

KROMİT KONSANTRESİNİN PİLOT ÇAPTA BRİKETLENMESİ

Gülhan ÖZBAYOĞLU (*)

Ümit ATALAY (**)

Cahit HıÇYILMAZ (***)

ÖZET

Kromit konsantresinin briketlenmesi önce laboratuvarında denenmiş, en uygun bağlayıcı cinsi ve miktarı, basınç, tane boyutu ve kurutma sıcaklığı saptanmıştır. Saptanan koşullarda Komarek B-330 model merdaneli briket makinası ile pilot çapta deneyler yapılmıştır.

%1 nem içeren kromit konsantresine, %3 melas, %1 sönmüş kireç ilave etmek ve 200 kg/cm²- basıncı uygulamak suretiyle üretilen ve açık havada kurutulan briketlerin kırılma dayanımları yüksek, aşınmaya ve hava koşullarına dayanıklı oldukları bulunmuştur.

Üretilen 3 ton kromit briketi elektrik ark fırınına roş cevher yerine beslenmiş ve fırında fiziksel ve kimyasal hiçbir aksaklıkla karşılaşmamıştır.

ABSTRACT

Eriquetting of a chromite concentrate was investigated in Laboratory. The type and amount of binder, the optimum briquetting pressure, particle size and drying temperatures were determined. Pilot scale briquette production was realized using a Komarek B-330 model roll briquetter.

The briquettes which showed the enough compression strength, and resistance to abrasion and atmospheric conditions were obtained from a mixture of concentrate with 1% moisture, 3% molasses and 1% lime under 200 kg/cm² pressure.

Briquettes produced during pilot scale testing were charged into an electrical arc furnace and no adverse effects were observed.

* Doç. Dr., ODTÜ Maden Mühendisliği Bölümü, ANKARA

** Dr. öğretim Görevlisi, ODTÜ Maden Mühendisliği Bölümü ANKARA

*** öğretim Görevlisi, ODTÜ Maden Mühendisliği Bölümü, ANKARA

1. GİRİŞ

Ekonomik olarak krom metalinin üretilebildiği tek mineral olan kromit, kullanıldığı endüstri alanına göre üç gruba ayrılmaktadır (1.2).

1. Metalurjik Kromitler : Ferrokrom üretiminde kullanılan kromitler en az %46 Cr_2O_3 içerirler. Alaşımın kalitesini belirleyen Cr/Fe oranının 2'nin üzerinde olması gerekmektedir.
2. Kimyasal Kromitler : Bikromatların üretiminde kullanılmaktadır. Yüksek oranda demir içerirler. Cr_2O_3 içerikleri %40-%46 arasında değişmektedir.
3. Refrakter Kromitler : Isıya karşı yüksek dirençlerinden dolayı, ateşe dayanıklı tuğla yapımında kullanılmaktadır. %20'den fazla Al_2O_3 içerirler. Cr_2O_3 ve Al_2O_3 içerikleri toplamının %60'm üzerinde olması istenmektedir.

Son yıllarda bunlara döküm kumu olarak kullanılan kromitler de eklenmiştir (3).

Dünya kromit üretiminin %60-%70'i metalürji, %20'si refrakter, %8-%12'si kimya sanayimde kullanılmaktadır.

Yüksek tenörlü ve Roş olarak kullanılabilen cevher rezervlerinin hızla azalması sonucu krom sektöründe üretilen konsantre krom miktarında büyük artışlar olmuştur.

Bilindiği gibi kromitden silikoferkrom üretimi yüksek sıcaklıkta ve redükleyici bir atmosferde elektrik ark fırınlarında gerçekleştirilmektedir. Fırınlara beslenen toz konsantre, yatağın hava geçirgenliğini azaltmakta ve ergime esnasında oluşan gazların çıkışını önlemektedir. Ayrıca konsantrenin baca yoluyla atmosfere kaçması hem çevre kirliliği açısından hem de ekonomik açıdan zararlara sebep olmaktadır.

Roş cevher teminindeki darboğazlar dikkate alındığında fırınlar da daha fazla miktarda toz konsantre kullanılacağı açıktır. Bu durumda konsantrenin aglomera edildikten sonra fırına beslenmesi, stratejik bir mineral olan kromitin daha iyi değerlendirilebilmesi bakımından bir zorunluluk haline gelmektedir.

