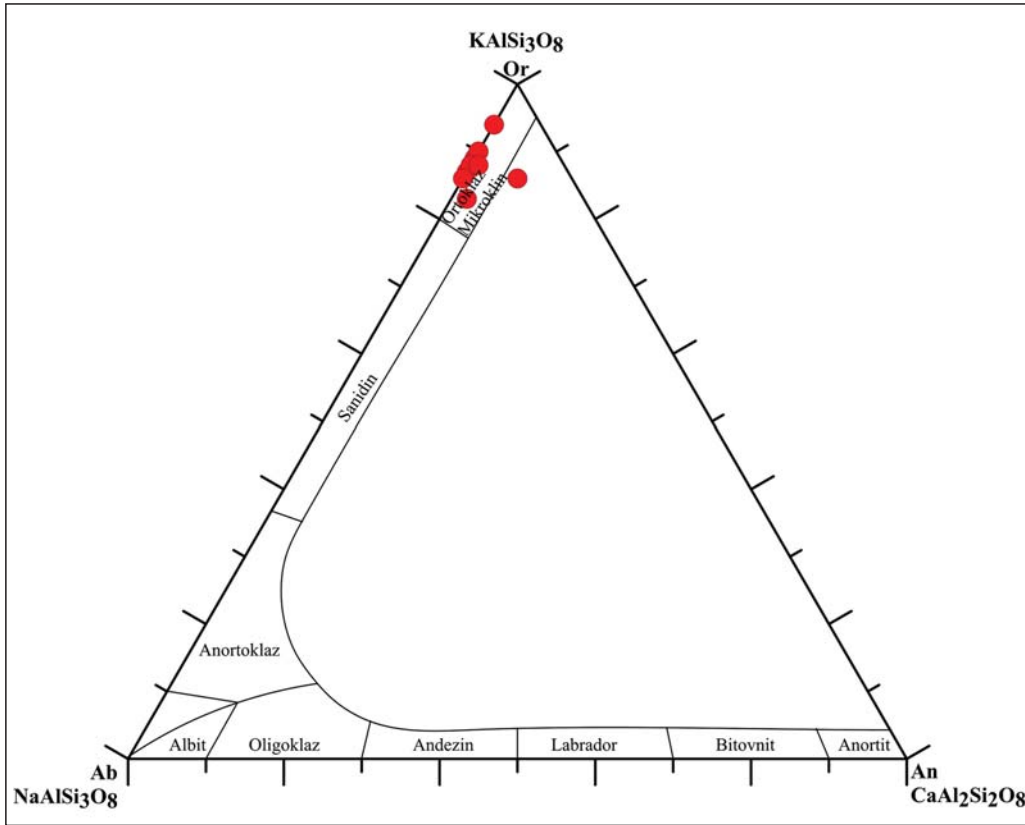
belirlenmiştir (Çizelge 5). Buna karşın aynı ölçümler üzerinde FeO içerik oranlarının oldukça düşük olması bu minerallerin seramik sanayinde kullanılabilirliğini önemli ölçüde artırmaktadır. Buna göre EPMA analiz sonuçları alkali feldispat ve plajiyoklaz minerallerinin nokta kimyasal sonuçları ile I., II. ve III. sınıf feldispat hammaddesinde olması gereken kimyasal özellikler kıyaslandığında; alkali feldispatların  $K_2O$  içeriğinin minimum değerlerden yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 5 ve 6). Dolayısıyla bölgedeki kayaların alkali feldispat minerallerinin I. sınıf alkali feldispat olarak kullanılabilirliği görülmektedir. Ayrıca feldispatların içerisinde istenmeyen element içeriğini temsil eden Fe ve Ti miktarları istenilen maksimum değerlerin oldukça altındadır (Çizelge 5 ve 6). Seramik sanayiinde hammadde olarak kullanılacak

feldispatın TS 11325 standardına göre  $K_2O$  içeriği en önemli parametre olarak görünse de farklı kimyasal bileşimdeki feldispat mineralleri üretimin farklı aşamalarında farklı amaçlarla kullanılabilirler. Bu nedenle kayaların içerisindeki farklı bileşimdeki feldispat mineralleri hammadde olarak farklı amaçlarla kullanılabilirler.

Yüksek kalitedeki porselenlerde toplam üründeki  $Fe_2O_3$  miktarının %0.15 ve  $TiO_2$  miktarlarının da %0.05'i geçmemesi, camlarda ise  $Fe_2O_3$  içeriğinin maksimum %0.08 olması gerekmektedir (Lewicka, 2010). Çalışılan alkali feldispat granit ve alkali feldispat siyenitlerin Fe içeriklerinin düşük olması nedeniyle yüksek kalitede seramik ve cam yapımı için uygun hammaddelerdir (Çizelge 3, Şekil 7). Hacılı

