

FELDSPATLARIN STANDARDİZASYONU VE SERAMİK SANAYİİNDEKİ EHEMMİYETİ

Raşit TOLUN

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

Son yıllarda süratle inkişaf etmekte olan seramik sanayiimizin mühim bir ham maddesini teşkil eden feldspatlar hakkında, bilinmesinde fayda mülâhaza ettiğim hususları bu yazımla arz etmek istiyorum.

Arz kabuğunu teşkil eden minerallerin en mühimlerinden biri olan feldspatlar plutonik sahrelerin %59.5 unu teşkil ederler. Feldspatlardan sonra en mebzul mineral kuarstır (% 12).

Feldspatların ekonomik istihsaline yarıyan teşekküller umumiyetle pegmatit formasyonlarıdır. Bunlardan sonra aplit daykları ikinci mühim memba olarak ehemmiyet arzederler. Son zamanlarda, feldspatın flotasyon yolu ile kuars-tan ayrılması mümkün olduktan sonra, grafik granit de bir feldspat membaı olarak önem kazanmıştır. Cam sanayiinde kullanılan nefelin syenit ucuzluğu ve alümince zenginliği bakımından feldspatlara rekabet etmektedir.

FELDSPATLARIN FİZİKİ VE KİMYEVİ EVSAFLARI

Feldspatları izomorf karışımları ve teşekkülât özellikleri bakımından iki kı-sımda mütalâa etmek lâzımdır :

1. Alkali feldspatlar,
2. Kalko-sodik feldspatlar (plajiyoklazlar).

L Alkali feldspatları da potasyumlu ve sodyumlu olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür.

a) Potasyumlu feldspatların en önem-lileri : ortoz (ortoklaz) ile mikroklin-dir. Sanidin ve adular adlı mineral-ler de bu gruptandır. Kimyevi yapıları aynı olup, saf minerallerin formülleri $K Al Si_3 O_8$ e tekabül eder. Aralarındaki fark kristal şekillerindeki değişikliklerden ileri gelir. Feldspatlardan yalnız ortoz monoklinik sisteme dahil olup, diğer büt-ün feldspatlar triklinik sisteme ait kris-tallerdir. Tabiatte ekseriya bir miktar sodyumlu feldspatla ve çok az miktarda kalsiyumlu feldspatla karışık mineraller halinde bulunurlar.

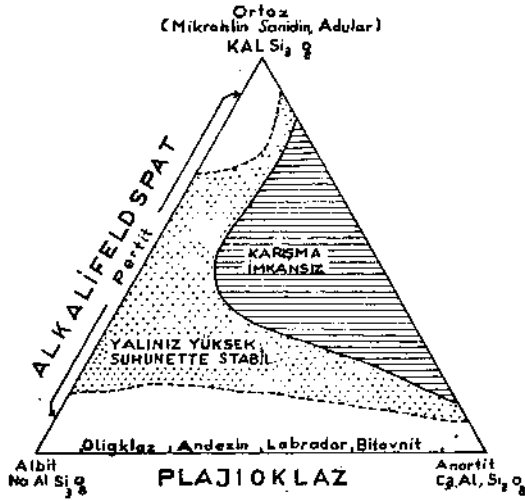
b) Sodyumlu feldspat plajiyoklaz grubunun kalsiyumsuz olanı olup, for-mülü $Na Al Si_3 O_8$ dir. Tabiatte ekseriya bir miktar potasyumlu feldspatla karışık ve çok az kalsiyum ihtiva eden mineral-ler halinde tezahür ederler. Kalsiyumlu feldspatla karışması ise her oranda müm-kün olup, ihtiva ettikleri miktarlara göre muhtelif isimler alırlar. Umumi olarak hepsine birden plajiyoklaz denir.

2. Plajiyoklazların sodyumsuz olanı veya çok az miktarda sodyum ihtiva edeni anortittir. Formülü $Ca Al_2 Si_2 O_8$ dir. Albit ile anortit izomorf karışımla-rından husule gelen mineraller sırası ile aşağıdaki isimleri alırlar: albit, oligoklaz, andezin, labrador, bitovnit, anortit.

