

**SÜLFÜRLÜ ÇİNKO CEVHERLERİNİN  
CANLANDIRILMASINDA KULLANILABİLECEK YENİ  
BİR REAKTİF**

**A NEW CHEMICAL FOR ACTIVATION OF SULPHIDE  
ZINC ORES**

**ERTUNA ÇAKIR**

**Dr. Öğr. Üyesi Özlem BIÇAK**

**Tez Danışmanı**

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2019

## ÖZET

# SÜLFÜRLÜ ÇİNKO CEVHERLERİNİN CANLANDIRILMASINDA KULLANILABİLECEK YENİ BİR REAKTİF

**Ertuna ÇAKIR**

**Yüksek Lisans, Maden Mühendisliği Bölümü**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Özlem BIÇAK**

**Ekim 2019, 166 sayfa**

Bu tez çalışmasında sfalerit minerallerinin aktifleştirmesinde bakır sülfata ( $\text{CuSO}_4$ ) alternatif olabilecek bir reaktif olan ZnFL kodlu kimyasalın sfalerit flotasyonunda kullanımı araştırılmıştır. Metal-Kim firması tarafından üretilen ZnFL, bakır-amin kompleksi olan bir sıvıdır. ZnFL,  $\text{CuSO}_4$  ile kıyaslandığında içerdiği aktif bakır madde miktarı ve sülfat içeriği daha düşüktür. ZnFL ve  $\text{CuSO}_4$ 'ün sfalerit minerallerinin canlandırılmasındaki etkisini araştırmak için üç farklı sülfürlü çinko cevheri üzerinde, her iki reaktifin temas açısı ve flotasyon davranımları incelenmiştir. Flotasyon deneyleri, toplayıcı ve toplayıcısız flotasyon, kinetik flotasyon testleri ve açık devre temizlemeli flotasyon testleri şeklinde yapılmıştır. Üretilen konsantre kalitesinin belirlenebilmesi için JK SimFloat v6.4 programı ile madde denkliği ve kapalı devre simülasyonları yapılmış tahmini üretilebilecek çinko konsantresi miktarı, tenörü ve verimleri ortaya konulmuştur.

Yapılan kapalı devre simülasyonlar sonucu elde edilecek muhtemel çinko konsantrelerinin özellikleri baz alınarak ekonomik maliyet hesaplamaları yapılmıştır. İki kimyasalın kıyaslaması yapıldığında ZnFL'nin  $\text{CuSO}_4$ 'e oranla çok daha düşük dozajlarda kullanılabileceği ve düşük dozajlarda kullanılmasına rağmen çinko flotasyon verim ve tenörünü arttırdığı görülmüştür.

Ayrıca kullanılan üç cevherden sadece ikisi için ZnFL'nin CuSO<sub>4</sub>'e alternatif olabileceği, bu çalışmada kullanılan kompleks sülfürlü cevher için ZnFL'nin CuSO<sub>4</sub>'e alternatif olamayacağı belirlenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Sülfürlü çinko mineralleri, sfalerit flotasyonu, canlandırıcılar, temas açısı ölçümleri

# **ABSTRACT**

## **A NEW CHEMICAL FOR ACTIVATION OF SULPHIDE ZINC ORES**

**Ertuna ÇAKIR**

**Master of Science, Department of Mining Engineering**

**Supervisor: Asst. Prof. Özlem BİCAK**

**October 2019, 166 pages**

In this thesis, the use of ZnFL which can be used as an alternative activator to copper sulphate ( $\text{CuSO}_4$ ) in the activation of sphalerite minerals in sphalerite flotation was investigated. ZnFL is a copper-amine complex liquid produced by Metal-Kim. ZnFL has lower active copper and sulfate content compared to  $\text{CuSO}_4$ . This can be seen as an advantage especially for the plants where the sulphate concentration is high, and the sulphate removal is essential. Flotation experiments were conducted as, in the presence and absence of collector, kinetic flotation tests and open-circuit flotation tests .

In order to determine the quality of the concentrate, material balance and closed-loop simulations were performed using JK SimFloat v6.4 program and the estimated amount, grade and recovery of the zinc concentrate to be produced were determined.

Cost calculations were made based on the specification of possible zinc concentrates to be obtained from closed circuit simulations. When two chemicals were compared, it was determined that ZnFL could be used at much lower dosages than  $\text{CuSO}_4$  and even though it was used at low dosages, higher zinc flotation recoveries and grades were obtained.

In addition, it was determined that ZnFL could be an alternative to  $\text{CuSO}_4$  for only two of the ores studied in this study, whereas ZnFL could not be an alternative to  $\text{CuSO}_4$  for the complex sulfide ore used in this study.

**Keywords:** Sulphide zinc minerals, sphalerite flotation, activators, contact angle measurements

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım süresince engin bilgi birikimi ve deneyimleriyle yol gösteren ve bölümün tüm imkanlarından yararlanmamı sağlayan Maden Mühendisliği Bölüm Başkanı Sn. Prof. Dr. Zafır EKMEKÇİ'ye,

Tez çalışmamda bilgisi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, karşılaştığım problemlerin çözümünde bana yardım edip, manevi desteğini esirgemeyen ve her zaman yanımda olacağını bildiğim tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Özlem BIÇAK'a,

ZnFL kimyasalının tedarik edilmesini sağlayan Metal-Kim San. Tic. Ltd. Şti. Müdürü Sn. Hasan HARMAN'a

Deneysel çalışmalarım boyunca benden yardımlarını esirgemeyen sevgili çalışma arkadaşlarım ve dostlarım Seda ÖZÇELİK, Emre YILDIZ, Sarp ZENCİRCİ, Erdem KARAHAN ve bölümümüz teknisyeni Mustafa YILMAZ'a,

Süreç içerisinde fikirleri ve arkadaşça yaklaşımları ile yol gösterici olan Dr. Zeliha ERTEKİN, Dr. Ergin GÜLCAN, Dr. Özgür ÖZCAN ve Ahad Aglıhmandi Harzanagh'a, Tez yazımı boyunca desteklerini esirgemeyen ve her koşulda yanımda olacaklarını bildiğim can dostlarım Cem SARIKAYA ve Buğra UZUN'a

Hayatımın her aşamasında desteklerini hissettiğim annem Fatma ÇAKIR, babam Asım ÇAKIR, ablam Ebru ÇAKIR'a ve yalnızca tez yazım süreci değil Ankara'da bulunduğum süre boyunca iyi ve kötü her anı paylaştığım en yakın dostum abim Erhan ÇAKIR'a en içten duygularıyla teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1.GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Çinko Mineralleri.....	2
2.1.1. Sfalerit.....	2
2.1.2. Simitsonit.....	3
2.1.3. Hemimorfit (Kalamın).....	4
2.1.4. Franklinit (Çinko ferrit).....	4
2.2. Çinko Üretimi.....	5
2.2.1. Dünyada Çinko Üretimi.....	5
2.2.2. Türkiye’de Çinko Üretimi.....	6
2.3. Çinko Mineralleri Zenginleştirme Yöntemleri.....	7
2.3.1. Liç Yöntemi.....	7
2.3.1.1. Ferrik İyonların Etkisinde Çinko Liçi.....	7
2.3.1.2. Sfaleritin Asit Liçi.....	9
2.3.1.3. Sfaleritin Amonyak Liçi.....	9
2.3.2. Flotasyon.....	9
2.3.2.1. Flotasyon Reaktifleri.....	11
3.MALZEME VE DENEYSEL YÖNTEM.....	16
3.1. Temas Açısı Ölçüm Düzenegi.....	17
3.2. Sülfürlü Kurşun Çinko Cevheri.....	18

3.2.1.	Elek Analizi .....	18
3.2.2.	Kimyasal Analiz .....	19
3.2.3.	Flotasyon Testleri .....	19
3.3.	Kompleks Sülfürlü Bakır Kurşun Çinko Cevheri .....	21
3.3.1.	Elek Analizi .....	21
3.3.2.	Kimyasal Analiz .....	21
3.3.3.	Flotasyon Testleri .....	22
3.4.	Masif Piritli Çinko Cevheri .....	23
3.4.1.	Elek Analizi .....	23
3.4.2.	Kimyasal Analiz .....	24
3.4.3.	Flotasyon Testleri .....	24
3.5.	ZnFL Kimyasalının Teknik Özellikleri ve Genel Bilgi .....	27
3.6.	Flotasyon Testlerinin Standart Sapması .....	29
4.	DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....	30
4.1.	CuSO <sub>4</sub> ve ZnFL'nin Çinko Cevherinin Temas Açısına Etkisi .....	30
4.1.1.	Sülfürlü Kurşun-Çinko Cevherinin Temas Açısı Ölçümleri .....	30
4.1.2.	Masif Piritli Sülfürlü Çinko Cevherinin Temas Açısı Ölçümleri .....	31
4.2.	CuSO <sub>4</sub> ve ZnFL'nin Kinetik Flotasyon Performansına Etkisi .....	32
4.2.1.	Sülfürlü Kurşun-Çinko Cevheri Kinetik Flotasyon Testleri .....	32
4.2.2.	Kompleks Sülfürlü Çinko Cevheri Kinetik Flotasyon Testleri .....	36
4.2.3.	Masif Piritli Çinko Cevherine Yapılan Kinetik Flotasyon Testleri .....	40
4.3.	CuSO <sub>4</sub> ve ZnFL'nin Nihai Çinko Konsantre Kalitesine Etkisi .....	43
4.3.1.	Sülfürlü Kurşun-Çinko Cevheri Açık Devre Flotasyon Testleri ve Kapalı Devre Simülasyonları .....	43
4.3.2.	Masif Piritli Çinko Cevheri Açık Devre Flotasyon Testleri ve Kapalı Devre Simülasyonları .....	49
4.4.	Reaktif Ekleme Sırasının ve Toplayıcı Flotasyonun Çinko Flotasyon Performansına Etkisi .....	55



4.4.1. Toplayıcısız Kinetik Flotasyon Testleri .....	55
4.4.2. Ekleme Sırasının Etkisi.....	58
4.5. ZnFL-CuSO <sub>4</sub> Kimyasallarının Ekonomik Anlamda Kıyaslanması.....	62
5.SONUÇVEÖNERİLER .....	65
KAYNAKÇA .....	69
EKLER .....	72
EK 1. CEVHERLERİN PİKNOMETRE SONUÇLARI .....	72
EK 1.a. Pb-Zn Cevheri .....	72
EK 1.b. Kompleks Sülfürlü Cu-Pb-Zn Cevheri.....	72
EK 1.c. Masif Piritli Çinko Cevheri .....	72
EK 2. FLOTASYON TEST KOŞULLARI VE SONUÇLAR .....	73
EK 2.a. Pb-Zn Cevheri Deneylerin Özet Tablosu.....	73
EK 2.b. Kompleks Sülfürlü Cu-Pb-Zn Cevheri Deneylerin Özet Tablosu.....	84
EK 2.c. Masif Piritli Çinko Cevheri Deneylerin Özet Tablosu .....	99
EK 3. TEMAS AÇISI ÖLÇÜMLERİ.....	123
EK 3.a. Pb-Zn Cevheri Temas Açısı Ölçümleri .....	123
EK 3.b. Masif Pirit Cevheri Temas Açısı Ölçümleri .....	124
EK 4. STANDART SAPMA DEĞERLERİ.....	125
EK 4.a. Pb-Zn Cevheri Pb Kaba Flotasyonu .....	125
EK 4.b. Kompleks Cu-Pb-Zn Cevheri Bulk Flotasyonu.....	125
EK 4.c. Masif Piritli Çinko Cevheri.....	126
EK 5. MADDE DENKLİĞİ VE SİMÜLASYON SONUÇLARI .....	128
EK 5.a. Pb-Zn Cevheri.....	128
EK 5.b. Masif Piritli Çinko Cevheri .....	136
EK 6. Cevherlerin Öğütme Kalibrasyonları .....	143
EK 6a. Sülfürlü Kurşun Çinko Cevheri.....	143
EK 6b. Kompleks Sülfürlü Çinko Cevheri.....	143

EK 7. Tez Orijinallik Raporu.....	144
ÖZGEÇMİŞ .....	145

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Sfalerit minerali.....	3
Şekil 2.2. Simitsonit minerali .....	3
Şekil 2.3. Hemimorfit minerali .....	4
Şekil 2.4. Franklinit minerali.....	4
Şekil 2.5. Çinko elementi kullanım alanları [4] .....	5
Şekil 2. 6. Çinko borsa değerleri (ton/\$) [5] .....	6
Şekil 2.7. 2011-2017 yılları arasında Türkiye'de yıllık tüvenan çinko üretimi.....	7
Şekil 2.8. 25 °C ve 1 atm basınç altında Fe-H <sub>2</sub> O-CO <sub>2</sub> sistemi için Eh-pH diyagramı [7]	8
Şekil 2.9. Toplayıcı türleri ve grupları .....	12
Şekil 2.10. Pb aktivasyonu ile zamana bağlı yüzde sfalerit verimi grafiği [25] .....	15
Şekil 2.11. CuSO <sub>4</sub> 'ün ZnS aktivasyonu [33] .....	16
Şekil 3.1. Temas açısı ölçüm düzeneği [34]. .....	17
Şekil 3.2. Sülfürlü kurşun çinko cevheri öğütme kalibrasyon eğrisi .....	18
Şekil 3.3. Pb-Zn cevheri kinetik flotasyon deneylerinde izlenen akım şeması.....	20
Şekil 3.4. Pb-Zn cevheri açık devre flotasyon deneylerinde izlenen akım şeması .....	20
Şekil 3.5. Kompleks sülfürlü bakır kurşun çinko cevheri öğütme kalibrasyonu .....	21
Şekil 3.6. Cu-Pb-Zn cevheri kinetik flotasyon testlerinde izlenen akım şeması.....	22
Şekil 3.7. Farklı Sürelerde Öğütülen Masif Piritli Çinko Cevherinin Elek Analizi Sonuçları.....	24
Şekil 3.8 Masif piritli çinko cevheri kinetik flotasyon deneylerinde izlenen akım şeması .....	26
Şekil 3.9. Masif Piritli çinko cevheri açık devre temizlemeli flotasyon deneylerinde izlenen akım şeması .....	27
Şekil 3.10 ZnFL-SIPX etkileşimi.....	27
Şekil 3.11 CuSO <sub>4</sub> -SIPX etkileşimi.....	28
Şekil 4.1. Kümülatif su verimine karşılık kütle kazanımı.....	33
Şekil 4.2. Zamana bağlı kümülatif Zn verimi .....	34
Şekil 4.3. Kümülatif Zn tenörüne bağlı kümülatif Zn verimi .....	35
Şekil 4.4. Kümülatif FeS <sub>2</sub> verimine bağlı kümülatif Zn verimi .....	35
Şekil 4.5. Kümülatif su verimine bağlı kütle kazanımı.....	37

Şekil 4.6. Zamana bağlı kümülatif çinko verimindeki değişim .....	38
Şekil 4.7. Kümülatif çinko verimi ve tenöründeki ilişki.....	38
Şekil 4.8. Kümülatif FeS <sub>2</sub> verimine bağlı kümülatif Zn verimi.....	39
Şekil 4.9. Kümülatif su verimine bağlı kütle kazanımı .....	40
Şekil 4.10. Zamana bağlı kümülatif Zn verimi .....	41
Şekil 4.11. Zn tenörüne bağlı kümülatif Zn verimi .....	41
Şekil 4.12. Kümülatif FeS <sub>2</sub> verimine bağlı kümülatif Zn verimi.....	42
Şekil 4.13. Pb-Zn cevheri 250 g/t CuSO <sub>4</sub> madde denkliği.....	45
Şekil 4.14. Pb-Zn cevheri 50 g/t ZnFL madde denkliği .....	46
Şekil 4.15. 250 g/t CuSO <sub>4</sub> deneyi kapalı devre simülasyonu .....	47
Şekil 4.16. 50 g/t ZnFL deneyi kapalı devre simülasyonu .....	48
Şekil 4.17. Masif Piritli çinko cevheri 500 g/t CuSO <sub>4</sub> madde denkliği .....	51
Şekil 4.18. Masif Piritli çinko cevheri 100 g/t ZnFL madde denkliği .....	52
Şekil 4.19. Masif Piritli çinko cevheri 500 g/t CuSO <sub>4</sub> kapalı devre simülasyonu.....	53
Şekil 4.20. Masif piritli çinko cevheri 100 g/t ZnFL kapalı devre simülasyonu .....	54
Şekil 4.21. Kümülatif su verimine bağlı kütle kazanımı .....	56
Şekil 4.22. Zamana bağlı kümülatif Zn verimi .....	56
Şekil 4.23. Kümülatif çinko verimi ile kümülatif çinko tenörü arasındaki ilişki .....	57
Şekil 4.24. Kümülatif pirit verimine bağlı kümülatif çinko verimi .....	57
Şekil 4.25. Su verimine bağlı kütle kazanımı .....	59
Şekil 4.26. Zamana bağlı kümülatif çinko verimi .....	60
Şekil 4.27. Çinko tenörüne bağlı kümülatif Zn verimi .....	60
Şekil 4.28. Kümülatif pirit verimine bağlı kümülatif Zn verimi .....	61

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Başlıca çinko mineralleri .....	2
Çizelge 2.2. Dünya'da bilinen çinko üretimleri ve rezervleri [3] .....	6
Çizelge 2.3. 2015- 2017 yılları arası çinko ihracat ve ithalat değerleri .....	7
Çizelge 3.1. Sülfürlü kurşun çinko numunesi kimyasal analizi .....	19
Çizelge 3.2. Deney koşullarının özeti .....	20
Çizelge 3.3. Kompleks sülfürlü Cu-Pb-Zn cevheri kimyasal analizi .....	21
Çizelge 3.4. Deney koşulları özeti .....	23
Çizelge 3.5. Masif Piritli Çinko Cevheri Kimyasal Analizi .....	24
Çizelge 3.6. Deney koşulları özeti .....	26
Çizelge 3.7. Kurşun Çinko cevherine yapılan flotasyon testlerinin standart sapma değerleri .....	29
Çizelge 3.8. Kompleks Sülfürlü Çinko cevherine yapılan flotasyon testlerinin standart sapma değerleri .....	29
Çizelge 3.9. Masif Piritli Çinko cevherine yapılan flotasyon testlerinin standart sapma değerleri .....	30
Çizelge 4.1. Pb-Zn cevheri Zn konsantresi parlak kesitinin kimyasal içeriği .....	30
Çizelge 4.2. Pb-Zn cevheri Zn konsantresi temas açısı ölçümleri ve standart sapma değerleri .....	30
Çizelge 4.3. Masif Piritli çinko cevheri Zn konsantresi temas açısı ölçümleri ve standart sapma değerleri .....	32
Çizelge 4.4. Çalışılan iki canlandırıcının Zn kaba ve nihai konsantrelerine etkisi .....	43
Çizelge 4. 5. Açık devre flotasyon testleri Zn Kaba ve Zn Konsantre ağırlık, verim ve tenörlerinin karşılaştırması .....	50
Çizelge 4. 6. Toplayıcısız kinetik flotasyon test kodları ve test koşullarının özeti .....	55
Çizelge 4.7. CuSO <sub>4</sub> -ZnFL yıllık kazanç kıyaslaması .....	64

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

%	Yüzde
g	Gram
Kg	Kilogram
µl	Mikrolitre
t	Ton
\$	Dolar

### Kısaltmalar

ZnS	Sfalerit
Cu	Bakır
Zn	Zn
Fe	Demir
Pb	Kurşun
CuSO <sub>4</sub>	Bakır Sülfat
ZnSO <sub>4</sub>	Çinko Sülfat
MBS	Metabisülfid
Na <sub>2</sub> S	Sodyum Sülfür
CaO	Kalsiyum Oksit
SIPX	Sodyum İsopropil Ksantat
KAX	Potasyum Amil Ksantat
KEX	Potasyum Etil Ksantat
MIBC	Metil İzobütil Karbinol



## 1. GİRİŞ

Fiziko-kimyasal bir zenginleştirme işlemi olan flotasyon, minerallerin yüzey özelliklerinin oluşum farklılıklarından yararlanarak değerli mineralin kazanılmasını sağlar. Flotasyon, sfalerit mineralinin zenginleştirilmesi için kullanılan en yaygın yöntemlerden biridir.

Sfalerit mineralinin doğal yüzebilirliği oldukça düşüktür. Bu sebeple sfalerit flotasyonunda en yaygın olarak kullanılan yöntem bakır sülfat aktivasyonu ve daha sonrasında toplayıcı eklemesi ile devam eden köpüklü flotasyon ile zenginleştirme yöntemidir. Bakır sülfat, sfalerit mineralinin yüzeyinde ki bazı noktalarda ZnS bağlarını kırıp, mineral yüzeyinde CuS bağları oluşturur ve toplayıcı, mineral yüzeyinde bulunan CuS formuna bağlanarak sfalerit mineralinin konsantre edilmesini sağlar [1].

Bu tez kapsamında, farklı sülfürlü çinko cevherlerinde ZnFL kimyasalının kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışılan cevherler; kurşun çinko cevheri, kompleks sülfürlü bakır kurşun çinko cevheri ve masif piritli çinko cevheri olup, CuSO<sub>4</sub> ve ZnFL'nin bu üç cevherdeki sfalerit mineralinin flotasyon performansına etkisi, ekonomik olarak bakır sülfata alternatif olup olamayacağı ve flotasyonda kullanılabilirliği çalışma kapsamında değerlendirilmiştir.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Çinko Mineralleri

Çinko doğada en çok bulunan elementler arasında 23. sıradadır ve en fazla kullanılmakta olan minerali sfalerittir (ZnS). Diğer mineralleri arasında franklinit ((Fe, Mn, Zn) (Fe, Mn)2O4), simitsonit (çinko karbonat), ve hemimorfit (çinko silikat) bulunur. Genel olarak çinko mineralleri 6 grup altında sınıflandırılmaktadır [2]. Bazı çinko mineralleri Çizelge 2.1.'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.1. Başlıca çinko mineralleri

Mineral Çeşitleri	Mineral Adı	Kimyasal Formülü
Sülfürler	Sfalerit	ZnS
Sülfatlar	Goslarit	ZnSO4.7H2O
	Melanterit	FeSO4.7H2O
Karbonatlar	Smitsonit	ZnCO3
	Hidrozinkit	ZnCO3.3Zn(OH)2
Silikatlar	Hemimorfit	Zn4Si2O7(OH)2.H2O
Oksitler	Zinkit	ZnO
	Zincspinel	ZnAl2O4
Diğer mineraller	Franklinit	(Zn, Fe, Mn)(Fe, Mn)2O4
	Zincaluminat	2ZnSO4.4Zn(OH)2.6Al(OH)3.5H2O

Çinko yerkabuğunda genellikle oksitli, silikatlı, karbonatlı, sülfürlü ve nabit halde bulunmaktadır. Çinko, kolay oksitlenir ve oksidasyon zonlarında nabit çinko, azurit, kuprit, tenorit ve malahit mineralleriyle beraber bulunur.

#### 2.1.1. Sfalerit

Bileşik formülü ZnS olan sfalerit (Şekil 2.1), içeriğinde %67 Çinko, %33 Kükürt içermektedir. Genellikle FeS<sub>2</sub> ile birlikte bulunmaktadır ve demir oranı %20'ye kadar yükselebilmektedir. Siyah renge sahip bu mineral Sfalerit olarak isimlendirilmiştir. Bunun yanı sıra bu mineral CdS ve MnS'de içermektedir. Sfalerit yataklarının en büyükleri Meksika, Macaristan, Kuzey Amerika, Avustralya ve Türkiye'de bulunmaktadır [2].



Şekil 2.1. Sfalerit minerali

### 2.1.2. Simitsonit

Kimyasal formülü  $ZnCO_3$  olan simitsonit minerali, yeşilimsi ya da renksiz bir halde bulunur ve sertliği 5, özgül ağırlığı ise  $4,3 \text{ g/cm}^3$ 'tür. Simitsonit (Şekil 2.2), sfaleritin bozunması sonucunda oluşur. ABD, İngiltere ve Türkiye önemli simitsonit yataklarına sahiptir [2].



Şekil 2.2. Simitsonit minerali

### 2.1.3. Hemimorfit (Kalamın)

Kimyasal formülü  $H_2Zn_2SiO_5$  veya  $(ZnOH)_2.SiO_2$  olarak hemimorfit minerali (Şekil 2.3), doğada yuvarlak bir yapıda saydam ya da yarı saydam olarak simitsonit ile birlikte bulunmaktadır [2].



Şekil 2.3. Hemimorfit minerali

### 2.1.4 Franklinit (Çinko ferrit)

$(Zn, Mn)O, Fe_2O_3$  veya  $(Fe, Zn, Mn)O, (Fe, Mn)_2O_3$  formülü ile ifade edilen franklinit (Şekil 2.4), kübik bir yapıdadır ve kristalleşme eğilimine sahiptir. Çizgi rengi siyah ya da kırmızımsı kahverengidir. Metamorfik kalkerler içinde bulunan bu mineraller vümit ve zinkit ile beraber bulunmaktadır [2].



Şekil 2.4. Franklinit minerali

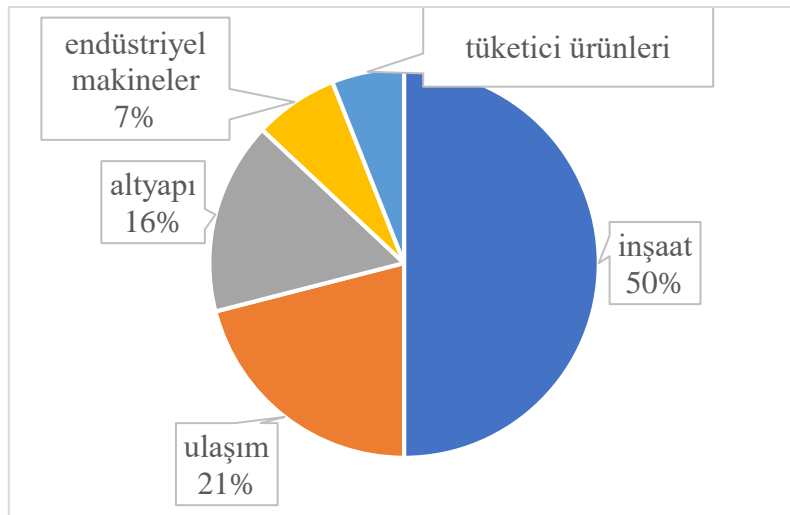
## 2.2. Çinko Üretimi

### 2.2.1. Dünyada Çinko Üretimi

2018 yılında dünya çapında çinko madenciliği üretimi bir önceki yıla göre 500 bin ton artış göstererek 13 milyon ton olarak hesaplandı. 2017'nin sonlarında Avusturalya'da açılan Dugald River Madeni, Küba'da iki farklı atık projesinin devreye alınıp işletilmesi ve yine 2017 yılının sonlarında Peru'da açılan Castellanos Madeni ve Antamina Madeninin üretimini arttırması bu artışta önemli bir rol oynayan madenler arasındadır. [3].

2018 yılında çinko metali tüketimi ihtiyacı üretim miktarının üzerine çıkmıştır. Uluslararası Kurşun ve Çinko Çalışma Grubu'na göre, 2018 yılında ki çinko metali üretimi 13.42 milyon ton olarak belirlenmiştir ancak tüketimi 13.74 milyon ton olarak hesaplanmıştır. Buna göre çinko metali üretim ve tüketim miktarı arasında 322 bin tonluk bir fark ortaya çıkmıştır [3].

Çinko, alüminyum ve bakırdan sonra en yaygın kullanılan üçüncü metaldir. Dünya'da çinkonun %50'si inşaat sektöründe galvaniz çelik üretiminde, %21'i ulaşım ve %16'sı altyapı çalışmalarında kullanılmaktadır (Şekil 2.5). Çinko üretiminin %94'ü madencilik ile %6'sı ise geri dönüşüm ile sağlanmaktadır [4]. Son 1 yılda çinko metalinin ton başına dolar fiyatı Şekil 2.6 'da verilmiştir.



Şekil 2.5. Çinko elementi kullanım alanları [4]



Şekil 2. 6. Çinko borsa değerleri (ton/\$) [5]

Dünya’da bilinen Çinko Üretimleri ve Rezervleri Çizelge 2.2’de sunulmuştur. [3]

Çizelge 2.2. Dünya’da bilinen çinko üretimleri ve rezervleri [3]

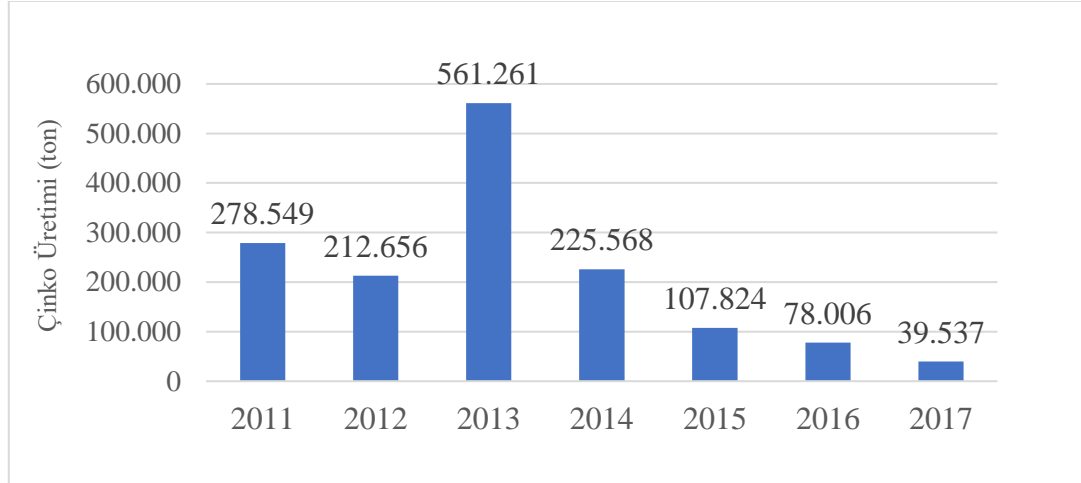
	Maden Üretimi (ton)		Rezerv (ton)
	2017	2018	
<b>Amerika Birleşik Devletleri</b>	774,000	790,000	11,000,000
<b>Avustralya</b>	842,000	940,000	64,000,000
<b>Bolivya</b>	473,000	520,000	4,800,000
<b>Kanada</b>	344,000	340,000	3,000,000
<b>Çin</b>	4,400,000	4,300,000	44,000,000
<b>Hindistan</b>	833,000	800,000	10,000,000
<b>Kazakistan</b>	330,000	390,000	13,000,000
<b>Meksika</b>	674,000	650,000	20,000,000
<b>Peru</b>	1,470,000	600,000	21,000,000
<b>İsveç</b>	251,000	220,000	1,400,000
<b>Diğer ülkeler</b>	2,140,000	2,300,000	33,000,000
<b>Dünya Çapında</b>	12,500,000	13,000,000	230,000,000

### 2.2.2. Türkiye’de Çinko Üretimi

Türkiye’deki çinko mineralleri Hakkari, Batman, Çanakkale, Balıkesir, Sivas, Giresun, Artvin, Yozgat, Gümüşhane, Trabzon, Kayseri, Niğde ve Adana illerinde çıkartılıp

işlenmektedir. Şu an da 156 adet işletme ruhsatı ve 1 adet ise arama ruhsatı aşamasında olan toplam 157 adet ruhsatlı çinko madeni bulunmaktadır [6].

Şekil 2.7’de Türkiye’de 2011-2017 yılları arasında tüvenan çinko üretimleri ve Çizelge 2.3’te 2015 yılından 2019 yılının ortalarına kadar çinko ithalat ve ihracat rakamları verilmiştir.



Şekil 2.7. 2011-2017 yılları arasında Türkiye’de yıllık tüvenan çinko üretimi [6]

Çizelge 2.3. 2015- 2017 yılları arası çinko metali ihracat ve ithalat değerleri [6]

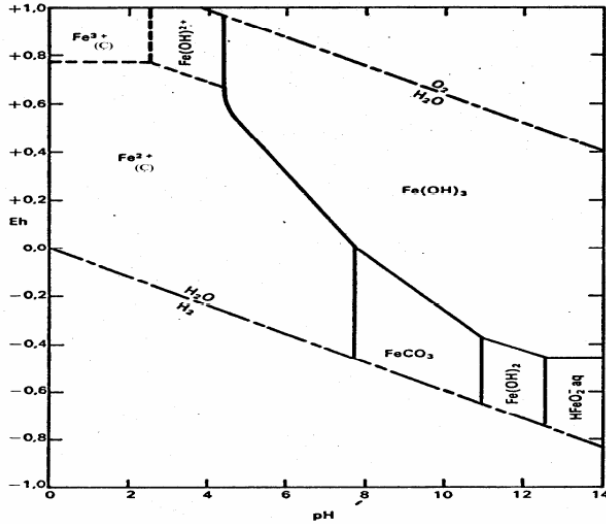
YIL	İHRACAT		İTHALAT	
	Miktar (kg)	Dolar (\$)	Miktar (kg)	Dolar (\$)
2015	366,676.022	168,314.289	138,480	21,717
2016	423,010.824	188,500.203	46,580	22,887
2017	764,773.262	388,310.990	327,600	119,800
2018	971,270,052	448,785,380	9,798,186	1,695,916
2019	436,458,027	225,232,725	4,495,462	560,531

## 2.3. Çinko Mineralleri Zenginleştirme Yöntemleri

### 2.3.1. Liç Yöntemi

#### 2.3.1.1. Ferrik İyonların Etkisinde Çinko Liçi

Ferrik iyonların kaynağı olarak genellikle ferrik sülfat ve ferrik klorür kullanılmaktadır. Ferrik iyonların çok kolay bir şekilde hidroliz olmaları nedeniyle çözelti asidik olmalıdır. Şekil 2.8’de  $Fe^{+3}$  iyonlarının Eh-pH diyagramı verilmiştir.



Şekil 2.8. 25 °C ve 1 atm basınç altında Fe-H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub> sistemi için Eh-pH diyagramı [7]

Sekil 2.8’de de görüleceği gibi düşük pH’larda Fe<sup>+3</sup> iyon halinde kalabilmekte, yaklaşık pH 3’den sonra hidrolize uğrayıp Fe(OH)<sub>3</sub> oluşturup çözeltide çökmektedir. Bu istenmeyen durumu engelleyebilmek için çözelti güçlü bir şekilde asitlendirilmelidir. Fe<sup>+3</sup> varlığında sfalerit aşağıdaki reaksiyon uyarınca çözünmektedir [8].



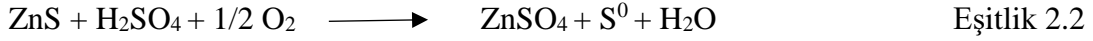
Atmosferik şartlarda sfaleritin ferrik iyonları ile liçinde en büyük sorunlardan birisi jarosit ismindeki kompleks bileşiklerdir. Sülfatlı ortamda jarosit oluşumu hızlanmaktadır. Oluşan jarosit 90 – 100 °C ve pH = 1-2.5 arasında çökelebilmektedir. Çökme sırasında çözülmüş iyonların bir kısmı jarositle beraber çökebilir. Kayıplar genellikle %3’ü geçmemektedir. Çökme sırasında metal kaybı sıralaması Fe<sup>+3</sup>>Cu<sup>+2</sup>>Zn<sup>+2</sup>>Co<sup>+2</sup>>Ni<sup>+2</sup>>Mn<sup>+2</sup>>Cd<sup>+2</sup> şeklindedir [9,10].

Liç sonrası jarosit oluşumu çözeltideki demir içeriğinin azalması nedeniyle olumlu olarak görülebilir. Ayrıca jarosit oluşumunda çinkonun elektrokazanımı sırasında hiçbir olumsuz etkisi olmamaktadır [11].

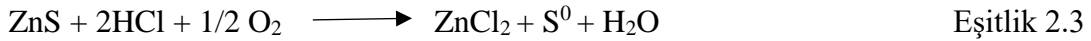
### 2.3.1.2. Sfaleritin Asit Liçi

Sfalerit liçinde sülfürik ( $H_2SO_4$ ), hidroklorik ( $HCl$ ) ve nitrik asit ( $HNO_3$ ) kullanılabilir. Çeşitli asit ortamlarında sfaleritin çözünme reaksiyonları aşağıdaki gibi verilebilir.

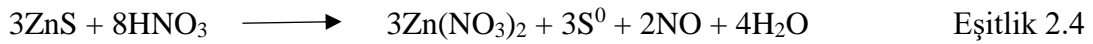
Sülfürik asit ile liç reaksiyonu [12,13,14];



Hidroklorik asit ile liç reaksiyonu [15,16];



Nitrik asit ile liç reaksiyonu [17];



### 2.3.1.3. Sfaleritin Amonyak Liçi

Oksijen ortamında amonyak, bazı elementleri çözüp kompleks oluşturmaktadır. Amonyaklı ortamda sfalerit aşağıdaki eşitlikte verildiği şekilde reaksiyona girerek çözünmektedir.



## 2.3.2. Flotasyon

Flotasyon, çok ince tane boyutlarında serbestleşmesi mümkün olan minerallerin, seçimli olarak yüzdürülmesi ile birbirinden ayrılmasının sağlandığı fizikokimyasal temellere dayalı bir zenginleştirme işlemidir [18]. Bu yöntem, yer çekimi ile ayırma ve benzeri yöntemlerle zenginleştirilmeleri mümkün olmayan, pek çok düşük tenörlü veya karmaşık yapıları cevher yatağının işletilmesini mümkün kılarak, madencilik endüstrisinin gelişmesine yol açmıştır. Günümüzde bakır, kurşun, çinko ve gümüş gibi metallerin dünya ihtiyacının büyük bir kısmı flotasyon ile elde edilmektedir.

Flotasyon performansını etkileyen hem fiziksel hem de kimyasal etkiler vardır. Fiziksel etkiler, tanenin şekli ve yapısı, köpük yapısı, köpük-tane arasındaki etkileşim, tanenin kinetiği (yüzme hızı), köpük boyutu, tane boyutu, hücre geometrisi vb. parametrelerdir.



Kimyasal etkiler ise, pH, besleme hızı, kullanılan reaktifler, cevher ve mineral özellikleri vb. parametreler olarak sayılabilir. Bu parametrelerin etkisini iyi anlamak ve çözümlenmek yüksek flotasyon verimi ve ürün kalitesi açısından oldukça önemlidir [19].

Hücre içerisindeki palptan flotasyon yolu ile değerli cevher kazanımı aşağıdaki üç mekanizmanın oluşmasına bağlıdır;

- (i) Hava kabarcıklarının değerli cevhere bağlanması
- (ii) Tane ile hava kabarcığı arasındaki sıvı filmin buluşma/çarpışma esnasında yırtılabilecek incelikte olması
- (iii) Kabarcığın taneyi yüzeye taşıdığı sırada hücre içerisindeki hidrodinamik etkilere karşı yeterince dayanıklı olması ve patlamamasıdır [20].

Bir mineralin hidrofobik olup olmaması yüzey özelliklerine göre değişmektedir. Yüzeyleri apolar mineraller genel olarak kovalent bağlarla bağlıdır. Bu tarz minerallerin yüzeyleri doğal hidrofobiktir. Grafit, kükürt, elmas, kömür, talk bu minerallere örnek olarak verilebilir. Yüzeyleri polar olan mineraller ise kuvvetli kovalent bağlarla bağlı moleküllerden meydana gelmektedir. Bu polar minerallerin kırılma yüzeyleri iyonik bağlardan oluşmaktadır. Bu sayede su molekülleri ve su içinde bulunan diğer moleküller ile tepkimeye girebilmekte ve ıslanmaktadır. Bu tarz minerallere ise hidrofilik mineraller denilmektedir. Mineraller su içine atıldıklarında, her bir mineral yüzeyinin elektriksel yükü, içinde bulunduğu suyun içerdiği iyonların ve minerali oluşturan elementlerin birbirleriyle olan etkileşimi sonucu, bir diğer mineralin yüzeyinin elektriksel yükünden farklı olur. Oluşturulan bu yüzey yükü farkından yararlanarak, önceden kazanılmasına karar verilmiş hedef mineralin yüzeyi, uygun kimyasal maddeler kullanılarak hidrofobik hale getirilir. Kullanılan kimyasal maddeler sadece istenilen hedef minerali hidrofobik yaptığı için değersiz mineral hidrofilik özelliğini korur.

Bu şekilde değerli ve değersiz mineraller arasındaki yüzey farkından dolayı hidrofobiklik-hidrofiliklik farkı oluşur. Değerli minerali değersiz mineralden ayırmak için son olarak hücre içinde havanın palp içerisinde kabarcıklar halinde dağıldığı bir ortam oluşturulmaktadır. Hidrofobik mineraller bu hava kabarcıklarına tutunarak yüzeye ulaşır ve bu şekilde konsantreye taşınmaları sağlanır.

### 2.3.2.1. Flotasyon Reaktifleri

Çinko sülfür mineralleri doğada her zaman diğer sülfür mineralleriyle bir arada oluşurlar. Bu mineralleri flotasyon yöntemi ile ayırtmak için farklı kimyasal koşullarda konsantre edilmek istenen minerale uygun toplayıcı kullanılması gerekmektedir [21]. Flotasyon yönteminde minerallerin seçimli olarak yüzdürülebilmesi için birçok farklı reaktif farklı görevler ile hücre içerisine eklenirler. Reaktiflerin miktarı, dozajı ve kullanıldığı cevher üzerindeki etkileri direk olarak cevherin miktarı ve türü ile doğru orantılı olduğu için her reaktif her cevherin flotasyonuna uygun değildir. Flotasyonda kullanılan reaktifler sırasıyla:

-Kontrol Reaktifleri

- pH düzenleyicileri
- Bastırıcılar
- Canlandırıcılar
- Dağıtıcılar

- Toplayıcılar ve

- Köpürtücülerdir.

Toplayıcılar cevherin yüzeyine soğurularak, cevher yüzeyini hidrofobik yapıp cevherin hava kabarcıklarına tutunmasını sağlayan kompleks organik bileşiklerdir. Bir polar ve birde apolar gruptan oluşan toplayıcıların polar kısmı minerale etkileşime giren kısımdır. Polar olmayan kısım ise bir hidrokarbon zincirinden oluşur ve sulu ortamda hidrofobik (suyu sevmeyen) özellik gösterir [22]. Mineral ve toplayıcı arasındaki etkileşim, toplayıcının tipine ve mineralin yüzey yüküne bağlıdır. Buna göre toplayıcı mineral yüzeyine fiziksel veya kimyasal olarak soğurulur.

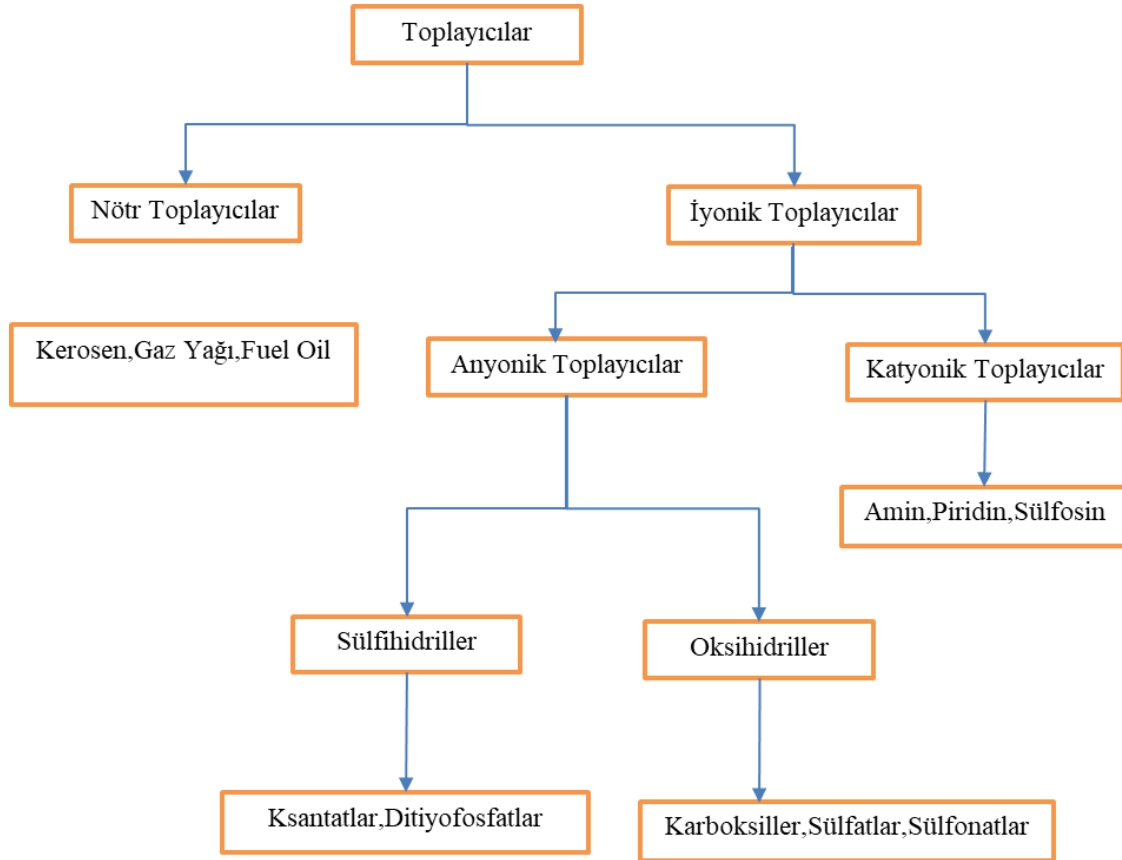
Toplayıcılar, iyonlaşan ve iyonlaşmayan olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar. Bu ayırımın sebebi, iyonlaşan toplayıcı türünde hem polar hem de apolar kısım bulunurken iyonlaşmayan toplayıcı türünde yalnızca polar olmayan (apolar) kısmın bulunmasıdır.

İyonlaşmayan toplayıcılar polar olmayan sıvı hidrokarbon zincirinden oluşurlar. Kömür, talk mineralleri gibi doğal yüzebilirliği olan minerallerin flotasyonunda kullanılan bu tür reaktifler çoğunlukla konsantre tenörünü ve verimini arttırmak amacıyla kullanılırlar.

İyonlaşan toplayıcılar polar kısımlarının pozitif veya negatif oluşuna göre ikiye ayrılmaktadırlar. Polar kısmı pozitif olan toplayıcılar katyonik, negatif olanlar ise anyonik toplayıcılar olarak sınıflandırılırlar.

