

Ergani Bakır İşletmesi Reverber Taban Matının Flotasyon Yoluyla Zenginleştirilmesi

Sabri KARAHAN*
Erol OKUR**

1973 yılı Ağustos ayında Reverber fırınının yıllık bakîmi esnasında tabanda kalan yüksek manyetik özellikli taban matı denemede esas alınmıştır.

1. GİRİŞ :

Ergani Bakır İşletmesi Reverber fırını tabanından alınan yüksek manyetitli matın, çabuk donması ve tabanda yeniden birikme yapması nedeniyle tekrar fırına verilmesi mümkün olmamaktadır. Daha önceki senelerden kalan ve stok edilen bu taban matının flotasyon yoluyla zenginleştirilip zenginleştirilemeyeceği araştırılmış ve bunun mümkün olduğu görülmüştür.

2. NUMUNELERİN HAZIRLANMASI:

Reverber tabanının sökülmesi esnasında numuneler taban kesitinden uniform olarak alınmaya çalışılmıştır. Ancak tabanın bir kesitinden numune alınmanın kâfi oranda temsili bir numune sağlamadığı daha sonraki fiilî çalışmalar esnasında ortaya çıkmıştır.

Alınan numuneler gözle görülür derecede dissimine nabit bakır ihtiva etmekteydi, ilk etapta elle bir ayıklama yapılmıştır. Bununla beraber ince dağılmış nabit bakırın az bir kısmı numuneye

geçmiştir. Flotasyon testleri için hazırlanan numunenin kompozisyonu aşağıdaki gibidir.

Ana numune	%
Cu	13,50
S	7,11
Fe	41,05
diğerleri	38,34

Numune çeyrekleme metoduyla bölünmüş ve 1 kg'lık torbalarda ağzı kapalı olarak muhafaza edilmiştir. Kırılmış numunenin tamamı çeyreklemeden önce 10 mesh'lik elekte elenmiştir.

3. «BATCH» FLOTASYON TESTLERİ :

Flotasyon testleri için Denver D-1 laboratuvar flotasyon makinası ile 500 gr'lık flotasyon tankı kullanılmıştır. Her seferinde 550 gr kuru numune alınmış ve kesafet % 62,5 solid olacak şekilde bilyalı değirmende öğütülerek flotasyon testleri yapılmıştır. Elek analizlerinin yapılması halinde dörtlleme metoduyla numune alınmıştır.

Flotasyon testlerinde, flotasyon şartları tek tek incelenmeye çalışılmıştır. İlk mikroskopik etüdlerin yapılamaması

* Maden Yüksek Mühendisi, K.B.1. — ELÂZİĞ

** Maden Yüksek Mühendisi, E.B.I. — ELÂZİĞ

önemli bir eksiklik, bu eksiklik fazla miktarda deney yapılmak suretiyle giderilmeye çalışılmıştır.

Flotasyon şartları incelenirken, her incelenen şart için diğer bütün şartlar sabit tutulmuştur.

tlâve edilen reaktiflerden Xantatlar, % İlik ve günlük olarak hazırlanmış pi-petle ilâve edilmiştir. Köpürtücüler daha önce damlası tayin edilen bir spiral tel vasıtasıyla damla damla ilâve edilmiştir.

3.1. Flotasyon şartlarının tesbiti,

3.1.1 — PH tayini :

550 gr cevher, % 62,5 solid kesafetinde 10 dak. öğütülmüş ve yapılan elek analizinde 100 mesh altının % 91,7 olduğu görülmüştür. Bu öğütme ilk etapta normal kabul edilmiş ve PH için bir seri kademeli flotasyon. deneyi yapılmıştır. Bu deneylerde kollektör, köpürtücü miktarı ile kondüsyon ve flotasyon zamanları aşağıdaki tabloda görüldüğü gibidir.

Kademei	KEX gr/ton	Aero ^ 407 - prometer gr/ton	MIBC gr/ton	Kond. dak.	Flot. dak.
K ₁	130		31,2	5	2
K ₂	90	—	31,2	5	2
K ₃	—	90	15,6	5	3
K*	—	130	—	5	3

PH deneylerinden alınan toplu sonuçlar aşağıdadır.

