

***Seçimli Pb/Zn Flotasyonunda FeSO₄ /NaCN
Kullanımı***

Using of FeSO₄/NaCN in Selective Pb/Zn Flotation[^])

J. PAVLIĆA, D. DRASKIĆ, N. CAUC(**)
Çeviren : Hidayet CEYLAN (***)

ÖZET

Yugoslavya'da beş flotasyon tesisi galenin seçimli flotasyonunda çinkoyu bastırmak için ZnSO₄/NaCN yerine FeSO₄ ve NaCN bileşimini kullanmaktadır. Yazarlar ayrıntıları vermektedirler.

ABSTRACT

Five flotation plants in Yugoslavia are employing a combination of FeSO₄ and NaCN (rather than ZnSO₄/NaCN) to depress zinc in the selective flotation of galena. The authors give details.

(*) Mining Magazine, September 1991

(**) Department of Mineral Processing, Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, Djusine 7,
11000 Belgrade, Yugoslavia.

(***) Maden Y. Müh. TÜSTAŞ, ANKARA

madencilik

1. GİRİŞ

Pb/Zn cevherlerinin seçimli flotasyonunda, $ZnSO_4/NaCN$ reaktif bileşimi kurşun flotasyonu sırasında çinko minerallerinin bastırılmasında çok sık olarak kullanılmaktadır. Hem sfalerit hem de diğer sülfid minerallerinin başarılı olarak bastırılması ancak yüksek $ZnSO_4$ (100-300 g/t) tüketimleriyle elde edilmektedir. Reaktiflerin bu biçimde kullanımı yüksek maliyetlere neden olmakta, kurşun konsantrasyonundaki çinko minerallerinin flotasyonunda canlandırıcı ($CuSO_4$) ve toplayıcının yüksek miktarda tüketimine neden olmaktadır.

İlk araştırma çalışması Belgrad Üniversitesi, Maden ve Jeoloji Fakültesi Cevher hazırlama bölümü tarafından 12 yıl kadar önce yürütülmüştür ve bu çalışmanın amacı sfalerit'in başarılı olarak bastırılmasının yanı sıra, $ZnSO_4$ 'in daha düşük bastırma tüketimi sağlayabilecek olan daha etkili, bir başka düzenleyici ile değiştirilmesidir. Saf çinko mineralleri üzerinde yapılan araştırmaya dayanarak, belli Pb/Zn cevherlerinde çinko mineralleri bastırma olarak $FeSO_4/NaCN$ ile Umut verici laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Bu çalışmaları değişik Pb/Zn konsantratörlerindeki titiz endüstriyel deneyler izlemiştir.

Deney sonuçları galen flotasyon devresinde kullanılan $FeSO_4/NaCN$ bileşiminin sfaleriti ve piriti etkin olarak bastırıldığı ve bunların tüketiminin $ZnSO_4/NaCN$ tüketiminden oldukça az olduğunu düşüncesini güçlü bir biçimde desteklemektedir.

Şu anda, Yugoslavya'da çajışan beş flotasyon konsantratöründe galenin seçimli flotasyonunun çinko bastırma olarak $ZnSO_4/NaCN$ yerine $FeSO_4/NaCN$ kullanılmaktadır.

2. LEPOSAVİC TESİSİ

Bu konsantratörde değişik yerlerden çıkarılmış hem değişik çinko-kurşun içeriği hem de değişik mineral bileşimi ve yapısal özellikten olan çeşitli biçimlerdeki Pb/Zn cevherleri işlenmektedir. Bu tesiste işlenen cevherlerin metal değerleri ortalama olarak %3,0 - 3,5 Pb'dan %1,5 - 2,0

Zn'ya kadar değişmekte ve yaklaşık 43 g/t Ag içermektedir. $FeSO_4/NaCN$ kullanarak ilk endüstriyel deney 1985'de yapılmıştır. Yalnızca birkaç ay sonra $ZnSO_4, FeSO_4$ ile değiştirilmiştir ve $FeSO_4/NaCN$ bileşimi o günden beri kullanılmaktadır. $ZnSO_4$ 'in kullanıldığı 1984'ü son yıl olarak alırsak, 1985-1990 arasında $FeSO_4$ kullanıldığında yeni reaktiflerin toplam kullanımında yaklaşık bir indirim getirmedeki etkisi açıktır. Bu tesisin reaktif tüketimi Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Leposaviç Tesisi Reaktif Tüketimi, g/t

