

Bayındır - Akpınar (Kaman) Nefelin Siyenitlerinin Zenginleştirilmesi

Beneficiation of Bayındır - Akpınar (Kaman) Nepheline Syenites

Hasan BAYHAN (*)
İsmail GİRĞİN (**)

ÖZET

Bayındır-Akpınar yöresindeki alkali magmatik kayalar temsil eden kayaç topluluklarından birisi feldispatoyitli siyenitlerdir. Bu kayalar, nefelin siyenit (sodalit-siyenit), miyaskit ve foyait karakterindedir. Bölgedeki nefelin siyenitler geniş yüzlekler vermekte ve önemli oranlarda da nefelin+feldispat minerallerini içermektedir. Bölgeden alınan temsili örnekler, boyut küçültme işlemi sonucunda - 0,589 mm'ye indirilmelerini takiben, -0,147 ve - 0,147 mm'lik fraksiyonlara ayrılarak CARPCO yüksek alanlı yağ manyetik ayırıcıdan geçirilmiş ve manyetik özellikteki gang minerallerinin ayrılabilmesi koşulları incelenmiştir. Sonuçta, pazarlanabilir nitelikte bir konsantrenin ($Fe_2O_3 = \%0,16$) %72 verimle kazanılabileceği anlaşılmıştır.

ABSTRACT

Alkaline magmatic rocks in Bayındır-Akpınar region is represented by feldspathoid syenites. These rocks are in the form of nepheline syenite (sodalite-syenite), miaskite and foyait. In the region, nepheline syenites give wide outcrops and contain large quantities of nepheline + feldspar minerals. Representative samples obtained from the region is reduced in size to - 0.589 mm and then +0.147 mm and - 0.147 mm sized fractions are passed through CARPCO high intensity magnetic separator so as to remove the gangue minerals showing magnetic properties. At the end, a marketable concentrate ($Fe_2O_3 = 0.16\%$) was obtained with a recovery of 72%.

(*) Doç. Dr. , H.Ü. . Jeoloji Mühendisliği Bölümü Beytepe/ANKARA
(**) Prof. Dr. , H.Ü. . Maden Mühendisliği Bölümü Beytepe/ANKARA

mektedir. Bu nedenle de nef elin siyenitlerin kullanıma sokulmadan önce demir içeriklerinin belli bir değerin altına indirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla uygulanan zenginleştirme yöntemleri, demir minerallerinin karakterine bağlı olarak, düşük ve yüksek alanlı manyetik ayırma (Deeth, 1957; Kulaksız, 1987; Norrgram ve Orlich, 1988) olmakta; bazı durumlarda da flotasyon yöntemine (Castle ve Gillson, 1960; Wilson, 1960; Morgan, 1968; Redeker, 1971) başvurulmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Bayındır-Akpınar yöresindeki nefelin siyenitlerin zenginleştirilmesi olanaklarının araştırılması ve ülkemiz cam-seramik endüstrisinde kullanılabilir bir hammadde kaynağının değerlendirilebilmesine ışık tutmaktadır.

2.BAYINDIR-AKPINAR ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ

Feldispatoyidli siyenitler, uzunluğu yaklaşık 11 km, genişliği ise en fazla 2 km olan güneybatı-kuzeydoğu uzanımlı bir elips şeklinde olup kuvars siyenit ve granitoyitler tarafından çevrelenmiştir. Genelde gri ve mavimsi gri renklerde gözlenmektedir. Tane boyu açısından ince taneli (<1mm) ve iri tanelidir (>5mm). Yapı - doku ve mineralojik bileşimlerine göre (Sorenson, 1979) miyaskitler ve sodalit siyanitler olmak üzere iki gruba ayrılarak incelenmişlerdir. İri taneli olan sodalit siyenitler Akpınar'dan Bayındır'ın kuzeyine kadar yayılım göstermektedir. Verdikleri yüzlekler açısından miyaskitlere oranla 4/5 oranında zenginlik göstermektedir (Şekil 1). Bu kayalık grubu, seramik ve cam endüstrisinin hammaddesi olarak değerlendirilen

ve tanımlanan "nefelin siyenit" kayalık tanımına karşılık gelmektedir.