Deney No.	PH	Alınan mahsül	Ağırlık gr-	Ağırlık gr. küm.	%Cu	%Cu top	% Ran.	% Ran. top.
1	8,3+	K ₁	114	114	41,5	41,5	73,4	73,4
		K ₂	55	169	24,2	35,87	20,6	94,0
		K ₃	51	220	5,0	28,71	4,0	98,0
		K ₄	20	240	2,0	26,49	0,6	98,6
		artık tüvenan	285 525	0,32 12,28				
2	9,5	K ₁	101	101	47,54	47,54	65,8	65,8
		K ₂	58	159	29,00	40,78	23,1	88,9
		K ₃	66	225	10,10	31,76	9,1	98,0
		K ₄	21	246	2,72	29,30	0,8	98,8
		artık tüvenan	304 550	0,28 13,19				
3	10,6	K ₁	40	40	46,84	46,84	24,7	24,7
		K ₂	12	52	32,98	43,65	5,3	30,0
		K ₃	164	216	30,20	33,43	65,4	95,4
		K ₄	81	297	3,7	25,32	4,0	99,4
		artık tüvenan	249 546	0,2 13,86				

Not : 8>3 PH değeri naturel PH dır.

Bu değerler sonunda, bundan sonraki deneyler için naturel PH olan 8,3 PH seçilmiştir. Yine oksit ve metalik bakırı yüzdürmesi için ilâve edilen Aero-prometer 407 nin kullanılmasına gerek olmadığı ve stokta bulunan reaktifimiz olan KEX «Potasyum ethil xantath» in kâfi toplama sağladığı görülmüştür. .

3.1.2 — ÖĞÜTME :

Öğütme testlerinde 550 gr. cevher, % 62,5 solid kesafette belli dakika kadar öğütülmüş, dörtleme metoduyla elek analizi numunesi alınmış, kalan pülp flotasyon testine tâbi tutulmuştur. Elde stok olması dolayısıyla MIBC yerine Flotigol CS kullanılmış ve Aero-prometer 407 kullanılmamıştır.

Öğütme					
zamanı dak.	10	15	20	25	30
Elek açık. «mesh»	top.	Elek altı			
100	91,7	—	—	^ _	
150	66,7	95,5	—	—	—
200	37,5	67,8	93,9	98,6	—
325	16,7	37,4	57,6	63,0	80,6
400	12,5	30,3	45,6	52,0	67,7 •

Öğütme ile ilgili flotasyon testleri esnasında şartlar aşağıdaki tabloda gö-

rüldüğü gibi sabit tutulmuş olup PH değeri 8,3 tür.

Kademe	KEX gr/ton	Flotigol CS gr/ton	Kond.	Flot.	RPM.
K ₁	190	46,8	5	4	1400
K ₂	90	15,6	5	3	»
K ₃	120	15,6	5	3	1500
toplam	400	79,0			

Yukarıdaki sabit şartlar altında aşağıdaki toplu sonuçlar alınmıştır.

Deney No.	PH	Öğütme dak.	Alman mahsül	Ağırlık gr-	Ağırlık gr. küm.	%Cu	%Cu top.	% Ran.	% Ran. top.
4	8,3	15	K ₁	163	163	40,0	40,0	96,0	96,0
			K ₂	30	193	7,0	34,9	3,1	99,1
			K ₃	15	208	3,1	32,6	0,7	99,8
			artık	288		0,04			
			tüvenan	496		13,69			
5	8,3	20	K ₁	158	158	42,8	42,8	93,9	93,9
			K ₂	42	200	6,4	35,15	3,7	97,6
			K ₃	30	230	1,8	30,8	0,8	98,4
			artık	292		0,4			
			tüvenan	522		13,79			

6	83	25	K ₁	165	165	37,0	37,0	94,8	94,8
			K ₂	28	193	5,9	32,5	2,6	97,4
			K ₃	13	206	5,8	30,8	1,2	98,6
			artık	309		0,3			
			tüvenan	515		12,50			
7	8,3	30	K ₁	150	150	46,0	46,0	95,5	95,5
			K ₂	28	178	6,9	39,8	2,6	98,1
			K ₃	15	193	2,4	36,9	0,5	98,6
			artık	329		0,3			
			tüvenan	522		13,84			

Öğütme zamanının 15 dakikadan sonra konsantre tenörleri ve randımına tesiri olmamaktadır.
15 dakika öğütmeden sonra nu-

mune alınmış elek ve kimyasal analizleri yapılmıştır.

