

**LAHANOS Cu-Zn KOMPLEKS SÜLFÜRLÜ CEVHERİNİN  
FLOTASYONU**

**FLOTATION OF LAHANOS Cu-Zn COMPLEX SULPHIDE  
ORE**

**Muhammet ODABAŞIOĞLU**

Hacettepe Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin  
MADEN Mühendisliği Ana Bilim Dalı İçin Öngördüğü  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır.

2007

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından **MADEN MÜHENDİSLİĞİ CEVHER HAZIRLAMA ANA BİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan :.....  
Prof. Dr. Cahit HİÇYILMAZ

Üye (Danışman) :.....  
Prof. Dr. Zafir EKMEKÇİ

Üye :.....  
Dr. Metin CAN

ONAY

Bu tez, ...../...../2007 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet R. ÖZDURAL  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

# LAHANOS Cu-Zn KOMPLEKS SÜLFÜRLÜ CEVHERİNİN FLOTASYONU

**Muhammet Odabaşoğlu**

## ÖZ

Türkiye'nin Karadeniz Bölgesinde, Giresun ili, Espiye ilçesi hudutları dahilinde bulunan Volcano-Sedimanter kökenli kompleks Cu-Zn cevher yatağı mineralojisinden dolayı flotasyon yöntemi ile zenginleştirilmesi zor olan bir cevherdir. Bakır flotasyonunda konsantre verimi düşük ve çinko içeriği yüksek olmaktadır. Bu durum genellikle serbestleşme problemine ve cevher içinde bulunan ikincil bakır minerallerine bağlanmaktadır.

Bu çalışmada farklı toplayıcılar ve karışımları kullanılarak flotasyon performansının artırılmasına yönelik deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu cevher yatağından alınan numunelerin laboratuvar ortamında yapılan flotasyon testlerinde ticari isimleri Aerophine 3418 A, Aerofloat 208, Aero 5100 ve S-700 olan toplayıcılar hem yalnız başlarına değişik dozajlarda hem de çeşitli oranlarda karışımları kullanılmıştır. Bu testlerin amacı, yeni nesil toplayıcılar olarak tanımlanan bu toplayıcıları Lahanos bakır cevheri üzerindeki verimliliğini bakır tenörü ve verimi açısından test etmek ve en optimum toplayıcı seçeneğini tespit etmektir.

Laboratuvar ortamında flotasyon yöntemi ile zenginleştirmeye tabi tutulan cevher, %Cu 3,84-4,45, %Zn 1,25-1,42 ve %0,219 Pb içermektedir. En uygun bastırıcı ve köpürtücü dozajını tespit etmek için yapılan ön deney verileri değerlendirilerek öğütme işlemi sırasında çinko ve demir sülfürleri bastırmak için değerimene 2 kg/ton  $Na_2S_2O_5$  bastırıcısı ve flotasyon aşamasında köpürtücü olarak MIBC, 20 gr/ton oranında kullanılmıştır.

Deney sonuçlarının değerlendirilmesi sonucunda, toplayıcı reaktiflerin yalnız başlarına kullanıldığı durumda, bakır tenörü açısından en uygun toplayıcı 100 gr/ton Aerofloat 208 toplayıcısı iken (%Cu 19,95) verim açısından en uygun seçenek 150 gr/ton Aero 5100 toplayıcısı olmuştur (%Cu verimi 90,75). Toplayıcı karışımlarının kullanıldığı deney sonuçları incelendiğinde, bakır tenörü açısından

en uygun karışımın 75 gr/ton Aerophine 3418 A ve 75 gr/ton Aerofloat 208 karışımı (%Cu 20,45), verim açısından en uygun seçeneğin ise 40 gr/ton Aerophine 3418 A, 80 gr/ton Aerofloat 208 ve 30 gr/ton Aero 5100 olmuştur (%Cu verimi 83,57). Simpleks yöntemi ile belirlenen optimum koşullarda (130 g/t Aerophine 3418A, 10 g/t Aerofloat 208 ve 10 g/t Aero 5100 toplayıcı karışımı) elde edilen kaba bakır konsatrenin verim ve tenör değerleri Cu verimi % 57.82, Zn verimi % 9.88, Cu tenör % 11.73 ve Zn tenör % 1.57 olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Flotasyon, Sinerji, Toplayıcı karışımları, Sülfürlü cevherler

Danışman: Prof. Dr. Zafir Ekmekçi, Hacettepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Cevher Hazırlama Ana Bilim Dalı.

# FLOTATION OF LAHANOS Cu-Zn COMPLEX SULPHIDE ORE

**Muhammet Odabaşoğlu**

## **ABSTRACT**

Flotation of the volcano-Sedimentary based complex Cu-Zn-Pb ore deposit within the borders of the district of Espiye in the City of Giresun in Turkey's Black Sea Region is difficult due to its mineralogy. Under standard flotation conditions a concentrate with low copper recovery but high zinc content is usually produced. This problem is usually explained by lack of liberation and presence of secondary copper minerals in the ore.

In this work, various collectors and their mixtures were used to increase the flotation performance. The collectors used in this work are Aerophine 3418A, Aerofloat 208, Aero 5100 and S-700. The aim of this study was to determine the optimum collector type(s) and dosage(s) and composition of mixture of collectors.

The ore subjected to enrichment by floatation in the laboratory environment contains 3,84-4,45% of Cu, 1,25-1,46% of Zn and 0,219% of Pb. In our tests, 2 kg/tons of Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> were added to the mill as depressant to depress zinc and iron sulfides during grinding. As frother, MIBC, 20 g/ton was used.

The results of flotation tests performed with single collector showed that 100 g/t Aerofloat 208 collector was the most suitable collector in terms of copper grade of the concentrate (19,95 % Cu) and 150 g/t Aero 5100 was the best in terms of copper recovery (90.75 %). The flotation tests performed with mixture of collectors revealed that the best composition to obtain the highest copper grade (20.45 %) was mixture of 75 g/t Aerophine 3418A and 75 g/t Aero 208. The best collector mixture for the highest recovery (83.57 %) was 40 g/t Aerophine 3418A, 80 g/t Aerofloat 208 and 30 g/t Aero5100. A rougher concentrate having 11.73 % Cu and 1.57 % Zn grade was obtained with 57.82 % Cu recovery and 9.88 % Zn recovery using the collector mixture of 130 g/t Aerophine 3418A+10 g/t Aero208+10 g/t Aero 5100 determined by Simpleks method.

Key Words: Floatation, Synergism, Mixture of Collectors, Sulphide ores

Advisor: Prof. Dr. Zafir Ekmekçi, Hacettepe University, Department of Mining Engineering, Division of Mineral Processing.

## TEŞEKKÜR

Bu çalıőmanın gerçekleőmesi sırasında, laboratuvar ve malzeme destekleri ile olarak sağlayan Hacettepe Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. A. Erhan Tercan'a, konu ve deneysel yöntemlerin belirlenmesinden, çalıőmanın sonuca ulaşmasına kadar her aşamada bilgi ve desteğini esirgemeyen danışmanım sayın Prof. Dr. Zafir Ekmekçi'ye, konu ile ilgili olarak önceden yapmış olduğu çalışmalar ile bize yol gösteren ve numune ihtiyacının karşılanması her türlü yardımı yapan Sayın Prof. Dr. İrfan Bayraktar'a, çalışması yapılan alan konusunda belge ve doküman yardımında bulunan Maden Mühendisi sayın Zafer Erdoğan ve Onat Başbay'a, yardımlarından ötürü sayın Dr. Namık Aydoğan, Arzu Engin ve Yasemin Özdil'e teşekkürü bir borç bilirim

Tez çalıőmalarım sırasında vermiş oldukları manevi destek, gösterdiği sabır ve ilgileri için işyeri arkadaşlarıma ve Şube Müdürüm sayın Leyla Sipahioğlu'na teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

## Sayfa

ÖZ .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER .....</b>	<b>2</b>
2.1. Bakır Yataklarının Oluşumları ve Ekonomisi .....	2
2.2. Kompleks Cu-Zn ve Pb Cevher Yataklarının Minerolojisi .....	3
2.2.1. Silisli cevherler .....	4
2.2.2. Sarı cevherler .....	4
2.2.3. Siyah cevherler.....	5
2.2.4. Piritik cevherler .....	5
2.3. Sülfürlü Cevherlerin Flotasyonunda Ülkemizde ve Dünyadaki Uygulamaları .....	5
2.4. Kompleks Cevherlerin Flotasyonundaki Temel İlkeler.....	7
2.5. Toplayıcı Karışımları.....	14
<b>3. MALZEME VE YÖNTEM.....</b>	<b>16</b>
3.1. Deneylerde Kullanılan Cevher.....	16
3.2. Sahada Kurulu Tesisin Tipi ve Akış Şeması.....	21
3.3. Deneylerde Kullanılan Kimyasal Reaktifler.....	24
3.3.1. Toplayıcılar .....	24
3.3.1.1. <u>Aerophine 3418 A</u> .....	24
3.3.1.2. <u>Aerfloat 208 promoter</u> .....	25
3.3.1.3. <u>Aefo 5100 promoter</u> .....	25
3.3.2. Bastırıcı ve köpürtücüler.....	26
3.4. Laboratuar Ortamında Yapılan Deneylerin Prosesi .....	26



3.4.1. Besleme malzemesi ve hazırlanması .....	26
3.4.2. Flotasyon deneyleri .....	27

<b>4. SONUÇLAR.....</b>	<b>30</b>
4.1. Toplayıcı Türü ve Miktarına Bağlı Olarak Elde Edilen Sonuçlar .....	30
4.1.1. Aerophine 3418 A ile yapılan deneyler .....	30
4.1.2. Aero 5100 ile yapılan deneyler .....	33
4.1.3. S-700 Toplayıcısı ile yapılan deneyler.....	35
4.1.4. Aerofloat 208 ile yapılan deneyler .....	38
4.2. Ön Havalandırmanın Etkisi.....	41
4.3. Aero 5100' ün temizleme devrelerine etkisi.....	42
4.4. Toplayıcı Karışımlarının Flotasyon Performansına Etkisi .....	44
4.4.1. Bakır verimi .....	46
4.4.2. Çinko verimi.....	48
4.4.3. Bakır tenörü.....	50
4.4.4. Çinko tenörü .....	52
4.4.5. Simpleks tasarım yöntemi ile optimum toplayıcı karışımlarının Belirlenmesi.....	54

<b>5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....</b>	<b>57</b>
---	-----------

<b>6. SONUÇ VE TARTIŞMA .....</b>	<b>59</b>
-----------------------------------	-----------

<b>7. KAYNAKLAR.....</b>	<b>60</b>
--------------------------	-----------

**EKLER**

**ÖZGEÇMİŞ**

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 3.1	Kalkopirit tarafından ornatılan (istila edilen) pirit ve pirit tane aralarında kalkopirit ile birlikte izlenen tennanit ve tetraedrit .....	17
Şekil 3.2	Piriti ornatın Kalkopirit ile, kalkopirit içinde nabit altın, birlikte gang içinde .....	17
Şekil 3.3	Gang içinde kalkopirit ve piritle konsantrik kabuklu kürecikler oluşturan bornit .....	18
Şekil 3.4	Piriti kılcal çatlaklar boyunca ornatın kalkopirit .....	19
Şekil 3.5	Sfalerit tarafından ornatılan kalkopirit ve kalkopirit etrafında kalkopirit sfalerit birlikte büyümeleri .....	19
Şekil 3.6	Piriti ornatın fahlerz, emplektit, sfalerit ve altaitçe ornatılan Kalkopirit .....	20
Şekil 3.7	Pirit ile radyal-ışınsal (Kolloform doku) büyüme gösteren ve onu ornatın Kalkopirit.....	20
Şekil 3.8	Lahanos bakır çinko tesisi akış şeması .....	23
Şekil 3.9	Zamana bağılı öğrenme grafiğı .....	27
Şekil 3.10	Deneylerde izlenen akış şeması .....	29
Şekil 4.1	Aerophine 3418 A toplayıcı dozajına bağılı olarak %Cu-Zn tenör verim değışimleri .....	31
Şekil 4.2	Aerophine 3418 A kullanımı durumunda karşı elde edilen %Cu tenör eğrisi .....	32
Şekil 4.3.	Aerophine 3418 A kullanımı durumunda karşı elde edilen %Cu verim eğrisi .....	32
Şekil 4.4	Aero 5100 toplayıcı dozajına bağılı olarak %Cu-Zn tenör verim değışimleri .....	33
Şekil 4.5	Aero 5100 kullanımı durumunda karşı elde edilen %Cu tenör eğrisi .....	34
Şekil 4.6	Aero 5100 kullanımı durumunda karşı elde edilen %Cu verim eğrisi .....	35

Şekil 4.7	S-700 toplayıcı dozajına karşın %Cu-Zn tenör verim değışimleri .....	36
Şekil 4.8	S-700 kullanımı durumunda karşı elde edilen %Cu tenör eğrisi .....	36
Şekil 4.9	S-700 kullanımı durumunda karşı elde edilen %Cu verim eğrisi .....	37
Şekil 4.10	S-700 kullanımı durumunda zamana karşı elde edilen su verimi.....	37
Şekil 4.11	Aerofloat 208 toplayıcı dozajına bağılı olarak %Cu-Zn tenör verim değışimleri .....	39
Şekil 4.12	Aerofloat 208 kullanımı durumunda karşı elde edilen %Cu tenör verim eğrisi .....	40
Şekil 4.13	Aerofloat 208 kullanımı durumunda karşı elde edilen %Cu tenör verim eğrisi .....	40
Şekil 4.14	Aero 5100 kullanımı ile yapılan temizleme devreli flotasyon akış şeması ve değeri .....	43
Şekil 4.15.	Simpleks tasarım programı tarafından çizilen gerçek ve tahmini bakır verim değeri grafiğı .....	47
Şekil 4.16.	Simpleks tasarım programı tarafından çizilen üçgen diyagramı .....	48
Şekil 4.17.	Simpleks tasarım programı tarafından çizilen gerçek ve tahmini çinko verim değeri grafiğı .....	49
Şekil 4.18.	Simpleks tasarım programı tarafından çizilen üçgen diyagramı .....	50
Şekil 4.19.	Simpleks tasarım programı tarafından çizilen gerçek ve tahmini bakır tenör değeri grafiğı.....	51
Şekil 4.20.	Simpleks tasarım programı tarafından çizilen üçgen diyagramı .....	52
Şekil 4.21.	Simpleks tasarım programı tarafından çizilen gerçek ve tahmini çinko tenör değeri grafiğı .....	53
Şekil 4.22.	Simpleks tasarım programı tarafından çizilen üçgen diyagramı .....	54
Şekil 4.23.	Çizelge 4.14'de program tarafından seçilen 1. seçenekteki toplayıcı aralığının ve bu aralıklara karşılık gelen tenör ve verim değeri program tarafından üretilen doğrusal grafiğı.....	56
Şekil 4.24.	Çizelge 4.14'de program tarafından seçilen 1. seçenekteki toplayıcı aralığına karşılık gelen tenör ve verim değeri program tarafından çizilen üçgen diyagram üzerinde gösterilmesi .....	56

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 2.1 Türkiye de bilinen kompleks cevherlere ait metalurjik sonuçlar .....	6
Çizelge 2.2 Dünyada var olan kompleks cevherlere ait metalurjik sonuçlar .....	7
Çizelge 2.3 Cu, Zn ve Pb zenginleştirmesinde kullanılan en yaygın reaktifler .....	9
Çizelge 3.1 Lahanos tesis sonuçları .....	22
Çizelge 3.2. Zamana bağlı öğünme boyutu .....	27
Çizelge 3.3 Kimyasal analiz sonuçları .....	29
Çizelge 3.4 Deney koşulları .....	29
Çizelge 4.1 Aerophine 3418 A toplayıcı dozajına bağlı Cu, Zn tenör-verim değerleri .....	31
Çizelge 4.2 Aero 5100 toplayıcı dozajına bağlı Cu, Zn tenör- verim değerleri Sonuçları .....	33
Çizelge 4.3 S-700 toplayıcı dozajına bağlı Cu, Zn tenör- verim değerleri Sonuçları .....	35
Çizelge 4.4 Aerofloat 208 toplayıcı dozajına bağlı Cu, Zn tenör- verim değerleri Sonuçları .....	38
Çizelge 4.5 Ön havalandırma işlemi yapılmadan yapılan deney sonuçları .....	41
Çizelge 4.6 Ön havalandırma işlemi sonrasında yapılan testlerin sonuçları .....	41
Çizelge 4.7 Aero 5100 kullanıldığı devrelerde edilen ürünlerin metalurjik sonuçları .....	42

Çizelge 4.8 Simpleks deney tasarım yöntemi ile belirlenen toplayıcı karışımları ve deneylerden elde edilen sonuçların metalurjik sonuçları.....	44
Çizelge 4.9. Bakır verimi temel olarak alındığında model tarafından önerilen toplayıcı karışımlarının korelasyon katsayıları .....	47
Çizelge 4.10. Çinko verimi temel olarak alındığında model tarafından önerilen toplayıcı karışımlarının korelasyon katsayıları .....	49
Çizelge 4.11. Bakır tenörü temel olarak alındığında model tarafından önerilen toplayıcı karışımlarının korelasyon katsayıları .....	51
Çizelge 4.12. Çinko tenörü temel olarak alındığında model tarafından önerilen toplayıcı karışımlarının korelasyon katsayıları .....	53
Çizelge 4.13. programın çalışması sonrasında hangi değerleri temel aldığına ilişkin program çıktısı.....	55
Çizelge 4.14 Simpleks tasarım yöntemi tarafından oluşturulan çözüm aralığı .....	55

## 1. GİRİŞ

Dünyanın çeşitli bölgelerinde değişik jeolojik oluşum koşullarına bağlı olarak gelişen metalik maden yatakları mevcuttur. Bu metalik madenlerden en önemlisi bakır, kurşun ve çinko cevherleşmesinin birlikte olduğu yataklardır. Metalik maden yatakları oluşumlarından sonra geçirmiş oldukları jeolojik evrelere bağlı olarak farklı yapısal ve jeolojik özellikler göstermektedir (Sato, 1974). Bu özellikler cevherlerin kimyasal, minerolojik ve oksidasyon özellikleridir ve bu özellikler, madenlerin zenginleştirme proseslerinin tespitinde en önemli parametreleri oluşturmaktadır.

Çalışılan cevher, sülfürlü cevher yataklarından olan Giresun ili Espiye ilçesi dahilindeki, volkano-sedimanter kökenli kompleks bakır, çinko cevher yatağı olup, hali hazırda kurulu olan Demir Export A.Ş.' ne ait tesiste flotasyon yöntemi ile Cu konsantre elde edilmektedir.

