

Kırka A Konsantratörü Performans Değerlendirme Çalışmaları

Performance Evaluation Studies in Kırka Concentrator A

L. Ergiın, Ö. Y. Gülsoy, E. C. Orhan, A. Obut, S. Dikmen, H. Hassoy
Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe, Ankara

ÖZET: Bu çalışmada, Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Kırka Bor İşletme Müdürlüğü A Konsantratörü'nde gerçekleştirilen performans değerlendirme çalışmaları sunulmaktadır. Bu kapsamda, tesisin tüm akışlarından alınan örneklerin tane boyu dağılımları, fraksiyonel ve toplam B₂O₃ içerikleri belirlenmiştir. Boyut dağılımları, B₂O₃ içerikleri ve besleme tonaj verileri kullanılarak bir bilgisayar yazılımı desteğiyle madde denkliği çalışmaları yürütülerek akışların tonajları hesaplanmıştır. Ekipmanların bireysel performanslarının yanısıra tesisin genel performansı da ortaya konmuştur. Çalışma kapsamında ayrıca, Kırka A konsantratörünün performansının artırılması için akımşeması değişikliklerini de içeren alternatifler ve gerekli diğer çalışmalar da tartışılmaktadır.

ABSTRACT: In this study, the performance evaluation studies performed in Eti Mine Works General Management Kırka Boron Works Concentrator-A is presented. In this scope, particle size distributions, fractional and total B₂O₃ contents of all the samples taken from the plant are determined. Mass balancing studies are carried out and flowrates of streams are calculated using size distributions and B₂O₃ contents of all streams and feed flowrate with the aid of a computer software. Besides the performances of individual equipments, overall performance of the circuit is put forward. Additionally, alternatives including some modifications in the plant flowsheet and necessary further works for increasing the performance of Kırka-A Concentrator are discussed.

1. GİRİŞ

Ülkemizin tüm cevherlerinde olduğu gibi önemli endüstriyel hammaddelerinin başında 'gelen bor minerallerinden de en yüksek' oranda yararlanabilmek için uygun zenginleştirme yöntemlerinin belirlenmesinin yanısıra, bu zenginleştirme işlemlerinin verimliliğinin ve ürün kalitesinin artırılması büyük önem taşımaktadır. Bunun gerçekleştirilebilmesi için de mevcut tesislerin performansının nicel olarak belirlenerek sorunların teşhisi ve iyileştirme yapılabilecek noktaların ortaya konması gerekmektedir.

Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü Kırka Bor İşletme Müdürlüğü Konsantratörü yaklaşık 800,000 t/yıl tinkal (Na₂B₄O₇·10H₂O) konsantresi üretim kapasitesiyle ülkemizin bor konsantresi üretimi

içerisinde önemli bir paya sahiptir. Yüksek kapasitesi nedeni ile yapılabilecek ufak bir iyileştirme bile oldukça büyük katkılar sağlayacaktır.

Kırka tinkal yatağı üç farklı cevher tipi içermektedir. Bunlardan camsı cevher çok düşük oranda safsızlık içermekte, tabakalı cevher ise yaklaşık %27-29 B₂O₃ içermektedir. Breşik cevher ise yaklaşık %23-25 B₂O₃ içermekte ve yatağın yaklaşık % 90'ını oluşturmaktadır (Cebi vd., 1997).

Kırka A konsantratörü, tinkal cevherinin içerdiği safsızlıkları boyut küçültmeyi takiben eleme ve sınıflandırma yöntemleriyle uzaklaştırma prensibiyle çalışmakta ve tasanm değeri olarak yaklaşık %32 B₂O₃ içerikli konsantre üretimi hedeflenmektedir. Konsantrenin içerdiği

safsızlıkların bor türevleri tesisinde yarattığı, sorunların en aza indirilmesi ve türevler tesisinin etkin bir biçimde çalışması için mümkün olduğu kadar kaliteli konsantrite üretimi gerekmektedir. Bu kapsamda, konsantratörde kullanılan ekipmanların performanslarının belirlenmesi ve iyileştirme yapılabilecek noktaların ortaya konması, hem auktta kaybedilen tinal miktarının en aza indirilmesi hem de konsantrite kalitesinin artırılması açısından önem taşımaktadır.