Plajiyoklazlardan yalnız albite po-tasyumlu feldspatlarla birlikte pegmatit-lerde raslanır. Aplitlerde bir miktar oli-goklaz da bulunabilir. Diğer taraftan

anortit, bol miktarda anortozitlerde mevcuttur ve feldspat membaı olarak cam sanayii için tercihan kullanılabilir; fakat henüz ekonomik olarak istihsalı imkân dahiline girmemiştir (1).

Feldspatların izomorf karışma imkânlarını aşağıdaki grafikte daha vazih bir şekilde görmek mümkün olmaktadır (2).



Şek. 1 - Feldspatların izomorf karışma diyagramı

Feldspatların erime dereceleri :

Feldspatların erime derecelerinin tesbitinde tane büyüklükleri ve ısıtılma süratleri büyük bir rol oynadıklarından neşriyatta katî rakamlara raslanmamaktadır (3). Ayrıca çok az miktarlarda dahi olsa diğer feldspatların kristalde izomorf halde bulunmaları büyük farklar tevhit etmektedir. Bir fikir vermek üzere aşağıdaki rakamları arz ediyorum:

1. Potasyum feldspat (adular) 1240° C
2. Sodyum feldspat (sentetik albit) _____ 1225° C
3. Kalsiyum feldspat (anortit) 1550° G

Umumiyetle seramik ham maddesi olarak hazırlanan feldspatlar yalnız alkali feldspatlardan müteşekkil olup, erime dereceleri 1150° C civarındadır. Az da olsa bir miktar kalsiyumlu feldspat ihtiva etmesi bu dereceyi 20-30° C aşağı

düşürür. Seramik tecrübelerindeki şartta erime tetkikatı 1250° - 1300° C da yapılır. İyi bir feldspat bu şartlarda renksiz ve tam bir erime gösterir.

Saf feldspatların kimyevi analiz neticeleri :

	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂
Albit	11.8	—	—	19.4	68.8
Ortoz	—	16.9	—	18.4	69.7
Anortit	—	—	20.1	36.6	43.3

İstenilen ticari feldspatlar daima birkaç cins feldspat minerallerinin karışımından teşekkül ederler ve % 1.5-25 kuars ihtiva ederler. Birlikte bulunan ve sanayide hiç de arzu edilmeyen mika (muskovit veya biotit), turmalin, grena ve sair mineraller bugün bilinen ve ekonomik olarak sanayiye tatbik edilmekte olan flotasyon ve manyetik ayırma usulleri ile temizlenebilmektedir.

İSTİHSAL

Dünyada en çok feldspat istihsal eden memleketler sırası ile:¹

A. B. D.	500 000	ton	senelik	istihsal
Kanada	33 000	»	»	»
Almanya	30-40 000	»	»	»
Fransa	20-26 000	»	»	»
İsveç	15 000	»	»	»

İstihsal çok nadir olarak galeri ile yapılır. Umumiyetle tatbik edilen usul, açık işletmedir.

Bir pegmatik daykının değerli olabilmesi için 4-6 metre kalınlığı olması ve bunun en az üçte birinin temiz feldspattan müteşekkil olması gerekmektedir. Ayrıca sanayi sahalarına yakınlığı ve nakliye şartları da önemlidir.

Eğer feldspat elle (tavuklama ile) ayıklanabiliyorsa doğruca değirmene gider. Burada çeneli kırıcılarda 3/8" e kır

¹ 1946 ya kadar yapılan istatistiklere nazaran (4).

rılır ve sonra sileks çakıllı değirmenlerde öğütülür. Çıkan mal 20 meş elekten geçen elek altı siklon ayırıcılarında 20-150 meş ve —150 meş olarak ayrılır. İri kısım cam sanayiine satılır, ince kısım ise seramik sanayiinde kullanılmak üzere kıymetlendirilir.

Kullanılış nispetleri takriben yüzde olarak şöyledir :²

Cam sanayii	% 62
Porselen ması ve glâzür	% 33
Emay	% 5

STANDARDİZASYON

A.B.D.'de feldspat satışları standardize edilmiştir. Avrupa'da halen böyle bir sınıflandırma yoktur. Normları kullanış yerlerini belirtmesi ve iyi neticeleri garanti etmesi bakımından aşağıda kısaca arz ediyorum (5).