Katyonik toplayıcıların yapılarında ki hidrokarbon zincirleri genellikle anyonik toplayıcı türüne göre çok daha uzun olduğu için güçlü toplayıcılardır ve seçimlilikleri düşüktür. Ayrıca yüksek dozajda kullanıldığı taktirde köpürtücü özelliği gösterme eğilimindedirler. Bunun önüne geçilmesi için genellikle hücreye düşük dozajlarda ekleme yapılmaktadır. Katyonik toplayıcılar bazı oksitli minerallerin flotasyonunda ve mika flotasyonunda tercih edilirler.

Anyonik toplayıcılar ise hidrokarbon zincirleri katyonik toplayıcılara göre daha düşük olan ve genellikle sülfürlü minerallerin flotasyonunda tercih edilen toplayıcı türleridir. Bu toplayıcılar kendi içerisinde oksihidril ve sülfühidril olarak iki gruba ayrılırlar. Şekil 2.9'da toplayıcıların gruplandırılması gösterilmektedir.



Şekil 2.9. Toplayıcı türleri ve grupları

Flotasyonda köpürtücüler köpük stabilitesini arttırmak ve köpük boyutunu küçültmek amacıyla kullanılırlar. Köpürtücüler, polar olmayan hidrokarbon zinciri ve bir de polar fonksiyonel grup içermektedirler. Köpürtücüler heteropolar yüzey aktif-reaktif olmaları nedeniyle su-hava arasında bir ara yüz oluşturabilmektedirler ve visko elastik yapıları koalesans (köpük birleşmesi) oluşumunu engellemektedir. Bu sebeple daha küçük kabarcıklar oluşturarak hidrofobik haldeki cevherin köpüğe tutunarak konsantre edilmesine olanak sağlarlar [23].

Flotasyonda kararlı köpük elde etmek ve bunun devamlılığını sağlamak flotasyon performansını etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Flotasyon işlemi sırasında temiz sudan elde edilen köpük stabil olmadığı için köpürtücüler kullanılmaktadır. Köpürtücüler suyun yüzey gerilimini azaltarak elde edilen köpüklerin devamlı bir şekilde belli bir kararlılıkta kalmasını sağlamaktadır. Yüzey gerilimi azaltılmaz ise köpükler yüzeye çıkarken patlayarak içine aldığı değerli tanenin geri düşmesine sebep olmaktadır. Köpürtücü reaktifler kompleks yapıdadır ve organik ve inorganik çeşitleri mevcuttur. Molekül yapılarında hem polar hem de apolar özellikleri aynı anda barındırırlar.

Köpürtücü reaktifler, seçimlilik açısından toplayıcı özelliğe sahip olmamalıdır. Toplayıcılık özelliğine sahip olurlar ise katı yüzeyine de ilgi göstereceklerinden konsantre edilmesi istenmeyen tanelerin konsantreye gelmesine ve tenörün düşmesine sebep olabilirler. Flotasyonda genellikle hiç toplayıcılık özelliği göstermeyen hidroksil grubundaki alkoller köpürtücü olarak kullanılmaktadır. Bunların en önemlileri amil alkol, içinde aromatik bileşikler içeren ve en önemli bileşeni Terpinol olan Çamyacı ve Kresilik asit olarak bilinmektedir. Ayrıca poliglikol türü köpürtücülerden olan Aerofroth 65 (American Cyanamid), Minerec Corp, Dowfroth, Teefroth, Uconfrother 190, 200 gibi ticari isimlerle satılmakta olup, sentetik yapıda olan bu tür köpürtücüler de flotasyonda yaygın olarak kullanılmaktadır [24].

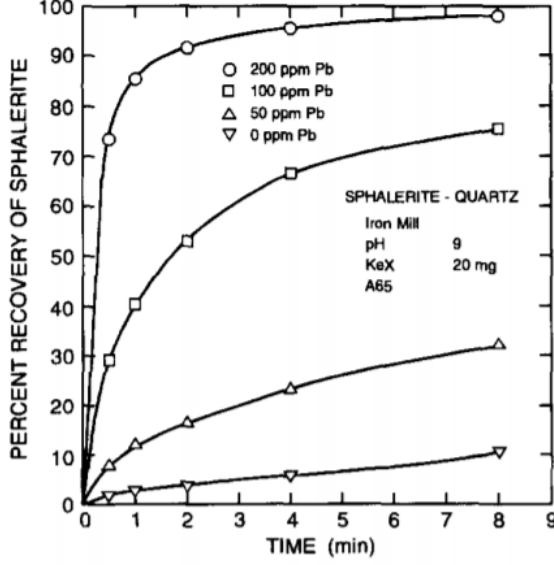
Kontrol reaktifleri; pH ayarlayıcı reaktifler, dağıtıcı reaktifler, canlandırıcı reaktifler ve bastırıcı reaktifler olarak sınıflandırılmaktadır. Kontrol reaktifleri, bir mineralin yüzeyini flotasyon için uygun değilse uygun hale getirmek ve seçimli bir flotasyon gerçekleştirebilmek amacıyla kullanılmaktadır.

Minerallerin yüzdürülmesinde veya bastırılmasında pH etkisi önemli bir rol oynamaktadır. Bazı mineraller bazik bazıları ise asidik ortamda yüzebilmektedirler. Ayrıca bazı reaktiflerin mineraller üzerine etki yapmasını sağlamak için de ortam pH'sı önemli bir rol oynamaktadır. Ortam pH'sını bazik yapmak amacıyla kullanılan kimyasallara örnek olarak CaO, NaOH ve NaCO<sub>3</sub> verilebilir. Asidik ortam yaratmak için ise HCl ve H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kimyasalları kullanılmaktadır.

Bastırıcılar, yüzmesi istenmeyen mineral yüzüyor ise, yüzmesini engellemek amacı ile kullanılırlar. Örneğin, ZnSO<sub>4</sub> (Çinko Sülfat) sülfür flotasyonunda yaygın olarak bilinen sfalerit minerali bastırıcısıdır. Sisteme eklendiği anda sfalerit mineralinin yüzeyini kaplayarak hidrofilik hale gelmesini sağlar ve konsantreyi kirletmesi engellenir.

Dağıtıcı reaktifler, minerallerin toplanmasını sağlayan iyonları etkisizleştirerek toplanmayı engellemektedir. Örneğin, dağıtıcı reaktiflerden biri olan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> (sodyum silikat), kalsiyumu etkisizleştirmektedir. Sodyum hekza metafosfat (Kalgon) ise, su içindeki Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> vb. iyonları etkisizleştirerek bu iyonların toplanma, şamla kaplama gibi olumsuz etkilerini gidermektedir.

Flotasyonda canlandırma etkisinin araştırılması üzerine 80 yılı aşkın süredir geniş çapta araştırmalar yapılmıştır. Flotasyon prosesinde sfalerit minerali, Cu<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Ag<sup>1+</sup>, Au<sup>1+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, ve Fe<sup>2+</sup> gibi ağır metal iyonları tarafından canlandırılmaktadır. Şekil 2.10'da bu ağır metal iyonlarına örnek olarak Pb(OH)<sub>2</sub> minerali ile yapılan çalışmada, palp ortamında ki Pb<sup>2+</sup> iyonlarının artmasına bağlı olarak sfalerit minerali veriminin arttığı gözlemlenmektedir [25].



Şekil 2.10. Pb aktivasyonu ile zamana bağlı yüzde sfalerit verimi grafiği [25]

Canlandırıcılar, flotasyonda yüzmesi istenilen fakat toplayıcı molekülleri ile reaksiyona girmeyen mineral yüzeylerini yüzebilir hale getirmek için kullanılırlar. Bu reaktifler, genellikle metal iyonlarının mineral yüzeyine kimyasal olarak soğurulmasıyla toplayıcının işlevini mümkün kılmaktadır. Örneğin; Bakır Sülfat ( $\text{CuSO}_4$ ), sfalerit mineralini canlandırmaktadır. Bu işlemde bakır sülfatla sfalerit kimyasal bir reaksiyona girmektedir, sfalerit yüzeyinde bulunan bazı çinko ile bakır sülfatın yapısındaki bakırlar yer değişimi yapmakta ve sfaleritin yüzeyinde kovelin ( $\text{CuS}$ ) mineraline özdeş bir zar oluşmaktadır. Toplayıcı bu sayede soğurulabilmektedir.

Literatürde bakır sülfatın sfaleriti canlandırma mekanizması üzerine bol miktarda çalışma yapılmıştır [26,27,28,29,30,31,32]. Literatürde bakır sülfat dışında birkaç farklı reaktif ile de sfalerit aktivasyonu denenmiş olmasına rağmen, bakır sülfatın sfalerit için en uygun canlandırıcı olduğu yaygın olarak kabul edilmiştir [31].

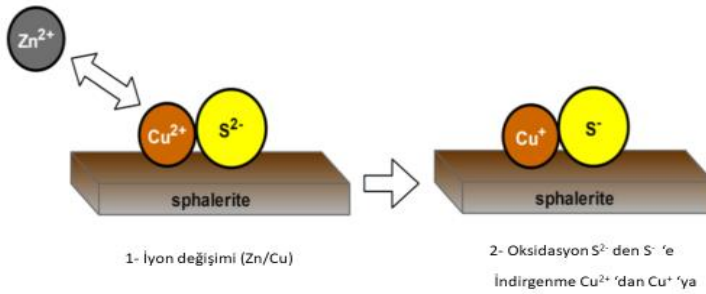
Yapılan analizler sonucunda canlandırma mekanizmasının S 2p ve Cu 2p spektrumları arasında ve iki farklı aşamadan oluştuğu ispatlanmıştır.

1-  $\text{Zn}^{2+}$  ile  $\text{Cu}^{2+}$  iyonları değişimi Eşitlik 2.6'daki gibi olacaktır.



2-  $\text{Cu}^{2+}$ 'nin  $\text{Cu}^{+1}$ 'e indirgenmesinden dolayı ortaya çıkan  $\text{S}^{2-}$ 'nin  $\text{S}^{-1}$  oksitlenmesi

Sfalerit minerali üzerindeki bakır adsorpsiyon mekanizmasının şematik gösterimi ve mineral yüzeyi üzerinde bakır sülfür (CuS) tabaka oluşumu Şekil 2.11'de verilmiştir [33].



Şekil 2.11. CuSO<sub>4</sub> 'ün ZnS aktivasyonu [33]

Sfalerit minerali yüzeyinde biriken bakır sülfür, çözünmeyen bakır ksantat formuna geçebilmek için kolayca toplayıcı ile reaksiyona girmektedir. Bu şekilde sfalerit mineralinin yüzeyi hidrofobik hale getirilmektedir [32].

### 3. MALZEME VE DENEYSEL YÖNTEM

Deneysel çalışmalarda kullanılan cevherler sülfürlü Pb-Zn cevheri, kompleks sülfürlü çinko cevheri ve masif piritli çinko cevheridir. Bütün cevherlerden temsili numuneler alınarak Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Cevher Hazırlama Laboratuvarına getirilmiş, cevher hazırlama ve zenginleştirme çalışmaları yapılmıştır.

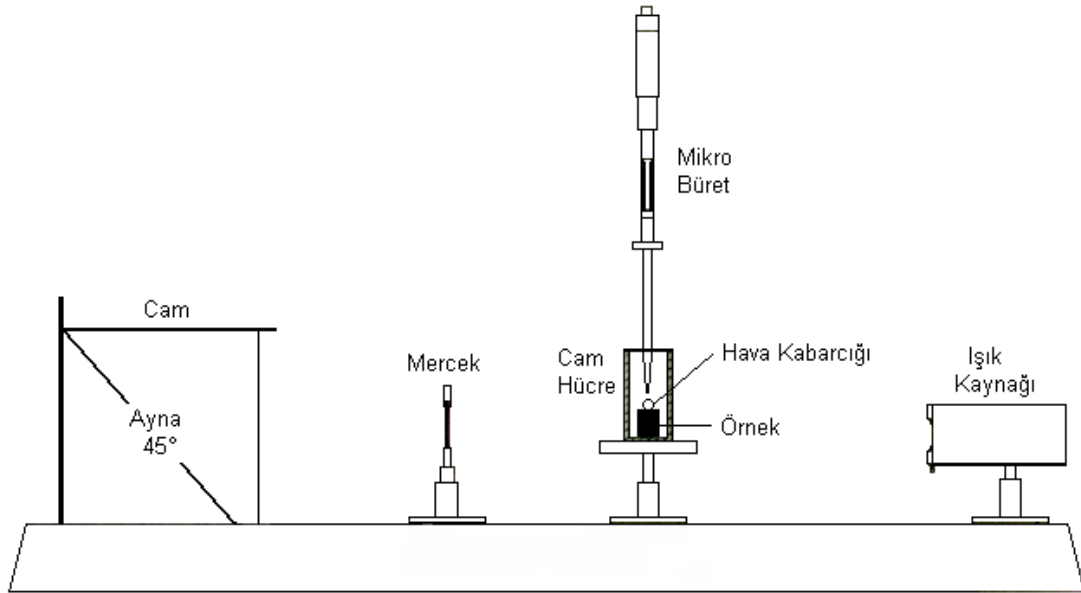
Deneysel kullanılan üç cevher için de flotasyon besleme tane boyları ve test koşulları tesis çalışma koşullarının aynısı olup, bu koşullar standart koşul olarak kabul edilmiş ve karşılaştırmalı deneyler buna göre değerlendirilmiştir.

Çalışılan üç cevherin beslemelerinin kimyasal analizleri, altın ve gümüş içeren cevherler için ALS Türkiye laboratuvarlarında, diğer cevherler için ise Hacettepe Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölüm Laboratuvarında Atomik Adsorpsiyon Spektrometresi (AAS) kullanılarak belirlenmiştir. Flotasyon test konsantre ve atıklarının metal içerikleri ise Niton marka X Işını Floresansı kullanılarak belirlenmiştir.

### 3.1. Temas Açısı Ölçüm Düzenegi

Flotasyonda sfalerit mineralinin canlandırıcı ve toplayıcılarla etkileşimi sonrasındaki hidrofobiklik davranımını belirlemek amacıyla temas açısı deney düzenegi oluşturulmuştur (Şekil 3.1). Deneylerde sırasıyla saf su, ZnFL, CuSO<sub>4</sub>, ZnFL+SIPX, CuSO<sub>4</sub>+SIPX koşulları denenmiştir ve kimyasallar 10<sup>-4</sup> M olacak şekilde 1000 mililitrelik beherlerde hazırlanmıştır.

DeneySEL düzenek Şekil 3.1’de gösterildiği gibi, bir ışık kaynağı, parlak kesit, çözeltinin içine koyulduğu 12x6x5 cm’lik dikdörtgen hücre, mikro büret, optik lens, 45°’lik açı ile yerleştirilmiş ayna ve görüntünün aynadan yansıtıldığı buzlu camdan oluşmaktadır. [34]



Şekil 3.1. Temas açısı ölçüm düzenegi [34].

Deney aşamaları sırasıyla;

1. Hazırlanan parlak kesitler hücre içerisinde kimyasallar ile 5 dakika koşullandırılmıştır.
2. Koşullandırma sonrasında mikro büret ile hava kabarcığı oluşturularak kabarcık-tane etkileşimi oluşması beklenmiştir.
3. Hava kabarcığının parlak kesit yüzeyine tutunduğu deneylerde, aynadan buzlu cam üzerine yansıyan iki boyutlu hava kabarcığı ile kesit arasında oluşan temas açıları üç tekrarlı olacak şekilde ölçülmüştür.



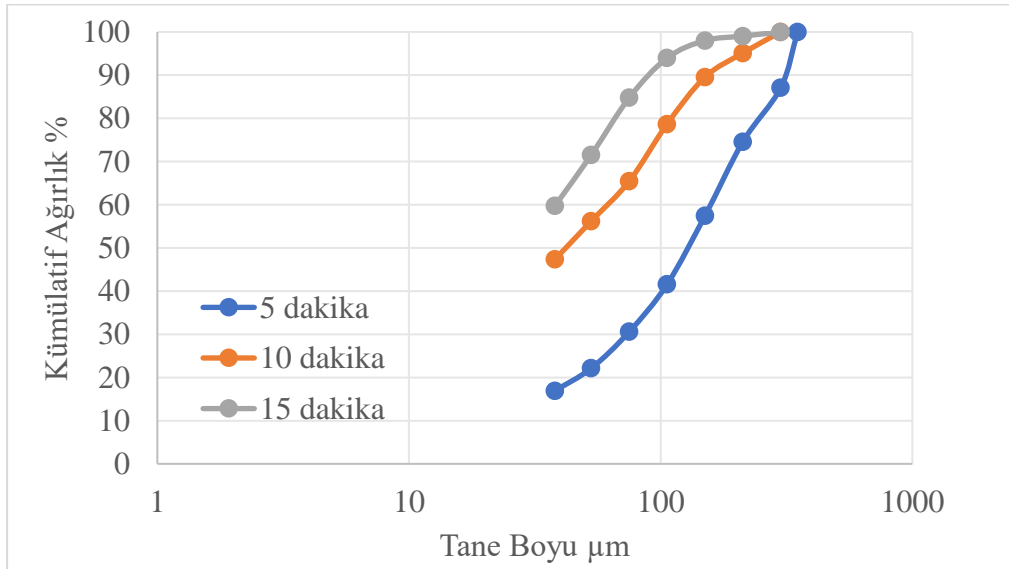
4. Ölçümler alındıktan sonra cam hücre ve parlak kesit, organik bileşiklerden temizlenmeleri için aseton ve saf su ile yıkanmış ve parlak kesit yüzeyi bir sonraki deney için hazır hale getirilmiştir.

Deneylerde kullanılan parlak kesit örnekleri, sülfürlü kurşun çinko ve masif piritli çinko cevherlerinin açık devre temizlemeli flotasyon testleri sonucunda elde edilen çinko konsantrelerinden hazırlanmıştır. Parlatma işlemi Struders marka parlatma makinesi ile yapılmıştır.

### 3.2. Sülfürlü Kurşun Çinko Cevheri

#### 3.2.1. Elek Analizi

Pb-Zn cevheri daha önce bölüm laboratuvarında bir zenginleştirme çalışması kapsamında kullanılmış ve flotasyona uygun tane boyu bu çalışmada P80: 180 mikron olarak belirlenmiştir [35]. Bu sebeple flotasyon testleri bu tane boyuna uygulanmıştır. P80:180  $\mu\text{m}$  tane boyunda flotasyon beslemesi elde etmek amacıyla cevher numunesi laboratuvar ölçekli (30 cm x 30 cm) bilyalı değirmen kullanılarak ağırlıkça %60 katı yoğunluğunda öğütülmüştür. Farklı sürelerde öğütülen numune yaş elek analizine tabii tutulmuştur. Sırasıyla 5, 10 ve 15 dakika öğütme sürelerinde elde edilen P80 değerleri 231, 111 ve 67  $\mu\text{m}$  olarak belirlenmiştir (Şekil 3.2). Flotasyon tane boyunun P80: 180 mikron olabilmesi için cevher 6 dakika öğütülmüştür.



Şekil 3.2. Sülfürlü kurşun çinko cevheri öğütme kalibrasyon eğrisi

### 3.2.2. Kimyasal Analiz

Sülfürlü kurşun çinko cevherine ALS Türkiye tarafından yapılan kimyasal analiz işlemi neticesinde Çizelge 3.1’de belirtilen değerler elde edilmiştir.

Çizelge 3.1. Sülfürlü kurşun çinko numunesi kimyasal analizi

Cu (%)	Fe (%)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (ppm)
0,146	5,19	2,86	3,57	63

### 3.2.3. Flotasyon Testleri

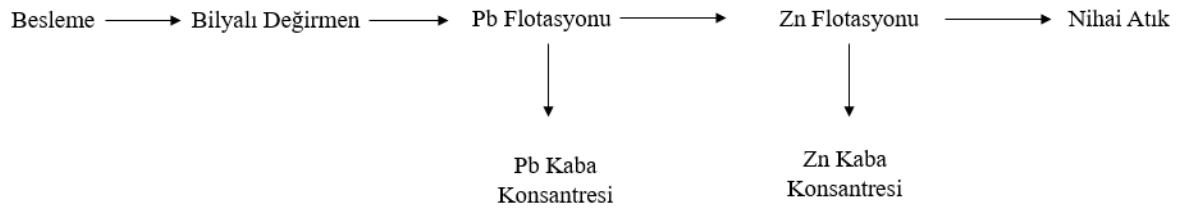
Flotasyon testleri ağırlıkça %30 ağırlıkça katı yoğunluğunda Denver tipi flotasyon makinasında yapılmıştır. Cevherin özgül ağırlığı, üç tekrarlı yapılan piknometre ölçümleriye  $3,06 \text{ g/cm}^3$  olarak belirlenmiştir (Ek 1a). Buna göre ağırlıkça %30 katı oranını sağlamak için flotasyonda kullanılması gereken malzeme miktarı 1 kg olarak belirlenmiştir. Testler kaba flotasyon devrelerinde 2,5 litrelik flotasyon hücresi, temizleme devrelerinde ise 1 ve 0,5 litrelik flotasyon hücreleri kullanılarak yapılmıştır. Karıştırıcı hızı kaba devrelerde 1450 devir/dakika, temizlemeli devrelerde ise 1250 devir/dakika olarak seçilmiştir. Yapılan tüm flotasyon deneylerinde 15 saniyede bir kez sıyırma yapılmıştır. Öğütme aşamasında değirmene bastırıcı olarak  $\text{ZnSO}_4$  eklenmiştir. Testlerde, kurşun devresinde toplayıcı olarak potasyum etil ksantat (KEX), köpürtücü olarak ise iri tane boyutundaki cevherlerin flotasyonuna daha uygun olan DOW-Froth 250 kullanılmıştır. Kurşun flotasyonu pH 8-9 arasında yapılmıştır. Çinko devresinde pH kireç ile 11,5’e çıkarılmış ardından bakır sülfat ( $\text{CuSO}_4$ ) ya da ZnFL ile sfalerit aktivasyonu gerçekleştirilmiştir. Çinko devresinde toplayıcı olarak potasyum amil ksantat (KAX), köpürtücü olarak ise DOW-Froth 250 kullanılmıştır. Tüm devrelerde toplayıcı koşullandırması 2 dakika, köpürtücü koşullandırması ise 1 dakika süre ile sabit tutulmuştur.

Deneyler sonunda tüm ürünler filtrelendikten sonra kurutulup tartımları yapılmıştır. Tartımı yapılan ürünler Niton marka X Işını Floresansı (XRF) ile analiz edilmiştir. Flotasyon deneylerinde tüm koşullar sabit tutulmuş olup yalnızca canlandırıcı olarak kullanılan  $\text{CuSO}_4$  ve ZnFL’nin dozajları değiştirilmiştir. Flotasyon test koşulları Çizelge 3.2’de, kinetik flotasyonda uygulanan akım şeması Şekil 3.3’te ve temizlemeli flotasyon

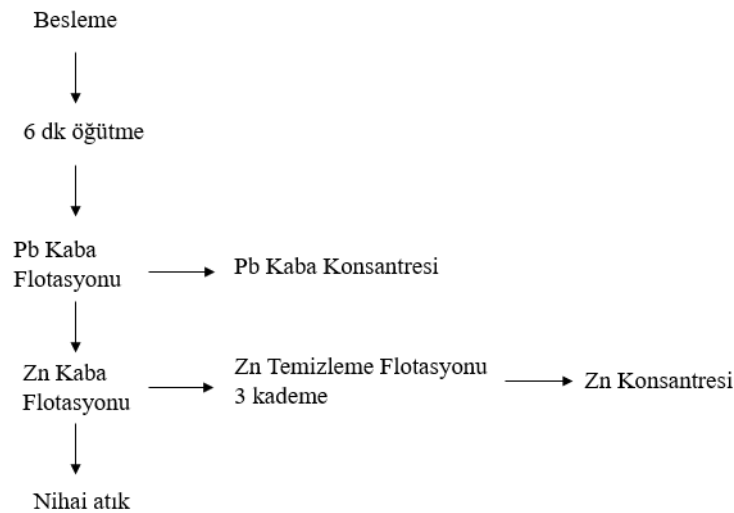
testlerinde uygulanan akım şeması ise Şekil 3.4'te verilmiştir. Test koşulları ve sonuçlarının detaylı özeti Ek 2a'da sunulmuştur.

Çizelge 3.2. Deney koşullarının özeti

Hücre Hacmi (litre)	2,5
Hız (Devir/Dakika)	1450
<b>Öğütme</b>	
Bastırıcı	ZnSO <sub>4</sub> (2kg/t)
<b>Pb Flotasyonu</b>	
pH	8-9
Toplayıcı	KEX (100 g/t)
Köpürtücü	DOW-Froth 250 (20 g/t)
<b>Zn Flotasyonu</b>	
pH	11,5
Canlandırıcı	CuSO <sub>4</sub> – ZnFL
Toplayıcı	KAX (20 g/t)
Köpürtücü	DOW-Froth 250 (20 g/t)



Şekil 3.3. Pb-Zn cevheri kinetik flotasyon deneylerinde izlenen akım şeması

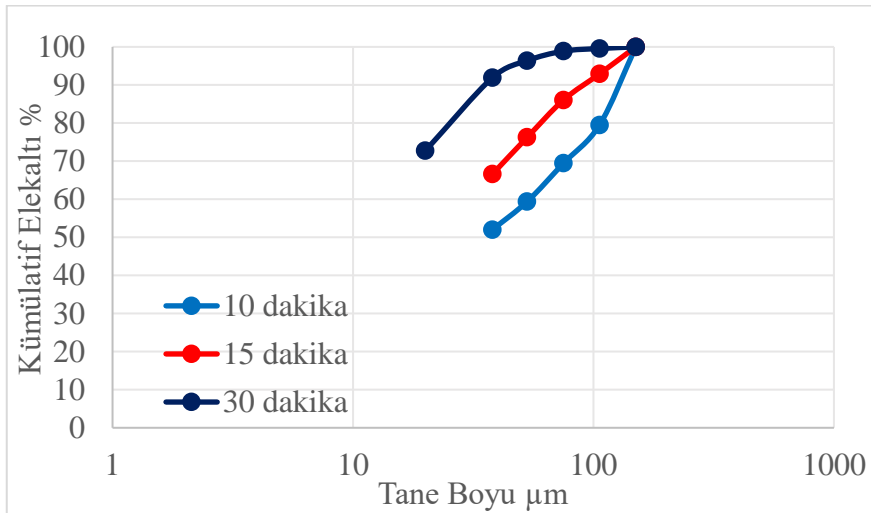


Şekil 3.4. Pb-Zn cevheri açık devre flotasyon deneylerinde izlenen akım şeması

### 3.3. Kompleks Sülfürlü Bakır Kurşun Çinko Cevheri

#### 3.3.1. Elek Analizi

Kompleks sülfürlü Cu-Pb-Zn cevher numunesine uygulanan flotasyon testleri, tesis çalışma parametreleri olan P80:45 µm tane boyutunda yapılmıştır [36]. Cevher numunesi laboratuvar ölçekli paslanmaz çelik bilyalı değirmende krom-nikel alaşımlı bilyalar kullanılarak ağırlıkça %60 katı yoğunluğunda öğütülmüştür. Farklı sürelerde öğütülen numune yaş elek analizine tabii tutulmuş ve öğütme süresi belirlenmiştir. Sırasıyla 10, 15 ve 30 dakika sürelerinde elde edilen P80 değerleri 107, 61 ve 26 µm olmuştur (Şekil 3.5). Buna göre P80: 45 mikron tane boyuna ulaşmak için cevherin öğütülmesi gereken süre Şekil 3.5'teki eşitlik kullanılarak 20 dakika olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.5. Kompleks sülfürlü bakır kurşun çinko cevheri öğütme kalibrasyonu

#### 3.3.2. Kimyasal Analiz

Kompleks sülfürlü Cu-Pb-Zn cevherine yapılan kimyasal analiz sonucu Çizelge 3.3'te verilmiştir.

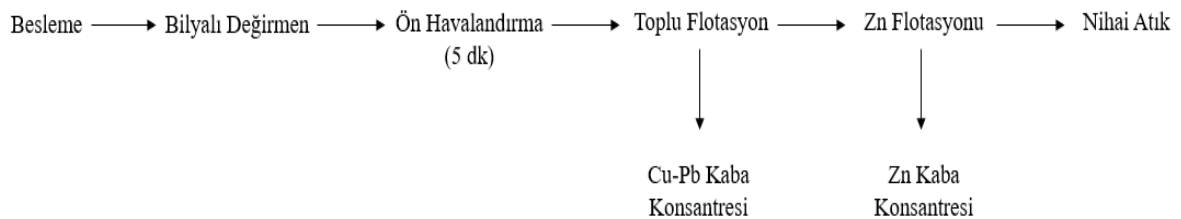
Çizelge 3.3. Kompleks sülfürlü Cu-Pb-Zn cevheri kimyasal analizi

% Cu	% Fe	% Pb	% Zn
0,506	23,62	1,2	8,32

### 3.3.3. Flotasyon Testleri

Cevherin özgül ağırlığı tekrarlı yapılan piknometre testleri sonucunda  $4,13 \text{ g/cm}^3$  olarak belirlenmiştir (Ek 1b). Flotasyon deneyleri %30 katı yoğunluğunda Denver flotasyon makinasında 1 kg cevher kullanılarak yapılmıştır. Kaba flotasyon devrelerinde 2,5 litrelik flotasyon hücresi kullanılmıştır. Karıştırıcı hızı kaba flotasyon devresinde 1450 devir/dakika olarak seçilmiştir. Yapılan tüm flotasyon deneylerinde 15 saniyede bir kez sıyırma yapılmıştır. Öğütme aşamasında değirmene bastırıcı olarak sodyum metabisülfid (MBS,  $\text{N}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) eklenmiştir ki bu da oldukça indirgen bir potansiyelin oluşmasını sağlamakta ve bastırıcı özellik sağlamaktadır. Testlerde, değirmenden alınan numune öncelikle Eh değerini yükseltmek amacıyla 5 dakika ön havalandırmaya tabii tutulmuştur. Ardından tesisteki koşullara bağlı kalınarak toplu flotasyon devresinde toplayıcı olarak ditiyofosfinat (3418-A), köpürtücü olarak ise metil izobütil karbinol (MIBC) kullanılarak flotasyon yapılmıştır. Toplu flotasyon doğal pH değerinde (6-7,5) yapılmıştır. Çinko devresinde pH kireç ile 9-10 değerlerine yükseltilmiş, ardından bakır sülfat ( $\text{CuSO}_4$ ) ya da ZnFL ile sfalerit aktivasyonu gerçekleştirilmiştir. Çinko devresinde toplayıcı olarak sodyum izobütil ksantat (SIBX), köpürtücü olarak ise metil izobütil karbinol (MIBC) kullanılmıştır. Tüm flotasyon testlerinde toplayıcı koşullandırması 2 dakika, köpürtücü koşullandırması ise 1 dakika yapılmıştır.

Deneyler sonunda tüm ürünler filtrelendikten sonra kurutulup tartımları yapılmıştır. Tartımı yapılan ürünler Niton marka X Işını Floresansı (XRF) ile analiz edilmiştir. Flotasyon deneylerinde tüm koşullar sabit tutulmuş olup yalnızca canlandırıcı olarak kullanılan  $\text{CuSO}_4$  ve ZnFL'nin dozajları değiştirilmiştir. Flotasyon test koşullarının özeti Çizelge 3.4'te, kinetik flotasyon test akım şeması ise Şekil 3.6'da verilmiştir. Test koşulları ve sonuçlarının detaylı hali Ek 2b'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.



Şekil 3.6. Cu-Pb-Zn cevheri kinetik flotasyon testlerinde izlenen akım şeması

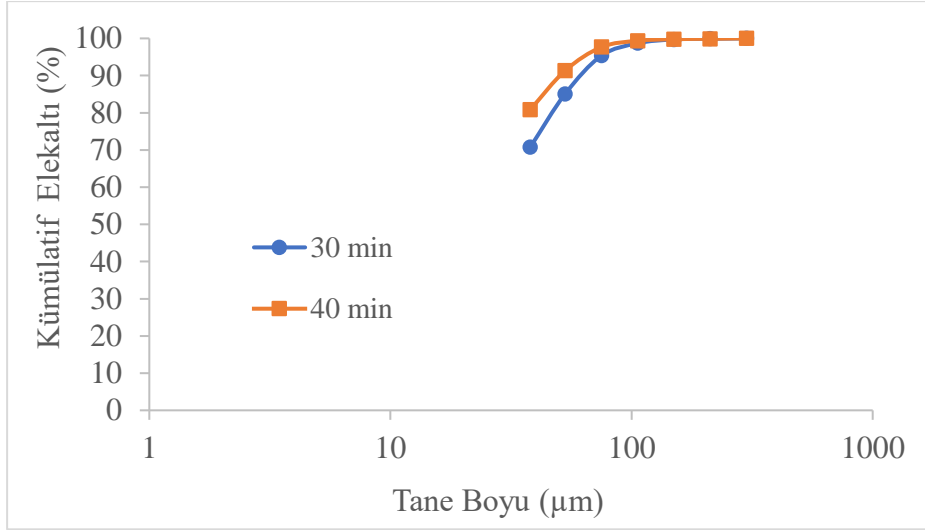
Çizelge 3.4. Deney koşulları özeti

Hücre Hacmi (litre)	2,5
Hız (Devir/Dakika)	1450
<b>Öğütme</b>	
Bastırıcı	MBS (500 g/t)
<b>Bulk Flotasyonu</b>	
pH	6-7
Toplayıcı	3418-A (15+15 g/t)
Köpürtücü	MIBC (10+10 g/t)
<b>Zn Flotasyonu</b>	
pH	9-10
Canlandırıcı	CuSO <sub>4</sub> – ZnFL
Toplayıcı	SIBX (60+30+30+30 g/t)
Köpürtücü	MIBC (10+10+10+10 g/t)

### 3.4. Masif Piritli Çinko Cevheri

#### 3.4.1. Elek Analizi

Masif Piritli çinko cevherinde tesisin uygulayacağı flotasyon tane boyu olan P80:45 µm değerinde flotasyon testleri gerçekleştirilmiştir [37]. Cevher laboratuvar ölçekli bilyalı değirmen (30 cm x 30 cm) kullanılarak ağırlıkça 60% katı yoğunluğunda öğütülmüştür. Farklı sürelerde öğütülen numune yaş elek analizine tabii tutulmuştur. Sırasıyla 30 ve 40 dakika sürelerinde elde edilen P80 değerleri 45 ve 38 µm olmuştur (Şekil 3.7). Cevher, P80:45 µm tane boyuna ulaşmak için 30 dakika öğütülmüştür.



Şekil 3.7. Farklı Sürelerde Öğütülen Masif Piritli Çinko Cevherinin Elek Analizi Sonuçları

### 3.4.2. Kimyasal Analiz

Masif piritli çinko cevherine ALS Türkiye tarafından yapılan kimyasal analiz sonucu Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Masif Piritli Çinko Cevheri Kimyasal Analizi

Cu (%)	Fe (%)	Pb (%)	Zn (%)	S (%)
0,59	41,22	0,24	2,76	50,7

### 3.4.3. Flotasyon Testleri

Masif Piritli çinko cevherinin özgül ağırlığı, üç tekrarlı yapılan piknometre testleri sonucunda  $3,56 \text{ g/cm}^3$  olarak belirlenmiştir (Ek 1c). Flotasyon deneyleri %30 katı yoğunluğunda Denver tipi flotasyon makinasında 1.7 kg cevher kullanılarak yapılmıştır. Kaba flotasyon devrelerinde 4,5 litrelik flotasyon hücresi, temizleme devrelerinde ise 1 ve 0,5 litrelik flotasyon hücreleri kullanılmıştır. Karıştırıcı hızı kaba devrelerde 1850 devir/dakika, temizlemeli devrelerde ise 1250 devir/dakika olarak seçilmiştir. Yapılan tüm flotasyon deneylerinde 15 saniyede bir kez sıyırma yapılmıştır.

Öğütme aşamasında değirmene 3 farklı bastırıcı eklenmiştir. Bunlar; sodyum sülfür ( $\text{Na}_2\text{S}$ ), çinko sülfat ( $\text{ZnSO}_4$ ) ve sodyum metabisülfittir (MBS,  $\text{N}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ).

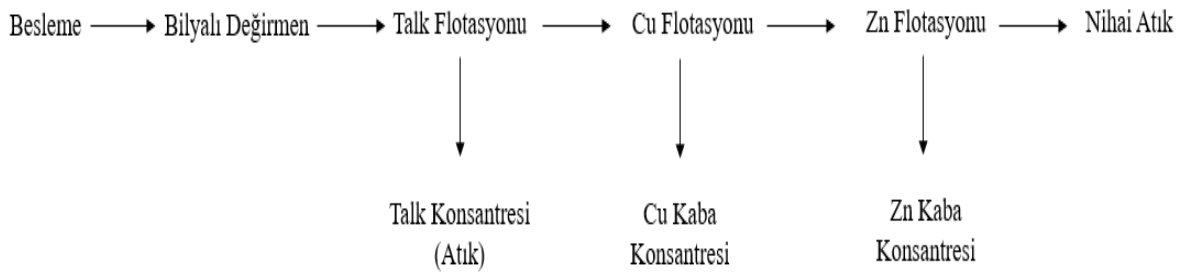
Cevherde, doğal yüzebilen bir mineral olan talk mineralinin bulunması ve konsantrasyonunu düşürmesi sebebiyle, bakır kaba flotasyonundan önce talk flotasyonu yapılarak bu mineral sistemden uzaklaştırılmıştır. Testlerde, bakır devresinde toplayıcı olarak Sodyum Aerofloat (NaAF), köpürtücü olarak ise metil izobütil karbinol (MIBC) kullanılmıştır. Bakır flotasyonu doğal pH değerinde (6-7,5) arasında yapılmıştır. Çinko devresinde pH kireç ile 11,5'e çıkarılmış ardından bakır sülfat ( $CuSO_4$ ) ya da ZnFL ile sfalerit canlandırması gerçekleştirilmiştir. Çinko devresinde toplayıcı olarak sodyum izopropil ksantat (SIPX), köpürtücü olarak ise metil izobütil karbinol (MIBC) kullanılmıştır. Tüm devrelerde toplayıcı koşullandırması 2 dakika, köpürtücü koşullandırması ise 1 dakika yapılmıştır.

Deneyler sonunda tüm ürünler filtrelendikten sonra kurutulmuştur. Tartımı yapılan ürünler Niton marka XRF cihazı ile analiz edilmiştir. Flotasyon deneylerinde tüm koşullar sabit tutulmuş olup yalnızca canlandırıcı olarak kullanılan  $CuSO_4$  ve ZnFL'nin dozajları değiştirilmiştir. Flotasyon test koşullarının özeti Çizelge 3.6'da, kinetik flotasyon akım şeması Şekil 3.8'de ve temizlemeli flotasyon akım şeması ise Şekil 3.9'da verilmiştir. Test koşulları ve sonuçları detaylı olarak Ek 2c'deki tablolarda sunulmuştur.

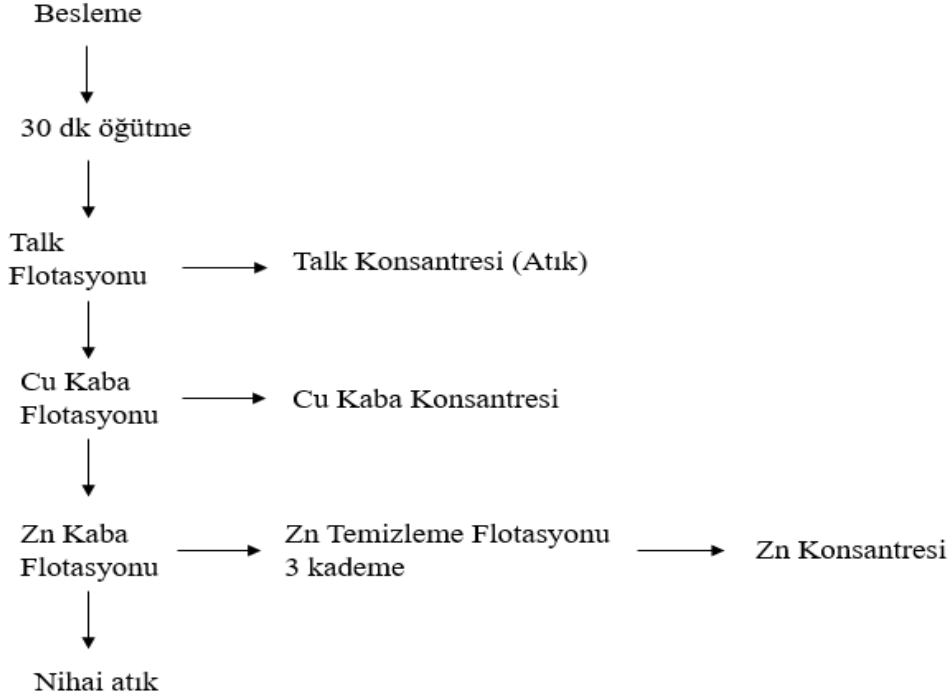


Çizelge 3.6. Deney koşulları özeti

Hücre Hacmi (litre)	4,5
Hız (Devir/Dakika)	1850
<b>Öğütme</b>	
Bastırıcı	Na <sub>2</sub> S (500 g/t)
Bastırıcı	ZnSO <sub>4</sub> (1 kg/t)
Bastırıcı	MBS (3 kg/t)
<b>Talk Flotasyonu</b>	
pH	6-7,5
Köpürtücü	MIBC (20 g/t)
<b>Cu Flotasyonu</b>	
pH	6-7,5
Toplayıcı	NaAF (60+15+15 g/t)
Köpürtücü	MIBC (25 g/t)
<b>Zn Flotasyonu</b>	
pH	11,5
Canlandırıcı	CuSO <sub>4</sub> – ZnFL
Toplayıcı	SIPX (30+20 g/t)
Köpürtücü	MIBC (10 g/t)



Şekil 3.8 Masif piritli çinko cevheri kinetik flotasyon deneylerinde izlenen akım şeması

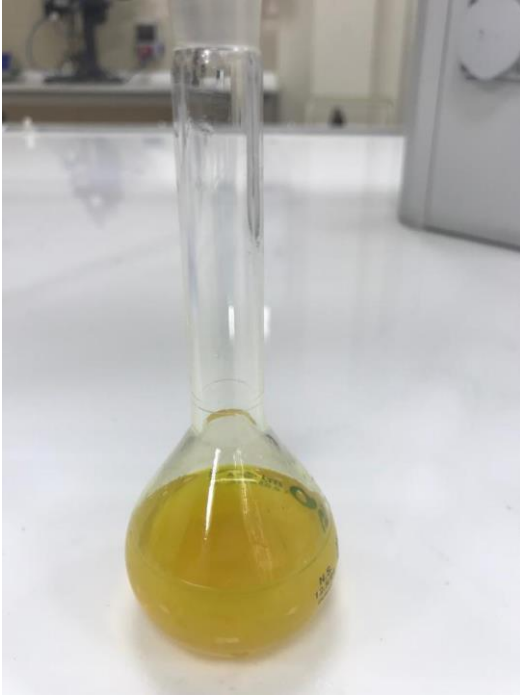


Şekil 3.9. Masif Piritli çinko cevheri açık devre temizlemeli flotasyon deneylerinde izlenen akım şeması

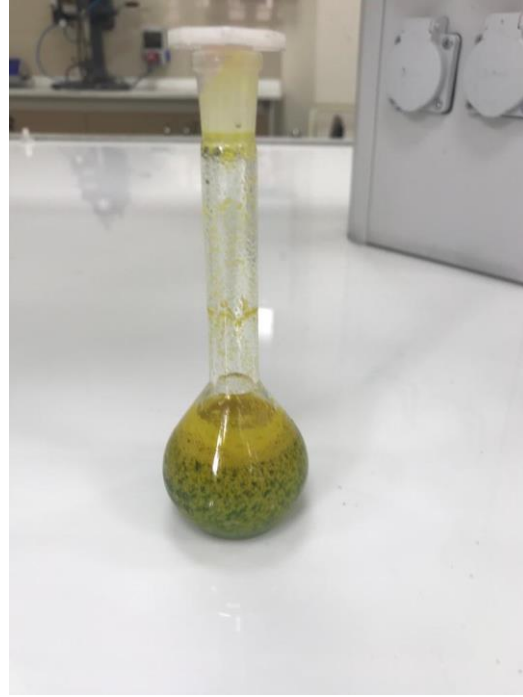
### 3.5. ZnFL Kimyasalının Teknik Özellikleri ve Genel Bilgi

ZnFL, bakır amin kompleksi olan bir sıvıdır. Her pH'da sıvı ortamda kalabilen bu kompleks, pH nedeniyle hidrasyona uğrayıp çökme eğiliminde olan bütün bakır tuzlarının yerine kullanılabilir [38].

Sfalerit flotasyonunda, sfaleritin canlandırılması için ortama bakır sülfat ilavesi yapılır. Sfalerit minerali  $\text{CuSO}_4$  etkisi ile toplayıcıya tutunarak konsantre edilmektedir. Toplayıcının sfalerit yüzeyine soğurulabilmesi için öncelikle cevherin  $\text{CuSO}_4$  ile kondisyonlanması gerekmektedir. Aksi takdirde  $\text{CuSO}_4$  toplayıcı ile reaksiyona girerek çökme eğilimi gösterir. Bakır sülfatın aksine toplayıcıyla reaksiyona girip çökme eğiliminde olmayan ZnFL ön koşullandırma süresine ihtiyaç duymadan flotasyonda kullanılabilir. Şekil 3.10 ve Şekil 3.11 'da sırasıyla ZnFL ve  $\text{CuSO}_4$  bulunan çözeltiliye toplayıcı olan SIPX eklendiğinde çözeltide meydana gelen değişim verilmiştir.