Çizelge 5- Kayalara ait bazı feldispat minerallerinin mineral kimyası (EPMA) analiz sonuçları.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
	Çekirdek	Çekirdek	Kenar	Kenar	Çekirdek	Kenar	Kenar	Kenar	Kenar	Kenar	Çekirdek	Kenar	Kenar	Kenar
SiO <sub>2</sub>	64.64	65.59	65.34	65.75	65.46	65.54	66.14	64.07	64.57	65.26	64.81	64.79	64.07	65.57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.75	18.61	18.20	18.47	18.23	18.42	18.66	18.30	19.09	18.88	18.33	18.65	18.30	19.09
TiO <sub>2</sub>	0.06	0.03	0.02	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.06	0.03	0.02	0.02
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.00	0.04	0.02	0.04	0.04	0.02	0.00	0.03	0.04	0.04	0.03	0.00
FeO	0.01	0.00	0.02	0.05	0.05	0.04	0.03	0.01	0.04	0.00	0.02	0.05	0.01	0.04
MnO	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.06	0.02	0.00	0.04	0.02	0.01	0.02	1.43	0.43	0.23	0.01	0.03	1.43	0.43
Na <sub>2</sub> O	1.43	1.28	1.10	1.37	1.35	1.07	1.29	0.86	1.66	1.26	0.64	1.58	0.86	1.66
K <sub>2</sub> O	14.93	15.46	15.65	15.05	15.20	15.31	15.03	15.53	14.44	15.20	16.10	14.57	15.53	14.44
Toplam	99.90	101.00	100.34	100.82	100.37	100.47	101.24	100.26	100.26	100.89	100.02	99.76	100.27	101.26
İyon sayıları 320'ye göre hesaplanmıştır														
Si	11.920	11.975	12.019	12.003	12.019	12.013	12.009	11.861	11.858	11.923	11.982	11.945	11.860	11.905
Al	4.076	4.006	3.947	3.975	3.946	3.980	3.994	3.994	4.133	4.067	3.995	4.054	3.994	4.086
Ti	0.008	0.004	0.003	0.005	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.006	0.003	0.003	0.003
Cr	0.001	0.001	0.000	0.006	0.003	0.006	0.006	0.003	0.000	0.004	0.006	0.006	0.004	0.000
Fe <sup>+2</sup>	0.002	0.000	0.003	0.008	0.008	0.006	0.005	0.002	0.006	0.000	0.003	0.008	0.002	0.006
Mn	0.002	0.000	0.002	0.002	0.005	0.005	0.003	0.003	0.002	0.002	0.005	0.005	0.003	0.002
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.012	0.004	0.000	0.008	0.004	0.002	0.004	0.284	0.085	0.045	0.002	0.006	0.284	0.084
Na	0.511	0.453	0.392	0.485	0.481	0.380	0.454	0.309	0.591	0.446	0.229	0.565	0.309	0.584
K	3.512	3.601	3.673	3.505	3.560	3.580	3.482	3.668	3.383	3.543	3.797	3.427	3.668	3.345
Hesaplanmış molekül yüzde değerleri														
An	0	0	0	0	0	0	0	7	2	1	0	0	7	2
Ab	13	11	10	12	12	10	12	7	15	11	6	14	7	15
Or	87	89	90	88	88	90	88	86	83	88	94	86	86	83



Şekil 6- Ab-Or-An feldispat mineralleri üçgen sınıflama diyagramı.

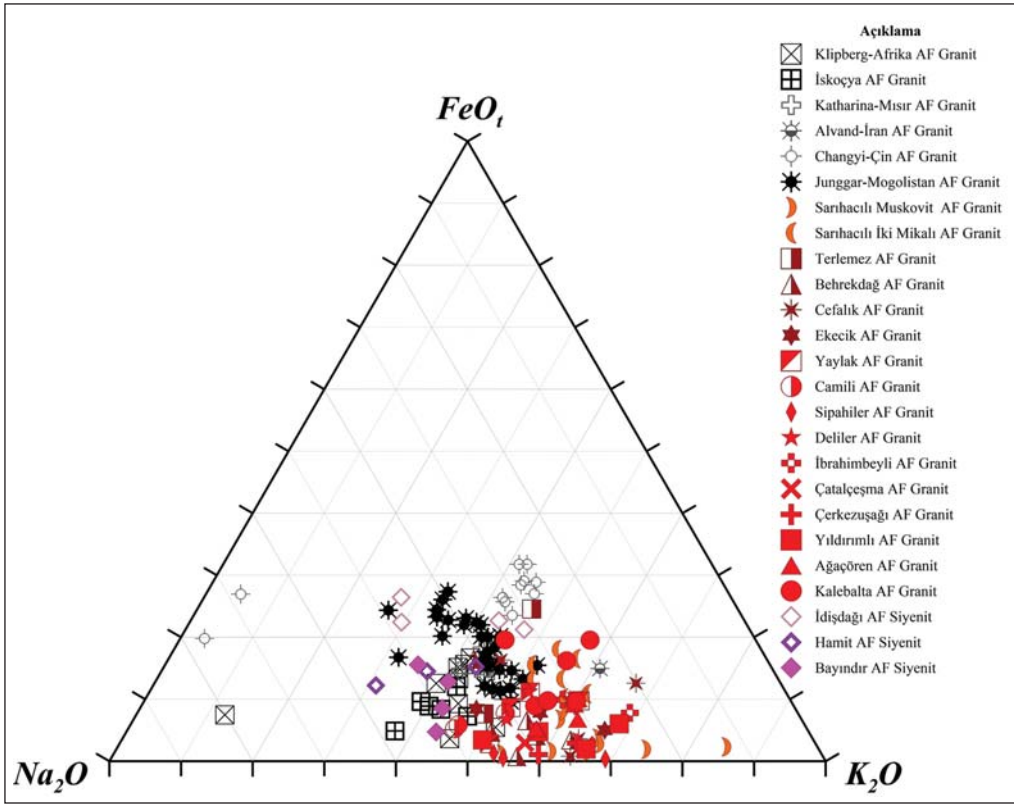
Çizelge 6- Seramik sanayiinde kullanılacak feldispat sınıflarının istenen kimyasal bileşimleri (TS 11325).

Feldispat Kimyası (%)	I.Sınıf	II.Sınıf	III.Sınıf
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	10.0	9.00	8.00
K <sub>2</sub> O	9.00	7.00	-
Na <sub>2</sub> O	3.00	3.50	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.20	0.50
TiO <sub>2</sub>	0.15	0.30	0.40
CaO+MgO	1.00	1.20	1.60
TiO <sub>2</sub> +CaO+MgO	1.15	1.50	2.00

