

KOLEMANİT FLOTASYON KONSANTRELERİNİN BRİKETLEME YOLUYLA AGLOMERASYONU

M.Hayri ERTEN

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

ÖZET. — Flotasyondan elde edilen kolemanit konsantrelerinin kurutma veya kalsinasyon gibi herhangi bir işlem-
den geçmeden oldukları gibi briketleme yoluyla aglomerasyona tutulmalarını sağlamak amacıyla yapılan bu araştırma so-
nunda, % 9 nem içeren ve % 48.6 sı 60 meşin üstünde bulunan numuneye % 10 toz borik asit katmak ve bu şekilde
hazırlanan hamurdan 25 mm çapında ve 12-20 mm kalınlığında yaş briketler yaparak bunları 4 tonluk bir yük altında
sıkıştırmak ve daha sonra 300°C de 20 dakika kurutmak suretiyle 100 kg yüke dayanabilen kuru briketler elde etmenin
mümkün olduğu saptanmıştır. Bu suretle hazırlanan briketler gerek taşıma, gerekse demir ve çelik endüstrisinde kullanma
bakımından büyük kolaylık sağlayacaktır.

GENEL BİLGİLER

Özel bir kuruluşa ait flotasyon tesisinden laboratuvarımıza gönderilmiş olan flotasyon konsan-
tresi üzerinde önce şu deneyler yapılmıştır:

Nem tayini

Naylon torba içindeki konsantreden iki ayrı numune alınmış ve bunlar 24 saat müddetle 105°C
de kurutularak nemleri tayin edilmiştir. Deneylerden biri % 9.3, diğeri de % 9.2 oranında nem
bulunduğunu göstermiştir. Buna göre, konsantrenin % 9 civarında nem içerdiği kabul edilmiştir.

Elek analizi

105°C de kurutulan numunenin topaklanması nedeniyle bu numune üzerinde yapılan elek
analizi sağlıklı bir sonuç vermemiştir.

Bunun üzerine orijinal numunenin suyla elenmesi yapılmış ve alınan fraksiyonların 24 saat
105°C de kurutulmasından sonra elde edilen sonuçlar Tablo 1 de belirtilmiştir.

Tablo - 1

Flotasyon konsantresinin elek analizi

<i>Elek açıklığı (meş)</i>	<i>Elek üstü fraksiyon (gr)</i>	<i>(%)</i>
+ 60	423.8	48.6
— 60/+ 100	187.4	21.5
— 100/+ 200	168.5	19.3
— 200	93.6	10.6
Toplam :	873.3	100.0

Tablodan görüleceği üzere, orijinal numunenin % 48.6 sı 60 meşin üstünde ve ancak % 10.6 sı da 200 meşin altındadır.

Uygulanacak aglomerasyon metodu hakkında yukarıdaki elek analizi oldukça aydınlatıcıdır. Numunenin bu haliyle briketleme usulünün peletlemeye tercih edilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

AGLOMERASYON DENEYLERİ

Bu kısımda, briketleme ve peletleme gibi aglomerasyon yöntemleri yanında, numunelere uygulanan kalsinasyon ve aşınma deneylerinden kısaca bahsedilmiştir.

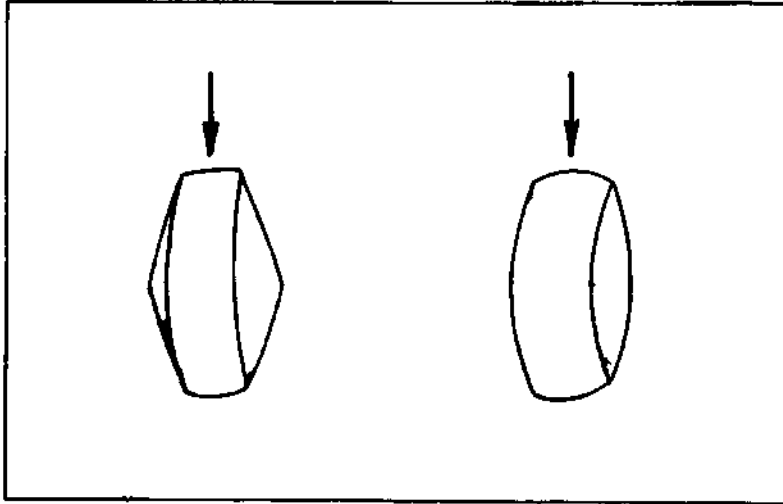
Briketleme

Bizden istenen briket büyüklüğünün 1 ilâ 2.5 cm olması nedeniyle deneylerin büyük bir kısmı, 2.5 cm çapında ve 1.5 cm kalınlığında silindir şeklindeki briketler üzerinde yapıldı. Ayrıca, alt ve üst yüzeyleri yarımküreye yakın olan ikinci bir tip briketleme deneyleri yapılarak sonuçlar karşılaştırıldı.