Şekil 3.10 ZnFL-SIPX etkileşimi



Şekil 3.11 CuSO4-SIPX etkileşimi

Şekil 3.10'da ZnFL içeren bir çözeltiye SIPX eklendiğinde herhangi bir çökelek oluşması gözlemlenmiyorken, Şekil 3.11'de CuSO<sub>4</sub> bulunan bir çözeltiye aynı miktarda toplayıcı (SIPX) eklendiğinde CuX bileşiği oluşturarak çökelme davranımı göstermektedir. Bu sebeple CuSO<sub>4</sub> ile çinko aktivasyonu yapılırken CuSO<sub>4</sub> ve SIPX koşullandırması farklı tanklarda yapılır fakat ZnFL için aynı durum geçerli değildir. Şekil 3.9'dan da anlaşılacağı gibi ZnFL ile çinko aktivasyonu sırasında aynı anda ortama toplayıcı ilavesi yapmak mümkün olabilecek ve hem kondisyonlanma süresi kısaltılabilecek hem de canlandırıcı için fazladan bir kondisyoner ihtiyacı ortadan kalkabilecektir. Bu ihtimallerin gerçekliği yapılan flotasyon testleriyle araştırılmış ve sonuçlar bir sonraki bölümde detaylı olarak tartışılmıştır.

Ayrıca bu çalışmada 5 mol su içeren analitik kalitede CuSO<sub>4</sub> kullanılmış olup, bu kimyasalın aktif bakır madde içeriği %25 ve sülfat içeriği %38'dir. Çalışılan ZnFL'nin aktif bakır madde içeriği %9 ve sülfat içeriği %10'dur.

### 3.6. Flotasyon Testlerinin Standart Sapması

Deneylerdeki kimyasal değişikliklerinin ya da dozaj değişikliklerinin doğru şekilde yapılabilmesi için bütün koşulların sabit tutulması önemlidir. Bunun belirlenmesi için, sülfürlü Pb-Zn cevheri, masif piritli çinko cevheri ve kompleks sülfürlü çinko cevherinin flotasyon testlerinin standart sapmaları hesaplanmıştır. Detaylı sonuçlar tablolar halinde Ek 4’te sunulmuştur. Sonuçlar sırasıyla Çizelge 3.7’de, Çizelge 3.8 ve Çizelge 3.9’da özetlenmiştir. Pb-Zn cevherinin flotasyon testlerinde çinko flotasyonu aşamasının öncesinde yapılmış olan Pb kaba flotasyonu aşamasının standart sapmaları hesaplanmıştır. Bütün testlerde bu aşama sabit tutulduğu için Pb flotasyonu aşamasındaki standart sapma değerleri testlerin güvenilirliğini kanıtlayacak niteliktedir. (Çizelge 3.7)

Çizelge 3.7. Kurşun Çinko cevherine yapılan flotasyon testlerinin standart sapma değerleri

Test	Standart Sapma								
	% Ağırlık	% Tenör				% Verim			
		Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Kurşun Flotasyonu	1,48	0,35	2,89	7,92	1,38	7,04	6,01	6,07	4,11

Kompleks sülfürlü çinko cevherinin flotasyon testlerinde Zn aşamasının öncesinde yapılmış olan toplu flotasyon aşaması baz alınarak standart sapmaları hesaplanmıştır. Bütün testlerde bu aşama sabit tutulduğu için toplu flotasyon aşamasının standart sapma değerleri testlerin güvenilirliğini kanıtlayacak niteliktedir. (Çizelge 3.8)

Çizelge 3.8. Kompleks Sülfürlü Çinko cevherine yapılan flotasyon testlerinin standart sapma değerleri

Test	Standart Sapma								
	% Ağırlık	% Tenör				% Verim			
		Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Toplu Flotasyon	3,887	0,360	1,266	0,66	0,683	7,767	4,798	10,808	3,690

Masif piritli çinko cevherinin flotasyon testlerinde Zn aşamasının öncesinde yapılmış olan talk flotasyonu ve Cu kaba flotasyonu aşamaları baz alınarak standart sapmaları hesaplanmıştır. Bütün testlerde bu iki aşama sabit tutulduğu için talk ve bakır flotasyonu aşamalarındaki standart sapma değerleri testlerin güvenilirliğini kanıtlayacak niteliktedir (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9. Masif Piritli Çinko cevherine yapılan flotasyon testlerinin standart sapma değerleri

Test	Standart Sapma								
	% Ağırlık	% Tenör				% Verim			
		Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Talk Flotasyonu	0,40	0,12	1,71	0,08	0,37	0,57	0,35	0,55	0,56
Bakır Kaba Flotasyonu	0,50	2,38	1,63	0,31	1,25	5,00	0,47	2,76	1,73

## 4. DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### 4.1. CuSO<sub>4</sub> ve ZnFL'nin Çinko Cevherinin Temas Açısına Etkisi

#### 4.1.1. Sülfürlü Kurşun-Çinko Cevherinin Temas Açısı Ölçümleri

Temas açısı ölçümleri, farklı canlandırıcıların sfalerit minerali yüzeyinin hidrofobiklik derecesine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu ölçümleri yapmak amacıyla Pb-Zn cevheri çinko konsantresi ürününden parlak kesit numunesi hazırlanmıştır. Çizelge 4.1'de parlak kesit numunesinin kimyasal özellikleri sunulmuştur.

Temas açısı ölçümleri üç tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiş olup ayrıntılı sonuçları Ek 3a'da verilmiştir. Yapılan tekrarlı testlerin ortalaması ve standart sapma değerleri ise Çizelge 4.2'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.1. Pb-Zn cevheri Zn konsantresi parlak kesitinin kimyasal içeriği

Cu %	Fe %	Pb %	Zn %
0,84	5,51	11,98	47,85

Çizelge 4.2. Pb-Zn cevheri Zn konsantresi temas açısı ölçümleri ve standart sapma değerleri

Deney Koşulları	Temas Açısı °	Standart Sapma
Saf Su	0	0,00
CuSO <sub>4</sub>	0	0,00
CuSO <sub>4</sub> + SIPX	60,67	1,15
ZnFL	0	0,00
ZnFL + SIPX	67,67	0,58

Saf su ile gerçekleştirilen temas açısı testi sonucuna göre cevherin kendisinin hidrofobiklik derecesinin sıfır olduğu ortaya konulmuştur ki bu literatürdeki bilgilerle de uyumludur yani sfalerit mineralini aktive etmeden yüzdürmek oldukça zordur.

Bakır sülfat ve ZnFL ile tek başına yapılan testler sonucunda da cevherin hidrofobikliğinde bir değişim olmadığı ve hava kabarcığının taneye tutunmadığı gözlemlenmiştir. Buna göre bakır sülfat ve ZnFL'nin toplayıcı özellik göstermediği ve cevherin hidrofobikliğini (suyu sevmeyen) değiştirmedeği söylenebilmektedir.

Son aşamada cevher canlandırıcılar ile ayrı ayrı koşullandırıldıktan sonra ortama sodyum izopropil ksantat (SIPX) eklenmiş olup, canlandırıcı ve toplayıcının birlikte yarattığı etki incelenmiştir. ZnFL- SIPX'in birlikte test edildiği koşul, CuSO<sub>4</sub> ve SIPX'in birlikte test edildiği koşula oranla daha yüksek bir temas açısı vermiştir. Bazı temas açısı ölçümlerinin görüntüleri Ek 3a'da verilmiştir. Bu sonuçlar ışığında ZnFL'nin canlandırıcı olarak çalışılan kurşun-çinko cevherinin hidrofobiklik düzeyini bakır sülfata oranla daha fazla arttırdığını söylemek mümkündür.

#### **4.1.2. Masif Piritli Sülfürlü Çinko Cevherinin Temas Açısı Ölçümleri**

Temas açısı ölçümleri, tıpkı Pb-Zn cevherinde olduğu gibi farklı canlandırıcıların sfalerit minerali yüzeyi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu ölçümleri yapmak amacıyla Masif piritli çinko cevheri konsantresinden parlak kesit hazırlanmıştır. Çizelge 4.3'te parlak kesit numunesinin kimyasal özellikleri sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Masif piritli çinko cevheri Zn konsantresinin parlak kesitinin kimyasal içeriği

<b>Cu %</b>	<b>Fe %</b>	<b>Pb %</b>	<b>Zn %</b>
1,54	3,30	0,57	61,40

Temas açısı ölçümleri üç tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiş olup ayrıntılı sonuçlar Ek 3b'de verilmiştir. Yapılan tekrarlı testlerin ortalaması ve standart sapma değerleri ise Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Masif Piritli çinko cevheri Zn konsantresi temas açısı ölçümleri ve standart sapma değerleri

Test Koşulları	Temas Açısı °	Standart Sapma
Saf Su	0	0,00
CuSO <sub>4</sub>	0	0,00
CuSO <sub>4</sub> + SIPX	65,67	1,15
ZnFL	0	0,00
ZnFL + SIPX	70,67	1,15

Masif Pirit cevherine yapılan temas açısı deneyleri sonucunda canlandırıcı olarak test edilen iki kimyasaldan ZnFL'nin toplayıcı (SIPX) ile daha yüksek bir açı verdiği ortaya konulmuştur. Bu sonuçlara göre ZnFL'nin CuSO<sub>4</sub>'e oranla cevherin hidrofobikliği üzerinde daha iyi bir etki yarattığını söylemek mümkündür. Ek 3b'de ZnFL+SIPX ve CuSO<sub>4</sub>+SIPX temas açısı ölçümlerinin fotoğrafları sunulmuştur. Ayrıca masif piritli çinko cevherinin temas açısının her iki reaktif için çalışılan diğer cevher olan sülfürlü kurşun çinko cevherinden daha yüksek olduğu görülmüştür ki bu da her iki reaktifin de masif piritli çinko cevheri yüzeyinde daha etkili olduğunu göstermektedir.

#### 4.2. CuSO<sub>4</sub> ve ZnFL'nin Kinetik Flotasyon Performansına Etkisi

Literatürde yaklaşık olarak %1 Zn ve yüksek demir içeren sfalerit cevherlerinin aktivasyonu için gerekli bakır sülfat dozajı yaklaşık 60-100 g/t arası olarak verilmektedir [22]. Çalışılan üç cevher içinde bu dozajlar ve tesis çalışma koşulları göz önünde bulundurularak standart flotasyon koşulları ve dozajlar belirlenmiştir.

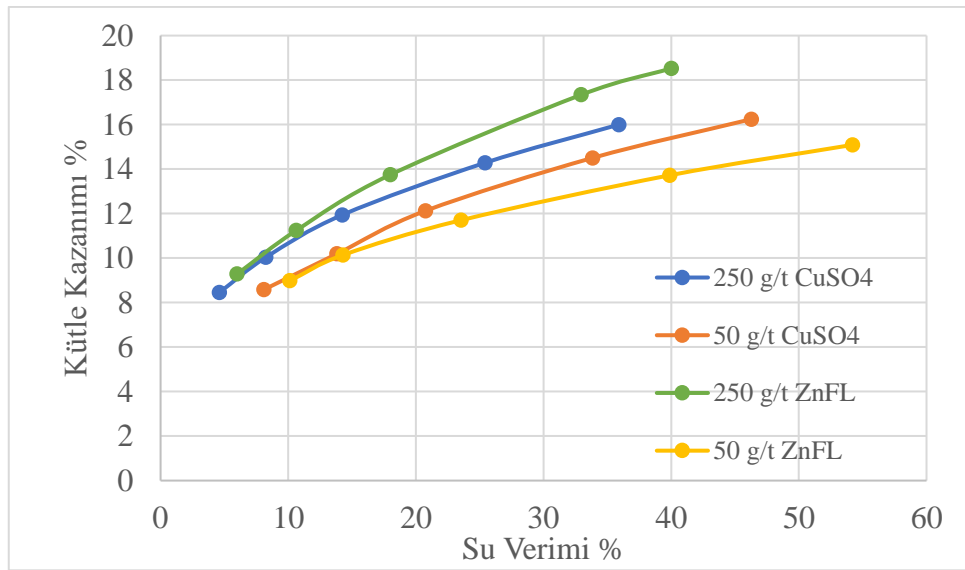
##### 4.2.1. Sülfürlü Kurşun-Çinko Cevheri Kinetik Flotasyon Testleri

Sülfürlü kurşun çinko cevherinin çinko içeriğinin %3,5 olduğu düşünülürse gereken CuSO<sub>4</sub> dozajı yaklaşık olarak 210 g/t'dur. Bu sebeple kinetik testler için tesiste uygulanan optimum koşul ile aynı dozaj olan 250 g/t seçilmiştir. Düşük canlandırıcı dozajı olarak ise 50 g/t belirlenmiştir. 250 g/t CuSO<sub>4</sub> baz koşul olarak kullanılmış olup daha sonrasında dozaj düşürülüp hem optimum hem de düşük dozajda CuSO<sub>4</sub> ve ZnFL için kinetik flotasyon testleri yapılarak bu iki canlandırıcının flotasyon verim, tenör ve köpük yapısına etkileri ortaya konulmuştur.

Bu sebeple hem CuSO<sub>4</sub> hem de ZnFL için sırasıyla 250 g/t ve 50 g/t canlandırıcı dozajlarında testler yapılmıştır. Detaylı test koşulları, verim, tenör değerleri ve su

verimleri tablolar halinde Ek 2a'da verilmiştir. Sonuçlar grafikler halinde Şekil 4.1 ile Şekil 4.4 arasında özetlenmiştir. Çinko devresinin verim hesaplamalarında çinko devresinin beslemesi esas alınmıştır.

Yüzen malzeme miktarı ile su verimi arasındaki ilişki Şekil 4.1'de sunulmuştur. Canlandırıcı türü ve dozajınının zamana bağlı olarak çinko verimine etkisi Şekil 4.2'de, çinko tenörüne karşılık çinko verimi ilişkisi Şekil 4.3'te ve demir verimine bağlı değişen çinko verimi ise Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.1. Kümülatif su verimine karşılık kütle kazanımı

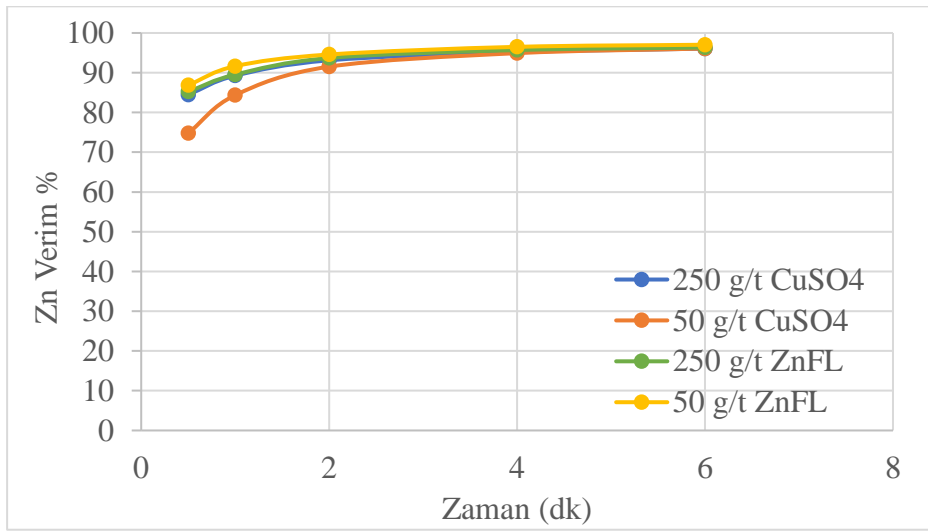
Şekil 4.1'de farklı dozajlarda kullanılan her iki canlandırıcının, yüzen malzeme miktarı ve konsantreye gelen su miktarına etkisi verilmiştir. Bu da köpük yapısı hakkında da bilgi sahibi olmamızı sağlamaktadır. Su ile taşınan malzeme miktarındaki artışın kütle kazanımı ile doğru orantılı bir ilişkiye sahip olması demek malzemelerin su ile yüzeye taşındığının bir göstergesidir ve bu seçimli flotasyonda istenen bir olay değildir. Su veriminde değişiklik olmamasına karşın katı kazanımında artış oluyor ise bu durum cevherin hidrofobikliğinin arttığının göstergesidir.

Bu bilgiler ışığında sonuçlar incelendiğinde 50 g/t CuSO<sub>4</sub> ve 50 g/t ZnFL ile yapılan testlerde konsantreye gelen su veriminin yüksek olduğu fakat kütle kazanımında buna bağlı büyük bir değişim olmadığı gözlemlenmektedir. Bu durum iki şekilde gerçekleşir birincisi bu dozajlarda daha sulu bir köpük yapısı oluşmasıdır. Bir diğer sebebi ise yüzen



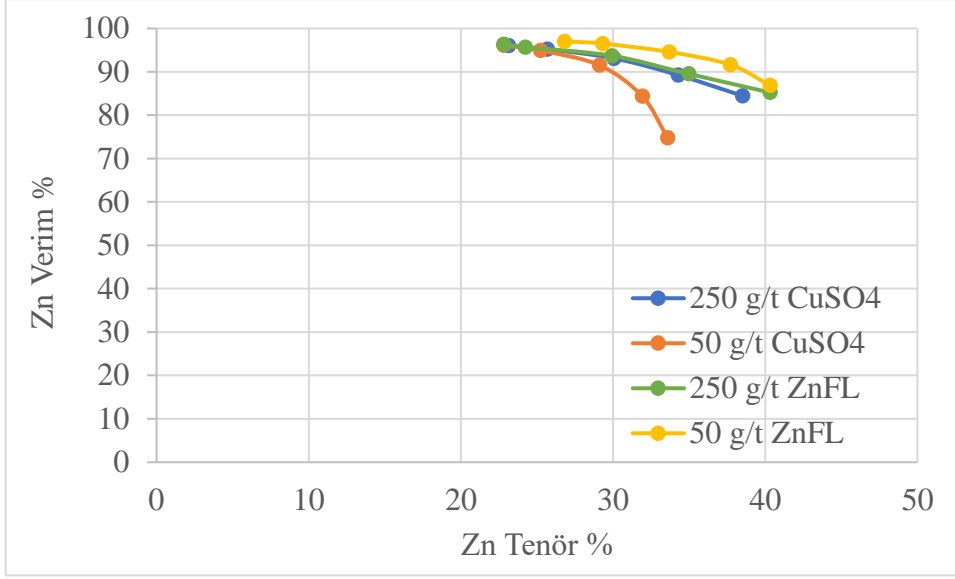
malzeme miktarı bu dozajlarda %4 kadar daha azdır ki bu durum düşük dozaj kullanımının beklenen bir sonucudur. Düşük canlandırıcı dozajlarında özellikle ZnFL'nin köpük stabilitesinin bir miktar azaldığı ancak verimi önemli ölçüde etkilemediğinden flotasyona çok büyük bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

250 g/t dozajlarının denendiği testlerde ise ZnFL'nin CuSO<sub>4</sub>'e oranla yüzen malzeme miktarının daha fazla olduğu ve buna bağlı olarak su veriminin arttığı görülmektedir. Malzeme miktarındaki bu artışın su ile taşınan malzemeden kaynaklı olduğu ve dolayısıyla kütle kazanımları arasındaki bu farkın seçimli bir flotasyon ile meydana gelmediği düşünülmektedir (Şekil 4.1).



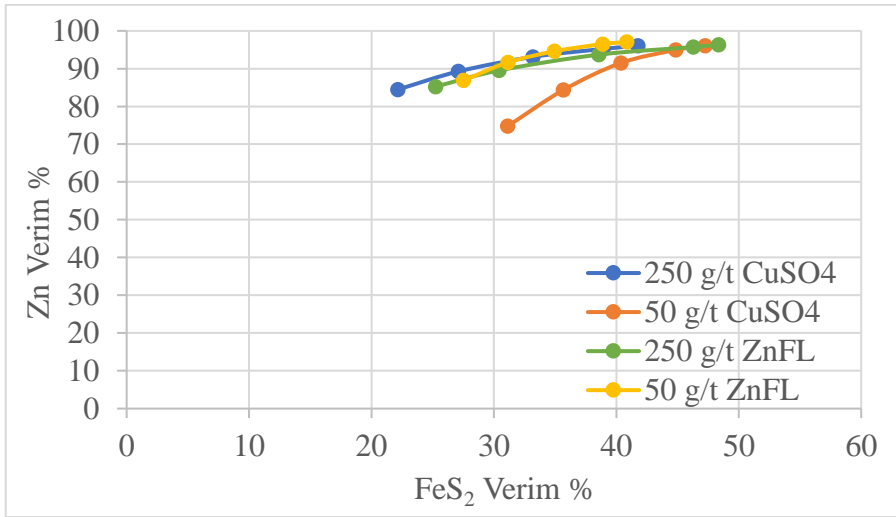
Şekil 4.2. Zamana bağlı kümülatif Zn verimi

Şekil 4.2'den anlaşıldığı üzere, hem yüksek hem de düşük dozajda her iki canlandırıcı için çinko veriminin %95'in üzerinde olduğu gözlemlenmektedir. Sadece 50 g/t CuSO<sub>4</sub> kullanılan testte başlangıç verimi düşüktür yani flotasyon kinetiği diğerlerine göre daha yavaştır ancak 4 dakika sonunda diğerlerinin flotasyon verimi ile aynı değerlere ulaştığından bu dört test arasında çinko verimi açısından önemli bir fark yoktur.



Şekil 4.3. Kümülatif Zn tenörüne bağlı kümülatif Zn verimi

Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'deki seçimlilik grafikleri incelendiğinde düşük dozajda  $\text{CuSO}_4$  için çinko kaba konsantre tenörünün düşük kaldığı görülmektedir. 50 g/t  $\text{CuSO}_4$  haricinde seçimlilik açısından diğer testlerde çok büyük bir fark gözlemlenmemiştir. En yüksek Zn tenörü, %26,81 Zn içeriği ile 50 g/t ZnFL ile yapılan testte elde edilmiştir (Ek 2a). Bu sonuçlara göre 50 g/t ZnFL'nin bu cevher için 250 g/t  $\text{CuSO}_4$  yerine kullanılabilceği görülmektedir. Bu sonuçları yapılacak olan açık devre temizlemeli flotasyon testleri ile desteklenmiştir.



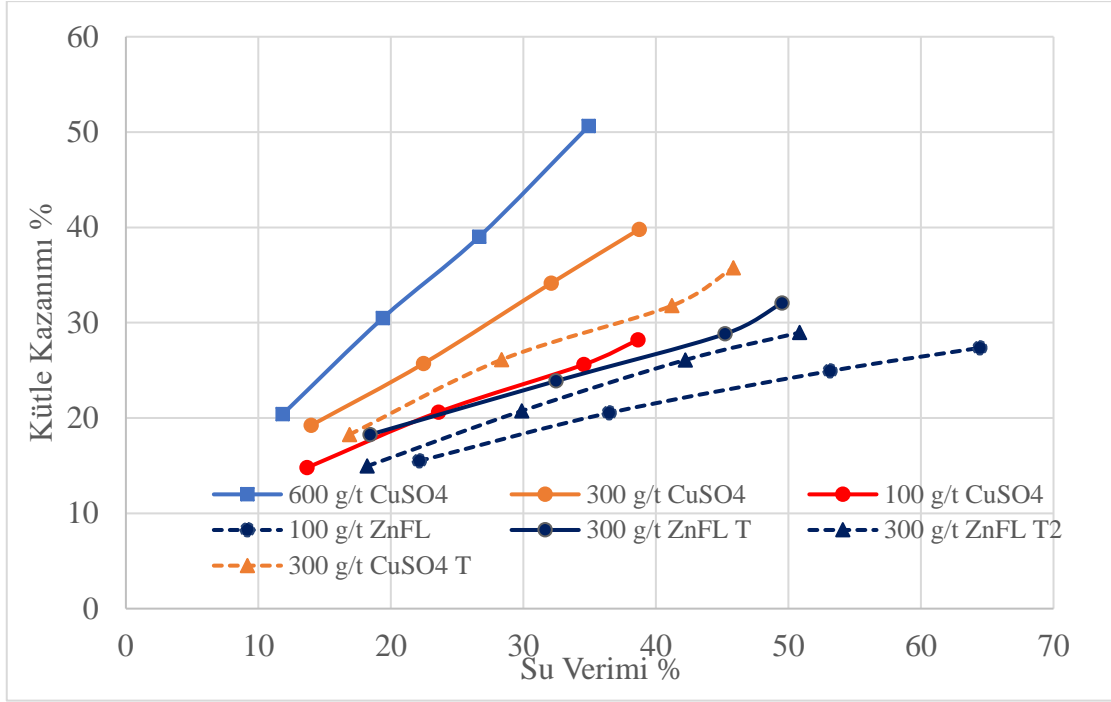
Şekil 4.4. Kümülatif  $\text{FeS}_2$  verimine bağlı kümülatif Zn verimi

Pirit verimlerinin ise çalışılan koşullarda %20'nin üzerine çıktığı ve hatta bazı testlerde %50'ye yaklaştığı görülmektedir. Bunun sebebi cevherin tane boyutunun (P80:180 µm) iri olmasına bağlanmıştır. Cevherde serbestleşme sorunu olabileceği düşünülmektedir. Fakat bu tez kapsamında canlandırıcılar ile ilgili çalışma yapılmasından ötürü cevher, çalışmakta olan bir tesisin baz koşullarında test edilmiştir. Bu sebeple canlandırıcılar arasındaki ilişki açısından değerlendirilecek olursa, 50 g/t ZnFL hariç, CuSO<sub>4</sub> ve ZnFL için pirit verim değerleri birbirleriyle yakınlık göstermektedir. Bu durum kimyasalların pirit mineralini aktiveleştirmek konusunda herhangi bir rol oynamadığını gösterir niteliktedir ancak aşırı dozajlarda kullanıldığında tabii ki istenmeyen aktivasyonlara sebep olabilir.

#### **4.2.2. Kompleks Sülfürlü Çinko Cevheri Kinetik Flotasyon Testleri**

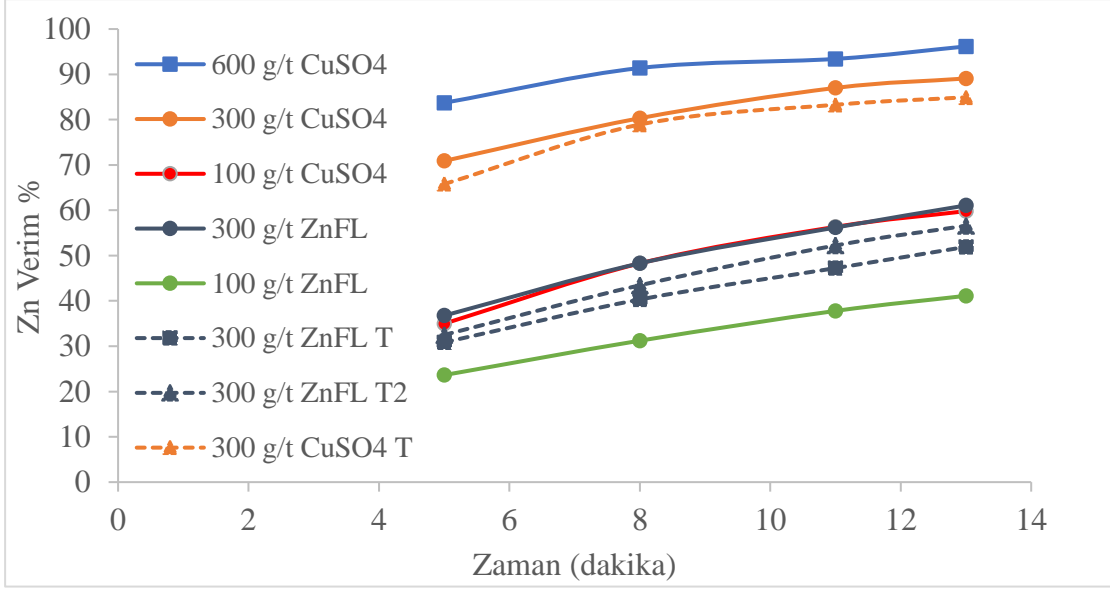
Kinetik flotasyon testlerine, Pb-Zn cevherinde olduğu gibi cevherin çinko içeriğine (%8 Zn) uygun olan ve aynı zamanda tesis baz koşulu da olan 600 g/t CuSO<sub>4</sub> ile başlanmış olup daha sonrasında 300 g/t ve 100 g/t dozajlarında testler yapılarak hem CuSO<sub>4</sub> hem de ZnFL için diğer bütün koşullar sabit tutulup optimum dozajların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yapılan kinetik flotasyon testlerinin grafiklerindeki çinko verimleri, toplu bakır kurşun flotasyonu sonrasında kalan malzemenin çinko içeriği (Zn beslemesi) baz alınarak hesaplanmış ve grafikler buna uygun olarak çizilmiştir. Şekil 4.5'te su verimine ait sonuçlar, Şekil 4.6, 4.7 ve 4.8'de ise sırasıyla zamana bağlı değişen kümülatif çinko verimi, kümülatif çinko tenörüne bağlı değişen kümülatif çinko tenörü ve kümülatif demir verimine bağlı değişen kümülatif çinko verimleri verilmiştir.

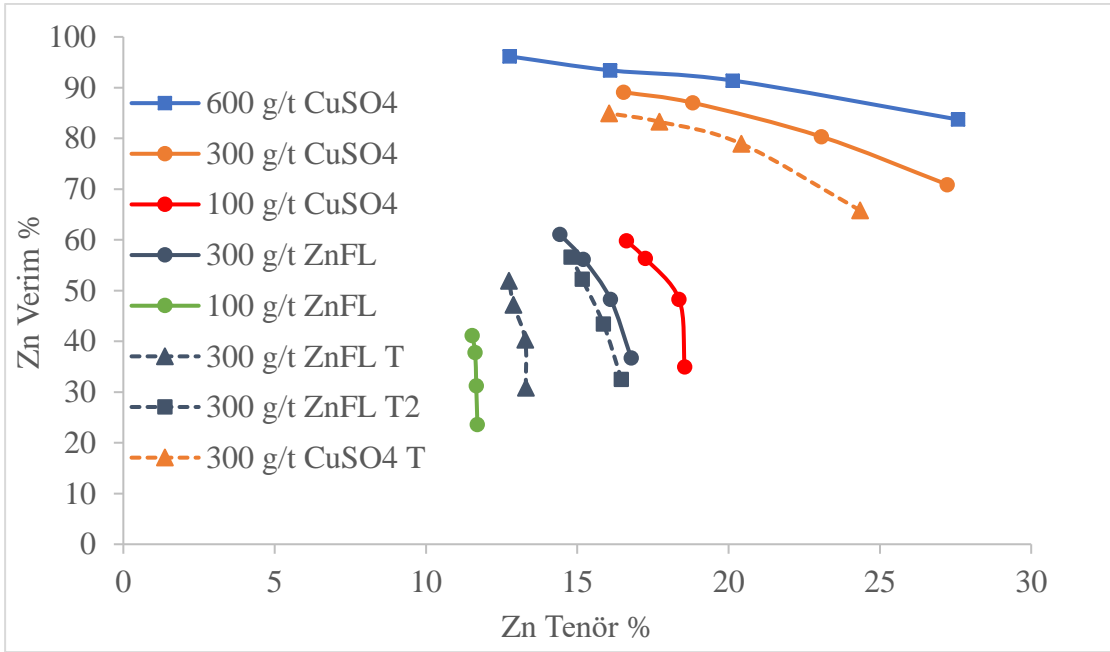


Şekil 4.5. Kümülatif su verimine bağlı kütle kazanımı

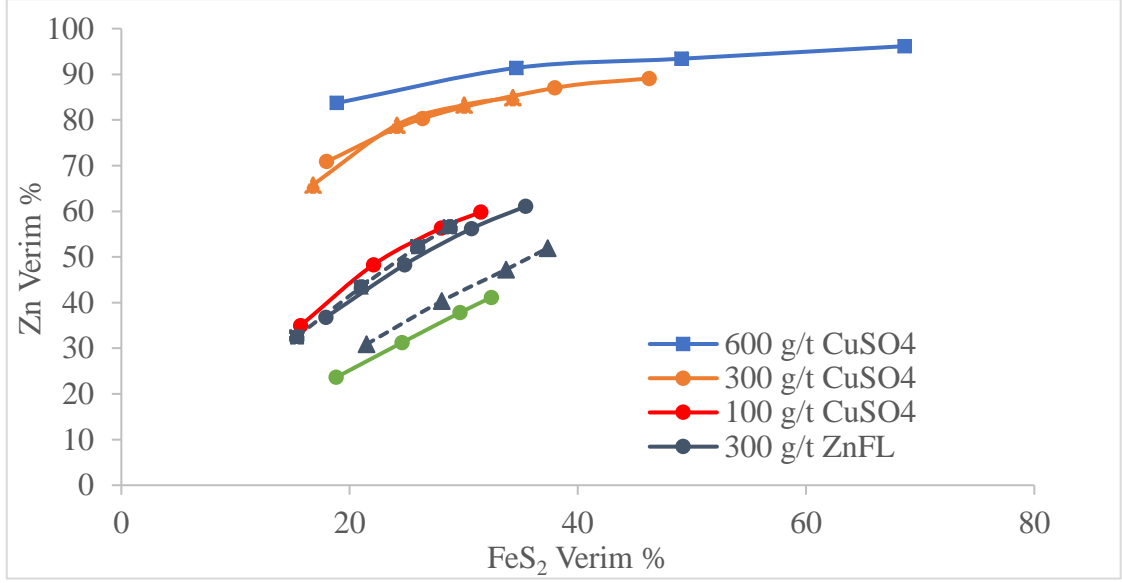
Şekil 4.5 incelendiğinde, 600 g/t CuSO<sub>4</sub> ile yapılan deneyde katı kütlesi kazanımının artmasına rağmen su veriminin diğer testlere göre düşük seviyede kaldığı gözlemlenmektedir. Onu takip eden test ise 300 g/t CuSO<sub>4</sub> ve aynı dozajdaki tekrar testi olmuştur. 300 g/t ve 100 g/t ZnFL'nin kullanıldığı testlerde hem daha yüksek bir su verimi yani daha sulu bir köpük yapısı oluşmuş hem de kazanılan malzeme miktarı diğer bütün testlerden daha az olmuştur ki bu da yeterli düzeyde bir aktivasyon olmadığına göstergesidir. ZnFL dozajı artırılarak aktivasyon sağlanabilir ancak ZnFL'nin fiyatının 4 \$/kg [38], CuSO<sub>4</sub>'ün ise 2 \$/kg [40] olduğu göz önünde bulundurulduğunda, ZnFL'nin 2 kat daha pahalı bir reaktif olması sebebiyle yüksek dozajlarda çalışılmamıştır. Daha detaylı ekonomik analiz bölüm 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.6. Zamana bağlı kümülatif çinko verimindeki değişim



Şekil 4.7. Kümülatif çinko verimi ve tenöründeki ilişki



Şekil 4.8. Kümülatif FeS<sub>2</sub> verimine bağlı kümülatif Zn verimi

Yukarıdaki grafikler incelendiğinde, CuSO<sub>4</sub> ile yapılan deneylerde Zn veriminin %90 ve üzerinde seyrettiği fakat ZnFL ile yapılan testlerde çinko verimlerinin %60 civarında kaldığı görülmektedir (Şekil 4.6). Zn tenörü açısından bakıldığında da aynı durum gözlemlenebilmektedir. Bakır sülfat ile yapılan deneylerde Zn kaba konsantre %25 Zn içerirken ZnFL ile yapılan deneylerde çinko tenörleri %20'nin altında kalmıştır (Şekil 4.7)

600 g/t CuSO<sub>4</sub> ile yapılan deneyde pirit minerali veriminin neredeyse %70 değerine ulaştığı gözlemlenmektedir (Şekil 4.8). Bu sonuç canlandırıcı miktarının fazla gelmiş olabileceği ve Cu<sup>2+</sup> iyonlarının pirit minerali üzerinde etki ederek piriti de canlandırdığını göstermektedir.

Bakır sülfat için optimum koşul olarak 300 g/t seçilmiş olsa da, 300 g/t ZnFL ve 300 g/t CuSO<sub>4</sub> sonuçları karşılaştırıldığında ZnFL'nin bu cevher için bir alternatif canlandırıcı olamayacağı açıktır. Bunun sebeplerini ortaya koyabilmek için detaylı olarak sfaleritin yüzey özelliklerinin incelenmesi gerekmektedir. Bu sebeple, bu tez kapsamında çalışılan kompleks sülfürlü bakır kurşun çinko cevheri için açık devre flotasyon testleri yapılmamıştır.

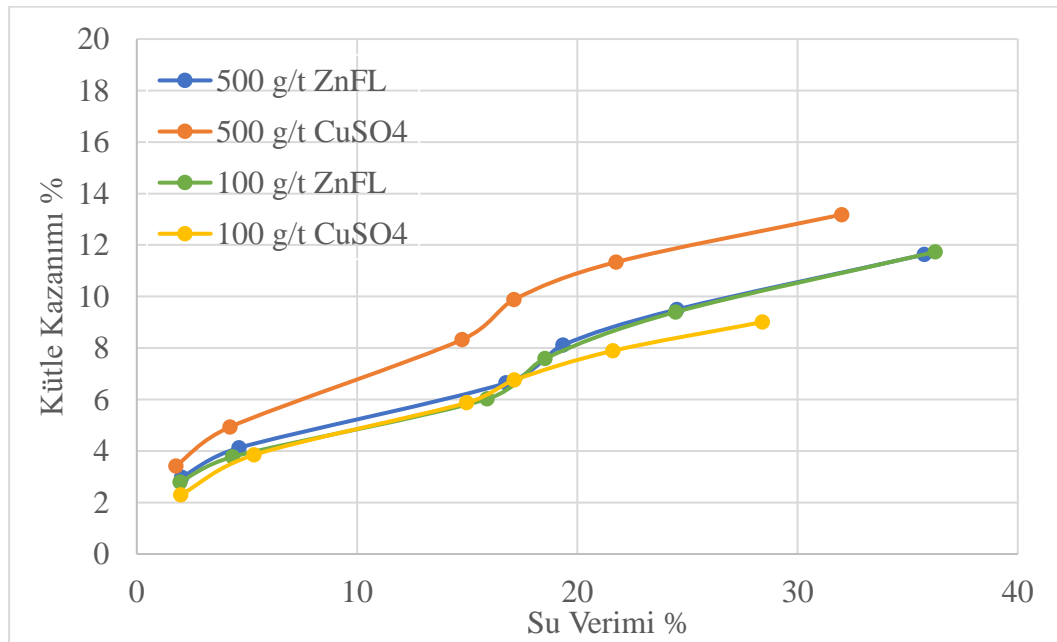
### 4.2.3. Masif Piritli Çinko Cevherine Yapılan Kinetik Flotasyon Testleri

Kinetik flotasyon testlerinde, Zn kaba flotasyon devresinin optimum canlandırıcı dozajlarının belirlenmesinin yanı sıra her iki canlandırıcı performansı masif piritli çinko cevheri için de karşılaştırılmıştır. Bu cevherin flotasyon testlerinde sfaleritten önce talk ve bakır flotasyonu yapılmaktadır. Bu sebeple testlerdeki verim hesaplamalarında çinko devresinin beslemesi baz alınarak çinko verim hesabı yapılmıştır ve kümülatif verim eğrileri oluşturularak bu değerler grafiklerde kullanılmıştır.

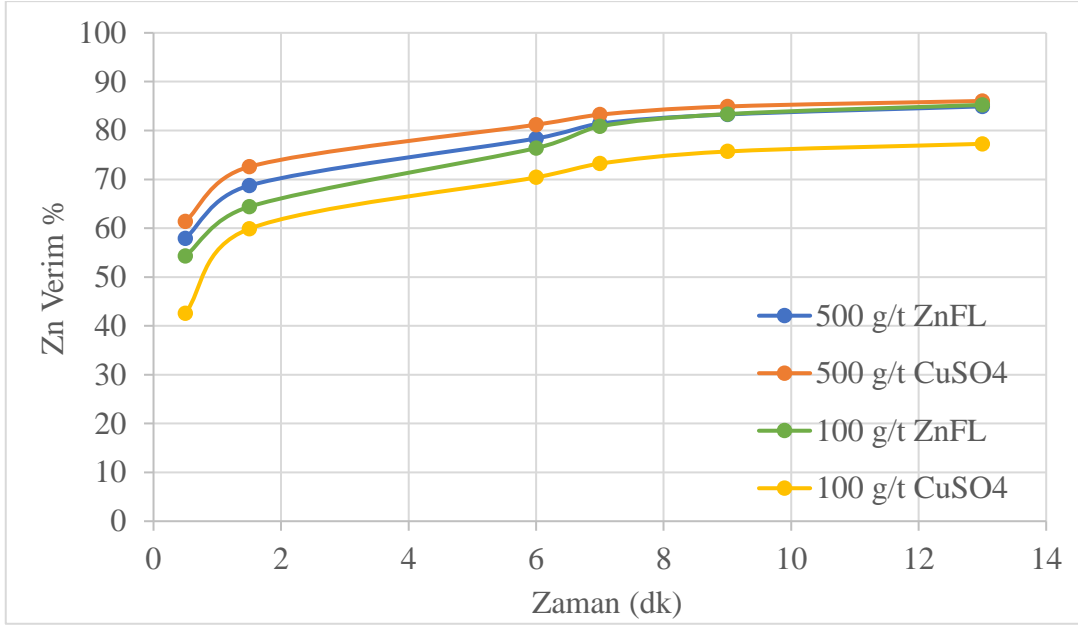
Kinetik flotasyon testlerinde cevherin öğütme süresi, değirmende eklenen kimyasallar, talk flotasyonu aşaması, bakır flotasyonu aşaması ve çinko flotasyonu aşamasındaki flotasyon süreleri, toplayıcı ve köpürtücü ekleme noktaları ve süreleri sabit tutulup, yalnızca canlandırıcıların türü ve dozajlarında değişiklik yapılmıştır.

Testlere, tesiste kullanılan 500 g/t CuSO<sub>4</sub> ile başlanmış olup aynı dozajda ZnFL kimyasalı kullanılarak devam edilmiştir. Bu deneylere ek olarak düşük dozaj olarak belirlenen 100 g/t CuSO<sub>4</sub> ve 100 g/t ZnFL dozajlarında da testler yapılmıştır.

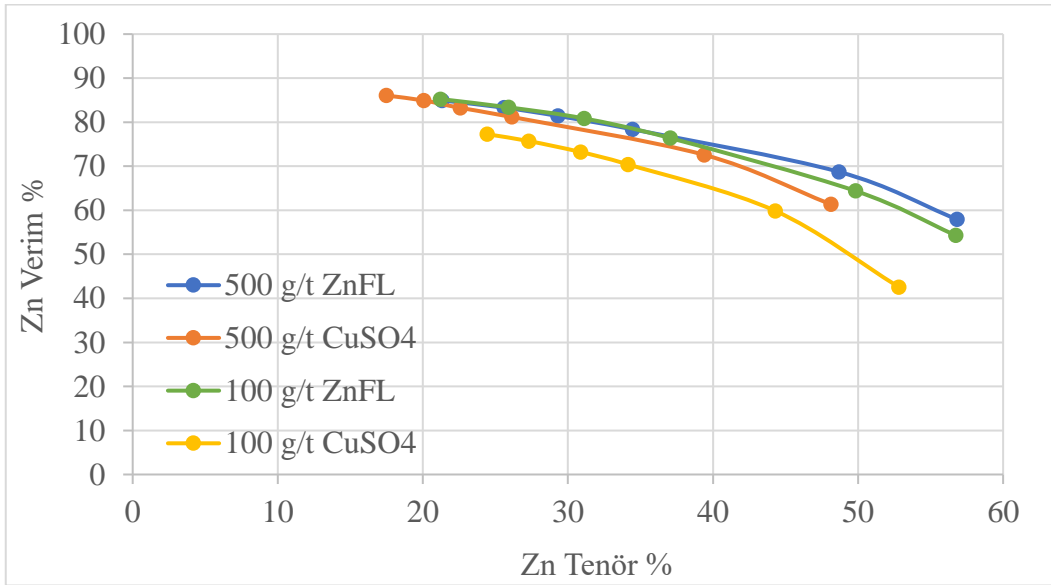
Kinetik flotasyon testlerinde, su verimlerine karşılık kütle kazanımı grafiği Şekil 4.9'da, zamana bağlı değişen kümülatif Zn verimi Şekil 4.10'da, Zn tenörüne bağlı değişen kümülatif Zn verimi Şekil 4.11'de ve kümülatif Fe verimine bağlı değişen kümülatif Zn verimi grafiği ise Şekil 4.12'de verilmiştir. Flotasyon testlerinin ayrıntılı sonuçları Ek 2c'de sunulmuştur.



Şekil 4.9. Kümülatif su verimine bağlı kütle kazanımı

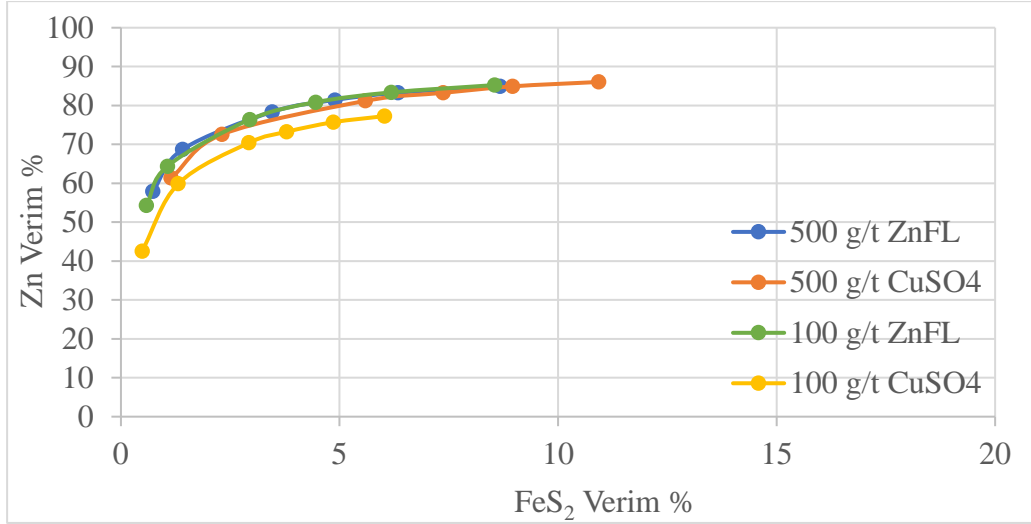


Şekil 4.10. Zamana bağlı kümülatif Zn verimi



Şekil 4.11. Zn tenörüne bağlı kümülatif Zn verimi





Şekil 4.12. Kümülatif FeS<sub>2</sub> verimine bağlı kümülatif Zn verimi

Şekil 4.9 incelendiğinde en düşük su veriminin 100 g/t CuSO<sub>4</sub> ile ve en yüksek katı kazanımının ise 500 g/t CuSO<sub>4</sub> ile elde edildiği görülmektedir. 100 g/t ve 500 g/t ZnFL'nin su verimi ve katı kazanımı açısından önemli bir fark görülmemektedir.