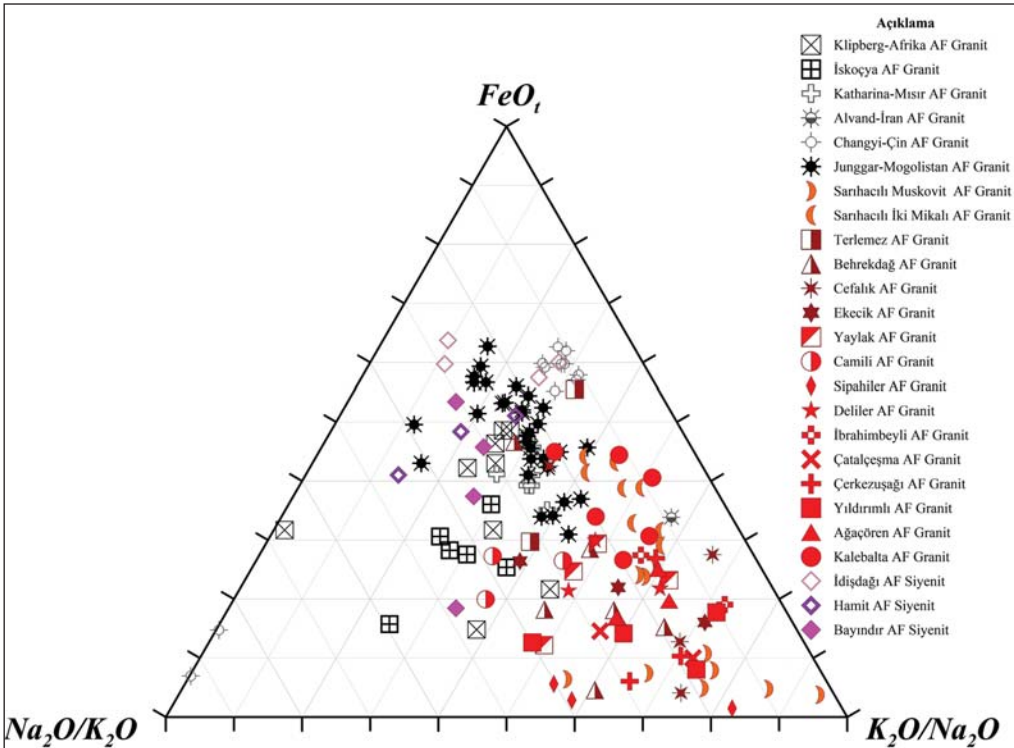
alkali feldispat granitlerinin diğer alkali feldispatlara göre yüksek Fe içerikleri de uygun manyetik ayırım ve flotasyonla istenilen değerlere düşürülebilir. Alkali feldispat granitlerin dünyadan örneklerine bakıldığında, Fe içeriklerinin çalışılan granitlerin büyük bir kısmından daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. Bu nedenle İç Anadolu Bölgesi'ndeki alkali feldispat granitlerinin seramik sanayinde kullanma potansiyellerinin olduğu ortaya konulmuştur.

Modern hızlı pişirme teknolojilerinde Na'ca zengin feldispat ( $K_2O/Na_2O < 1$ ) veya kuvvetli eritken davranışlarından dolayı nefelin siyenit ( $Na_2O/K_2O$

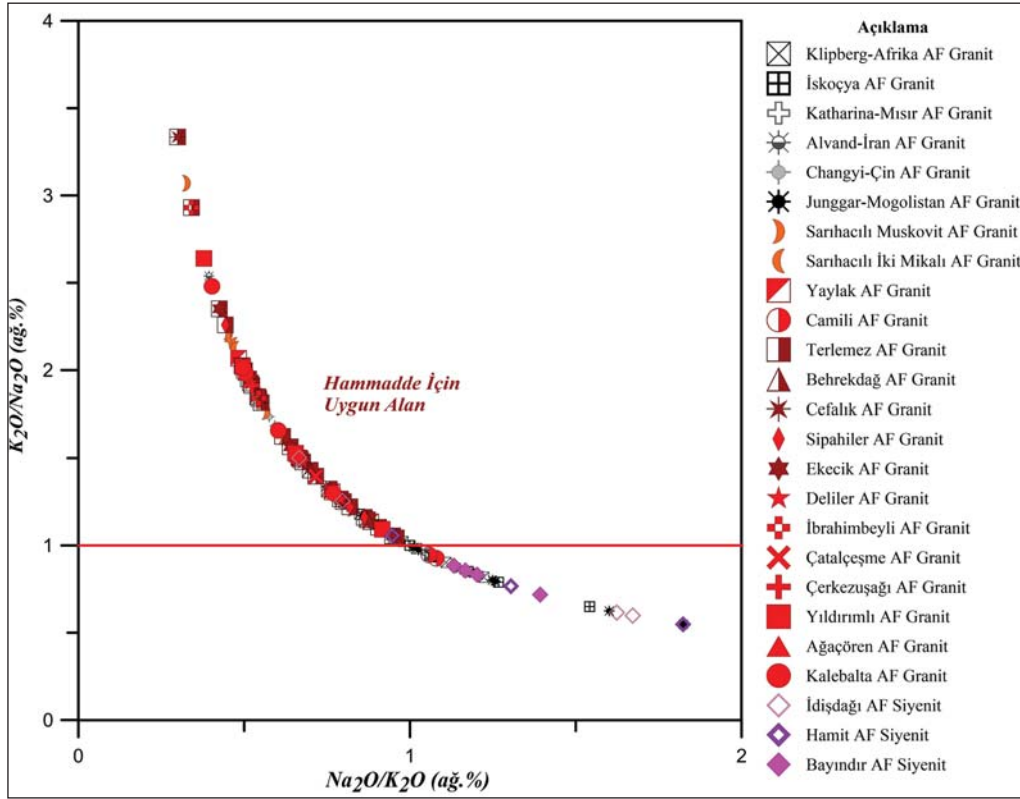
yaklaşık 2 olmalı) tercih edilmektedir (Lewicka, 2010). Camili alkali feldispat granit dışındaki diğer alkali feldispat granitlerinde  $K_2O/Na_2O > 1$ 'dir (Çizelge 3) (Şekil 8 ve 9). Bu durum; bu kayaların içerisindeki feldispatların Na'a göre K'ca daha zengin oluşu ve normatif mineral oranlarından da açıkça görüldüğü gibi yüksek ortoklaz içeriği ile ilişkilidir (Çizelge 2). Bu kayaların hammadde olabilmeleri için uygun mineral ve kimyasal bileşime sahip oldukları, fakat düşük Na'dan dolayı hızlı pişirme teknikleri için uygun olmadıkları söylenebilir. Buna karşılık Bayındır, Hamit (1 örnek hariç) ve İdişdağı (2 örnek hariç) alkali feldispat siyenitlerinin  $K_2O/Na_2O$  oranı 1'den küçüktür (Çizelge3) (Şekil 8 ve 9). Bu durumda alkali feldispat siyenitlere hızlı pişirme tekniği uygulanabilir gözükmektedir. Bu tür kayalarda Na içeriğinin fazlalığı, içerdiği nefelin gibi feldispatoid minerallerinden kaynaklanmıştır. Alkali feldispat granit örneklerinin  $Na_2O/K_2O$  oranının 2 civarında olmaması ve bu değer çok altında olması, bu kayaların içerisindeki feldispatların hızlı eritken davranışa sahip olmadıklarını göstermektedir (Çizelge 3) (Şekil 8 ve 9). Buna karşılık alkali feldispat siyenit örneklerinin büyük bir kısmında bu oranın istenen