Bu bölgede var olan cevher yatağının tesis bazında flotasyon yöntemi ile zenginleştirilmesi sonucunda elde edilen bakır konsantrenin tenör ve veriminin düşük olması, işletme maliyetlerinin yüksek olmasına, bakır konsantre içerisindeki çinko içeriğinin yüksek olması da elde edilen ürünün satış fiyatının düşük olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle bölgedeki madencilik faaliyetleri, dünya metal piyasasındaki metal fiyatlarına bağlı olarak, tüvenan cevher üretimi ve flotasyon işlemleri dönemseldir.

Bu çalışmada Lahanos Cu-Zn kompleks cevherlerinden Cu flotasyon verimini ve Cu konsantre tenörünü artırmak amacıyla farklı kimyasal ve fonksiyonel özelliklere sahip toplayıcılar (S 700, Aerofloat 208 promoter (Dialkyl dithiophosphate), Aero 5100 promoter (Allyl Alkyl Thionocarbamates) ve Aerophine 3418 A (Dialkyl dithiophosphinates)) ve bu toplayıcıların karışımları kullanılmıştır. Toplayıcı karışımlarının Cu konsantre tenör ve verimine etkileri Simpleks deneysel tasarım yöntemi kullanılarak incelenmiştir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Bakır Yataklarının Oluşumları ve Ekonomisi

Kompleks bakır yatakları oluşumlarına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır (Craig and Vaughan, 1981)

- i) Hidrotermal kökene sahip, emprenye olmuş bakır yatakları; Bunlara porfirik yataklar da denilmektedir. Dünya üretiminin yaklaşık %50 si bu çeşit yataklardan elde edilmektedir. Bu tip oluşumlar genellikle ABD, Şili, Peru ve Kanada 'da var olan oluşumlardır.
- ii) Sedimenter yapıdaki bakır yatakları; Kalker veya dolomit mineralleri içinde bulunurlar. Daha çok Orta Afrika'da rastlanan oluşum tipleri bu şekildedir. Dünya bakır üretiminin %17 si bu tip yataklardan sağlanmaktadır.
- iii) Sıvı magma kökenli bakır yatakları; Bu tip yataklarda bakır çoğu zaman yapısında nikel mineralleri de taşır. Bu yataklara volkanik-sedimenter yataklar da denir. Bir çok ülkede, özellikle Kanada, Avustralya ve pek çok Avrupa ülkesinde bu tür oluşumlar kendini göstermektedir.

Yukarıda da belirtildiği gibi kompleks cevher yatakları dünya ekonomisinin ihtiyacı olan bazı metallerin elde edilmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Dünyada kompleks bakır-kurşun-çinko rezervinin 300 milyon tondan daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. Bu rezervler, 38 milyon tonu bakır, 74 milyon tonu kurşun ve 180 milyon tonunda çinko içermektedir (İmre and Castle, 1984). Bu kompleks sülfür yataklarının metal içeriği, %0.3-6.0 Cu, %0.2-10 Zn, %0.3-3 Pb, %0.1 gr/ton Au, 100-30 gr/ton Ag, %20-50 S olarak tenör dağılımı göstermektedir (Cases, 1980; Gray, 1984)

Yeni tespit edilen kompleks cevher yatakları ile dünya tüketimi arasında paralellik mevcuttur. Dünyada üretilen toplam bakırın %3,6 sı, kurşunun %21 çinkonun ise %32 si kompleks bakır kurşun çinko yataklarından karşılanmaktadır. (İmre and Castle, 1984)

Dünya bakır rezervi, bakır metali içeriği olarak toplam 940 milyon ton civarındadır. Bu rezervin 360 milyon tonu Şili'de, 70 milyon tonu A.B.D'de, 63 milyon tonu Çin'de, 60 milyon tonu Peru'da, 48 milyon tonu Polonyada, 43 milyon tonu Avusturalya'da ve 38 milyon tonu Endonezya'da dır. Dünya rafine bakır tüketiminin 2005 yılında 673.000 ton artarak (%4,1) 17.150.000 ton aldığı tahmin edilmektedir. Kompleks cevher yataklarının içerdiği çinko rezervinin dışında var olan çinko rezervinin ise 190 milyon ton olduğu, 2005 yılı tüketiminin ise yaklaşık 10.100.000 ton olduğu varsayılmaktadır (U.S. Mineral Commodity summaries 2005)

Yüksek tenöre sahip cevher yataklarının yeryüzünde tükenmesine paralel olarak düşük tenörlü cevher yataklarının ekonomiye kazandırılması konusunda geniş kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. Düşük tenöre sahip cevher yataklarından yüksek tenörlü konsantreler elde edilmesinde flotasyon yöntemi en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Flotasyon yönteminde ki en önemli parametrelerden biri kullanılan kimyasallardır. Yeni kimyasalların (genellikle toplayıcılar) geliştirilmesine paralel olarak kompleks, sülfürlü cevher yataklarının zenginleştirilmeleri mümkün olmaktadır (McKee, 1991)

Ayrıca Sülfürlü cevherlerin kısmen ya da tamamen oksitlenmiş olup olmamasına bağlı olarak farklı flotasyon reaktifleri ve prosesler geliştirilmiş ve daha etkin yeni yöntemler üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

## **2.2. Kompleks Cu-Zn ve Pb Cevher Yataklarının Minerolojisi**

Kompleks sülfürlü cevherler minerolojik olarak, ana mineral olan pirit (%80-90) içerisinde galen, sfalerit ve kalkopiritin saçınımlı olarak birlikte bulunması ile tanımlanabilir. Kompleks cevher yataklarındaki bu saçınımlı yapıya konu olan mineraller, yapı içerisinde birkaç mikrondan on mikronlar boyutuna kadar bulunabilir. Sülfür matrisleri içerisinde, önemli miktarda antimuan, bizmut ve civa bulunabildiği gibi değerli metaller olan altın ve gümüş de bulunabilir. Bu tür cevherlerde gang mineralleri ise barit, kuvars, karbonatlar ve fillitlerdir (Cases, 1980)



Kompleks cevher yataklarının kökeni, denizaltı volkanizma ya da volkanizma ile birlikte ortaya çıkan termal aktivite ve denizaltındaki kırık ve çatlak zonlar ile ilgileri olduğu düşünülmektedir . (Sate, 1974; Craig and Vaughn, 1981) Bu görüşe göre bakır, kurşun ve çinko açısından zengin olan mağma, fay zonlarındaki kırık ve çatlaklara yerleşerek burada katılaşması sonucunda oluştuğu düşünülmektedir. Parlak kesitlerin polarizon mikroskobu altında incelenmesi sonucunda herhangi bir basınç izlenmesinin tespit edilememesi ve değerli metallerin birbirleri ile oluşturdukları kolloform yapı bu oluşumların metamorfizma geçirmediklerini göstermesi açısından önemlidir. Sedimanter kökenli, metamorfizma geçirmemiş bu tür sülfürlü cevherlerin tane boyutları diğer kompleks cevher yataklarının boyutuna oranla daha küçüktür (- 0,1 mm). Fakat metamorfizma geçirmiş kompleks cevher yataklarındaki minerallerin tane boyutu daha büyük ve rekristalize şeklindedir. (Shimazaki, 1974)

Metamorfizma olmamış volkanik-sedimanter cevher yatakları aşağıda belirtildiği gibi farklı tiplerde sınıflandırılır. (Sate, 1974; Craig and Vaughn, 1981)

### **2.2.1. Silisli cevherler (Keiko Tipi)**

Yerkabuğunun önemli bölümünde varlıklarını gösterirler. Pek çok durumda asidik plajiyoklas ve riyolitik kayaların içerisinde kendilerini gösterirler. Diğer cevherlerin içinde tamamen kriptokristalin yapıda gözlenebilmekte ve orijinal kayaktan hiçbir iz taşımamaktadır. Bu tür cevherlerde pirit fazla miktarda bulunur. Bu tür cevherler ince kristalli ve nadiren renkli yapıdadır. İçerisinde tetrahedrit kristal yapısında galen ve sfaleritin az miktarda bulunmasına karşılık kuvars, kalkopirit ve pirit baskın mineral olarak kendini göstermektedir.

### **2.2.2. Sarı cevherler (Oko Tipi)**

Bu tür cevherlerde değişik miktarlarda kalkopirit bulunmakla birlikte temel cevher pirittir. Pirit ve kalkopiritin fazla bulunmasından dolayı kalkopirit rengine bağlı olarak bu isim ile tanımlanmıştır. Daha az miktarda sfalerit, galen, tetrahedrit, galen sülfotuzları ve az miktarda elektrum, ana mineraller içerisinde dağılmış durumdadır. Cevher içerisinde bulunan pirit 100 mikrondan daha küçük tane

boyuna sahiptir. Metamorfizmaya uğramış yataklardaki pirit boyutu birkaç mm ye kadar irileşebilmektedir.

### **2.2.3. Siyah cevherler (Kuroko Tipi)**

Barit , pirit, kalkopirit, galen ve sfalerit ana bileşenlerdir. Bu cevher bünyesinde bulunan mineral miktarı oldukça fazladır ve bu minerallerin cevher içerisinde oldukça kompleks yapıda bulunmaktadır. Bornit, elektrum ve gümüş mineralleri ikincil mineraller olarak bulunmaktadır. Minerallerin pek çoğu ince tanelidir. Ana mineraller oldukça iri tanelidir (yaklaşık 100-300 mikron aralığında), fakat miktar olarak az olan ikincil mineraller daha ince boyutludur (3-15 mikron). Bu tür cevherlerin flotasyonunda sfalerit, kalkopirit gibi davranmaktadır. Bunun nedeni ortamda bulunan bakır iyonlarının sfaleriti canlandırmasıdır.

### **2.2.4. Piritik cevherler (Cyprus Tipi)**

Cevher bileşiminde temel mineral pirittir. Bunun yanında az miktarda kalkopirit ve diğer temel metal sülfürler de bulunmakla birlikte az miktarda sfalerit de vardır.

## **2.3. Sülfürlü Cevherlerin Flotasyonunda Ülkemizde ve Dünyadaki Uygulamalar.**

Cevherin ana bileşenlerinin kalkopirit ( $CuFeS_2$ ), pirit ( $FeS_2$ ) ve silis ( $SiO_2$ ) olduğu durumlarda, genellikle doğal pH' da kalkopirit ve pirit toplu konsantre olarak alınmakta, silis ise toplu konsantre artığı olarak atılmaktadır. Elde edilen toplu konsantre ikinci kez öğütülerek, bakır ve pirit tane serbestleşmesi sağlanır. Seçimli flotasyon sonucunda bakır konsantre elde edilmektedir. Pirit artık ürünü olarak alınır ve  $H_2SO_4$  ile palp pH' sı 3-4 civarında ayarlanarak pirit mineralleri aktif hale getirilir ve ayrı bir konsantre halinde alınır. Bu tesislere örnek olarak Murgul bakır işletmeleri verilebilir.

Küre ve Ergani bakır işletmesinde ise ( $pH > 10$ ) bakır ve pirit içeren cevher yüzdürülerek önce kaba bakır konsantre alınmakta artık ise pirit flotasyon devresinde ( $pH < 6$ ) yüzdürülerek ayrı bir ürün olarak alındıktan sonra pirit flotasyon

artığı nihai artık olarak atılmaktadır. Kaba bakır konsantre temizleme devrelerinde tekrar yüzdürülerek temizlendikten sonra nihai bakır konsantre alınmaktadır.

Çayeli kompleks bakır çinko cevheri, %70'i -36 mikron boyutuna indirgenmekte, kaba flotasyon devresi artığı süpürme, ürünü ise temizleme devrelerinde yüzdürülerek %22 Cu içeren konsantre elde edilmektedir. Artık çinko devresine gönderilir. Burada, kaba ve temizleme işlemi sonucunda elde edilen ürün çift kademeli kolon devresine gönderilir, kolon flotasyonu sonucunda %50 Zn tenörlü nihai Zn konsantre alınır.

Giresun, Lahanos kompleks bakır, çinko cevheri ise öğütme sonucunda, %80'i -38 mikron tane iriliğine indirgenen cevher flotasyon hücrelerine beslenmektedir. Flotasyon sonrası elde edilen Cu kaba konsantresi, temizleme devrelerinde yeniden flotasyon işlemine tabii tutulduktan sonra elde edilen nihai bakır konsantre, tikner ve filtreler yardımı ile sudan arıtılarak kek haline getirilmektedir. Bakır süpürme devresi artığı çinko flotasyon devresine beslenmekte bakır sülfat ile canlandırılan çinko yüzdürülerek kaba çinko konsantresi alınmakta olup temizleme devreleri sonucunda nihai çinko konsantre elde edilmektedir. Çinko süpürme devresi artığı nihai artık olarak değerlendirilmektedir. Lahanos tesisinde bakır devresi artığı, %Cu 1,1 %Zn 2,8 %Pb 0,1 içeriğine sahiptir (21 Eylül 21 Kasım 2006 arası tesis verileri). Çizelge 2.1. 'de ülkemizdeki bazı uygulamalara ait sonuçlar, Çizelge 2.2. Dünyada var olan bakır, kurşun çinko cevherlerine ait flotasyon sonuçları (Bayraktar, v.d.; 1991) gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Türkiye de bilinen kompleks cevherlere ait metalurjik sonuçlar. (Çayeli ve Lahanos değerleri 21 Eylül 21 Kasım 2006 arası tesis verileridir) (1) Tesisonuçları, (2) Proje sonuçları (Cebeci, v.d;1999), (3) literatür verisi (Bayraktar, v.d.; 1991)

Konsantre T.	Beslenen Cevher			Bakır Konsantre			Çinko Konsantre		
	%Cu	%Zn	%Pb	%Cu	%Zn	%Pb	%Cu	%Zn	%Pb
Çayeli (1)	4,00	6,00		23,0	5,5		2,5	50,5	
Lahanos(1)	3,60	3,30	2,00	20,0	6,0	2,0			
Harşit (3)				19,6	2,5	1,9	3,6	47,6	
Koyuluhisar(2)	1,45	7,47	6,54	15,1	0,4	0,4	0,96	41,4	2,46

Bütün bu çalışmalarda görüleceği üzere bakır konsantre içerisindeki çinko oranı pek fazla düşmemektedir. Sadece Koyuluhisar cevherinde bir düşüş olmaktadır. Buradaki çalışmalarda tesis bazında olmayıp laboratuvar deney sonuçlarıdır.

Çizelge 2.2. Dünyada var olan kompleks cevherlerine ait metalurjik sonuçları  
1. Bulk konsantre dahil değildir, 2. Bakır içeriği çok düşük, kazanım yok, 3. Kurşun içeriği çok düşük, kazanım yok.

konsantratör	Bakır Konsantre				Çinko Konsantre				Kurşun Konsantre				Ref.
	Tenör		%	%R	Tenör		%	%R	Tenör		%	%R	
	Cu	Zn	Pb	Cu	Zn	Cu	Pb	Zn	Pb	Zn	Cu	Pb	
Matsumine (Japonya)	21	5	4,6	75,4	55	1,3	2,5	91,9	52	6,3	5,2	66,9	31
Uchinotai (Japonya)	26	3,8	3,1	81,8	55	1,1	2,5	92,5	3,5	3,8	58,1	70	37
Woodlawn (Avustralya)	19,3	7,7	10,1	44,2	50,6	0,6	3,5	67,2	30,1	12,2	3,7	56,2	38
Brunswick(1) (Kanada)	21	3,5	6	53,7	52	0,3	2	74,2	34	5	0,4	55	39
Gerpenberg (İsveç)	19,8	10,7	11,8	78,7	53,7	0,3	2,8	79,4	58,5	9,2	0,7	67,3	40
Meggen(2) (Almanya)	-	-	-	-	53,5	-	1,2	90,5	45	5,2	-	37,4	41
Mgmont Mill (A.B.D)	30,2	0,4	5,6	76,4	59,6	0,3	1,6	75,3	76,5	1,5	0,4	96,1	42
Pyhasalmi (3) (Finlandiya)	25	4,4	-	91,2	50,4	0,3	-	88,6	-	-	-	-	43
Harsit (3) (Türkiye)	19,6	2,5	1,9	84	47,6	3,6	-	56	-	-	-	-	44

Aynı şekilde dünyadaki uygulamalarda da elde edilen bakır konsantre içerisinde çinko ve kurşun içeriği fazla olmakta, buna karşın çinko konsantre içerisindeki bakır ve kurşun içeriği daha az olmaktadır. Aynı şekilde kurşun konsantre içerisinde de bakır ve çinko içeriği yüksek olmaktadır.

#### 2.4. Kompleks Sülfürlü Cevherlerin Flotasyonundaki Temel İlkeler

Sülfürlü mineraller bakır, kurşun, çinko gibi endüstriyel anlamda önemli temel metallerin başlıca kaynağıdır.

Kompleks sülfürlü cevherler dünyanın her yanında geniş olarak yayılım göstermektedir. Her ne kadar her cevher yatağı kendine ait bir karakteristiği

yansıtmakta ve bu karakteristiği nedeni ile zenginleştirme aşamasında farklı sorunlara neden olsa da Volcano-Sedimanter kökenli kompleks sülfür cevherleri pek çok yönden benzer özellikler göstermektedir. Bu özellikler, temel mineraller olan kalkopirit, galen ve sfaleritin pirit cevheri içerisinde saçınımlı olarak bulunması ve gangın bileşiminde, barit, kuvars, karbonat ve fillitler bulunmasıdır (Altun, 1990). Gang minerallerinin türü, bileşimi ve miktarı flotasyon prosesinin belirlenmesinde ve reaktif seçiminde önemli olmaktadır. Bakır yataklarında gang mineralleri, yatak tipine göre değişiklikler gösterir. Damar tipi yataklarda, kalsit, kuvars ve diğer silikatlar gangı meydana getiren esas minerallerdir. Saçınımlı yataklarda ise, kuvars , feldspat, kaolen belli başlı gang mineralleridir.

Kompleks cevherlerin öğütülmesi aşamasında serbestleşme boyutu olarak belirlenen öğütme boyutuna indirgemek esastır, ancak cevher içerisinde bulunan galenin çok kolay şlam haline gelebilmesi ve bu tür yataklarda temel mineral olan kalkopirit, sfalerit ve galenin değişik boyutlarda birbirleri içerisinde ve pirit içerisinde saçınımlı halde bulunması serbestleşme açısından karşılaşılan en önemli sorunlardır (Warren, 1984).