Bu çalışmada kullanılan nefelin siyenit örneklerinin açık renkli bileşenlerini; ortoklaz, albitoligoklas karakterindeki plajiyoklaz, nefelin, sodalit ve az miktarda (% 1-2) kankrinit oluşturmaktadır. Bu mineraller tüm kayacın yaklaşık % 75 - 85'ini oluşturmaktadır. Prizmatik levhalarının uzunluğu genelde 5 mm'nin üzerinde (bazen 1-1,5 cm) olan ortoklazların tane boyu, özellikle hamurda, bazen az da olsa 0,365 mm'ye kadar düşmektedir. Yer yer pertitik doku göstermektedirler. Sodalitler, çoğunlukla, özsekilli kristaller halinde feldispat ile nefelin içinde kapanım halinde gözlenmekte ve tane boyu 0,035 mm ile 0,256 mm arasında değişmektedir. Açık renkli bileşenler içindeki oransal bileşim ise % 2-8 arasındadır. Ana bileşenler durumundaki feldispat (% 66,8) ve nef elinin (% 33,2) birbirine göre olan oransal bileşimlerine bakıldığında ise durumun 1/2 oranında feldispat lehine olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Feldispat ve Nefelin'in Oransal Bileşimleri (%)

Bileşenler	Nefelin	Siyenit
Ortoklaz (Potasyum feldispat: $K_2OAl_2O_3 \cdot 6SiO_2$)	60.8	66.8
Albit (Sodyum feldispat: $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$)	Ç O	
Nefelin ($K_2O_3 \cdot Na_2O \cdot 4Al_2O_3 \cdot 8SiO_2$)	332	

Yine iri kristaller halinde bulunan ve seramik-cam hammaddesini olumsuz yönde etkileyen koyu renkli bileşenler, genelde tüm kayacın % 15-25'ini temsil etmektedirler. Ancak, bu değerin bazı alanlarda az da olsa % 30'un üzerine çıktığı görülmektedir. Tane boylan genelde 3-7 mm arasında değişmektedir. Bazen bu değer 0,210 mm'ye kadar da dü-

madencilik

şebilmektedir. Koyu renkli bileşenleri oluşturan mineraller: Na-amfibol (hastingsit-barkevit), Na-piroksen (egirinojit-egirin serisi), biyotit, muskovit ve melanit (Ti-granat)'tir. Tali bileşenler ise, florit, titanit, allanit, zirkon ve apatit'ten oluşmaktadır.

3. ZENGİNLEŞTİRME DENEYLERİ

3.1. Bayındır- Akpınar Yöresi Nef elin Siyenitlerinden Deney Örneklerinin Hazırlanması

Yöreden getirilen yaklaşık 50 kg. örnek birleştirilerek sırasıyla 0,5 cm çıkış açıklıklı çeneli kinci ve merdaneli kınadan geçirilerek tümü - 0,589 mm. ^olacak şekilde boyut küçültme işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra, bıçaklı bölücü kullanılarak, malzeme dört kısma ayrılmış ve her bir kısım da tekrar azaltma işlemine tabi tutularak deneylerde kullanılan yaklaşık 2,5 kg'lık örnekler hazırlanmıştır. -0,589 mm'lik malzemenin kimyasal bileşimi ve elek analizi sonucu sırasıyla Çizelge 2 ve Çizelge 3'te verilmektedir.

Çizelge 2. Deney Örneğinin Kimyasal Bileşimi (%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	MnO	P ₂ O ₅
56.63	19.46	2.97	0.31	2.45	6.23	8.36	0.39	0.15	0.15

Çizelge 3. Deney Örneğinin Elek Analizi Sonucu

Elek Açıklığı Aralığı mm	Elek Fraksiyonları Ağırlık %	Nominal Elek Açıklığı mm	Kümüleri Ele Alta %	Kümüleri Ele Üstü %
+ 0,495	1,32	0,67	99,33	0,67
-0,495+0,417	3,65	1,85	97,48	2,52
-0,417+0,295	26,60	13,48	84,00	16,00
-0,295+0,208	38,90	19,72	64,28	35,72
-0,208+0,147	41,28	20,93	43,35	56,65
-0,147+0,074	49,22	24,95	18,40	81,60
-0,074+0,061	3,84	1,95	16,45	83,55
-0,061+0,053	7,02	3,56	12,89	87,11
-0,053+0,043	5,60	2,84	10,05	89,95
-0,043+0,038	4,99	2,53	7,52	92,48
-0,038	14,84	7,52		

3.2. Manyetik Ayırma

Yapılan incelemeler Bayındır-Akpınar nerelin siyenitlerinde manyetik özellik gösteren mineraller olarak manyetit, biyotit, granat, apatit, muskovit ve hornblend bulunduğunu göstermektedir. Manyetit dışındaki minerallerin ayrılması için yüksek alan şiddeti gerektiği açıktır.

