

Araştırma Makalesi/Research Article

**Yolcular Metamorfitlelerinde (Bitlis Masifi) K-Feldispatça Zengin Aplit Dayklarının K-Feldispat Kaynağı olarak Kullanılabilirliği**

Vural OYAN, Yavuz ÖZDEMİR

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği  
Bölümü 65080 Van  
e-posta: vuraloyan@yyu.edu.tr

**Özet:** Bitlis Masifi'ndeki Yolcular Metamorfitleleri içinde gözlenen aplit daykları feldispat minerallerince zenginleşme göstermektedirler. Bu çalışmada Bitlis Masifi'nin alt birliğini kesen aplit dayklarının K-feldispat kaynağı olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yolcular Metamorfitleleri amfibolit, metagranit, paragnays/şist ve migmatit seviyelerinden oluşmaktadır ve kalınlıkları 3 ile 10 m arasında değişen aplit daykları ile kesilmektedirler. Aplit daykları kuvars, plajiyoklaz, alkali feldispat ve mika minerallerinden oluşmakta ve holokristalin porfirik doku sergilemektedirler. Aplit dayklarının kimyasal analiz sonuçlarına göre SiO<sub>2</sub> içerikleri % 74 - % 78, K<sub>2</sub>O içerikleri % 2.07 - % 6.5, Na<sub>2</sub>O içerikleri % 3 - % 4.77, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri % 0.3-0.9 ve TiO<sub>2</sub> içerikleri % 0.02 - 0.12 arasında değişmektedir. Bu veriler aplit dayklarının K-feldispat bakımından zengin olduklarını gösterebilir, yüksek SiO<sub>2</sub> ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriklerinden dolayı endüstriyel açıdan kullanılabilirlikleri için zenginleştirilmeleri gerektiğine işaret etmektedir. Aplit daykları yaş manyetik ayırma ve flotasyon deneylerine tabi tutulmuş ve deneysel çalışmalar flotasyon ile endüstrinin talebine uygun konsantre ürün üretilebileceğini ortaya koymuştur. Aplit dayklarından K<sub>2</sub>O içeriği % 8.5, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği 18.1 ve ağırlık verimi % 60.3 olan konsantre ürün elde edilmiştir. Ayrıca konsantrinin TiO<sub>2</sub> içeriği < % 0.1, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği % 0.1 ve SiO<sub>2</sub> içeriği % 67.05'e düşürülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Bitlis Masifi, Yolcular Metamorfiti, K-Feldspar, Manyetik ayırma, Flotasyon

**K-Feldspar-Rich Aplite Dykes in the Yolcular Metamorphics (Bitlis Massif): A Potential Source for K-Feldspar**

**Abstract:** Aplite dykes of the Yolcular Metamorphics within the Bitlis Massif display enrichment of Feldspar minerals. In this study, aplite dykes that cut lower unit of the Bitlis Massif are investigated as a source of K-feldspar. Yolcular metamorphics consist of amphibolite, metagranite, paragneisses/schists and migmatite levels and are cut by aplite dykes with a thickness ranging from 3m to 10m. Aplite dykes consist of quartz, plagioclase, alkali feldspar and mica minerals and display holocrystalline porphyritic texture. SiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and TiO<sub>2</sub> contents of the aplite dykes are ranging from 74-78%, 2.07-6.5%, 3-4.77%, 0.3-0.9%, 0.02-0.12, respectively. Mineralogical and geochemical contents reveal that the aplite dykes are rich in K-Feldspar, however high SiO<sub>2</sub> and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contents indicate aplite dykes need enrichment processes. For this purpose, samples were subjected to magnetic separation and flotation experiments. Result of experimental enrichment processes revealed that an appropriate concentrate for the demands of industry would be produced by flotation. A concentrate yielded a weight efficiency of 60.3 %, K<sub>2</sub>O content of 8.5 % and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content of 18.1 % were obtained from aplite dykes. Additionally, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and SiO<sub>2</sub> contents of the concrete were reduced to < 0.1 %, 0.1 %, 67.05 %, respectively.