Toz konsantrelerinin aglomerasyonunda; peletleme, briketleme ve sinterleme gibi üç yöntem uygulanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, laboratuvar deneyleri sonucunda saptanmış optimum briketleme koşullarını esas alarak, Etibank Üçköprü kon-

santratöründen elde edilen krom konsantresinden pilot çapta briket üretmek ve uygun bir akım şeması geliştirmektir.

2. BRIKETLEME YÖNTEMİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Briket toz konsantreye bir veya birkaç bağlayıcı ilavesiyle elde edilen malzemenin uygun kalıplar içinde basınç altında sıkıştırılması ile üretilmektedir. Katı taneciklerin birbirlerine kenetlenmelerinde basıncın etkisi önemli olduğu için peletlemede olduğu gibi çok ince tane boyutuna gerek yoktur. Briket makinasından çıkan briketler ancak bir kurutma işleminden sonra yeterli sağlamlığa ulaşmaktadır. Bu nedenle ham briketlerin taşınma ve depolanma sırasında bozulmadan kalabilecek bir sağlamlığa sahip olması yeterlidir.

Briketin kalitesinde etkili olan diğer bir parametre ise nem oranıdır. Briket yapımında kullanılan konsantrenin nemi %1-%5 arasında değişmektedir (4, 5, 6). Ham briketler ya ısısal işlemler sonucunda veya birkaç gün açık havada bekletilmekle sertleştirilirler. Açık havada kurutma söz konusu olduğu zaman, briketlerin yeterli sertliğe kadar suyla temasının önlenmesi gereklidir. Ayrıca sertleşme sürecindeki briket yığınının yüksekliğinin 2 metreyi geçmemesi sağlanmalıdır. Yığın yüksekliği arttıkça briketlerin arasından hava geçmesi zorlaşmakta, bu da oluşan ısı nedeniyle briketlerin sertleşmeden dağılmasına sebep olmaktadır (4, 5).

Kromitlerin briketlenmesinde kireç, jips, kil, cam suyu ve çimento gibi inorganik maddelerle katran, dekstrin ve melas gibi organik maddeler bağlayıcı olarak kullanılmaktadır. Bazı özel durumlarda briket hamuruna indirgeyici olarak kok tozu ilave edilmektedir.

Briketlemede toz konsantrenin, suyun ve bağlayıcıların homojen bir şekilde karıştırılması oldukça önemlidir. Bunu sağlamak için malzemenin birbirini izleyen karıştırıcılardan geçirilmesi yararlı olmaktadır.

Endüstriyel çaptaki briket üretimi merdaneli pres tipi briket makineleriyle gerçekleştirilmektedir. Üretilen briketlerin boyları 5-12 cm. genişlikleri 3,5-6,5 cm ve kalınlıkları da 2,5-5 cm arasında değişmektedir. Briketlerin boyutları arttıkça merdane üzerindeki briket yuvalarındaki aşınma da azalmaktadır.

Araştırmalar, roş kromit cevheri ile kromit briketlerinin ark fırınlarında ergitilmesi arasında davranış farkı olmadığını ortaya koymuştur. Elektrik ark fırınlarında krom konsantresi yerine krom briketleri kullanılması aşağıdaki yararları sağlamaktadır:

1. İri ve aynı boyuttaki briketler, elektrik ark fırınında çok iyi bir gaz geçirgenliği sağlamaktadır. Bunun sonucunda fırındaki yığının üst kısmında homojen bir ısı dağılımı oluşmakta dolayısıyla verimli bir ergitme yapılabilmektedir.

2. Baca yoluyla atmosfere kaçan tozlar nedeniyle meydana gelen ekonomik kayıplar ortadan kalkmaktadır.
3. Briketlerin boyutunu değiştirerek fırın resistansını istenen düzeyde tutabilmek olanağı mevcuttur.
4. Dünya piyasalarında tonu 80 dolardan işlem gören krom konsantresini briketleyerek iç tüketimde kullanmak, tonu 110 dolardan işlem gören roş cevherin daha büyük miktarlarda ihraç edilmesine yardımcı olacaktır.