Manyetik ayırma deneyleri, CARP-CO Model WHIMS 3X4 L yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırıcıda yapılmıştır. Malzemenin tane boyu dağılımına göre bilya seçimi konusundaki öneriler dikkate alınarak numunenin 0,147 mm'lik elekten geçirilerek iki ayrı fraksiyona ayrılması uygun görülmüştür. -0,147 mm'lik fraksiyon için 6,3 mm çapında bilyalar, +0,147 mm'lik fraksiyon için de 19 mm çapında ve 19 mm -6,3 mm kanşımı bilyalar kullanılarak deneyler yapılmıştır. Her iki fraksiyon için düşük ve yüksek alan şiddetinde gerçekleştirilen deneylerin ayrıntısı madde 3.2.1 ye madde 3.2.2 de verilmektedir.

3.2.1. -0,147 mm'lik fraksiyon ile yapılan manyetik ayırma deneyleri

925 gram örnek 0,147 mm'lik elekten geçirilerek 375 gram - 0,147 mm'lik fraksiyon elde edilmiştir. Bu fraksiyona sırasıyla aşağıda belirtilen işlemler uygulanmıştır.

- Laboratuvarda - 0,147 mm'lik fraksiyon, 6,3 mm çapında bilyalar kullanılarak ve alan şiddeti kademeli olarak arttırılarak 0 - 5000 gauss alan şiddeti aralığında manyetik ürün elde edilemeyene kadar (4 kez) manyetik ayırmadan geçirilmiştir. Bu işlem

sonunda elde edilen manyetik ürün (MAG-1) miktan toplam 21,5 gram olmaktadır.

- Manyetik olmayan kısım, aynı büyüklükte bilyalar kullanılarak ve alan şiddeti 5000-20000 gauss arasında kademeli olarak arttırılarak, manyetik ürün elde edilmeyene kadar (5 kez) tekrar ayırıcıdan geçirilmiştir. Bu işlem sonunda toplam 52,90 gr manyetik ürün (MAG - 2) elde edilmiştir.

- Manyetik olmayan kısım, 22000 gauss alan şiddetinde ve bilya miktarı artırılarak manyetik ürün elde edilmeyene kadar (3 kez) son bir ayırma işlemine tabi tutulmuş ve 4,27 gr manyetik ürün (MAG-3) ile 267,77 gr neferin siyenit konsantresi (NSYE - 1) elde edilmiştir.

-0,147 mm'lik fraksiyona uygulanan düşük ve yüksek alan şiddetindeki manyetik ayırma işlemi sırasındaki ayırma kaybı 28,91 gram olup, elde edilen fraksiyonların kimyasal bileşimleri Çizelge 4 de verilmektedir. Kimyasal analizlerin yapılmasında Elkem-Spigerverket A/S (Norveç) firmasından temin edilen, kimyasal ve mineralojik bileşimi belli, North Cape Nefelin Siyenit Konsantresi kontrol numunesi olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4. - 0,147 mm'lik Numuneden Manyetik Ayırma İşlemi Sonunda Elde Edilen Fraksiyonların Kimyasal Bileşimleri (%)

Numu»	sa,	Al ₂ O ₃	F ₂ O ₃	TiO ₂	CoO	Ha ₂ O	V ₂ O ₅	MgO	MnO	p ₂ O ₅
MAG-1	45,32	16,91	16,70	1,24	4,84	3,93	5,48	1,55	0,46	0,24
MAG-2	48,54	17,22	12,38	1,92	6,04	3,92	5,40	1,74	0,48	0,26
MAG-3	56,82	19,29	0,96	2,67	2,92	5,59	8,36	0,24	0,04	0,30
NSYE-1	60,22	22,03	0,12	0,054	1,50	5,51	9,50	0,04	0,01	0,16

3.2.2. +0,147 mm'lik fraksiyon ile yapılan manyetik ayırma deneyleri

925 gram numuneden 550 gram +0,147 mm'lik fraksiyon elde edilmiş ve bu fraksiyona da sırasıyla aşağıda belirtilen işlemler uygulanmıştır.

a) +0,147 mm'lik fraksiyon, 19 mm çapında bilyalar kullanılarak ve 0-5000 gauss arasında alan şiddeti kademeli olarak arttırılarak manyetik ürün elde edilmeyene kadar (3 kez) manyetik ayırıcıdan geçirilmiştir. Bu işlem sonunda toplam 42,69 gram manyetik ürün (MAG-4) elde edilmiştir.