**Key Words:** Bitlis Massif, Yolcular Metamorphics, K-Feldspar, Magnetic Separation, Flotation

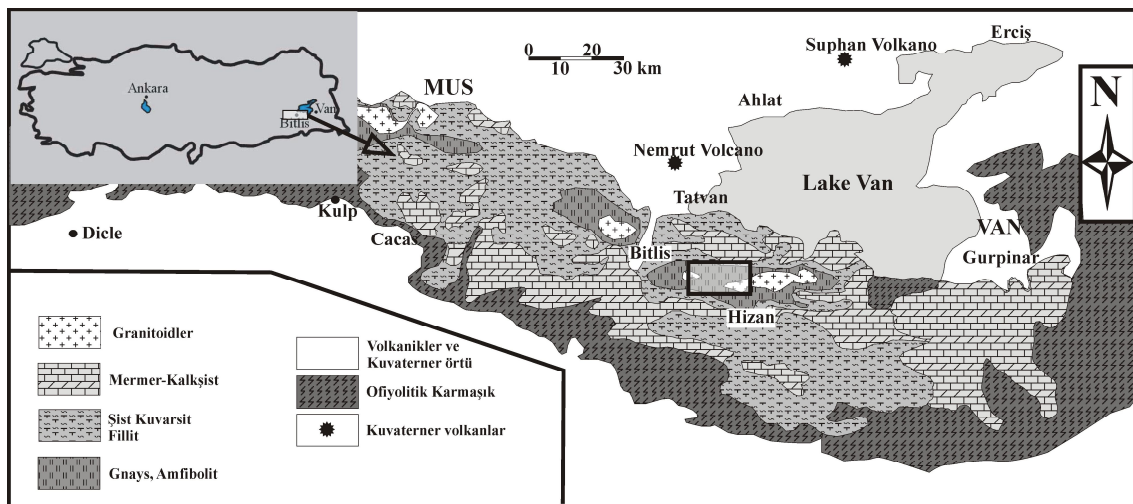
## Giriş

Bitlis Masifi'nde yüzeyleyen bölgesel metamorfitle birçok araştırmacı tarafından (Yılmaz, 1975; Tolluoğlu ve Erkan, 1982; Şengün, 1993; Göncüoğlu ve Turhan, 1985; Oyan ve Tolluoğlu, 2005) Alt Birlik ve Üst Birlik olarak farklı iki litolojiye ayrılmakta, Alt Birlik veya çekirdek kayaçları olarak adlandırılan litolojiler amfibolit, paragnays/şist, eklojit ve bunları kesen granit ve hololökokratik granitik kayaçlardan, Üst Birlik veya örtü kayaçları olarak adlandırılan litolojiler ise metapelitler ve bunları geçişli olarak örten Devoniyen-Mesozoyik yaşlı metakarbonatlardan (rekristalize kireçtaşı, dolomitik mermer, mermer, kuvars-mermer, kloritoyidli mermer) oluşmaktadır (Şekil 1). Bitlis Masifi'nin örtü serilerinde iyi korunmuş glokofan, karfolit ve aragonitten dönme kalsitin varlığı, düşük sıcaklık ve yüksek basınç koşullarındaki bir metamorfizmanın üst birlik için varlığını tanımlamakta ve Bitlis Masifi'nin Neotetisin kapanması sırasında derin gömülmeye uğrayarak nap yığını yapısı kazandığını göstermektedir. (Oberhansli ve ark. 2012). Yolcular metamorfitlelerine ait paragnayslar ve metagranitler üzerinde gerçekleştirilen zirkon yaşlandırma çalışmaları paragnaysların 627-990 milyon yıl ve metagranitlerin kristallenme yaşını 672 milyon yıl olarak vermiştir (Ustaömer ve ark. 2012).

Yerkabuğunun yaklaşık % 60'mı oluşturan feldispat mineralleri tektosilikat grubuna aittir ve yeryüzünün en önemli alüminyum silikat mineral grubunu oluşturmaktadır (Donald, 1994; Oyan ve Tolluoğlu, 2005). Feldispat minerallerine kaynak oluşturabilecek kayaçlardaki FeO mineralleri, renk verici özelliklerinden dolayı seramik veya cam bünyede istenmeyen minerallerin başında gelmektedirler. Feldispat mineralleri için zenginleştirme deneyleri bu minerallerin bünyeden uzaklaştırılmasını sağlar. K-feldispat mineralleri için en uygun kayaç grupları feldispat kumları, granitik kayaçlar, nefelinli siyenitler ile apilit ve pegmatit damarlarıdır.