Bu analizler aşağıdadır.

Deney No. 4 Elek analizi

mesh	ağırlık gr.	% ağırlık	% ağırlık elek altı	direkt %Cu	%Cu rand.
+ 150	2,5	4,5	95,5	8,0	2,5
+200	15,5	27,7	67,8	10,2	19,7
+ 325	17,0	30,4	37,4	14,2	30,1
+400	4,0	7,1	30,3	15,26	7,6
-400	17,0	30,3		18,90	40,1
toplam	56,0	100,0		14,30	100,0

3.1.3—KOLLEKTÖR TAYİNİ:

Ton basma lüzumlu kolektör miktarı tayini kademeli ilâve ile elde edilmeye çalışılmıştır. -

% 62,5 kesafette 15 dakika öğütülen cevher 500 gr'lık flotasyon selülüne

alınmış ve kademeli kollektör ilâve edilerek her kademe sonunda köpük sonu gelinceye kadar yüzdürme yapılmıştır. Öyleki, en sonunda kollektör ilâvesiyle bile mineral kolleksiyonunun meydana gelmediği görülmüştür.

Aşağıda KEX ile yapılan deneyin toplu sonucu verilmiştir.

Deney No.	PH	Öğütme dak.	KEX gr/ton	Flot. CS gr/ton	Kondisyon dak.	Alman mahsül
8	8,3	15	110	46,8	5	K ₁
			70	15,6	5	K ₂
			50	15,6	5	K ₃
			70	15,6	5	K ₄

Yukarıda elde edilen mahsüllere tekabül eden % Cu ve randıman neticeleri aşağıdadır.

Deney No.	Alınan mahsül	Ağırlık gr.	Ağırlık toplam	%Cu	%Cu toplam	% ran.	% ran. toplam
8	K ₁	150	150	41,61	41,61	91,4	91,4
	K ₂	30	180	12,70	36,79	5,6	97,0
	K ₃	22	202	4,00	33,22	1,3	98,3
	K ₄	15	217	2,00	31,06	0,5	98,8
	artık	282		0^0			
	toplam	499		13,68			

% 36,79 kümülâtif Cu ve % 97 kümülâtif randımana toplam olarak 180 gr/ton KEX isabet etmektedir. Bunun yanında

köpürtücü reaktif olarak 'Flotigol CS. 62,4 gr/ton olarak kullanılmıştır.

Aynı deney NaEX için de tekrarlanmıştır.

Deney No.	PH	Öğütme dak.	NaEX gr/ton	Flot. CS gr/ton	Kondisyon dak.	Alınan mahsül
9	8,3	15	110	46,8	5	K,
			70	15,6	»	K*
			50	»	»	K3
			70	»	»	K4

Yukanda elde edilen mahsüllere tekabül eden değerler aşağıdaki tablo da belirtilmiştir.

Deney No.	Alınan mahsül	Ağırlık gr-	Ağırlık toplam	%Cu	%Cu toplam	% ran.	% ran. toplam
9	K ₁	155	155	41,0	41,0	89,1	89,1
	K ₂	33	188	14,2	36,3	6,6	95,7
	K ₃	8	196	5,6	35,0	0,6	96,3
		14	210	3,4	32,0	0,7	97,0
	artık toplam	300		0,7			
	510		13,97				

Kümülatif % 36,3 Cu ve % 95,7 ran-cumana toplam 180 gr/ton NaEX tekabül etmektedir. Sonuçlar yönünden fazla bir farklılık görülmemektedir. Bu deneyde kullanılan Flotigol CS miktarı 62,4 gr/ton dur.

Kademeli kollektör ilâvesiyle bulu-

nan bu sonuçlar bir kerede toplu kollektör ilâvesiyle tahkik edilmiştir. Ancak toplu ilâvede 180 gr/ton KEX'in yetmediği görülmüş ve 40 gr/ton KEX daha ilâve edilmiştir. Bu durumda 220 gr/ton KEX'e ihtiyaç duyulmaktadır.

Deney aşağıdaki sonucu vermiştir.

Deney No.	PH	Öğütme dak.	KEX gr/ton	Flot. CS gr/ton	Kond. dak.	Flot, dak.	Mahsül
10	8,3	15	220	62,4	5	4	artık tüvenan

Yukarıdaki deneyde elde edilen mahsüllere tekabül eden değerler aşağıdadır.