Briketlemede uygulanan metot şöyledir:

Belirli bir ağırlıktaki yaş numuneye, önce hiç bir şey ilâve etmeden 4-16 ton briketleme yükü altında briketler yapılarak bunlar 300°C de ısıtıldı ve soğuduktan sonra özel bir preste mukavemetleri ölçüldü. Gerek silindir ve gerekse küresel biçimde olan briketlerin mukavemetleri ölçülürken, yükleme, silindirik yüzeyler üzerinde yapıldı. Şekil 1 de yüklemenin ne suretle yapıldığı belirtilmiştir.

Briketleri düz yüzeylerinden yükleme yerine bu şekilde yüklemekle onların ezilmeden ileri gelen aşırı dayanıklılık göstermelerinin önüne geçilmiş oldu. Nitekim, yan yüzeylerinden yüklenen briketler, ezilmeye vakit bulamadan çatlamakta ve bu suretle sonuçların birbiriyle mukayesesi daha düzgün yapılabilmektedir.



Şek. 1 - Briketlere basıncın uygulanması.

Bağlayıcısız yapılan briketlerin olumlu sonuç vermemesi üzerine, % 10 ve % 5 nispetlerinde saf borik asit (H_3BO_3) kapsayan briketler, çeşitli briketleme yükleri altında yapıldı ve elde edilen yaş briketlerin bir kısmı 105°C de iki saat kurutulularak ve diğer bir kısmı da yaş olarak 160, 200,

240, 260, 280, 300, 320, 340 ve 400°C de bir saat müddetle ısıtılarak basınç dayanıklılıkları ölçüldü. Ayrıca, yine basınç dayanıklılığına göre, optimum ısıtma süresi tayin edildi.

Kalsinasyon deneyleri

Orijinal numunenin 500°C de iki saat kalsinasyonundan elde edilen numuneden çeşitli yükler altında ve bağlayıcı kullanmadan yapılan 2.5 cm çapındaki briketlerin 650°C de bir saat ısıtıldıktan sonraki basınç dayanıklılıkları ölçülmüş ve elde edilen sonuçlardan bazıları bu yazının sonuç kısmında verilmiştir.

Peletleme deneyleri

Gerek orijinal numuneden ve gerekse kalsine edilen kolemanitten bağlayıcısız veya bağlayıcı ile yapılan peletlerin 300°C de ısıtıldıktan sonra, basınç dayanıklılığının çok düşük olduğu görülmüştür. Numunenin tane büyüklüğünün çok iri olması, esasen peletlemede iyi netice alınmasını engelleyen başlıca faktördür. Aglomerasyon maliyetini artırmamak için, numunenin ayrıca öğütülmesi yoluna gidilmemiştir.

Aşınma deneyleri

ASTM (D-294) Standartına (AIME, 1961) uygun olarak laboratuvarımızda imal edilen «tumbler test» cihazında yapılan aşınma deneyi sonucunda alınan sonuçlar ileride verilmiştir. Bu deneyde 3 ft uzunluğunda ve 6 inç çapında, iki tarafı kapaklı bulunan bir boru içine konan briketler, borunun ortasına kaynak edilen bir eksen üzerinde 28 defa devrettirilerek 3 ft lik yükseklikten 57 defa düşürülmüş ve deney sonunda 6 mm den daha ince olan fraksiyonun esas numuneye oranı bulunmuştur.

ETÜT SONUÇLARI

Bağlayıcı kullanmadan yapılan briketler

8 tonluk briketleme yükü, 16.3 kg/mm² basınç altında, bağlayıcı kullanmadan orijinal flotasyon konsantresinden yapılan briketler, daha sonra çeşitli sıcaklıklarda ısıtılmış ve Tablo 2 de verilen sonuçlar bulunmuştur. Bu tablodaki ve bundan sonraki tablolarda verilen kırılma dayanıklılığı değeri, asgarî üç deneyin ortalamasıdır.