Ancak Şekil 4.12 incelendiğinde 500 g/t CuSO<sub>4</sub>'ün kullanıldığı deneyde çinko ile beraber piritin de veriminin yükseldiği ve katı kazanımının çinko yüzünden değil de pirit mineralinin daha fazla gelmesi sebebiyle yükseldiği anlaşılmaktadır. Pirit, sülfürlü cevherlerin flotasyonunda konsantreye gelmesi istenmeyen sülfürlü bir mineraldir ve canlandırıcı dozajlarının yüksek olması durumu ya da pH değerlerinin 11 ve üzerine çıkarılmayıp pirit mineralini bastırarak değerlere ulaşmaması durumunda, pirit minerali canlandırıcının etkisine maruz kalıp konsantreye gelebilmektedir. Pirit verimine bağlı çinko verimi eğrisi piritin canlandırıcı etkisiyle gelip gelmediği hakkında bilgi vermektedir. Şekil 4.12'ye bakılacak olursa yüksek çinko verimlerinde pirit mineralinin verim değerleri genellikle %10'nun altındadır sadece 500 g/t CuSO<sub>4</sub>'ün kullanıldığı deneyde bu değer %10'nun üzerine çıkmıştır ki bu durum piritin seçimli olarak değil, suyla taşınarak (entrainment) konsantreye gelmiş olabileceğinin göstergesidir.

Şekil 4.10 incelendiğinde, 500 g/t CuSO<sub>4</sub>, 500 g/t ZnFL ve 100 g/t ZnFL'nin çinko verimleri birbirine çok yakın olup yaklaşık olarak %85 civarındadır. Sadece 100 g/t CuSO<sub>4</sub>'ün kullanıldığı deneyde çinko verimi %7 daha azdır. Bu sonuç canlandırıcı dozajının yetersiz kaldığını göstermektedir. CuSO<sub>4</sub> ile düşük dozajlarda verimler

düşerken, düşük dozajlarda ZnFL'nin 500 g/t CuSO<sub>4</sub> ile benzer performans göstermesi oldukça dikkat çekicidir.

Şekil 4.11'e göre en yüksek Zn tenörleri 100 ve 500 g/t ZnFL'nin kullanıldığı testlerde elde edilmiştir. Bu durum ZnFL ile bu cevher için daha seçimli bir flotasyon yapılabildiğinin bir göstergesidir.

Sonuçlar değerlendirildiğinde 100 g/t ZnFL ile 500 g/t CuSO<sub>4</sub>'ün birbirine çok yakın bir flotasyon performansı sergilediği ve düşük dozajlarda ZnFL'nin çalışılan masif piritli çinko cevheri için CuSO<sub>4</sub>'e alternatif olabileceği görülmektedir. Ancak üretilecek konsantr kalitesinin belirlenmesi ve ekonomik anlamda 2 reaktifin karşılaştırılabilmesi için açık devre temizlemeli flotasyon test sonuçları ve kapalı devre flotasyon sonuçlarının birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

### 4.3. CuSO<sub>4</sub> ve ZnFL'nin Nihai Çinko Konsantr Kalitesine Etkisi

#### 4.3.1. Sülfürlü Kurşun-Çinko Cevheri Açık Devre Flotasyon Testleri ve Kapalı Devre Simülasyonları

Yapılan kinetik flotasyon testlerinin sonucunda çinko verim ve seçimliliği açısından en iyi sonuçların elde edildiği 50 g/t ZnFL ve 250 g/t CuSO<sub>4</sub> koşulunda açık devre temizlemeli flotasyon testleri yapılmıştır. CuSO<sub>4</sub> için düşük dozaj tercih edilmemiştir çünkü 50 g/t CuSO<sub>4</sub> kullanıldığında çinko tenöründe neredeyse %10'luk bir azalma olmaktadır. Testlerde bütün koşullar sabit tutulup yalnızca bu iki farklı kimyasalın üretilecek çinko konsantr kalitesine üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla açık devre flotasyon testleri gerçekleştirilmiştir. Bu testler sonucu elde edilen kaba çinko konsantresi ve nihai çinko konsantrlerinin Zn beslemesine göre verim ve tenör değerleri Çizelge 4.4'te özetlenmiştir. Testlerin ayrıntılı sonuçları ise EK 5a'da sunulmuştur.

Çizelge 4.4. Çalışılan iki canlandırıcının Zn kaba ve nihai konsantrlerine etkisi

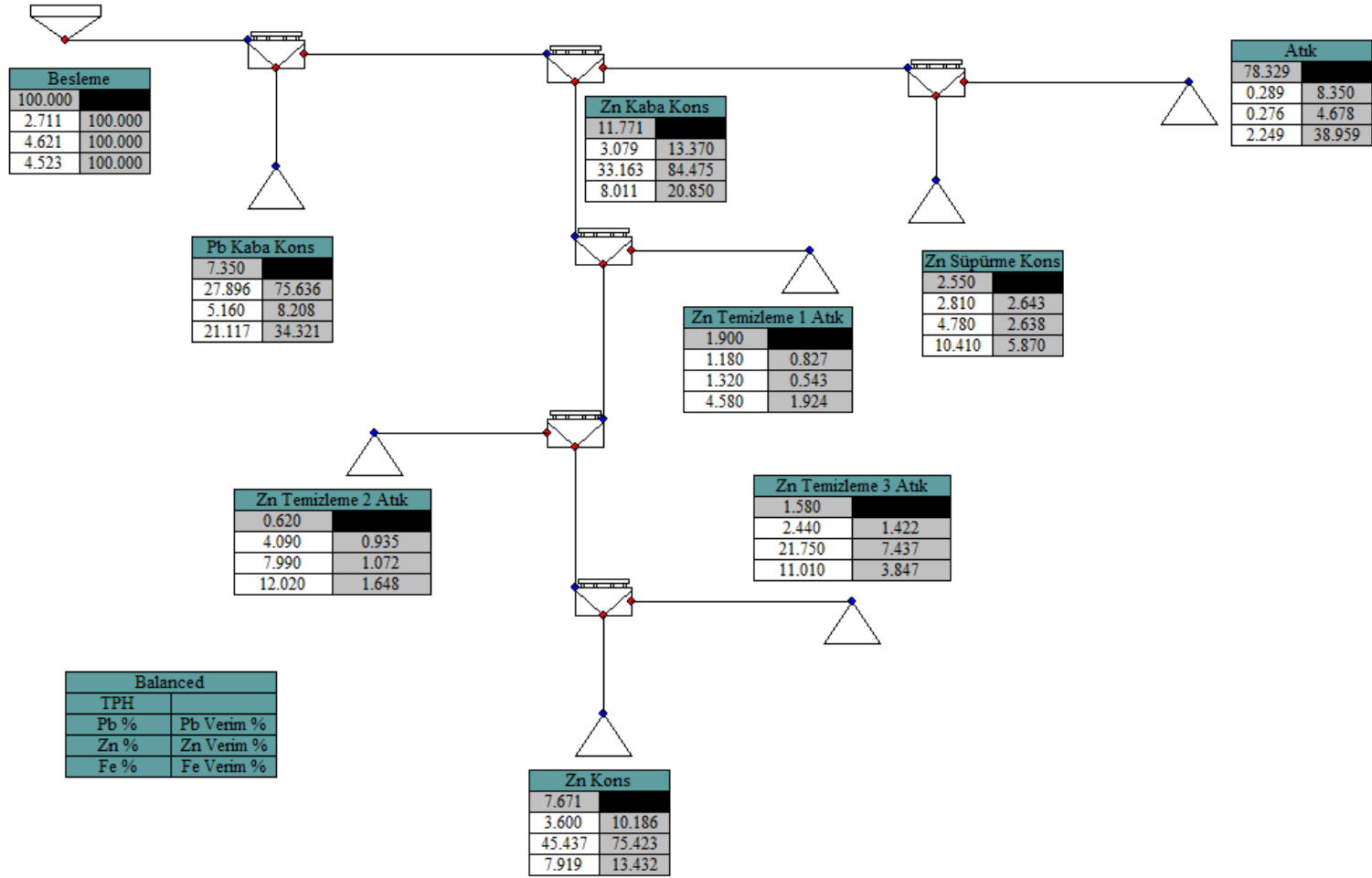
Kimyasal ve Dozaj		Ağırlık	Tenör %				Kademeli Verim %			
		%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
250 g/t CuSO <sub>4</sub>	Zn Kaba	12,71	0,49	8,01	3,08	33,15	56,72	31,74	54,87	92,03
	Zn Kons	8,28	0,55	7,92	3,60	45,44	41,25	20,44	41,80	82,18
50 g/t ZnFL	Zn Kaba	15,52	0,51	9,67	4,51	29,61	80,17	44,49	75,19	93,72
	Zn Kons	5,68	0,52	10,19	4,09	42,34	29,84	17,18	24,99	49,07

Çizelge 4.4 incelendiğinde çinko kaba konsantre verimlerinde ZnFL ile yapılan testte katı kazanımının daha fazla olduğu ve dolayısıyla verimin %1 arttırıldığı ancak CuSO<sub>4</sub> ile daha seçimli bir flotasyon yapıldığı ve ZnFL'ye oranla daha yüksek çinko tenörü verdiği gözlemlenmektedir.

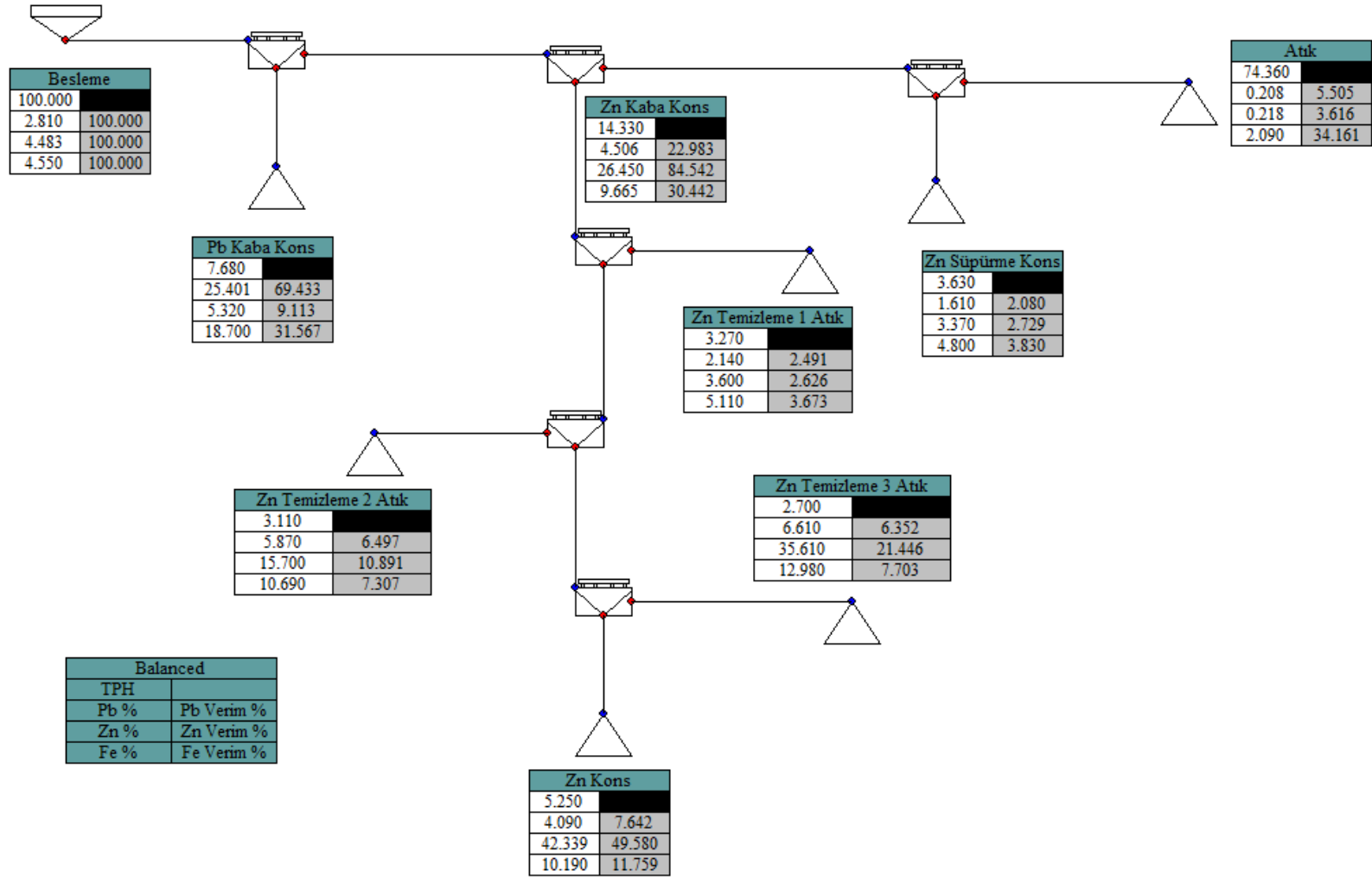
Cevherin baz koşulu olan 250 g/t CuSO<sub>4</sub> ve optimum koşul olarak belirlenen 50 g/t ZnFL ile yapılan açık devre flotasyon testlerin madde denkliği sonuçları ve kapalı devre simülasyonları JK SimFloat v6.4 programı ile yapılmış olup sırasıyla madde denklileri Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'te, kapalı devre simülasyonları ise Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da verilmiştir.

Açık devre temizlemeli flotasyon test sonuçları incelendiğinde (Şekil 4.13 ve Şekil 4.14) çinko kaba flotasyon verimleri her iki canlandırıcı için yaklaşık %84 olup CuSO<sub>4</sub>'ün kullanıldığı testte çinko kaba konsantre tenörü %7 ve nihai çinko konsantresinin tenörü %3 daha yüksektir. Ancak temizleme atıklarının geri çevrildiği durumu simüle etmek amacıyla yapılan kapalı devre simülasyon sonucu elde edilen konsantre kalitesi hem tenör hem de verim açısından birbirinin neredeyse aynı olup, bu cevher için ZnFL'nin alternatif bir sfalerit canlandırıcısı olarak kullanılabileceğinin bir göstergesidir.

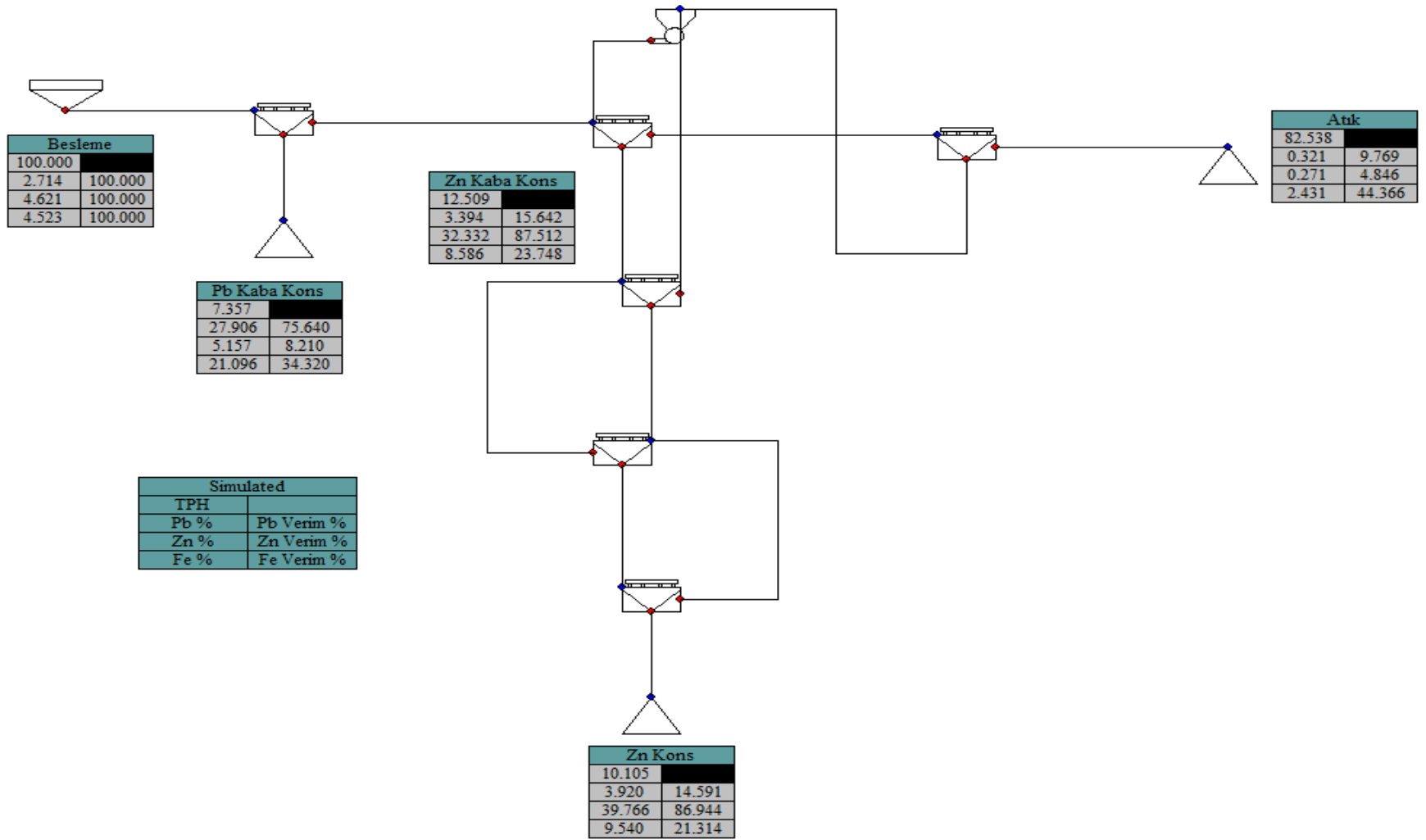
Simülasyonlar her bir cevher için besleme mineral içerikleri ve her bir flotasyon hücresinin kademeli mineral verimleri hesaplanarak gerçekleştirilmiştir. Her hücrenin mineral verimleri açık devre temizlemeli flotasyon testlerinin madde denkliği sonuçları kullanılarak hesaplandıktan sonra bu değerler sabit kabul edilmiş ve JK SimFloat v6.4 programında hücrelerin hesaplanan mineral verimleri girilerek simülasyonları yapılmıştır.



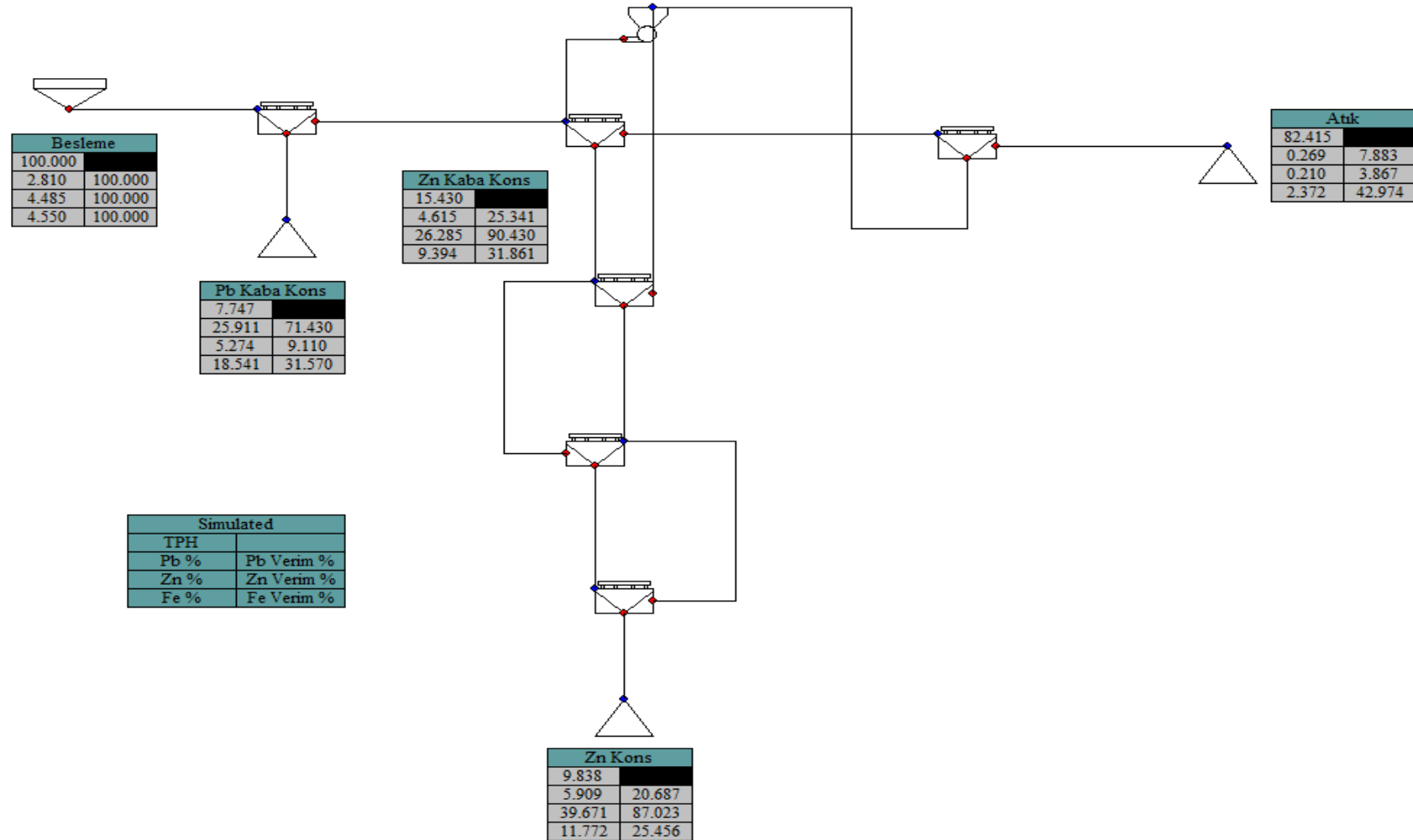
Şekil 4.13. Pb-Zn cevheri 250 g/t CuSO<sub>4</sub> madde denkliği



Şekil 4.14. Pb-Zn cevheri 50 g/t ZnFL madde denkliği



Şekil 4.15. 250 g/t CuSO<sub>4</sub> deneyi kapalı devre simülasyonu



Şekil 4.16. 50 g/t ZnFL deneyi kapalı devre simülasyonu

#### 4.3.2. Masif Piritli Çinko Cevheri Açık Devre Flotasyon Testleri ve Kapalı Devre Simülasyonları

Yapılan kinetik flotasyon testlerinin sonucunda çinko verim ve seçimliliği açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçlar 500 g/t CuSO<sub>4</sub>, 500 g/t ZnFL ve 100 g/t ZnFL ile yapılan deneylerde elde edilmiştir. Ancak açık devre temizlemeli flotasyon testleri daha detaylı değerlendirme için hem düşük hem de yüksek dozajdaki canlandırıcılar için yapılmıştır. 500 g/t CuSO<sub>4</sub> ve 100 g/t ZnFL ile yapılan testler 2 tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır. Detaylı sonuçlar Ek 2c'de verilmiştir. Testlerde bütün koşullar sabit tutulup yalnızca bu iki farklı kimyasalın çinko flotasyonu üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla açık devre flotasyon testleri gerçekleştirilmiştir. Açık devre flotasyon testlerinde çinko kaba konsantresi filtrelenip tartılarak %60 katı yoğunluğunda 15 dakika yeniden öğütmeye maruz bırakılmıştır. Bunun sebebi temizleme aşamasına geçmeden önce serbestleşmenin daha iyi sağlanması ve sfalerit mineralinde yeni yüzeyler açarak toplayıcının bağlanması için daha iyi bir ortam hazırlamaktır. Bu testlerin çinko kaba ve nihai çinko konsantreleri Çizelge 4.5'te sunulmuştur. Testlerin ayrıntılı sonuçları ise Ek 2b'de verilmiştir. Testlerde çinko verimleri çinko devresi beslemesi esas alınarak yapılmıştır.

Çizelge 4.5'e bakıldığında testlerde en yüksek çinko konsantresine %63,64 ile 500 g/t ZnFL'nin canlandırıcı olarak kullanıldığı testte ulaşılmıştır. Çinko kaba konsantre verimlerinde 500 g/t CuSO<sub>4</sub> ile yapılan testte %78,92 iken 100 g/t ZnFL ile bu değer %84,40 ile en yüksek çinko verimine ulaşılan test olduğu görülmektedir. 5 kat dozaj düşürülmüş olunmasına rağmen 100 g/t ZnFL kullanılan testte çinko kaba konsantresinde en yüksek verime başarıyla ulaşılmıştır. Bu da düşük dozajlarda bile ZnFL'nin, bu cevher için kullanılabilirliğini göstermektedir. Bu sebeple ZnFL için madde denkliği ve kapalı devre simülasyonları 100 g/t dozajındaki sonuçlara yapılmıştır.

Cevherin baz koşulu olan 500 g/t CuSO<sub>4</sub> ve optimum koşul olarak belirlenen 100 g/t ZnFL ile yapılan açık devre flotasyon testlerinin kütle denkliği ve kapalı devre simülasyonları JKSimFloat v6.4 programı ile yapılmış olup, madde denklileri sırasıyla Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de, kapalı devre simülasyonları ise Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'de verilmiştir.

Yapılan madde denkliği sonuçları incelendiğinde, açık devre temizlemeli testler sonunda 500 g/t CuSO<sub>4</sub> kullanılarak %33 verimle %58'lik bir çinko konsantresi üretilirken, 100

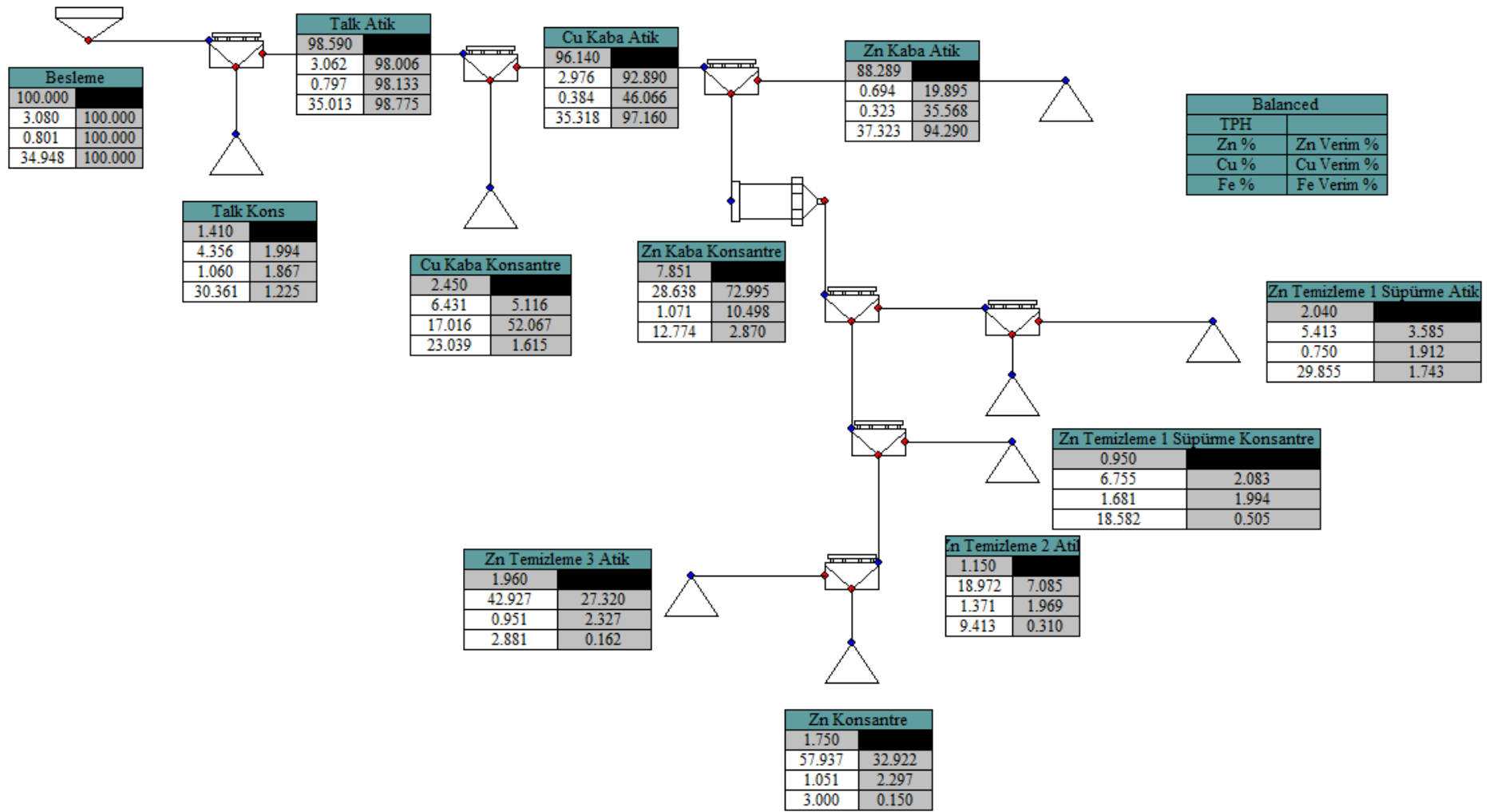


g/t ZnFL kullanarak %48 verimle %61'lik bir çinko konsantresi üretilmiştir (Şekil 4.17 ve Şekil 4.18)

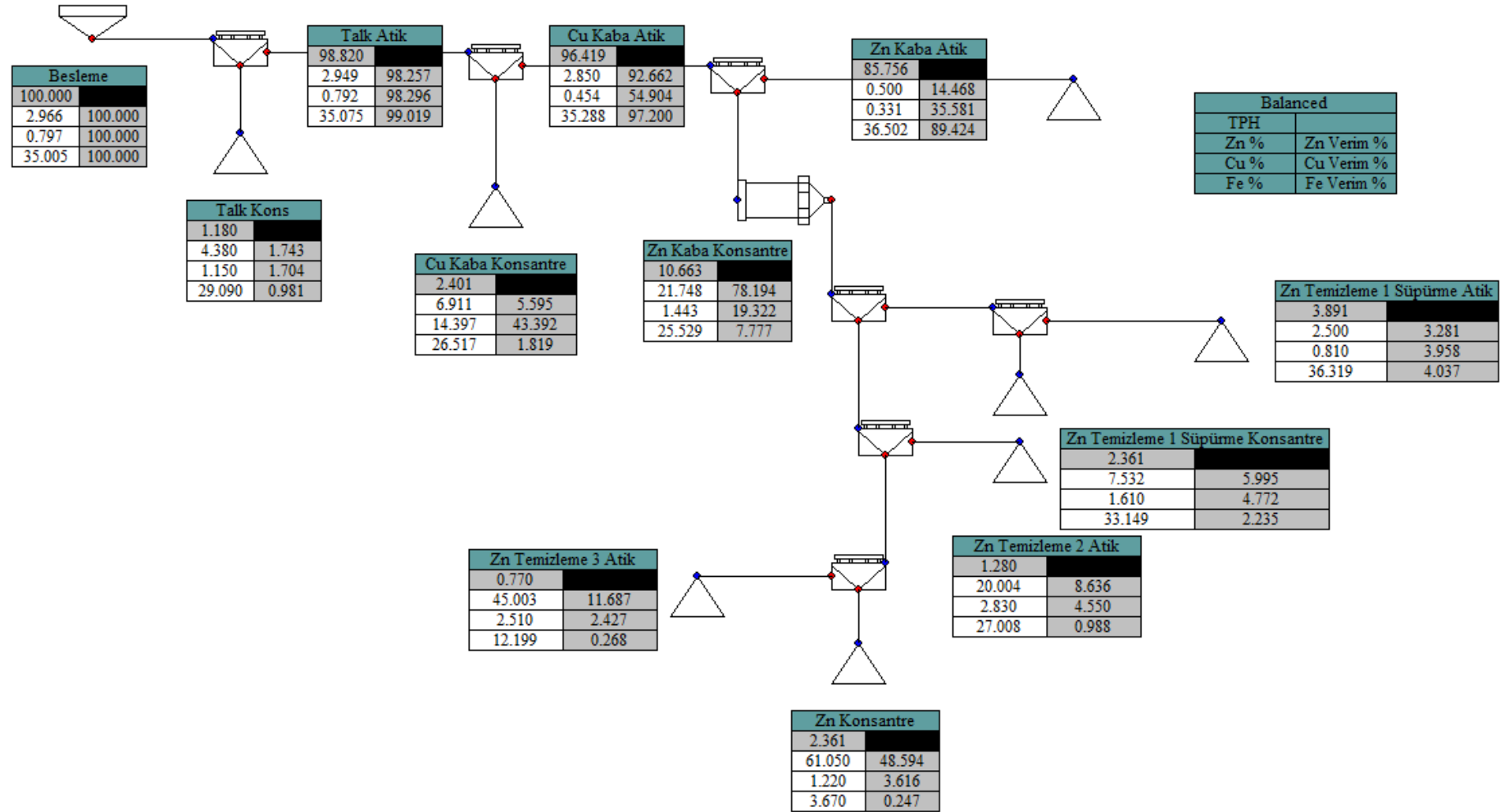
Yapılan kapalı devre simülasyonlar sonucunda tesiste üretilecek çinko konsantresinin özelliklerini tahmin etmek mümkün olabilecektir. Buna göre Şekil 4.19 ve Şekil 4.20 incelendiğinde, 500 g/t CuSO<sub>4</sub> kullanarak %68,5 verimle %52 çinko içeren bir konsantre ve 100 g/t ZnFL kullanarak %74 verimle %58 çinko içeren bir konsantre üretmenin mümkün olabileceği görülmüştür. Bu da miktar açısından yaklaşık 1/5 oranında daha az reaktif kullanarak daha yüksek kalitede bir çinko konsantresi üretmenin mümkün olabileceğinin bir göstergesidir. Bölüm 4.5'te bu cevher için ekonomik reaktif maliyet hesaplamaları ve çinko konsantresinden elde edilebilecek kar her iki kimyasal içinde tahmini olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4. 5. Açık devre flotasyon testleri Zn Kaba ve Zn Konsantre ağırlık, verim ve tenörlerinin karşılaştırması

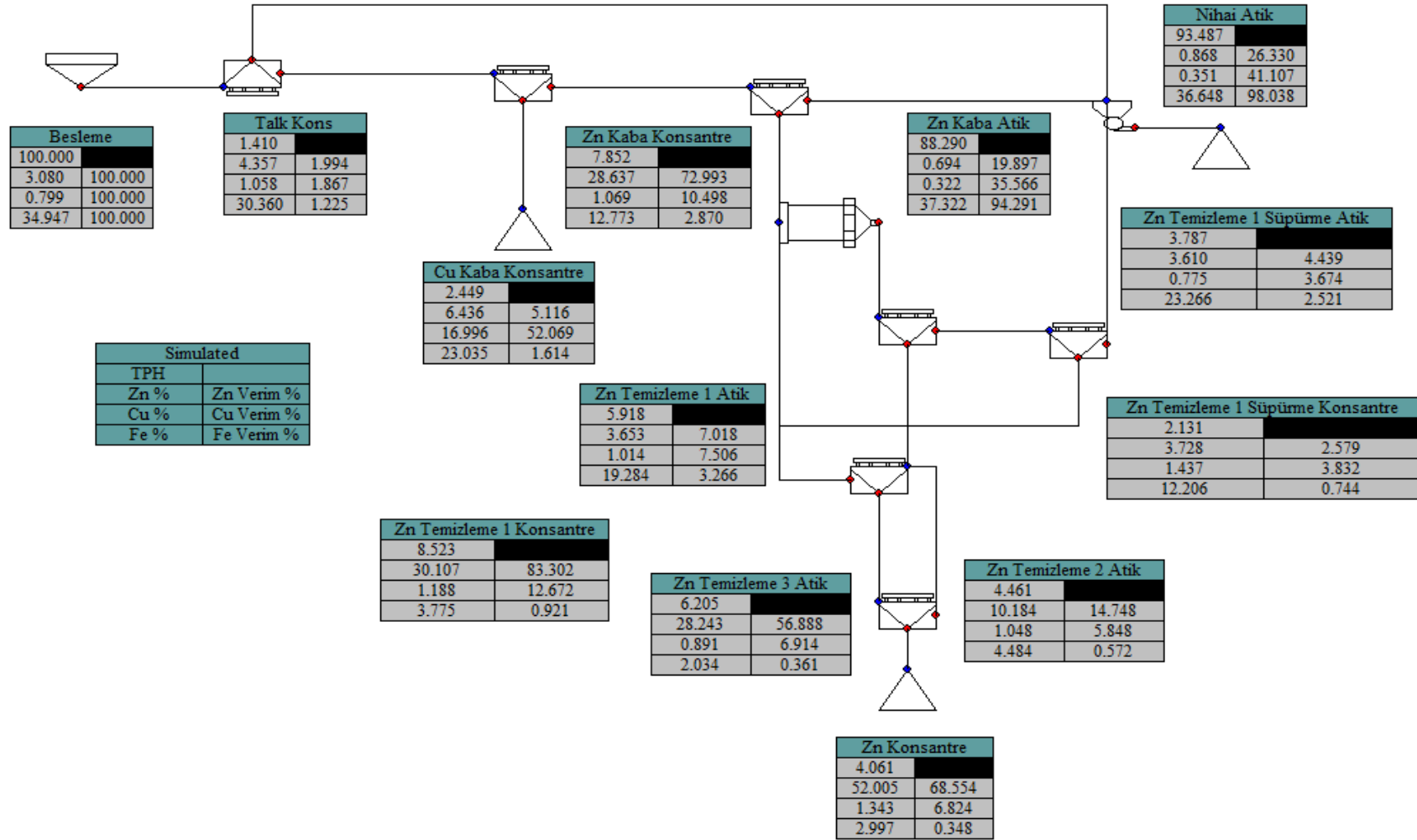
Test Kodu		Ağırlık	Tenör %				Verim %			
		%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Test 10 500 g/t CuSO <sub>4</sub>	Zn Kaba	8,17	1,07	13,15	0,56	27,54	23,01	3,03	19,88	78,92
	Zn Kons	1,48	1,05	3,0	0,26	58,0	5,04	0,10	2,06	38,53
Test 500 g/t ZnFL	Zn Kaba	7,31	1,38	13,65	0,69	35,83	27,11	3,01	21,9	81,55
	Zn Kons	1,01	1,41	2,47	0,42	63,64	3,84	0,08	1,87	20,06
Test 14 100 g/t ZnFL	Zn Kaba	11,05	1,44	25,52	0,53	21,77	35,23	8,0	25,96	84,40
	Zn Kons	2,50	1,22	3,67	0,35	61,04	6,59	0,25	3,75	52,43



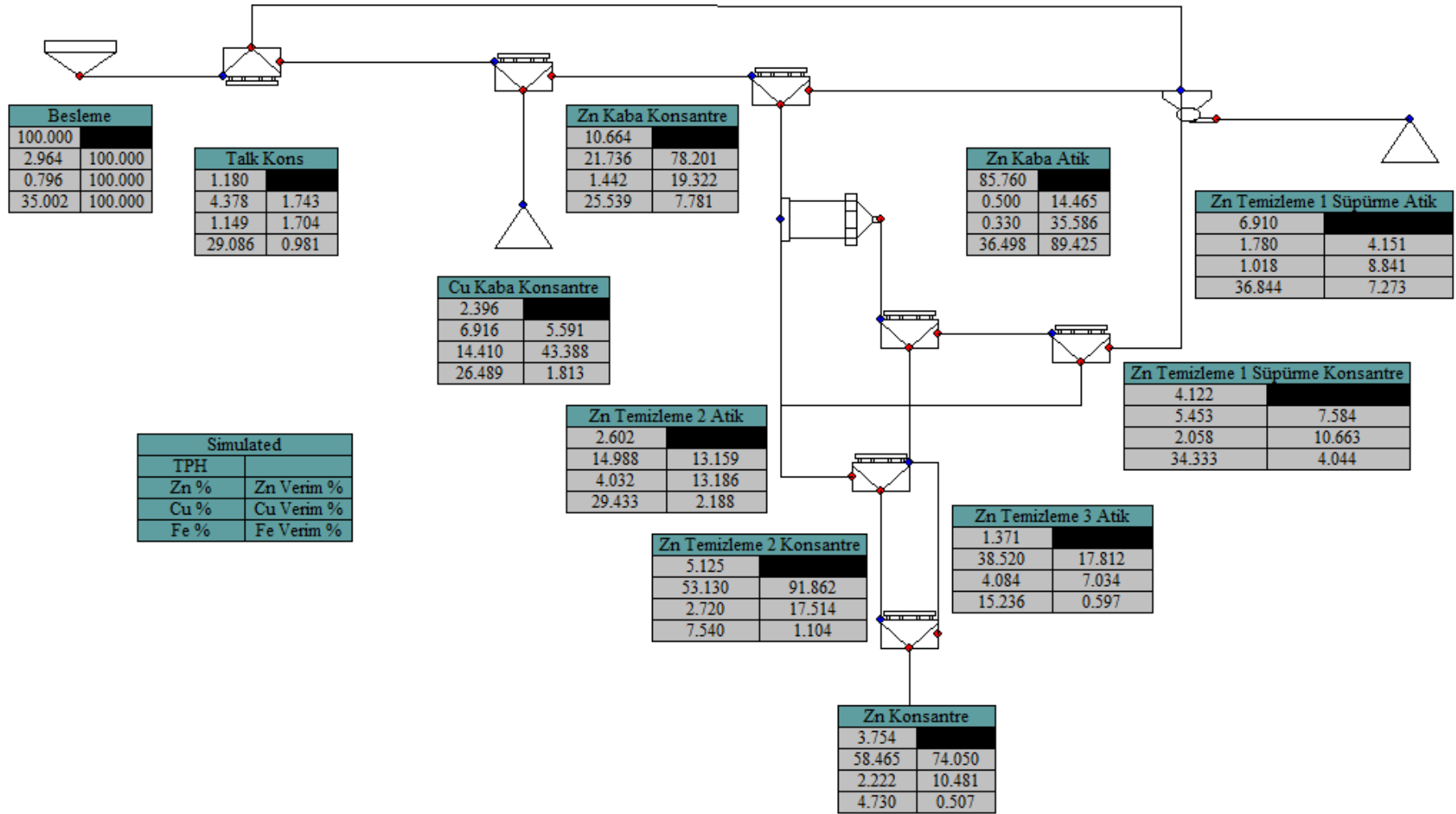
Şekil 4.17. Masif Piritli çinko cevheri 500 g/t CuSO<sub>4</sub> madde dengliği



Şekil 4.18. Masif Piritle çinko cevheri 100 g/t ZnFL madde denkleği



Şekil 4.19. Masif Piritli çinko cevheri 500 g/t CuSO<sub>4</sub> kapalı devre simülasyonu



Şekil 4.20. Masif piritli çinko cevheri 100 g/t ZnFL kapalı devre simülasyonu

#### 4.4. Reaktif Ekleme Sırasının ve Toplayıcız Flotasyonun Çinko Flotasyon Performansına Etkisi

Bu başlık altındaki tüm testler en iyi sonuçların elde edildiği masif piritli çinko cevheri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Toplayıcısı flotasyon testleri kullanılan canlandırıcıların tek başlarına kullanıldığında toplayıcı etkisi olup olmadığını gözlemlemek için, reaktif ekleme sırası testleri ise, canlandırıcı için ekstra bir kondisyoner tankına ihtiyaç olup olmadığını belirlemek için yapılmıştır.

##### 4.4.1. Toplayıcısız Kinetik Flotasyon Testleri

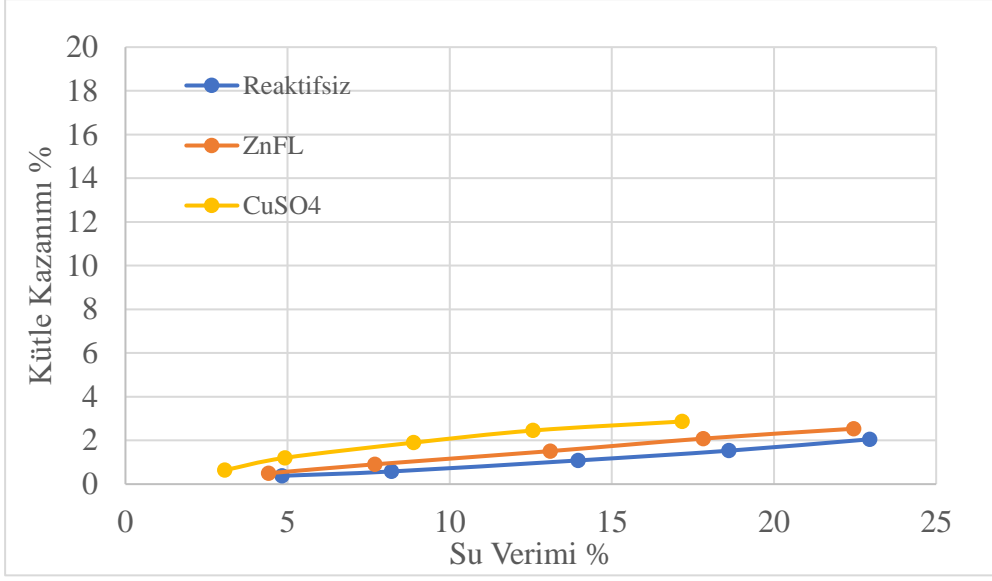
Canlandırıcı olarak kullanılan  $\text{CuSO}_4$  ve ZnFL'nin sfalerit minerali ile bağlanma mekanizmasını anlayabilmek ve ZnFL'nin canlandırıcı etkisi dışında toplayıcı özelliğinin bulunup bulunmadığını anlamak amacıyla toplayıcısız kinetik flotasyon testleri yapılmıştır.

Bu testlerde, ilk olarak çinko devresinde canlandırıcı ( $\text{CuSO}_4$  ve ZnFL) ve toplayıcı (SIPX) kullanılmadan pH 11,5'e ayarlanmış olup sfalerit mineralinin kinetik flotasyon davranımını incelenmiştir. Daha sonrasındaki testlerde ise aynı dozajda (100 g/t)  $\text{CuSO}_4$  ve ZnFL kullanılarak bu kimyasalların cevherin kinetik flotasyonunu nasıl etkilediği, kimyasalların toplayıcı özelliklerinin olup olmadığı incelenmiştir. Test koşulları Çizelge 4.6'da sunulmuştur. Ayrıntılı test koşulları ve sonuçları Ek 2c'de sunulmuştur. Yapılan testlerin kod numaraları ve flotasyon koşulları Çizelge 4.6'da özetlenmiştir.