Mahsül	Ağırlık gr.	Ağırlık top. gr.	% Cu	% Cu top.	% randıman
K	174	—	37,05	—	94,0
artık	344	—	1,20	—	—
tüvenan	518	—	13,25	—	—

3.1.4 —FLOTASYON SÜRESİ:

Muhtelif deneylerden anlaşılmıştır ki 4 dakikalık flotasyon süresinden sonra, verilen koUektör için yeterli toplama yapılabilinmektedir. Ancak toleransla bu zaman süresi 5 veya 6 dakika olarak alınabilir.

3.1.5 —KABA KONSANTREYİ TEMİZLEME :

Deney 10'dan elde edilen 174 gr. konsantre % 62,5 kesafette çubuklu değirmende öğütülmüş ve aşağıdaki tablo da görülen şartlar muvacehesinde flotasyon'a tâbi tutulmuştur.

Deney No.	PH	Öğütme dak.	KEX gr/ton	Flot. CS gr/ton	Kond. dak.	Mahsül
11	8,3	10	—	—	5	K,
		(% 95-200)	—	—	—	K ₂
		mesh	40	15,6	5	K ₃
			40	15,6	5	K*
						2. artık
						kaba kons.

Yukarıdaki tablo'da belirtilen mahsüllere tekabül eden değerler aşağıdadır/

Mahsül	Ağırlık gr.	Top.ağırlık gr.	% Cu	top. % Cu	% ran.	»/oran. top.
K ₁	67	67	53,90	53,90	52,6	52,6
K ₂	30	97	48,40	52,19	21,2	73,8
K ₃	30	127	35,30	48,20	15,4	89,2
K ₄	36	163	17,00	39,22	4,0	93,2
2. artık	11	174	4,90	—	0,8	94,00
kaba kons.	174	—	37,05	—	—	— "

10 dakikalık öğütmeden sonraki flotasyonda önemli bir tenor yükselmesi görülmektedir. % 89 randıman ve % 48 Cu işleme uygun bir değerdir. Ancak artığın da bakır muhtevası yönünden çok yüksek olması metalurjik randımanda fark ettirmese bile tekrar devreye sokulması şarttır.

Zengin konsantre istenmesi halinde bir kısmı (KO mahsülü ara mahsül olarak sirküle ettirmek ve 2. artığı zenginleştirdik ten sonra devre basma katmak uygun olabilir.

Bu hususun tam olarak aydınlığa kavuşması için «Kapalı devre» Locked Test yapılması gerekmektedir.

4 — «BATCH» TESTLERİNDEN ALINAN SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ :

Yüksek tenörde Cu ihtiva eden EBİ Reverber'indeki yüksek manyetitli taban matının flotasyon yoluyla manyetitinden büyük oranda ayrıştırılması ve Cu yönünden zenginleştirilmesi mümkün olmaktadır.

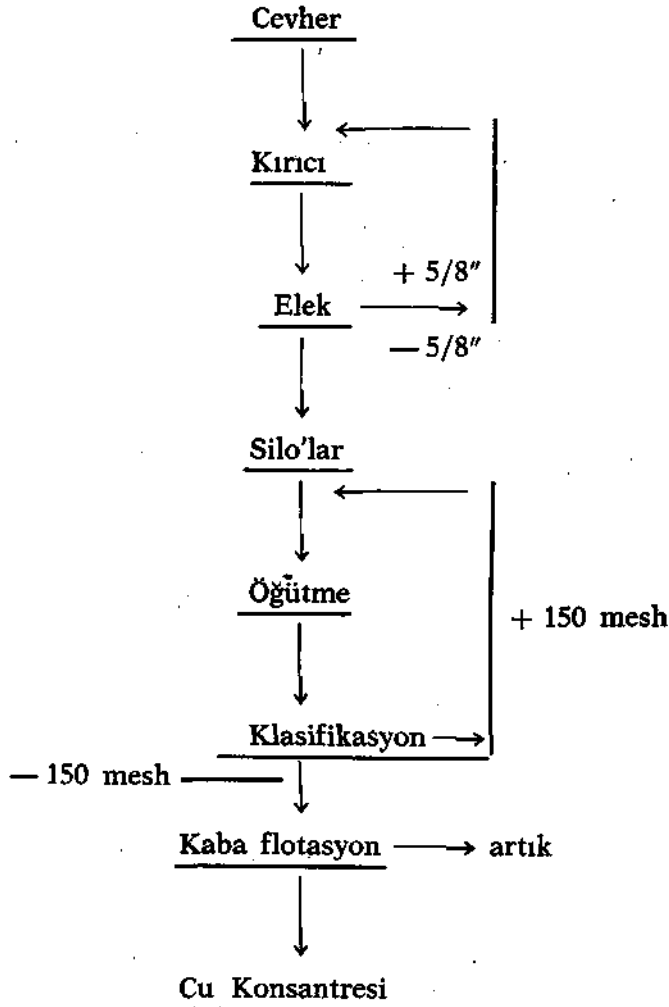
Gönderilen numunede % 13,50 Cu ihtiva eden bu taban matının atılması düşünülemez. Yine azar azar Reverber veya Konverterlere verilmesi fırın ve konverterlerin kriz'e girmesine sebep olabilir. Ayrıca zengin konsantreyi de-