Tablo - 2

Bağlayıcısız yapılan briketlerin kırılma mukavemetleri

Düny no.	Briketleme yükü (ton)	Isıtma sıcaklığı (°C)	Isıtma süresi (dakika)	Kırılma dayanıklılığı (kg)
1	8	105	120	8
2	8	300	30	11
3	8	300	60	11

Briketleme yükünün 8 ton ve maksimum ısıtma sıcaklığının 300°C olarak seçilmesinin nedeni, bu parametrelerin bağlayıcılı briketlerde optimum sonucu vermiş olmasıdır.

Tablodan görüleceği üzere, bağlayıcı kullanmadan yapılan briketlerin dayanıklılığı yeterli değildir. Esasen mikroskop altında yapılan incelemede de, briket içindeki kolemanit taneciklerinin birbirine kaynaşmamış olduğu görülmüştür.

Borik asit ilâvesiyle yapılan briketler

% 5 ve % 10 borik asit (H_3BO_3) ilâvesi suretiyle orijinal flotasyon konsantresinden çeşitli şartlar altında yapılan briketlerden alınan sonuçlar Tablo 3 te verilmiştir.

Tablo 3 te görüldüğü üzere, 8 ton yük altında yapılan briketler, 10-20 dakika müddetle 300°C de ısıtarak 80 kg civarında bir kırılma dayanıklılığı elde etmek mümkündür.

% 10 borik asit ilâvesiyle yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar ise Tablo 4 te özetlenmiştir.

Tablo - 3

% 5 borik asitle yapılan briketler

<i>Deney no.</i>	<i>Briketleme yükü (ton)</i>	<i>Isıtma sıcaklığı (°C)</i>	<i>Isıtma süresi (dakika)</i>	<i>Kırılma dayanıklılığı (kg)</i>
1	8	300	10	81
2	8	300	20	80
3	8	300	30	64
4	8	300	60	72
5	12	300	60	76
6	4	300	60	47
7	4	300	20	65

Tablo - 4

% 10 borik asitle yapılan briketler

<i>Deney no.</i>	<i>Briketleme yükü (ton)</i>	<i>Isıtma sıcaklığı (°C)</i>	<i>Isıtma süresi (dakika)</i>	<i>Kırılma dayanıklılığı (kg)</i>
1	2	300	10	61
2	2	300	20	103
3	4	300	10	70
4	4	300	20	129
5	4	300	30	128
6	4	300	60	113
7	6	300	60	119
8	8	300	10	77
9	8	300	20	142
10	8	300	30	151
11	8	300	60	152

Tablo 4 te elde edilen sonuçlar ayrıca birçok defa kontrol edilmiş ve neticede 4 ton yük altında yapılan 2.5 cm çapındaki briketlerin 300°C de 20 dakika ısıtılmasıyla 100 kg m üstünde bir basınca dayanabilen briketler yapmanın mümkün olduğu görülmüştür.

Kullanılmakta olan borik asit oranı hakkında da bir seri deney yapılmış ve neticede Tablo 5 te verilen sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo - 5

4 ton yük altında yapılan ve 300°C de 20 dakika ısıtılan briketlerin kırılma dayanıklılıklarına borik asitin etkisi

Deney no.	Borik asit (%)	Kırılma dayanıklılığı (kg)
1	5	65
2	6	63
3	7	82
4	8	95
5	9	101
6	10	98

Tablo 5 te görüleceği üzere, % 8-10 arasında borik asit kullanıldığı takdirde 100 kg civarında bir kırılma dayanıklılığı sağlanacaktır.

Briketlerin dayanıklılığı üzerinde önemli bir etki yapan diğer bir faktör de ısıtma sıcaklığıdır. Nitekim, bu husus Tablo 6 da açıkça belirtilmiştir.

Tablo - 6

4 ton yük altında yapılan ve % 10 borik asit içeren briketlerin çeşitli sıcaklıklarda ısıtılmasıyla elde edilen dayanıklılık

Deney no.	Isıtma sıcaklığı (°C)	Kırılma dayanıklılığı (kg)
1	240	41
2	260	79
3	280	105
4	300	109
5	320	110
6	340	112
7	360	90
8	380	87
9	400	53

Tablo 5 ve 6 nın elde edilmesinde 4 ton briketleme yükünün seçilmesi, yaş briketlerin yapılmasında minimum basıncın kullanılması arzusundan ileri gelmiştir.