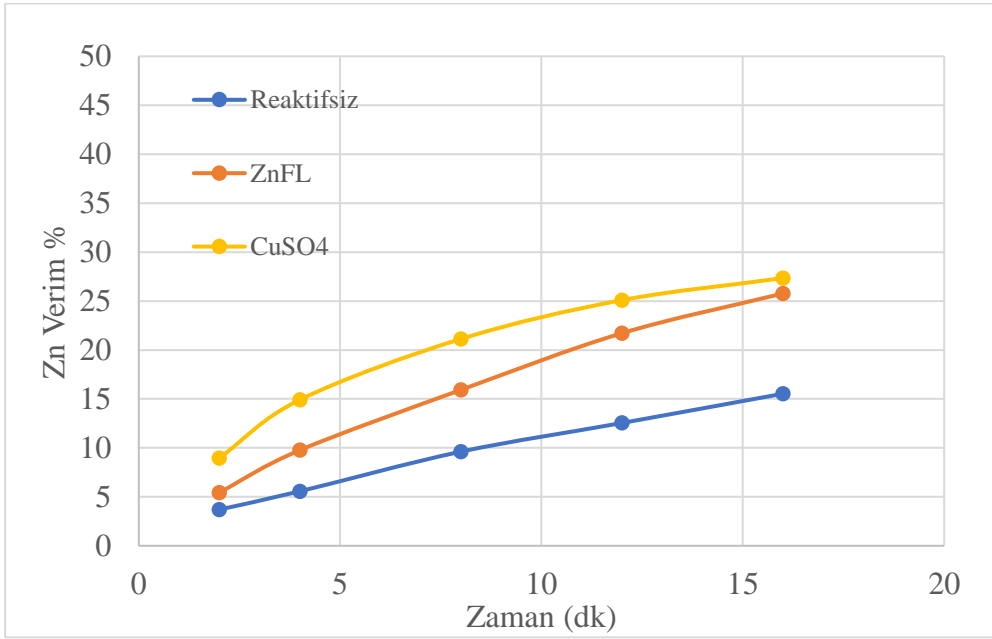
Çizelge 4. 6. Toplayıcısız kinetik flotasyon test kodları ve test koşullarının özeti

Test Kodu	Canlandırıcı	Miktar (g/t)	pH
Test 5	-	-	11,5
Test 6	$\text{CuSO}_4$	100	11,5
Test 7	ZnFL	100	11,5

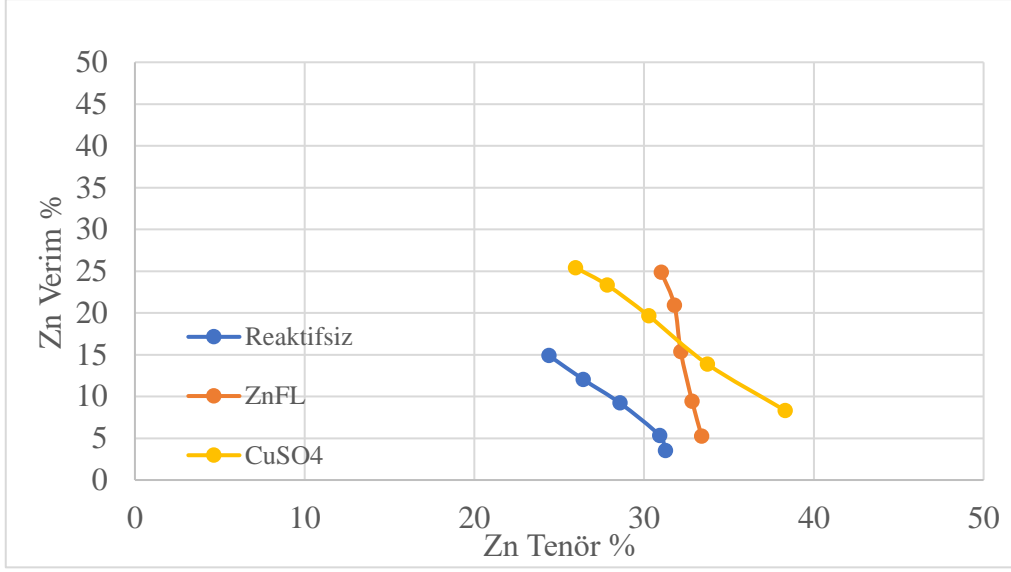
Yapılan deneylerin sonuçları Şekil 4.21 ve Şekil 4.25 arasındaki 4 grafikte sunulmuştur. Bu grafiklerde sırasıyla, kazanılan kütle ve su verimi ilişkisi, zamana bağlı çinko verimi, kümülatif çinko verim-tenör ilişkisi ve pirit verimine karşılık çinko verimi incelenmiştir.



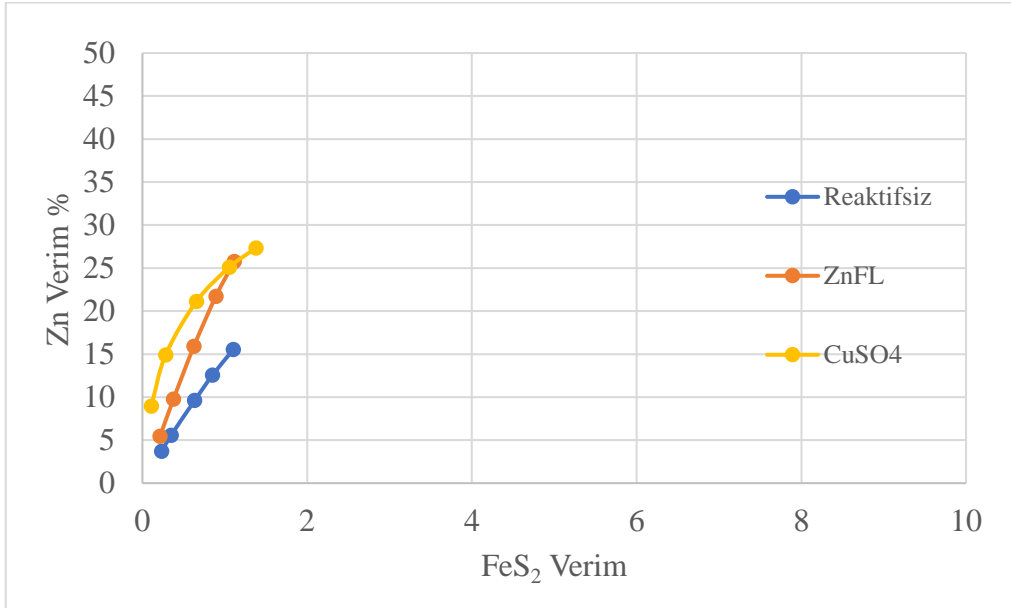
Şekil 4.21. Kümülatif su verimine bağlı kütle kazanımı



Şekil 4.22. Zamana bağlı kümülatif Zn verimi



Şekil 4.23. Kümülatif çinko verimi ile kümülatif çinko tenörü arasındaki ilişki



Şekil 4.24. Kümülatif pirit verimine bağlı kümülatif çinko verimi

Bakır sülfat ile yapılan deneyde su veriminin (Şekil 4.21) diğer iki teste oranla %5 daha düşük olduğu gözlemlenmektedir. Çalışılan üç koşulda da kütle kazanımı açısından çok büyük bir fark gözlemlenmemiştir. Şekil 4.22 incelendiğinde en yüksek verimin CuSO<sub>4</sub> ve ZnFL eklendiğinde elde edildiği ve mineralin kendi yüzebilirliğinin ancak %15 seviyesinde kaldığı görülmektedir, canlandırıcının eklendiği koşulda mineralin veriminde %10'luk bir artış gözlemlenmiştir. Şekil 4.23'te canlandırıcının eklenmediği minerali

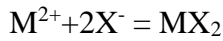


kendi yüzebilirliğinin bakıldığı test koşulunda (Test 5) çinko verim ve tenörlerinin düşük kaldığı görülmüştür. Yine Şekil 4.23’de görüleceği üzere diğer iki teste oranla çinko tenörü bakır sülfatlı testte Zn C1 aşamasında daha yüksek sonuç alınmıştır ancak beşinci kademeye doğru gittikçe tenörde düşüş yaşanırken Zn veriminde etkili bir yükselme gözlemlenmemiştir. Şekil 4.24 incelendiğinde canlandırıcı kullanılan deneylerle mineralin kendi flotasyonunun pirit verimleri açısından çok büyük bir fark gözlemlenmemiştir.

Yapılan deneyler sonucunda, ZnFL ve CuSO<sub>4</sub> eklendiği anda çinko veriminde sadece %10’luk bir verim değişikliği gözlemlenmiştir ki bu değerler flotasyon açısından oldukça düşüktür. Bu sebeple canlandırıcıların, toplayıcı eklenmediği sürece tek başına cevherin yüzeyini hidrofobik hale getirmesi oldukça zordur. Her iki reaktifin de bu mineral için toplayıcı özellik göstermediğini söylemek mümkündür.

#### 4.4.2. Ekleme Sırasının Etkisi

Literatürde de bilindiği üzere, bakır sülfat, ksantat toplayıcıları ile birlikte hücre içerisine eklendiği anda bakır ksantat bileşiği oluşturarak çökelmektedir (Şekil 3.10) (Eşitlik 4.1) [39].

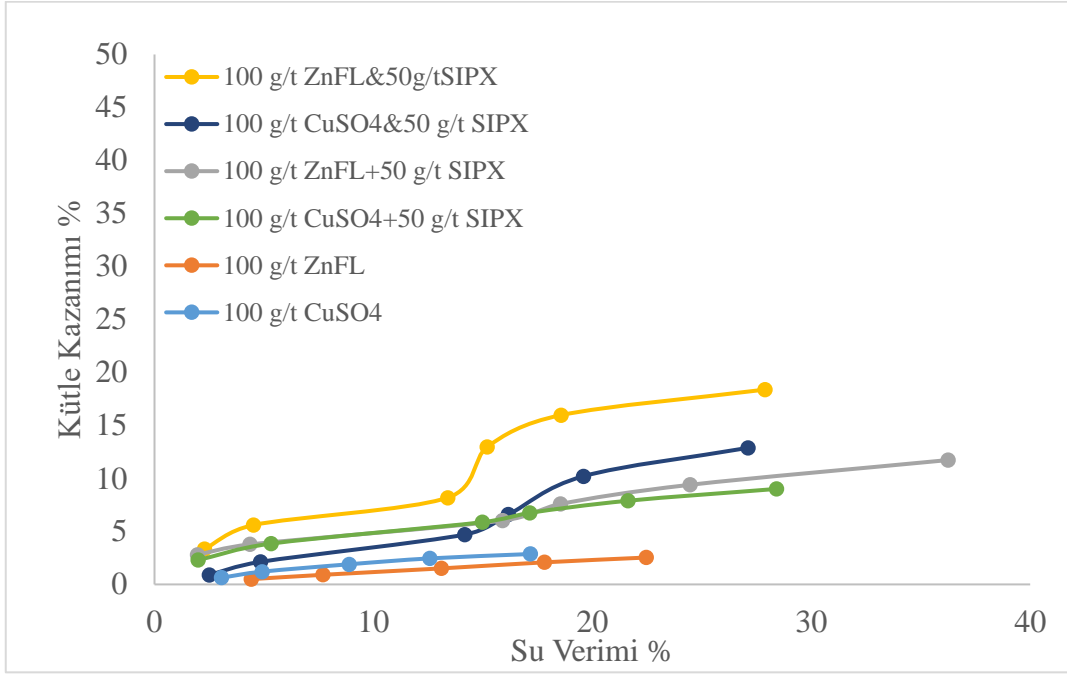


Eşitlik 4.1

Bu sebeple çinko flotasyonu yapan tesislerde çinko flotasyonu öncesinde iki adet kondisyoner kullanılmaktadır. İlk kondisyonerde cevher bakır sülfat ile koşullandırılır ve daha sonrasında ikinci kondisyonere aktarılır. İkinci kondisyonerde ise, toplayıcı eklemesi yapılır ve daha sonrasında köpürtücü eklenerek çinko flotasyonuna başlanır. Çinko flotasyonuna başlayabilmek için cevherin bu koşullandırma aşamalarından geçmesi gerekmektedir.

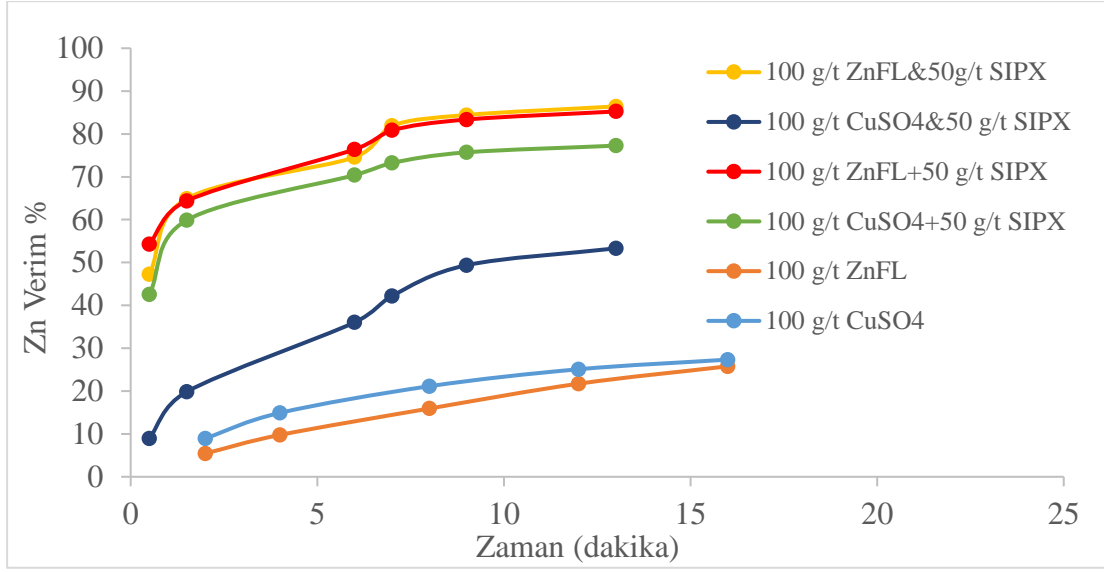
ZnFL kimyasalı ile yapılan testlerde ksantat toplayıcıları ile birlikte eklendiğinde herhangi bir çökme olmadığı gözlemlenmiştir (Şekil 3.9). Bu durumu flotasyon açısından değerlendirmek amacıyla her iki canlandırıcının toplayıcı ile ayrı ayrı ve birlikte koşullandırıldığı kinetik flotasyon testleri yapılmıştır. Canlandırıcı dozajları 100 g/t, toplayıcı dozajı ise 30 g/t olarak seçilmiştir. 3 kademe kinetik flotasyon konsantresi alındıktan sonra 20 g/t toplayıcı daha hücre içerisine ilave edilerek cevher kinetiğindeki değişimler incelenmiştir.

Şekil 4.25 ile Şekil 4.28 arasında ekleme sırasının ve toplayıcısız flotasyonun çinko flotasyon performansına etkileri incelenmiştir. Deney koşulları ve sonuçlarının ayrıntılı tabloları Ek 2b’de sunulmuştur.

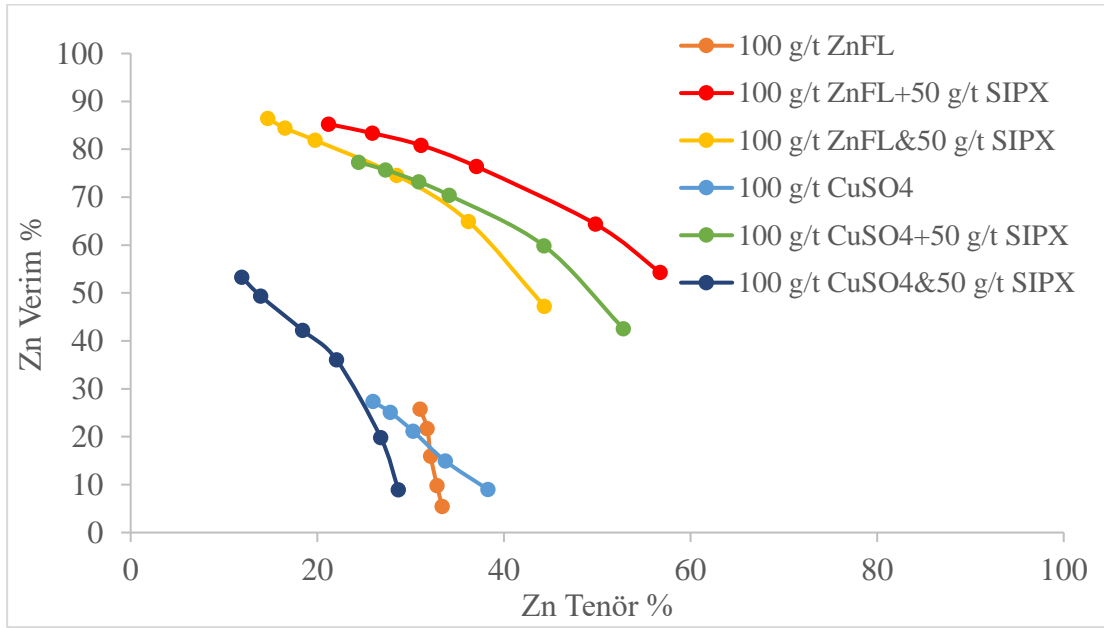


Şekil 4.25. Su verimine bağlı kütle kazanımı

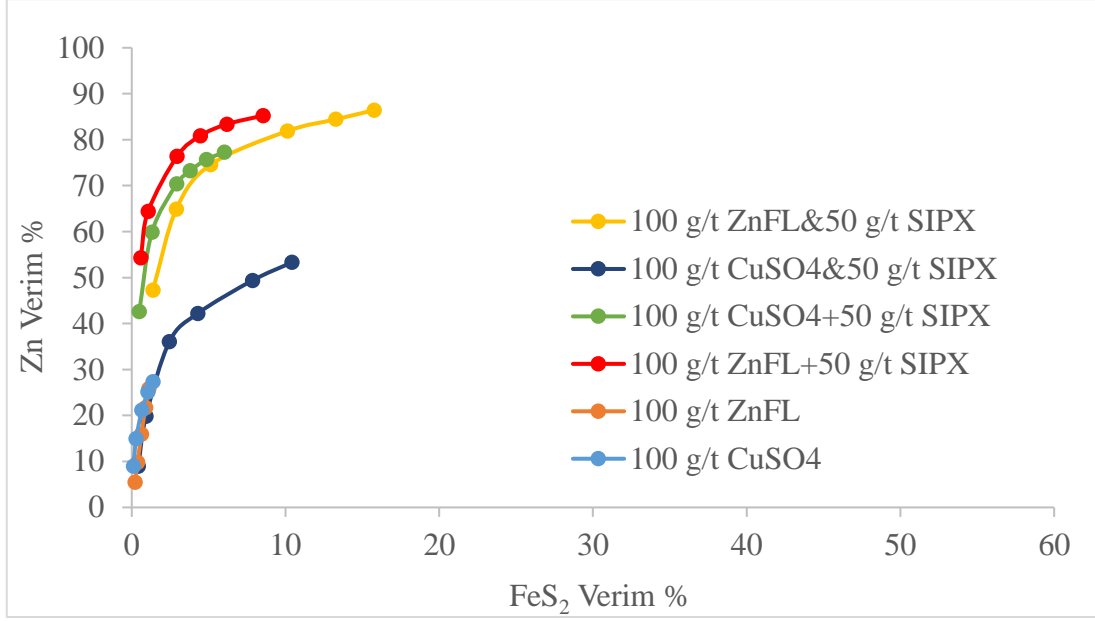
Şekil 4.25’te katı kazanımı su verimi ilişkisi incelendiğinde toplayıcının eklendiği koşullarda özellikle katı kazanımlarında %10-15’lik bir artış olduğu görülmektedir. Toplayıcı ve canlandırıcının aynı anda eklendiği koşulda katı kazanımında ekstra %5’lik bir artış daha olmaktadır.



Şekil 4.26. Zamana bağlı kümülatif çinko verimi



Şekil 4.27. Çinko tenörüne bağlı kümülatif Zn verimi



Şekil 4.28. Kümülatif pirit verimine bağlı kümülatif Zn verimi

Şekil 4.26 ve Şekil 4.27'deki sonuçlar incelenecek olur ise, bakır sülfatın toplayıcıyla aynı anda hücre içerisine eklendiği test ile ayrı ayrı kondisyonlanarak eklendiği test arasında kümülatif çinko verimleri arasında neredeyse %30'luk, tenörler açısından ise %10'dan daha yüksek bir fark oluşmuştur. Bu sonuçlar, bakır sülfatın kondisyonlanma süresine ihtiyacı olduğunu ve toplayıcı ile birlikte eklendiğinde hem kendisinin hem de toplayıcının etkinliğini %30 oranında düşürdüğünü göstermektedir.

Yapılan deneylerde kütle kazanımının en yüksek olduğu test (Şekil 4.25) 100 g/t ZnFL ve 50 g/t SIPX'in aynı anda eklendiği test olmuştur ve buna bağlı olarakta pirit veriminde diğer testlere oranla %5-6 arasında bir artış gözlemlenmiştir (Şekil 4.28).

En yüksek çinko verimine 100 g/t ZnFL'nin toplayıcıyla birlikte kullanıldığı testlerde ulaşılmıştır (Şekil 4.26). Testlerde ZnFL'nin toplayıcı ile birlikte veya ayrı ayrı eklenerek koşullandırıldığı testlerde çinko verimi açısından hiçbir fark olmazken çinko tenörlerinde (Şekil 4.27) çok az düşüş olmuştur ki bu da pirit miktarının flotasyonundaki artıştan dolayıdır (Şekil 4.28). Bir diğer anlamda ZnFL, canlandırıcı için ayrı bir koşullandırma süresine gerek duymaksızın toplayıcı ile birlikte eklenerek kullanılabilmesinin ve aynı verimlere ulaşılabilmesinin bir göstergesidir. Bu sonuç canlandırıcı için kondisyonlamanın uzun tutulduğu ve büyük hacimli tanklar kullanıldığı göz önünde

bulundurulursa ZnFL'nin kullanılabilceği devrelerde canlandırıcı için ekstra bir koşullandırıcı tanka ihtiyaç duyulmayacağını göstermektedir.

#### **4.5. ZnFL-CuSO<sub>4</sub> Kimyasallarının Ekonomik Anlamda Kıyaslanması**

Sülfürlü kurşun çinko cevheri ve masif piritli çinko cevheri üzerinde yapılan temizlemeli açık devre flotasyon testleri sonucunda ZnFL kimyasalının bakır sülfata kıyasla 1/5 oranında dozaj düşürüldüğünde bile aynı performansı yakaladığı gözlemlenmiştir. Bu sebeple bu cevher için ZnFL kimyasalı canlandırıcı olarak kullanıldığında elde edilecek tahmini kazanç kabaca, yıllık %80 kapasite ile 100 ton/saat çalışan bir tesiste çalışıldığını varsayarak yapılmıştır. Bu tesiste bu koşullarda CuSO<sub>4</sub> ve ZnFL kimyasalların dozaj maliyetleri (\$/kg) ve yıllık üretilecek çinko metalinden elde edilecek tahmini kazanç hesaplamaları yapılarak karşılaştırılmıştır. Bu hesaplamalarda kullanılan eşitlikler aşağıda sıralanmıştır ve CuSO<sub>4</sub> ile ZnFL'nin yıllık ekonomik kıyaslaması Çizelge 4.7'de özetlenmiştir. Ekonomik hesaplamalar sülfürlü kurşun çinko cevheri için 250 g/t CuSO<sub>4</sub> ve 50 g/t ZnFL, masif piritli çinko cevheri için ise 500 g/t CuSO<sub>4</sub> ve 100 g/t ZnFL ile yapılan simülasyon sonuçlarına göre elde edilecek çinko konsantre miktarı ve tenörü baz alınarak yapılmıştır.

Yapılan hesaplamalarda CuSO<sub>4</sub>'ın satış fiyatı 2 \$/kg [40] ve ZnFL'nin satış fiyatı 4 \$/kg [38] olarak alınmıştır. Ayrıca 1 ton Zn metalinin bir tonunun değeri 11 Ekim 2019 tarihinde Londra Metal Borsası'ndan (2440 \$/ton) alınmıştır.

$$\text{Yıllık Besleme} = 100 \text{ t/h} \times 24 \times 365 \times 0.8 = 700800 \text{ ton}$$

$$\text{Saatlik kazanılan Zn metali miktarı (t/saat)} = \text{Konsantre tonajı} \times \text{Konsantre tenörü} / 100$$

$$\text{Zn metali (ton/yıl)} = \text{Zn metali (t/saat)} \times 24 \times 365 \times 0.8$$

$$\text{Yıllık Kazanılan Zn metali Değeri} = \text{Zn metali (ton/yıl)} \times \text{Zn değeri (2440 \$/ton)}$$

$$\text{Yıllık Reaktif Sarfiyatı (kg): CuSO}_4 \text{ (Masif Piritli Çinko Cevheri): Yıllık Besleme (700800 t) \times \text{Reaktif Sarfiyatı (0.5 kg/t)} = 350400 \text{ kg CuSO}_4$$

$$\text{ZnFL: Yıllık Besleme (700800 t) \times Reaktif Sarfiyatı (0.1 kg/t)} = 70080 \text{ kg ZnFL}$$

$$\text{Yıllık Reaktif Sarfiyat (\$): CuSO}_4 \text{ (Masif Piritli Çinko Cevheri): Yıllık Kimyasal Sarfiyat (350400 kg) \times Reaktif maliyeti (2 \$/kg)} = 700800 \text{ \$}$$

$$\text{ZnFL: Yıllık Kimyasal Sarfiyat (70080 kg) \times Reaktif maliyeti (4 \$/kg)} = 280320 \text{ \$}$$

$$\text{Net Kazanç (\$/yıl)} = \text{Zn metali (\$/yıl)} - \text{Kimyasal maliyeti (\$/yıl)}$$

Çizelge 4.7. CuSO<sub>4</sub>-ZnFL yıllık kazanç kıyaslaması

	Sülfürlü Pb-Zn Cevheri		Masif Piritli Çinko Cevheri	
	Zn Konsantre		Zn Konsantre	
	CuSO <sub>4</sub>	ZnFL	CuSO <sub>4</sub>	ZnFL
<b>Tonaj (ton/saat)</b>	10,105	9,838	4,061	3,754
<b>Tenör %</b>	39,766	39,671	52,005	58,465
<b>Zn Metal (ton/saat)</b>	4,02	3,90	2,11	2,19
<b>Zn Metal (ton/yıl)</b>	28160,63	27351,05	14800,36	15380,99
<b>Zn Değeri (\$/t)</b>	2440	2440	2440	2440
<b>Zn Metali (\$/yıl)</b>	68711929,7	66736570,6	36112870,4	37529617,8
<b>Kimyasal Sarfiyatı (kg/t)</b>	0,25	0,05	0,5	0,1
<b>Kimyasal Maliyeti (\$/kg)</b>	2	4	2	4
<b>Kimyasal Sarfiyatı (kg/yıl)</b>	175200	35040	350400	70080
<b>Kimyasal Maliyeti (\$/yıl)</b>	350400	140160	700800	280320
<b>Net Kazanç (\$/yıl)</b>	68361529,7	66596410,6	35412070,4	37249297,8
<b>ZnFL-CuSO<sub>4</sub></b>	<b>-1765119,12</b>		<b>1837227,39</b>	

Yapılan hesaplamalar sonucunda (Çizelge 4.7), Masif piritli çinko cevheri için çinko aşamasında canlandırıcı olarak ZnFL kimyasalı kullanılırsa yıllık  $\text{CuSO}_4$ 'e kıyasla 2 milyon dolara yakın daha fazla bir kazanç söz konusudur. Fakat Sülfürlü kurşun çinko cevheri için aynı durum söz konusu değildir. ZnFL dozajı beş kat daha düşük kullanılmış olmasına rağmen konsantre tonajının  $\text{CuSO}_4$ 'te daha fazla olması sebebiyle yıllık tahmini kazançlarda bakır sülfat daha iyi sonuç vermiştir.

Ekonomik hesaplamalarda masif piritli çinko cevherinde ZnFL'nin kondisyonlanarak kullanıldığı test sonuçları kullanılmıştır. ZnFL'nin kondisyonlanmaya ihtiyacı olmadığı düşünülecek olunur ise tesis kurulum aşamasındaki harcamalar arasında bulunan kondisyoner tankının satın alımı ve tesis çalışması sırasında kondisyoner tankının elektrik harcaması, bakım maliyetleri vb. giderler de eklendiği zaman iki kimyasal arasındaki yıllık kazanç farkı ZnFL lehine daha da artacaktır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında, çinko cevherlerinin canlandırılmasında bakır sülfata alternatif olduğu düşünülen ZnFL isimli kimyasal ile üç farklı çinko cevheri üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda her cevher için sırasıyla piknometre, öğütme kalibrasyonu, kinetik flotasyon testleri ve açık devre flotasyon testleri yapılmıştır. Açık devre flotasyon testlerinin simülasyonları yapılarak kapalı devre olması durumundaki koşullar tahmin edilmeye çalışılmıştır ve bu testlerden elde edilen çinko konsantrelerine temas açısı ölçümleri yapılarak, canlandırıcıların sfalerit yüzeyinin hidrofobikliğine etkisi incelenmiştir.

Temas açısı ölçümleri kurşun çinko cevheri ve masif piritli çinko cevherinin çinko konsantrelerinden parlak kesit hazırlanarak ve bu kesitler üzerinden üç tekrarlı ölçüm yapılarak gerçekleştirilmiştir. Her iki cevherde de saf su ve canlandırıcıların tek başına eklenmesi ile köpük-tane etkileşimi gözlemlenmemiştir. Kurşun çinko cevherinde köpük tane etkileşimi ZnFL+SIPX ile ortalama 67,67 derecelik bir açı verirken,  $\text{CuSO}_4$ +SIPX ile 60,67 derecelik bir açı vermiştir. Masif piritli çinko cevherinde ise, ZnFL+SIPX ile yapılan temas açısı ölçümleri sonucunda bu değer 70,67 derece iken,  $\text{CuSO}_4$ +SIPX ile yapılan ölçümlerde ortalama 65,67 derecelik bir açı vermiştir. Bu sonuçlara göre, çalışılan her iki mineral için de sfalerit mineralinin hidrofobiklik derecesinin ZnFL ile  $\text{CuSO}_4$ 'e göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Bu da ZnFL'nin sfalerit yüzeyine daha



çok yerden ve daha kuvvetli bir şekilde soğurulduğunun bir göstergesi olabilir çünkü ZnFL'nin içerdiği aktif bakır miktarı  $\text{CuSO}_4$ 'e göre oldukça düşüktür.

Kurşun çinko cevherinde bakır sülfat ve ZnFL için belirlenen dozajlar kinetik flotasyon testleri sonucunda sırası ile 250 ve 50 g/t olarak sonuçlanmıştır ve bu dozajlarda tekrarlı açık devre flotasyon testleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan testler sonucunda çinko kaba flotasyonu verimleri aynı sonuçları vermiştir fakat nihai çinko konsantrisi açısından bakır sülfatlı testte Zn tenörü %45,44 iken ZnFL ile yapılan testte %42,34 değerinde kalmıştır. Konsantre verimi bakır sülfatlı (%82,18) testin ZnFL'ye (49,07) oranla çok daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Bu testlere JK SimFloat v6.4 ile madde denkliği ve kapalı devre simülasyonları yapılmıştır. Simülasyonlar her bir cevher için besleme mineral içerikleri ve her bir flotasyon hücresinin kademeli mineral verimleri hesaplanarak gerçekleştirilmiştir. Her hücrenin mineral verimleri açık devre temizlemeli flotasyon testlerinin madde denkliği sonuçları kullanılarak hesaplandıktan sonra bu değerler sabit kabul edilmiş ve JKSimFloat v6.4 programında hücrelerin hesaplanan mineral verimleri girilerek simülasyonları yapılmıştır. Simülasyonlar sonucu her iki canlandırıcı ile de aynı konsantre verim ve tenörüne ulaşılmıştır. Dolayısıyla bu cevher için ZnFL  $\text{CuSO}_4$ 'e alternatif bir canlandırıcı olabilecektir.

Kompleks bakır kurşun çinko cevherinde ise ZnFL ile yapılan testlerde çinko verimi açısından olumlu sonuçlar alınamamıştır. Bu cevher için bu aşamada ZnFL,  $\text{CuSO}_4$ 'e bir alternatif olması mümkün değildir. Bu sebeple, bu cevherde açık devre flotasyon testlerine devam edilmemiştir.

Masif piritli çinko cevherinde toplayıcısız kinetik flotasyon testleri yapılmıştır. Bu testlerin amacı cevherde seçimli flotasyon ile gelmeyen çinko minerali miktarını belirlemektir. Sonrasında toplayıcı eklemesi olmadan sadece bakır sülfat ve sadece ZnFL eklenerek canlandırıcıların çinko üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Toplayıcı ve canlandırıcı eklemesi olmayan testte çinko verimi %14,90 olmuştur. Bu değer flotasyonda seçimli olarak gelmeyen (canlandırıcı ya da toplayıcıya ihtiyaç duymaksızın yüzme eğiliminde olan), doğal hidrofobik ya da su ile taşınan (entrainment) sfalerit olarak da nitelendirilebilmektedir. Sadece canlandırıcılar ile yapılan testlerde çinko verimlerinde %10'luk bir artış gözlemlenmektedir. Verimdeki bu artış kabul edilebilir düzeylerde olduğu için canlandırıcı olarak kullanılan ZnFL ve  $\text{CuSO}_4$ 'ün cevher üzerinde toplayıcı rolünün olmadığı söylenebilmektedir.

Masif piritli çinko cevherine yapılan kinetik testler sonucunda optimum bakır sülfat dozajı 500 g/t, ZnFL dozajı ise 100 g/t olarak belirlenmiştir. Bu dozajlarda kullanılan kimyasallar için çinko verimleri %80 değerlerinde seyretmiştir.

ZnFL'nin toplayıcı ile çökeltme yapmadığının bilinmesi sebebiyle ZnFL ve CuSO<sub>4</sub> kimyasalları aynı dozajlarda (100 g/t) toplayıcı ile aynı anda eklenerek kinetik flotasyon testleri gerçekleştirilmiş ve böylece devrede canlandırıcı için bir kondisyonere ihtiyaç olup olmadığının belirlenmesi sağlanmıştır. Yapılan testlerde CuSO<sub>4</sub> ve toplayıcının birlikte eklendiği testte verimde %50 değerlerine kadar düşüş gözlemlenirken, ZnFL ve toplayıcının birlikte eklendiği testte Zn kaba flotasyonu verimi %79,50 olmuştur ve ZnFL'nin toplayıcıdan ayrı olarak koşullandırmaya ihtiyaç duymadığı ortaya konulmuştur.

Masif piritli çinko cevherine uygulanan açık devre flotasyon testlerinde, diğer koşullar sabit tutularak 500 g/t CuSO<sub>4</sub> ve 100 g/t ZnFL ile tekrarlı testler yapılmıştır. Yapılan testler sonucunda nihai çinko konsantresi çinko tenörleri %60 değerlerinde seyretmiştir. Bu tenör değerlerine ZnFL ile %48,84 verim ile ulaşılırken, bakır sülfatta verim %30,55 değerinde kalmıştır. Test 10 ve Test 14'e JK SimFloat v6.4 ile madde denkliği ve kapalı devre simülasyonları yapılmıştır.

Masif Piritli Çinko cevherine yapılan testler sonucunda ZnFL dozajı (100 g/t), bakır sülfata (500 g/t) oranla 5 kat daha az kullanılmış olmasına rağmen aynı verim ve tenör değerlerine ulaşmıştır. ZnFL ve CuSO<sub>4</sub> fiyatları arasında 2:1 oranı olduğu öğrenilmiştir. Buna göre, 100 g/t ZnFL, 200 g/t CuSO<sub>4</sub> ile aynı maliyettedir. Bu sebeple masif piritli çinko cevherinde ZnFL ile çalışılması durumunda her ton başına 300 g CuSO<sub>4</sub> kar edilmesi mümkündür. Bu sonuç 100 t/h kapasite ile çalışan bir tesis için düşünüldüğünde simülasyon sonuçlarına göre sonuçlanan verim, tenör ve tonaj değerleri de hesaba katıldığında ZnFL'nin CuSO<sub>4</sub>'e oranla 2 milyon dolara yakın kar ettireceği düşünülmektedir.

Çalışmalar sonunda;

- Kurşun-Çinko cevheri için ZnFL'nin alternatif bir canlandırıcı olduğunu göstermektedir. Fakat ekonomik analizler sonucunda bakır sülfat kullanmanın tesis için daha karlı olduğu görülmektedir.

- Kompleks sülfürlü bakır-kurşun-çinko cevheri için ZnFL, CuSO<sub>4</sub>'e alternatif bir canlandırıcı olmadığı sonucuna varılmıştır. Sebepleri için daha detaylı yüzey analizleri yapılması gerekmektedir.
- Masif piritli çinko cevherinde ZnFL'nin CuSO<sub>4</sub>'e alternatif bir canlandırıcı olduğu çok açık olmakla birlikte bu cevher için ZnFL kullanıldığında hem konsantre kalitesi artmakta hem de reaktif maliyeti düşmekte ve yüksek oranlarda kar elde etmek mümkün olmaktadır.

ZnFL'nin mineral yüzeyine soğurulma şeklinin, detaylı yüzey görüntüleme yöntemleri (XPS, Raman Spektroskopisi vb.) ile incelenmesi ve soğurum mekanizmasının anlaşılması farklı cevherlerde bu reaktifin kontrollü bir şekilde kullanılması açısından son derece önemlidir.

Ayrıca ZnFL içeren atık suyun tesiste geri döndürüldüğünde flotasyon tesisine olan etkilerinin de incelenmesi bu reaktifin tesiste kullanımı öncesinde yapılması gereken detay çalışmalarından bir diğeridir.

## KAYNAKÇA

- [1] J.S.Laskowski, Q.Liu, Y.Zhang, Sphalerite activation: Flotation and electrokinetic studies, Minerals Engineering, Volume 10, Pages 787-802, 1997.
- [2] DPT, Metal Madenler (Kursun, Çinko, Kadmiyum). 8. Bes Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Metal Madenler Alt Komisyonu Kursun-Çinko-Kadmiyum Çalışma Grubu Raporu, DPT: 2628- ÖĐK 639, Ankara, 2001.
- [3] US Geology Survey Mineral Commodity Summaries 2019.
- [4] International Lead and Zinc Study Group, 2017.
- [5] London Metal Exchange, [www.lme.com](http://www.lme.com), 2019.
- [6] Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, [www.mapeg.gov.tr](http://www.mapeg.gov.tr), 2019.
- [7] Douglas G. Brookins, Eh-pH diagrams for Geochemistry, First Edition, 1988.
- [8] Au-Yeung, S.C.F., Bolton, G.L., Iron control in processes developed at Sherritt Gordon Mines, Iron control in hydrometallurgy, Edited by Bautista, R.G. et all. P.131-151, 1986.
- [9] Arauco, H., Doyle, F.M., Hydrolysis and precipitation of iron during first stage pressure leaching of zinc sulphide concentrates, edited by Bautista, R.g. et all SME-AIME, metallurgical reactor design and kinetics, p. 187-208, 1986.
- [10] Knuutila, K., Effect of semiconducting properties of mineral sulphides on electrochemical dissolution (in Finnish), Hlesinki University of Technology TKK-V-C44, Espoo, 1985.
- [11] Fugleberg, S., Finnish expert report on best available techniques in zinc production, Finnish Environment Institute, ISSN: 1238-7321, 1999.
- [12] Demopoulos, G.P., Baldwin, S.A., Stoichiometric and kinetic aspects on the pressure leaching of zinc concentrates, In:Mishra, B.(Ed), TMS Annual Meeting, San Diego, p.567-583, 1999.
- [13] Forward, F.A., Veltman H., Direct leaching of zinc sulphide concentrate by Sherrit Gordon, J. Met. 11.p. 836-840, 1959.
- [14] Parker, E.G., Oxidative pressure leaching of zinc concentrate, CIM Bull. 74 (5). p. 145-150, 1961.
- [15] Majima, H., Awakura, Y., Misaki, N., A Kinetic Study on Nonoxidative

Dissolution of Sphalerite in Aqueous Hydrochloric Acid Solutions, Metallurgical Transactions 12B. p. 645-649, 1981.

- [16] Mizoguchi, T., Habashi, F., The aqueous oxidation of complex sulphide concentrates in hydrochloric acid, Int. J. Miner. Process. 8. p. 177-193, 1981.
- [17] Çopur, Solubility of ZnS concentrate containing pyrite and chalcopyrite in HNO<sub>3</sub> solutions, Biochem. Eng. Q.15 (4) p.181-184, 2001.
- [18] A.M. Gaudin, Flotation. McGraw-Hill, 1957.
- [19] N. Arbiter and C. C. Harris, "Flotation machines," *Froth Flotation*, vol. 50, pp. 347-364, 1962.
- [20] Wills B.S., Munn T.N., Mineral Processing Technology, Seventh Edition, 2006.
- [21] Finkelstein, N.P., The activation of sulphide minerals for flotation: a review. International Journal of Mineral Processing 52, 120– 181, 1997.
- [22] Bulatovic, S.M., Handbook of Flotation Reagents, Elsevier Science & Technology Books, 5-40, 2007.
- [23] F. Azgomi, C. O. Gomez, J. A. Finch Frother persistence: A measure using gas holdup Minerals Engineering, Volume 22, Issues 9–10, August–September, Pages 874-878, 2009.
- [24] Cytec Mining Chemical Handbook, s:94-95,106, 2002.
- [25] The activation of sphalerite by lead-a flotation perspective W.J. Trahar, G.D. Senior\*, G.W. Heyes, M.D. Creed CSIRO Division of Minerals, Box 312, Rosebank MDC, Clayton, Vic. 3169, Australia 1996.
- [26] Gerson, A.R., Lange, A.G., Prince, K.E., Smart, R.S., The mechanism of copper activation of sphalerite. Appl. Surf. Sci. 137, 207–223, 1999.
- [27] Jain, S., Fuerstenau, D.W., Activation in the flotation of sphalerite. In: Forssberg, E. (Ed.), Flotation of Sulphide Minerals. Elsevier, Amsterdam, pp. 159–174, 1985.
- [28] Kartio, I.J., Basilio, C.I., Yoon, R.H., An XPS study of sphalerite activation by copper. Langmuir 14, 5274–5278, 1998.
- [29] Prestidge, C.A., Skinner, W.M., Ralston, J., Roger, R.S.C., Copper(II) activation and cyanide deactivation of zinc sulphide under mildly alkaline conditions. Appl. Surf. Sci. 108, 333–344, 1997.
- [30] Ralston, J., Healy, T.W., Activation of zinc-sulfide with Cu(II), Cd(II) and Pb (II).1. activation in weakly acidic media. Int. J. Miner. Process 7, 175–201, 1980a.

- [31] Ralston, J., Healy, T.W., Activation of zinc-sulfide with Cu(II), Cd(II) and Pb(II) activation in neutral and weakly alkaline media. *Int. J. Miner. Process* 7,203–217, 1980b.
- [32] Wang, X.G., Forssberg, E., Bolin, N.J., Effect of oxygen on Cu(II) adsorption by sphalerite in acidic to neutral pH media. *Scand. J. Metall.* 18, 243–250, 1989b.
- [33] Characterisation of sphalerite and pyrite surfaces activated by copper sulphate Majid Ejtemaei, Anh V. Nguyen *Minerals Engineering*, Volume 100, Pages 223-232, 2017.
- [34] N. M. Can, ‘Kökenin ve Galvanik Etkileşimin Piritin temas açısına etkisi, Yüksek Lisans Tezi’, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 1997.
- [35] Z. Ekmekçi, ‘Balya Pb-Zn Cevheri Flotasyon Testleri’ Ankara, 2017.
- [36] Z. Ekmekçi, ‘Optimization of Flotation Conditions of MZ&MZP Ores’, Ankara, 2017
- [37] Z. Ekmekçi, Ö. Bıçak, "Gediktepe Report Phase 3," Ankara, 2017.
- [38] H. Harman, Metal-Kim Sanayi Limited Şirketi, [www.metalkim.com](http://www.metalkim.com) , 2017.
- [39] Laskowski, J.S., Liu, Q., Zhan, Y., Sphalerite activation: flotation and electrokinetic studies. *Min. Eng.*10, 787–802, 1997.
- [40] Balmumcu Kimya, [www.balmumcukimya.com](http://www.balmumcukimya.com), 2019.