Bitlis Masifi'ndeki feldispat kaynakları üzerine gerçekleştirilen ilk detaylı araştırma Oyan ve Tolluoğlu (2005) tarafından yapılmış ve Yolcular metamorfitlelerindeki lökokratik granitik kayaçlardan Na-feldispat minerallerinin elde edilmesi ve zenginleştirilmesi üzerine gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı Van Gölü'nün güneydoğusunda ve Hizan'ın güneyinde bulunan Yolcular metamorfitlelerindeki K-feldispatça zengin apilit dayklarının manyetik seperasyon ve flotasyon zenginleştirme deneyleri ile endüstriyel anlamda K-feldispat kaynağı olarak kullanılabilir bir konsantr ürünün elde edilip edilemeyeceğinin ortaya koyulmasıdır.



**Şekil 1.** Bitlis masifinin genel jeolojik görünümü ve çalışma alanı. Altınlı (1966)'dan değiştirilerek alınmıştır.

## Materyal ve Yöntem

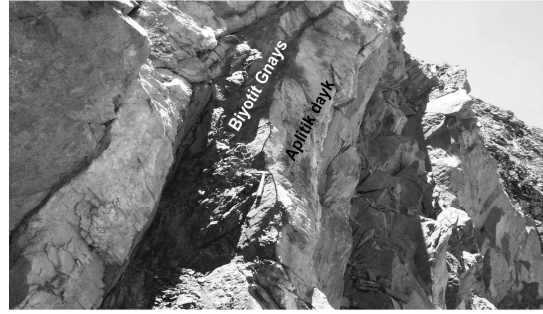
Bu çalışma Yolcular metamorfitlelerindeki (Bitlis Masifi) apolit dayklarının K-feldispat kaynağı olarak kullanılabilirliğini ortaya çıkarmak için yapılmıştır. Aplite dayklarının yayılımının ve jeolojik özelliklerinin ortaya çıkarılması ile petrografik, jeokimyasal ve zenginleştirilme analizleri için örnek alımı arazi çalışmaları ile gerçekleştirilmiştir. Petrografik çalışmalar araziden alınan kayaç numunelerinin incekesitleri üzerinde Yüzüncü Yıl Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde polarize mikroskoplar altında yapılmıştır. Aplite dayklarının major element analizleri Almanya'da Potsdam Üniversitesinde Schmelzaufschluss mit spectromelt A 12 (Merck) cihazıyla Messung mit RFA methodu ve XRF yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Bu analizlerden sonra feldispatça zengin olan numunelerden zenginleştirme deneyleri için 70 kg örnek alınmış ve MTA Genel Müdürlüğünde zenginleştirme deneyleri yapılmıştır. Bu örnekler ilk önce kayaç içinde istenmeyen FeO ve mika minerallerinin uzaklaştırılması için manyetik ayırma işlemine tabi tutulmuştur. Seramik bilyalı değirmende -100 mikron boyutuna ufalanan cevhere master magnet marka yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırıcıda manyetik ayırım uygulanmıştır. Zenginleştirme deneylerinin diğer aşamasında flotasyon deneyi numune üzerinde uygulanmıştır. flotasyon işlemine başlamadan önce öğütülen cevherin şlamları (-25 mikron) 3 kademeli dekantasyon işlemiyle uzaklaştırılmıştır. Flotasyon 3 aşamalı yapılmıştır. Feldispat kuvars ayırımında katyonik toplayıcı olan Armac T ve canlandırıcı olarak HF, mika flotasyonunda toplayıcı olarak Armac T ve canlandırıcı olarak H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve oksit flotasyonunda katyonik toplayıcı olarak Na-oleat ve canlandırıcı olarak H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> farklı dozajlarda denenmiştir. Benzer şekilde uygun köpürtücü dozajları da araştırılmıştır. Flotasyon deneyleri pH: 2.5-5.5 aralığında yapılmıştır. Zenginleştirme işlemlerine tabi tutulan numune üzerinde major oksit jeokimyasal analizleri ve 1300 °C'de pişme testi analizleri gerçekleştirilmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