Şekil 7- İç Anadolu ve dünyadan bazı alkali feldispat granit ve alkali feldispat siyenitlerinin  $\text{Na}_2\text{O}$ - $\text{FeO}_t$ - $\text{K}_2\text{O}$  üçgen değişim diyagramı (AF: Alkali Feldispat).



Şekil 8- İç Anadolu ve dünyadan bazı alkali feldispat granit ve alkali feldispat siyenitlerinin  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ - $\text{FeO}_t$ - $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  üçgen değişim diyagramı (AF: Alkali Feldispat).



Şekil 9- İç Anadolu ve dünyadan bazı alkali feldispat granit ve alkali feldispat siyenitlerinin  $K_2O/Na_2O$ 'e karşı  $Na_2O/K_2O$  değişim diyagramı.

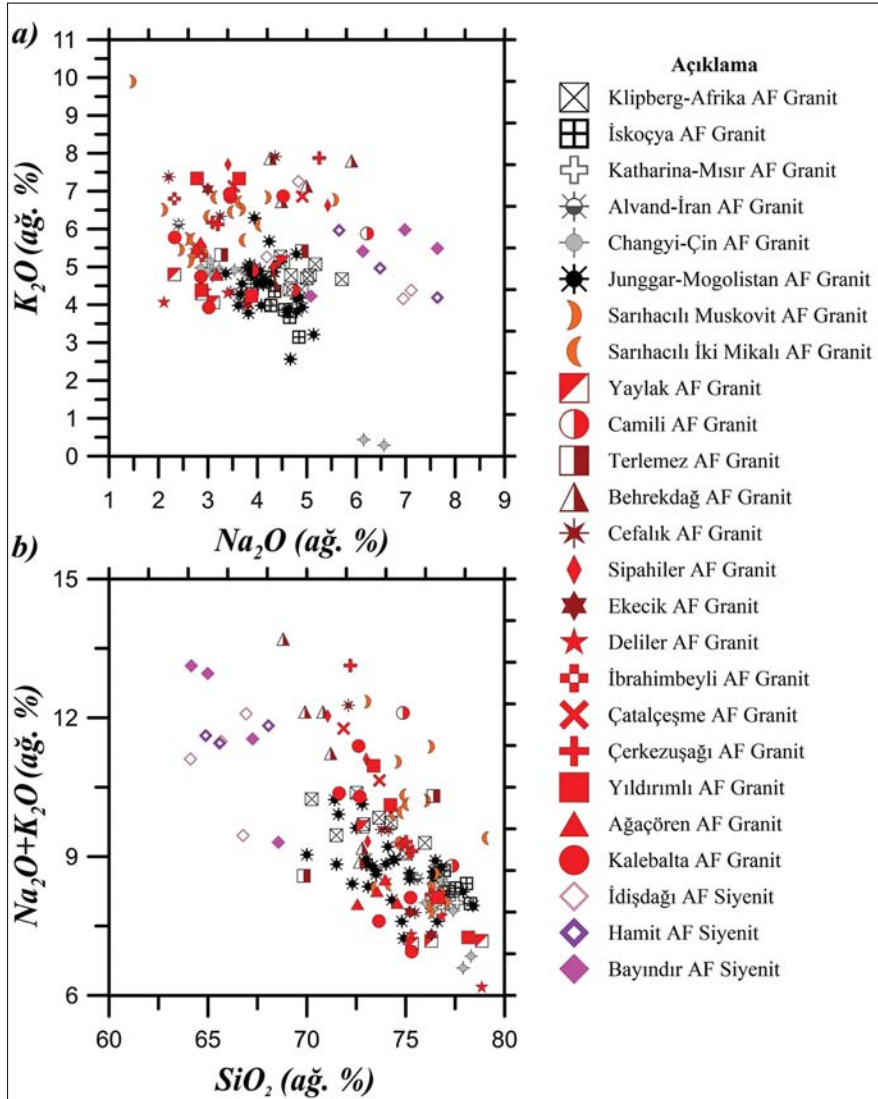
değere yakın olması ve bu minerallerin CIPW normlarına göre normatif nefelin içermesi kısmen de olsa eritken davranış gösterebilmesine neden olabilir (Şekil 8 ve 9).  $K_2O/Na_2O$  oranının birden büyük olduğu alanda yer alan kayaların geleneksel pişirme teknikleri uygulanarak kullanımları uygun görülmektedir (Şekil 9).