ğerlendirmek yanında ekonomik değildir. Bu husus muhtelif literatürlerin araştırılmasıyla doğrulanmıştır.

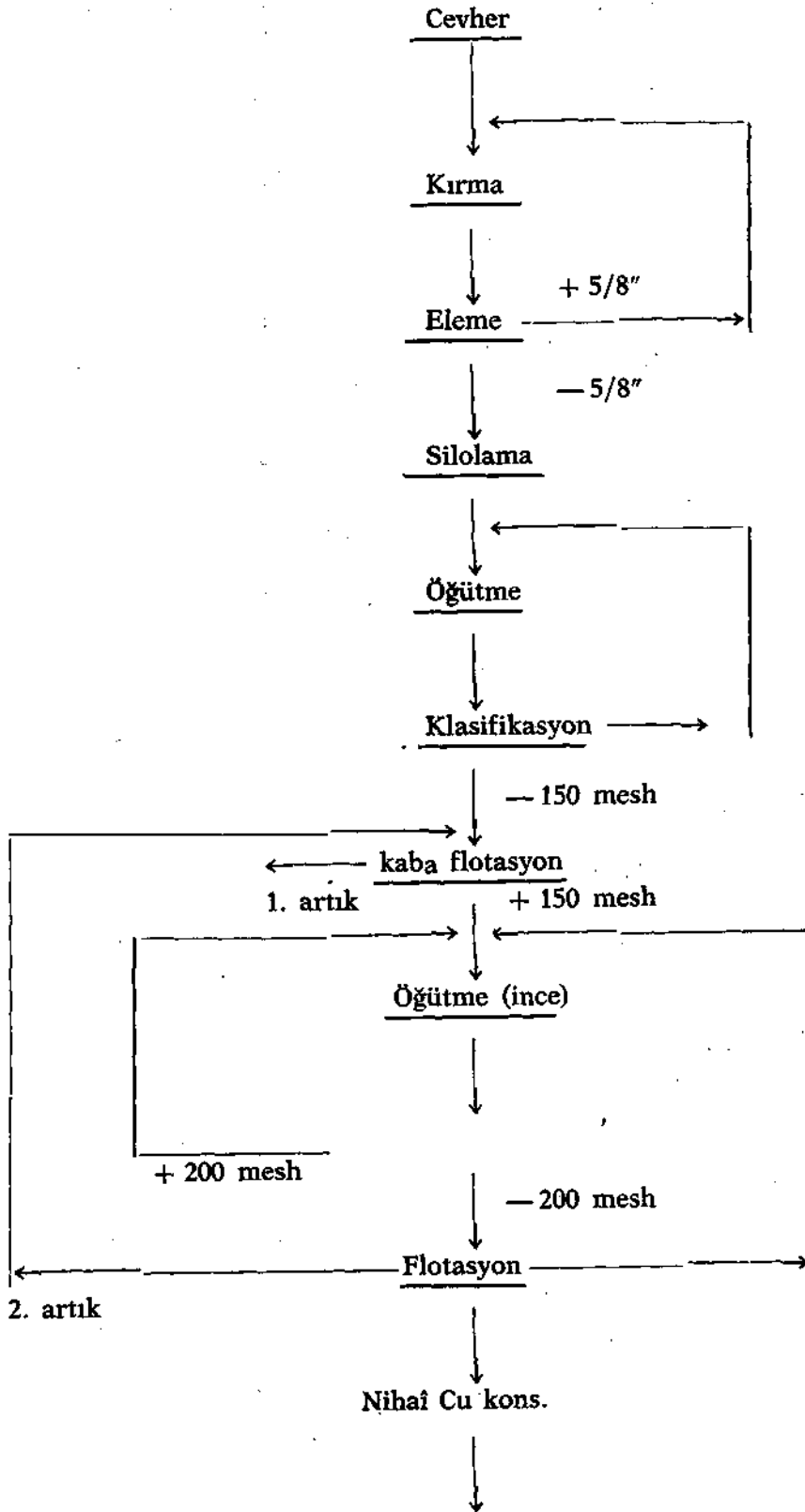
Kademeli flotasyon yoluyla tesbit edilen şartlar muvacehesinde, deney No. 10'da görüldüğü gibi % 37 Cu ve % 97 gibi bir metallurjik randıman elde edilmektedir. Yine deney No. 11'de görüldüğü gibi alman % 37 Cu tenörlü konsantrenin de şartlara göre zenginleştirilmesi mümkün olmaktadır.