Briketleme yönteminin peletleme ve sinterleme yöntemlerine göre şu üstünlükleri vardır

1. Briketleme tesisleri daha düşük bir yatırımla kurulabildiği gibi, yüksek ısısal işlemlere gerek olmadığından, üretim maliyeti de düşmektedir.
2. Daha yüksek kapasiteyle çalışmaya olanak sağlamaktadır.
3. Briketleri roş cevherle kanştırarak firma beslemek fırında bir problem yaratmamaktadır.
4. Konsantre boyutunda ve kimyasal kompozisyonunda meydana gelebilecek değişimler briketlemede ve üretilen briketin kalitesinde olumsuz bir etki yapmamaktadır.

3. PİLOT ÇAPTA KROMİT BRİKETİ ÜRETİMİ"

3.1. Malzeme ve Yöntem

Briketleme çalışmasında Etibank'a ait Üçköprü-Karagedik konsantratöründe sallantılı masalarda elde edilen kromit konsantresi kullanılmıştır. Konsantrenin kimyasal analizi sırasıyla Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1 — Briketlemede kullanılan kromit konsantresinin kimyasal analizi

Element	%
Cr_2O_3	49,40
FeO	14,66
MgO	19,00
Al_2O_3	9,10
SiO_2	2,60
CaO	0,10

Çizelge 2 — Kromit konsantresinin yaş elek analizi

Elek açıklığı meş (Tyler)	% Alırlık	Toplam Elek Üstü %	Toplara Elek Altı %
+ 14	0,04	0,04	99,96
-14+20	0,29	0,33	99,67
-20+28	1,29	1,62	98,38
-28+35	3,52	5,14	94,86
-35+48	5,72	10,86	89,14
-48+65	12,29	23,15	76,85
-65+100	13,67	36,82	63,18
-100+150	15,36	52,18	47,82
-150+200	14,42	66,60	33,40
-200+270	11,89	78,49	21,51
-270+325	4,24	82,73	17,27
-325	17,27	-	-

Briketleme çalışmasında kullanılan kromit konsantresinin Permaranla ölçülen özgül yüzey alanı $1707 \text{ cm}^2/\text{cm}^3$ olarak bulunmuştur.

Pilot çapta briket üretimine geçilmeden önce laboratuvarda çok ayrıntılı bir çalışma yürütülmüş, değişik bağlayıcılar denenmiş, en uygun bağlayıcının saptanmasından sonra bağlayıcı miktarı, nem oranı, briketleme basıncı gibi parametrelerin briket kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Laboratuvar deneyleri sonunda en iyi briketlerin kromit konsantresine %3 Melas, %1,5 sönmüş kireç, %4 su ilavesiyle hazırlanan karışımın 38 mm çaplı silindirik bir kalıpta 500 kg yük altında sıkıştırılmasıyla elde edilebileceği ortaya konmuştur. Melas yerine dekstrin kullanıldığında da benzer sonuçlar alınmışsa da, dekstrinin melas'a göre daha pahalı olması ve dekstrin kullanılarak elde edilen briketlerin suya karşı olan dirençlerinin biraz daha düşük olması nedeniyle pilot çaptaki briketleme çalışmalarında bağlayıcı olarak melas tercih edilmiştir. (7)

Pilot çapta yürütülen briketleme çalışmasında Komarek marka B-330 modeli merdaneli briket makinası (roll press) kullanılmıştır. Briket makinasının merdane çapı 38 cm ve genişliği 12 cm olup yüksek karbonlu krom çeliğinden yapılmıştır. Merdane yüzeyinde 60 briket yuvası bulunmaktadır. Makinanın kapasitesi 28 devir/dakikalık bir hızda 2,5 ton/saat olmaktadır.

Briket hamurunun hazırlanmasında, kesik koni biçiminde tabanı konkav, yanal iç yüzeyinde ve tabanında homojen karıştırmayı sağlayan kanatçıkları olan ve genellikle inşaat sektöründe kullanılan çimento karıştırıcısından yararlanılmıştır.