GRUP 1

Bu gruba giren feldspatlar mas imalinde kullanılırlar. % 4 ten az Na_2O ihtiva ederler. K_2O nun Na_2O ya nispetine göre aşağıdaki numaraları alırlar:

	No.
6 veya daha fazla	61
5 - 6	51
3 - 5	41
3 veya daha az	31

Silis yüzdesine göre de ayrıca aşağıdaki numaralar verilir :

% SiO_2	No.
64 - 65.99	65
66 - 67.99	67
68 - 69.99	69
70 - 71.99	71
72 - 73.99	73

Misal :

Feldspat : Grup 1, No. 67-51

(% 66-67.99 SiO_2 ihtiva eden ve $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ nispeti 5 veya daha fazla ve fakat 6 dan az olan bir feldspattır).

² 1946 Amerikan istatistiklerine nazaran.

GRUP 2

Bu gruba giren feldspatlar umumiyetle glâzür imalinde kullanılırlar ve % 4 veya daha fazla Na_2O ihtiva ederler.

Na_2O yüzdesine göre aşağıdaki numaraları alırlar :

% Na_2O	No.
4 - 4.99	4
5 - 5.99	5
6 - 6.99	6
7 - 7.99	7
8 - 8.99	8

GRUP 3

Bu gruba cam sanayiine elverişli feldspatlar girmektedir. Bunlar SiO_2 , Al_2O_3 ve Fe_2O_3 yüzdelere göre numara alırlar.

% SiO_2	No.	% Al_2O_3	No.
64 - 65.99	65	15 - 15.99	15
66 - 67.99	67	16 - 16.99	16
68 - 69.99	69	17 - 17.99	17
70 - 71.99	71	18 - 18.99	18
		19 - 19.99	19

% Fe_2O_3	No.
0.10 dan az	X
0.10 - 0.20	XX
0.20 den fazla	XXX

SATIŞ FİYATLARI

Fiyatlar şüphesiz evveleminde arz ve talep prensiplerine tabidir. Aşağıdaki fiyatlar A. B. D.'de United Feldspar and Minerals Corporation, ve 1947 yılına aittir ve son yıllarda fiyatlarda bâriz bir değişme olmamıştır. Nakliye harç şort ton üzerindedir (6).

Cam sanayii için : Grup 3.

No. (Al_2O_3)	Fiyat \$ (20 meş)
16	11.—
17	11.75
18	12.50
19	13.25

Porselen ması için: Grup 1. Bütün No. lar

200 meşlik (veya daha iri)	\$ 17.—
230 meş	\$ 18.—
325 meş	\$ 19.—

Glâzür için: Grup 2. Bütün No. lar.

200 meş veya daha iri	\$ 19.—
230 meş	\$ 20.—
325 meş	\$ 21.—

**FELDSPAT YERİNE KULLANILAN
DİĞER SAHRELER**

1. Nefelin siyenit.— Nefelin siyenit nefelin (Na K Al SiO_4) ile albit ve mikrokünden müteşekkildir. Alümin bakımından zengin oluşu ve demir tenörünün düşüklüğü dolayısıyla bilhassa cam sanayiinde çok rağbet görmektedir.

Müstahsil memleketler yalnız Kanada ve Rusya'dır.

2. Aplit.— Feldspat ve kuarsca zengin beyaz dayklar şeklinde bulunan aplitler, en ucuz feldspat membaidır. Umumiyetle albit ve plajiyoklaz ihtiva ederler. Bu bakımdan aplitlerin alümin tenörleri pegmatitlerinkinden daha yüksektir. Mika, zoisit gibi gayri safiyetler ve 0.5 civarındaki demir muhtevasının mahzur teşkil etmediği imalâtlarda kullanılmak üzere cam sanayiinde ucuz ham madde olarak, feldspat yerine kullanılmaktadır.

**FELDSPAT SANAYİİNİN İSTİKBALDEKİ
İNKİŞAFI**

Son senelerde gelişen flotasyon usullerinin feldspat temizleme ve konsantrasyonuna verimli bir şekilde tatbiki çok temiz ve standart ham maddelerin piyasada bol miktarda bulunmasını sağlayacaktır. Sanayiinde inkişafı böylece standart mamullere doğru yönelecektir.