Sülfürlü cevherlerin en önemlisi ve doğada en çok bulunanı bakır sülfürlerdir. Bakır sülfürler, pirit ( $FeS_2$ ) ve pirotin ( $Fe_{11}S_{12}$ ) gibi demir sülfürler ile beraber bulunmasına karşın bünyelerinde, kobalt, molibden, kurşun, çinko sülfürleri ve sülfü tuzları da barındırabilirler. Birçok kurşun-çinko tesisinde yan ürün olarak bakır sülfürler elde edildiği gibi, bakır tesislerinde de nikel, kobalt, molibden konsantreleri yan ürün olarak elde edilebilmektedir.

Sülfürlü cevherlerin flotasyonunda, toplayıcı olarak, dithiokarbonatlar, ksantatlar, dithiofosfatlar, dithiofosfinler, thionokarbamatlar ve dithiokarbamatlar yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Cu, Zn ve Pb cevherlerinin zenginleştirme proseslerinde kullanılan en yaygın reaktifler Çizelge 2.3.' de belirtilmiştir.

Çizelge 2.3 Cu, Zn ve Pb zenginleştirmesinde kullanılan en yaygın reaktifler.

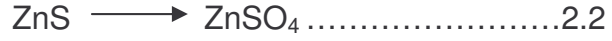
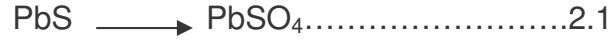
	<b>Bastırıcı</b>	<b>Köpürtücü</b>	<b>Canlandırıcı</b>	<b>Toplayıcı</b>
Bakır	Na <sub>2</sub> S. NaCN	Çamyağı, Alkoller, kresilik asit		Ksantatlar, dithiofosfatlar, dithiofosfinler
Çinko	ZnSO <sub>4</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	Çamyağı, Alkoller	CuSO <sub>4</sub>	Ksantatlar, dithiofosfatlar, dithiofosfinler
Kurşun	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	Çamyağı, Alkoller		Ksantatlar, dithiofosfatlar

Düşük tenörlü kompleks cevherlerin zenginleştirilebilmesi için seçimliliği yüksek flotasyon düzenleyicilerinin kullanılması gerekmektedir. Dikromatlar, siyanürler, sülfidler, hidrosülfidler ve hipokloritler gibi klasik inorganik düzenleyiciler bu ihtiyacı karşılamakta, fakat bunların kullanımı çevreye vermiş oldukları zarardan dolayı çevre konusundaki kaygıları arttırmaktadır. Sülfürlü cevherler için seçimli toplayıcı özelliğine sahip, çevresel olarak kabul edilen polisakkaridler gibi doğal olarak bozunabilir, zararsız toplayıcıların önemi artmaktadır. Temel yapıları D-Glikoz olan nişasta ve selüloz en önemli polisakkaridlerdir (Laskowski vd, 1993; Liu vd, 1989a).

Cevherin oluşum sırasında veya sonrasında meydana gelen oksitlenme derecesi, mineral yüzeyinin flotasyon işlemindeki tepkisini belirlemede kesin bir etkisi vardır. Oksitlenmiş yüzey flotasyon reaktiflerine cevap vermeyebilir. Bundan başka Cu<sup>2+</sup> ve Pb<sup>2+</sup> gibi oksidasyon ürünü iyonlar bakır sülfür ve sfalerit arasındaki seçimliliği de olumsuz yönde etkiler. Bu iyonlar sfalerit yüzeyine soğurularak sfaleritin bakır minerali gibi davranmasına neden olur.

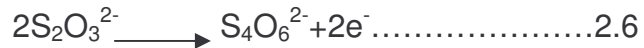
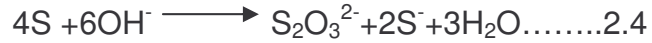
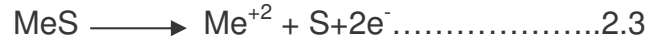
Sülfürlü minerallerinin en önemli karakteristiği kararsız olmalarıdır. Bu mineraller yavaş bir biçimde kararlı oksitli mineraller haline dönüşürler. Bazı sülfürlü cevherlerin oksitli hale gelmeleri ile ilgili kimyasal değişimler aşağıda gösterilmiştir.

Şöyle ki;

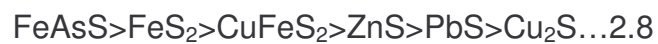


gibi (Tolun, 1987).

Bu minerallerin oksitlenme aşamasında yüzey özelliklerinde önemli değişiklikler meydana gelir. Düşük sıcaklıkta sülfür minerallerinin oksidasyon prosesi şöyledir; sulu ortamda katı halde bulunan metalin katı fazdaki sülfür oranının azalmasına paralel olarak katı metal atomları sıvı katyon olabilmek için ara sıvı faza doğru hareket eder, bu şekilde oksidasyon başlamış olur ve en son sülfür ayrıldığı zaman oksidasyon tepkimesi sona erer ve sülfat iyonu verir. Bu aşamalar ile ilgili genel tepkimeler aşağıda verilmiştir (Tolun, R. 1987)



Bundan başka metal katyonları mineral yüzeyine  $\text{MeS}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MeSO}_4$ ,  $\text{Me}(\text{OH})_2$  ya da  $\text{MeCO}_3$  v.b olarak çökebilir. Aşağıda bazı sülfürlü minerallerin birbirlerine göre oksitlenme dereceleri verilmiştir. Buna göre en kolay oksitlenen mineral  $\text{FeAsS}$  iken en zor  $\text{Cu}_2\text{S}$  oksitlenmektedir.



Bitişik iki katı faz tek bir faza nazaran daha kolay oksitlenir. Böylece galen, sfalerit ve kovelin mineralleri yapılarında pirit minerallerini bulundurduğu zaman 8-20 kat daha hızlı oksitlenmektedir. Bunun nedeni bu minerallerin, pirit-oksijen katodu ile

kolaylıkla elektrokimyasal temas kurmaları diğerk bir deyişle galvanik etkileşimdir. Ortamdaki minerallerin oksitlenme özellikleri, çözünmüş oksijen derişimi ve pH'daki artışa bağılı olarak artar. Sülfürlü yaşılı oluşumlar daha genç oluşumlara nazaran daha zor oksitlenir. Volkanik kökenli kompleks sülfürlü yatakların diğerk sülfürlü yataklardan daha genç oluşumlar olduğu göz önünde bulundurulduğunda (Japonya da Miocen yatağı, Türkiye de ise üst kretase yaşılı yataklar), oksidasyona daha yatkın oldukları anlaşılabilir. Kuroko cevher örnekleri üzerinde, damıtılmış su ile yapılan yıkama testleri ile cevherin oksitlenme dereceleri tespit edilmiştir. Bu testler göstermiştir ki oksitlenmiş yataklarda çözünmüş ağır metal iyonları yoğun biçimde bulunmaktadır.

Bu tür oluşumlarda, minerallerin flotasyon özellikleri yapılarındaki minerallerin birbirleri ile oluşturdukları bağların türüne bağılı olarak değışmektedir. Minerallerin iyonik karakteri arttıkça, yüzeyin su ile ıslanma özelliğı artmakta buna bağılı olarak yüzeybilme özelliğı zorlaşmaktadır. Ancak minerallerin büyük çoğunluğu hem iyonik hem de kovalent bağları içermektedir.

Sülfürlü minerallerin çoğunun sulu ortamdaki çözünlüğü diğerk minerallere kıyasla daha düşük olduğu için bu ortamda göreceli olarak eylemsiz olmaları beklenir. Ancak bu minerallerin sulu ortamdaki kararlılığı oksitli minerallerde olduğu gibi sadece pH'ya değıl, aynı zamanda ortamın elektrokimyasal potansiyeline ve redoks koşullarına da bağılıdır.

Diğerk minerallerin tersine sülfürlü mineraller su ve çözünmüş oksijen ile girdikleri tepkimelere göre karakterize edilirler. Bu mineraller oksijenli ortamda kararsızdır ve yüzeyleri oksitlenerek  $S^{-2}$ ,  $S^0$ ,  $S_2O_3^{-2}$ ,  $SO_4^{-2}$  metal iyonları veya pH'ya bağılı olarak metal oksitleri/sülfoksitleri oluştururlar (Smart, 1991).

Sülfürlü mineraller için mevcut olan sıfır yük noktaları, (p.z.c) veya izoelektrik noktalarının (i.e.p) değıerleri, oksitli minerallerde olduğundan daha fazla değışkenlik gösterir. Çünkü sülfürlü mineral yüzeyleri oksitlenmeye açıktır. Oksitlenme derecesi cevher yüzeyinin doğası ve çözelti koşulları ile ilintilidir. Sülfürlü mineraller, ortamın pH' sına ve oksijenle temas süresine bağılı olarak farklı oranlarda oksitlenir.



Oksidasyon sonucunda ortamda bulunan bakır iyonları piriti canlandırarak temiz bakır konsantresi alımını güçleştirebilir. Bu durumda palpdaki bakır iyonlarını bastırmak için siyanür kullanılması ve miktarının artırılması gerekebilir.

Kompleks Cu-Pb-Zn cevherlerinin flotasyonunda genel uygulama, önce sfalerit ve demir sülfürleri seçimli olarak bastırmak için öğütme aşamasında değirmene, sodyum sülfid ( $\text{Na}_2\text{S}$ ), sülfüroz asit ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ), kükürt dioksit ( $\text{SO}_2$ ) gazı ve sodyum metabisülfid ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) eklenmesidir (Jones and Woodcock, 1984). Redoks potansiyelin kontrol edilmesine ve ayarlanmasına bağlı olarak kolektör soğurumu sınırlandırılır. Yapılan laboratuvar çalışmalarında, sülfid mineralleri üzerindeki kükürt dioksidin bastırıcı etkisi, piritten başlamak üzere sfalerit, galen ve kalkopirite doğru azalarak devam ettiği belirtilmiştir (Mikai and Matsubara, 1968) . Sülfürlü mineraller üzerindeki sodyum sülfür ve kükürt dioksidin bastırıcı etkisinin de aynı sıralı etkiyi oluşturduğu aynı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Pratikte Cu-Zn-Pb ve Cu-Zn sülfür cevherlerinin flotasyonunda sülfür dioksit ve sülfidler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Flotasyon aşamasında, pH 6-6.5 oranında tutularak uygun toplayıcı ve köpürtücü ilavesi ile bakır+kurşun içeren toplu konsantre elde edilir, Bakır kurşun toplu flotasyonu aşamasında, palpdan çözülmüş halde bulunan muhtelif iyonlar ( $\text{Pb}^{++}$ ,  $\text{Cu}^{++}$ ) çinkoyu da canlandırarak yüzdürebilir. Bunu önlemek için palpa alkali siyanür ilave edilir. Siyanür miktarı bakırı bastırmayacak şekilde dikkatle ayarlanmalıdır. Siyanür veya sülfidlerle birlikte genellikle çinko sülfat da kullanılır. Bazı durumlarda çinkoyu bastırmak için siyanid değişik oranlarda çinko sülfat ile karıştırılarak ortama ilave edilir. Genel olarak 4-5 birim çinko sülfat 1 birim siyanid ile birlikte bir karışım olarak kullanılır. Yapılan flotasyon sonucunda sfalerit ve demir sülfürler flotasyon artığı olarak alınır. Kompleks cevher yataklarında, demir sülfür mineralleri alkali pH' larda ( $\text{pH}>10$ ) bastırılır. Bastırılan ve artık olarak alınan pulp içerisinde bulunan çinko minerallerini yüzdürmek için ortama ilave edilen bakır sülfat ( $\text{CuSO}_4$ ) yardımı ile sfalerit aktif hale getirilir ve ortam pH' sı kireç ilavesi ile 8.5-12 arasında dengelenerek yapılan flotasyon işlemi sonucunda çinko yüzdürülür. Artıktaki çinko ayrı bir ürün olarak alındıktan sonra demir sülfürler içerisinde barındıran artık, zayıf asidik konuma getirilerek (pH 3-6) içerisinde bulunan pirit ayrı bir ürün olarak alınabilir. Başlangıçta elde edilen bakır+kurşun

toplu konsantre içerisindeki bakır, kuşundan ayırmak için üç farklı yöntem geliştirilmiştir. Bunlar, siyanid, kromat ve sülfür dioksit metodudur. Hangi metodun seçileceği konusu, palp içerisinde bulunan bakır ve kurşun minerallerinin miktarı ile ilgili olarak tercih edilir. Toplu konsantre içerisinde hydrophobitesitesi daha yüksek olan cevher yüzdürülür, genel olarak kurşun miktarının bakır miktarından fazla olması durumunda, kurşunun bastırılması tercih edilir (flotasyon yönteminde genel olarak miktarı fazla olan cevher bastırılır, aksi durum ters flotasyon olarak tanımlanır). Galenin bastırılması için, palpa sodyum dikromat ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) yada  $\text{SO}_2$  ilavesi en çok kullanılan yöntemdir. Bazı durumlarda bakır kurşun toplu konsantreleri, önemli miktarda çinko ve demir sülfür de içerir. Palp sıcaklığının artırılması ile galenin etkili bir biçimde bastırılması ve kalkopiritin yüzdürüldüğü bilinmektedir. Ayırma prosedüründe buhar enjeksiyonu ile sıcaklığın 70 derecenin üzerine ısıtılması ve sonrasında nişasta, dektrin ya da  $\text{SO}_2$  metodu genel olarak kullanılmaktadır. Bakır konsantresi içerisindeki galen ve sfaleritin başarılı biçimde bastırılması bu tekniğin üstünlüğünü kanıtlamıştır. Bakır miktarı kurşun miktarından daha fazla ise bakırın bastırılmasında sodyum siyanür ya da siyanür çinko kompleksi kullanılabilir (Wills, 1989). Uygulamalarda, galen yavaş yüzen mineraldir (Williams and Phelan, J.M. 1985).

Bazı durumlarda çinko devrelerinde ters flotasyon yöntemi de uygulanır. Bu uygulamalarda, kolayca yüzen demir sülfürler (pirit ve pirotin) çinko konsantrelerinin tenörünü düşürür. Çinko tenörünü yükseltmek için ters flotasyon uygulanabilir. Bu işlem, ortamın pH' ı 4.5-5 olacak şekilde ayarlanır. Daha sonra  $\text{SO}_2$  ilave edilir. Palp sıcaklığı 70-80 dereceye yükseltilir ki burada amaç sfaleriti tamamen bastırmaktır. Koşullandırma işleminden sonra demir sülfürler ksantatlar ile yüzer, sfalerit ise yüzmez. Endüstriyel uygulamalarda ters flotasyon oldukça yaygın kullanılmaktadır (Bayraktar, 1988; 1990).

Elde edilen konsantre içerisindeki antimuan ve arsenik önemli bir sorundur. Elde edilen konsantre içerisindeki bu safsızlıklar kabul edilebilir değerlerin üzerinde olursa satıcıya ceza gerektirir. Elde edilen bu özelliklerdeki konsantre içerisindeki civa, bizmut, arsenik, antimuan bakır kurşun ayırımını da zorlaştırır.

Toplayıcı olarak ksantatların seçimliliği azdır ve yüksek alkali pH' larda oldukça duyarlıdır. Düşük pH'larda ksantatlar kolaylıkla bozunabilir. Sülfürlü minerallerin yüzmesi ksantatın mineral yüzeyine metal ksantat (MX) veya diksantojen ( $X_2$ ) şeklinde soğrulması ile gerçekleşir. Metal ve sülfür atomları arasında oluşan metal-ksantat bileşiklerinin bağlarının kovalent bağ olması nedeni ile çözünürlükleri düşüktür. Çözünürlük arttıkça bağların kovalent karakteri azalır ve buna bağlı olarak da metal ksantatın hidrofobiklik (yüzebilme) derecesi azalır.

Dithiofosfin (DTPI), dialkil dithiofosfinin üç adımlı tepkimesi sonucunda oluşur. Fosfin gazı, olefin ile tepkimeye girerek alkil fosfin oluşturur ve alkil fosfin sülfür ile tepkimeye sokulur sonra da NaOH ile nötrale edilir. Bu proses oldukça pahalıdır ve bu yüzden DTPI diğer sülfürlü toplayıcılar ile karşılaştırıldığında oldukça pahalı bir toplayıcıdır. DTPI bakır ve kurşun sülfür minerallerinin sfalerit ve piritten seçimli olarak ayrılmasında kullanılan en önemli toplayıcıdır. Yüksek oranda demir ve manganez içeriği de sfaleritin yüzmesini engeller. Sülfürlü mineraller içerisinde baz metallerin kükürtlü bileşikleri olan, arsenik, antimuan, bizmut gibi metallerin elde edilen konsantre içerisinde bulunması durumunda ceza ödenmesini gerekir. Bu kükürtlü bileşiklere diğer metallerin arsenik ve antimuanla yaptıkları bileşiklerde dahil edilmektedir. Ayrıca, primer oluşumları sülfürlü olup da, oksidasyon sonucunda tamamen ya da kısmen oksit, sülfat ve karbonatlara dönüşmüş mineraller de bu kükürtlü bileşikleri içermektedirler.

## **2.5. Toplayıcı Karışımları**

Toplayıcı karışımlarının yarattığı sinerjizm toplayıcıların karışım halinde kullanılmasının, tek başlarına kullanılmasına göre flotasyon verimi üzerinde iyileştirici bir etkiye sahip olması şeklinde tanımlanabilir. Flotasyon performansındaki sinerjik etkiye bağlı gelişme, toplayıcı karışımlarının mineral yüzeyine daha etkin soğurulmalarına bağlanmaktadır. Katı-sıvı veya hava-sıvı ara yüzeylerinde farklı toplayıcı molekülleri arasında veya toplayıcı köpürtücü arasındaki etkileşim hidrofobik minerallerin hava kabarcıklarına yapışma oranlarını artırmakta ve aynı zamanda köpükte istenmeyen hidrofobik gang minerallerinin miktarını azaltmaktadır.

Farklı çeşitlerdeki toplayıcı karışımları (anyonik-katyonik, anyonik-nötr ve anyonik-anyonik) uzun yıllardır flotasyon tesislerinde kullanılmaktadır. Anyonik-katyonik toplayıcı karışımları genelde feldspatın kuvarstan ayırımında kullanılırken (Hanumantha Rao and Forssberg, 1997; Vidyadhar, 2001; Kalyon, 2003) anyonik-nötr toplayıcı karışımları oksit mineralleri ve tuz tipi minerallerin flotasyonunda kullanılmaktadır (Giesekke and Haris, 1984; Von Rabinski et al., 1987; Sis and Chander, 2003). Anyonik-anyonik toplayıcı karışımları ise sülfürlü minerallerin flotasyonunda kullanılmaktadır. Katyonik-nötr toplayıcı karışımlarının kullanımları olmakla birlikte çok yaygın değildir.