3.2. Briket Üretimi

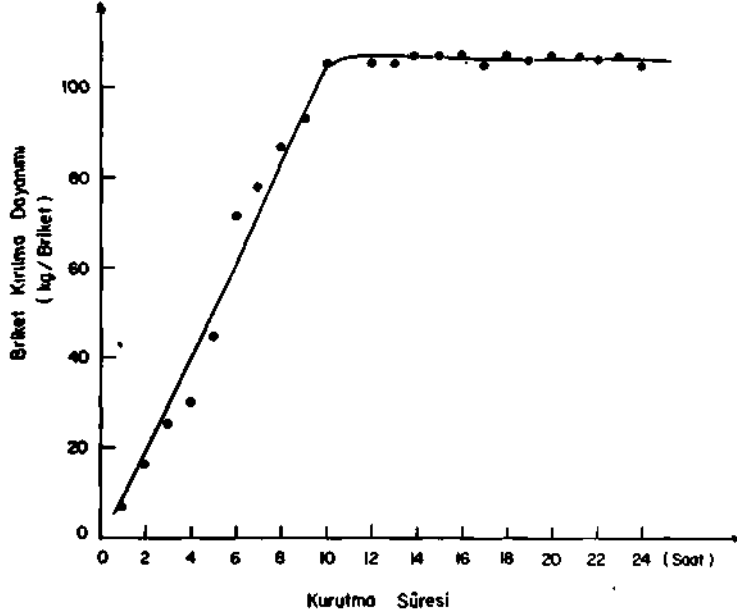
Açık havada kurutulan kromit konsantresi, karıştırıcı içinde önce su ve sönmüş kireç ilavesiyle üç dakika karıştırılmış daha sonra bağlayıcı olarak kullanılan melasın ilavesiyle karıştırma işlemi 10 dakika daha sürdürülmüştür. Bu şekilde hazırlanan briket hamuru, makinanın besleme bölümünün üzerine monte edilmiş konik siloya doldurulmuş ve spiralli bir besleyici yardımıyla sabit bir hızla presin merdaneleri arasına beslenmiştir.

Merdaneden çıkan briketler, 1 cm'lik delikleri olan bir eleğin üzerine alınmış, eleme işleminden sonra elek altına geçen ürün tekrar briketlenmek üzere besleme silosuna gönderilirken, elek üstünde kalan briketler açık havada veya fırınlarda kurutulmuş olarak depolanmışlardır.

3.3. Üretilen Briketlerin Teknik özellikleri

Laboratuvar ölçeğinde saptanmış optimum briketleme koşullarından sadece %4'lük su ilavesinin pilot çapta üretime uygun olmadığı anlaşılmıştır. Buna makinanın spiralli yatay besleyicisinin, %4 su içeren briket hamurunu merdaneler arasına besleyememesi neden olmuştur. Briket hamurunu dikey pozisyonda verebilecek bir besleyiciyle bu sorun kolayca ortadan kaldırılabilir. Kullanılan makinede böyle bir değişiklik yapmak mümkün olmadığından, konsantreye ilave edilen su miktarı %1'e düşürülerek bu sorun giderilmiştir. Yapılan ön denemeler, %1 su, %1 sönmüş kireç ve bağlayıcı olarak da %3 melas ilavesiyle elde edilen briket hamurunun 200 kg/cm³'lük bir basınçla sıkıştırılmasıyla uygun briketlerin üretilebileceğini ortaya koymuştur. Üretilen briketlerle bir dizi testler yapılmış ve briketlerin teknik özellikleri saptanmıştır.