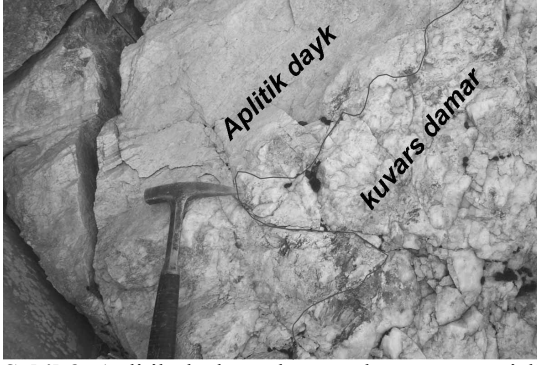
### Aplite Dayklarının Jeolojik Özellikleri

Aplite daykları, çalışma alanında bazen büyük dayklar bazen ise çok küçük dayklar şeklinde, yanal ve düşey devamlılığı olmayan, koyu renkli mineral içeriği çok az olan açık renkli damar kayaçları şeklinde gözlenirler. Hazo kuzeyinde metagranodiyorit kütlelerine bağlı olarak geliştiği düşünülen ve para gnayslarla sınır oluşturan (Şekil 2) apolit dayklarının en iyi mostraları gözlenmektedir. Yer yer killeşmeler gösteren ve bu killeşmelerden dolayı sarımsı renk tonu alan apolit daykları genelde beyaz, beyazımsı gri renk tonlarında, granitik bileşimde ve kuvars damarlarıyla yanal ve düşey (Şekil 3) geçiş gösteren damar kayaçları olarak izlenmektedirler. Özellikle Yolcular metamorfitlelerindeki anateksi süreçleri ile oluşabileceği düşünülen bu apolit daykları hem alt birliğe ait kayaç gruplarını, hem de Gevaş – Erdoğan yolu üzerinde üst birliğe ait Devoniyen – Permien yaşlı metakarbonatları kesmektedirler (Yurtsever ve ark., 1983). Bu veriler apolit dayklarının üst birliğe ait kayaçlarında kestiğini göstermektedir.



Şekil 2. Biyotit gnays ve apolit daykı kontakt ilişkisi.

Çalışma alanında feldispatlar için önemli mostraları gözlenen apolit dayklarının en büyük dezavantajı kütleli olarak kopukluk sunmaları olsada, özellikle açık renkli oluşları, mafik mineral içeriklerinin çok az veya hiç olmayışı k-feldispat kaynağı olarak kullanılabilirlikleri yorumunun yapılmasını sağlamıştır. Alt metamorfitleleri ve Üst metamorfitleleri keser konumdaki bu daykların süreksizliği feldispat yatakları olarak kullanılabilirliklerini bazı mostralarda engellemektedir.

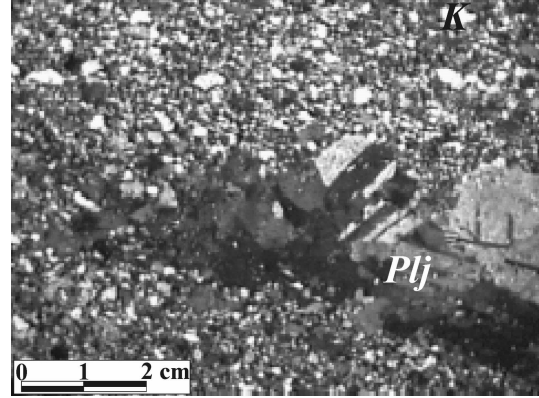


Şekil 3. Aplitik daykı ve kuvars damarının geçişli kontakt ilişkisi.