Yukarıdaki çalışmaların ışığı altında aşağıdaki akım şemalarından biri önerilebilir.

1. Öneri :



2. Öneri :



5 —LABORATUAR ÇALIŞMALARININ DEVREDE TATBİKATI :

E.B.İ Flotasyon tesisi laboratuvarındaki testler sonunda elde edilen neticelerden yararlanarak 1130 ton taban matı işlenmiştir. Tesis empenye cevher için kurulmuş olup taban matının işlenmesi için düzenlenmiştir. Ancak yüksek tenoru sebebiyle ve yine içinde laboratuvarda incelenen numunelerden farklı olarak

İşlenen taban matı	1130 ton
» » » tenörü	% 7 Cu
Elde edilen Kons.....	306 ton
» » » tenörü	% 21,00 Cu
Artık	824 ton
» tenörü	% 1,80 Cu
Metal randımanı	% 82

Kullanılan Reaktifler:

Potasyum Ethyl Xantath.....	257 gr/ton
Flotigol CS	120 »
Flotasyon'a giren mahsül	% 85'i —200 mesh

Yapılan incelemede artık içinde metalik bakır tesbit edilmiştir. Metalik bakırın bir kısmı çubuklu değirmen önüne ince (10 mesh'lik) elek konmak suretiyle toplanmıştır.