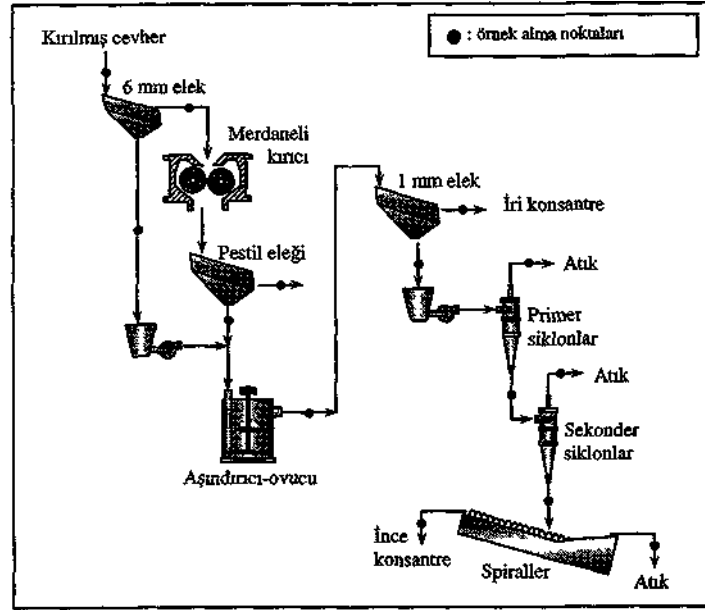
Bu doğrultuda, literatürde Kırka konsantratörünün gerek zenginleştirme gerekse türevler tesislerinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar bulunmasına karşın (Atalay vd., 1986; Türkay vd., 1986; Tolun vd., 1987; Cebi vd., 1994; 1997; Öztürk vd., 1998), zenginleştirme devresi performansının tümüyle değerlendirildiği çalışmalara rastlanmamaktadır.

Bu çalışma kapsamında Kırka A konsantratörünün performansının belirlenmesi amacıyla devre üzerinde yapılan örnekleme çalışmaları sonucunda elde edilen bulgular verilerek, konsantratörün performansı değerlendirilmekte ve performans artırılması için akımşeması değişikliklerini de içeren alternatifler ve yapılması gereken diğer çalışmalar tartışılmaktadır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1 Örnekleme Çalışmaları

Ayrıntılı bir ön incelemeden sonra tesisin kararlı çalıştığı bir anda tesisin çeşitli noktalarından (Şekil 1) örnekler alınmıştır.



Şekil 1. Kırka A konsantratörü basitleştirilmiş akımşeması ve örnek alma noktaları

2.2 Laboratuvar Çalışmaları

Performans değerlendirme çalışmaları doğrultusunda yapılan laboratuvar çalışmaları örneklerin boyut dağılımlarının belirlenmesi, fraksiyonel ve toplam B_2O_3 analizlerinin yapılması, akımşemasındaki akışların madde denkleğinin yapılması ve B_2O_3 içeriklerini destekleyecek çözme

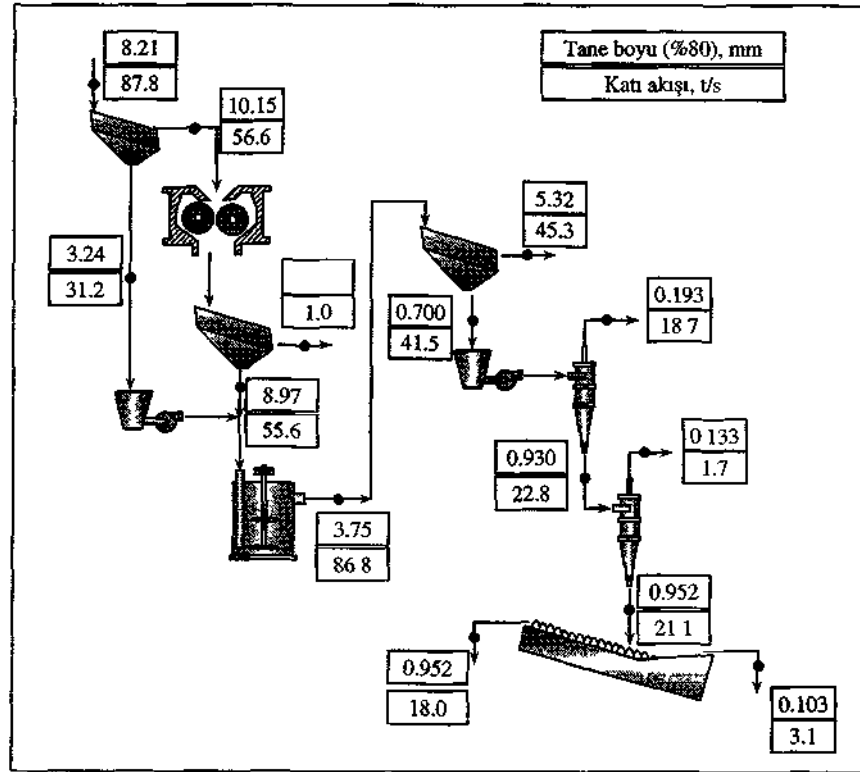
testlerinin yapılması olmak üzere dört ana başlıktan oluşmaktadır.