Çalışmaya konu olan kayaların içerisindeki plajiyoklaz oranı arttıkça ortoklaz oranı azalmaktadır. Dolayısıyla  $Na_2O$  içeriği arttıkça  $K_2O$  içerikleri de azalmaktadır (Çizelge 2 ve 3) (Şekil 10a).  $SiO_2$ 'nin artışına bağlı olarak toplam alkali ( $Na_2O+K_2O$ ) miktarı tüm örneklerde azalmaktadır (Şekil 10b). Bu durum kayadaki kuvars oranının artmasıyla birlikte feldispat minerallerinin oranının azalmasıyla ilişkilidir. Seramiklerde erime sıcaklığının serbest silika ve alkali oksitlerin içeriğine göre değiştiği bilinmektedir. Kayaların silika içeriği dolayısıyla da kuvars içerikleri feldispat içeriklerine nazaran düştükçe ergime sıcaklığı da düşecektir. Alkali feldispat granitlerin ergime sıcaklıklarının alkali feldispat siyenitlere göre daha düşük olacağı söylenebilir (Şekil 10b). Ayrıca alkali feldispat siyenitlerde kuvarsın olmaması veya çok az (%0–5) olması nedeniyle feldispat

minerallerinin yanında kuvars mineralinin yan ürün olarak işletilebilmesi mümkün gözükmemektedir.

## 7. Sonuçlar

Feldispat minerallerinin son yıllarda sağlık gereçleri, refrakter, çimento, özel cam, aşındırıcı, süper iletken gibi pek çok alanda hammadde olarak kullanımına başlanmasıyla birlikte özellikle istenmeyen renk verici mineralleri bünyesinde bulundurmayan kaliteli hammaddelere duyulan ihtiyaç artmıştır. Bu durum, bilinen yataklara ek olarak yeni yatakların bulunması ve özelliklerinin belirtilmesini gerektirmektedir. Bu amaca yönelik olarak İç Anadolu Bölgesi'nde yürütülen çalışmada elde edilen jeolojik, petrografik ve jeokimyasal veriler birlikte değerlendirildiğinde; AİT'deki alkali feldispat granitlerin feldispat hammadde olarak iyi kaliteye sahip oldukları fakat kütle içerisinde dayklar şeklinde bulunmalarından dolayı nispeten daha düşük rezerve sahip oldukları belirlenmiştir. Buna karşılık diğer yataklarda (Hacılı, Cefalık, Behrekdağ, Terlemez, Bayındır, Hamit ve İdişdağı) böyle bir durum söz konusu olmadığından hem iyi kalitede hem de yüksek



Şekil 10- (a)  $Na_2O$ 'e karşı  $K_2O$  ve (b)  $SiO_2$ 'e karşı  $Na_2O+K_2O$  değişim diyagramları (AF: Alkali Feldspat).

rezervli feldispat üretmek mümkün gözükmektedir. Ancak yüksek kalitede feldispat ürününün elde edilebilmesinin, en yeni teknolojilerle istenmeyen minerallerin tamamen uzaklaştırılmasına bağlı olması nedeniyle kayaların içerisindeki renk verici elementlerin de istenilen değerlerin altında olduğu göz önüne alındığında, istenilen kalitede feldispat üretimi mümkün gözükmektedir.  $Fe_2O_3$  gibi renk yapıcı oksitlerin mineral ve/veya kaya içerisindeki oranının azlığı manyetik ayırma aşamaların azalmasına, dolayısıyla zaman ve iş gücü kazanımlarına neden olacaktır. Ülkemizde seramik ve cam sanayiinde endüstriyel hammadde olarak kullanılan feldispat (özellikle K-feldispat) mineralleri pegmatitlerden ve nefelin siyenitlerden elde edilmektedir (Çelik ve Denizhan, 2016). Hem Na-feldispat hem de K-

feldispat gereksiniminin karşılanması için alternatif kayaların belirlenmesi ve kaynaklarının bulunması gerekmektedir. Bu amaçla yapılan bu çalışmada İç Anadolu alkali feldispat granitleri ve alkali feldispat siyenitlerinin feldispat hammadde potansiyeli mekanik testlerden ziyade jeolojik, petrografik ve kimyasal verilerle ortaya konmaya çalışılmış ve sektörde bölgedeki feldispat oluşumlarının seramik sanayisi için büyük bir potansiyel alanı oluşturduğu belirlenmiştir.

#### Katkı Belirtme

Bu çalışma Kalkınma Bakanlığı (2012K120440) projesi ve Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma

Projeleri (BAP) (17B0443003) kapsamında kısmen desteklenmiştir. Yazarlar, görüşleri ile makaleye katkı sağlayan sayın Prof. Dr. Osman Candan, sayın Prof. Dr. Özcan Yıldırım Gülsoy ve ismi belirtilmeyen hakemlere teşekkür eder.