## EKLER

### EK 1. CEVHERLERİN PİKNOMETRE SONUÇLARI

#### EK 1.a. Pb-Zn Cevheri

	P1 (Piknometre)	P2 (Pik+Malz)	P3 (Pik+Malz+Su)	P4 (Pik+Su)	Yoğunluk
1	28.2166	33.6791	83.4665	79.7862	3.0650
2	24.6063	27.9276	52.2064	49.9672	3.0693
3	28.2191	36.8637	85.6025	79.7820	3.0610
<b>ORTALAMA</b>					3.065

#### EK 1.b. Kompleks Sülfürlü Cu-Pb-Zn Cevheri

	P1 (Piknometre)	P2 (Pik+Malz)	P3 (Pik+Malz+Su)	P4 (Pik+Su)	Yoğunluk
1	18.8780	24.4340	118.0980	113.8478	4.2549
2	18.0435	25.1018	73.0305	67.7342	4.0058
<b>ORTALAMA</b>					4.13

#### EK 1.c. Masif Piritli Çinko Cevheri

	P1 (Piknometre)	P2 (Pik+Mal)	P3 (Pik+Mal+Su)	P4 (Pik+Su)	Yoğunluk
1	17.9171	22.2421	70.8805	67.7590	3.5937
2	24.5765	28.0592	52.2021	49.7090	3.5193
<b>Average</b>					3.56

## EK 2. FLOTASYON TEST KOŞULLARI VE SONUÇLAR

EK 2.a. Pb-Zn Cevheri Deneylerin Özet Tablosu

TEST	Test 1		Feed: 1 kg	% katı: 33	Hücre	2.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1450 rpm		
Öğütme	6	dakika	P80: 180 µm		Amaç	250 g/t CuSO4				
	Kimyasallar					Zaman (Dakika)				
	Kireç	ZnSO <sub>4</sub>	PEX	DOW 250		Kondisyonlama	Froth	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	1%	ul						
Öğütme		2 kg/t						8.2	10	
Pb Kaba	2ml		0.1 kg/t	20		2+1	3	9.02	-74	2.5
	Kireç	CuSO <sub>4</sub>	PAX	DOW 250		Kondisyonlama	Froth	Ph	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	1%	ul						
Kondisyonlama	10 ml	250 g/t				10		11.56	-102	
Zn C1			0.2 kg/t	20		2+1	0.5	11.52	-141	2.5
Zn C2							0.5			
Zn C3							1			
Zn C4							2			
Zn C5							2			



Test 1	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	g	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
<b>Pb Kaba</b>	72.2	8.72	1.92	19.16	39.31	8.18	65.31	35.81	85.17	15.62
<b>Zn C1</b>	70	8.45	0.499	8.11	2.91	38.51	16.46	14.70	6.11	71.29
<b>Zn C2</b>	13.1	1.58	0.401	9.48	3.02	11.64	2.47	3.21	1.19	4.03
<b>Zn C3</b>	15.8	1.91	0.378	9.64	3.14	7.81	2.81	3.94	1.49	3.26
<b>Zn C4</b>	19.4	2.34	0.247	7.34	2.25	3.42	2.26	3.69	1.31	1.75
<b>Zn C5</b>	14.2	1.71	0.149	5.01	1.66	1.95	1.00	1.84	0.71	0.73
<b>Atık</b>	623.6	75.29	0.033	2.28	0.215	0.201	9.69	36.81	4.02	3.31
<b>Besleme</b>	828.3	100.00	0.256	4.664	4.023	4.565	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>Zn Besleme</b>	756.1	91.28	0.10	3.28	0.65	4.22	34.69	64.19	14.83	84.38

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	g	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
<b>Zn C1</b>	70	8.45	0.499	8.11	2.91	38.51	16.46	14.70	6.11	71.29
<b>Zn C1+C2</b>	83.1	10.03	0.48	8.33	2.93	34.27	18.93	17.91	7.30	75.32
<b>Zn C1+C2+C3</b>	98.9	11.94	0.47	8.54	2.96	30.05	21.74	21.85	8.79	78.58
<b>Zn C1+C2+C3+C4</b>	118.3	14.28	0.43	8.34	2.84	25.68	24.00	25.54	10.10	80.34
<b>Zn C1+C2+C3+C4+C5</b>	132.5	16.00	0.40	7.98	2.72	23.14	25.00	27.38	10.81	81.07

Su Verimi					Su Verimi %	Küm. Su Verimi
	Dara	Su (Önce)	Su (Sonra)	Yaş Ağırlık		
Pb Kaba	115	477.2	372.6	505	9.82	9.82
Zn C1	115	415.6	386.3	314.3	4.60	4.60
Zn C2	115	524	513.9	217.4	3.65	8.25
Zn C3	115	352.4	320	293.2	5.98	14.23
Zn C4	115	385.2	328.8	433.7	11.18	25.42
Zn C5	115	390	329.6	417	10.47	35.89

TEST	Test 2		Besleme: 1 kg	% katı: 33	Hücre	2.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1450 rpm		
Öğütme	6	dakika	P80: 180 µm		Amaç	50 g/t CuSO4				
	Kimyasallar					Zaman (Dakika)				
	Kireç	ZnSO <sub>4</sub>	PEX	DOW 250		Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	1%	ul						
Öğütme		2 kg/t						8.2	10	
Pb Kaba	2ml		0.1 kg/t	20		2+1	3	9.02	-74	2.5
	Kireç	CuSO <sub>4</sub>	PAX	DOW 250		Kondisyonlama	Flotasyon	Ph	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	1%	ul						
Kondisyonlama	10 ml	50 g/t				10		11.56	-102	
Zn C1			0.2 kg/t	20		2+1	0.5	11.52	-141	2.5
Zn C2							0.5			
Zn C3							1			
Zn C4							2			
Zn C5							2			

Test 2	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	g	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Pb Kaba	74.3	9.11	1.14	13.39	37.4	7.5	56.65	29.40	83.86	15.05
Zn C1	70	8.58	0.553	10.88	3.36	33.59	25.89	22.51	7.10	63.51
Zn C2	13.1	1.61	0.427	8.52	3.36	23.03	3.74	3.30	1.33	8.15
Zn C3	15.8	1.94	0.322	7.25	3.19	14.27	3.40	3.39	1.52	6.09
Zn C4	19.4	2.38	0.173	5.51	2.17	5.52	2.24	3.16	1.27	2.89
Zn C5	14.2	1.74	0.12	4.08	1.48	2.57	1.14	1.71	0.63	0.99
Atık	609	74.65	0.017	2.03	0.233	0.202	6.92	36.54	4.28	3.32
Besleme	815.8	100.00	0.183	4.148	4.062	4.538	100.00	100.00	100.00	100.00
Zn Besleme	741.5	90.89	0.09	3.22	0.72	4.24	43.35	70.60	16.14	84.95

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	g	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Zn C1	70	8.58	0.553	10.88	3.36	33.59	25.89	22.51	7.10	63.51
Zn C1+C2	83.1	10.19	0.53	10.51	3.36	31.93	29.63	25.81	8.43	71.66
Zn C1+C2+C3	98.9	12.12	0.50	9.99	3.33	29.10	33.04	29.19	9.95	77.75
Zn C1+C2+C3+C4	118.3	14.50	0.45	9.25	3.14	25.24	35.28	32.35	11.22	80.64
Zn C1+C2+C3+C4+C5	132.5	16.24	0.41	8.70	2.96	22.81	36.42	34.06	11.85	81.63

Su Verimi					Su Verimi %	Küm. Su Verimi
	Dara	Su (Önce)	Su (Sonra)	Yaş Ağırlık		
Pb Kaba	115	392.6	265	537.5	10.16	10.16
Zn C1	115	386.3	366	381	8.09	8.09
Zn C2	115	513.9	502.5	263.6	5.71	13.80
Zn C3	115	320	284	317.6	6.94	20.74
Zn C4	115	328.8	275	472.6	13.09	33.84
Zn C5	115	329.6	274	454.8	12.43	46.27

TEST	Test 3		Besleme: 1 kg	% katı: 33	Hücre	2.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1450 rpm		
Öğütme	6	dakika	P80: 180 µm		Amaç	250 g/t ZnFL				
	Kimyasallar					Zaman (Dakika)				
	Kireç	ZnSO <sub>4</sub>	PEX	DOW 250		Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	1%	ul						
Öğütme		2 kg/t						8.2	10	
Pb Kaba	2ml		0.1 kg/t	20		2+1	3	9.02	-74	2.5
	Kireç	ZnFL	PAX	DOW 250		Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	1%	1%	ul						
Kondisyonlama	10 ml	250 g/t				10		11.56	-102	
Zn C1			0.2 kg/t	20		2+1	0.5	11.52	-141	2.5
Zn C2							0.5			
Zn C3							1			
Zn C4							2			
Zn C5							2			

Test 3	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	g	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
<b>Pb Kaba</b>	70.5	8.57	1.19	15.67	41.64	6.24	51.88	30.50	83.70	10.85
<b>Zn C1</b>	76.4	9.28	0.523	8.58	3.52	40.31	24.71	18.09	7.67	75.99
<b>Zn C2</b>	16.1	1.96	0.316	8.18	2.39	9.64	3.15	3.64	1.10	3.83
<b>Zn C3</b>	20.6	2.50	0.312	9.97	2.13	7.32	3.97	5.67	1.25	3.72
<b>Zn C4</b>	29.6	3.60	0.231	6.58	2.14	2.44	4.23	5.38	1.81	1.78
<b>Zn C5</b>	9.8	1.19	0.153	5.34	1.57	2.35	0.93	1.44	0.44	0.57
<b>Atık</b>	600.1	72.91	0.03	2.13	0.236	0.22	11.13	35.28	4.04	3.26
<b>Besleme</b>	823.1	100.00	0.196	4.401	4.261	4.924	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>Zn Besleme</b>	752.6	91.43	0.10	3.35	0.76	4.80	48.12	69.50	16.30	89.15

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	g	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
<b>Zn C1</b>	76.4	9.28	0.523	8.58	3.52	40.31	24.71	18.09	7.67	75.99
<b>Zn C1+C2</b>	92.5	11.24	0.49	8.51	3.32	34.97	27.86	21.73	8.76	79.82
<b>Zn C1+C2+C3</b>	113.1	13.74	0.46	8.78	3.11	29.94	31.83	27.40	10.02	83.54
<b>Zn C1+C2+C3+C4</b>	142.7	17.34	0.41	8.32	2.91	24.23	36.06	32.78	11.82	85.32
<b>Zn C1+C2+C3+C4+C5</b>	152.5	18.53	0.39	8.13	2.82	22.83	36.99	34.22	12.26	85.89

Su Verimi					Su Verimi %	Küm. Su Verimi
	Dara	Su (Önce)	Su (Sonra)	Yaş Ağırlık		
Pb Kaba	115	265.1	163.6	443	7.18	7.18
Zn C1	115	366	341.2	346.3	5.99	5.99
Zn C2	115	502.5	488.4	245.8	4.63	10.62
Zn C3	115	284	249.5	330	7.36	17.98
Zn C4	115	275	213	531.5	14.96	32.94
Zn C5	115	274	246	306.4	7.07	40.01

TEST	Test 4		Besleme: 1 kg	% katı: 33	Hücre	2.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1450 rpm		
Öğütme	6	dakika	P80: 180 µm		Amaç	50 g/t ZnFL				
	Kimyasallar					Zaman (Dakika)				
	Kireç	ZnSO <sub>4</sub>	PEX	DOW 250		Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	1%	ul						
Öğütme		2 kg/t						8.2	10	
Pb Kaba	2ml		0.1 kg/t	20		2+1	3	9.02	-74	2.5
	Kireç	ZnFL	PAX	DOW 250		Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	1%	1%	ul						
Kondisyonlama	10 ml	50 g/t				10		11.56	-102	
Zn C1			0.2 kg/t	20		2+1	0.5	11.52	-141	2.5
Zn C2							0.5			
Zn C3							1			
Zn C4							2			
Zn C5							2			

Test 4	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	g	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
<b>Pb Kaba</b>	97.2	11.55	1.32	19.88	22.18	8.23	70.82	45.85	84.81	18.56
<b>Zn C1</b>	75.6	8.98	0.427	8.54	2	40.32	17.82	15.32	5.95	70.74
<b>Zn C2</b>	9.7	1.15	0.463	8.82	4.02	17.29	2.48	2.03	1.53	3.89
<b>Zn C3</b>	13.2	1.57	0.274	6.66	3.15	7.81	2.00	2.09	1.64	2.39
<b>Zn C4</b>	17	2.02	0.158	5.34	1.84	3.98	1.48	2.15	1.23	1.57
<b>Zn C5</b>	11.5	1.37	0.099	3.89	1.25	1.62	0.63	1.06	0.57	0.43
<b>Atık</b>	617.6	73.37	0.014	2.15	0.176	0.168	4.77	31.50	4.28	2.41
<b>Besleme</b>	841.8	100.00	0.215	5.007	3.020	5.119	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>Zn Besleme</b>	744.6	88.45	0.07	3.07	0.52	4.71	29.18	54.15	15.19	81.44

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	g	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
<b>Zn C1</b>	75.6	8.98	0.427	8.54	2	40.32	17.82	15.32	5.95	70.74
<b>Zn C1+C2</b>	85.3	10.13	0.43	8.57	2.23	37.70	20.30	17.35	7.48	74.63
<b>Zn C1+C2+C3</b>	98.5	11.70	0.41	8.32	2.35	33.70	22.29	19.43	9.12	77.02
<b>Zn C1+C2+C3+C4</b>	115.5	13.72	0.37	7.88	2.28	29.32	23.78	21.59	10.35	78.59
<b>Zn C1+C2+C3+C4+C5</b>	127	15.09	0.35	7.52	2.18	26.81	24.41	22.65	10.91	79.03

Su Verimi					Su Verimi %	Küm. Su Verimi
	Dara	Su (Önce)	Su (Sonra)	Yaş Ağırlık		
Pb Kaba	115	509.5	394.7	582.7	11.77	11.77
Zn C1	115	546.4	516	441	10.13	10.13
Zn C2	115	484.3	471.7	227.4	4.15	14.28
Zn C3	115	521.2	478	372.3	9.25	23.53
Zn C4	115	533	467.3	553	16.36	39.88
Zn C5	115	536.7	458.7	515.3	14.31	54.19



TEST	Test 5		Besleme: 1 kg	% katı: 33	Hücre	2.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1450 rpm		
Öğütme	6	dakika	P80: 180 µm		Amaç	250 g/t CuSO4 açık devre flotasyon testi				
	Kimyasallar					Zaman (Dakika)				
	Kireç	ZnSO <sub>4</sub>	PEX	DOW 250	Grind	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	1%	ul						
Öğütme		2 kg/t						8.2	10	
Pb Kaba	2ml		0.1 kg/t	20		2+1	3	9.13	-16	2.5
	Kireç	CuSO <sub>4</sub>	PAX	DOW 250	Grind	Kondisyonlama	Flotasyon	Ph	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	1%	ul						
Kondisyonlama	14 ml	0.25 kg/t				10		11.5	-33	
Zn Kaba			0.2 kg/t	20		2+1	3	11.49	-91	2.5
Zn Süpürme	2		0.2 kg/t	20		2+1	2	11.64	-86	2.5
Zn Temizleme 1	2.5			5+5		1	3	11.61	-68	1
Zn Temizleme 2	2			5		1	1.5	11.51	-49	1
Zn Temizleme 3	1			5				11.52	-85	0.5

Test 5	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Pb Kaba	60.2	7.35	1.94	21.12	28.42	5.16	58.46	34.32	75.98	8.21
Zn Süpürme Kons	20.9	2.55	0.37	10.41	2.81	4.78	3.85	5.87	2.61	2.64
Zn Temizleme 1 Atık	15.6	1.90	0.141	4.58	1.18	1.32	1.10	1.93	0.82	0.54
Zn Temizleme 2 Atık	5.1	0.62	0.55	12.02	4.09	7.99	1.40	1.65	0.93	1.08
Zn Temizleme 3 Atık	12.9	1.58	0.61	11.01	2.44	21.75	3.93	3.83	1.40	7.42
Zn Konsantre	62.8	7.67	0.55	7.92	3.60	45.44	17.13	13.43	10.04	75.43
Atık	641.4	78.32	0.044	2.25	0.289	0.276	14.13	38.96	8.23	4.68
Besleme	<b>818.9</b>	<b>100</b>	<b>0.24</b>	<b>4.52</b>	<b>2.75</b>	<b>4.62</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Zn Besleme	758.7	92.65	0.11	3.21	0.71	4.58	41.54	65.68	24.02	91.79

TEST	Test 6		Besleme: 1 kg	% katı: 33	Hücre	2.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1450 rpm		
Öğütme	6	dakika	P80: 180 µm		Amaç	50 g/t ZnFL açık devre flotasyon testi				
	Kimyasallar					Zaman (Dakika)				
	Kireç	ZnSO <sub>4</sub>	PEX	DOW 250		Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	1%	ul						
Öğütme		2 kg/t						8.31	14	
Pb Kaba	2ml		0.1 kg/t	20		2+1	3	9.33	-56	2.5
	Kireç	ZnFL	PAX	DOW 250		Kondisyonlama	Flotasyon	Ph	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	1%	ul						
Kondisyonlama	8 ml	0.05 kg/t				10		11.59	-97	
Zn Kaba			0.2 kg/t	20		2+1	3	11.61	-136	2.5
Zn Süpürme	0.5		0.2 kg/t	20		2+1	2	11.54	-148	2.5
Zn Temizleme 1	1			5+5		1	3	11.5	-112	1
Zn Temizleme 2	2			5		1	1.5	11.51	-74	1
Zn Temizleme 3	1			5		1	1	11.52	-71	0.5

Test 6	Ağırlık		Tenör (%)				Verim (%)			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Pb Kaba	62.5	7.68	1.46	18.7	25.4	5.32	55.08	31.57	69.43	9.11
Zn Süpürme Kons	29.5	3.63	0.13	4.8	1.61	3.37	2.33	3.82	2.08	2.73
Zn Temizleme 1 Atık	26.6	3.27	0.201	5.11	2.14	3.6	3.23	3.67	2.49	2.62
Zn Temizleme 2 Atık	25.3	3.11	0.55	10.69	5.87	15.7	8.46	7.31	6.50	10.89
Zn Temizleme 3 Atık	22	2.70	0.82	12.98	6.61	35.61	10.92	7.71	6.36	21.47
Zn Konsantre	42.7	5.25	0.52	10.19	4.09	42.34	13.40	11.75	7.64	49.56
Atık	605.1	74.36	0.018	2.09	0.208	0.218	6.57	34.16	5.50	3.62
Besleme	813.7	100.00	0.204	4.550	2.810	4.483	100	100	100	100
Zn Besleme	751.2	92.32	0.099	3.372	0.930	4.414	44.916	68.430	30.566	90.886

EK 2.b. Kompleks Sülfürlü Cu-Pb-Zn Cevheri Deneylerin Özet Tablosu

14.05.2019	Test 1	Besleme: 1 kg	% katı: 30				Hücre	2.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1550 rpm (30 lt/min air)	
Öğütme	20	dakika	P80: 45 µm				Amaç	600 g/t CuSO4			
Koşul	Kimyasallar, (gr/ton)						pH	Eh	Zaman (dakika)		
	CaO	MBS	3418 A	MIBC	CuSO4	SIBX			Kondisyonlama	Flotasyon	
Öğütme		500					6.97	25	20		
Ön Havalandırma									5		
Cu-Pb C1			15	10			6.48	-28	2+1	3	
Cu-Pb C2			15	10			6.77	-24	2+1	2	
Zn Flotasyonu	10										
Zn Kondisyonlama					600		9.48	-34	10		
Zn C1				10		60	9.48	-36	2+1	5	
Zn C2	1			10		30	10	-33	2+1	3	
Zn C3				10		30	9.6	-37	2+1	3	
Zn C4	2 ml			10		30	9.48	-37	2+1	2	

Test 1	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Cu-Pb C1	89.60	9.13	2.60	30.88	3.46	6.80	46.92	10.10	21.59	7.61
Cu-Pb C2	100	10.19	0.77	31.96	3.19	8.03	15.47	11.66	22.22	10.03
Zn C1	200.20	20.40	0.40	20.42	1.64	27.58	15.97	14.92	22.87	68.95
Zn C2	99.10	10.10	0.30	34.01	1.14	5.11	5.99	12.30	7.87	6.32
Zn C3	83.60	8.52	0.18	37.00	0.81	1.59	3.06	11.29	4.74	1.66
Zn C4	114.10	11.63	0.22	36.66	0.80	1.59	4.99	15.26	6.33	2.27
Artık	294.90	30.05	0.128	22.75	0.701	0.858	7.60	24.48	14.40	3.16
Besleme	981.50	100.00	0.51	27.92	1.46	8.16	100.00	100.00	100.00	100.00

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör %				Kümülatif Verim %			
	g	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
<b>Cu-Pb 1</b>	89.60	9.13	2.60	30.88	3.46	6.80	46.92	10.10	21.59	7.61
<b>Cu-Pb 1+2</b>	189.60	19.32	1.63	31.45	3.32	7.45	62.39	21.76	43.81	17.64
<b>Zn 1</b>	200.20	20.40	0.40	20.42	1.64	27.58	15.97	14.92	22.87	68.95
<b>Zn 1+2</b>	299.30	30.49	0.36	24.92	1.47	20.14	21.96	27.21	30.73	75.28
<b>Zn 1+2+3</b>	382.90	39.01	0.32	27.56	1.33	16.09	25.02	38.50	35.47	76.94
<b>Zn 1+2+3+4</b>	497.00	50.64	0.30	29.65	1.21	12.76	30.01	53.76	41.80	79.20

Su Verimi	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık	Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
<b>Bulk C1</b>	115	585	506	398.7	5.10	5.10
<b>Bulk C2</b>	115	612	517	412	4.52	9.62
<b>Zn C1</b>	115	546	294	834.4	11.83	11.83
<b>Zn C2</b>	115	591	479	496.8	7.56	19.39
<b>Zn C3</b>	115	506	446	422.5	7.26	26.65
<b>Zn C4</b>	115	517	430	503	8.28	34.93

14.05.2019	Test 2		Feed: 1 kg	% solid: 30			Cell	2.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1550 rpm (30 lt/min air)	
Öğütme	20	dakika	P80: 45 µm			Aim	300 g/t CuSO4				
Koşul	Kimyasallar, (gr/ton)						pH	Eh	Zaman (dakika)		
	CaO	MBS	3418 A	MIBC	CuSO4	SIBX			Kondisyonlar		Flotasyon
Öğütme		500					7.1	-20		20	
Ön Havalandırma							6.32	-29		5	
Cu-Pb C1			15	10			6.39	-22		2+1	3
Cu-Pb C2			15	10			6.76	-8		2+1	2
Zn Flotasyonu	10										
Zn Kondisyonlama					300		9.43	-12		10	
Zn C1				10		60	9.37	-45		2+1	5
Zn C2				10		30	9	-36		2+1	3
Zn C3	0.5			10		30	9.6	-28		2+1	3
Zn C4				10		30	9.7	-32		2+1	2

Test 2	Ağırlık		Tenör (XRF) %				Verim %			
	g	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Cu-Pb C1	50.70	5.11	3.37	30.63	3.64	6.97	33.88	5.44	11.93	4.20
Cu-Pb C2	82	8.27	1.49	34.36	4.72	9.04	24.23	9.87	25.01	8.81
Zn C1	190.60	19.23	0.50	23.07	2.23	27.23	18.75	15.40	27.46	61.67
Zn C2	64.30	6.49	0.31	31.64	1.45	10.74	3.98	7.13	6.02	8.21
Zn C3	83.60	8.43	0.19	33.42	0.89	5.85	3.15	9.79	4.83	5.81
Zn C4	56.00	5.65	0.16	35.55	0.75	2.73	1.74	6.97	2.70	1.82
Artık	464.20	46.82	0.155	27.92	0.735	1.72	14.27	45.40	22.05	9.49
Besleme	991.40	100.00	0.51	28.79	1.56	8.49	100.00	100.00	100.00	100.00

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör (XRF) %				Kümülatif Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
<b>Cu-Pb 1</b>	50.70	5.11	3.37	30.63	3.64	6.97	33.88	5.44	11.93	4.20
<b>Cu-Pb 1+2</b>	132.70	13.39	2.21	32.93	4.31	8.25	58.11	15.31	36.93	13.01
<b>Zn 1</b>	190.60	19.23	0.50	23.07	2.23	27.23	18.75	15.40	27.46	61.67
<b>Zn 1+2</b>	254.90	25.71	0.45	25.23	2.03	23.07	22.73	22.53	33.49	69.88
<b>Zn 1+2+3</b>	338.50	34.14	0.39	27.25	1.75	18.82	25.88	32.32	38.32	75.69
<b>Zn 1+2+3+4</b>	394.50	39.79	0.35	28.43	1.61	16.53	27.62	39.29	41.02	77.51

Su Verimi	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık	Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
<b>Bulk C1</b>	115	604	523	360.5	5.04	5.04
<b>Bulk C2</b>	115	607	506	409.2	4.92	9.97
<b>Zn C1</b>	115	590	335	876	13.97	13.97
<b>Zn C2</b>	115	611	513	469	8.49	22.46
<b>Zn C3</b>	115	523	469	470	9.63	32.09
<b>Zn C4</b>	115	506	394	433	6.64	38.73

14.05.2019	Test 3		Besleme: 1 kg	% katı: 30			Hücre	2.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1550 rpm (30 lt/min air)	
Öğütme	20	dakika	P80: 45 µm			Amaç	100 g/t CuSO4				
Koşul	Kimyasallar, (gr/ton)							Zaman (dakika)			
	CaO	MBS	3418 A	MIBC	CuSO4	SIBX	pH	Eh		Kondisyonlama	Flotasyon
Öğütme		500								20	
Ön Havalandırma							6.3	-28		5	
Cu-Pb C1			15	10			6.68	-13		2+1	3
Cu-Pb C2			15	10			6.76	-8		2+1	2
Zn Flotation	12										
Zn Kondisyonlama					100		9.1	-30		10	
Zn C1				10		60	8.98	-35		2+1	5
Zn C2				10		30	9.21	-32		2+1	3
Zn C3				10		30	8.94	-29		2+1	3
Zn C4				10		30	8.79	-27		2+1	2

Test 3	Ağırlık		Tenör (XRF) %				Verim %			
	g	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Cu-Pb C1	48.90	4.95	2.88	29.95	2.83	7.06	28.52	5.19	9.32	3.98
Cu-Pb C2	70.7	7.16	1.72	33.12	4.81	8.36	24.63	8.30	22.89	6.81
Zn C1	145.90	14.78	0.60	26.59	2.82	18.55	17.82	13.75	27.69	31.19
Zn C2	57.60	5.84	0.33	27.08	1.25	17.90	3.83	5.53	4.85	11.88
Zn C3	49.30	4.99	0.27	29.41	1.08	12.64	2.66	5.14	3.58	7.18
Zn C4	25.60	2.59	0.16	32.77	0.96	10.50	0.85	2.97	1.65	3.10
Artık	589.10	59.68	0.182	28.30	0.757	5.28	21.71	59.11	30.02	35.85
Besleme	987.10	100.00	0.50	28.57	1.51	8.79	100.00	100.00	100.00	100.00

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör (XRF) %				Kümülatif Verim %			
	g	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
<b>Cu-Pb 1</b>	48.90	4.95	2.88	29.95	2.83	7.06	28.52	5.19	9.32	3.98
<b>Cu-Pb 1+2</b>	119.60	12.12	2.19	31.82	4.00	7.83	53.15	13.49	32.21	10.79
<b>Zn 1</b>	145.90	14.78	0.60	26.59	2.82	18.55	17.82	13.75	27.69	31.19
<b>Zn 1+2</b>	203.50	20.62	0.53	26.73	2.38	18.37	21.64	19.28	32.54	43.08
<b>Zn 1+2+3</b>	252.80	25.61	0.47	27.25	2.12	17.25	24.30	24.42	36.12	50.26
<b>Zn 1+2+3+4</b>	278.40	28.20	0.45	27.76	2.02	16.63	25.14	27.40	37.78	53.36

Su Verimi	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık	Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
<b>Bulk C1</b>	115	552	475	366	5.54	5.54
<b>Bulk C2</b>	115	588.4	477	400	4.56	10.10
<b>Zn C1</b>	115	536.7	324	782	13.66	13.66
<b>Zn C2</b>	115	513.2	407	503	9.93	23.59
<b>Zn C3</b>	115	475	414	473	10.97	34.56
<b>Zn C4</b>	115	477	370	340	4.09	38.65



TEST	Test 4		Besleme: 1 kg	% katı: 33			Hücre	2.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1350 rpm	
Öğütme	20	dakika	P80: 45 µm (Rgh)			Amaç	300g/t ZnFL				
<b>GD Charge</b>											
<b>Kondisyonlama</b>	<b>Kimyasallar, (gr/ton)</b>							<b>Zaman (dakika)</b>			
	<b>CaO (%10)</b>	<b>MBS</b>	<b>3418 A</b>	<b>MIBC</b>	<b>ZnFL</b>	<b>SIBX</b>	<b>pH</b>	<b>Eh</b>	<b>Kondisyonlama</b>	<b>Flotasyon</b>	
Öğütme		500					7.03	-27			
Ön Havalandırma							6.55	-31	5.00		
Cu-Pb C1			15	10			6.84	-26	2+1	3	
Cu-Pb C2			15	10			6.77	178	2	2	
Zn Kondisyonlama	14				300		9.25	-25	10		
Zn C1				10		60	9.32	-45	2+1	5	
Zn C2				10		30	9.26	-37	2+1	3	
Zn C3				10		30	9.09	-35	2+1	3	
Zn C4				10		30	9.17	-41		2	

Test 4	Ağırlık		Tenör (XRF) %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Cu-Pb C1	85.00	8.66	2.88	31.65	3.74	7.86	47.45	9.80	21.44	8.29
Cu-Pb C2	76.8	7.82	1.30	34.09	3.90	9.52	19.35	9.54	20.20	9.07
ZnC1	145.90	14.86	0.39	27.43	2.28	16.78	11.09	14.58	22.44	30.37
ZnC2	53.9	5.49	0.31	28.48	1.47	14.26	3.25	5.59	5.34	9.54
ZnC3	46.40	4.73	0.26	27.99	1.15	11.34	2.32	4.73	3.60	6.53
ZnC4	35.80	3.65	0.22	29.36	0.95	9.08	1.53	3.83	2.30	4.03
Artık	538.00	54.80	0.144	26.49	0.68	4.82	15.02	51.92	24.68	32.17
Besleme	981.80	100.00	0.53	27.96	1.51	8.21	100.00	100.00	100.00	100.00

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör (XRF) %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
<b>Cu-Pb 1</b>	85.00	8.66	2.88	31.65	3.74	7.86	47.45	9.80	21.44	8.29
<b>Cu-Pb 1+2</b>	161.80	16.48	2.13	32.81	3.82	8.65	66.80	19.34	41.64	17.36
<b>Zn 1</b>	145.90	14.86	0.39	27.43	2.28	16.78	11.09	14.58	22.44	30.37
<b>Zn 1+2</b>	199.80	20.35	0.37	27.71	2.06	16.10	14.33	20.17	27.78	39.91
<b>Zn 1+2+3</b>	246.20	25.08	0.35	27.77	1.89	15.20	16.66	24.91	31.38	46.44
<b>Zn 1+2+3+4</b>	282.00	28.72	0.33	27.97	1.77	14.43	18.18	28.74	33.68	50.47

TEST	Test 5	Besleme: 1 kg	% katı: 33				Hücre	2.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1350 rpm	
Öğütme	20	dakika	P80: 45 µm (Rgh)				Amaç	100g/t ZnFL			
GD Charge											
Kondisyonlama	Kimyasallar, (gr/ton)							Zaman (Dakika)			
	CaO (%10)	MBS	3418 A	MIBC	ZnFL	SIBX	pH	Eh	Kondisyonlama	Flotasyon	
Öğütme		500					7.03	-57			
Ön Havalandırma							6.16	-53	5.00		
<b>Cu-Pb C1</b>			15	10			6.27	-45	2+1	3	
<b>Cu-Pb C2</b>			15	10			6.54	-43	2	2	
<b>Zn Kondisyonlama</b>	12				100		9.33	-57	10		
<b>Zn C1</b>				10		60	9.3	-59	2+1	5	
<b>Zn C2</b>				10		30	9.25	-61	2+1	3	
<b>Zn C3</b>				10		30	9.5	-60	2+1	3	
<b>Zn C4</b>				10		30	9.25	-67		2	

Test 5	Ağırlık		Tenör (XRF) %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Cu-Pb C1	49.60	5.04	3.09	29.07	3.05	7.06	34.50	5.17	10.16	4.16
Cu-Pb C2	71.9	7.31	1.45	30.24	3.98	7.26	23.47	7.80	19.23	6.20
Zn C1	152.30	15.49	0.56	30.28	2.86	11.70	19.06	16.54	29.26	21.18
Zn C2	49.6	5.04	0.30	28.26	1.54	11.54	3.36	5.03	5.13	6.80
Zn C3	43.20	4.39	0.27	28.59	1.34	11.47	2.64	4.43	3.89	5.89
Zn C4	23.90	2.43	0.20	27.87	1.18	10.50	1.10	2.39	1.89	2.98
Artık	592.80	60.29	0.119	27.58	0.764	7.49	15.88	58.64	30.43	52.78
Besleme	983.30	100.00	0.45	28.35	1.51	8.56	100.00	100.00	100.00	100.00

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör (XRF) %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Cu-Pb 1	49.60	5.04	3.09	29.07	3.05	7.06	34.50	5.17	10.16	4.16
Cu-Pb 1+2	121.50	12.36	2.12	29.76	3.60	7.18	57.97	12.97	29.39	10.37
Zn 1	152.30	15.49	0.56	30.28	2.86	11.70	19.06	16.54	29.26	21.18
Zn 1+2	201.90	20.53	0.49	29.78	2.54	11.66	22.42	21.57	34.40	27.98
Zn 1+2+3	245.10	24.93	0.45	29.57	2.32	11.63	25.06	26.00	38.29	33.87
Zn 1+2+3+4	269.00	27.36	0.43	29.42	2.22	11.53	26.15	28.39	40.18	36.86

Su Verimi					Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık		
Bulk C1	115	590	526	362	5.91	5.91
Bulk C2	115	570	485	392	5.32	11.23
Zn C1	115	555	394	928	22.13	22.13
Zn C2	115	576	482	582	14.32	36.45
Zn C3	115	526	471	590	16.69	53.14
Zn C4	115	485	417	462	11.30	64.44

TEST	Test 6		Feed: 1 kg	% solid: 33			Cell	2.5 lt Denv	Rotor ,rpm	1350 rpm	
Grinding	20	mins	P80: 45 µm (Rgh)				Aim	300 g/t ZnFL Tekrar			
<b>Koşul</b>	<b>Kimyasallar, (gr/ton)</b>							<b>Zaman (dakika)</b>			
	<b>CaO (%10)</b>	<b>MBS</b>		<b>3418 A</b>	<b>MIBC</b>	<b>ZnFL</b>	<b>SIBX</b>	<b>pH</b>	<b>Eh</b>	<b>Kondisyonlama</b>	<b>Flotasyon</b>
<b>Öğütme</b>		500									
<b>Ön Havalandırma</b>										5.00	
<b>Cu-Pb C1</b>				15	10					2+1	3
<b>Cu-Pb C2</b>				15	10					2	2
<b>Zn Kondisyonlama</b>	40					300				10	
<b>Zn C1</b>					10		60			2+1	5
<b>Zn C2</b>					10		30			2+1	3
<b>Zn C3</b>					10		30			2+1	3
<b>Zn C4</b>					10		30				2
<b>Zn C5</b>					10	5 ml	30			5+2+1	2

Test 6	Weights		XRF %				Recovery %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
<b>Cu-Pb C1</b>	58.10	5.98	2.52	30.92	2.88	8.57	32.01	6.09	8.44	5.60
<b>Cu-Pb C2</b>	74.8	7.70	1.80	36.17	7.48	9.97	29.44	9.17	28.21	8.39
<b>Zn C1</b>	177.30	18.25	0.37	30.40	3.58	13.30	14.50	18.28	32.01	26.54
<b>Zn C2</b>	54.7	5.63	0.21	30.12	1.91	13.21	2.49	5.59	5.27	8.13
<b>Zn C3</b>	48.00	4.94	0.19	29.33	1.59	11.02	1.94	4.77	3.85	5.95
<b>Zn C4</b>	31.30	3.22	0.17	29.05	1.40	11.45	1.18	3.08	2.21	4.03
<b>Artık</b>	527.20	54.27	0.16	29.65	0.753	6.97	18.44	53.01	20.02	41.35
<b>Besleme</b>	971.40	100.00	0.47	30.36	2.04	9.15	100.00	100.00	100.00	100.00

Kümülatif Toplam	Weights		XRF %				Recovery %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
<b>Cu-Pb 1</b>	58.10	5.98	2.52	30.92	2.88	8.57	32.01	6.09	8.44	5.60
<b>Cu-Pb 1+2</b>	132.90	13.68	2.11	33.87	5.47	9.36	61.45	15.27	36.65	14.00
<b>Zn 1</b>	177.30	18.25	0.37	30.40	3.58	13.30	14.50	18.28	32.01	26.54
<b>Zn 1+2</b>	232.00	23.88	0.33	30.33	3.19	13.28	16.99	23.87	37.27	34.67
<b>Zn 1+2+3</b>	280.00	28.82	0.31	30.16	2.91	12.89	18.93	28.64	41.12	40.62
<b>Zn 1+2+3+4</b>	311.30	32.05	0.30	30.05	2.76	12.75	20.11	31.72	43.33	44.65

Su Verimi					Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık		
<b>Bulk C1</b>	115	575	488	387	5.62	5.62
<b>Bulk C2</b>	115	586	491	386	4.48	10.10
<b>Zn C1</b>	115	578	427	859	18.41	18.41
<b>Zn C2</b>	115	586	505	568	14.05	32.46
<b>Zn C3</b>	115	488	446	493	12.76	45.22
<b>Zn C4</b>	115	491	380	354	4.28	49.50

14.05.2019	Test 7		Besleme: 1 kg	% katı: 30			Hücre	2.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1550 rpm (30 lt/min air)	
Öğütme	20	dakika	P80: 45 µm			Amaç	300 g/t ZnFL Tekrar 2				
Koşul	Kimyasallar, (gr/ton)						pH	Eh	Zaman (dakika)		
	CaO	MBS	3418 A	MIBC	ZnFL	SIBX			Kondisyonlama	Flotasyon	
Öğütme		500					6.97	25		20	
Ön Havalandırma										5	
Cu-Pb Bulk Rgh 1			15	10			6.48	-28		2+1	3
Cu-Pb Bulk Rgh 2			15	10			6.77	-24		2+1	2
Zn Flotasyonu	10										
Zn Kondisyonlama					300		9.48	-34		10	
Zn C1				10		60	9.48	-36		2+1	5
Zn C2	1			10		30	10	-33		2+1	3
Zn C3				10		30	9.6	-37		2+1	3
Zn C4	2 ml			10		30	9.48	-37		2+1	2

Test 7	Ağırlık		Tenör (XRF) %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Cu-Pb C1	45.20	4.65	2.12	32.36	3.01	8.81	22.51	4.93	7.18	4.97
Cu-Pb C2	34.2	3.52	2.79	29.78	4.47	7.53	22.42	3.43	8.07	3.21
Zn C1	145.40	14.95	0.64	29.05	5.10	16.46	21.80	14.24	39.15	29.84
Zn C2	56.30	5.79	0.31	27.45	2.08	14.32	4.13	5.21	6.18	10.05
Zn C3	52.00	5.35	0.28	25.80	1.67	12.44	3.40	4.52	4.59	8.07
Zn C4	27.90	2.87	0.27	27.63	1.51	11.50	1.76	2.60	2.22	4.00
Artık	611.30	62.87	0.167	31.56	1.01	5.23	23.99	65.06	32.60	39.86
Besleme	972.30	100.00	0.44	30.50	1.95	8.25	100.00	100.00	100.00	100.00

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör (XRF) %				Kümülatif Verim %			
	g	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
<b>Cu-Pb 1</b>	45.20	4.65	2.12	32.36	3.01	8.81	22.51	4.93	7.18	4.97
<b>Cu-Pb 1+2</b>	79.40	8.17	2.41	31.25	3.64	8.26	44.93	8.37	15.26	8.18
<b>Zn 1</b>	145.40	14.95	0.64	29.05	5.10	16.46	21.80	14.24	39.15	29.84
<b>Zn 1+2</b>	201.70	20.74	0.55	28.60	4.26	15.86	25.92	19.45	45.34	39.89
<b>Zn 1+2+3</b>	253.70	26.09	0.49	28.03	3.73	15.16	29.32	23.98	49.92	47.96
<b>Zn 1+2+3+4</b>	281.60	28.96	0.47	27.99	3.51	14.80	31.08	26.58	52.15	51.96

Su Verimi	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık	Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
<b>Bulk C1</b>	115	528.9	426.6	431.8	7.50	7.50
<b>Bulk C2</b>	115	522.6	408.3	375.4	4.96	12.45
<b>Zn C1</b>	115	516.5	232.4	955.8	18.22	18.22
<b>Zn C2</b>	115	532.5	432.2	535	11.67	29.88
<b>Zn C3</b>	115	498	341.6	601.9	12.33	42.22
<b>Zn C4</b>	115	534.4	411	461.1	8.63	50.84

14.05.2019	Test 8		Besleme: 1 kg	% katı: 30			Hücre	2.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1550 rpm (30 lt/min air)	
Öğütme	20	dakika	P80: 45 µm			Amaç	300 g/t CuSO4 Tekrar				
Koşul	Kimyasallar, (gr/ton)						Zaman (dakika)				
	CaO	MBS	3418 A	MIBC	CuSO4	SIBX	pH	Eh		Kondisyonlama	Flotasyon
Öğütme		500					6.97	25		20	
Ön Havalandırma										5	
Cu-Pb Bulk Rgh 1			15	10			6.48	-28		2+1	3
Cu-Pb Bulk Rgh 2			15	10			6.77	-24		2+1	2
Zn Flotasyonu	10										
Zn Kondisyonlama					300		9.48	-34		10	
Zn C1				10		60	9.48	-36		2+1	5
Zn C2	1			10		30	10	-33		2+1	3
Zn C3				10		30	9.6	-37		2+1	3
Zn C4	2 ml			10		30	9.48	-37		2+1	2

Test 8	Ağırlık		Tenör (XRF) %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Cu-Pb C1	38.10	3.82	2.45	32.71	2.97	7.98	19.29	3.98	5.75	4.13
Cu-Pb C2	38.2	3.83	3.40	32.39	5.31	8.27	26.85	3.95	10.31	4.29
Zn C1	182.20	18.26	0.59	26.88	4.72	24.35	22.37	15.64	43.70	60.25
Zn C2	78.40	7.86	0.33	27.12	0.95	11.30	5.40	6.79	3.78	12.03
Zn C3	56.50	5.66	0.30	30.06	1.70	5.20	3.50	5.42	4.88	3.99
Zn C4	39.70	3.98	0.21	30.99	1.29	2.80	1.71	3.93	2.60	1.51
Artık	564.50	56.59	0.179	33.44	1.01	1.8	20.89	60.28	28.97	13.80
Besleme	997.60	100.00	0.48	31.39	1.97	7.38	100.00	100.00	100.00	100.00



Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör (XRF) %				Kümülatif Verim %			
	g	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
<b>Cu-Pb 1</b>	38.10	3.82	2.45	32.71	2.97	7.98	19.29	3.98	5.75	4.13
<b>Cu-Pb 1+2</b>	76.30	7.65	2.93	32.55	4.14	8.13	46.14	7.93	16.06	8.42
<b>Zn 1</b>	182.20	18.26	0.59	26.88	4.72	24.35	22.37	15.64	43.70	60.25
<b>Zn 1+2</b>	260.60	26.12	0.52	26.95	3.59	20.42	27.77	22.43	47.49	72.28
<b>Zn 1+2+3</b>	317.10	31.79	0.48	27.51	3.25	17.71	31.27	27.85	52.37	76.27
<b>Zn 1+2+3+4</b>	356.80	35.77	0.45	27.89	3.03	16.05	32.98	31.78	54.97	77.78

Su Verimi	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık	Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
<b>Bulk C1</b>	115	426.6	327	348	4.22	4.22
<b>Bulk C2</b>	115	408.3	334.5	330	4.56	8.78
<b>Zn C1</b>	115	536.7	257.3	957.5	16.87	16.87
<b>Zn C2</b>	115	435.2	327.7	560.2	11.48	28.35
<b>Zn C3</b>	115	341.6	211	592.4	12.86	41.21
<b>Zn C4</b>	115	534.4	282.2	511.6	4.64	45.85

EK 2.c. Masif Piritli Çinko Cevheri DeneYlerin Özet Tablosu

TEST	Test 1		Besleme: 1.7 kg	% katı: 33	Hücre	4.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1850 rpm				
Öğütme	30	dk	P80: 38 µm		Amaç	500 g/t CuSO4+SIPX Kinetik Test						
	Kimyasallar (gr/t)					Zaman (dakika)						
	Na <sub>2</sub> S	ZnSO <sub>4</sub>	MBS	Na-Afloat	MIBC	Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi	
	10%	10%	10%	g/t	ul							
Öğütme	0.5 kg/t	1 kg/t	3 kg/t			30			7.07	-223		
Talk Flotasyonu					20ul		1	5				
Cu Kaba 1				60	25ul		2+1	3	7.07	-230		
Cu Kaba 2				15			2	3	6.68	-22		
Cu Kaba 3				15			2	3	7.17	83		
	Kireç	CuSO <sub>4</sub>	SIPX	MIBC			Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi	
	10%	10%	1%	ul								
Kondisyonlanma	36 ml	500 g/t					10		11.5	-69	4.5 lt	
Zn C1			30 g/t	10 µl			2+1	0.5				
Zn C2								1				
Zn C3			20 g/t				2	4.5				
Zn C4								1				
Zn C5								2				
Zn C6								4				

Test 1	Ağırlık		XRF %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Talk Konsantre	17.30	1.06	1.15	29.32	0.414	4.56	1.61	0.93	1.60	1.63
Cu Kaba	44.60	2.73	12.81	25.37	2.09	8.43	46.29	2.07	20.85	7.78
Zn C1	55.80	3.42	1.22	11.91	0.549	48.12	5.52	1.21	6.85	55.58
Zn C2	24.80	1.52	1.77	26.21	0.577	19.79	3.56	1.19	3.20	10.16
Zn C3	55.40	3.39	1.56	32.48	0.526	6.8	7.00	3.29	6.52	7.80
Zn C4	25.40	1.55	1.08	37.81	0.48	3.56	2.22	1.75	2.70	1.87
Zn C5	23.80	1.46	1.01	35.91	0.49	3.08	1.95	1.56	2.59	1.52
Zn C6	30.10	1.84	0.80	35.07	0.34	1.64	1.96	1.93	2.30	1.02
Atık	1356.40	83.03	0.27	34.75	0.18	0.45	29.89	86.08	53.39	12.63
Besleme	1633.60	100.00	0.76	33.52	0.27	2.96	100.00	100.00	100.00	100.00

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Zn C1	55.80	3.42	1.22	11.91	0.55	48.12	5.52	1.21	6.85	55.58
Zn C1+C2	80.60	4.93	1.39	16.31	0.56	39.40	9.07	2.40	10.05	65.74
Zn C1+C2+C3	136.00	8.33	1.46	22.90	0.54	26.12	16.08	5.69	16.57	73.54
Zn C1+C2+C3+C4	161.40	9.88	1.40	25.24	0.53	22.57	18.30	7.44	19.27	75.41
Zn C1+C2+C3+C4+C5	185.20	11.34	1.35	26.61	0.53	20.07	20.25	9.00	21.86	76.93
Zn C1+C2+C3+C4+C5+C6	215.30	13.18	1.27	27.80	0.50	17.49	22.20	10.93	24.16	77.95