b) Manyetik olmayan kısım, aynı büyüklükte bilyalar kullanılarak ve alan şiddeti 5000-20000 gauss arasında kademeli olarak arttırılarak manyetik ürün elde edilmeyene kadar (4 kez) tekrar ayırıcıdan geçirilmiştir. Bu işlem sonunda elde edilen manyetik ürün (MAG-5) miktan toplam 93,99 gram olmaktadır.

c) Manyetik olmayan kısım, 22000 gauss alan şiddetinde ve aynı büyüklükteki bilyalar kullanılarak 7 kez daha ayırma işlemine tabi tutulduğunda 800 gram ürün (MAG-6) elde edilmektedir.

d) Manyetik olmayan kısım, 6,3 mm ve 19 mm çapında bilya karışımı kullanılarak 22000 gauss alan şiddetinde son 2 kez daha ayırma işlemine tabi tutularak 6,83 gram manyetik ürün (MAG-7), 397,68 gram da nefelin siyenit konsantresi (NSYE-2) elde edilmiştir.

+0,147 mm'lik fraksiyona uygulanan düşük ve yüksek alan şiddetindeki manyetik ayırma işlemi sırasındaki ayırma kaybı 0,81 gram

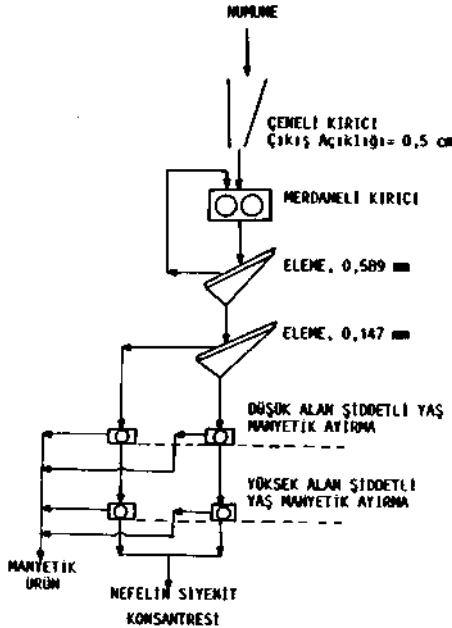
olup, elde edilen fraksiyonların kimyasal bileşimi Çizelge 5 de verilmektedir.

Çizelge 5. +0,147 mm'lik Numunedan Manyetik Ayırma Sonucunda Elde Edilen Fraksiyonların Kimyasal Bileşimleri (%)

Numune	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	P ₂ O ₅	A.Z.
MA&4	48,64	18,30	11,96	1,02	4,32	5,98	6,51	1,42	0,34	0,40
MA&5	51,74	18,02	8,94	1,02	4,74	4,19	6,71	1,28	0,31	0,22
MA&6										
+	60,89	19,91	0,91	0,64	1,04	5,05	8,58	0,18	0,04	0,15
MAG-7										
NSYE-2	59,79	22,30	0,19	0,106	1,43	5,69	9,46	0,06	0,01	0,014

3.2.3. Manyetik ayırma deneylerinin toplu değerlendirilmesi

Manyetik ayırıcıda daha etkili bir ayırım sağlayabilmek için +0,147 mm ve -0,147 mm'lik iki fraksiyon üzerinde farklı büyüklükte bilyalar kullanılarak gerçekleştirilen manyetik ayırma işleminin laboratuvar koşullarındaki genel bir akım şeması Şekil 2 de verilmektedir.



Şekil 2. Bayındır-Akpınar Nefelin Siyemitlerinin laboratuvar koşullarındaki zenginleştirme akım şeması

Söz konusu akım şeması uygulanarak %72 verimle nefelin siyemit konsantresi elde edilebilmekte, ayırma kaybı ise yaklaşık %3,2 dolayında olmaktadır. Elde edilen manyetik ürün yaklaşık %24,8 dolayında olmakla birlikte Çizelge 4 ve Çizelge 5 de verilen analiz sonuçları incelendiğinde yaklaşık %0,94 Fe₂CO₃ içerikli bir ara manyetik ürün de almanın mümkün olabileceği anlaşılmaktadır. Ancak bu ara ürün miktar oldukça az, yaklaşık %2 dolaylarında olmaktadır.

3.3. Elde Edilen Konsantrenin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Bu çalışma sonunda -0,147mm ve +0,147 mm'lik numunelerden elde edilen kompozit nefelin siyemit konsantresinin boyut dağılımı ve kimyasal bileşimi, North Cape Nefelin Siyemit Konsantresi ile kıyaslamak olarak, sırasıyla Çizelge 6 ve Çizelge 7 de verilmektedir.