Kristalizasyonun neden olacağı hataları önlemek amacıyla, yapılan örnekleme çalışmalarının hemen ardından örneklerin tane boyu dağılımları tesis laboratuvarlarında 0.053 mm tane boyuna kadar belirlenmiştir. Mevcut laboratuvar koşullarında daha ince tane boyunda analiz yapmak mümkün

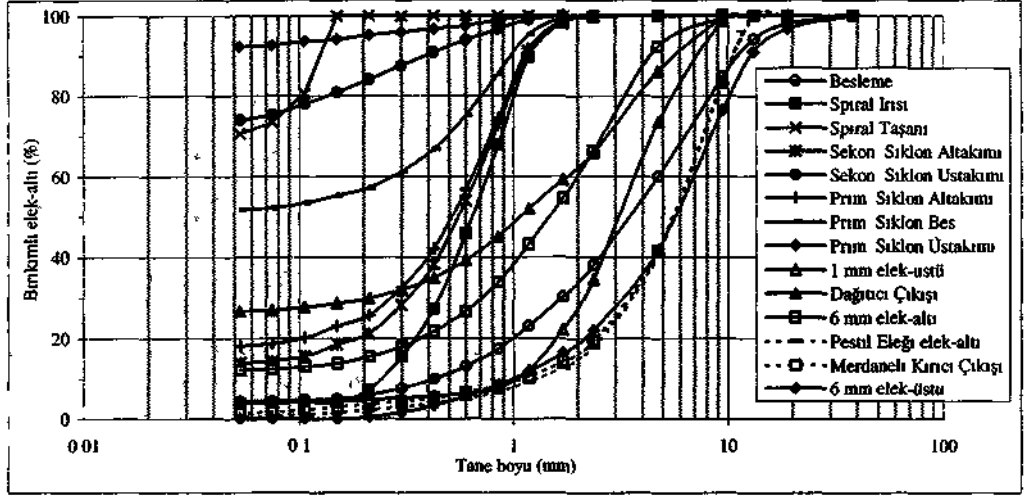
olmamıştır. Yaş haldeki örnek kurutulurken suda çözünmüş tinkalin tekrar kristallenmesi nedeniyle tane boyu analizleri örnekler kurutulmadan tesisten alındığı haliyle yapılmış ve temiz su kullanıldığında tinkal tanelerinin çözünerek elek analizinde hatalara sebep olmasını önlemek amacıyla analizler sırasında tesisten alınan doygun su kullanılmıştır. Yaş halde alınan paralel örneklerin Hacettepe Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü laboratuvarına şevki sırasında kristallenmeler meydana gelmiş, bu nedenle 0.053 mm'den daha ince tane boylarında boyut analizi yapılması mümkün olmamıştır.

Tane boyu dağılımlarının belirlenmesinden sonra, belirli tane boyu fraksiyonlarının ve herbir akışın toplam B₂O₃ analizleri yapılmıştır.