Flotasyon aşamasında meydana getirilen toplayıcı karışımlarının dozajı artırıldığında, güçlü toplayıcı sinerjik davranımı maskeleyeceğinden karışım güçlü toplayıcı gibi davranmaya başlar. Güçsüz toplayıcının güçlü toplayıcıdan önce eklemenin performans üzerinde az da olsa olumlu bir etki gösterdiği belirlenmiştir (Bradshaw and O'Conner, 1993). Toplayıcılar beraber kullanıldıklarında iki toplayıcının da soğurum miktarlarının tek başlarına soğruldukları miktara kıyasla artış gözlenmiştir (Critchley and Riaz, 1991).

Toplayıcı karışımlarında kritik misel konsantrasyonunun (CMC) daha düşük olduğu görülmüştür. İyonik-nötr misel karışımlarında iyonik grupların arasındaki yük farkı ve anyonik-katyonik misel karışımlarında farklı yük grupları arasındaki elekrastatik bağ kritik misel konsantrasyonu (CMC) değerinin azalmasına yol açar. İki toplayıcı arasındaki sinerjik etki CMC değerindeki değişimle tahmin edilebilir (Hanumantha Rao and Forssberg, 1997)

Toplayıcı karışımlarının kullanılmasının başlıca amaçlarından biri seçimlilik ve verimden ödün vermeksizin toplayıcı maliyetini azaltmaktır. Toplayıcı karışımları kullanıldığında toplayıcıların tek kullanımlarına göre daha az toplayıcıya ihtiyaç duyulmaktadır (Bradshaw and O'Connor; 1993) diğer bir amaç ise verimi artırmak ve yüksek seçimlilik elde etmektir. Aynı fonksiyonel gruba veya farklı fonksiyonel gruplara sahip olan toplayıcı karışımlarının flotasyon kinetiğini artırdığını, verimde ve tenörde artış olduğu gözlenmiştir. Toplayıcı karışımlarının flotasyon performansı üzerindeki olumlu etkisi uzun zamandır bilinmesine rağmen toplayıcı karışımlarının etkileşim mekanizması henüz tam olarak anlaşılammıştır.

Güçlü fakat az seçimli, sodyum iso propil ksantat (SIPX) ve seçimli bir toplayıcı olan di iso butil dithiofosfat (DTPI) toplayıcı karışımlarının pirit ve kalkopirit mineralleri yüzeyine soğurum mekanizmaları incelendiğinde, kalkopirit ile yapılan testlerde, SIPX ilk eklendiği koşulda baskın olduğu ve DTPI 'ın soğrulmasını engellediği, DTPI 'ın ilk eklendiği koşulda ise oldukça yüksek oranda soğrulduğu belirlenmiştir. Ph 9.2 ve Ph 11 de DTPI 'ın pirit yüzeyine soğrulmadığı ve SIPX ' in diksantojen formunda pirit yüzeyine soğrulduğu belirlenmiştir. DTPI 'ın soğrulmamasına rağmen artan derişimiyle SIPX 'in pirit yüzeyine soğrulmasını azaltmıştır (Bağcı, 2006).

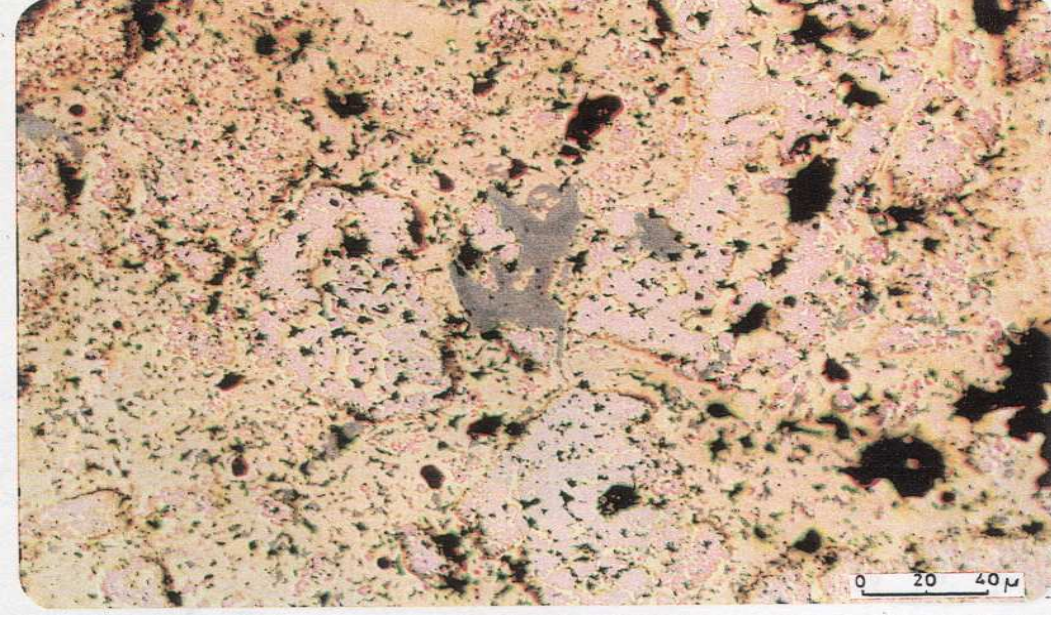
### **3. MALZEME VE YÖNTEM**

#### **3.1. DeneYlerde Kullanılan Cevher**

Kompleks sülfürlü cevherleri dünyanın her yerinde geniş olarak yayılım göstermektedir. Her ne kadar her cevher yatağı oluşumu kendine ait bir karakteristiği yansıtsa ve bu karakteristiği dolayısı ile farklı sorunlara neden olsa da Volkanik-Sedimanter kökenli kompleks sülfürlü cevherleri benzer özellikler göstermektedirler.

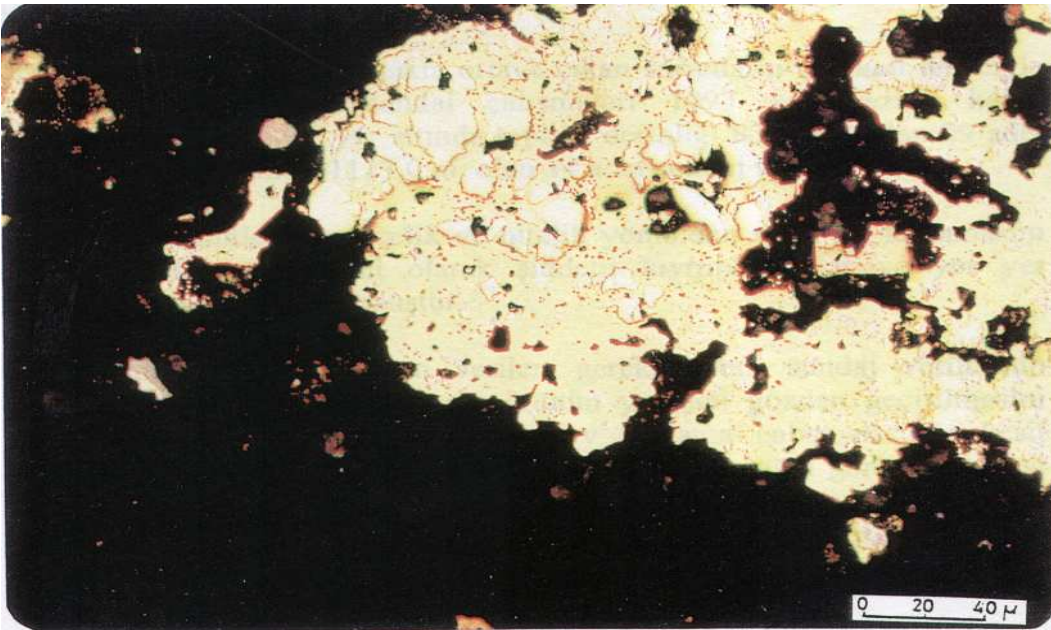
Çalışma alanındaki yataklanma alanında, üst kretase-eosen aralığında gelişen şiddetli volkanik aktivite sonucunda kalın bir volkano-sedimanter istif gelişmiştir. Bu istif, bazalttan dasite (asidik mağma kökenli yüzey kayaçları) kadar değişen bileşime sahip olup, bu kayaçların lav ve piroklastlarından oluşmaktadır. Tabanda yer yer oldukça kalın masif piritle başlayan masif cevher kütlesi genel olarak mercek şeklindedir. Çok az oranda kireçtaşı-aglemara (çamurtaşı)-kumtaşı gibi sedimanter kayaçlar bunlara eşlik etmektedir. Minerolojik olarak bu tür cevherlerde, kalkopirit, galen ve sfalerit birlikte değerlendirilmelidir. Genel olarak %80-90 oranında pirit ana bileşen olarak ince taneler halinde saçınımlı halde bulunmaktadır. (Şekil 3.1). Gang bileşiminde, barit, kuvars, karbonat ve fillitler vardır.





Şekil 3.1 Kalkopirit tarafından ornatılan (istila edilen) pirit ve pirit tane aralarında kalkopirit ile birlikte izlenen tennantit ve tetraedrit.

Değerli mineraller boyut olarak birkaç mikrondan daha büyük tane boyutuna kadar boyut dağılımı göstermektedir. Minerolojik olarak önemli ölçüde safsızlıklar, sülfürlü mineral matriksleri içerisinde oluşmaktadır. Bunlar, arsenik, antimuan ve civadır. Bunun yanında bilinen pek çok yatakta temel minerallerle birlikte ekonomik olarak değerli metaller (altın ve gümüş) de vardır.



Şekil 3.2. Piriti ornatılan Kalkopirit ile, kalkopirit içinde nabit altın, birlikte gang içinde.

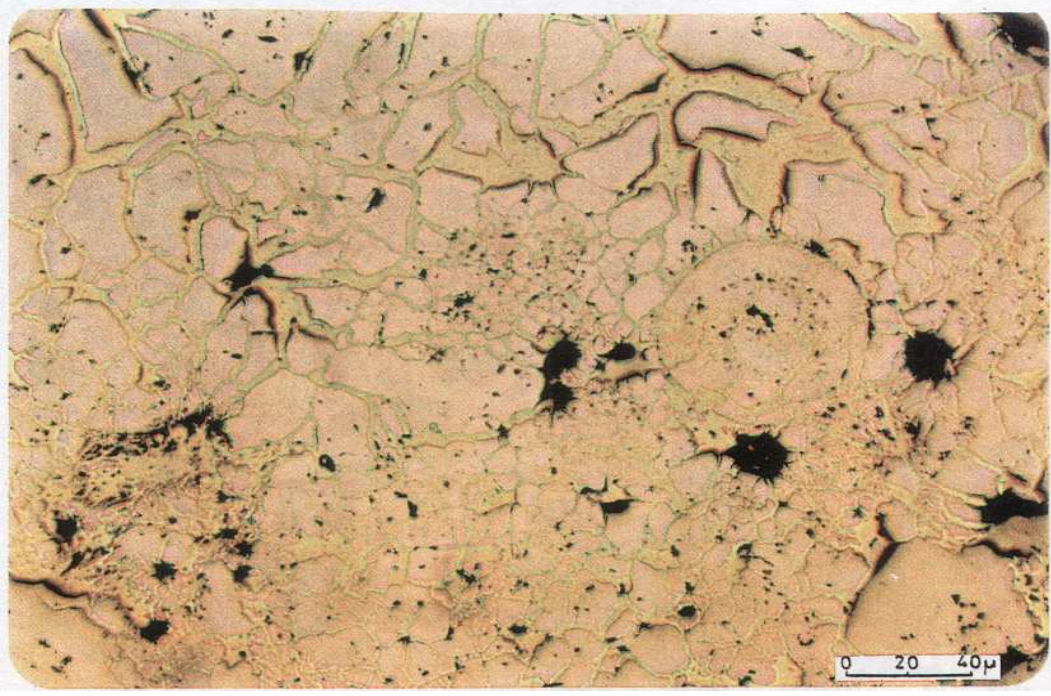
Bölgedeki cevherleşmeler (mostra zonları ve sondaj karotları), ana kayaç alterasyonları, şekil, mineral parajonezi ve mineral ilişkileri yönünden birbirlerine büyük bir benzerlik göstermekle birlikte başlıca cevher mineralleri pirit ( $\text{FeS}_2$ ), kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ), sfalerit ( $\text{ZnS}$ ) ve galendir ( $\text{PbS}$ ). Daha az oranda tetrahedrit ( $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ ), bornit ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ), markasit ( $\text{FeS}_2$ ), kalkozin ( $\text{C}_2\text{S}$ ), eser oranda kovellin ( $\text{CuS}$ ), nabit altın ve diğer mineraller eşlik etmektedir. Cevher minerallerinin özelliklerinden biride Şekil 3.3'te gösterildiği gibi ince taneli oluşları, birbirleri ile iç içe, yan yana büyüme göstermeleri, konsantrik kabuklu kürecikler, jel dokular oluşturmalarıdır.



Şekil 3.3. Gang içinde kalkopirit ve piritle konsantrik kabuklu kürecikler oluşturan bornit.

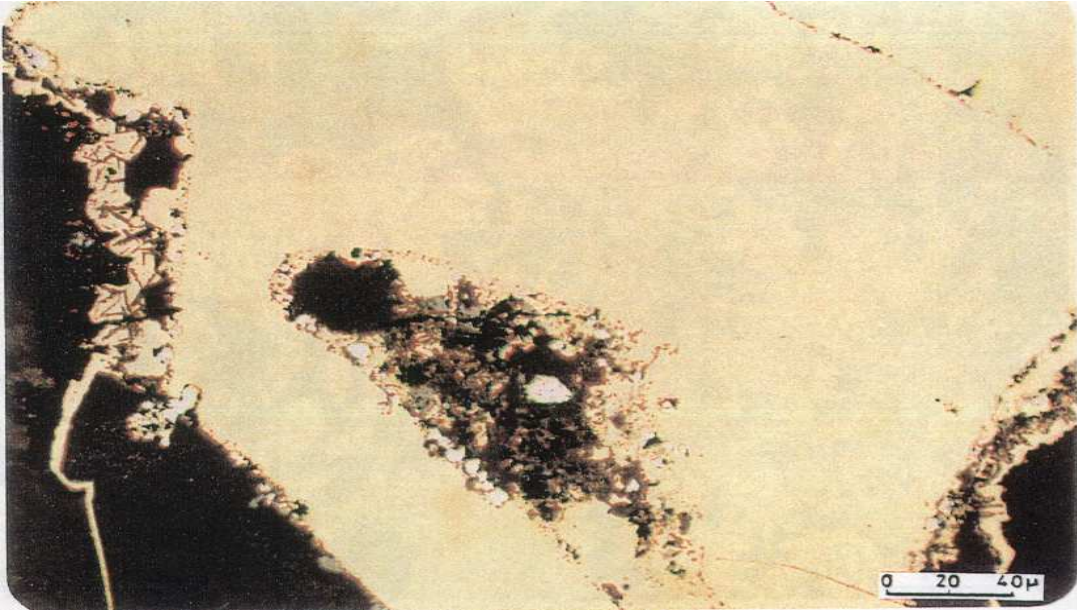
Şekil 3.4' de görüleceği üzere piriti kılcal çatlaklar boyunca ornatılan kalkopirit te bu yapıya uyum göstermektedir.





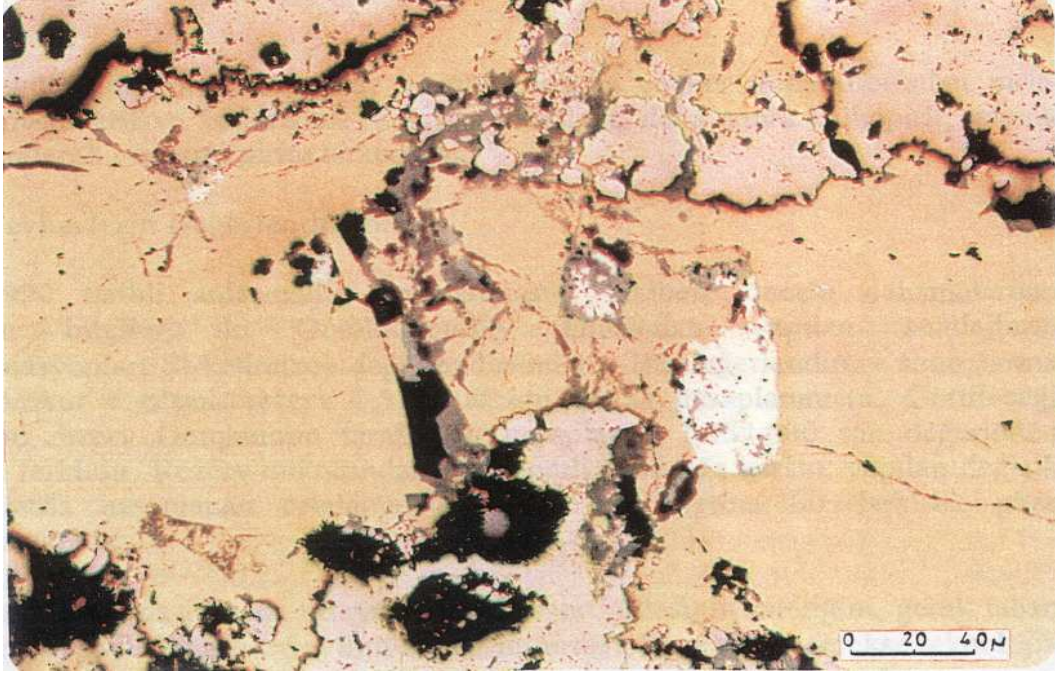
Şekil 3.4. Piriti kılcal çatlaklar boyunca ornatılan kalkopirit.