### Değınilen Belgeler

- Aliani, F., Sabouri, Z., Maanijou, M. 2011. Petrography and Geochemistry of Porphyroid Granitoid Rocks in the Alvand Intrusive Complex, Hamedan (Iran). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 5, 12, 2192-2199.
- Akçe, M.A. 2003. Yozgat batolitinin kuzey bölümünün jeolojisi ve petrolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 118s. Ankara (yayımlanmamış).
- Akçe, M.A. 2010. Yozgat İnrüzif Kompleksinin Jeolojisi, Petrolojisi Ve Orta Anadolu Kristalen Karmaşığındaki Zamansal Ve Mekansal Konumu. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 255s. Ankara (yayımlanmamış).
- Akçe, M.A., Kadioğlu, Y.K. 2005. Yozgat Batoliti Kuzey Bölümündeki Lökogranitlerin Petrolojisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni* 48, 2, 1-20.
- Akıman, O., Erler, A., Göncüoğlu, M.C., Güleç, N., Güven, A., Türel, T.K., Kadioğlu, Y.K. 1993. Geochemical Characteristics of Granitoids along the Western Margin of the Central Anatolian Crystalline Complex and Their Tectonic Implications. *Geol. J.* 28, 371-382.
- Akkoyuncu, H. 1994. Porselen hammaddelerinin zenginleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 52s. Eskişehir (yayımlanmamış).
- Akkurt, İ. 2001. Çanakkale civarındaki alkalili hammaddelerin seramik yer karosu üretiminde kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 107s. İstanbul (yayımlanmamış).
- Ariffin, K.S. 2003. Feldspathic Minerals. *EBS42573 Mineral Perindustrian*, 1-16.
- Ataman, G. 1972. Ankara'nın güneydogusundaki granodiyoritik kitlelerden Cefalık Dagainin radyometrik yasi hakkında on calisma. *Hacettepe Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 2, 44-49.
- Aydoğdu, B. 2010. Yozgat batoliti doğu kenarında (Sorgun Güneyi) yer alan plütonik kayaların mineralojik-petrografik, jeokimyasal ve petrojenetik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, 132s. Sivas (yayımlanmamış).
- Bayhan, H. 1986. Geochemical and genetic interpretation of the C, elebi intrusion in the inner Anatolian granitoid belt (in Turkish). *Jeoloji Mühendisligi* 29, 27-36.
- Bayhan, H. 1987. Cefalık ve Baranadağ plütonlarının (Kaman) petrografik ve kimyasal-mineralojik özellikleri. *Jeoloji Mühendisligi* 30, 3, 11-16.
- Bayhan, H. 1988. Bayındır, Akpınar (Kaman) yöresindeki alkali kayaların jeokimyası ve kökensel yorumu. *Türkiye Jeol. Kur. Bül.* 31, 59-70.
- Bayhan, H. 1989. Petrographical and chemical-mineralogical characteristics of Keskin pluton (in Turkish). *Hacettepe Yerbilimleri* 15, 29-36.
- Bayraktar, I., Ersayın, S., Gülsoy, Ö.Y. 1997. Upgrading Titanium Bearing Na-Feldspar By Flotation Using Sulphonates, Succinamate And Soaps Of Vegetable Oils. *Minerals Engineering I*, 12, 1363-1374.
- Bayraktar, I., Ersayın, S., Gülsoy, Ö.Y., Ekmekçi, Z., Can, M. 1999. Temel Seramik ve Cam Hammaddelerimizdeki (Feldispat, Kuvars ve Kaolin) Kalite Sorunlan ve Çözüm Önerileri. *Ş. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, 14-15 Ekim 1999, İzmir, Türkiye, 22-33.
- Çelik, M.Y., Denizhan, T. 2016. Kınık-Dinar (Afyonkarahisar) Trakitlerinin K-feldspat Potansiyelinin İncelenmesi. *AKÜ FEMÜBİD*, 16, 035801, 747-758.
- Daday Taykurt, M. 2012. Seramik sağlık gereçlerinde damar hatalarının giderilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, 279s. Eskişehir (yayımlanmamış).
- Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J. 1992. An Introduction to the Rock -Forming Minerals. 2nd Edition, Longman, 720 p.
- Demir, C. 2001. Na-feldspatin K-feldspattan flotasyonla ayrılmasında inorganik tuzların etki mekanizması. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 159s. İstanbul (yayımlanmamış).
- Demirbaş, E. 2010. Kavşit (Çine-Aydın) yöresinin jeolojisi ve feldispat yataklarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, 58s. Konya (yayımlanmamış).
- Doğru, İ. 2002. Investigation of separation of dark colored minerals from feldspar by selective flocculation. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 121s. Ankara (yayımlanmamış).
- Ekici, T. 1997. Yozgat batoliti Yozgat güneyi kesiminin petrolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, 90s. Sivas (yayımlanmamış).