Boyut dağılımlarının belirlenmesi ve B₂O₃ analizlerinin tamamlanmasından sonra madde dengeliği hesaplanmıştır. Bu hesaplar istatistiksel temele dayanmakta ve devrede akışların tonajlarının ve yapılan örnekleme işleminin ne derece sağlıklı olduğunun belirlenmesini sağlamaktadır. Şekil 2'de Kırka A Konsantratörü'nün örneklendiği koşulda devredeki akış hızları ve P₉₀ değerleri (örneklerin % 80'inin geçtiği elek açıklığı), Şekil 3'te ise madde dengeliği sonrası kolların tane boyu dağılımları verilmektedir.



Şekil 2. Örnekleme döneminde devredeki kolların akış hızları ve P₉₀ değerleri

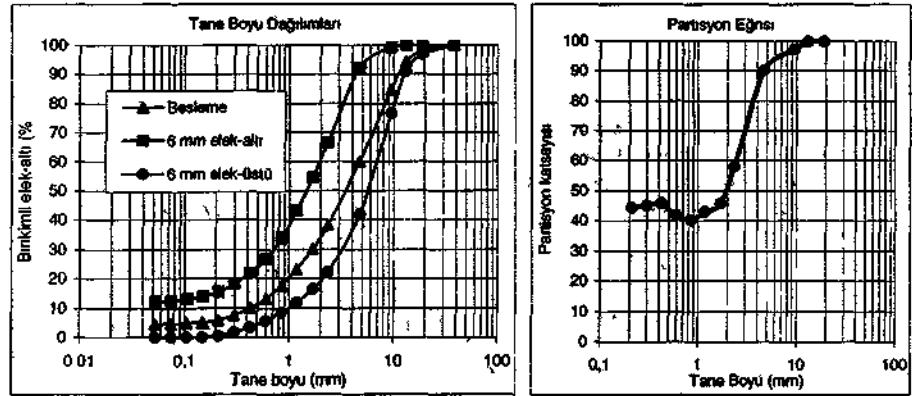


Şekil 3 Madde denklığı sonrası kolların tane boyu dağılımları

3. DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Madde denklığı sonrası örnek alma işleminin başanılı olduğunun anlaşılması ve akışların tonajlarının belirlenmesinden sonra, tonajlar ve tane boyu dağılımları kullanılarak tesiste bulunan sınıflandırma ekipmanlarının etkinliği, herbir elek

ve sınıflandırıcının performans eğrileri çizilerek ortaya konulmuştur. Aşağıda 6 mm elek, 1 mm elek, primer siklonlar, sekonder siklonlar ve spirale ait performans eğrileri ile bu ekipmanların besleme ve ürün fraksiyonlarına ait tane boyu dağılımları birlikte verilmektedir.



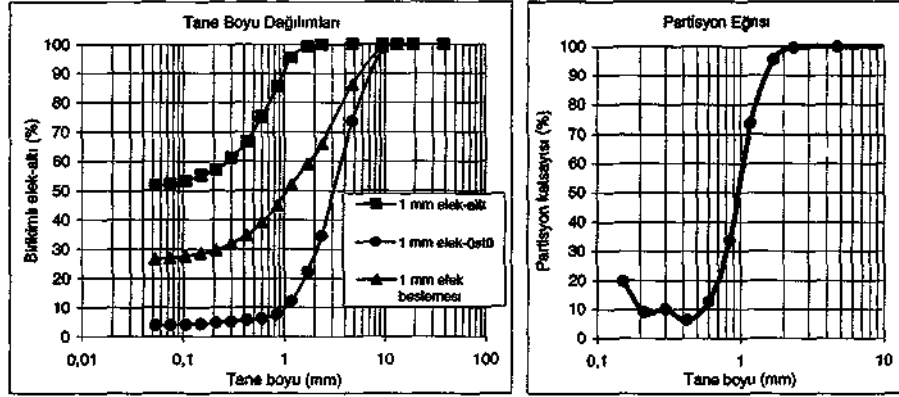
Şekil 4 6 mm'lik eleğin besleme, elek-altı ve elek-üstü akışlarının tane boyu dağılımları ve eleğin partiyon eğrisi