Ana cevher minerallerinin cevherleşme süreci içerisinde birden fazla fazda oluşmuş olmaları (ikincil mineraller) sonucu karmaşık mineral ilişkileri, ortaya çıkmıştır. Örnek olarak Şekil 3.5' de görüleceği üzere Sfalerit kalkopirit tarafından ornatılmakta, kendisi de kalkopiriti ornatmaktadır



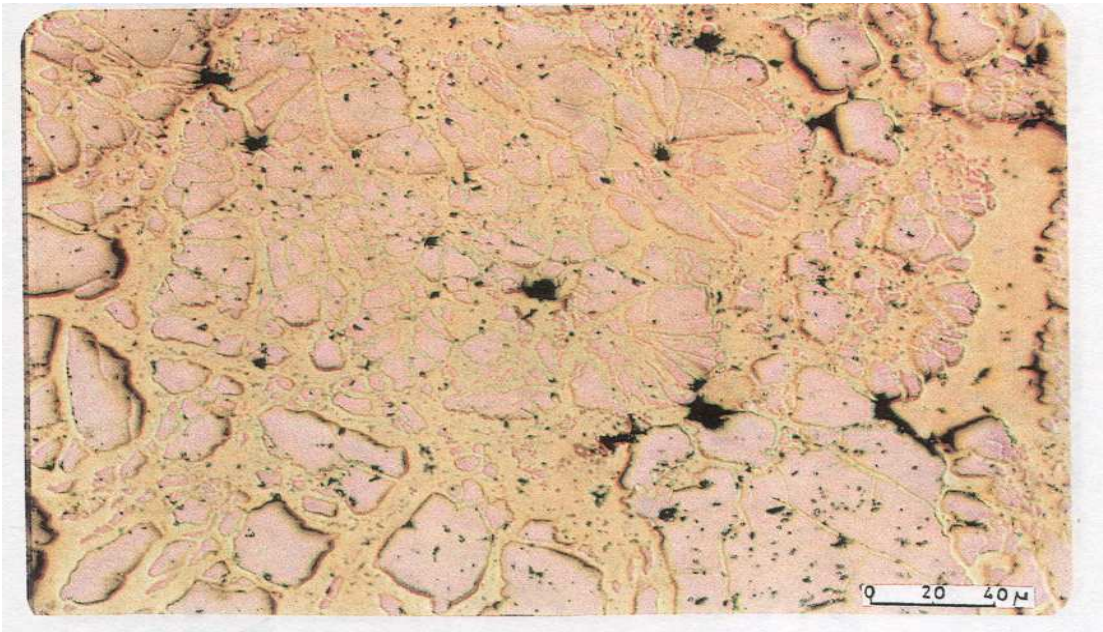
Şekil 3.5. Sfalerit tarafından ornatılan kalkopirit ve kalkopirit etrafında kalkopirit sfalerit birlikte büyümeleri.





Şekil 3.6. Piriti ornatan fahlerz, emplektit, sfalerit ve altaitçe ornatılan Kalkopirit

Gang mineralleri kuvars ( $\text{SiO}_2$ ), barit ( $\text{BaSO}_4$ ), kil mineralleri, serüsit ( $\text{PbCO}_3$ ) ve karbonatlardır. Daha önceden parlak kesiti yapılan numuneler üzerinde polarizan mikroskobu ile yapılan incelemede, cevher minerallerinin kısmen kendi aralarında konsantrik - kabuklu, böbreğimsi, üzümşü ve radyal ışınsal dokulu (kolloform dokulu) büyümeler oluşturmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Pirit ile radyal-ışınsal (Kolloform doku) büyüme gösteren ve onu ornatan Kalkopirit.

Cevher minerallerinin bu kolloform dokulu birliktelikleri, öğütme sonucu serbestleşmelerini güçleştirmekte aynı zamanda, sahadaki cevherleşmenin düşük ısılarda oluştuğunu işaret etmekle birlikte cevher yatağının volkano sedimanter kökenli bir cevherleşme sonucunda oluştuğunu göstermektedir.

### **3.2. Sahada Kurulu Tesisin Tipi ve Akış Şeması**

Bu ruhsat sahasındaki tüvenan cevher üretimi, hem açık hem de kapsalı işletme yöntemi ile yapılmaktadır. Açık işletme yöntemi olarak bilinen konvansiyonel yöntem uygulanmakta (şev üstlerinde açılan deliklerin patlatılması sureti ile gevşetilen cevherin kırıcıya nakledilmesi), kapalı işletme olarak dolgulu oda-topuk yöntemi uygulanmaktadır. Lahanos bölgesinde yapılan karotlu sondaj ve arazi prospeksiyonları sonucunda alınan numunelerin kimyasal analizleri sonucunda, % Cu 0,62 - 5,20 arasında ve % Zn tenörünün ise %1,49-5,00 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Bu alandan üretilen tüvenan cevher, Lahanos sahasında kurulu zenginleştirme (flotasyon) tesisinde bakır ve çinko konsantreye dönüştürülmektedir.

İşletilebilir rezerv : 2.400.000 ton  
Yıllık üretim kapasitesi : 75.000 ton/yıl.  
Madenin ömrü : 32 yıl

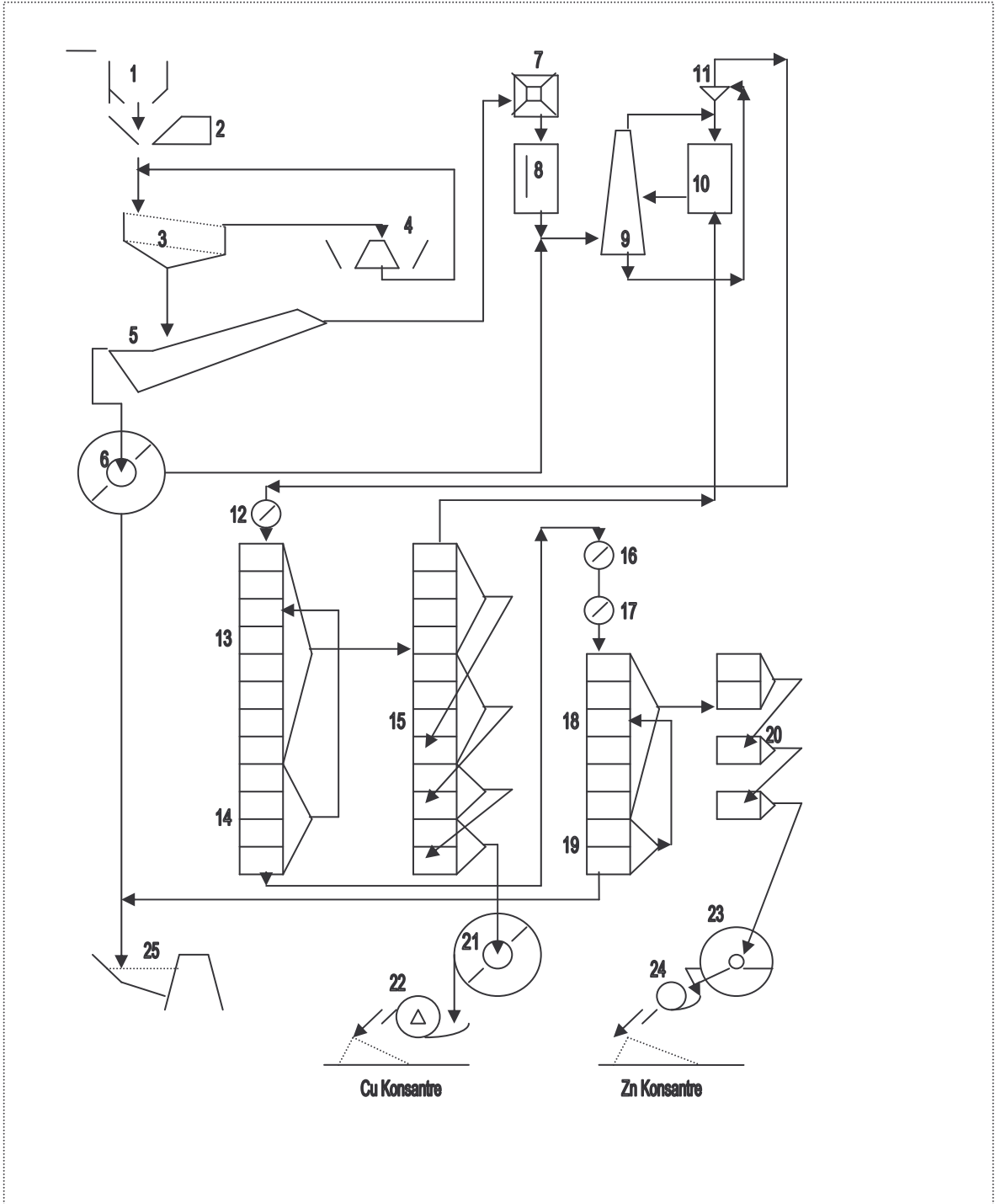
Tesise %80 'i -500 mm tane boyutunda gelen cevher, burada 900\*650 mm. Boyutlarında ve 100 HP gücünde çeneli kırıcıya beslenmekte, kırıcıda kırılan malzeme daha sonra titreşimli ve iki katlı eleklerle kapalı devre çalışan konik kırıcıda -25 mm' ye indirilmektedir. Kırma tesisinde ayrıca elek altını kilden arıtan çift hatveli spiral yıkayıcı (klasifikatör) ve siklon bulunmakta, siklon altı önce bir dinlendirme tankına, daha sonra da bu tanktan bilyeli değirmene beslenmektedir. Siklon üstü killi malzeme ise atık barajına taşınmaktadır. Kırma tesisinin kapasitesi 36 ton/saat, toplam enerji tüketimi ise 3 kwh/ton olmaktadır. Öğütme işlemleri sonucunda, %80'i -38 mikron tane iriliğine indirgenen cevher flotasyon hücrelerine beslenmektedir.

Toplayıcı olarak Aerophine 3418 A toplayıcısı kullanılmaktadır. Elde edilen Cu kaba konsantresi, 4 kademeli temizleme devrelerinde temizleme işlemine tabii tutulduktan sonra elde edilen nihai bakır konsantre, tikner ve filtreler yardımı ile sudan arıtılarak kek haline getirilmekte ve bu hali ile izabe tesislerine gönderilmektedir. Cu kaba flotasyon artığı süpürme devrelerinde yüzdürüldükten sonra yüzen ürün kaba flotasyon devresinin başına artık ise kaba çinko flotasyon devresine beslenmektedir. Alınan kaba çinko konsantre 3 kademeli temizleme devresi sonucunda nihai çinko konsantre olarak alınmaktadır, kaba çinko flotasyon artığı çinko süpürme devresine beslenmekte ve burada yüzen ürün kaba çinko flotasyon kademesinin başına beslenmektedir. Kaba flotasyon artığı ise nihai artık olarak atılmaktadır.

Tesisteki işlemler sonucunda ortaya çıkan artıklar atık barajına verilmektedir. Bu tesise ait akış şeması Şekil-3.8 de metalurjik sonuçlar Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Cevherin yapısal olarak girift dokusu nedeni ile çinko üretimi yapıldığı zaman elde edilen çinko konsantrenin verimi düşük olmaktadır. Kurulu olan bu tesiste, çinko flotasyonunun verim ve tenörünün düşük olması nedeni ile çinko devresi çalıştırılmamaktadır. İlk flotasyon işlemi sonucunda alınan kaba bakır konsantre artığı süpürme işlemine tabii tutulmakta, süpürme artığı atılmaktadır. Alınan kaba bakır konsantre 4 kademeli zenginleştirme işlemi sonucunda nihai bakır konsantre alınmakta artıklar ise sisteme geri döndürülmektedir.

Çizelge 3.1. Lahanos tesis sonuçları (21 Eylül 21 Kasım 2006 tesis verileri)

	Beslenen	%Cu konsantre	Artık	%Cu verimi
%Cu	3,60	20,00	1,10	73,48
%Zn	3,30	6,00	2,80	28,40
%Pb	2,00	2,00	2,00	



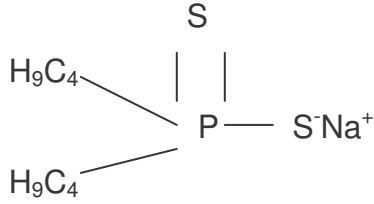
Şekil 3.8. Lahanos bakır çinko tesisi akış şeması (Bayraktar v.d. 1991)

Kompleks Cu-Zn sülfid flotasyon akış şeması (Demir Export, Giresun). 1- Besleme kutusu, 2- Çeneli kırıcı, 3- Çift katlı elek, 4- Konik kırıcı, 5- Spiral sınıflayıcı, 6- Çöktürme tankı, 7- Şlam tankı, 8- Çubuk değirmen, 9- Spiral sınıflayıcı, 10- Bilyeli değirmen, 11- Hidrosiklon, 12,16,17- Kondisyoner tankı, 13- Bakır rafır hücreleri, 14- Bakır skavenger hücreleri, 15- Bakır temizleme hücreleri, 18- Çinko rafır hücreleri, 19- Çinko skavenger hücreleri, 20- Çinko temizleme hücreleri, 21- Bakır konsantre tikneri, 22,24- Fitreler, 23- Çinko konsantre tikneri, 25- Artık havuzu.

### 3.3. Deneylerde Kullanılan Kimyasal Reaktifler

#### 3.3.1. Toplayıcılar:

3.3.1.1. **Aerophine 3418 A**, (Dialkyl dithiophosphinates) yapısı, (Cytec reagent hand book 1999).

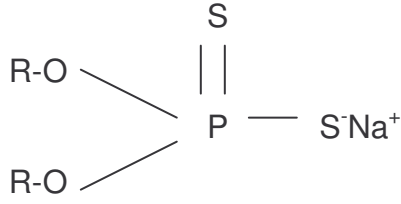


Fosfin kimyasını temel alarak geliştirilmiş P temelli tek sülfürlü toplayıcıdır. Bakır kurşun ve aktif hale getirilmiş çinko minerallerinin flotasyonu için geliştirilmiş bir toplayıcıdır. Kompleks, polymetallic ve masif sülfürlü cevherlerinin zenginleştirilmesinde çok iyi bir toplayıcı olduğu tespit edilmiştir. Bu cevherler üzerinde üstün derecede seçimlilik özelliği vardır. Değerli metaller özellikle gümüş ve galen için yüksek seçimlilik özelliğine sahiptir. Cezalı elementler ve aktif hale getirilmemiş sfalerit ve demir sülfür minerallerine karşı mükemmel derecede seçimlilik özelliğine karşın esas olarak çok güçlü bir toplayıcıdır. Aynı oranda verim elde etmek için benzer toplayıcılardan (örneğin ksantatlardan %30-50 arasında) daha az oranda kullanılması yeterlidir. Diğer özellikleri aşağıda verilmiştir;

- \* Düşük köpürme özelliği, kil içeren minerallerde dahi bu özelliği vardır.
- \* Hızlı kinetik özelliği
- \* İri ara ürün tanelerini karşı iyi toplayabilme özelliği
- \* Kompleks, polymetallic ve masif sülfürlü cevherlerin flotasyonunda değerli metallerin kazanılmasında kullanılması gereken seçimlilik özelliği yüksek bir toplayıcıdır.



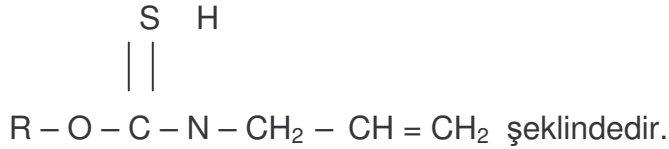
### 3.3.1.2. Aerofloat 208 promoter (R=etyl+sec.butyl. dithiophosphate)



Bu tür toplayıcılar özellikle Cu/Zn cevherlerinde ve bu cevherler içerisindeki bakır sülfatlar tarafından aktif hale getirilmiş Zn' nin çok kolay yüzebilme özelliğine sahip olduğu durumlarda, Cu için seçimli toplama özelliği vardır. Bakır cevherleri için seçimli, doğal Au ve Ag için en verimli toplayıcılardan biridir. Kurşun minerallerini toplayabilme kabiliyetinin çok düşük olması nedeni ile bakır kurşun seçimli devrelerinde bakır için ideal toplayıcı olarak tanımlanmaktadır.

### 3.3.1.3. Aero 5100 promoter

Ticari ismi Aero 5100 promoter olarak tanımlanan bu toplayıcı Allyl Alkyl Thionocarbamates kökenli bir toplayıcıdır. Kimyasal yapısı ;



Bu toplayıcı türü IPETCH in değişik versiyonudur, ally group kökünün azota bağlanması toplayıcılık özelliğini artırmış olmasına rağmen demir sülfürlü mineraller karşısında seçimlilik özelliği aynı kalmaktadır. Özellikle aşırı dozda kullanılması durumunda, su içerisinde düşük oranda çözünme özelliğine bağlı olarak bazen köpük üzerinde düzleştirici etkisi (yüzey gerilimini düşürmesi) ortaya çıkmaktadır. Flotasyon prosesinde sisteme optimum ekleme noktası olarak, öğütme devresi, şartlandırma tankları ya da her ikisine de aşamalı olarak ilave edilmesi uygun olabilir. Köpükte akışkanlığın devamlı olması sorun olabilir, bu durumda kuru köpük dediğimiz boş köpük meydana gelmektedir. Bu sorunu çözmek için az miktarda kısa zincir uzunluğuna sahip dithiofosfat türü sodium aerofloat ya da aerofloat 208 kullanımı uygun olabilmektedir.

AERO 5100 toplayıcısı esas olarak, değerli metallerin, aktif hale getirilmiş çinko ve bakır flotasyonunda kullanılmaktadır. Galen üzerinde zayıf toplayıcılık etkisi vardır. Bundan başka konsantrenin tenörünü düşürecek oranda kurşun içeren cevherlerin flotasyonunda ve Cu-Pb-Zn flotasyonun da kullanılması çok iyi bir seçimdir. Uygulamalarda, değerli metalleri toplayabilme özelliği çok iyi buna karşın seçimliliği iyi olmayan bir toplayıcıdır. Çok güçlü bir toplayıcı olması nedeni ile uygulamalarda düşük dozajda kullanılması uygundur.

### **3.3.2. Bastırıcı ve köpürtücüler**

Köpürtücü olarak MIBC (Metil İzobütil Karbinol) kullanılmaktadır. Alkol kökenli bir köpürtücüdür. Düşük dozajlarda ve saf olarak kullanılması uygundur. Toplayıcılık özelliği çok düşüktür.

Bastırıcılar; (sodyummetabisülfid)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , bastırıcı olarak kullanılmıştır. Bu cevher üzerinde daha önceden yapılan testler göstermiştir ki sfalerit için en etkili bastırıcılardan biri  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  dir (Bayraktar v.d., 1998). Bisülfidler, metabisülfidler ve kükürt dioksitler uzun zamandan beri sfalerit ve pirit bastırıcısı olarak kullanılmaktadırlar (McQuiston, 1958). Bu tür bastırıcılar flotasyon palçı içerisinde kükürt dioksit ( $\text{SO}_2$ ), hidrojen sülfid ( $\text{HSO}_3^-$ ), Sülfid ( $\text{SO}_3^{2-}$ ), disülfid ( $\text{SO}_2\text{O}_5^{2-}$ ), thiosülfat ( $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ) ve sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) şeklinde çözünmektedirler (Jones and Woodcock, 1984).