- Erdinç A.Z. 2007. K-feldspar/kuvars ayırımında optimum flotasyon koşullarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, 120s. İzmir (yayımlanmamış).
- Erlor, A., Akıman, O., Unan, C., Dalkılıç, B., Geven, A., Önen, P. 1991. Kaman (Kırşehir) ve Yozgat yörelerinde Kırşehir Masifi magmatik kayalarının petrolojisi ve jeokimyası. Doğa-Tr J. Of Engineering and Environmental sciences 15, 76–100.
- Ermış, İ.U. 1996. Determination of the processing parameters of Aydın Çine feldspar and recovering of rutile as a by product. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 90s. İstanbul (yayımlanmamış).
- Geng, H., Sun, M., Yuan, C., Xiao, W., Xian, W., Zhao, G., Zhang, L., Wong, K., Wu, F. 2009. Geochemical, Sr–Nd and zircon U–Pb–Hf isotopic studies of Late Carboniferous magmatism in the West Junggar, Xinjiang: Implications for ridge subduction?. Chemical Geology 266, 364–389.
- Geredeli, A. 1990. Flotation of feldspar from Balıkesir district. MSc Thesis, Middle East Technical University, 103s. Ankara (yayımlanmamış).
- Geven, A. 1992. Mineralogy, Petrography and Geochemistry of Cefalikdag Plutonic Rocks (Kaman Region-Central Anatolia). Ph.D. Thesis, Middle East Technical University, 165 pp. (yayımlanmamış).
- Göncüoğlu, M.C., Toprak, V., Kuşcu, İ., Erlor, A., Olgun, E. 1991. Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 1-Güney Kesim. Tpaor Rapor No. 2909, 140 s.(yayımlanmamış).
- Göncüoğlu, M.C., Toprak, V., Kuşcu, İ., Erlor, A., Olgun, E., Rojay, B. 1992. Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 2: Orta Kesim. TPAO Rapor No:3155, 76 s. (yayımlanmamış).
- Göncüoğlu, M.C., Erlor, A., Toprak, V., Olgun, E., Yalınz, K., Kuşcu, İ., Köksal, S., Dirik, K. 1993. Orta Anadolu Masifi'nin Orta Bölümü'nün Jeolojisi, Bölüm 3: Orta Kızılırmak Tersiyer Baseni'nin Jeolojik Evrimi. TPAO Rapor No. 3313, 104 s. (yayımlanmamış).
- Görür, N., Oktay, F.Y., Seymen, İ., Şengör, A.M.C. 1984. Paleotectonic evolution of the Tuzgölü Basin complex. central Anatolia (Turkey): Sedimentary record of Neo-Tethyan closure. Editors: Dixon JE, Robertson AHF. In the geological evolution of the eastern Mediterranean, Geological Society of London, Special publications 17, 467-482.
- Gülsoy, Ö.Y. 2005. A Simple Model for the Calculation of Entrainment in Flotation. Korean J. Chem. Eng. 22, 4, 628-634.
- Gürsoy, Y.H. 1999. Sarıkaya yöresi altere granitlerinden feldspatın kazanımı. Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, 112s. Eskişehir (yayımlanmamış).
- Güven, Z. 2002. Söğüt Çöplük feldspatının duvar karosu üretiminde kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, 58s. Eskişehir (yayımlanmamış).
- İlbeyli, N. 1998. Petrogenesis of Collision Related Plutonic Rocks, Central Anatolia (Turkey). Doctorate Thesis, University of Durham, 302p. Durham (yayımlanmamış).
- İlbeyli, N. 2005. Mineralogical-geochemical constraints on intrusives in central Anatolia, Turkey: tectono-magmatic evolution and characteristics of mantle source. Geol. Mag. 142, 187-207.
- İlbeyli, N., Pearce, J. 2005. Petrogenesis of igneous enclaves in plutonic rocks of the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. International Geology Review 47, 78-97.
- İlbeyli, N., Kibici, Y. 2009. Collision-related granite magma genesis, potential sources and tectono-magmatic evolution: comparison between central, northwestern and western Anatolia, Turkey. International Geology Review 51, 3, 252-278.
- İlbeyli, N., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F., Mitchell, J.G. 2004. Petrogenesis of collision-related plutonics in Central Anatolia, Turkey. Lithos 72, 163-182.
- İlbeyli, N., Pearce, J.A., Meighan, I.G., Fallick, A. 2009. Contemporaneous Late Cretaceous Calc-Alkaline and Alkaline Magmatism in Central Anatolia, Turkey: Oxygen Isotope Constraints on Petrogenesis. Turkish Journal of Earth Sciences 18, 529-547.
- Kademli, M. 2004. Feldspat cevherinden spiral zenginleştirici ile mikanın uzaklaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 100s. Ankara (yayımlanmamış).
- Kadioğlu, H. 2001. Sert porselende değişik sır denemelerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, 143s. Kütahya (yayımlanmamış).
- Kadioğlu, Y.K. 1991. Geology, petrography and geochemistry of Ağaçören (Aksaray) magmatic rocks. MSc Thesis, Middle East Technical University, 141p. Ankara (yayımlanmamış).
- Kadioğlu, Y.K. 1996. Genesis of Ağaçören Intrusive Suite and Its Enclaves (Central Anatolia): Constraints From Geological, Petrographic, Geophysical and Geochemical Data. PhD Thesis, Middle East Technical University, 242p. Ankara (yayımlanmamış).

- Kadioğlu, Y.K., Güleç, N. 1996. Mafic Microgranular Enclaves and Interaction Between Felsic and Mafic Magmas in the Ağaçören Intrusive Suite: Evidence from Petrographic Features and Mineral Chemistry. *International Geology Review* 38, 854-867.
- Kadioğlu, Y.K., Özsan, A. 1997. Sulakyurt granitoidindeki ofitik olmayan gabroların konumunun sondajlarla belirlenmesi. 50. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, Türkiye, 14.
- Kadioğlu, Y.K., Dilek, Y., Güleç, N., Foland, K.A. 2003. Tectonomagmatic Evolution of Bimodal Plutons in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. *The Journal of Geology* 111, 671-690.
- 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 complexes. *Geological Society of America* 409, 381-415.
- Kalyon, D. 2003. Feldispat kuvars ayırımında kullanılan HF'siz flotasyon yöntemleri. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 117s. Ankara (yayımlanmamış).
- Karagüzel, C. 2001. Simav yöresi feldspatlarının seramik sanayinde kullanım olanaklarının araştırılması. Doktora Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, 136s. Kütahya (yayımlanmamış).
- Katzir, Y., Eyal, M., Litvinovsky, B.A., Jahn, B.M., Zandvilevich, A.N., Valley, J.W., Beeri, Y., Pelly, I., Shimshilashvili, E. 2007. Petrogenesis of a-Type granites and origin of vertical zoning in the Katharina pluton, Gebel Mussa (Mt. Moses) Area, Sinai, Egypt. *Lithos* 95,208–228.
- Kaya G. 2002. Aydın Çine yöresi albit flotasyon ve triyağ atıklarının seramik bünyelerde kullanımının bünye özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, 93s. Eskişehir (yayımlanmamış).
- Ketin, İ. 1955. Yozgat bölgesinin jeolojisi and Orta Anadolu Masifinin tektonik durumu. *TJK Bülteni C, VI, 1, 1-40,*
- Köksal, S. 1996. The Geological and petrological characteristics of the İdiş Dağı-Avanos area (Nevşehir-central anatolian). MSc Thesis, Middle East Technical University, 140p. Ankara (yayımlanmamış).
- Köksal, S., Göncüoğlu, M.C. 1997. Geology of İdişdağı-Avanos Area (Nevşehir-Central Anatolia). *Mineral Res. Expl. Bull.* 119, 41-58.
- Köksal, S., Göncüoğlu, M.C., Floyd, P.A. 2001. Extrusive members of post collisional A-type magmatism in Central Anatolia: Karahıdır Volcanics, İdiş Dağı-Avanos area, Turkey. *International Geology Review* 43, 8, 683-694.
- Köksal, S., Toksoy-Köksal, F., Göncüoğlu, M.C., Möller, A., Gerdes, A., Frei, D. 2013. Crustal source of the Late Cretaceous Satansari monzonite (central Anatolia/Turkey) and its significance for the Alpine geodynamic evolution. *Journal of Geodynamics*, doi: 10.1016/j.jog.2012.06.003.
- Köprülü Tunç, F. 1997. Sintering kinetics of feldspar by the rising temperature technique. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, 46s. İzmir (yayımlanmamış).
- Kula, S. 2003. Hammaddelerin firit özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, 67s. Eskişehir (yayımlanmamış).
- Lan, T.G., Fan, H.R., Yang, K.F., Cai, Y.C., Wen, B.J., Zhang, W. 2015. Geochronology, mineralogy and geochemistry of alkali-feldspar granite and albite granite association from the Changyi area of Jiao-Liao-Ji Belt: Implications for Paleoproterozoic rifting of eastern North China Craton. *Precambrian Research* 266, 86–107,
- Lewicka, E. 2010. Conditions of the feldspathic raw materials supply from domestic and foreign sources in Poland. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* 26, 4, 5–18.
- Lünel, A.T. 1985. An approach to the naming. origin and age of Baranadağ monzonite of the Kırşehir intrusive suite. *METU Journal of Pure and Applied Sciences* 18, 385–404,
- Murphy, J.B., Anderson, A.J., Archibald, D.A. 1998. Postorogenic alkali feldspar granite and associated pegmatites in West Avalonia: the petrology of the Neoproterozoic Georgeville Pluton, Antigonish Highlands, Nova Scotia. *Can. J. Earth Sci.* 35, 110–120.
- Nizamoğulları, E. 2007. Kalsiyum içerikli feldispatların porselen bünyelerde kullanılabilirliği. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, 88s. Eskişehir (yayımlanmamış).
- Oyan, V. 2004. Bölükyağı-Hizan (Bitlis masifi) çevresindeki Na- feldispat oluşmalarının jeolojik özellikleri ve ekonomik önemi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, 126s. Van (yayımlanmamış).
- Oyman, T. 1996. K-feldspar bearing pegmatities of Çine (Aydın) area, Menderes massif. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, 79s. İzmir (yayımlanmamış).
- Öbelik, Y. 2011. Cam hammaddesi mineralojisi ve cam teknolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Niđde Üniversitesi, 84s. Niđde (yayımlanmamış).
- Önem, Y. 1997. Sanayi Madenleri, Ankara.