### Aplit Dayklarının Petrografik Özellikleri

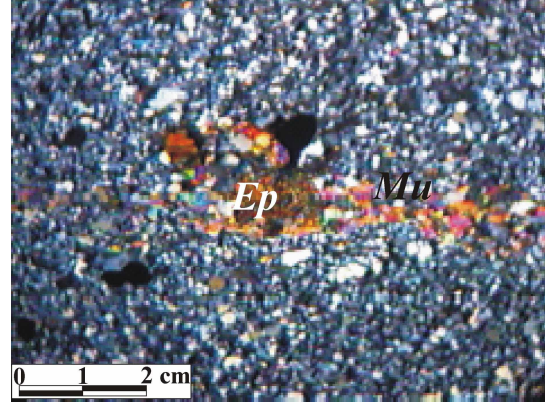
Yolcular metamorfiteilerinin yüzeylendiği çok geniş bir alanda sık aralıklarla gözlenen aplit dayklarının ana mineral parajenezi kuvars + ortoklaz + plajiyoklaz ± epidot ± klorit ± muskovit ± sfen kristallerinden oluşmaktadır. Özellikle metagranitoyid kütlelerinin yakın kısımlarında daha kalın dayklar şeklinde izlenen aplitler, oluştuğu metagranitoyid kütlelerinin parajenezlerini taşımaktadır. Kataklaзма etkilerinin de gözleendiği aplit daykları tipik olarak aplitik doku özelliği sunmaktadırlar. Holokristalin bir hamura sahip olan aplitlerde fenokristal olarak plajiyoklaz ve kuvars kristalleri gözlenmektedir (Şekil 4). Feldispatlar içinde ortoklazların plajiyoklazlara oranla daha baskın olduğu, ortoklazların küçük taneli ve bozunmaya uğradığı, özşekilli iri ve polisentetik ikizli plajiyoklazların ise hem fenokristal hem de hamurda oluştuğu gözlenmiştir. Çok küçük taneli ve özşekilsiz olan kuvars kristalleri çoğunlukla hamurda gözlenirken, fenokristal olarak da gözlenebilen kuvars kristalleri dinamik metamorfizma etkisi ile kuvvetli dalgalı sönme özelliği göstermektedirler.

Eser miktarda gözlenen epidot kristalleri (Şekil 5) küçük taneli ve elips şekilli olup kesit içinde agregat halinde, yüksek optik engebeleri ve III. Dizi girişim renkleri ile tipiktirler ve pistazit bileşimindedirler. Kloritler açık yeşil renk ve zayıf pleokroizma gösterirken, II. dizi girişim renkleri ve yağimsı yüzey sönmeleri klorit kristallerinde çok net olarak görülebilmektedir.



Şekil 4. Aplit dayklarına ait incekesit görüntüsü. Holokristalin hamur içerisinde Plajiyoklaz (Plj) ve Kuvars (K) fenokristalleri.

Sfen mineralleri özellikle tanelel agregatlar halinde, özşekilsiz, yüksek optik engebeleri olarak görülmüşlerdir. Aplit dayklarının mineralojik olarak koyu renkli mineralleri çok az veya hiç içermemeleri ve ortoklaz minerallerini feldispatlar içinde yoğun şekilde içermeleri aplitlerin K-feldispatlar için önemli zonlar teşkil ettiğini göstermektedir.



Şekil 5. Aplit daykları içindeki epidot (Ep) ve muskovit (Mu) kristalleri.

### Aplit Dayklarının Jeokimyasal Özellikleri

Saha çalışmaları ve petrografik çalışmalardan sonra K-feldispatça zengin olduğu düşünülen ve koyu renkli minerallerce en fakir olan 4 aplit daykının major oksit kimyasal analizleri Almanya'da Potsdam Üniversitesinde yaptırılmıştır ve sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. Aplit dayklarının SiO<sub>2</sub> içerikleri % 74.60 ile 78.2 arasında, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri % 11.9 ile 13.3

arasında, K<sub>2</sub>O içerikleri % 2.07 ile 6.49 arasında, Na<sub>2</sub>O içerikleri % 3.03 ile 4.77 arasında, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri % 0.31 ile 0.94 arasında ve TiO<sub>2</sub> içerikleri % 0.02 ile 0.12 arasında değişmektedir. Bu veriler aplit dayklarının K<sub>2</sub>O ve toplam alkali (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O = % 7.47 – 9.52 arasında) bakımından zengin olduklarını göstermektedir.

**Çizelge 1.** Aplit dayk örneklerine ait major oksit analiz sonuçları.

Litoloji	Aplit	Aplit	Aplit	Aplit
<b>Örnek No</b>	<b>V-2a</b>	<b>V-4</b>	<b>V-59</b>	<b>V-68</b>
SiO <sub>2</sub> %	78.2	75.5	74.60	75.8
TiO <sub>2</sub>	0.11	0.12	0.089	0.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.9	13.3	12.58	13.1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Tot)	0.55	0.94	0.310	0.57
MnO	0.003	0.019	0.005	0.01
MgO	0.11	0.38	0.109	0.13
CaO	0.40	1.62	0.636	0.82
Na <sub>2</sub> O	4.01	4.77	3.036	3.34
K <sub>2</sub> O	3.89	2.07	6.49	4.93
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			0.007	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.02	0.011	0.03
CO <sub>2</sub>	0.07	0.05		0.06
H <sub>2</sub> O	0.34	0.64		0.43
Toplam	<b>99.52</b>	<b>99.34</b>	<b>97.86</b>	<b>99.24</b>

Bunun yanı sıra örneklerdeki yüksek SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> içerikleri bu örneklerin ham feldispat cevheri olarak kullanılmayacağını ve zenginleştirilme işlemlerine tabi tutulmaları gerekliliğini ortaya koymuştur.