## **3.4. Laboratuvar Ortamında Yapılan Deneylerin Prosedürü**

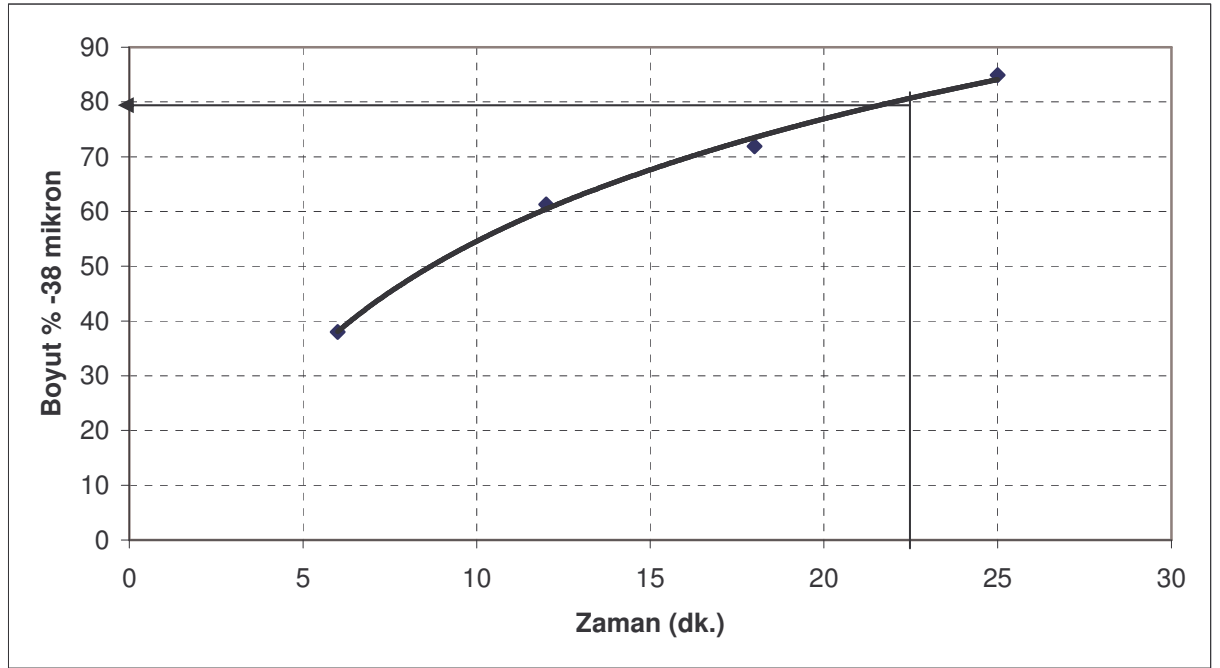
### **3.4.1. Besleme Malzemesi ve Hazırlanması**

Flotasyon beslemesinin %80'i -38 mikron tane boyutunda hazırlanması için gerekli öğütme süresini belirlemek için farklı sürelerde öğütme testleri yapılmış ve elde edilen ürünün tane boyu dağılımı elek analizi ile belirlenmiştir. Ayrıca Kalkopirit, galen ve sfaleritin birlikte bulunduğu kompleks cevherler üzerine yapılan testler göstermiştir ki en yüksek %Cu verimi 20-50 mikron boyut aralığındaki öğütülmüş malzemenin flotasyonu sonucunda elde edilmektedir. Bu boyut aralığı dışında elde edilen konsantre verimi düşük olmaktadır (Lynch v.d;1981).

Çalışma alanından alınan Cu-Zn kompleks cevher numunesi üzerinde öğünebilirlik testleri laboratuvar ortamında yapılmıştır. Farklı sürelerde (6, 12, 18 ve 25 dakika) yapılan öğütme test sonuçlarının (Çizelge 3.2) değerlendirilmesi sonucunda cevherin 22. dakika süresince öğütülmesi (Şekil-3.9) sonucunda %80 oranında -38 mikron boyutuna ulaşıldığı belirlenmiştir.

Çizelge 3.2. Zamana bağlı öğünme boyutu

Zaman (dk)	Boyut -38 mikron (%)
6	38,012
12	61,3
18	71,894
25	84,937



Şekil-3.9. Zamana bağlı öğünme grafiği.

### 3.4.2. Flotasyon Deneyleri

Laboratuvar ortamında yapılan deneylerde kullanılan cevher Giresun ili Espiye ilçesi, lahanos bölgesinde var olan kompleks cevher sahasından temin edilmiştir.



Deneylerde kullanılan cevherin kimyasal analizi sonucunda (Çizelge 3.3), %3,91 Cu, %1,41 Zn ve %0,22 Pb içerdiği tespit edilmiştir. Bu cevherin flotasyonu için daha önceden yapılan çalışmalardan da (Bayraktar v.d., 1991) yararlanılarak flotasyon deney prosedürü geliştirilmiştir.

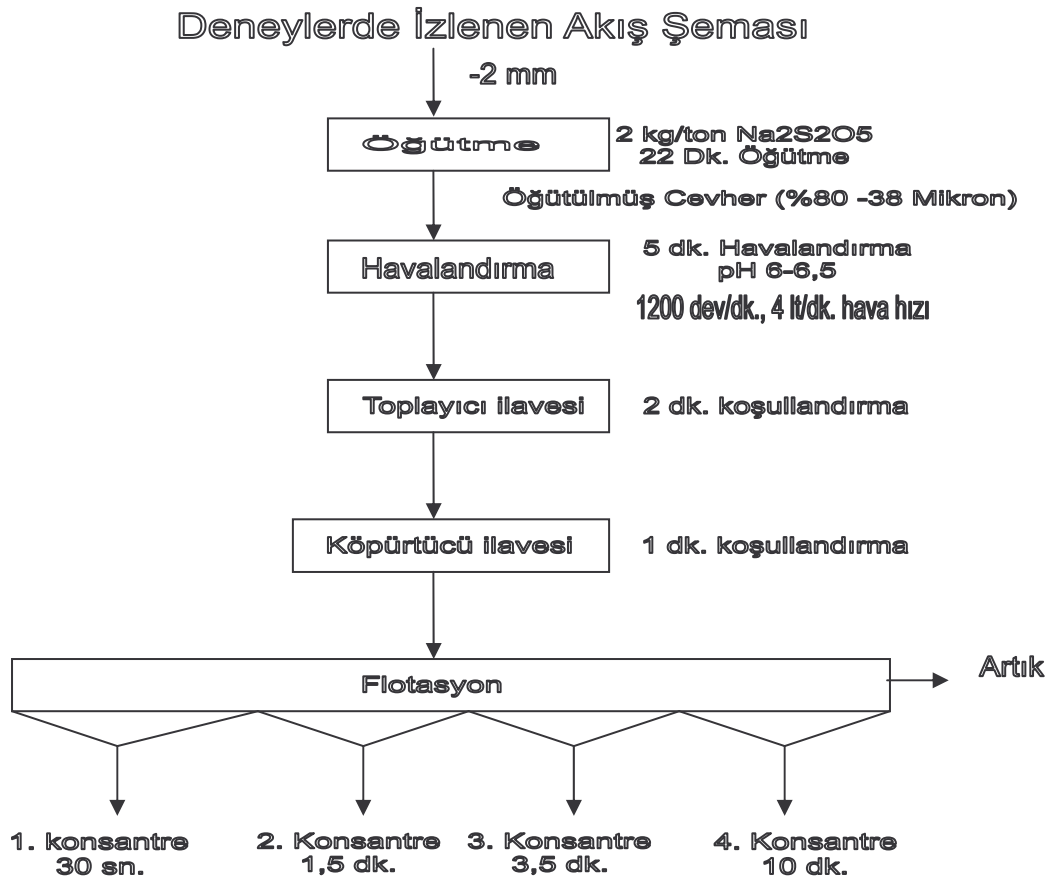
Merdaneli kırıcıda -2 mm. ye kırılan tüvenan cevher, 1.175 kg. ağırlığında tartılarak torbalanmıştır. Yapılan ön deneyler ve minerolojik incelemeler sonucunda tane serbestleşmesinin 38 mikron altında sağlandığı saptandığından cevher bu boyuta (22 dakika) öğütülür. Değirmene, tüvenan cevher ile birlikte (flotasyon sırasında cevher içerisindeki çinko ve demir sülfürleri bastırmak için) 2 kg/ton (Sodyummetabisülfid)  $Na_2S_2O_5$  ilave edilir. Öğütme işleminden sonra değirmenden alınan bu öğütülmüş ürün 3 litre hacimli flotasyon hücresine konulmuş ve katı oranı %30 olacak şekilde su ilavesi yapılmıştır. Toplayıcı ilavesi yapılmadan önce palp, 5 dakika süresince flotasyon hücresinin devri 1200 devir/dakika karıştırma hızında ve 4 lt/dk hava hızında ön havalandırma yapılmıştır. Havalandırma sırasında palp pH' sı oksitlenme nedeniyle düşmekte, ancak kireç eklenmesi ile pH 6.5 değerinde sabit tutulmuştur. Toplayıcı koşullandırması 2 dakika ile sabit tutularak çeşitli toplayıcılar (Aero 5100, Aerofloat 208, S 700, Aerophine 3418 A) farklı dozajlarda eklenmiştir. (Çizelge 3.4). Bütün deneylerde köpürtücü olarak 20 gr/ton dozajında MIBC kullanılmış ve köpürtücü ilavesinden sonra koşullandırmaya 1 dk. daha devam edilmiştir. Farklı sürelerde (30 sn., 1,5 dk., 3,5 dk. Ve 10 dk.) dört konsantre alınmıştır. Konsantreler palp halinde tartılmış ve ardından süzülerek kurutulmuştur. Tartımlar arasındaki farklardan flotasyonda su verimi hesaplanmıştır. Daha sonra her bir konsantrenin ve son artığın kimyasal analizleri yapılmıştır. Laboratuarda uygulanan deneylerin bütün aşamaları Şekil 3.9 'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Kimyasal analiz sonuçları

Element	Miktar, %
Cu	3,91
Zn	1,42
Pb	0,22

Çizelge 3.4. Deney koşulları

Deney Koşulları	Kaba flotasyon
Cevher Mineralleri	%Cu-%Zn-%Pb
pH	6-6,5
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ton)	0-0,5-1-2-4
3418 A (gr/ton)	100-150-200
208 (gr/ton)	100-150-200
S-700 (gr/ton)	100-150-200
5100 (gr/ton)	20-30-40-150
MIBC (gr/ton)	0-15-20-30



Şekil 3.9. Deneylerde izlenen akış şeması

## 4. SONUÇLAR

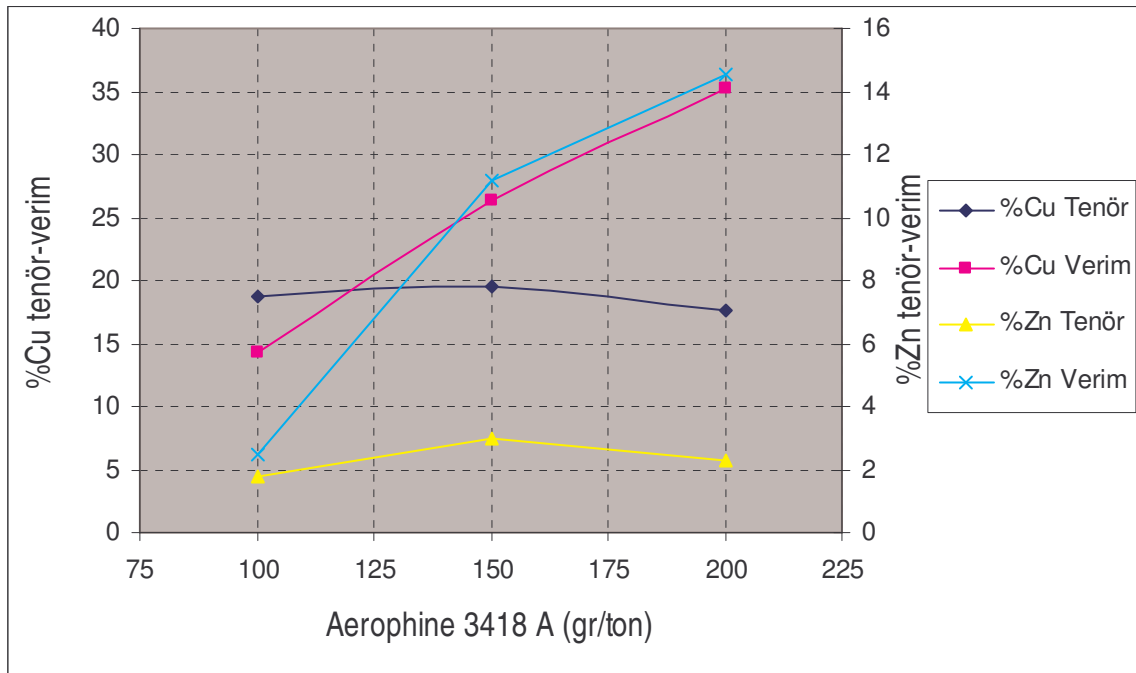
### 4.1. Toplayıcı Türüne ve Miktarına Bağlı Olarak Elde Edilen Sonuçlar.

#### 4.1.1. Aerophine 3418 A ile yapılan deneyler

Flotasyon deneyleri öncesinde yapılan ön çalışmalarımızda, deneylerimiz sırasında kullanacağımız köpürtücü olan MIBC' nin 20 gr/ton, çinko ve demir sülfürleri bastırmak için öğütme öncesinde değirmene eklenen sodyum metabisüfitin ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) ise 2 kg/ton olarak kullanılması en uygun dozaj olarak belirlenmiştir. Bakır tenör ve verimi bakımından en uygun sonuçların bu dozajlarda elde edileceği göz önünde bulundurularak bundan sonraki bütün deneylerimizde bu iki kimyasal belirtilen bu dozajlarda kullanılmıştır. Deneylerimiz ticari ismi Aerophine 3418 A olarak bilinen (Dialkyl dithiophosphinates) fosfin kökenli toplayıcı ile çeşitli dozajlarda yapılmıştır. 100, 150 ve 200 g/t dozajında yapılan deneylerden elde edilen bakır ve çinko değerleri Çizelge 4.1' de çizelge olarak, Şekil 4.1.'de de grafiksel olarak ifade edilmiştir. Sonuçlar Cu tenörü açısından değerlendirildiğinde bu toplayıcının kullanıldığı her üç dozajda da (100, 150 ve 200 g/t) bakır tenörünün yüksek olduğu gözlenmiştir. Ancak bakır verimi aynı oranda yüksek olmamıştır. 200 gr/ton dozajında dahi Cu verimi %35,22 gibi çok düşük değerde kalmıştır. Bu toplayıcı bakır cevheri için seçimli bir toplayıcıdır. Aerophine 3418 A toplayıcısının zamana karşılık gelen tenör ve verim grafikleri incelendiğinde (Şekil 4.2 ve Şekil 4. 3) her üç dozajda da ilk 30 saniyeden itibaren yüksek tenörlü bakır konsantreler elde edilmiştir. Bu durum bu toplayıcının flotasyon etki hızının yüksek olduğunu göstermektedir. 10. dakikada alınan cevher tenörünün yüksek olması flotasyon zamanının uzatılması gerektiği ve bu dakikadan sonra toplayıcı ve köpürtücü ilave edilerek flotasyon işlemine devam edilmesi gerektiğini göstermektedir.

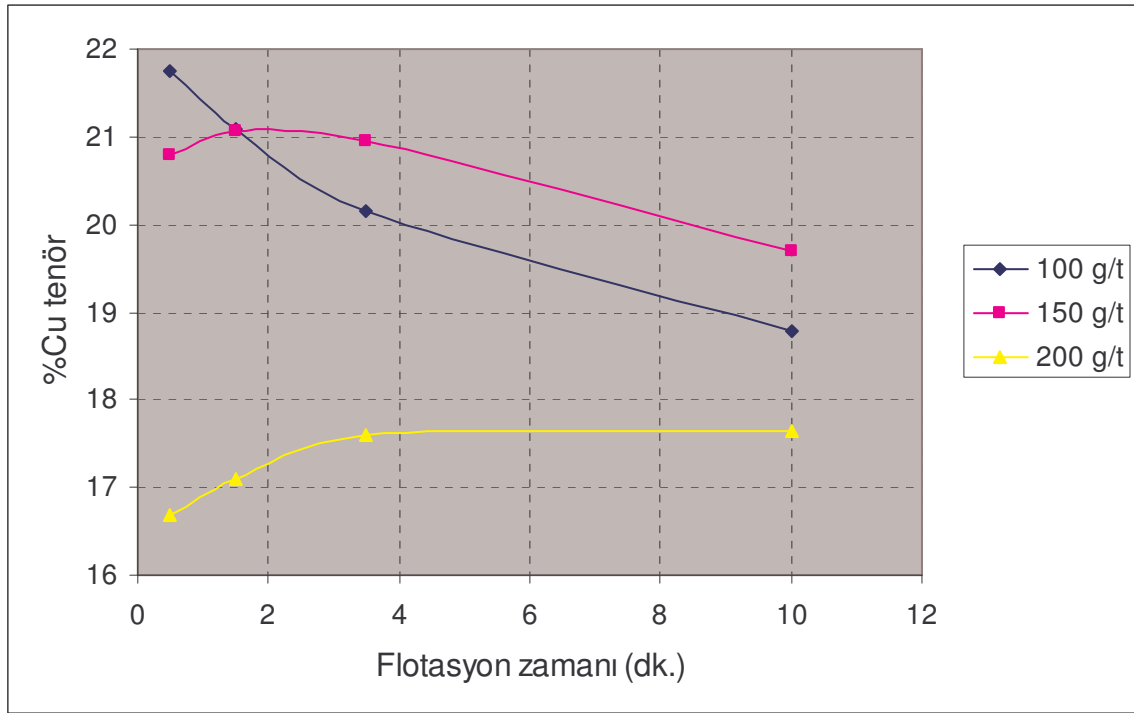
Çizelge 4.1. Aerophine 3418 A toplayıcı dozajına bağlı olarak Cu, Zn tenör-verim değerleri

TOPLAYICI	K O N S A N T R E			
	%Cu Tenör	%Cu Verim	%Zn Tenör	%Zn Verim
3418-A (gr/ton)				
100	18,78	14,23	1,77	2,45
150	19,58	26,29	2,98	11,18
200	17,56	35,22	2,28	14,54

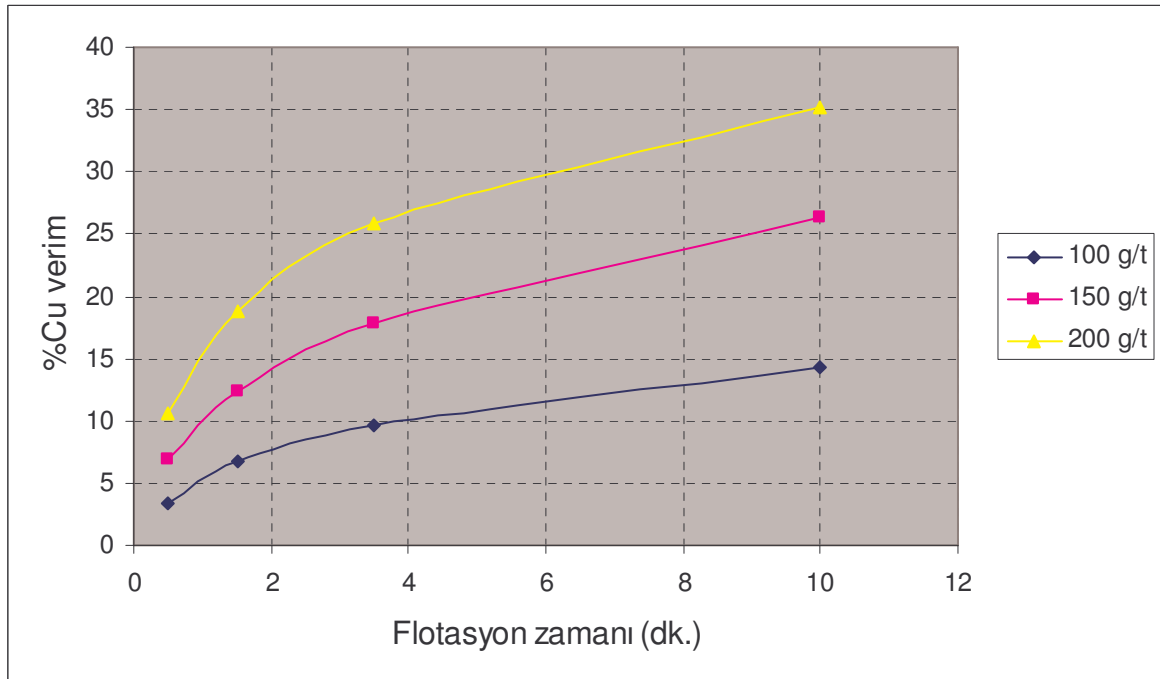


Şekil-4.1. Aerophine 3418 A toplayıcı dozajına bağlı olarak %Cu - Zn tenör verim değişimleri.