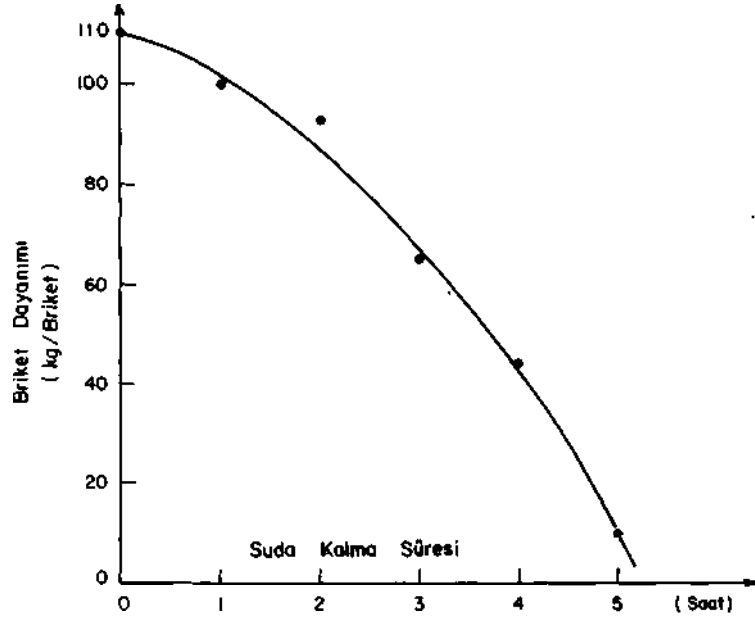
Ham briketlerin açık havada yeterli sertliklerine ulaşabilmesi için gerekli süre hava sıcaklığına ve havadaki nem oranına bağlı olarak 1-3 gün arasında değişmiştir. Bu süreyi kısaltabilmek amacıyla briketlerin fırında kurutulması yoluyla gidilmiştir. 50°C'lik fırında 10 saat kurutulan briketlerin 100 kg'ın üzerinde bir kırılma dayanımına sahip oldukları gözlenmiştir. 10 saatin üzerindeki bir kurutma süresinin briketin sağlamlığında önemli bir değişiklik yapmadığı saptanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1 — Kurutma süresinin briket kırılma dayanımına etkisi.

Briketlerin aşınma indeksleri, 30 devir/dakika hızla dönen ve içinde 4 kanadı bulunan 20 cm çapında, 30 cm boyunda bir tambur yardımıyla saptanmıştır. 0.5 kg briket tambura konmuş, 60 devir yaptıktan sonra briketler 20 meşlik elekten elenmiş, elek altına geçen kısım tartılarak aşınma indeksleri hesap edilmiştir. Gerek ham briketlerin gerekse kurutulmuş briketlerin aşınma indeksleri %1.70 - %3.20 arasında değişmiştir. Her iki briket de %5'in altında bir aşınma indeksi gösterdiğinden, aşınmaya karşı yeterli dirence sahip oldukları sonucuna varılmıştır.

Üretilen briketlerin suya karşı olan dirençlerini saptamak için briketler su dolu kaplarda bekletilmiş ve su içinde bekletme süresinin briketin kırılma dayanımına olan etkisi incelenmiştir (Şekil 2). Briketler su içinde üç saat kalsalar bile 50 kg'ın üstünde bir kırılma dayanımı göstermektedirler. Önemli olan, ham briketlerin sertleşmesi için gerekli olan süre içerisinde suyla temas etmemeleridir. Briketlerin tamamen kurumlarından sonra sudan etkilenmesi daha az olmaktadır.



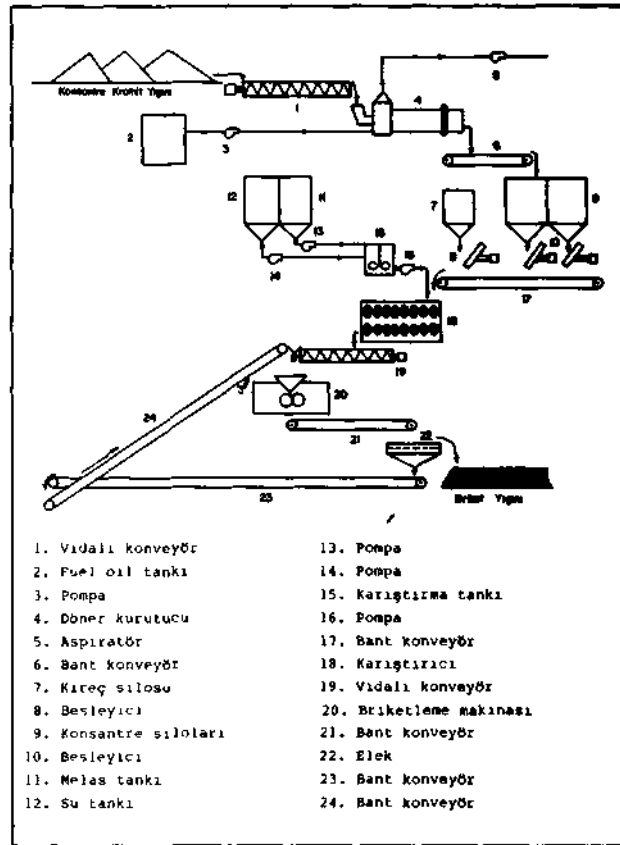
Şekil 2 — Suyun briket dayanımına olan etkisi