Reaktifler	$ZnSO_4/NaCN$ Kullanarak	$FeSO_4/NaCN$ Kullanarak
$ZnSO_4$	135	-
$FeSO_4$	-	50
NaCN	80	25
Kireç	2.100	2.100
Ksantat	153	130
$CuSO_4$	230	180
Köpürtücü	88	82



Şekil 1. Leposaviç Pb-Zn konsantratöründeki flotasyon hücreleri

$FeSO_4/NaCN$ bileşimi kullanıldığında kireç dışında tüm reaktiflerin tüketiminde bir azalma olduğu açıktır. En büyük düşüş ($ZnSO_4$ 'in kullanımındaki görünür azalmadan başka) NaCN'de olmuştur. $CuSO_4$ 'in kullanımındaki azalma da dikkate değerdir. Buna ek olarak, $FeSO_4$ 'un fi-

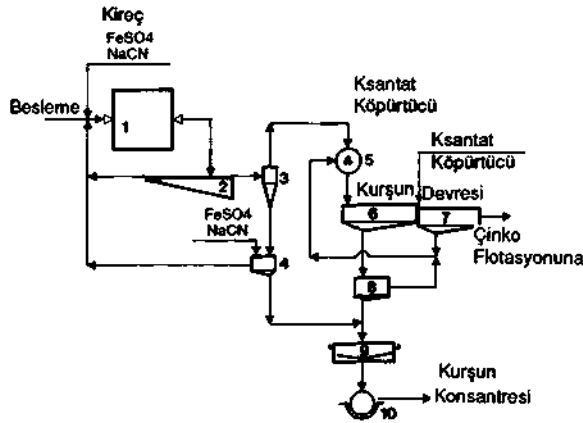
madencilik

yatının $ZnSO_4$ 'in fiyatının onda biri olduğu çok önemli gerçeğine de dikkat edilmelidir. Böylece reaktif maliyetlerinde büyük bir indirim etkisi olmuştur.

Daha iyi bir karşılaştırma yapabilmek için tesisin değişiklik yapılanı kadar ki sürede, 1984 yılına kadar ve 1985 yılından başlayarak yeni uygulamanın başlamasını izleyen metalurjik dengeler Çizelge 2'de gösterilmiştir.

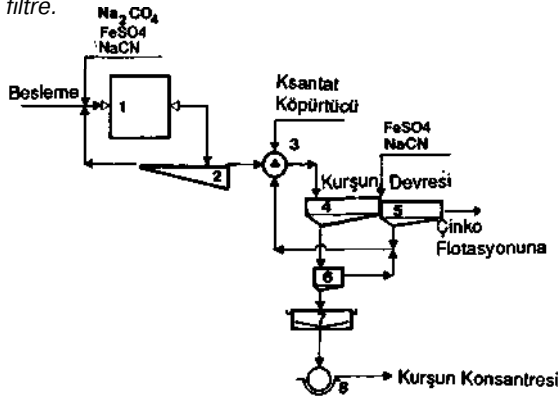
Çizelge 2. Leposavic Tesisinin Metalurjik Verileri.

Dönem	Beslenen		Kurşun Kons.		Çinko Kons.		% Randıman		
	%Pb	%Zn	%Pb	%Zn	%Pb	%Zn	Pb	Zn	Ag
1984	3.34	1.84	69.30	3.44	172	49.2	75.65	72.26	67.30
1985/90	3.13	1.82	69.10	2.90		45.9	85.12	77.80	75.70



Şekil 2. Leposavic, Lece Veliki Majdan tesislerindeki akım şemaları

(1) Bilyalı değirmen; (2) Sınıflandırıcı; (3) Siklon; (4) Birim flotasyon hücreleri; (5) Kurşun koşullandırıcısı; (6-7) Kurşun flotasyon devresi; (8) Kurşun temizleyicileri-üç aşamalı; (9) Çökeltme tankı; (10) Tamburlu filtre.



Şekil 3. Trepca Pb-Zn cevher konsantratöründe kullanılan akım şeması

(1) Bilyalı değirmen; (2) Helezon sınıflandırıcı (3) Kurşun koşullandırıcısı; (4-5) Kurşun flotasyon devresi; (6) Kurşun temizleyicileri-üç aşamalı; (7) Çökeltme tankı; (8) Tamburlu filtre.

3. TREPÇA TESİSİ

Laboratuvar deneylerinin bitirilmesinden sonra, galen flotasyonu sırasında çinko minerallerinin bastırılması 1985 yılında Trepca konsantratöründe $ZnSO_4/NaCN$ yerine $FeSO_4/NaCN$ bileşimi kullanılmasıyla başlatılmıştır. Reaktif kullanımını sonucunda olan değişiklikler Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Trepca Tesisi'nin Reaktif Verileri.