Şekil 4.2.'de görüleceği üzere 100 ve 150 gr/ton toplayıcı dozajlarında ilk konsantrelerin Cu tenörü yüksek ve zamana bağlı olarak düşerken 200 gr/ton dozajında beklenenin aksine ilk konsantrelerde bakır tenörü düşük ancak flotasyon devam ettikçe konsantre tenörü artmaktadır. Bu durum, yüksek toplayıcı dozajı nedeniyle çok akışkan bir köpüğün oluşmasına ve pirit ile sfaleritin de yüzmesine bağlanmıştır.



Şekil 4.2. Aerophine 3418 A kullanıldığında zamana karşı elde edilen %Cu tenör eğrisi.



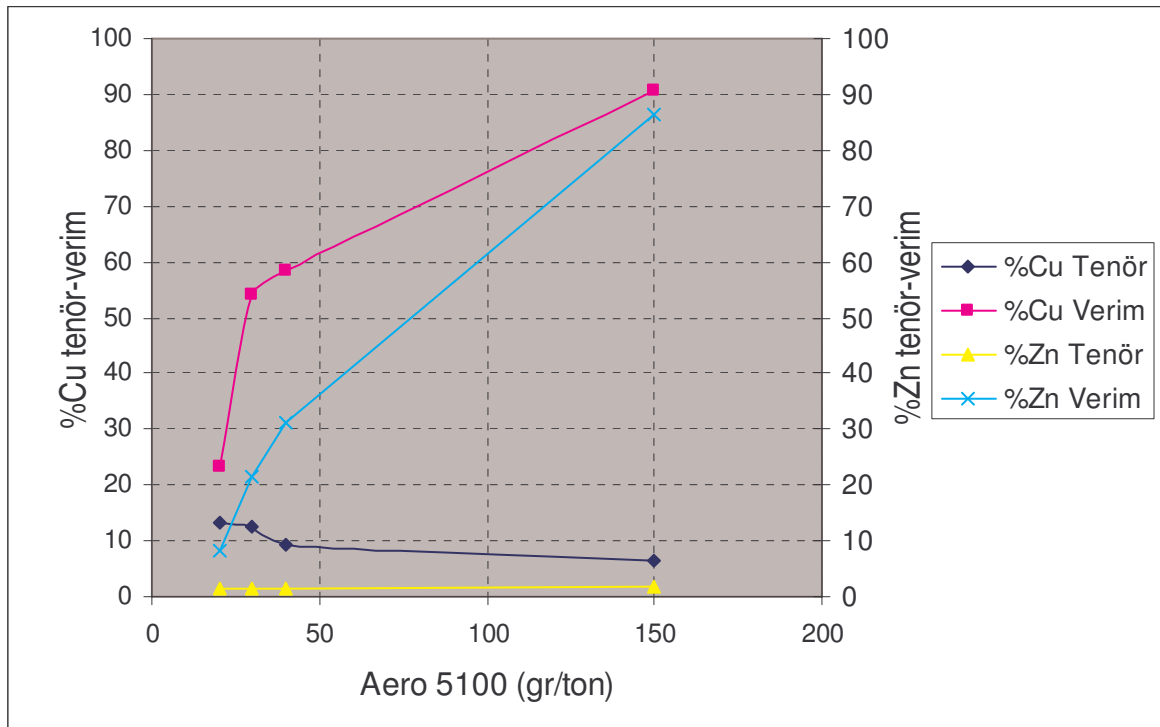
Şekil 4.3. Aerophine 3418 A kullanıldığında zamana karşı elde edilen %Cu verim eğrisi.

#### 4.1.2. Aero 5100 ile yapılan deneyler

Benzer deneyler ticari ismi Aero 5100 (Allyl Alkyl Thionocarbamates) olan karbon kökenli toplayıcı türü ile de yapılmış olup çeşitli dozajlarda yapılan test sonuçları Çizelge 4.2' de verilmiştir. Şekil-4.4.' de grafiksel olarak ifade edilmiştir. Kullanılan dozajlarda bakır tenörü düşük olmuştur.

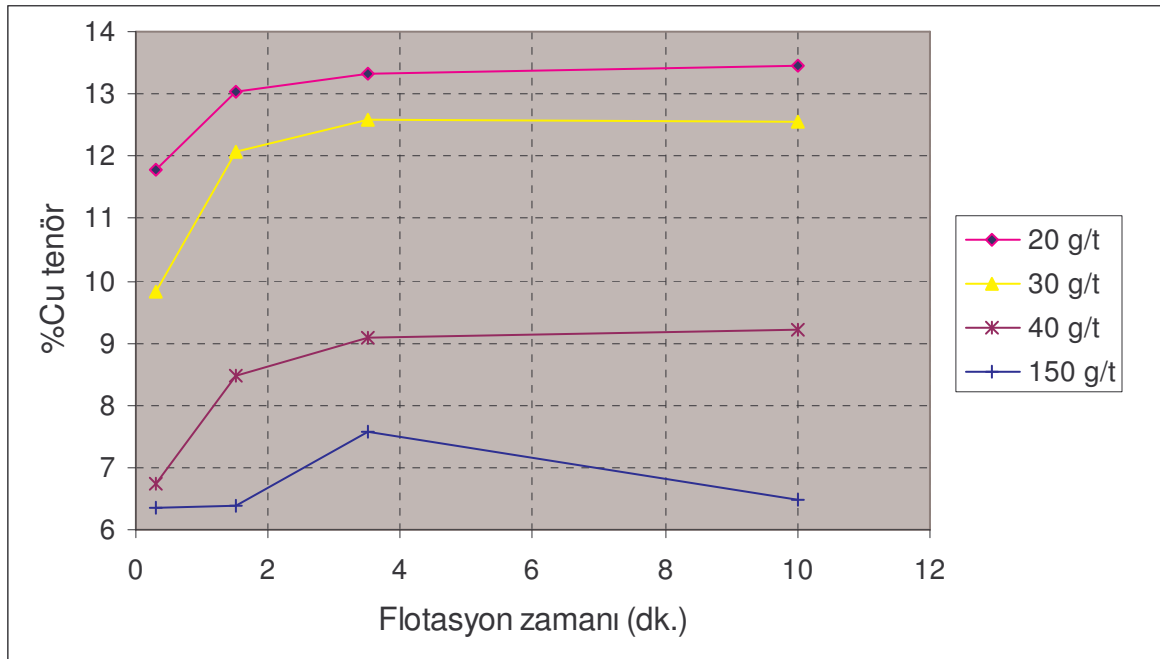
Çizelge 4.2. Aero 5100 toplayıcı dozajına bağlı olarak Cu, Zn tenör-verim değerleri

TOPLAYICI	K O N S A N T R E			
	%Cu Tenör	%Cu Verim	%Zn Tenör	%Zn Verim
Aero 5100 (gr/ton)				
20	13,44	23,28	1,48	8,17
30	12,55	54,23	1,49	21,58
40	9,21	58,55	1,45	31,16
150	6,48	90,75	1,92	86,29



Şekil-4.4. Aero 5100 toplayıcı dozajına bağlı olarak %Cu, Zn tenör verim değişimleri.

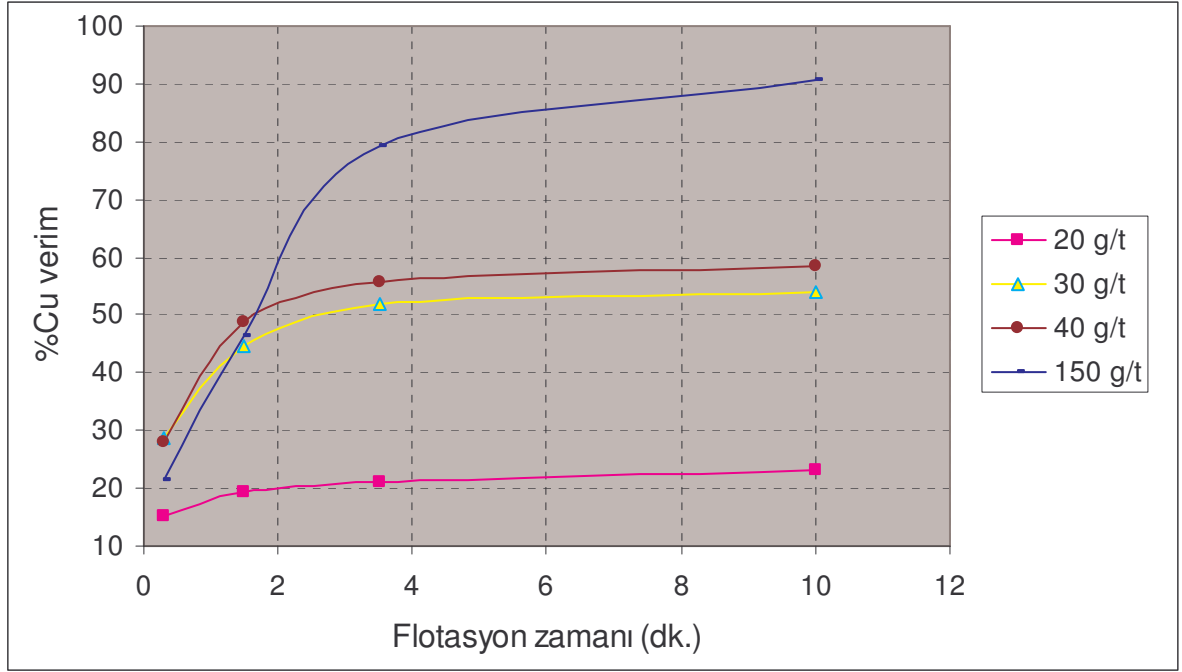
Aero 5100 ile elde edilen sonuçlar, bu toplayıcının kuvvetli ancak seçimli bir toplayıcı olmadığını göstermiştir. 150 gr/ton Aero 5100 kullanılması durumunda %Cu 90,75 verim olmasına karşın tenör %Cu 6,48 olması bu toplayıcının kaba flotasyon aşamasında verimi artırmak amacıyla kullanılması gerekebilecek bir toplayıcı olduğunu göstermektedir. Kaba flotasyon kademelerinde kullanılarak yüksek verimde ürün alınmasına karşılık bu toplayıcının temizleme devrelerinde de etkisinin sürebileceği dolayısı ile temizleme devrelerinde de bakır tenörün yüksek olmasını engelleyici etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Bu toplayıcının kullanımı ile elde edilen en yüksek bakır tenörü %13,44 ile 20 gr/ton dozajında elde edilmiştir. Ancak bu dozajda bakır verimi %23,28 gibi düşük bir değerde olmuştur. Aero 5100 ile yapılan deneylerde, Cu tenör ve veriminin flotasyon süresinin bir fonksiyonu olarak Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da grafiksel olarak verilmiştir.



Şekil 4.5. Aero 5100 kullanımı durumunda zamana karşı elde edilen %Cu tenör eğrisi.

Şekil 4.5'de görüldüğü gibi Aero 5100 toplayıcısı kullanıldığında, flotasyon süresince hiçbir seçimlilik özelliği göstermeden, ortamdaki pirit ve Zn cevherlerini de toplayabilme özelliği göstermiştir. Bakır verimi yüksek olduğu gibi o oranda çinko verimi de yüksek olmuştur.





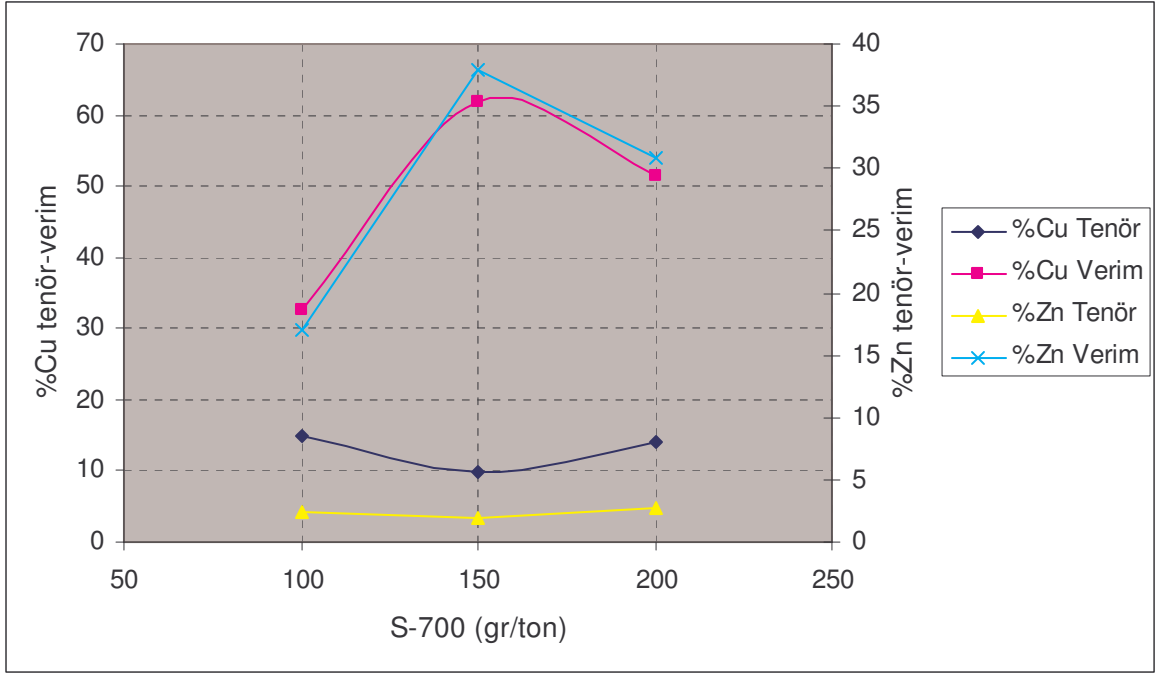
Şekil 4.6. Aero 5100 kullanımı durumunda zamana karşı elde edilen %Cu verim eğrisi.

#### 4.1.3. S-700 ile yapılan deneyler

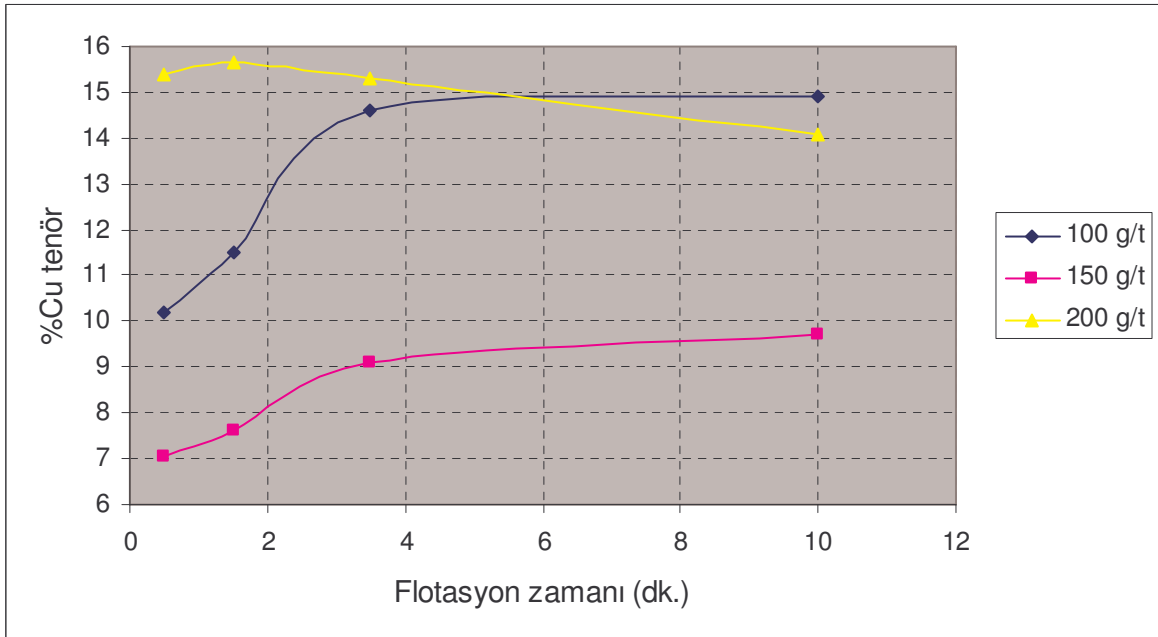
Aynı deneyler ticari ismi S-700 olan toplayıcı türü ile de yapılmış olup elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3.' de verilmiştir. Bu sonuçlar Şekil 4.7.' de grafiksel olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4.3. S-700 toplayıcı dozajına bağlı olarak Cu, Zn tenör-verim değerleri