Memleketimizde seramik sanayii memnuniyet verici bir hızla ilerlemektedir. Bu ilerlemeyi gerçekleştirmede M. T. A. Enstitüsünün rolü mühimdir. Muhtelif kalitelere feldspat istihsaline elverişli rezervlerin tesbiti ile, bu sanayi

bölemlerinde ileri hamleleri destekleyen en mühim faktör temin edilmiş olacaktır.

LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Maden Etüd Şubesinin ham madde sahalarının istikşafı ve rezervlerinin tesbiti ile ilgili çalışmalarına muvazi olarak, Lâböratuvarlarımızda bu ham maddelerin temizlenerek porselen imalinde kullanılma imkânlarını etüd etmektedir. Son zamanlarda müspet bir şekilde inkişaf etmiş olan laboratuvar tecrübelerimiz, memleketimiz ham maddeleri ile porselen imalinin imkân dahilinde olduğunu ortaya koymuştur. Tecrübelerin müspet yolda gelişmesini sağlayan en mühim faktörlerden birini maden zenginleştirme lâböratuvarının flotasyon yolu ile feldspat ham maddesini temiz ve oldukça saf bir şekilde hazırlayabilmiş olması teşkil etmektedir. Porselen maşlarına % 10-30 ve glâzürlerine % 10-40 nispetlerinde karıştırılan feldspatın temizliği ve uygun evsafıta oluşu, elde olunan mamulün kalitesi ve zayıtsız imali üzerine son derece müessir olmaktadır.

**PEGMATİT VE APLİTLERDEN FELDSPATIN
HAZIRLANMASI**

Pegmatitlerde ve aplitlerde feldspat yanında bir miktar kuars ve muskovit bulunmaktadır. Kuars az miktarda bulunduğu (% 20 den az) zaman bir mahzur teşkil etmez. Muskovit ise umumiyetle demirli olduğundan iyi bir temizlenmeyi icabettirir. Cüzi miktarda ve demirsiz mika da mahzurlu değildir.

Bazı hallerde yalnız mikanın köpük flotasyonu veya tablo flotasyonu yolu ile ayrılması geride kalan az kuarslı feldspatın değerli olabilmesi için kifayet etmektedir. Buna bir misal olmak üzere Dr. Egger tarafından getirilen Gördes (Demirci-Kurttutan) pegmatitini verebiliriz.

Bu pegmatit 35 meşe (0.4 mm) öğütülerek kuru manyetik ayırıcıdan geçirilmiş, şlamı alınmış ve mikası flotasyon yolu ile temizlenmiştir. Neticeler kısaca aşağıda gösterilmiştir :

	<u>% Ağırlık</u>
Manyetik kısım	1.91
Şlam	6.02
Mika	5.72
Feldspat	88.68

Feldspatın analiz neticesi :

K_2O :	%	7.80
Na_2O :	%	3.40
CaO :	%	1.08
Fe_2O_3 :	%	0.08
SiO_2 :	%	70.80
Al_2O_3 :	%	15.20

Bu feldspat porselen ması için elverişli olup Grup 1., No. 71-31 normuna girer. Bilhassa demir yüzdesinin çok düşük oluşu dolayısıyla çok caziptir.

Birçok hallerde ise mika ayırmasını mütaakip feldspatın kuarstan da temizlenmesi icabetmektedir. Bu maksatla feldspat flüor asitli vasatta flotasyonla yüzdürülerek ayrılır.

Misal 1. Dr. Topkaya tarafından Sivrihisar - Tekören'den getirilen numune :

	<u>% Ağırlık</u>
Şlam	1.2
Mika	2.7
Kuars	30.0
Milest	6.1
Feldspat	60.0

Feldspatın analiz neticesi :

K_2O :	%	11.21
Na_2O :	%	0.96
Fe_2O_3 :	%	0.53
SiO_2 :	%	65.94

Bu feldspat iyi bir porselen ması ham maddesidir ve Grup 1, No. 65 - 61 normuna uymaktadır.