### Zenginleştirme Deneyleri

Çalışma alanında Yolcular Metamorfitlelerinin yüzeyletiği geniş bir alanda sık aralıklarla gözlenen, kalınlıkları 3 m den 10 m ye kadar değişen aplit dayklarında yapılan ön kimyasal çalışmalar aplit dayklarının K-feldispatça zengin olduğunu göstereceği, kayaçlardaki yüksek SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> içerikleri kayaçların seramik ve cam sektöründe kullanım için uygun olmadığını ve daha uygun bir konsantr elde etmek için zenginleştirme deneylerinin yapılması gerektiğini göstermiştir. Bu kapsamda K-feldispat bakımından en zengin olan V-59 nolu örnek üzerinde M.T.A Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi Başkanlığı cevher zenginleştirme biriminde manyetik ayırma ve

flotasyon zenginleştirme işlemleri yapılmış, bu çalışmalardan sonra numunenin zenginleşip zenginleşmediğini görmek amacıyla kimyasal analiz ve pişme testi çalışmaları yapılmıştır.

V-59 nolu örnek üzerinde zenginleştirme işlemlerine geçilmeden önce, merdaneli ve çeneli kırıcılarda öğütülen araziden alınmış 70 kg örnek üzerinde mineralojik ve petrografik tanımlamalar yapılmıştır. Mineralojik olarak holokristalin porfirik doku gözlenen kayaçta zayıf bir yönelme gelişmiştir. Ana bileşenlerini başlıca özşekilsiz ve dalgalı yanıp sönen kuvars, yarı özşekilli, polisentetik ikizli ve serisitleşme – killeşme gösteren plajiyoklaz, yarı özşekilli, iri - ince boyut aralığında ve killeşme – serisitleşme gösteren alkali feldispat oluşturmaktadır. Ayrıca az oranda muskovit, biyotit (kloritleşme gelişmiş), epidot mineralleri görülmüş, minerallerin en küçük, en büyük ve ortalama tane boyutları belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu tane boyutları zenginleştirme çalışmalarında kullanılacak tane boyunun belirlenmesinde önem arz etmektedir. Zira her tane boyu zenginleştirme işlemleri için uygun olmamaktadır. Bu mineralojik analizlerden sonra kimyasal analize gönderilen numunede toplam alkali oranı (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) % 9.5, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 0.31 çıkmış ve manyetik ayırma ve flotasyon ile zenginleştirme işlemlerine geçilmiştir.

Cevher çeneli kırıcıda aşamalı olarak - 3 cm ye kadar, daha sonra konik kırıcı ile -1 cm ye kırılmıştır. Üçüncül kırmada merdaneli kırıcı ile boyutu – 3 mm ye indirilen cevher, seramik değirmende öğütmeye hazır hale getirilmiştir. Boyutu -3 mm ye indirilen cevher, seramik bilyalı değirmende %40 bilya şarjında -100 mikrona öğütülerek manyetik ayırma ve flotasyon deneyleri için hazırlanmıştır.

**Çizelge 2.** V-59 nolu aplit daykının tane boyu değerleri.

Mineral	En Küçük Tane boyu (mm)	En Büyük Tane Boyu (mm)
Kuvars	0.15625	1.4375
Plajiyoklaz	0.125	2.34375
Ortoklaz	0.125	2.65625
Muskovit	0.09375	0.3125
Epidot	0.125	0.375

Seramik bilyalı değirmende -100 mikron boyutuna ufalanan cevhere master magnet marka yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırcıda manyetik ayırım uygulanmıştır. Yaş manyetik ayırma ile elde edilen konsantrenin kimyasal analiz sonuçlarında cevherin demir içeriği % 0.3'den % 0.1'e indirilmiş, titan içeriği de yine % 0.1'in altında kalmış ve elde edilen konsantre ağırlıkça giriş miktarının %95.94'ü olmuştur. Manyetik ayırma işlemlerinden sonra numune üzerinde 3 aşamalı mika, oksit

ve feldispat flotasyonu deneyler uygulanmıştır. Flotasyonun optimum deney koşulları Çizelge 3'de verilmiştir.