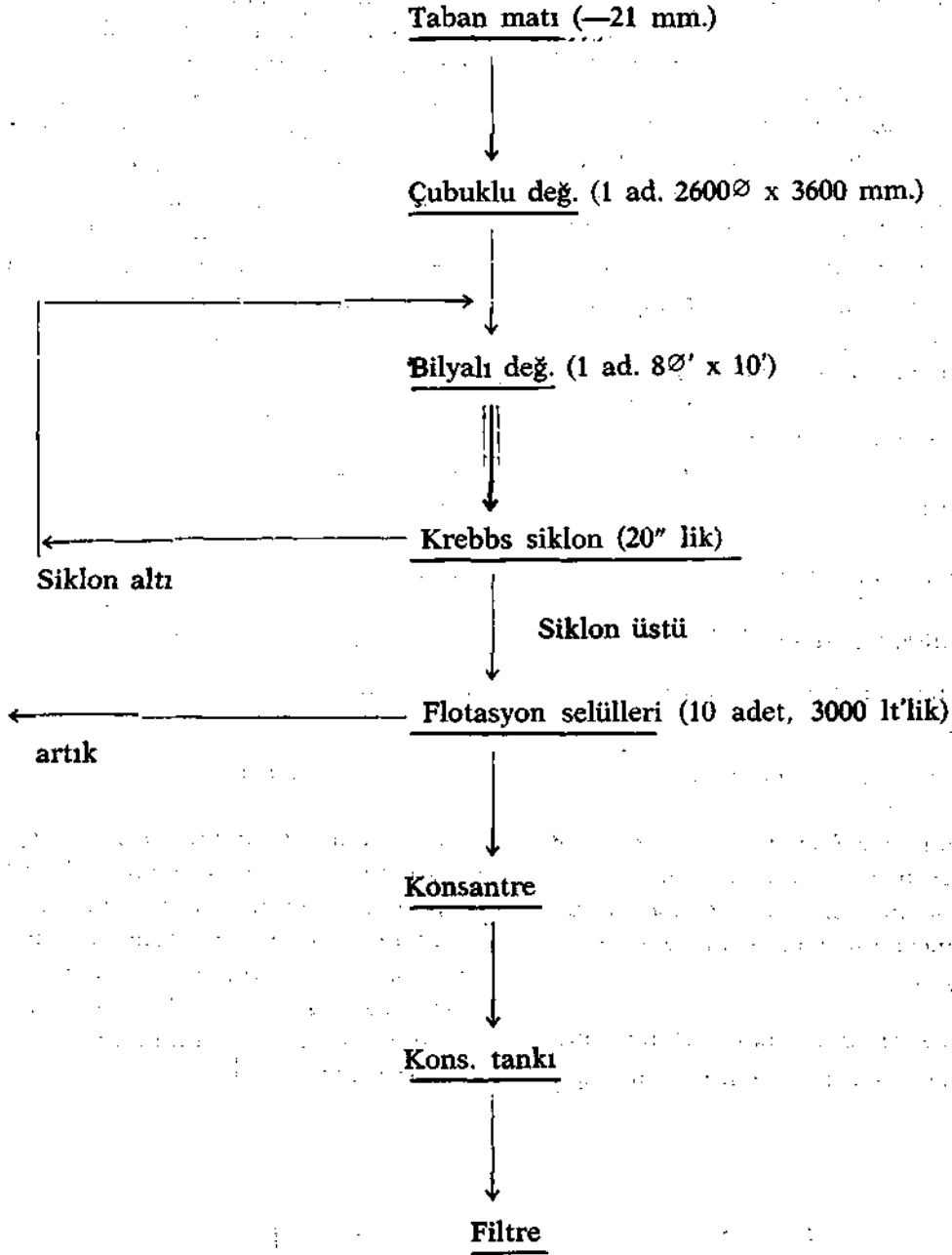
Metalik ve Oksit bakır flotasyonunda yardımcı olarak reaktifler olmadığın-

metalik bakır bulunması, yüksek tonajda işlemeye imkân vermediğinden ve yine metalik bakırın değirmen önünden elenmek suretiyle alınmak istenmesi nedeniyle, klasifikatörler gerektiği şekilde çalıştırılmamış, selüllerin dolması için fazla miktarda su verilerek pülp yoğunluğu düşürülmek zorunda kalmıştır.

Dört günde işlenen toplam 1130 ton taban matının flotasyonundan elde edilen metallurjik neticeler aşağıdadır.

dan kullanılamamıştır. Ancak değirmen ağzından çıkan malzemenin içinde pul halindeki metalik bakır elek üzerinden toplanmak suretiyle alınmıştır. Bu miktar büyük bir yekûn tutmamakla beraber (yaklaşık 1 ton % 80 bakır) mekanik yoldan ayırmanın mümkün olduğunu göstermiştir.

Taban matının işlendiği Flotasyon devresi :



**6 — TESİS'DEKİ ÇALIŞMALARDAN EL-
DE EDİLEN SONUÇLARIN DEĞER;
LENDİRİLMESİ :**

a — Numunenin Uniform olarak alınmaması nedeniyle (şartlar sonucu) laboratuarda incelenen numune ile tesis-te işlenen mat arasında büyük tenor farkı bulunmuştur.

b — Çalışmalarda direkt olarak yüksek kapasiteli tesisin kullanılması sakıncalıdır. Ayarların yapılması çok zor olmakta, hattâ yer yer mümkün olmamaktadır.

c — Tesise verilmeden mat bir triya-ja tâbi tutulmalıdır. Ve mümkün olduğu kadar metalik bakırdan arınmalıdır.

d — Tesiste metalik bakırın yakalanması mekanik yoldan mümkündür. Bu yönden bir deneysel çalışmaya pilot tesis gibi bir tesis ile girişilmelidir.

BİBLİYOGRAFİK TANITIM :

- 1 — Recovery of Copper from Converter Slags by flotation (V.E. Edlund, S.J. Hussoy).
- 2 — Froth Flotation, Chapter 1 (V.E. Glenbotshy) Part 5.