Misal 2. Dr. Egger tarafından Kırklareli-Üsküp'ten getirilen pegmatit numunesi :

	<u>% Ağırlık</u>
Şlam	24.40
Mika	4.25
Kuars	24.40
Manyetik	0.15
Feldspat	46.80

Feldspatın analiz neticesi :

K_2O :	%	8.75
Na_2O :	%	5.09
CaO :	%	0.32
Fe_2O_3 :	%	0.60

Bu feldspat porselen glâzürleri için elverişli feldspatlardan olup. Grup 2, No. 5 normuna girer. Sanayide kullanılan flotasyon makinalarının pervaneleri kauçuk kaplı olduğundan, endüstriyel çapta yapılacak istihallerde Fe_2O_3 yüzdesi bir miktar daha düşük olacaktır.

FELDSPAT HAZIRLAMA TESİSLERİ

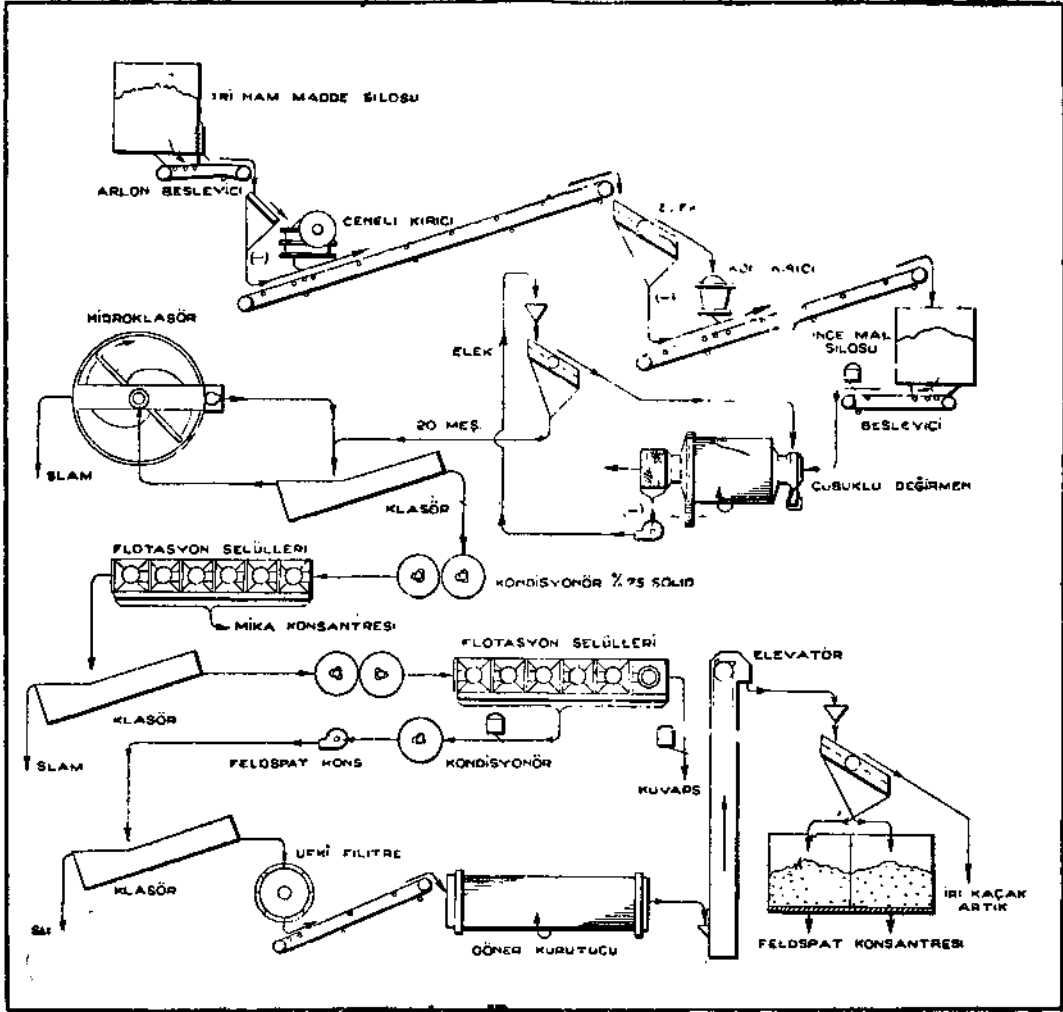
Son senelere kadar Avrupa ve Amerika'daki tesisler tabii haliyle kâfi derecede saf olan feldspatların yalnız öğütülmesi için kurulmuşlardır. Bunlar basit olarak kırıcı-manyetik ayırıcı-çakıllı değirmenler, eleklerden veya siklonlardan teşekkül ederler.