Şekil 4'ten görüleceği üzere, 6 mm'lik eleğin partiyon eğrisine göre beslemede bulunan ve elek

altına geçmesi gereken fraksiyonun yaklaşık %40'lık bir bölümü elek üstü fraksiyonda kalmaktadır. Bunun sebebi ise beslemede bulunan

ve çok ince taneli olduğu için elek-altına geçmesi gereken kil tanelerinin iri tanelerin yüzeyine sıvanarak iri tanelerle birlikte eleküstü akışa gitmesidir. Kuru elenmesi durumunda kil

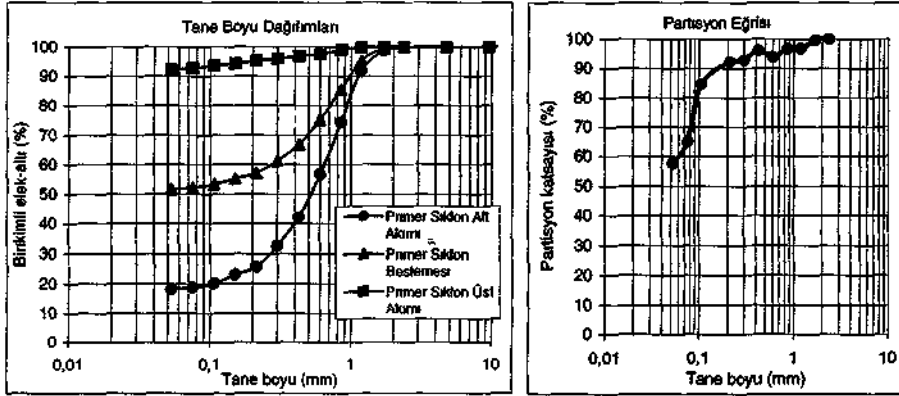
tanelerinin iri tanelerin yüzeyinden ayrılması mümkün olmamakta ve bu sonuç kaçınılmaz olmaktadır.



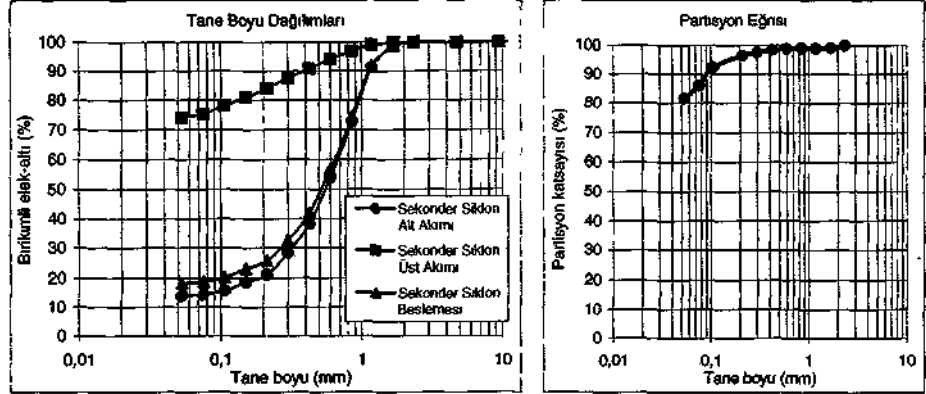
Şekil 5. 1 mm'lik eleğin besleme, elek-altı ve elek-üstü akışlarının tane boyu dağılımları ve eleğin partiyon eğrisi

Aşındırıcıdan (scrubber) çıkan palpm beslediği 1 mm'lik eleğin partiyon eğrisi (Şekil 5) ise bu eleğin performansının 6 mm'lik eleğe kıyasla oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Bu elekte de elekaltına geçmesi gereken malzemenin yaklaşık % 15'i eleküstüne gitmektedir. Örnekleme sırasında aşındırıcılardan %31 katı içeriğinde çalıştığı belirlenmiştir. Cevherin içerdiği kilin sulu

sistemlerde şişmesi ve viskoziteyi artırması nedeniyle etkin bir kil dağıtma işlemi için gerekli yüzde katı değerlerine ulaşamamaktadır. Aşındırıcılarda tıkalı yüzeyine sıvanan kilin ayrılması yeterince sağlanmadığından, takip eden eleme işleminde kaçak miktar %15'in altına düşürülememektedir.