Tablo 6 daki ısıtma deneylerinden anlaşılacağı üzere, yaş briketlerin ısıtılmaları için tavsiye edilen 300°C lik sıcaklık optimum kırılma dayanıklılığını elde etmek için yeterlidir.

Daha önce iki tip briket yapıldığından söz edilmiştir. Bu briketlerden, küresel olanlar silindirik olanlara oranla, genellikle biraz daha yüksek basınç dayanıklılığı göstermişlerdir. Bunun nedeni, küresel briketlerde alt ve üst yüzeylerinin briketleme esnasında daha iyi sıkıştırılmış olmasıdır. Bu gözleme göre, yapılacak briketlerin küresel veya yumurta biçiminde olması tavsiye edilecektir.

Kalsinasyon deneyleri sonuçları

500°C de iki saat yakılan orijinal numuneye (Erten & Özbayoğlu, 1972), ağırlığı kadar su ilâve ederek yapılan hamurdan çeşitli yükler altında imal edilen 2.5 cm lik briketlerin 650°C de bir saat süreyle yakılmasından sonra elde edilen kırılma dayanıklılığı Tablo 7 de verilmiştir.

Tablo - 7

Kalsine numuneden yapılan briketlerin kırılma dayanıklılığı

<i>Dene</i> <i>no.</i>	<i>Briketleme yükü</i> <i>(ton)</i>	<i>Kırılma dayanıklılığı</i> <i>(kg)</i>
1	1	44
2	2	60
3	4	86
4	8	147

Kalsine numuneden yapılan briketlerle orijinal numuneden % 10 borik asit ilâvesiyle imal edilen briketler karşılaştırıldığında, dayanıklılık bakımından kalsine briketlerin herhangi bir avantaj sağlamadığı, buna karşılık gerek kalsinasyon sırasında ve gerekse daha sonraki ısıtma işleminde oldukça yüksek sıcaklıkların kullanılmasının gerekli olduğu görülecektir. Bu nedenle kalsine briket yapımı üzerinde daha fazla durulmamıştır.

Aşınma deneyleri sonuçları

4 tonluk yük altında yapılan ve % 10 borik asit kapsayan numunelerin 300°C de 20 dakika yakılmalarından sonra elde edilen 20 briketin aşınma cihazında 57 defa 3 ft lik mesafeden düşürülmesi sonucunda % 1 oranında aşınmaya uğradıkları görülmüştür. Diğer taraftan % 5 borik asitle 8 ton yük altında yapılan numunelerde ise % 4 oranında aşınma saptanmıştır. Bu seviyedeki aşınma miktarları, briketlerin taşınma sırasında tozlanmaya dayanıklı olduklarını göstermiştir.

SONUÇ

1. Pilot tesisten gelen flotasyon konsantrelerine % 8-10 borik asit (H_3BO_3) ilâve etmek suretiyle bunları minimum 4 ton yük altında briketledikten sonra, elde edilen yaş briketleri 300°C de 20 dakika ısıtmakla ortalama 100 kg civarında yan basınca dayanan briketler yapmak mümkün olmuştur.

2. Yapılan silindirik briketlerin çapı 25 mm ve kalınlıkları da 11-15 mm dir. Ayrıca, yine aynı çapta ve takriben 20 mm kalınlıkta küresel briketler de yapılmıştır. Genellikle, küresel briketler daha yüksek kırılma dayanıklılığı göstermişlerdir.

3. Borik asit miktarı % 5 e düştüğü takdirde, özellikle 4 tonda yapılan briketlerin kırılma dayanıklılığının 50 kg a indiği görülmüştür.

4. Yapılan deneylerden, yaş briketlerin 280-340°C arasında 20 dakika müddetle ısıtılmalarının sertleşme için yeterli olduğu saptanmış ve bu nedenle 300°C tavsiye edilmiştir.

5. Bağlayıcı kullanmadan yapılan briketler çok düşük kırılma dayanıklılığı göstermişlerdir.

6. Yapılan briketlerin aşınmaya karşı dayanıklılığı yeterlidir.

REFERANSLAR

- 1 — AIME Aglomerasyon Simpozyumu (1961), Pennsylvania, U.S.A., sayfa 757.
- 2 — ERTEN, M.H. & ÖZBAYOĞLU, G. (1972): Metalik olmayan minerallerin aglomerasyonu. *TÜBİTAK Proje no. MAG. 288*, Ankara.