- Özcan, Ö. 2002. Stoneware bünye ve sır kompozisyonlarında alternatif hammadde kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, 78s. Eskişehir (yayımlanmamış).
- Özün, S. 2012. Flotation Characteristics of Minerals in Feldspar Ore. PhD Thesis, Middle East Technical University, 276s. Ankara (yayımlanmamış).
- Potter, M.J. 1996. Feldspar and Nepheline Syenite: Minerals Yearbook, US Dept. Of Interior, US Geological Survey; (//minerals.er.usgs.gov/minerals).
- Ryan, W. 1978. Properties Of Ceramic Raw Materials. 2nd Edition, Pergamon Press, Londra, 123 p.
- Scheepers, R., Schoch, A.E. 1988. Geology and geochemistry of the Klipberg alkali feldspar granite and associated hydrothermally altered rocks in the Darling batholith, southwestern Cape Province. S.-Afr. Tydskr. Geol. 91, 2, 212-225.
- Seymen, İ. 1982. Kaman dolayında Kırşehir Masifinin jeolojisi. Doçentlik Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), İstanbul (yayımlanmamış).
- Sümer, G. 1994. Aydın-Çine feldspatlarının özellikleri ve flotasyon yöntemi ile zenginleştirilmesi. Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 160s. Eskişehir (yayımlanmamış).
- Şahin, M. 1989. Feldspatların zenginleştirilebilirlik etüdü ve Türkiye feldspat potansiyelinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, 73s. İzmir (yayımlanmamış).
- Şahin Kılavuz, F. 2000. Feldspat-Kuvars flotasyonunda metal iyonlarının seçimliliğe etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 94s. Ankara (yayımlanmamış).
- Tatar, S. 1997. Yozgat batoliti Şefaati kuzey kesiminin (Güney Yozgat) petrolojik incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, 94s. Sivas (yayımlanmamış).
- Tatar, S. 2003. Behrekdag Batoliti'nin Kırkkale ili-Hirfanlı barajı arasında kuzey-güney yönlü bir jeotravers boyunca petrolojik incelenmesi. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, 259s. Sivas (yayımlanmamış).
- Taycu, A. 2009. Seramik sağlık gereçleri pişirim koşullarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, 194s. Eskişehir (yayımlanmamış).
- Tiryaki, C. 2012. Yozgat batolitini oluşturan lökrogranitlerin ve yozgat volkanitlerinin petrolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, 135s. Sivas (yayımlanmamış).
- Töre, İ. 1999. Siyenit hammaddesinin seramik bünyelere etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, 82s. Eskişehir (yayımlanmamış).
- TS11325, Türk Standartları, 1994, Feldspat Seramik Sanayinde Kullanılan, TSE, Ankara.
- Tüvar, O. 2015. Yozgat-Yerköy doğusunun mineralojik, petrografik ve jeokimyasal incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, 112s. Sivas (yayımlanmamış).
- Uğur, G. 1990. Feldspatların manyetik yolla zenginleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, 67s. Eskişehir (yayımlanmamış).
- Yadete, H.M. 1990. Rock Geochemical Exploration in Intrusive Rocks of the Behrekdag Area (Celebi-Kirikkale). MSc. Thesis, Middle East Technical University, 120 pp. (yayımlanmamış).
- Yalçın, A.H. 1995. Çine güneyi (Akçaova) pegmatitlerinin jeolojisi ve petrojenezi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, 107s. İstanbul (yayımlanmamış).
- Yalınz, M.K., Aydın, N.S., Göncüoğlu, M.C., Parlak, O. 1999. Terlemez quartz monzonite of Central Anatolia (Aksaray-Sarıkaraman): age, petrogenesis and geotectonic implications for ophiolite emplacement. Geol. J. 34, 233-242.
- Yeşilbaş Günsal, Y. 2002. Sodyum feldspat atıklarının çinko esaslı yumuşak porselen sırlarında değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, 77s. Eskişehir (yayımlanmamış).