Çizelge 6. Bayındır-Akpınar ve North Cape Nefelin Siyemit Konsantrelerinin Boyut Dağılımı

Tane Boyu(Cmm)	Bayındır-Akpınar Nefelin Siyemit Konsantresi % Elek Üstü	North Cape Nefelin Siyemit Konsantresi % Elek Üstü
0,589	0,0	0,0
0,495	0,7	0,1
0,417	2,7	3,2
0,295	17,0	25,5
0,208	38,4	51,0
0,074	82,5	89,0
-0,074	17,5	11,0

Çizelge 7. Bayındır-Akpınar ve North Cape Nefelin Siyemit Konsantrelerinin Kimyasal Bileşimleri(%)

Konsantre	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	P ₂ O ₅	A.Z.
Bayındır-Akpınar	69,96	22,19	0,16	0,085	1,46	5,61	9,48	0,052	0,148	0,97
NorthCape	57,0	23,8	0,10	0,10	1,30	7,90	9,0	-	0,1	1,2

Bayındır-Akpınar nefelin siyemit konsantresi üzerinde yapılan testler yoğunluğun 2,52 g/cm³ ve yığın yo-

madencilik

CASTLE,J.E..GILLSON,J.C.,1960;"Feldspar, Nepheline Syenite and Aplite",Industrial Minerals and Rocks,3rd Ed.,AIME,New York,339-362(Editor J.C. Gillson).

CHODOROV,E.I.VE ARK.,1981;"Treatment of Nepheline Raw Material To Obtain Alumina".Ger.offen. 3,042,862(C.I..C01F7/02),10s(Chemical Abstr.P 117758 f(95:1981)).

DEETH, H.R..1957;"Nepheline Syenite at Blue Mountain"; Min. Engineering,1241-1244.

ERKAN,Y.,1976;"Kırşehir çevresindeki reijyonel metamorfik bölgede saptanan isogradlar ve bunların petrolojik yorumlan", Yerbilimleri,2/1,107-111.

ERKAN,Y.,1977;"Orta Anadolu masifinin güneybatısında Kırşehir bölgesinde etkili reijyonel metamorfizma ile amfibol minerallerin bileşimi arasındaki ilişkiler". Yerbilimleri,3/1,41-44

KULAKSIZ.S.,1987;"Kaman (Kırşehir) Kuzeydoğusunda Yer Alan Nefelinli Siyenitlerin Değerlendirilmeleri ve ön sonuçlar".Seramik Teknik Kongre Sergi Bildirgeleri Kitabı, TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, İstanbul, 19-25.

MORGAN,E.R.,1968;"The Feldspar Corporation's Middletown, Connecticut Flotation Plant" .-Bulletin No:M4-B134,DECO-Trefoil, 9-16.

NORRGRAM,D.A.,Orlich,J.N.,1988;"Fundement als of High Intensity Magnetic Seperation as Applied to industrial Minerals",Minerals and Metallurgical Processing,5(1),1-11.

REDEKER,I.H.,1971;"Norh Carolina Feldspar Flotation and Solutions to Waste Disposal Problems",Trans,SME/AIME,250,71.

SEYMEN,İ.,1981;"Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir 'masifinin metamorfizması",Türkiye Jeol.Kur. 35.Bil. ve Tek. Kurultayı.İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu.Ankara, 12-15.

SEYMEN,İ.,1983;"Tamadağ (Kaman-Kırşehir) çevresinde Kaman grubunun ve onunla sınırdaş oluşumların karşılaştırmalı tektonik özellikleri", Türkiye Jeol.Kur.Bült.,26/2,89-98.

SEYMEN,İ.,1984;"Kırşehir masifi metamorfizmasının jeolojik evrimi".Türkiye Jeol.Kur.Ketin Sempozyumu.Ankara, 133-148.

SORENSEN.H., 1979;"Introduction,the alkaline rocks,In Sorenson.H. (ed)",John Wiley and Sons, New York, 15-22.

TOLLUOĞLU,A.Ü..1987;"Orta Anadolu masifi Kırşehir metamorfizmasının (Kırşehir Kuzeybatısı) petrografik özellikleri",Doğa, Müh ve Çev. D.11.3.344-361.

WILSON,J.N., 1960 ; "Feldspar-Mica Seperation. An Unusual Flotation Flow-sheet",Proceedings,International Mineral processing Congress, Institution of Mining and Metallurgy .London ,491-498.