Su Verimi	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık	Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
Talk Flotasyonu	115	559.4	449.3	563	8.24	8.24
Cu Rgh	115	583.5	282.2	1010.5	14.12	14.12
Zn C1	115	470.3	440.6	269.6	1.78	1.78
Zn C2	115	356.6	333.5	258.6	2.46	4.23
Zn C3	115	571.7	408.2	744	10.53	14.77
Zn C4	115	465	428.8	268.3	2.36	17.12
Zn C5	115	406.7	349.6	376.3	4.63	21.76
Zn C6	115	553.5	425.8	671.6	10.24	32.00

TEST	Test 2		Besleme: 1.7 kg	% katı: 33	Hücre	4.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1850 rpm				
Öğütme	30	dk	P80: 38 µm		Amaç	100 g/t CuSO4+SIPX Kinetik Test						
	Kimyasallar (gr/t)					Zaman (dakika)						
	Na <sub>2</sub> S	ZnSO <sub>4</sub>	MBS	Na-Afloat	MIBC		Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	10%	g/t	ul							
Öğütme	0.5 kg/t	1 kg/t	3 kg/t				30			7.07	-223	
Talk Flotasyonu					20ul			1	5			
Cu Kaba 1				60	25ul			2+1	3	7.07	-230	
Cu Kaba 2				15				2	3	6.68	-22	
Cu Kaba 3				15				2	3	7.17	83	
	Kireç	CuSO <sub>4</sub>	SIPX	MIBC				Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	1%	ul								
Kondisyonlama	36 ml	100 g/t						10		11.5	-69	4.5 lt
Zn C1			30 g/t	10 µl				2+1	0.5			
Zn C2									1			
Zn C3			20 g/t					2	4.5			
Zn C4									1			
Zn C5									2			
Zn C6									4			

Test 2	Ağırlık		XRF %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Talk Konsantre	20.50	1.22	1.19	27.88	0.437	4.75	1.83	1.01	1.98	1.83
Cu Kaba	57.10	3.39	11.17	25.26	1.71	7.33	47.97	2.55	21.54	7.87
Zn C1	38.70	2.29	1.42	8.01	0.474	52.81	4.13	0.55	4.05	38.44
Zn C2	26.20	1.55	2.25	19	0.695	31.7	4.43	0.88	4.02	15.62
Zn C3	34.10	2.02	2.23	27.57	0.709	14.84	5.72	1.66	5.33	9.52
Zn C4	14.90	0.88	1.47	32.42	0.73	9.10	1.65	0.85	2.41	2.55
Zn C5	19.20	1.14	1.23	31.28	0.52	6.19	1.78	1.06	2.20	2.24
Zn C6	18.80	1.11	1.20	34.55	0.54	4.00	1.70	1.15	2.26	1.41
Atık	1456.80	86.39	0.28	35.06	0.18	0.75	30.79	90.29	56.23	20.52
Besleme	1686.30	100.00	0.79	33.55	0.27	3.15	100.00	100.00	100.00	100.00

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Zn C1	38.70	2.29	1.42	8.01	0.47	52.81	4.13	0.55	4.05	38.44
Zn C1+C2	64.90	3.85	1.76	12.45	0.56	44.29	8.57	1.43	8.06	54.06
Zn C1+C2+C3	99.00	5.87	1.92	17.66	0.61	34.14	14.29	3.09	13.39	63.58
Zn C1+C2+C3+C4	113.90	6.75	1.86	19.59	0.63	30.87	15.93	3.94	15.80	66.13
Zn C1+C2+C3+C4+C5	133.10	7.89	1.77	21.27	0.61	27.31	17.71	5.01	18.00	68.36
Zn C1+C2+C3+C4+C5+C6	151.90	9.01	1.70	22.92	0.60	24.42	19.41	6.15	20.26	69.78

Su Verimi					Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık		
Talk Flotasyonu	115	449.3	364	502.8	7.24	7.24
Cu Rgh	115	579.7	288.7	1108	16.57	16.57
Zn C1	115	440.6	415.2	256.8	2.00	2.00
Zn C2	115	333.5	313.7	290.4	3.32	5.32
Zn C3	115	408.2	275.3	657.7	9.65	14.97
Zn C4	115	428.8	392.2	250.7	2.16	17.13
Zn C5	115	349.6	283.5	375	4.49	21.62
Zn C6	115	425.7	304.7	519	6.79	28.41

TEST	Test 3		Besleme: 1.7 kg	% katı: 33	Hücre	4.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1850 rpm				
Öğütme	30	dk	P80: 38 µm		Amaç	500 g/t ZnFL+SIPX Kinetik Test						
	Kimyasallar (gr/t)					Zaman (dakika)						
	Na <sub>2</sub> S	ZnSO <sub>4</sub>	MBS	Na-Afloat	MIBC		Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	10%	g/t	ul							
Öğütme	0.5 kg/t	1 kg/t	3 kg/t				30			7.07	-223	
Talk Flotasyonu					20ul			1	5			
Cu Kaba 1				60	25ul			2+1	3	7.07	-230	
Cu Kaba 2				15				2	3	6.68	-22	
Cu Kaba 3				15				2	3	7.17	83	
	Kireç	ZnFL	SIPX	MIBC				Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	1%	1%	ul								
Kondisyonlama	36 ml	500 g/t								11.5	-69	4.5 lt
Zn C1			30 g/t	10 µl				1	0.5			
Zn C2									1			
Zn C3			20 g/t						4.5			
Zn C4									1			
Zn C5									2			
Zn C6									4			

Test 3	Ağırlık		XRF %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Talk Konsantre	27.80	1.66	1.24	30.51	0.396	4.69	2.65	1.54	2.56	2.41
Cu Kaba	49.20	2.94	11.91	25.56	1.8	8.02	45.02	2.28	20.60	7.28
Zn C1	49.90	2.98	1.81	9.29	0.692	56.82	6.94	0.84	8.03	52.32
Zn C2	19.20	1.15	2.68	20.98	0.688	27.52	3.95	0.73	3.07	9.75
Zn C3	42.20	2.52	2.11	27.34	0.627	11.18	6.84	2.09	6.16	8.71
Zn C4	24.70	1.47	1.27	31.69	0.46	6.04	2.41	1.42	2.65	2.75
Zn C5	23.20	1.38	1.20	33.63	0.49	3.95	2.14	1.41	2.64	1.69
Zn C6	35.70	2.13	0.93	35.21	0.36	2.26	2.55	2.28	2.99	1.49
Atık	1404.00	83.78	0.26	34.37	0.16	0.53	27.50	87.42	51.28	13.60
Besleme	<b>1675.90</b>	<b>100.00</b>	<b>0.78</b>	<b>32.94</b>	<b>0.26</b>	<b>3.23</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Zn C1	49.90	2.98	1.81	9.29	0.69	56.82	6.94	0.84	8.03	52.32
Zn C1+C2	69.10	4.12	2.05	12.54	0.69	48.68	10.89	1.57	11.11	62.07
Zn C1+C2+C3	111.30	6.64	2.07	18.15	0.67	34.46	17.73	3.66	17.26	70.78
Zn C1+C2+C3+C4	136.00	8.12	1.93	20.61	0.63	29.30	20.14	5.08	19.92	73.53
Zn C1+C2+C3+C4+C5	159.20	9.50	1.82	22.51	0.61	25.61	22.28	6.49	22.56	75.22
Zn C1+C2+C3+C4+C5+C6	194.90	11.63	1.66	24.83	0.56	21.33	24.83	8.77	25.55	76.71

Su Verimi					Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık		
Talk Flotasyonu	115	357.6	270.8	580.5	9.01	9.01
Cu Rgh	115	556.5	220	1036.2	13.76	13.76
Zn C1	115	350	322	272.2	2.04	2.04
Zn C2	115	432.5	411.2	256.8	2.60	4.64
Zn C3	115	423.4	274	778.4	12.12	16.76
Zn C4	115	505.3	465	281	2.59	19.35
Zn C5	115	477	406.7	410	5.18	24.53
Zn C6	115	502.5	362.5	728	11.23	35.76

TEST	Test 4		Besleme: 1.7 kg	% katı: 33		Hücre		4.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1850 rpm				
Öğütme	30	dk	P80: 38 µm			Amaç		100 g/t ZnFL+SIPX Kinetik Test						
	Kimyasallar (gr/t)					Zaman (dakika)								
	Na <sub>2</sub> S	ZnSO <sub>4</sub>	MBS	Na-Afloat		MIBC			Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	10%	g/t		ul								
Öğütme	0.5 kg/t	1 kg/t	3 kg/t						30			7.07	-223	
Talk Flotasyonu						20ul				1	5			
Cu Kaba 1				60		25ul				2+1	3	7.07	-230	
Cu Kaba 2				15						2	3	6.68	-22	
Cu Kaba 3				15						2	3	7.17	83	
	Kireç	ZnFL	SIPX	MIBC					Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	1%	1%	ul										
Kondisyonlama	36 ml	0.1 kg/t								10		11.5	-69	4.5 lt
Zn C1			30 g/t	10 µl						2+1	0.5			
Zn C2											1			
Zn C3			20 g/t							2	4.5			
Zn C4											1			
Zn C5											2			
Zn C6											4			



Test 4	Ağırlık		XRF %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Talk Konsantre	22.50	1.32	1.15	27.66	0.399	4.61	1.99	1.05	1.79	1.91
Cu Kaba	42.20	2.48	13.61	22	1.98	8.55	44.10	1.57	16.70	6.63
Zn C1	47.60	2.79	1.68	8.48	0.588	56.74	6.14	0.68	5.59	49.65
Zn C2	16.70	0.98	2.83	18.78	0.794	30.1	3.63	0.53	2.65	9.24
Zn C3	38.30	2.25	2.45	30.21	0.85	15.6	7.20	1.96	6.51	10.98
Zn C4	26.70	1.57	1.36	33.39	0.61	8.29	2.79	1.51	3.26	4.07
Zn C5	30.80	1.81	0.98	32.69	0.41	4.07	2.31	1.70	2.51	2.30
Zn C6	39.80	2.34	0.81	34.54	0.36	2.35	2.46	2.33	2.90	1.72
Atık	1439.00	84.47	0.27	36.41	0.20	0.51	29.39	88.66	58.09	13.49
Besleme	<b>1703.60</b>	<b>100.00</b>	<b>0.76</b>	<b>34.69</b>	<b>0.29</b>	<b>3.19</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Zn C1	47.60	2.79	1.68	8.48	0.59	56.74	6.14	0.68	5.59	49.65
Zn C1+C2	64.30	3.77	1.98	11.16	0.64	49.82	9.77	1.21	8.24	58.89
Zn C1+C2+C3	102.60	6.02	2.15	18.27	0.72	37.05	16.97	3.17	14.75	69.88
Zn C1+C2+C3+C4	129.30	7.59	1.99	21.39	0.70	31.11	19.76	4.68	18.01	73.94
Zn C1+C2+C3+C4+C5	160.10	9.40	1.80	23.56	0.64	25.91	22.07	6.38	20.52	76.25
Zn C1+C2+C3+C4+C5+C6	199.90	11.73	1.60	25.75	0.59	21.22	24.53	8.71	23.42	77.97

Su Verimi					Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık		
Talk Flotasyonu	115	548.7	450.7	524.7	7.43	7.43
Cu Rgh	115	559	260	894.5	11.26	11.26
Zn C1	115	526.8	497.2	268.5	1.96	1.96
Zn C2	115	455.4	432.5	247.8	2.39	4.35
Zn C3	115	564.7	423.5	744	11.55	15.90
Zn C4	115	547.3	505.3	286.3	2.64	18.54
Zn C5	115	543	477	442.5	5.93	24.46
Zn C6	115	450.7	357.6	707	11.79	36.26

TEST	Test 5		Besleme: 1.7 kg	% kati: 33	Hücre	4.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1850 rpm				
Öğütme	30	dk	P80: 38 µm		Amaç				Reaktifsiz			
	Kimyasallar (gr/t)					Zaman (dakika)						
	Na <sub>2</sub> S	ZnSO <sub>4</sub>	MBS	Na-Afloat	MIBC		Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	10%	g/t	ul							
Öğütme	0.5 kg/t	1 kg/t	3 kg/t				30			7.07	-223	
Talk Flotasyonu					20ul			1	5			
Cu Kaba 1				60	25ul			2+1	3	7.07	-230	
Cu Kaba 2				15				2	3	6.68	-22	
Cu Kaba 3				15				2	3	7.17	83	
	Kireç			MIBC			Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%			ul								
Kondisyonlama	36 ml									11.5	-69	4.5 lt
Zn C1				10 µl				1	2			
Zn C2									2			
Zn C3									4			
Zn C4									4			
Zn C5									4			

Test 5	Weights		XRF %				Recovery %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Talk Konsantre	7.00	0.41	1.32	25.30	0.58	4.18	0.75	0.31	0.88	0.51
Cu Kaba	34.70	2.03	18.62	23.94	2.76	5.95	52.17	1.43	20.89	3.60
Zn C1	6.50	0.38	5.04	24.73	1.09	31.25	2.65	0.28	1.55	3.54
Zn C2	3.40	0.20	3.41	22.03	1.27	30.25	0.94	0.13	0.94	1.79
Zn C3	8.60	0.50	2.22	20.79	1.23	25.88	1.54	0.31	2.31	3.88
Zn C4	7.60	0.45	1.39	17.20	1.10	21.18	0.85	0.23	1.82	2.81
Zn C5	8.90	0.52	1.20	17.18	1.03	18.46	0.86	0.26	2.00	2.87
Atık	1628.70	95.50	0.31	34.55	0.20	2.85	40.24	97.06	69.62	80.99
Besleme	<b>1705.40</b>	<b>100.00</b>	<b>0.73</b>	<b>34.00</b>	<b>0.27</b>	<b>3.36</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Zn C1	6.50	0.38	5.04	24.73	1.09	31.25	2.65	0.28	1.55	3.54
Zn C1 + C2	9.90	0.58	4.48	23.80	1.15	30.91	3.58	0.41	2.49	5.34
Zn C1+C2+C3	18.50	1.08	3.43	22.40	1.19	28.57	5.12	0.71	4.79	9.22
Zn C1+C2+C3+C4	26.10	1.53	2.84	20.89	1.16	26.42	5.98	0.94	6.62	12.03
Zn C1+C2+C3+C4+C5	35.00	2.05	2.42	19.94	1.13	24.39	6.84	1.20	8.62	14.90

Su Verimi					Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık		
Zn C1	115	566.3	491.1	385	4.83	4.83
Zn C2	115	603	542.4	309.5	3.38	8.21
Zn C3	115	568.6	494.8	420.7	5.75	13.96
Zn C4	115	542.4	453.6	391.5	4.64	18.61
Zn C5	115	494.8	429.1	359.4	4.35	22.95

TEST	Test 6	Besleme: 1.7 kg	% katı: 33	Hücre	4.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1850 rpm					
Öğütme	30 dk	P80: 38 µm		Amaç	100 g/t CuSO4							
	Kimyasallar (gr/t)						Zaman (dakika)					
	Na <sub>2</sub> S	ZnSO <sub>4</sub>	MBS	Na-Afloat	MIBC	Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi	
	10%	10%	10%	g/t	ul							
Öğütme	0.5 kg/t	1 kg/t	3 kg/t			30			7.07	-223		
Talk Flotasyonu					20ul		1	5				
Cu Kaba 1				60	25ul		2+1	3	7.07	-230		
Cu Kaba 2				15			2	3	6.68	-22		
Cu Kaba 3				15			2	3	7.17	83		
	Kireç	CuSO4	SIPX	MIBC		Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi	
	10%	10%	1%	ul								
Kondisyonlama	42 ml	0.1 kg/t					10		11.52	-48	4.5 lt	
Zn C1				10 µl			1	2				
Zn C2	4 ml							2				
Zn C3								4				
Zn C4								4				
Zn C5								4				

Test 6	Weights		XRF %				Recovery %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Talk Konsantre	13.20	0.78	1.30	28.56	0.44	5.04	1.30	0.66	1.27	1.34
Cu Kaba	44.40	2.62	14.49	20.99	2.27	6.40	48.61	1.63	21.98	5.72
Zn C1	10.80	0.64	2.36	7.59	0.49	38.30	1.93	0.14	1.16	8.33
Zn C2	9.60	0.57	2.12	11.92	0.51	28.60	1.54	0.20	1.07	5.53
Zn C3	11.80	0.70	2.24	19.51	0.67	24.30	2.00	0.40	1.71	5.78
Zn C4	9.40	0.55	1.85	25.08	0.63	19.45	1.31	0.41	1.30	3.68
Zn C5	7.00	0.41	1.78	27.14	0.55	14.84	0.94	0.33	0.83	2.09
Atık	1588.80	93.73	0.35	34.63	0.20	2.11	42.38	96.22	70.68	67.52
<b>Besleme</b>	<b>1695.00</b>	<b>100.00</b>	<b>0.78</b>	<b>33.74</b>	<b>0.27</b>	<b>2.93</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Zn C1	10.80	0.64	2.36	7.59	0.49	38.30	1.93	0.14	1.16	8.33
Zn C1 + C2	20.40	1.20	2.25	9.63	0.50	33.74	3.46	0.34	2.23	13.86
Zn C1+C2+C3	32.20	1.90	2.24	13.25	0.56	30.28	5.46	0.75	3.94	19.64
Zn C1+C2+C3+C4	41.60	2.45	2.16	15.92	0.58	27.83	6.77	1.16	5.24	23.32
Zn C1+C2+C3+C4+C5	48.60	2.87	2.10	17.54	0.57	25.96	7.72	1.49	6.07	25.41

Su Verimi					Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık		
Zn C1	115	424.6	354.3	357.2	3.06	3.06
Zn C2	115	560.8	512.2	246.3	1.86	4.92
Zn C3	115	568.8	479.1	372.3	3.97	8.89
Zn C4	115	512.2	406.5	371.2	3.68	12.57
Zn C5	115	479.1	407.8	375.2	4.60	17.17

TEST	Test 7		Besleme: 1.7 kg	% katı: 33	Hücre	4.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1850 rpm					
Öğütme	30	dk	P80: 38 µm		Amaç		100 g/t ZnFL						
	Kimyasallar (gr/t)					Zaman (dakika)							
	Na <sub>2</sub> S	ZnSO <sub>4</sub>	MBS	Na-Afloat	MIBC	Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi		
	10%	10%	10%	g/t	ul								
Öğütme	0.5 kg/t	1 kg/t	3 kg/t			30			7.07	-223			
Talk Flotasyonu					20ul		1	5					
Cu Kaba 1				60	25ul		2+1	3	7.07	-230			
Cu Kaba 2				15			2	3	6.68	-22			
Cu Kaba 3				15			2	3	7.17	83			
	Kireç	ZnFL		MIBC		Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi		
	10%	10%	1%	ul									
Kondisyonlama	35 ml	0.1 kg/t (1.6 ml)					10		11.52	-69			
Zn C1				10 µl			1	2					
Zn C2								2					
Zn C3								4					
Zn C4								4					
Zn C5								4					

Test 7	Ağırlık		XRF %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Talk Flotasyonu	4.90	0.29	1.29	26.38	0.56	4.28	0.59	0.23	0.56	0.39
Cu Kaba	35.20	2.06	16.62	23.28	2.09	4.93	54.37	1.48	15.22	3.21
Zn C1	8.50	0.50	4.09	17.16	1.08	33.39	3.23	0.26	1.90	5.25
Zn C2	7.00	0.41	2.33	14.65	1.07	32.15	1.52	0.19	1.55	4.16
Zn C3	10.30	0.60	1.55	14.38	0.98	31.15	1.48	0.27	2.08	5.94
Zn C4	9.80	0.57	1.32	15.81	1.05	30.80	1.20	0.28	2.13	5.59
Zn C5	7.70	0.45	1.08	16.71	1.02	27.47	0.77	0.23	1.62	3.91
Atık	1624.70	95.12	0.24	33.04	0.22	2.38	36.84	97.06	74.94	71.55
Besleme	<b>1708.10</b>	<b>100.00</b>	<b>0.63</b>	<b>32.38</b>	<b>0.28</b>	<b>3.16</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Zn C1	8.50	0.50	4.09	17.16	1.08	33.39	3.23	0.26	1.90	5.25
Zn C1 + C2	15.50	0.91	3.30	16.03	1.08	32.83	4.75	0.45	3.45	9.42
Zn C1+C2+C3	25.80	1.51	2.60	15.37	1.04	32.16	6.23	0.72	5.53	15.35
Zn C1+C2+C3+C4	35.60	2.08	2.25	15.49	1.04	31.79	7.43	1.00	7.66	20.94
Zn C1+C2+C3+C4+C5	43.30	2.53	2.04	15.71	1.04	31.02	8.21	1.23	9.28	24.85

Su Verimi	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık	Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
Zn C1	115	491	424.6	366.7	4.42	4.42
Zn C2	115	449.4	394.5	306.5	3.27	7.69
Zn C3	115	384.8	317.7	407.2	5.41	13.10
Zn C4	115	394.5	305.1	402.7	4.71	17.81
Zn C5	115	317.7	247.4	377.8	4.65	22.46

TEST	Test 8		Besleme: 1.7 kg	% katı: 33	Hücre	4.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1850 rpm				
Öğütme	30	dk	P80: 38 µm		Amaç	100 g/t CuSO4&SIPX (aynı anda ekleme)						
	Kimyasallar (gr/t)					Zaman (dakika)						
	Na <sub>2</sub> S	ZnSO <sub>4</sub>	MBS	Na-Afloat	MIBC	Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi	
	10%	10%	10%	g/t	ul							
Öğütme	0.5 kg/t	1 kg/t	3 kg/t			30			7.07	-223		
Talk Flotasyonu					20ul		1	5				
Cu Kaba 1				60	25ul		2+1	3	7.07	-230		
Cu Kaba 2				15			2	3	6.68	-22		
Cu Kaba 3				15			2	3	7.17	83		
	Kireç	CuSO <sub>4</sub>	SIPX	MIBC		Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi	
	10%	10%	1%	ul								
Kondisyonlama	35 ml	0.1 kg/t	30 g/t				2		11.52	-69		
Zn C1				10 µl			1	0.5				
Zn C2								1				
Zn C3			20 g/t					4.5				
Zn C4								1				
Zn C5								2				
Zn C6								4				



Test 8	Ağırlık		XRF %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Pre-float	12.00	0.71	1.1	28.74	0.415	4.77	0.89	0.59	1.05	1.09
Cu Kaba	40.30	2.38	18.01	24.27	2.61	7.63	49.09	1.68	22.09	5.86
Zn C1	15.20	0.90	2.16	17.67	0.525	28.69	2.22	0.46	1.68	8.31
Zn C2	20.90	1.23	2.27	15.43	0.892	25.43	3.21	0.55	3.91	10.13
Zn C3	43.60	2.57	1.73	21.23	0.728	18.15	5.10	1.59	6.66	15.09
Zn C4	32.00	1.89	0.873	33.24	0.364	9.4	1.89	1.82	2.45	5.73
Zn C5	61.30	3.62	0.628	33.3	0.284	5.71	2.60	3.50	3.66	6.67
Zn C6	45.40	2.68	0.73	32.54	0.334	4.23	2.24	2.53	3.18	3.66
Atık	1424.30	84.03	0.34	35.76	0.185	1.6	32.75	87.28	55.33	43.45
Besleme	1695.00	100.00	0.87	34.43	0.28	3.09	100.00	100.00	100.00	100.00

Kümülatif Toplam	Ağırlık		Tenör %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Zn C1	15.20	0.90	2.16	17.67	0.53	28.69	2.22	0.46	1.68	8.31
Zn C1+C2	36.10	2.13	2.22	16.37	0.74	26.80	5.43	1.01	5.59	18.45
Zn C1+C2+C3	79.70	4.70	1.95	19.03	0.73	22.07	10.53	2.60	12.26	33.53
Zn C1+C2+C3+C4	111.70	6.59	1.64	23.10	0.63	18.44	12.42	4.42	14.70	39.27
Zn C1+C2+C3+C4+C5	173.00	10.21	1.28	26.71	0.51	13.93	15.02	7.92	18.36	45.94
Zn C1+C2+C3+C4+C5+C6	218.40	12.88	1.17	27.93	0.47	11.91	17.27	10.45	21.54	49.60

Su Verimi	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık	Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
	Talk Flotasyonu	115	384.3	272.5	513	7.04
Cu Rgh	115	533	238	952	12.89	12.89
Zn C1	115	475.3	444.7	258.4	2.51	2.51
Zn C2	115	557.5	533.2	251	2.33	4.84
Zn C3	115	300	132.4	689.4	9.33	14.17
Zn C4	115	456	409.5	271	1.99	16.16
Zn C5	115	414.1	330	394	3.43	19.59
Zn C6	115	347	183.5	616.7	7.52	27.11

TEST	Test 9		Besleme: 1.7 kg	% katı: 33	Hücre	4.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1850 rpm				
Öğütme	30	dk	P80: 38 µm		Amaç	100 g/t ZnFL&SIPX (aynı anda ekleme)						
	Kimyasallar (gr/t)					Zaman (dakika)						
	Na <sub>2</sub> S	ZnSO <sub>4</sub>	MBS	Na-Afloat	MIBC	Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi	
	10%	10%	10%	g/t	ul							
Öğütme	0.5 kg/t	1 kg/t	3 kg/t			30			7.24	-237		
Talk Flotasyonu					20ul		1	5				
Cu Kaba 1				60	25ul		2+1	3	6.78	-13		
Cu Kaba 2				15			2	3	7.24	-80		
Cu Kaba 3				15			2	3	7.4	83		
	Kireç	ZnFL	SIPX	MIBC		Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi	
	10%	1%	1%	ul								
Kondisyonlama	35 ml	0.1 kg/t	30 g/t				2		11.52	-69		
Zn C1				10 µl			1	0.5				
Zn C2								1				
Zn C3			20 g/t					4.5				
Zn C4								1				
Zn C5								2				
Zn C6								4				

Test 9	Ağırlık		XRF %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Pre-float	11.80	0.70	1.24	27.05	0.589	4.86	1.01	0.54	1.33	1.00
Cu Kaba	48.90	2.90	14.32	23.25	2.53	8.22	48.56	1.93	23.61	7.01
Zn C1	56.20	3.33	1.34	15.05	0.464	44.33	5.22	1.44	4.98	43.46
Zn C2	38.30	2.27	1.68	24.13	0.574	24.3	4.46	1.57	4.20	16.24
Zn C3	43.50	2.58	1.82	30.76	0.673	11.74	5.49	2.27	5.59	8.91
Zn C4	80.60	4.78	0.382	35.56	0.35	4.78	2.14	4.86	5.38	6.72
Zn C5	50.80	3.01	0.641	35.7	0.377	2.63	2.26	3.08	3.66	2.33
Zn C6	40.60	2.41	0.748	35.62	0.425	2.6	2.11	2.45	3.29	1.84
Atık	1315.90	78.02	0.315	36.65	0.191	0.544	28.75	81.86	47.97	12.49
Besleme	1686.60	100.00	0.85	34.93	0.31	3.40	100.00	100.00	100.00	100.00

Kümülatif Toplam	Ağırlık		XRF %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Zn C1	56.20	3.33	1.34	15.05	0.46	44.33	5.22	1.44	4.98	43.46
Zn C1+C2	94.50	5.60	1.48	18.73	0.51	36.21	9.69	3.00	9.17	59.70
Zn C1+C2+C3	138.00	8.18	1.59	22.52	0.56	28.50	15.18	5.28	14.76	68.61
Zn C1+C2+C3+C4	218.60	12.96	1.14	27.33	0.48	19.75	17.31	10.14	20.14	75.33
Zn C1+C2+C3+C4+C5	269.40	15.97	1.05	28.91	0.46	16.52	19.57	13.22	23.80	77.66
Zn C1+C2+C3+C4+C5+C6	310.00	18.38	1.01	29.79	0.46	14.70	21.68	15.67	27.09	79.50

Su Verimi					Su Verimi %	Kümülatif Su Verimi %
	Kap Dara	Su (önce)	Su (sonra)	Yaş Ağırlık		
<b>Talk Flotasyonu</b>	115	508.8	384.3	484.5	5.99	5.99
<b>Cu Rgh</b>	115	516.6	196	1007.1	13.42	13.42
<b>Zn C1</b>	115	511	475.3	296	2.29	2.29
<b>Zn C2</b>	115	580	557.5	262.7	2.23	4.52
<b>Zn C3</b>	115	455.1	300	658.8	8.87	13.39
<b>Zn C4</b>	115	514.8	425	355.6	1.80	15.19
<b>Zn C5</b>	115	508.2	414.1	391.5	3.38	18.57
<b>Zn C6</b>	115	516.8	347	688	9.31	27.89

TEST	Test 10		Besleme: 1.7 kg	% katı: 33		Hücre	4.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1850 rpm				
Öğütme	30	dk	P80: 38 µm			Amaç	500 g/t CuSO4 Açık Devre Flotasyon Testi						
	Kimyasallar (gr/t)					Zaman (dakika)							
	Na <sub>2</sub> S	ZnSO <sub>4</sub>	MBS	Na-Afloat		MIBC		Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	10%	g/t		ul							
Öğütme	0.5 kg/t	1 kg/t	3 kg/t					30			7.35	-251	
Talk Flotasyonu						20ul			1	5	7.36	-286	
Cu Kaba 1				60		25ul			2+1	3	6.91	-36	
Cu Kaba 2				15					2	3	7.21	51	
Cu Kaba 3				15					2	3	7.35	72	
	Kireç	CuSO <sub>4</sub>	SIPX	MIBC				Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	1%	ul									
Kondisyonlama	60 ml	500							10		11.56	-81	
Zn Kaba 1			20						2+1	5	11.56	-70	4.5 lt
Zn Kaba 2			10						2	3	11.31	-34	
Zn Kaba 3			10						2	3	11.42	-39	
Yeniden öğütme	0.7 g							15 mins					
											10.84	-13	
Zn Temizleme 1			1.0 ml	10 ul					2	3	11.7	-47	1 lt
Zn Temizleme 1 Süpürme			0.5 ml	5 ul					2	3	11.64	-4	1 lt
Zn Temizleme 2				5 ul					1	2	11.48	-31	1 lt
Zn Temizleme 3									1	1	11.32	-23	1 lt

Test 10	Ağırlık		XRF %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Talk Konsantre	24.5	1.18	1.06	30.36	0.40	4.36	1.53	1.02	1.63	1.74
Cu Kaba	42.50	2.60	16.98	23.05	2.47	6.45	53.85	1.71	22.23	5.66
Zn Cln 1 Süpürme Atık	35.30	2.08	0.75	29.85	0.49	5.42	1.90	1.77	3.53	3.81
Zn Cln 1 Süpürme Konsantre	16.50	0.97	1.68	18.58	1.17	6.76	1.99	0.51	3.93	2.21
Zn Cln 2 T	19.90	1.17	1.37	9.41	0.91	19.00	1.96	0.31	3.69	7.50
Zn Cln 3 T	34.00	2.01	0.95	2.88	0.34	43.00	2.33	0.17	2.37	29.18
Zn Kons	30.40	1.48	1.05	3.00	0.26	58.00	1.90	0.13	1.33	28.98
Atık	1530.00	88.51	0.32	37.32	0.20	0.70	34.55	94.37	61.29	20.92
Besleme	1733.10	100.00	0.82	35.00	0.29	2.96	100.00	100.00	100.00	100.00

TEST	Test 11		Besleme: 1.7 kg	% katı: 33	Hücre	4.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1850 rpm				
Öğütme	30	dk	P80: 38 µm		Amaç	500 g/t ZnFL Açık Devre Flotasyon Testi						
	Kimyasallar (gr/t)					Zaman (dakika)						
	Na <sub>2</sub> S	ZnSO <sub>4</sub>	MBS	Na-Afloat	MIBC		Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	10%	g/t	ul							
Öğütme	0.5 kg/t	1 kg/t	3 kg/t				30			7.07	-223	
Talk Flotasyonu					20ul			1	5			
Cu Kaba 1				60	25ul			2+1	3	7.07	-230	
Cu Kaba 2				15				2	3	6.68	-22	
Cu Kaba 3				15				2	3	7.17	83	
	Kireç	ZnFL	SIPX	MIBC			Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	1%	ul						11.25	-96	
Kondisyonlama	60 ml	0.5 kg/t						5		11.22	-84	
Zn Kaba 1			20	10 µl				2+1	5	11.22	-75	4.5 lt
Zn Kaba 2			10					2	3	11.24	-42	
Zn Kaba 3			10					2	3	11.31	-41	
Yeniden öğütme	0.7 g						15 mins					
										10.84	-13	
Zn Temizleme 1			1.0 ml	10 ul				2+1	3	11.01	-22	1 lt
Zn Temizleme 1 Süpürme			0.5 ml	5 ul				2+1	3	11.1	-11	1 lt
Zn Temizleme 2				5 ul				1	2	10.29	34	1 lt
Zn Temizleme 3								1	1	11	-15	1 lt

Test 11	Ağırlık		XRF %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Talk Konsantre	25.60	1.51	0.88	25.36	0.37	3.51	1.72	1.17	1.97	1.63
Cu Kaba	44.29	2.61	15.44	23.32	2.14	4.59	52.09	1.86	19.79	3.68
Zn Temizleme 1 Süpürme Atık	25.40	1.50	1.12	29.16	0.59	7.42	2.17	1.33	3.13	3.41
Zn Temizleme 1 Süpürme Konsantre	22.30	1.31	1.55	20.12	0.91	24.93	2.63	0.81	4.26	10.06
Zn Temizleme 2 Atık	22.40	1.32	1.79	12.33	0.97	36.32	3.05	0.50	4.53	14.72
Zn Temizleme 3 Atık	32.50	1.91	1.17	3.69	0.55	51.07	2.90	0.22	3.76	30.03
Zn Konsantre	16.50	0.97	1.41	2.47	0.42	63.64	1.77	0.07	1.46	19.00
Atık	1508.60	88.87	0.29	34.70	0.19	0.64	33.67	94.06	61.11	17.47
Besleme	1697.59	100.00	0.77	32.79	0.28	3.26	100.00	100.00	100.00	100.00

TEST	Test 12		Besleme: 1.7 kg	% katı: 33	Hücre	4.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1850 rpm				
Öğütme	30	dk	P80: 38 µm		Amaç	100 g/t ZnFL Açık Devre Flotasyon Testi						
	Kimyasallar (gr/t)					Zaman (dakika)						
	Na <sub>2</sub> S	ZnSO <sub>4</sub>	MBS	Na-Afloat	MIBC	Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi	
	10%	10%	10%	g/t	ul							
Öğütme	0.5 kg/t	1 kg/t	3 kg/t			30			7.07	-223		
Talk Flotasyonu					20ul		1	5				
Cu Kaba 1				60	25ul		2+1	3	7.07	-230		
Cu Kaba 2				15			2	3	6.68	-22		
Cu Kaba 3				15			2	3	7.17	83		
	Kireç	ZnFL	SIPX	MIBC		Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi	
	10%	10%	1%	ul								
Kondisyonlama	32 ml	0.1 kg/t					5		11.39	-45		
Zn Kaba 1			20	10 µl			2+1	5	11.57	-53	4.5 lt	
Zn Kaba 2	4 ml		10				2	3	11.7	-53		
Zn Kaba 3			10				2	3	11.43	-41		
Yeniden öğütme	0.7 g					15 mins						
									11.81	-56		
Zn Temizleme 1			1.0 ml	10 ul			2+1	3	11.9	-56	1 lt	
Zn Temizleme 1 Süpürme			0.5 ml	5 ul			2+1	3	11.7	-46	1 lt	
Zn Temizleme 2				5 ul			1	2	11.34	-23	1 lt	
Zn Temizleme 3							1	1	11.33	-31	1 lt	

Test 12	Ağırlık		XRF %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Talk Konsantre	22.10	1.30	1.16	29.09	0.53	4.38	2.14	1.16	2.35	1.93
Cu Kaba	66.60	3.93	11.16	26.52	1.98	6.91	62.07	3.19	26.39	9.18
Zn Temizleme 1 Süpürme Atık	48.20	2.84	0.42	35.17	0.37	1.33	1.67	3.06	3.55	1.28
Zn Temizleme 1 Süpürme Konsantre	26.80	1.58	1.12	34.34	0.77	7.32	2.51	1.66	4.15	3.91
Zn Temizleme 2 Atık	22.60	1.33	1.50	26.28	0.89	14.57	2.83	1.07	4.01	6.57
Zn Temizleme 3 Atık	24.50	1.44	1.66	13.18	0.79	43.42	3.40	0.58	3.89	21.22
Zn Konsantre	32.40	1.91	1.31	3.67	0.51	59.41	3.54	0.21	3.33	38.40
Atık	1452.50	85.66	0.18	33.93	0.18	0.60	21.83	89.05	52.33	17.50
Besleme	<b>1695.70</b>	<b>100.00</b>	<b>0.71</b>	<b>32.64</b>	<b>0.29</b>	<b>2.96</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

TEST	Test 13		Besleme: 1.7 kg	% katı: 33	Hücre	4.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1850 rpm				
Öğütme	30	dk	P80: 38 µm		Amaç	500 g/t CuSO4 Açık Devre Flotasyon Testi (Tekrar)						
	Kimyasallar (gr/t)					Zaman (dakika)						
	Na <sub>2</sub> S	ZnSO <sub>4</sub>	MBS	Na-Afloat	MIBC		Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	10%	g/t	ul							
Öğütme	0.5 kg/t	1 kg/t	3 kg/t				30			7.07	-223	
Talk Flotasyonu					20ul			1	5			
Cu Kaba 1				60	25ul			2+1	3	7.07	-230	
Cu Kaba 2				15				2	3	6.68	-22	
Cu Kaba 3				15				2	3	7.17	83	
	Kireç	CuSO <sub>4</sub>	SIPX	MIBC			Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	1%	ul								
Kondisyonlama	60 ml	500						10		11.56	-81	
Zn Kaba 1			20					2+1	5	11.56	-70	4.5 lt
Zn Kaba 2			10					2	3	11.31	-34	
Zn Kaba 3			10					2	3	11.42	-39	
Yeniden öğütme	0.7 g						15 mins					
										10.84	-13	
Zn Temizleme 1			1.0 ml	10 ul				2	3	11.7	-47	1 lt
Zn Temizleme 1 Süpürme			0.5 ml	5 ul				2	3	11.64	-4	1 lt
Zn Temizleme 2				5 ul				1	2	11.48	-31	1 lt
Zn Temizleme 3								1	1	11.32	-23	1 lt

Test 13	Ağırlık		XRF %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Talk Konsantre	18.3	1.08	1.27	29.97	0.40	4.64	1.71	0.95	1.57	1.52
Cu Kaba	44.10	2.60	14.29	23.46	1.94	7.94	46.29	1.78	18.64	6.25
Zn Temizleme 1 Süpürme Atık	39.30	2.32	0.89	35.70	0.44	1.73	2.57	2.42	3.75	1.21
Zn Temizleme 1 Süpürme Konsantre	37.20	2.19	1.55	33.56	0.62	6.76	4.24	2.15	5.02	4.49
Zn Temizleme 2 Atık	17.10	1.01	2.69	25.08	0.98	19.24	3.38	0.74	3.65	5.87
Zn Temizleme 3 Atık	31.20	1.84	2.50	10.02	0.94	43.38	5.73	0.54	6.38	24.17
Zn Konsantre	35.60	2.10	1.54	3.30	0.57	61.40	4.03	0.20	4.44	39.03
Atık	1474.70	86.87	0.30	35.86	0.18	0.66	32.06	91.21	56.55	17.46
Besleme	1697.50	100.00	0.80	34.15	0.27	3.30	100.00	100.00	100.00	100.00



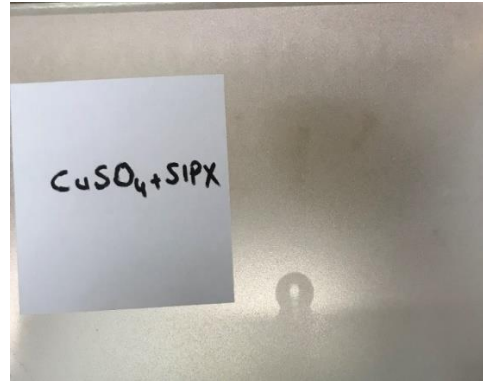
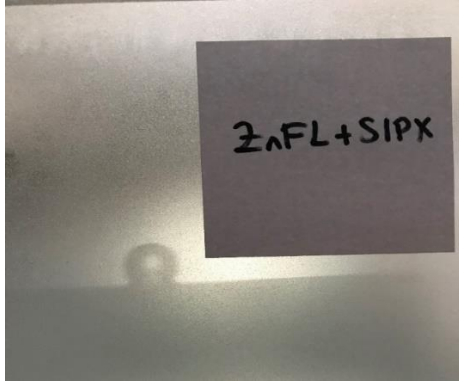
TEST	Test 14		Besleme: 1.7 kg	% katı: 33	Hücre	4.5 lt Denver	Rotor ,rpm	1850 rpm						
Öğütme	30	dk	P80: 38 µm		Amaç	100 g/t ZnFL Açık Devre Flotasyon Testi								
Kimyasallar (gr/t)														
	Na <sub>2</sub> S	ZnSO <sub>4</sub>	MBS	Na-Afloat		MIBC			Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	10%	g/t		ul								
Öğütme	0.5 kg/t	1 kg/t	3 kg/t						30			7.07	-223	
Talk Flotasyonu						20ul				1	5			
Cu Kaba 1				60		25ul				2+1	3	7.07	-230	
Cu Kaba 2				15						2	3	6.68	-22	
Cu Kaba 3				15						2	3	7.17	83	
	Kireç	ZnFL	SIPX	MIBC					Öğütme	Kondisyonlama	Flotasyon	pH	Eh	Hücre Hacmi
	10%	10%	1%	ul								11.25	-96	
Cond 1	60 ml	100 g/t										11.22	-84	
Zn Float 1			20	10 µl						2+1	5	11.22	-75	4.5 lt
Zn Float 2			10							2	3	11.24	-42	
Zn Float 3			10							2	3	11.31	-41	
Yeniden öğütme	0.6 g								15					
Zn Cl 1 Float			1.0 ml	10 ul						2+1	3	11.01	-22	1 lt
Zn Cl Scav Float			0.5 ml	5 ul						2+1	3	11.1	-11	1 lt
Zn Cl 2 Float				5 ul						1	2	10.29	34	1 lt
Zn Cl 3 Float										1	1	11	-15	1 lt

Test 14	Ağırlık		XRF %				Verim %			
	gr	%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
Talk Konsantre	20.00	1.18	1.15	29.09	0.44	4.38	1.71	0.98	1.84	1.74
Cu Kaba	40.70	2.40	14.39	26.52	2.37	6.91	43.42	1.82	20.17	5.60
Zn Cln 1 Süpürme Atık	65.80	3.88	0.81	36.32	0.41	2.50	3.95	4.03	5.64	3.27
Zn Cln 1 Süpürme Konsantre	40.00	2.36	1.61	33.15	0.64	7.53	4.77	2.24	5.35	5.99
Zn Cln 2 Atık	21.70	1.28	2.83	27.01	0.88	20.0	4.55	0.99	3.99	8.63
Zn Cln 3 Atık	13.10	0.77	2.51	12.20	0.85	45.0	2.44	0.27	2.33	11.73
Zn Konsantre	40.00	2.36	1.22	3.67	0.35	61.04	3.62	0.25	2.93	48.58
Atık	1453.00	85.76	0.33	36.50	0.19	0.50	35.55	89.43	57.74	14.45
Besleme	1694.30	100.00	0.80	35.00	0.28	2.97	100.00	100.00	100.00	100.00

### EK 3. TEMAS AÇISI ÖLÇÜMLERİ

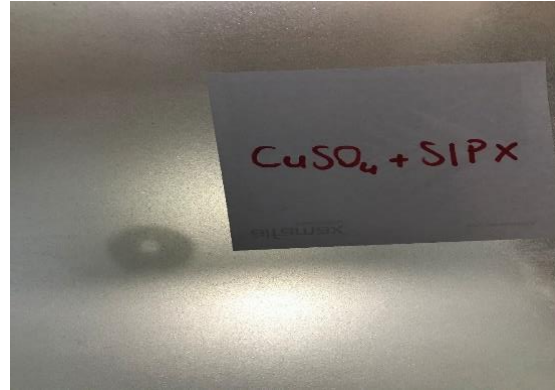
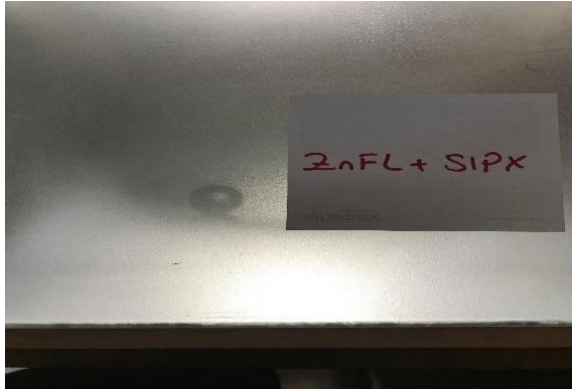
EK 3.a. Pb-Zn Cevheri Temas Açısı Ölçümleri

Temas Açısı	1. Okuma	2. Okuma	3. Okuma	Ortalama
Saf Su	0	0	0	0.00
CuSO <sub>4</sub>	0	0	0	0.00
CuSO <sub>4</sub> + SIPX	60	62	60	60.67
ZnFL	0	0	0	0.00
ZnFL + SIPX	67	68	68	67.67



EK 3.b. Masif Pirit Cevheri Temas Açısı Ölçümleri

Temas Açısı	1. Okuma	2. Okuma	3. Okuma	Ortalama
Saf Su	0	0	0	0.00
CuSO <sub>4</sub>	0	0	0	0.00
CuSO <sub>4</sub> + SIPX	65	67	65	65.67
ZnFL	0	0	0	0.00
ZnFL + SIPX	70	72	70	70.67