Briket makinasında bir miktar üretilen briketlerin teknik özelliklerinin yeterli olduğu saptandıktan sonra, briketlerin elektrik ark fırınındaki davranışlarını gözlemek amacıyla 3 ton briket hazırlanmış ve Etibank Antalya Elektrometalurji sanayii işletmesi müessesesine götürülmüştür. Tesiste silikoferrokrom fırınına roş kromit cevheri yerine briket şarj edilmiştir. Ergitme sırasında fiziksel hiçbir aksaklıkla karşılaşılmaştır. Ayrıca gerek elde edilen alaşımın, gerekse. cüruf un kimyasal kompozisyonunda olumsuz hiçbir farklılık gözlenmemiştir.

Bu çalışmanın sonuçları ışığında kromit konsantresinin briketlenerek daha ekonomik bir şekilde değerlendirilebileceği kanaatine varılmıştır. Böyle bir briketleme tesisi için geliştirilen akım şeması Şekil 3'de verilmiştir.

4. SONUÇLAR

Üçköprü Kromit Konsantresinin pilot çapta briketlenmesi çalışmaları olumlu sonuçlar vermiştir. Üretilen briketlerin kırılma dayanımı yüksek, aşınma indeksi düşük ve hava koşullarına karşı dirençlidir.



Şekil 3 — Briketleme tesisi akım şeması

2. Briketlenmiş kromit silikoferrokrom elektrik ark fırınında denenmiş ve kullanım sırasında fırında fiziksel ve kimyasal hiç bir aksaklıkla karşılaşılmemiştir. Ayrıca briket kromitin kullanımını sonucu elde edilen silikoferrokrom alaşımı ve cürufunun kimyasal kompozisyonunda da hiç bir değişiklik görülmemiştir.
3. Pilot çaptaki kromit briketleri %3 melas %1 sönmüş kireç ve %1 su ilavesiyle üretilmişlerdir. Bu işlem sırasında 200 kg/cm²lik bir basınç uygulanmıştır.
4. Pilot çaptaki uygulamada kullanılan briket makinasının tamburları merkezleri dikey bir doğru üzerinde olacak şekilde yerleştirildiğinden, numune tamburların arasına yatay bir spiralli besleyiciyle beslenmektedir. Bu şekildeki besleme, briket hamurundaki nem oranının %1'in üstünde tutulmasına olanak vermemektedir. Dünyadaki uygulamalarda ise nem %1-5 arasında değişmektedir.

Tamburların merkezleri yatay bir doğru üzerinde bulunan bir briket makinası kullanmak suretiyle briket hamurunun makinaya düşey beslemek ve böylece nem oranını daha yüksek tutmak mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

1. MİKAMI, M.H., "Chromite", Industrial Minerals and Rocks, AIME. 5th Edition, pp 567-582, New York, 1983
2. NAFZIGER, R., "A Review of the Deposits and Beneficiation of Lower-Grade Chromite", Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy, pp 205-225, Johannesburg, 1982
3. TÜBİTAK., Mühendislik Araştırma Grubu, "Krom" İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 1985
4. WINDSHIP, W.D, "Briquetting-An Economic solution for the production of Ferro-Chrome in South Africa", Preseedings of 15th. Biennial Conference, The Institute for Briquetting and Agglomeration, Montreal, August 1977
5. RATH, R., "Use of Briquetted Feed for the Production of Ferrochrome", Electric Furnace Proceedings, Vol. 38 pp. 128-132, Pittsburgh, 1980
6. United States Patent Office, 3.235.3781, 1966
7. ÖZBAYOĞLU G., DOĞAN Z., ATALAY Ü., HİÇYILMAZ C, KANIK H., "Kromit Toz Konsentresinin Briketleme Yöntemiyle Aglomerasyonu", Madencilik Dergisi, s. 19-27, Eylül 1985.