Son senelerdeki talep artışı ve çeşitli normlarda feldspatların ihzarının arzu edilmesi karşısında flotasyon tesisleri kurulmaya başlamıştır. Bu tesislere bir misal olarak, Denver Equipment Company'nin hazırlamış olduğu bir flow-sheet'i aşağıda arz olunmuştur (7).

Böyle bir tesisin günde 50 ton kapasitelisinin Türkiye'de kurulması takriben bir milyon liraya malolacaktır.

Amerika'da halen bir ton feldspat, fob tesisat olarak takriben 20 dolara satıldığına göre bizde 300 liraya yapılacak satışın mâkul karşılanması beklenebilir.

Bir ton feldspatın hazırlanmasına ait masraflar ise takriben 70 - 80 TL kadardır.



Şekil 2 - Feldspat yıkama tesisatı akış diyagramı

Günde 30 ton feldspat konsantresi istihsal edileceğini kabul edersek, ton başına amortisman payı takriben 100 TL. olacaktır.

Tesisat, feldspat yatağı civarına kurulacak olursa, açık işletme madencilik masraflarının 20 - 30 lirayı geçmiyeceğini kabul edebiliriz.

Bu durumda ton başına kâr takriben 100 TL. olacaktır.

Yukarda belirtmiş olduğumuz bu kısa tahminlerden memleketimizde, bu mevzuda çalışacak bir feldspat tesisatının kârlı bir iş yeri olacağı meydana çıkmaktadır.

Memleketimizde yalnız Eczacıbaşı Seramik Fabrikası ve birkaç küçük seramik atelyesi hali faaliyettedir. Bunlar fayans cinsinden imalat yaptıklarından feldspat sarfiyatları yalnız glazüre ait olup cüzidir. Keza cam sanayiimizin sarfiyatı kayda değer değildir. Fakat kurulması kararlaştırılan pencere cam fabrikasının kapasitesine göre bu miktar ehemmiyet arzedecektir.

Tesis halinde olan ve yakın gelecekte faaliyete geçeceği söylenen istanbul Porselen Sanayii Ortaklığının istihsal kapasitesi takriben günde 16 ton mamul madde olacaktır. Diğer taraftan Çanak-kale'nin Çan kazasında kurulmakta olan

Çan Seramik Sanayii Ortaklığının da istihsali günde 10 ton civarında olacaktır (8).

Bu duruma göre yakın gelecekte günde 10 - 20 ton feldspat istihsaline ihtiyaç hasıl olacak ve bu ihtiyaç gün geçtikçe artacaktır.

ihracat imkânları hususunda ise şimdiden bir kanaat serdetmek güçtür. Umumiyetle her memleket kendi ihtiyacını dahilden veya komşu memleketlerden temin etmekte olduğundan, komşu devletlerdeki porselen ve cam sanayiinin ihtiyaçlarının tetkiki faydalı olacaktır.

Neşre verildiği tarih 15 Nisan, 1960

B İ B L İ Y O G R A F Y A

- 1 — LADDOO, R. B. and MYERS, W. M. (1951) : Non-Metallic Minerals. *McGraw-Hill Book Co.*, s. 218.
- 2 — GHUDOBA, K. (1932) : Die Feldspata und ihre praktische Bestimmung, s. 3.
- 3 — DOELTER, C. (1917) : Handbuch der Mineralchemie, Bd. II, 2. H., s. 400, 991, 536.
- 4 — LADDOO, R. B. and MYERS, W. M. (1951) : Non-Metallic Minerals. *McGraw-Hill Book Co.*, s. 211.
- 5 — *A. I. M. E.* Industrial Minerals and Rocks, s. 361, 1949.
- 6 — *Ibid.*, s. 367.
- 7 — *Deco Trefoil* : s. 17, September-October, 1954.
- 8 — *Türkiye Ticaret ve Sanayii Odaları ve Ticaret Borsaları Birliği* : Türkiye'de tuğla, kiremit ve seramik sanayii, s. 26, 1958.