#### EK 4. STANDART SAPMA DEĞERLERİ

##### EK 4.a. Pb-Zn Cevheri Pb Kaba Flotasyonu

Test Kodu		Ağırlık	Tenör %				Verim %			
		%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
1	Pb Kaba	8.72	1.92	19.1	39.3	8.18	65.3	35.8	85.1	15.6
2	Pb Kaba	9.11	1.14	13.3	37.4	7.50	56.6	29.4	83.8	15.0
3	Pb Kaba	8.57	1.19	15.6	41.6	6.24	51.8	30.5	83.7	10.8
4	Pb Kaba	11.55	1.32	19.8	22.1	8.23	70.8	45.8	84.8	18.5
5	Pb Kaba	7.35	1.94	21.1	27.9	5.16	58.4	34.3	75.6	8.21
6	Pb Kaba	7.68	1.46	18.7	25.4	5.32	55.0	31.5	70.5	9.11
	Standart Sapma	<b>1.48</b>	<b>0.35</b>	<b>2.89</b>	<b>7.92</b>	<b>1.38</b>	<b>7.04</b>	<b>6.01</b>	<b>6.07</b>	<b>4.11</b>

##### EK 4.b. Kompleks Cu-Pb-Zn Cevheri Bulk Flotasyonu

Test Kodu		Ağırlık	Tenör %				Verim %			
		%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
1	Bulk Flotasyonu	19.32	1.63	31.45	3.32	7.45	62.39	21.76	43.81	17.64
2	Bulk Flotasyonu	13.39	2.21	32.93	4.31	8.25	58.11	15.31	36.93	13.01
3	Bulk Flotasyonu	12.12	2.19	31.82	4.00	7.83	53.15	13.49	32.21	10.79
4	Bulk Flotasyonu	16.48	2.13	32.81	3.82	8.65	66.80	19.34	41.64	17.36
5	Bulk Flotasyonu	12.36	2.12	29.76	3.60	7.18	57.97	12.97	29.39	10.37
6	Bulk Flotasyonu	13.68	2.11	33.87	5.47	9.36	61.45	15.27	36.65	14.00
7	Bulk Flotasyonu	8.17	2.41	31.25	3.64	8.26	44.93	8.37	15.26	8.18
8	Bulk Flotasyonu	7.65	2.93	32.55	4.14	8.13	46.14	7.93	16.06	8.42

EK 4.c. Masif Piritli Çinko Cevheri

Talk Flotasyonu aşaması değerleri ve standart sapmaları

Test Kodu		Ağırlık	Tenör %				Verim			
		%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
1	Talk Flotasyonu	1.06	1.15	29.32	0.41	4.56	1.61	0.93	1.60	1.63
2	Talk Flotasyonu	1.22	1.19	27.88	0.44	4.75	1.83	1.01	1.98	1.83
3	Talk Flotasyonu	1.66	1.24	30.51	0.40	4.69	2.65	1.54	2.56	2.41
4	Talk Flotasyonu	1.32	1.15	27.66	0.40	4.61	1.99	1.05	1.79	1.91
5	Talk Flotasyonu	0.41	1.32	25.30	0.58	4.18	0.75	0.31	0.88	0.51
6	Talk Flotasyonu	0.78	1.30	28.56	0.44	5.04	1.30	0.66	1.27	1.34
7	Talk Flotasyonu	0.29	1.29	26.38	0.56	4.28	0.59	0.23	0.56	0.39
8	Talk Flotasyonu	0.71	1.10	28.74	0.42	4.77	0.89	0.59	1.05	1.09
9	Talk Flotasyonu	0.70	1.24	27.05	0.59	4.86	1.01	0.54	1.33	1.00
10	Talk Flotasyonu	1.18	1.06	30.36	0.40	4.36	1.53	1.02	1.63	1.74
11	Talk Flotasyonu	1.51	0.88	25.36	0.37	3.51	1.72	1.17	1.97	1.63
12	Talk Flotasyonu	1.30	1.16	29.09	0.53	4.38	2.14	1.16	2.35	1.93
13	Talk Flotasyonu	1.08	1.27	29.97	0.40	4.64	1.71	0.95	1.57	1.52
14	Talk Flotasyonu	1.180	1.15	29.09	0.44	4.380	1.71	0.98	1.84	1.74
	Standart Sapma	<b>0.40</b>	<b>0.12</b>	<b>1.71</b>	<b>0.08</b>	<b>0.37</b>	<b>0.57</b>	<b>0.35</b>	<b>0.55</b>	<b>0.56</b>

Cu Kaba flotasyonu aşaması değerleri ve standart sapmaları

Test Kodu		Ağırlık	Tenör %				Verim			
		%	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn
1	Cu Kaba	2.73	12.81	25.37	2.09	8.43	46.29	2.07	20.85	7.78
2	Cu Kaba	3.39	11.17	25.26	1.71	7.33	47.97	2.55	21.54	7.87
3	Cu Kaba	2.94	11.91	25.56	1.80	8.02	45.02	2.28	20.60	7.28
4	Cu Kaba	2.48	13.61	22.00	1.98	8.55	44.10	1.57	16.70	6.63
5	Cu Kaba	2.03	18.62	23.94	2.76	5.95	52.17	1.43	20.89	3.60
6	Cu Kaba	2.62	14.49	20.99	2.27	6.40	48.61	1.63	21.98	5.72
7	Cu Kaba	2.06	16.62	23.28	2.09	4.93	54.37	1.48	15.22	3.21
8	Cu Kaba	2.38	18.01	24.27	2.61	7.63	49.09	1.68	22.09	5.86
9	Cu Kaba	2.90	14.32	23.25	2.53	8.22	48.56	1.93	23.61	7.01
10	Cu Kaba	2.60	16.98	23.05	2.47	6.45	53.85	1.71	22.23	5.66
11	Cu Kaba	2.61	15.44	23.32	2.14	4.59	52.09	1.86	19.79	3.68
12	Cu Kaba	3.93	11.16	26.52	1.98	6.91	62.07	3.19	26.39	9.18
13	Cu Kaba	2.60	14.29	23.46	1.94	7.94	46.29	1.78	18.64	6.25
14	Cu Kaba	2.40	14.39	26.52	2.37	6.91	43.42	1.82	20.17	5.60
	<b>Standart Sapma</b>	<b>0.50</b>	<b>2.38</b>	<b>1.63</b>	<b>0.31</b>	<b>1.25</b>	<b>5.00</b>	<b>0.47</b>	<b>2.76</b>	<b>1.73</b>

## EK 5. MADDE DENKLİĞİ VE SİMÜLASYON SONUÇLARI

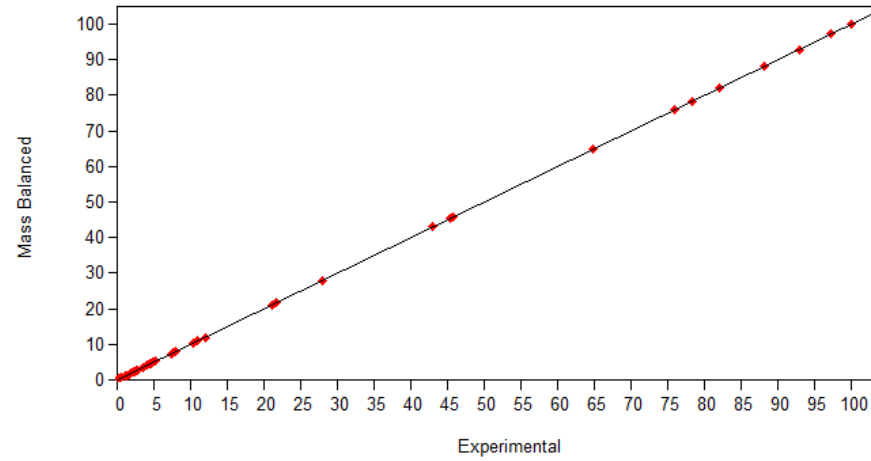
### EK 5.a. Pb-Zn Cevheri

- 250 g/t CuSO<sub>4</sub> Madde Denklği Veri Tablosu ve Denklik Grafiği

STREAM	Deneysel Veriler					Madde Denklđi Sonrası				
	Solids TPH (Exp)	Lead (Exp)	Zinc (Exp)	Iron (Exp)	Remainder (Exp)	TPH - Solids (Bal)	Assay - Lead (Bal)	Assay - Zinc (Bal)	Assay - Iron (Bal)	Assay - Remainder (Bal)
Pb Kaba Kons	7.35	27.9	5.16	21.12	45.82	7.35	27.90	5.16	21.12	45.83
Zn Süpürme Kons	2.55	2.81	4.78	10.41	82	2.55	2.81	4.78	10.41	82.00
Zn Temizleme 1 Atık	1.9	1.18	1.32	4.58	92.92	1.90	1.18	1.32	4.58	92.92
Zn Temizleme 2 Atık	0.62	4.09	7.99	12.02	75.9	0.62	4.09	7.99	12.02	75.90
Zn Temizleme 3 Atık	1.58	2.44	21.75	11.01	64.8	1.58	2.44	21.75	11.01	64.80
Zn Kons	7.67	3.6	45.44	7.92	43.04	7.67	3.60	45.44	7.92	43.04
Atık	78.32	0.289	0.276	2.25	97.185	78.32	0.29	0.28	2.25	97.19
Besleme	100	2.71	4.62	4.52	88.15	99.99	2.71	4.62	4.52	88.15
Zn Kaba Kons	0	0	0	0	100	11.77	3.08	33.16	8.01	55.75
Zn Temizleme 1 Kons	0	0	0	0	100	9.87	3.45	39.29	8.67	48.59
Zn Temizleme 2 Kons	0	0	0	0	100	9.25	3.40	41.39	8.45	46.76
Pb Atık	0	0	0	0	100	92.64	0.71	4.58	3.21	91.50
Zn Kaba Atık	0	0	0	0	100	80.87	0.37	0.42	2.51	96.71

STREAM	Verim (Madde Denkliği Sonrası)			
	Rec - Lead (Bal)	Rec - Zinc (Bal)	Rec - Iron (Bal)	Rec - Remainder (Bal)
Pb Kaba Kons	75.64	8.21	34.32	3.82
Zn Süpürme Kons	2.64	2.64	5.87	2.37
Zn Temizleme 1 Atık	0.83	0.54	1.92	2.00
Zn Temizleme 2 Atık	0.94	1.07	1.65	0.53
Zn Temizleme 3 Atık	1.42	7.44	3.85	1.16
Zn Kons	10.19	75.42	13.43	3.75
Atık	8.35	4.68	38.96	86.36
Besleme	100.00	100.00	100.00	100.00
Zn Kaba Kons	13.37	84.48	20.85	7.44
Zn Temizleme 1 Kons	12.54	83.93	18.93	5.44
Zn Temizleme 2 Kons	11.61	82.86	17.28	4.91
Pb Atık	24.36	91.79	65.68	96.18
Zn Kaba Atık	10.99	7.32	44.83	88.73

Select Case: MBal Case 1  
Stream: All Streams  
Data: All Data



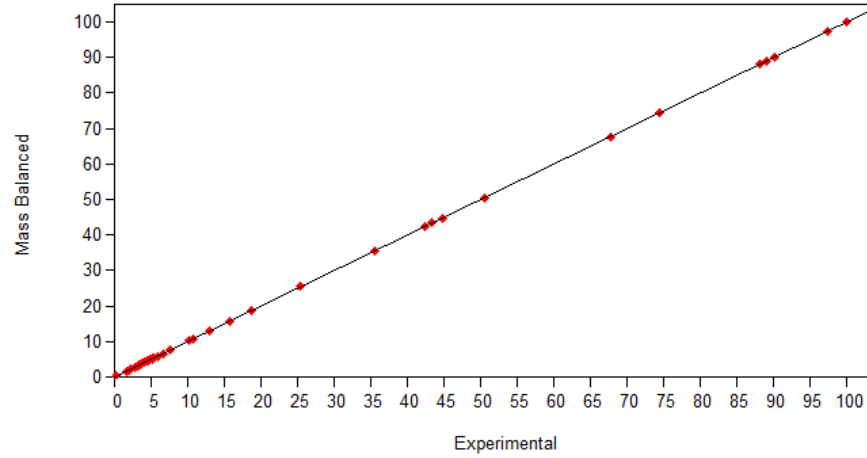


• 50 g/t ZnFL Madde Denkliği Veri Tablosu ve Denklik Grafiği

STREAM	Deneysel Veriler					Madde Denkliği Sonrası				
	Solids TPH (Exp)	Lead (Exp)	Zinc (Exp)	Iron (Exp)	Assay - Remainder (Bal)	TPH - Solids (Bal)	Assay - Lead (Bal)	Assay - Zinc (Bal)	Assay - Iron (Bal)	Remainder (Exp)
Pb Kaba Kons	7.68	25.4	5.32	18.7	50.58	7.68	25.40	5.32	18.70	50.58
Zn Süpürme Kons	3.63	1.61	3.37	4.8	90.22	3.63	1.61	3.37	4.80	90.22
Zn Temizleme 1 Atık	3.27	2.14	3.6	5.11	89.15	3.27	2.14	3.60	5.11	89.15
Zn Temizleme 2 Atık	3.11	5.87	15.7	10.69	67.74	3.11	5.87	15.70	10.69	67.74
Zn Temizleme 3 Atık	2.7	6.61	35.61	12.98	44.80	2.7	6.61	35.61	12.98	44.80
Zn Kons	5.25	4.09	42.34	10.19	43.38	5.25	4.09	42.34	10.19	43.38
Atık	74.36	0.208	0.218	2.09	97.48	74.36	0.21	0.22	2.09	97.48
Besleme	100	2.81	4.483	4.55	88.16	100	2.81	4.48	4.55	88.16
Zn Kaba Kons	0	0	0	0	59.38	14.33	4.51	26.45	9.67	100.00
Zn Temizleme 1 Kons	0	0	0	0	50.58	11.06	5.21	33.21	11.01	100.00
Zn Temizleme 2 Kons	0	0	0	0	43.86	7.95	4.95	40.05	11.14	100.00
Pb Atık	0	0	0	0	91.28	92.32	0.93	4.41	3.37	100.00
Zn Kaba Atık	0	0	0	0	97.15	77.99	0.27	0.36	2.22	100.00

STREAM	Verim (Madde Denkliği Sonrası)			
	Rec - Lead (Bal)	Rec - Zinc (Bal)	Rec - Iron (Bal)	Rec - Remainder (Bal)
Pb Kaba Kons	69.43	9.11	31.57	4.41
Zn Süpürme Kons	2.08	2.73	3.83	3.71
Zn Temizleme 1 Atık	2.49	2.63	3.67	3.31
Zn Temizleme 2 Atık	6.50	10.89	7.31	2.39
Zn Temizleme 3 Atık	6.35	21.45	7.70	1.37
Zn Kons	7.64	49.58	11.76	2.58
Atık	5.50	3.62	34.16	82.23
Besleme	100.00	100.00	100.00	100.00
Zn Kaba Kons	22.98	84.54	30.44	9.65
Zn Temizleme 1 Kons	20.49	81.92	26.77	6.35
Zn Temizleme 2 Kons	13.99	71.03	19.46	3.96
Pb Atık	30.57	90.89	68.43	95.59
Zn Kaba Atık	7.58	6.34	37.99	85.94

Select Case: MBal Case 1  
Stream: All Streams  
Data: All Data



▪ **Pb-Zn Cevheri 250 g/t CuSO4 Simülasyon Sonuçları**

STREAM	Madde Denklığı Sonuçları					Simülasyon Sonuçları				
	TPH - Solids (Bal)	Assay - Lead (Bal)	Assay - Zinc (Bal)	Assay - Iron (Bal)	Assay - Remainder (Bal)	TPH - Solids (Sim)	Assay - Lead (Sim)	Assay - Zinc (Sim)	Assay - Iron (Sim)	Assay - Remainder (Sim)
Pb Kaba Kons	7.35	27.90	5.16	21.12	45.83	7.36	27.91	5.16	21.10	45.84
Zn Süpürme Kons	2.55	2.81	4.78	10.41	82.00	2.74	3.07	4.62	11.04	81.27
Zn Temizleme 1 Atık	1.90	1.18	1.32	4.58	92.92	2.40	1.19	1.09	4.58	93.14
Zn Temizleme 2 Atık	0.62	4.09	7.99	12.02	75.90	1.11	3.27	5.14	10.62	80.98
Zn Temizleme 3 Atık	1.58	2.44	21.75	11.01	64.80	2.57	2.15	15.43	10.74	71.67
Zn Kons	7.67	3.60	45.44	7.92	43.04	10.10	3.92	39.77	9.54	46.78
Atık	78.32	0.29	0.28	2.25	97.19	82.54	0.32	0.27	2.43	96.98
Besleme	99.99	2.71	4.62	4.52	88.15	100.00	2.71	4.62	4.52	88.14
Zn Kaba Kons	11.77	3.08	33.16	8.01	55.75	12.51	3.39	32.33	8.59	55.69
Zn Temizleme 1 Kons	9.87	3.45	39.29	8.67	48.59	11.22	3.85	36.33	9.65	50.17
Zn Temizleme 2 Kons	9.25	3.40	41.39	8.45	46.76	12.67	3.56	34.83	9.78	51.82
Final_Product1_Combiner	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	7.36	27.91	5.16	21.10	45.84
Final_Product2_Combiner	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	82.54	0.32	0.27	2.43	96.98
Pb Atık	92.64	0.71	4.58	3.21	91.50	92.64	0.71	4.58	3.21	91.50
Final_Product6_Combiner	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	10.10	3.92	39.77	9.54	46.78
Zn Kaba Atık	80.87	0.37	0.42	2.51	96.71	85.27	0.41	0.41	2.71	96.47

	Simülasyon Sonucu Verim Değerleri			
STREAM	Rec - Lead (Sim)	Rec - Zinc (Sim)	Rec - Iron (Sim)	Rec - Remainder (Sim)
Pb Kaba Kons	75.64	8.21	34.32	3.83
Zn Süpürme Kons	3.09	2.73	6.68	2.52
Zn Temizleme 1 Atık	1.05	0.57	2.43	2.54
Zn Temizleme 2 Atık	1.34	1.24	2.62	1.02
Zn Temizleme 3 Atık	2.04	8.58	6.10	2.09
Zn Kons	14.59	86.94	21.31	5.36
Atık	9.77	4.85	44.37	90.81
Besleme	100.00	100.00	100.00	100.00
Zn Kaba Kons	15.64	87.51	23.75	7.90
Zn Temizleme 1 Kons	15.93	88.18	23.93	6.39
Zn Temizleme 2 Kons	16.63	95.52	27.42	7.45
Final_Product1_Combiner	75.64	8.21	34.32	3.83
Final_Product2_Combiner	9.77	4.85	44.37	90.81
Pb Atık	24.36	91.79	65.68	96.17
Final_Product6_Combiner	14.59	86.94	21.31	5.36
Zn Kaba Atık	12.86	7.58	51.05	93.33

• **Pb-Zn Cevheri 50 g/t ZnFL Simülasyon Sonuçları**

STREAM	Madde Denkliği Sonuçları					Simülasyon Sonuçları				
	TPH - Solids (Bal)	Assay - Lead (Bal)	Assay - Zinc (Bal)	Assay - Iron (Bal)	Assay - Remainder (Bal)	TPH - Solids (Sim)	Assay - Lead (Sim)	Assay - Zinc (Sim)	Assay - Iron (Sim)	Assay - Remainder (Sim)
Pb Kaba Kons	7.68	25.40	5.32	18.70	50.58	7.75	25.91	5.27	18.54	50.27
Zn Süpürme Kons	3.63	1.61	3.37	4.80	90.22	4.07	2.05	3.21	5.38	89.36
Zn Temizleme 1 Atık	3.27	2.14	3.60	5.11	89.15	5.59	2.34	2.73	5.21	89.72
Zn Temizleme 2 Atık	3.11	5.87	15.70	10.69	67.74	6.97	7.09	12.30	13.86	66.75
Zn Temizleme 3 Atık	2.7	6.61	35.61	12.98	44.80	7.02	6.88	24.04	20.16	48.92
Zn Kons	5.25	4.09	42.34	10.19	43.38	9.84	5.91	39.67	11.77	42.65
Atık	74.36	0.21	0.22	2.09	97.48	82.41	0.27	0.21	2.37	97.15
Besleme	100	2.81	4.48	4.55	88.16	100.00	2.81	4.49	4.55	88.16
Zn Kaba Kons	14.33	4.51	26.45	9.67	59.38	15.43	4.62	26.28	9.39	59.71
Zn Temizleme 1 Kons	11.06	5.21	33.21	11.01	50.58	16.81	6.40	28.32	12.64	52.65
Zn Temizleme 2 Kons	7.95	4.95	40.05	11.14	43.86	16.86	6.31	33.16	15.26	45.26
Final_Product1_Combiner	0	0.00	0.00	0.00	100.00	7.75	25.91	5.27	18.54	50.27
Final_Product2_Combiner	0	0.00	0.00	0.00	100.00	82.41	0.27	0.21	2.37	97.15
Pb Atık	92.32	0.93	4.41	3.37	91.28	92.25	0.87	4.42	3.37	91.34
Final_Product6_Combiner	0	0.00	0.00	0.00	100.00	9.84	5.91	39.67	11.77	42.65
Zn Kaba Atık	77.99	0.27	0.36	2.22	97.15	86.49	0.35	0.35	2.51	96.78

	Simülasyon Sonucu Verim Değerleri			
STREAM	Rec - Lead (Sim)	Rec - Zinc (Sim)	Rec - Iron (Sim)	Rec - Remainder (Sim)
Pb Kaba Kons	71.43	9.11	31.57	4.42
Zn Süpürme Kons	2.98	2.92	4.82	4.13
Zn Temizleme 1 Atık	4.65	3.41	6.40	5.69
Zn Temizleme 2 Atık	17.59	19.12	21.24	5.28
Zn Temizleme 3 Atık	17.19	37.63	31.11	3.90
Zn Kons	20.69	87.02	25.46	4.76
Atık	7.88	3.87	42.97	90.82
Besleme	100.00	100.00	100.00	100.00
Zn Kaba Kons	25.34	90.43	31.86	10.45
Zn Temizleme 1 Kons	38.28	106.15	46.70	10.04
Zn Temizleme 2 Kons	37.88	124.66	56.57	8.66
Final_Product1_Combiner	71.43	9.11	31.57	4.42
Final_Product2_Combiner	7.88	3.87	42.97	90.82
Pb Atık	28.57	90.89	68.43	95.58
Final_Product6_Combiner	20.69	87.02	25.46	4.76
Zn Kaba Atık	10.86	6.79	47.79	94.95

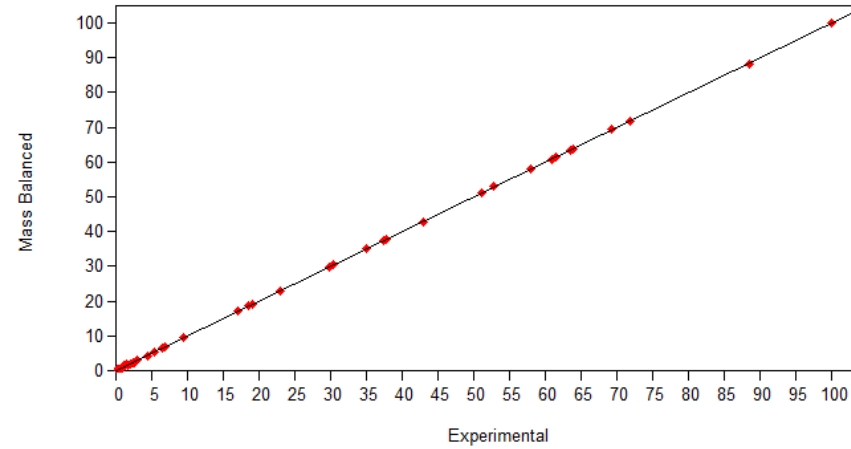
## EK 5.b. Masif Piritli Çinko Cevheri

- 500 g/t CuSO4 Madde Denkliği Veri Tablosu Denklik Grafiği

STREAM	Deneysel Veriler						Madde Denkliği Sonrası					
	Solids TPH (Exp)	Lead (Exp)	Zinc (Exp)	Iron (Exp)	Copper (Exp)	Remainder (Exp)	TPH - Solids (Bal)	Assay - Lead (Bal)	Assay - Zinc (Bal)	Assay - Iron (Bal)	Assay - Copper (Bal)	Assay - Remainder (Bal)
Talk Kons	1.18	0.40	4.36	30.36	1.06	63.82	1.41	0.40	4.36	30.36	1.06	63.82
Cu Kaba Konsantre	2.60	2.47	6.45	23.05	16.98	51.05	2.45	2.47	6.43	23.04	17.02	51.04
Zn Temizleme 1 Süpürme Atik	2.08	0.49	5.42	29.85	0.75	63.49	2.04	0.49	5.41	29.86	0.75	63.49
Zn Temizleme 1 Süpürme Konsantre	0.97	1.17	6.76	18.58	1.68	71.81	0.95	1.17	6.75	18.58	1.68	71.81
Zn Temizleme 2 Atik	1.17	0.91	19.00	9.41	1.37	69.31	1.15	0.91	18.97	9.41	1.37	69.33
Zn Temizleme 3 Atik	2.01	0.34	43.00	2.88	0.95	52.83	1.96	0.34	42.93	2.88	0.95	52.90
Zn Konsantre	1.48	0.26	58.00	3.00	1.05	37.69	1.75	0.26	57.94	3.00	1.05	37.75
Zn Kaba Atik	88.51	0.20	0.70	37.32	0.32	61.46	88.29	0.20	0.69	37.32	0.32	61.46
Besleme	100.00	0.29	2.96	34.99	0.82	60.94	100.00	0.29	3.08	34.95	0.80	60.88
Talk Atik	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	98.59	0.29	3.06	35.01	0.80	60.84
Cu Kaba Atik	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	96.14	0.23	2.98	35.32	0.38	61.09
Zn Kaba Konsantre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	7.85	0.55	28.64	12.77	1.07	56.97
Zn Kaba Konsantre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	7.85	0.55	28.64	12.77	1.07	56.97
Zn Temizleme 1 Atik	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	2.99	0.71	5.84	26.27	1.05	66.14
Zn Temizleme 1 Konsantre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	4.86	0.45	42.66	4.47	1.09	51.33
Zn Temizleme 2 Konsantre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	3.71	0.30	50.01	2.94	1.00	45.76

STREAM	Verim (Madde Denkliği Sonrası)				
	Rec - Lead (Bal)	Rec - Zinc (Bal)	Rec - Iron (Bal)	Rec - Copper (Bal)	Rec - Remainder (Bal)
Talk Kons	1.97	1.99	1.22	1.87	1.48
Cu Kaba Konsantre	21.12	5.12	1.62	52.07	2.05
Zn Temizleme 1 Süpürme Atik	3.49	3.59	1.74	1.91	2.13
Zn Temizleme 1 Süpürme Konsantre	3.88	2.08	0.51	1.99	1.12
Zn Temizleme 2 Atik	3.65	7.08	0.31	1.97	1.31
Zn Temizleme 3 Atik	2.32	27.32	0.16	2.33	1.70
Zn Konsantre	1.59	32.92	0.15	2.30	1.09
Zn Kaba Atik	61.98	19.89	94.29	35.57	89.12
Besleme	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Talk Atik	98.03	98.01	98.78	98.13	98.52
Cu Kaba Atik	76.91	92.89	97.16	46.07	96.47
Zn Kaba Konsantre	14.93	73.00	2.87	10.50	7.35
Zn Kaba Konsantre	14.93	73.00	2.87	10.50	7.35
Zn Temizleme 1 Atik	7.36	5.67	2.25	3.91	3.25
Zn Temizleme 1 Konsantre	7.56	67.33	0.62	6.59	4.10
Zn Temizleme 2 Konsantre	3.91	60.24	0.31	4.62	2.79

Select Case: MBal Case 2  
Stream: All Streams  
Data: All Data



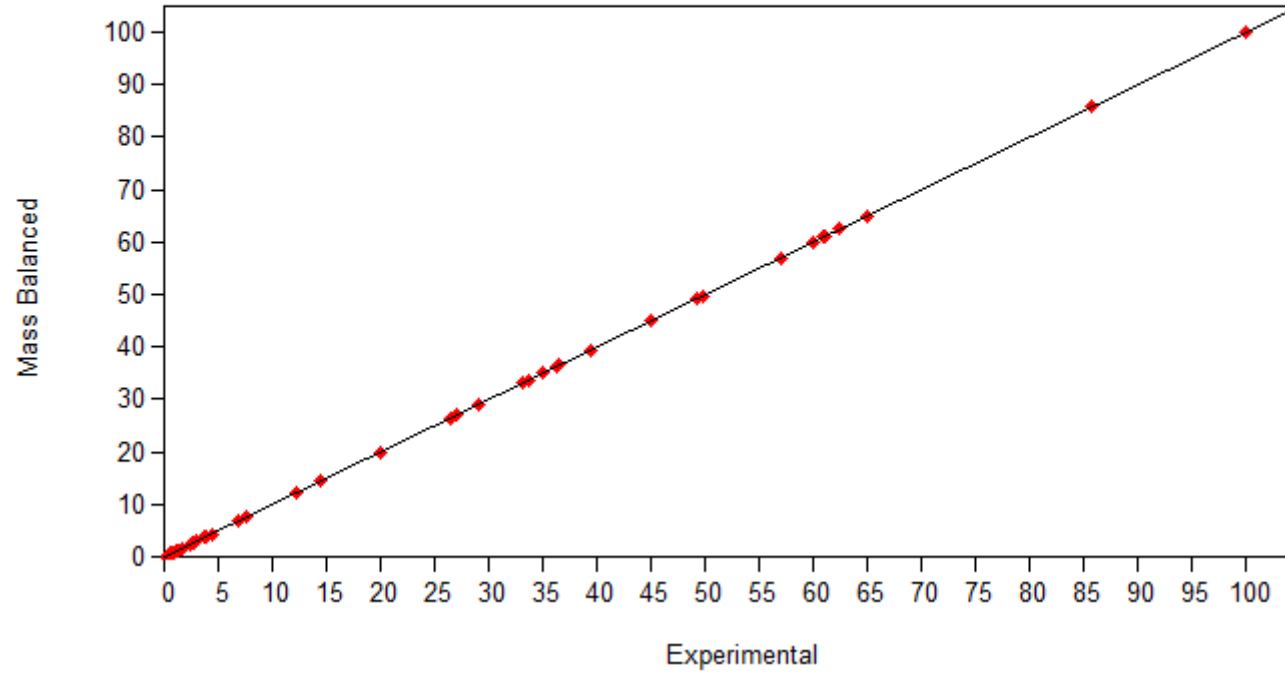


▪ 100 g/t ZnFL Madde Denkliği ve Denklik Grafiği

STREAM	Deneysel Veriler						Madde Denkliği Sonrası					
	Solids TPH (Exp)	Lead (Exp)	Zinc (Exp)	Iron (Exp)	Copper (Exp)	Remainder (Exp)	TPH - Solids (Bal)	Assay - Lead (Bal)	Assay - Zinc (Bal)	Assay - Iron (Bal)	Assay - Copper (Bal)	Assay - Remainder (Bal)
Talk Kons	1.180	0.440	4.380	29.090	1.150	64.940	1.180	0.440	4.380	29.090	1.150	64.940
Cu Kaba Konsantre	2.400	2.370	6.910	26.520	14.390	49.810	2.400	2.368	6.911	26.517	14.397	49.806
Zn Temizleme 1 Süpürme Atik	3.890	0.410	2.500	36.320	0.810	59.960	3.890	0.410	2.500	36.319	0.810	59.960
Zn Temizleme 1 Süpürme Konsantre	2.360	0.640	7.530	33.150	1.610	57.070	2.360	0.640	7.532	33.149	1.610	57.069
Zn Temizleme 2 Atik	1.280	0.880	20.000	27.010	2.830	49.280	1.280	0.880	20.004	27.008	2.830	49.277
Zn Temizleme 3 Atik	0.770	0.850	45.000	12.200	2.510	39.440	0.770	0.850	45.003	12.199	2.510	39.437
Zn Konsantre	2.360	0.350	61.040	3.670	1.220	33.720	2.360	0.350	61.050	3.670	1.220	33.711
Zn Kaba Atik	85.710	0.190	0.500	36.500	0.330	62.480	85.735	0.189	0.500	36.502	0.331	62.478
Besleme	100.000	0.280	2.980	35.000	0.800	60.940	99.976	0.282	2.966	35.005	0.797	60.952
Talk Atik	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	98.796	0.280	2.949	35.075	0.792	60.904
Cu Kaba Atik	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	96.396	0.228	2.850	35.288	0.454	61.180
Zn Kaba Konsantre	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	10.661	0.536	21.748	25.529	1.443	50.744
Zn Kaba Konsantre	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	10.661	0.536	21.748	25.529	1.443	50.744
Zn Temizleme 1 Atik	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	6.250	0.497	4.400	35.122	1.112	58.869
Zn Temizleme 1 Konsantre	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	4.410	0.591	46.334	11.933	1.913	39.229
Zn Temizleme 2 Konsantre	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	3.130	0.473	57.102	5.768	1.538	35.119

STREAM	Verim (Madde Denkliği Sonrası)				
	Rec - Lead (Bal)	Rec - Zinc (Bal)	Rec - Iron (Bal)	Rec - Copper (Bal)	Rec - Remainder (Bal)
Talk Kons	1.844	1.743	0.981	1.704	1.258
Cu Kaba Konsantre	20.191	5.595	1.819	43.392	1.962
Zn Temizleme 1 Süpürme Atik	5.664	3.281	4.037	3.958	3.828
Zn Temizleme 1 Süpürme Konsantre	5.364	5.995	2.235	4.772	2.210
Zn Temizleme 2 Atik	4.001	8.636	0.988	4.550	1.035
Zn Temizleme 3 Atik	2.325	11.687	0.268	2.427	0.498
Zn Konsantre	2.934	48.594	0.247	3.616	1.306
Zn Kaba Atik	57.677	14.468	89.424	35.581	87.903
Besleme	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Talk Atik	98.156	98.257	99.019	98.296	98.742
Cu Kaba Atik	77.965	92.662	97.200	54.904	96.781
Zn Kaba Konsantre	20.287	78.194	7.777	19.322	8.877
Zn Kaba Konsantre	20.287	78.194	7.777	19.322	8.877
Zn Temizleme 1 Atik	11.028	9.276	6.273	8.730	6.038
Zn Temizleme 1 Konsantre	9.259	68.918	1.504	10.593	2.839
Zn Temizleme 2 Konsantre	5.258	60.281	0.516	6.043	1.804

Select Case: MBal Case 1  
Stream: All Streams  
Data: All Data



▪ **500 g/t CuSO4 Simülasyon Sonuçları**

STREAM	Madde Denkliği Sonuçları						Simülasyon Sonuçları					
	TPH - Solids (Bal)	Assay - Lead (Bal)	Assay - Zinc (Bal)	Assay - Iron (Bal)	Assay - Copper (Bal)	Assay - Remainder (Bal)	TPH - Solids (Sim)	Assay - Lead (Sim)	Assay - Zinc (Sim)	Assay - Iron (Sim)	Assay - Copper (Sim)	Assay - Remainder (Sim)
Talk Kons	1.41	0.40	4.35	30.36	1.06	63.83	1.41	0.40	4.36	30.36	1.06	63.89
Cu Kaba Konsantre	2.45	2.48	6.41	23.04	17.02	51.05	2.45	2.48	6.44	23.03	17.00	51.16
Zn Temizleme 1 Süpürme Atik	2.04	0.50	5.32	29.48	0.76	63.94	3.79	0.68	3.61	23.27	0.78	71.72
Zn Temizleme 1 Süpürme Konsantre	0.95	1.20	6.66	18.34	1.70	72.10	2.13	1.35	3.73	12.21	1.44	81.34
Zn Temizleme 2 Atik	1.15	1.30	26.40	13.07	1.94	57.29	4.46	0.88	10.18	4.48	1.05	83.57
Zn Temizleme 3 Atik	1.96	0.49	59.74	4.00	1.34	34.43	6.20	0.40	28.24	2.03	0.89	68.87
Zn Konsantre	1.75	0.37	80.17	4.17	1.49	13.80	4.06	0.42	52.01	3.00	1.34	44.05
Zn Kaba Atik	88.28	0.20	0.69	37.25	0.32	61.53	88.29	0.20	0.69	37.32	0.32	61.47
Besleme	99.99	0.28	3.08	34.91	0.80	60.63	100.00	0.29	3.08	34.95	0.80	60.93
Cu Kaba kons_Combiner	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	2.45	2.48	6.44	23.03	17.00	51.16
Zn konsantre_Combiner	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	4.06	0.42	52.01	3.00	1.34	44.05
Final_Product9_Combiner	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	93.49	0.22	0.87	36.65	0.35	61.92
Talk Atik	98.58	0.28	3.37	34.97	0.79	60.58	98.59	0.29	3.06	35.01	0.80	60.89
Cu Kaba Atik	96.13	0.22	3.29	35.28	0.38	60.83	96.14	0.23	2.98	35.32	0.38	61.14
Zn Kaba Konsantre	7.85	0.79	37.23	17.20	1.49	43.30	14.44	0.77	19.26	10.13	1.12	69.03
Zn Kaba Konsantre	7.85	0.45	32.55	13.07	1.00	52.93	7.85	0.55	28.64	12.77	1.07	57.42
Zn Temizleme 1 Atik	2.99	0.73	5.75	25.94	1.06	66.53	5.92	0.92	3.65	19.28	1.01	75.18
Zn Temizleme 1 Konsantre	4.86	0.50	41.85	5.04	1.15	51.45	8.52	0.66	30.11	3.77	1.19	64.74
Zn Temizleme 2 Konsantre	3.71	0.43	69.37	4.08	1.41	24.70	10.27	0.41	37.64	2.41	1.07	59.05

	Simülasyon Sonucu Verim Değerleri				
STREAM	Rec - Lead (Sim)	Rec - Zinc (Sim)	Rec - Iron (Sim)	Rec - Copper (Sim)	Rec - Remainder (Sim)
Talk Kons	1.97	1.99	1.22	1.87	1.48
Cu Kaba Konsantre	21.13	5.12	1.61	52.07	2.06
Zn Temizleme 1 Süpürme Atik	9.01	4.44	2.52	3.67	4.46
Zn Temizleme 1 Süpürme Konsantre	10.02	2.58	0.74	3.83	2.84
Zn Temizleme 2 Atik	13.62	14.75	0.57	5.85	6.12
Zn Temizleme 3 Atik	8.67	56.89	0.36	6.91	7.01
Zn Konsantre	5.92	68.55	0.35	6.82	2.94
Zn Kaba Atik	61.98	19.90	94.29	35.57	89.07
Besleme	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Cu Kaba kons_Combiner	21.13	5.12	1.61	52.07	2.06
Zn konsantre_Combiner	5.92	68.55	0.35	6.82	2.94
Final_Product9_Combiner	72.96	26.33	98.04	41.11	95.00
Talk Atik	98.03	98.01	98.78	98.13	98.52
Cu Kaba Atik	76.91	92.89	97.16	46.06	96.47
Zn Kaba Konsantre	38.56	90.32	4.19	20.18	16.36
Zn Kaba Konsantre	14.93	72.99	2.87	10.50	7.40
Zn Temizleme 1 Atik	19.03	7.02	3.27	7.51	7.30
Zn Temizleme 1 Konsantre	19.54	83.30	0.92	12.67	9.06
Zn Temizleme 2 Konsantre	14.59	125.44	0.71	13.74	9.95

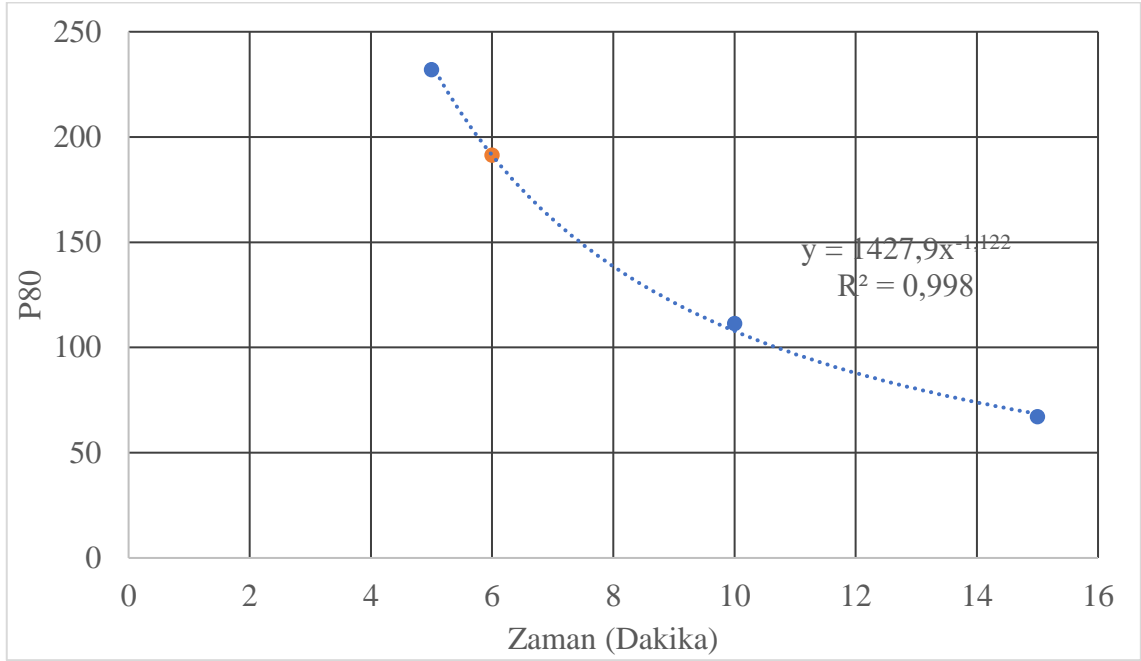
■ 100 g/t ZnFL Simülasyon Sonuçları

STREAM	Madde Denklığı Sonuçları						Simülasyon Sonuçları					
	TPH - Solids (Bal)	Assay - Lead (Bal)	Assay - Zinc (Bal)	Assay - Iron (Bal)	Assay - Copper (Bal)	Assay - Remainder (Bal)	TPH - Solids (Sim)	Assay - Lead (Sim)	Assay - Zinc (Sim)	Assay - Iron (Sim)	Assay - Copper (Sim)	Assay - Remainder (Sim)
Talk Kons	1.30	0.53	4.38	29.09	1.16	64.84	1.18	0.43	4.38	29.09	1.15	65.09
Cu Kaba Konsantre	3.93	1.97	6.91	26.52	11.17	53.43	2.40	2.35	6.92	26.49	14.41	50.05
Zn Temizleme 1 Süpürme Atik	2.84	0.37	1.33	35.17	0.42	62.71	6.91	0.48	1.78	36.84	1.02	59.93
Zn Temizleme 1 Süpürme Konsantre	1.58	0.77	7.32	34.34	1.12	56.45	4.12	0.77	5.45	34.33	2.06	57.56
Zn Temizleme 2 Atik	1.33	0.89	14.57	26.28	1.50	56.76	2.60	1.21	14.99	29.43	4.03	50.80
Zn Temizleme 3 Atik	1.44	0.79	43.42	13.18	1.66	40.95	1.37	1.33	38.52	15.24	4.08	42.01
Zn Konsantre	1.91	0.51	59.41	3.67	1.31	35.10	3.75	0.62	58.46	4.73	2.22	35.77
Zn Kaba Atik	85.66	0.18	0.60	33.93	0.18	65.11	85.76	0.19	0.50	36.50	0.33	62.50
Besleme	99.99	0.29	2.96	32.64	0.71	63.41	100.00	0.28	2.96	35.00	0.80	61.05
Cu Kaba kons_Combiner	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	2.40	2.35	6.92	26.49	14.41	50.05
Zn konsantre_Combiner	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	3.75	0.62	58.46	4.73	2.22	35.77
Final_Product9_Combiner	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	93.85	0.21	0.64	36.43	0.39	62.34
Talk Atik	98.69	0.29	2.93	32.69	0.70	63.39	98.82	0.28	2.95	35.07	0.79	61.00
Cu Kaba Atik	94.76	0.22	2.77	32.94	0.27	63.80	96.42	0.23	2.85	35.29	0.45	61.28
Zn Kaba Konsantre	9.10	0.61	23.16	23.63	1.08	51.51	17.39	0.69	16.87	28.21	1.98	52.78
Zn Kaba Konsantre	9.10	0.61	23.16	23.63	1.08	51.51	10.66	0.53	21.74	25.54	1.44	51.42
Zn Temizleme 1 Atik	4.42	0.51	3.47	34.87	0.67	60.47	11.03	0.59	3.15	35.91	1.41	59.04
Zn Temizleme 1 Konsantre	4.68	0.70	41.75	13.02	1.47	43.05	6.36	0.86	40.67	14.84	2.96	41.92
Zn Temizleme 2 Konsantre	3.35	0.63	52.54	7.76	1.46	37.61	5.12	0.81	53.13	7.54	2.72	37.44

	Simülasyon Sonucu Verim Değerleri				
STREAM	Rec - Lead (Sim)	Rec - Zinc (Sim)	Rec - Iron (Sim)	Rec - Copper (Sim)	Rec - Remainder (Sim)
Talk Kons	1.84	1.74	0.98	1.70	1.26
Cu Kaba Konsantre	20.19	5.59	1.81	43.39	1.96
Zn Temizleme 1 Süpürme Atik	11.99	4.15	7.27	8.84	6.78
Zn Temizleme 1 Süpürme Konsantre	11.36	7.58	4.04	10.66	3.89
Zn Temizleme 2 Atik	11.31	13.16	2.19	13.19	2.17
Zn Temizleme 3 Atik	6.57	17.81	0.60	7.03	0.94
Zn Konsantre	8.29	74.05	0.51	10.48	2.20
Zn Kaba Atik	57.68	14.47	89.42	35.59	87.80
Besleme	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Cu Kaba kons_Combiner	20.19	5.59	1.81	43.39	1.96
Zn konsantre_Combiner	8.29	74.05	0.51	10.48	2.20
Final_Product9_Combiner	71.52	20.36	97.68	46.13	95.84
Talk Atik	98.16	98.26	99.02	98.30	98.74
Cu Kaba Atik	77.97	92.67	97.21	54.91	96.78
Zn Kaba Konsantre	42.96	98.94	14.01	43.17	15.03
Zn Kaba Konsantre	20.29	78.20	7.78	19.32	8.98
Zn Temizleme 1 Atik	23.35	11.73	11.32	19.50	10.67
Zn Temizleme 1 Konsantre	19.60	87.21	2.70	23.67	4.36
Zn Temizleme 2 Konsantre	14.87	91.86	1.10	17.51	3.14

## EK 6. Cevherlerin Öğütme Kalibrasyonları

### Ek 6a. Sülfürlü Kurşun Çinko Cevheri



### Ek 6b. Kompleks Sülfürlü Çinko Cevheri