	$ZnSO_4/NaCN$ Kullanarak	$FeSO_4/NaCN$ Kullanarak
$ZnSO_4$	114	-
$FeSO_4$	-	36
NaCN	1.530	1.350
Kireç	3.920	3.200
K-E-Ksantat	43	33
K-A-Ksantat	74	60
$CuSO_4$	188	100
Dow-200	99	66

Çizelge 4. Trepca Tesisi'nin Metalurjik Verileri.

Dönem	Beslenen		Kurşun Kons.		Çinko Kons.		% Randıman		
	%Pb	%Zn	%Pb	%Zn	%Pb	%Zn	Pb	Zn	Ag
1984	3.19	1.93	77.65	0.93	0.80	51.1	3.60	84.26	80.20
1985/90	2.84	1.68	74.70	0.75	0.60	50.9	5.50	84.10	84.80

Leposavic tesislerinin kendisinde reaktif tüketimindeki en büyük düşüşün $ZnSO_4$, NaCN ve $CuSO_4$ 'ta sağlandığı Çizelge 3'de bellidir. Ama diğerlerinde de bir miktar düşüşler sağlanmıştır. Sonuçları veren Çizelge 4'den de görülebileceği gibi, ana tenörlerin düşmesi yanında, daha iyi metalurjik verimler sağlamaya yardım etmiştir.

4. LECE TESİSİ

Bu tesiste (düşük tenörlü), 2,5 g/t altın (kurşun konsantresinde elde edilen), içeren Pb/Zn

cevheri işlenmektedir. Bu tesiste 1988'e kadar galenin flotasyonu bastırıcı olarak $ZnSO_4$ ve NaCN kullanılmasıyla yapılmıştır. Yüzdürülebilirlik deneylerinin hem saf mineraller hem de cevher numunelerinde yapılmasından sonra, $FeSO_4/NaCN$ bileşiminin endüstriyel uygulaması Şubat 1988'de başlatılmıştır.

Galen'in aşamalı flotasyonundaki en çok gözde çarpan sorun kurşun konsantrindeki değerli minerallerin nispeten düşük bir verimle beraberinde sfaleritin etkili bir biçimde bastırılmasıdır.

Çizelge 5. Lece Tesisi'nin Reaktif Verileri.

	$ZnSO_4/NaCN$ Kullanarak	$FeSO_4/NaCN$ Kullanarak
$ZnSO_4$	210	-
$FeSO_4$	-	25
NaCN	70	40
Kireç	3.400	1950
Ksantat	elde değil	elde değil
$CuSO_4$	236	200
Köpürtücü	69	69

$FeSO_4/NaCN$ bileşiminin başlatılmasından sonra reaktif tüketimindeki değişiklik Çizelge 5'de gösterilmektedir. Kireç kullanımında önemli bir azalma olmuştur. Anılan ilk iki tesiste $FeSO_4$ 'in NaCN'e oranı 2:1 olduğu halde Lece'de oranlar 1:2'ye yaklaşarak ters hale gelmiştir.

Çizelge 6. Lece Tesisi'nin Metalurjik Verileri.

Dönem	Beslenen		Kurşun Kons.		Çinko Kons.		% Randıman		
	%Pb	%Zn	%Pb	%Zn	%Pb	%Zn	Pb	Zn	Ag
1984	1,27	2,50	5,4	7,1	1,3	53,8	85,6	85,3	60,0
1985/90	1,21	2,40	64,1	6,8	1,3	52,9	87,1	87,1	66,4

Yalnızca reaktif maliyetlerinde azalma olmuş, ayrıca Çizelge 6'da gösterildiği gibi metal kazanımlarında da gelişmeler olmuştur. Çizelgelerdeki rakamlara ek olarak altın kazanımındaki verim biraz yükselerek % 79,1'den % 82,1'e çıkmıştır.

5. VELİKİ MAJDAN TESİSİ

Laboratuvar deneylerinin tamamlanmasından sonra $FeSO_4/NaCN$ reaktif bileşimi 1989'da

seçimli flotasyon devresinde başlatılmıştır. Bu tesiste işlenen cevher, yüksek orandaki pirit ve kalkopirit ile nitelendirilmektedir. Bundan dolayı, sfelirit flotasyon işlemi çinko konsantrinden pirotiti ayırmak için manyetik konsantrasyonun eklenmesi gerekmektedir. Önceki ve sonraki reaktif tüketimi Çizelge 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 7. Veliki Majdan Tesisi'nin Reaktif Verileri.