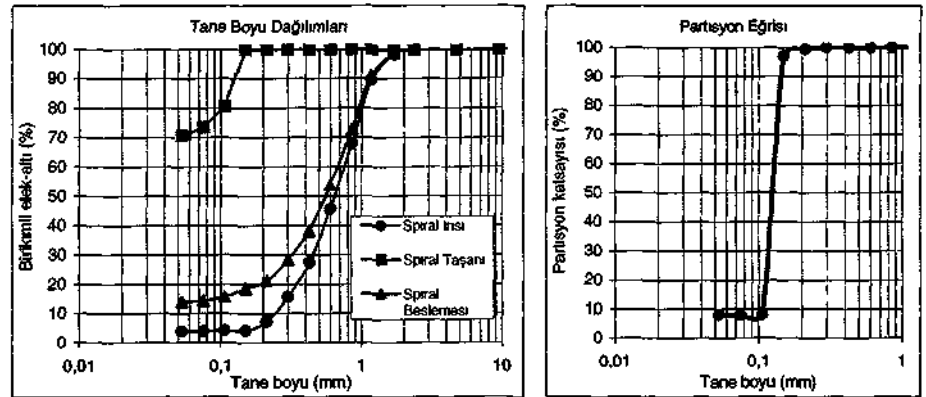
Şekil 6. Primer siklonların besleme, siklon-altı ve siklon-üstü akışlarının tane boyu dağılımları ve siklonların partiyon eğrisi



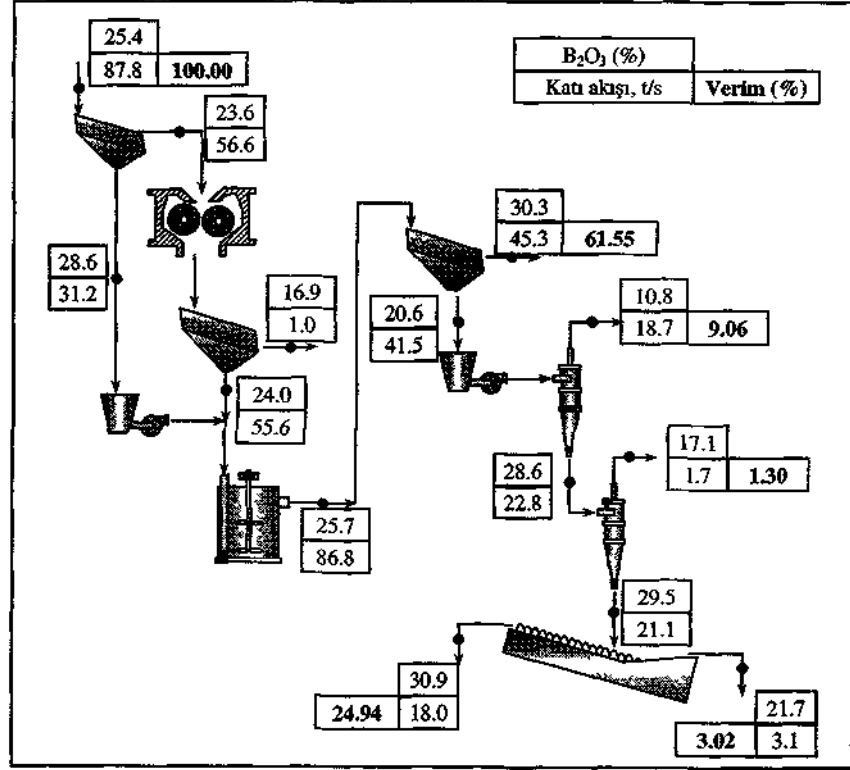
Şekil 7. Sekonder siklonların besleme, siklon-altı ve siklon-üstü akışlarının tane boyu dağılımları ve siklonların partiyon eğrisi

Primer siklonların partiyon eğrisi (Şekil 6) ise en iri tane boyu fraksiyonlarının bile bir kısmının siklon üstüne gittiğini göstermektedir. Bu, siklonların performansının yeterli olmadığını göstermektedir. Sekonder siklonlarda ise performansın yeterli olmadığı görülmektedir (Şekil 7)» Bu aşamada sadece 1.7 t/s'lik bir kısım siklon üstünden alınmaktadır ve önemli bir aynm yapmamaktadır.