Bu deneysel çalışmalardan sonra elde edilen zenginleştirilmiş konsantre ürün üzerinde kimyasal analiz ve pişme testi çalışmaları yapılmıştır. Kimyasal analiz sonuçlarında ham cevherdeki toplam alkali ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) oranı % 9.3'den 11.8'e ve  $\text{K}_2\text{O}$  değeri % 6.9'dan % 8.5'e yükseltilmiş, cevherde istenmeyen  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  içeriği % 0.31'den % 0.1'e indirilmiştir (Çizelge 4).

**Çizelge 3.** Flotasyon deneylerinin optimum koşulları

**Mika flotasyonu**

Palp katı/sıvı oranı (koşullandırma)	: % 70 (ağırlıkça)
Palp katı/sıvı oranı (flotasyon)	: % 30 (ağırlıkça)
Toplayıcı türü ve miktarı	: Tallow amin asetat (Armac T), 204 g/t
Koşullandırma süresi	: 3 dak.
pH	: 3 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ile
Köpürtücü türü ve miktarı	: Metil izobütil karbinal (MIBC) 69 g/t

**Oksit flotasyonu**

Palp katı/sıvı oranı (koşullandırma)	: % 70 (ağırlıkça)
Palp katı/sıvı oranı (flotasyon)	: % 30 (ağırlıkça)
Toplayıcı türü ve miktarı	: Na-Oleat, 1820 g/t
Koşullandırma süresi	: 5 dak.
pH	: 5.5 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ile
Köpürtücü türü ve miktarı	: Metil izobütil karbinal (MIBC) 68 g/t

**Feldispat flotasyonu**

Palp katı/sıvı oranı (koşullandırma)	: % 70 (ağırlıkça)
Palp katı/sıvı oranı (flotasyon)	: % 30 (ağırlıkça)
Toplayıcı türü ve miktarı	: Tallow amin asetat (Armac T), 1340 g/t
Koşullandırma süresi	: 5 dak.
pH	: 2.8 HF ile
Köpürtücü türü ve miktarı	: Metil izobütil karbinal (MIBC) 23 g/t

**Çizelge 4.** Aplit ham cevher ve konsantre ürünün kimyasal analiz sonuçları

Litoloji	Aplit (Ham cevher)	Aplit (Konsantre numune)
$\text{SiO}_2$ (%)	74.6	67.05
$\text{TiO}_2$	0.089	< 0.1
$\text{Al}_2\text{O}_3$	12.58	18.1
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ (Tot)	0.31	0.10
MnO	0.005	<0.1
MgO	0.1	0.1
CaO	0.6	0.5
$\text{Na}_2\text{O}$	3.0	3.3
$\text{K}_2\text{O}$	6.49	8.5
$\text{P}_2\text{O}_5$	< 0.1	<0.1

Pişme testi sonuçlarında erime olarak beyazlık değeri % 78.50 belirlenmiş ve elde edilen konsantrenin ağırlıkça girişin % 60.3 olduğu saptanmıştır. Konsantre numunenin 1300 °C de yapılan pişme testlerinde beyaz renk ve beyaz pişme bünyesi elde edilmiştir. Bu zenginleştirme, kimyasal analiz ve pişme testi çalışmaları sonucunda aplit dayklarında her iki yöntemle cevherin zenginleşebileceği görülmüş ve elde edilen %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ve  $\text{TiO}_2$  içeriklerinin TSE 11325 ve TSE 5121 standartlarında istenilen değerler arasında kaldığı görülmüştür.