	$ZnSO_4/NaCN$ Kullanarak	$FeSO_4/NaCN$ Kullanarak
$ZnSO_4$	320	-
$FeSO_4$	-	50
NaCN	100	40
Na_2CO_3	250	173
Kireç	2.200	1900
Ksantat	90	90
$CuSO_4$	elde değil	elde değil
Köpürtücü	110	110

Diğer tesislerde olduğu gibi, $FeSO_4/NaCN$ bileşiminin kullanımı reaktif tüketiminde yaklaşık bir azalma sağlamıştır. Bununla birlikte, metal kazanımlarında belirgin bir değişiklik olmamıştır ve metalurjik dengelerdeki (Çizelge 8) değişikliklerin ana nedeni işlenen cevherdeki değişikliklerdir.

Çizelge 8. Veliki Majdan Tesisi'nin Metalurjik Verileri.

Dönem	Beslenen		Kurşun Kons.		Çinko Kons.		% Randıman		
	%Pb	%Zn	%Pb	%Zn	%Pb	%Zn	Pb	Zn	Ag
1989	3,61	2,61	67,07	2,12	2,97	49,73	90,20	82,60	79,00
1990	4,41	2,86	68,50	2,60	2,15	49,10	89,20	83,50	81,40

6. SASA TESİSİ

1990 yılı boyunca Sasa-Srebrenica konsantratöründe işlenen cevherler üzerinde laboratuvar deneyleri yapılmıştır ve bundan sonra $FeSO_4/NaCN$ reaktif bileşimi 1991 başında başlatılmıştır. Çizelge 9 reaktif tüketimindeki sonuç değişimleri göstermektedir. $FeSO_4/NaCN$ bileşimi yalnızca Ocak 1991'den beri kullanılmasına karşın, sonuçlar (Çizelge 10) tatmin edicidir.

madencilik

Çizelge 9. Sasa Tesisi'nin Reaktif Verileri.

	ZnSO ₄ /NaCN Kullanarak	FeSO ₄ /NaCN Kullanarak
ZnSO ₄	230	
FeSO ₄		22
NaCN	100	20
Na ₂ CO ₃	2.000	1.670
Kireç	5.000	3.800
K-E-Ksantat	18	12
K-B-Kanthate	60	52
CuSO ₄	350	220
Phosocrezol	40	30
Dow-froth	80	43

Çizelge 10. Sasa Tesisi'nin Metalurjik Verileri.

Dönem	Beslenen		Kurşun Kone.		Çinko Kone.		% Randmen		
	%Pb	%Zn	%Pb	%Zn	%Pb	%Zn	Pb	Zn	Ag
1990	1,83	2,73	67,46	5,40	1,18	47,68	94,05	62,07	-
1991	2,23	2,64	64,62	4,45	1,51	47,91	96,60	83,32	-

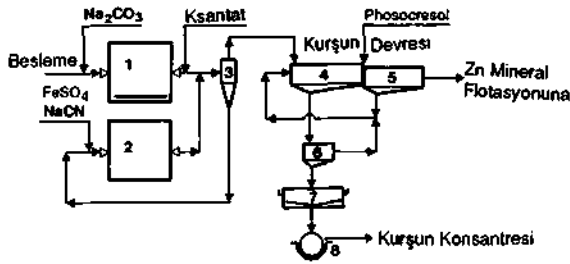
7. SONUÇ

1980'de başlayan galen flotasyonu sırasında çinko minerallerinin bastırılmasındaki FeSO₄NaCN bileşiminin olası kullanımıyla ilgili geniş araştırmalar ZnSCVNaCN kullanımıyla karşılaştırıldığında belli üstünlükler göstermiştir. Bunlar şöyle özetlenebilir:

— Seçicilik, kurşun konsantrlerinde daha az çinko bırakarak artırılır.

— NaCN'ün daha az kullanımı; Au, Ag kazanımını iyileştirir.

— FeSCVNaCN bileşimini kullandıktan sonra, sfelariti yeniden canlandırmak için daha az CuSO₄ gerekmektedir.



Şekil 4. Sasa tesisinde kullanılan akım şeması

(1) Çubuklu değirmen; (2) Bilyalı değirmen; (3) Hidro-siklon; (4-5) Kurşun flotasyon devresi; (6) Kurşun temizleyicileri-üç aşamalı; (7) Çökeltme tankı; (8) Tam-burlu filtre.