-0.053 mm'nin boyut dağılımı belirlenemediğinden ince boylarda siklonun performansı için bir yorum yapmak mümkün olmamaktadır. Spirallerin partiyon eğrisi (Şekil 8) ise aynmın oldukça etkin olduğunu göstermektedir. Beslemede bulunan ve ince akışa gitmesi gereken fraksiyonun % 8'lik bir kısmı iri akışa gitmektedir. Şekil 9'da konsantratör akımşeması ile tüm kolların B2O3 içerikleri ve B2O3 verimleri verilmektedir.



Şekil 8. Spirallerin besleme, iri ve ince akışlarının tane boyu dağılımları ve spirallerin partiyon eğrisi



Şekil 9. Örnekleme döneminde kolların B₂O₃ içerikleri ve B₂O₃ verimleri

Şekil 9'dan görüleceği üzere örnekleme döneminde konsantratöre %25.4 B₂O₃ içeriğine sahip 87.8 t/s cevher beslenmiş ve 1 mm'lik elekten %30.3 B₂O₃ içerikli 45.3 t/s ve spiralden %30.9 B₂O₃ içerikli 18.0 t/s olmak üzere toplam %30.47 B₂O₃ içerikli 63.3 t/s konsantre alınmıştır. Toplam B₂O₃ verimi %86.49 olarak ortaya çıkmaktadır.

Konsantre B₂O₃ içeriğinin daha fazla artınlamamasının en önemli nedenlerinden biri tesisin temel olarak aşındırma ve sınıflandırma ile kil tanelerini uzaklaştırmak amacıyla tasarlanmış olması ve cevher içerisinde bulunan marn tanelerinin kil taneleri kadar kolay aşınmayarak iri boyda kalması, dolayısıyla tinkal taneleri ile birlikte konsantreye gelmesidir. Laboratuvar aşındırma testleri, kil mineralleri dağıtılabirirken montmorillonit ve dolomitten oluşan mam tanelerinin tane boyunda

önemli bir değişim olmadığını göstermiştir. İnce tane boyuna geçmeyen mam taneleri tinkal ile birlikte konsantreye gelmekte, tesis bu mam tanelerini ayırarak bir ekipman içermediğinden konsantre B₂O₃ içeriği yükseltilememektedir. Bu sorunun engellenmesi için ya seçimli işletme yapılarak marnlı cevher tesise beslenmemeli ya da marnlı cevher marnın ayrılmasını sağlayacak bir ekipman devreye eklendikten sonra beslenmelidir.

Bu amaç doğrultusunda tinkal (1.71 g/cm³) ve mam (montmorillonit 2.0-2.7 g/cm³, dolomit 2.85 g/cm³) arasındaki belirgin yoğunluk farkından yola çıkarak yerçekimiyle zenginleştirme yöntemleri öncelikli olarak düşünülmelidir. Laboratuvarda yapılan ön çalışmalar ve ağır sıvı testleri aynının mümkün olduğunu göstermektedir. Nitekim Cebi vd. (1997)'nin pilot ölçekli bir jig kullanarak +1 mm konsantre kalitesinin iyileştirilebilirliğini araştırdığı

L. Ergun, Ö. Y. Gülsoy, E. C. Orhan, A. Obut, S. Dikmen, H. Hassoy

çalışmada, yaklaşık %30 olan B₂O₃ içeriğinin %85-90 verimle yaklaşık %32'ye yükseltilebildiği belirtilmektedir.

Kilin aşındırıcılarda etkin bir şekilde dağıtılması için, devrede bulunan 6 adet dağıtıcıdan her iki aşamada palp dışarı alınarak sınıflandırıldıktan sonra aşındırma işlemine devam edilmesi yarar sağlayabilir. Bu sayede dağılan kilin ekipman içerisindeki durma zamanı azalacak ve süspansiyonda kil tanelerinin birikmesi önlenerek viskozitenin yükselmesi engellenebilecektir. Bu değişiklik aşındırıcılara yapılan beslemenin yüzde katı içeriğinin artırılmasına imkan vereceğinden iyileştirmeye yönelik alternatifler arasında değerlendirilmelidir.