## Sonuçlar

Türkiye'nin en büyük ve en önemli metamorfik komplekslerinden biri olan Bitlis Masifi'nin alt birliğine ait Yolcular metamorfitleleri üzerinde gerçekleştirilen bu çalışma ile K-feldispatça zengin olan aplit dayklarının endüstriyel olarak kullanılabilirlikleri ortaya koyulmuştur. Aplit daykları üzerinde gerçekleştirilen alansal, petrografik ve kimyasal analiz sonuçları bu kayaçların K-feldispatça zengin olduklarını ve K<sub>2</sub>O içeriklerinin %6.49'a kadar ulaştığını göstermiştir. Aplit daykları üzerinde gerçekleştirilen manyetik ayırma ve flotasyon deneyleri ile K<sub>2</sub>O içeriği % 8.5'e, total alkali oranı % 11.8'e, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği % 18.1'e yükseltilmiş ve SiO<sub>2</sub> içeriği % 67.05'e, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği % 0.1'e düşürülmüştür. Bu veriler zenginleştirilme deneyleri ile aplit dayklarının seramik ve cam endüstrileri için kullanılabilirlik uygunluğa (K<sub>2</sub>O > %8, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> < % 0.1, TiO<sub>2</sub> < %0.1) ulaştırılabileceğini göstermiştir. Bitlis Masifi'de yapılan önceki çalışmalar masifin alt birliği içindeki lökograditik kayaçların Na-feldispat kaynağı olarak kullanılabilirliğini ve Na<sub>2</sub>O içeriğinin % 11.50'ye kadar zenginleştirme ile yükseltilebileceğini göstermiştir (Oyan ve Tolluoğlu 2005). Her iki çalışmanın verileri Bitlis Masifi'nin alt birliği içinde hem Na-feldispat hemde K-feldispat zenginleşmelerinin olduğunu ve uygun zenginleştirme işlemleri ile bölgede feldispat kaynağı olarak kullanılabilirliklerini ortaya koymuştur. Bitlis Masifi'nin içindeki diğer alt birliğe ait metamorfitleler üzerinde yapılacak bu tür çalışmalar ile masifin feldispat potansiyelinin tam olarak ortaya çıkarılması bölge ve ülke ekonomisinin katma değerine büyük katkılar sağlayacak ve hem bölge hemde ülke ekonomisinin gelişmesine büyük katkılar sağlayacaktır.

## Kaynaklar

- Altınlı 1966. Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi. MTA dergisi. 66:35-73.
- Donald, D.D., 1994. Industrial minerals and Rocks. 550p. Littleton, Colorado.
- Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., 1985. Bitlis Metamorfik kuşağı orta bölümünün temel jeolojisi, M.T.A. Raporu. Rapor No:7707, Ankara. 225 s.
- Oberhansli, R., Bousquet, R., Candan, O., Okay, A., 2012. Dating Subduction Events in East Anatolia, Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences. 21:1-17.
- Oyan, V., Tolluoğlu, A.Ü., 2005. Bitlis Masifi'nde (Yolcular Metamorfiti) Na-Feldispat Bakımından Zengin Lökograditik Kayaçlar: Na-Feldispat Kaynağı Olarak Bir Potansiyel. Yerbilimleri Dergisi. 3: 1-11.
- Şengün, M., 1993. Bitlis Masifi'nin metamorfizması ve örtü çekirdek ilişkisi. MTA dergisi. 115:1-13.
- Tolluoğlu, A. Ü., Erkan, Y., 1982. Mutki (Bitlis) yöresindeki bölgesel metamorfik kayaçların petrografik incelenmesi. Yerbilimleri Dergisi. 9: 73-91.
- Ustaömer, P.A., Ustaömer, T., Gerdes, A., Robertson, A.H.F., Collins, A.S., 2012. evidence of Precambrian Sedimentation / Magmatism and Cambrian Metamorphism in the Bitlis Masif SE Turkey Utilising Whole Rock Geochemistry and U-Pb LA-ICP-MS Zircon Dating. Gondwana Research. 21:1001-1018.
- TSE, 1987. Feldispat, seramik sanayinde kullanılan. Türk Standartları Enstitüsü, TSE 11325, Ankara (yayımlanmamış).
- TSE, 1994. Feldispat, cam sanayinde kullanılan. Türk Standartları Enstitüsü, TSE 5121, Ankara (yayımlanmamış).
- Yılmaz, O., 1975. Cacas bölgesi (Bitlis Masifi) kayaçlarının petrografik ve stratigrafik incelenmesi. T.J.K. Bülteni. 18: 33-41.
- Yurtsever, A., Aksoy, Ö., Boztepe, Y., Değer, Z., Konuk, O., Şengün, M., Yurtsever, G., 1983. Gevaş (Van) dolayının jeolojisi. M.T.A. raporu. Ankara. 200 s.