Kırka tinal yatağında bulunan farklı cevher tiplerinin konsantratore beslenmesi sırasında yapılacak örnekleme ve performans değerlendirme çalışmaları, farklı cevher tiplerinin tesis performansı üzerine etkilerinin belirlenmesini ve olası sorunların nicel olarak ortaya konmasını sağlayacaktır. Devrede kapsamlı performans optimizasyonu çalışmaları yapılması sonucunda beslenen cevher tipine uygun işletme değişkenleri belirlenebilecektir. Bu sayede konsantre kalitesinin artırılması ve cevher kaybının en aza indirilmesi mümkün olacaktır.

4. SONUÇLAR

Konsantre tenorunun daha yüksek değerlere çıkarılmaması besleme içerisinde bulunan marn tanelerinin dağıtılmaması ve iri boyda kalarak tinal taneleri ile birlikte konsantreye gelmesinden kaynaklanmaktadır. Tesis temel olarak besleme içerisinde bulunan safsızlıkların dağıtılarak (özellikle kil minerallerinin ayrılması) ince tane boyu fraksiyonuna geçirilip sınıflandırma yolu ile tinalden ayrılması ilkesi ile çalışmaktadır. Ancak marn tanelerinin ince tane boyuna geçmemesi konsantre tenorunu düşürmektedir. Tesis iri marn tanelerini ayıracak bir ekipman içermemektedir.

Cevherde bulunan ve iri tanelerin yüzeyine sıvanan kil tanelerim yüzeyden ayırmak ve kil topaklarını dağıtmak amacıyla kullanılan aşındırma işlemi ise sadece %31 katı içeriğinde yapılmakta ve bu da kil minerallerinin dağıtılmasını sağlayacak yeterli

makaslama kuvvetlerinin ortaya çıkmasını engellemektedir. Bu katı içeriğinde ekipmandan beklenen işlevin yerine getirilmesi mümkün görünmemektedir. Bunun yanısıra, bu durum tesis kapasitesini de düşürmektedir.

Hidrosiklonların performansının düşük olduğu sonucuna varılmış, özellikle ikinci kademe siklonların önemli bir ayırım yapmadığı belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, örnekleme çalışmalarının başarıyla yapılmasına olanak sağlayan ve kimyasal analiz çalışmalarının titizlikle yürütülmesini sağlayan Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü Kırka Bor İşletme Müdürlüğü yönetici ve çalışanlarına teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Atalay, M.Ü., Özbayoğlu, G., Doğan, Z., Hiçyılmaz, C. ve Bilgen, S. 1986. *Selection of an alternative crusher for Kırka Concentrator*, 1st International Mineral Processing Symposium, İzmir, pp. 547-556.
- Çebi, H., Yersel, E., Poslu, K., Behar, A., Nesner, R. ve Langenbrick, H. 1994. *Solid-liquid separation of Etibank Kırka Borax Plant effluents by centrifugal decanter*, Progress in Mineral Processing Technology, eds. Demirel & Ersayın, Balkema, Rotterdam.
- Çebi, H., Özkan, Ş.G., Demircan, E. ve Mordoğan, H. 1997. *Kırka'da üretilen tinal kaba konsantrasyonunun iyileştirilmesi*. Türkiye 15. Madencilik Kongresi, eds. Güyagüler, Ersayın & Bilgen, Ankara, pp 311-318.
- Öztürk, N., Önal, G. ve Doğan, M.Z. 1998. *Comparison of new processing methods in the evaluation of Kırka tinal ore*, Innovations in Mineral and Coal Processing, eds. Atak, Önal & Çelik, Balkema, Rotterdam.
- Türkay, S., Bulutçu, A.N. ve Tolun, R. 1986. *Pellet flocculation of tinal slimes in double flocculant*

system, 1st International Mineral Processing Symposium, İzmir, pp. 535-546.

Tolun, R., Bulutçu, N. ve Türkay, S. 1987. *Tinkal konsantrasyonundan boraks pentahidrat üretiminde çözünmeyen maddelerin ayrılması için filtre yerine alternatif yöntemlerin geliştirilmesi*, İTÜ-MBUTUAM.No. 199.