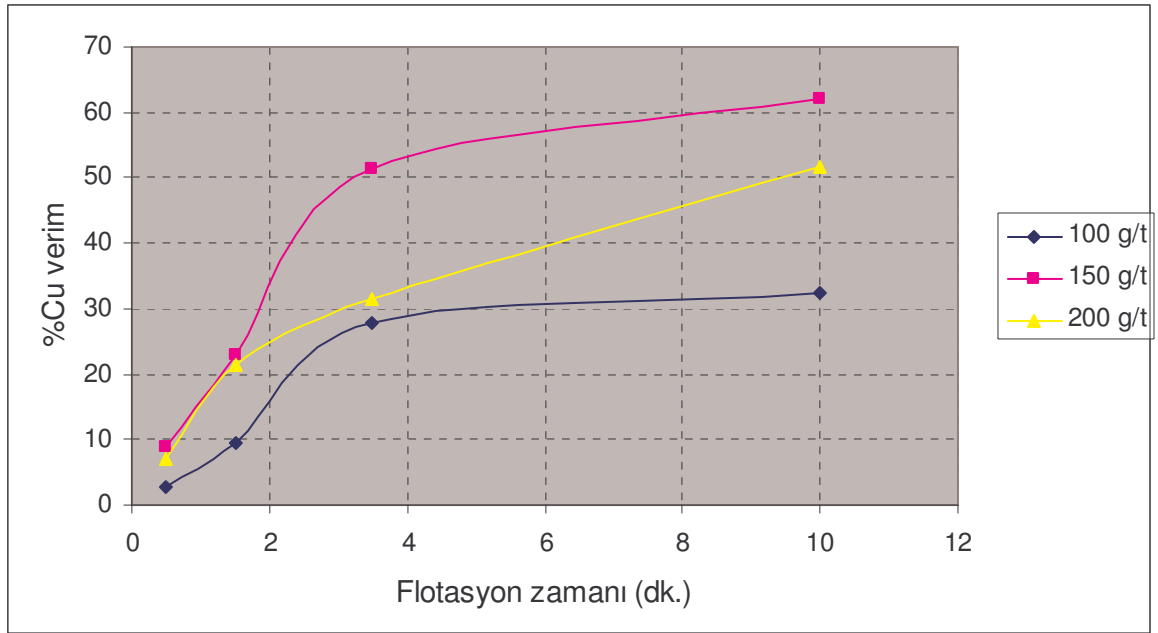
TOPLAYICI	K O N S A N T R E			
	%Cu Tenör	%Cu Verim	%Zn Tenör	%Zn Verim
S-700 (gr/ton)				
100	14,92	32,51	2,44	16,99
150	9,71	61,94	1,88	37,95
200	14,09	51,55	2,79	30,81



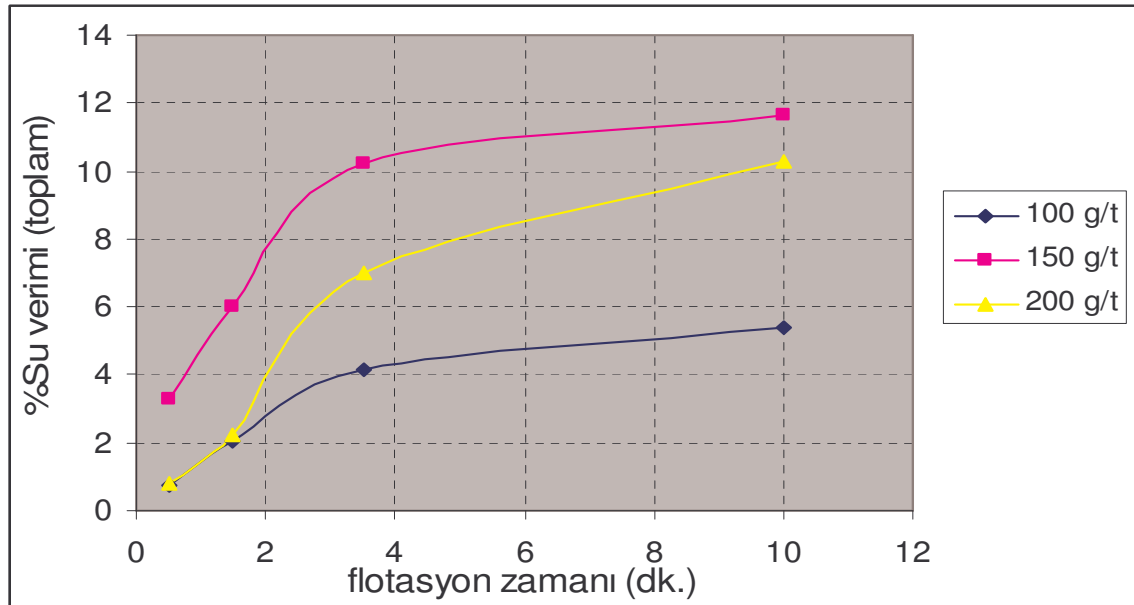
Şekil-4.7. S-700 toplayıcı dozajına bağlı olarak %Cu ve Zn tenör verim değişimleri.



Şekil 4.8. S-700 kullanımı durumunda zamana karşı elde edilen %Cu tenör değişimi.



Şekil 4.9. S-700 kullanımı durumunda zamana karşı elde edilen %Cu verim değişimi.



Şekil. 4.10. S-700 kullanımı durumunda zamana karşı elde edilen Su verimi

S-700 kullanıldığında 200 gr/ton dozajında bakır tenörü 14,09 verimi ise %51,55 olmaktadır. Toplayıcının bu dozaj değerinde elde edilen bakır tenör ve verim değerleri diğer toplayıcıların aynı dozajına oranla daha iyi bir performansa sahip olduğunu göstermiştir. Bu reaktifin flotasyon hızını belirlemek için Şekil 4.8 incelendiğinde 200 g/t dozajında flotasyon başlangıcından itibaren yüksek tenörlü

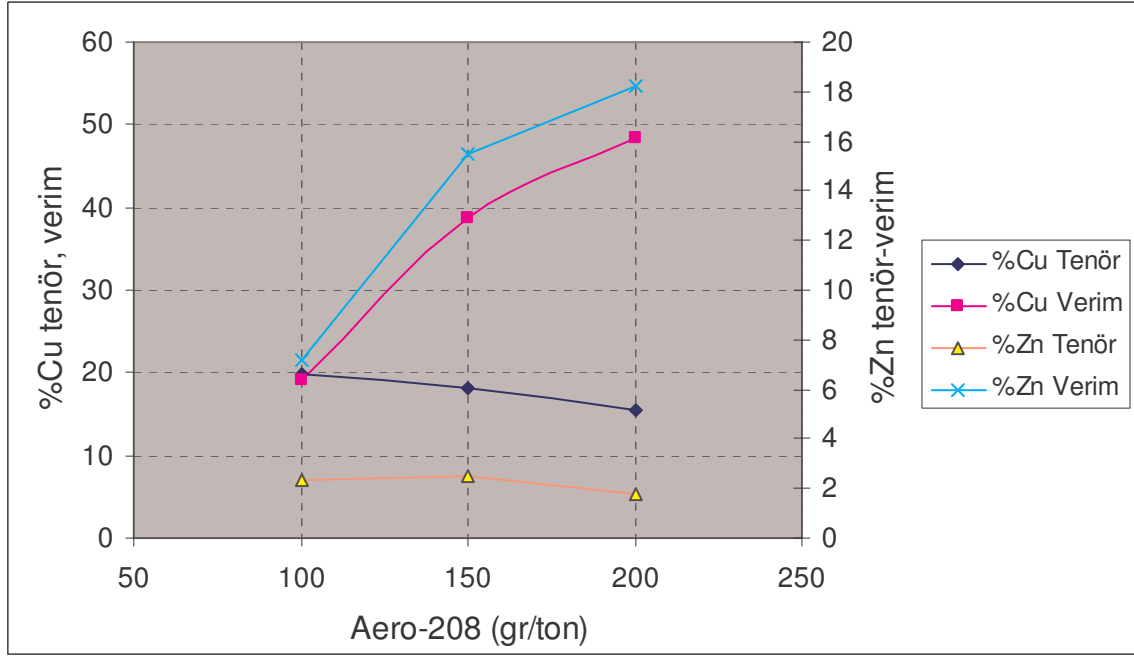
konsantre alınmaya başlanmıştır. Bu toplayıcı ile en yüksek Cu ve Zn verimleri 150 g/t değerinde elde edilmiştir. Toplayıcı dozajı 200 g/t dozajına artırıldığında her iki metalin verimleri de düşmüştür. Bu durum Şekil 4.9 ve Şekil 4.10.'da görüldüğü gibi köpük akışkanlığının azalmasından kaynaklanmaktadır. 200 g/t değerinde hem Cu flotasyon hızı hem de su kazanımı 150 g/t 'a göre azalmıştır.

#### 4.1.4. Aerofloat 208 ile yapılan deneyler

Aerofloat 208 toplayıcısının farklı dozajlarında yapılan testlerin kimyasal sonuçları Çizelge 4.4' de ve Şekil 4.11.' de verilmiştir. Dithiofosfat türü toplayıcılar genellikle seçimliliği yüksek toplayıcılar olarak bilinirler. Elde edilen sonuçlar bu yargıyı destekler niteliktedir.

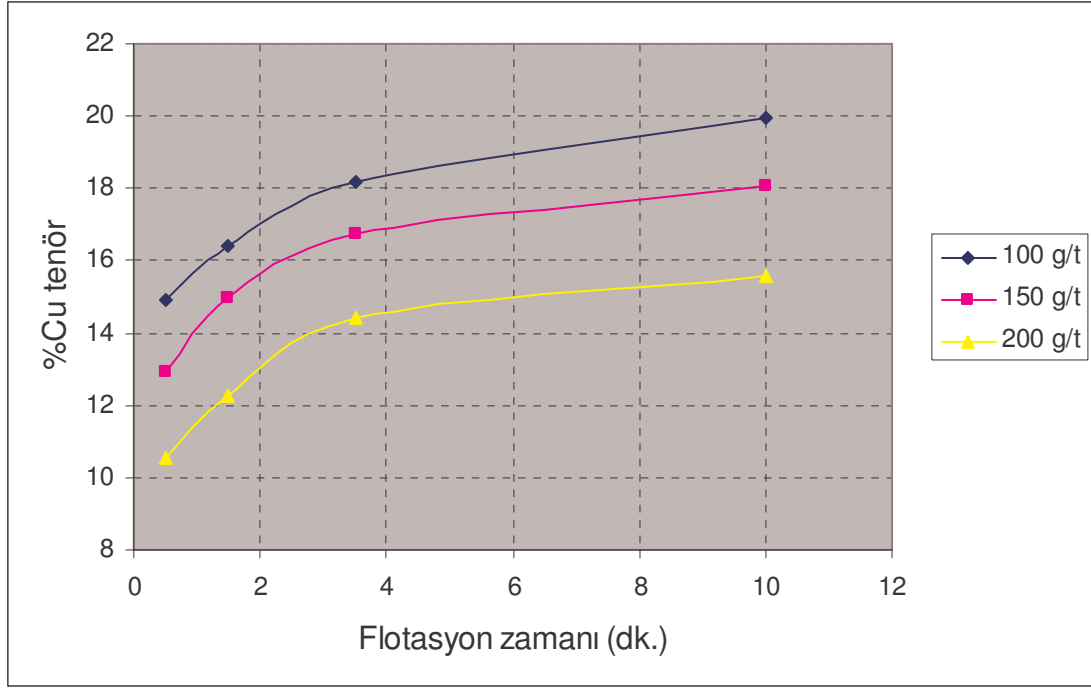
Çizelge 4.4. Aerofloat 208 toplayıcı dozajına bağlı olarak Cu, Zn tenör-verim değerleri

TOPLAYICI	K O N S A N T R E			
	%Cu Tenör	%Cu Verim	%Zn Tenör	%Zn Verim
Aero 208 (gr/ton)				
100	19,95	19,06	2,35	7,19
150	18,26	38,6	2,53	15,45
200	15,59	48,45	1,8	6,86

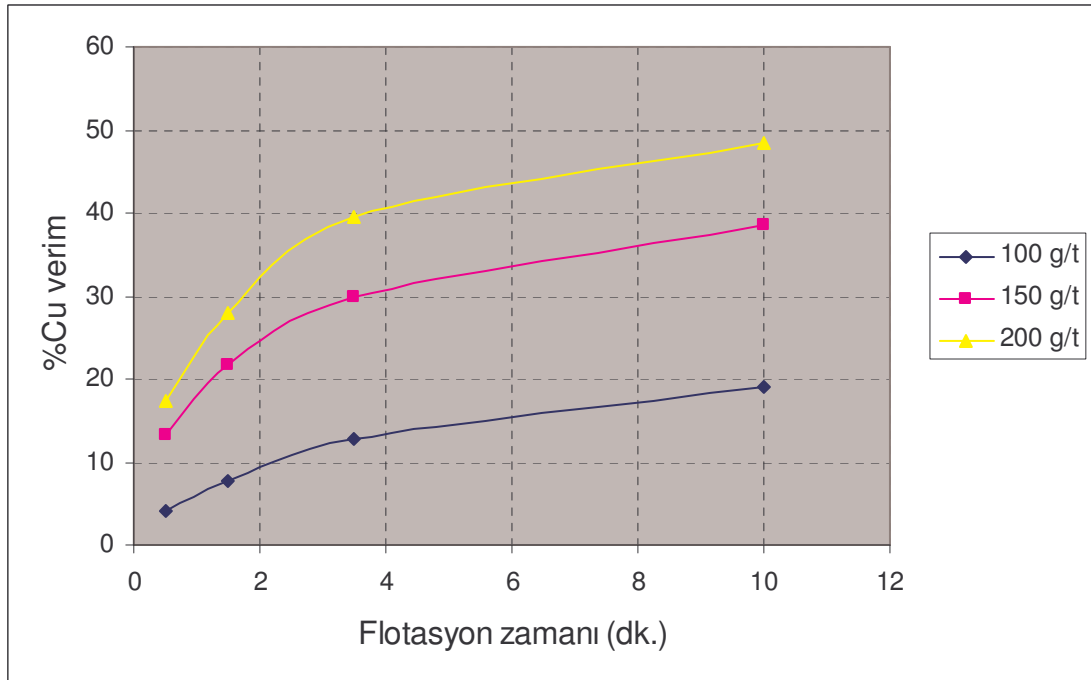


Şekil 4.11. Aerofloat 208 toplayıcı dozajına bağlı olarak %Cu, Zn tenör verim değişimleri.

Aero 208 toplayıcısı seçimliliği yüksek ancak zayıf bir toplayıcı olarak bilinmektedir. Toplayıcı dozajının artışına bağlı olarak Cu verimi artmış ve tenör azalmıştır. Ancak 150 gr/ton dozajında dahi Cu veriminin %38,06 civarında olması bu toplayıcının zayıf, %18,26 Cu tenörlü konsantre ise seçimliliğini göstermektedir. Bu toplayıcının zamana bağlı olarak bakırın tenör ve verim değerleri üzerindeki etkisi incelendiğinde, flotasyon zamanının oldukça uzun olduğu görülecektir. Şekil 4.12 ve Şekil 4.13 incelendiğinde bütün flotasyon zaman aralıklarında cevher tenörünün yüksek olduğu gözlenecektir. Ancak Şekil 4.12' de görüleceği üzere flotasyonun ilk 3 dakikasında alınan bakır tenörü nisbeten ortalamadan altındadır. Bu nedenle toplayıcı ve köpürtücü reaktif ilavesinden sonra 3 dakika süre ile şartlandırmaya devam edilmesi uygun olacaktır. Aerofloat 208 toplayıcısının 200 gr/ton dozajında kullanılması durumunda elde edilen bakır tenörü diğer dozajlara oranla düşük olmaktadır. Bu nedenle bu tür toplayıcıların kullanılması durumunda tek seferde yüksek dozaj kullanmak yerine kademeli olarak yüksek dozaj kullanmayı uygun olacaktır. Zamana bağlı tenör grafikleri incelendiğinde 10. dakikada yüksek tenörlü konsantre alınması flotasyon zamanının artırılması gerektiğini ve bu reaktifin etki hızının yavaş olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.12. Aerofloat 208 kullanımı durumunda % Cu tenör değerlerinin zamana karşı değişim grafiği.



Şekil 4.13. Aerofloat 208 kullanımı durumunda % Cu verim değerlerinin zamana karşı değişim grafiği.

10. dakikada hala yüksek tenörlü bakır konsantre alınmaktadır. Bu durumda köpürtücü ve toplayıcı ilave edilerek flotasyona devam etmek uygun olacaktır. Aero 208 toplayıcısı bakır için seçimli fakat güçlü bir toplayıcı değildir.

## 4.2. Ön Havalandırmanın Etkisi

Öğütme sonrasında ve toplayıcı ekleme öncesinde standart olarak yapılan ön-havalandırmanın (5 dk.) flotasyona etkisini incelemek için havalandırma işlemi yapılmadan aynı toplayıcılar kullanılarak flotasyon deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerde dozaj tüm toplayıcılar için 150 gr/ton değerinde sabit tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5.' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Ön havalandırma işlemi yapılmadan yapılan deneylerin sonuçları.

Toplayıcı	K O N S A N T R E				A R T I K	
	%Cu Tenör	%Cu Verim	%Zn Tenör	%Zn Verim	%Cu Tenör	%Zn Tenör
150 g/t						
S-700	11,88	61,94	2,65	40,92	1,99	1,02
208	14,34	29,04	2,80	17,03	3,20	1,25
3418 A	8,77	36,38	1,45	18,27	3,21	1,26

Çizelge 4.6. Ön havalandırma işlemi sonrasında yapılan testlerin sonuçları.

Toplayıcı	K O N S A N T R E				A R T I K	
	%Cu Tenör	%Cu Verim	%Zn Tenör	%Zn Verim	%Cu Tenör	%Zn Tenör
150 gr/ton						
S-700	9,71	61,94	1,88	37,95	2,22	1,21
208	18,26	38,60	2,53	15,45	2,77	1,20
3418 A	19,58	26,29	2,98	11,18	3,10	1,29

Ön havalandırma işleminin yapılmasının ana nedeni palpın çözünmüş oksijen derişimini ve dolayısı ile redoks potansiyelini (Eh) artırmaktadır. Bilindiği gibi sülfürlü minerallerin flotasyonunda toplayıcıların mineral yüzeyine soğurumu genellikle elektron kimyasal tepkimeler sonucunda gerçekleşir. Bu nedenle palpın Eh değeri bazı toplayıcıların soğurum kinetiği ve miktarına önemli derecede etki etmektedir. Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6. daki sonuçlar incelendiğinde S-700 toplayıcısı bakır tenörü artışı ile dikkat çekicidir. Özellikle havalandırma



yapılmadan yapılan flotasyon deneyinde bakır tenörü %11,88' yükselmiştir. Bu değer havalandırma yapılarak elde edilen aynı dozajdaki bakır tenöründen (%Cu 9,71) daha yüksektir.

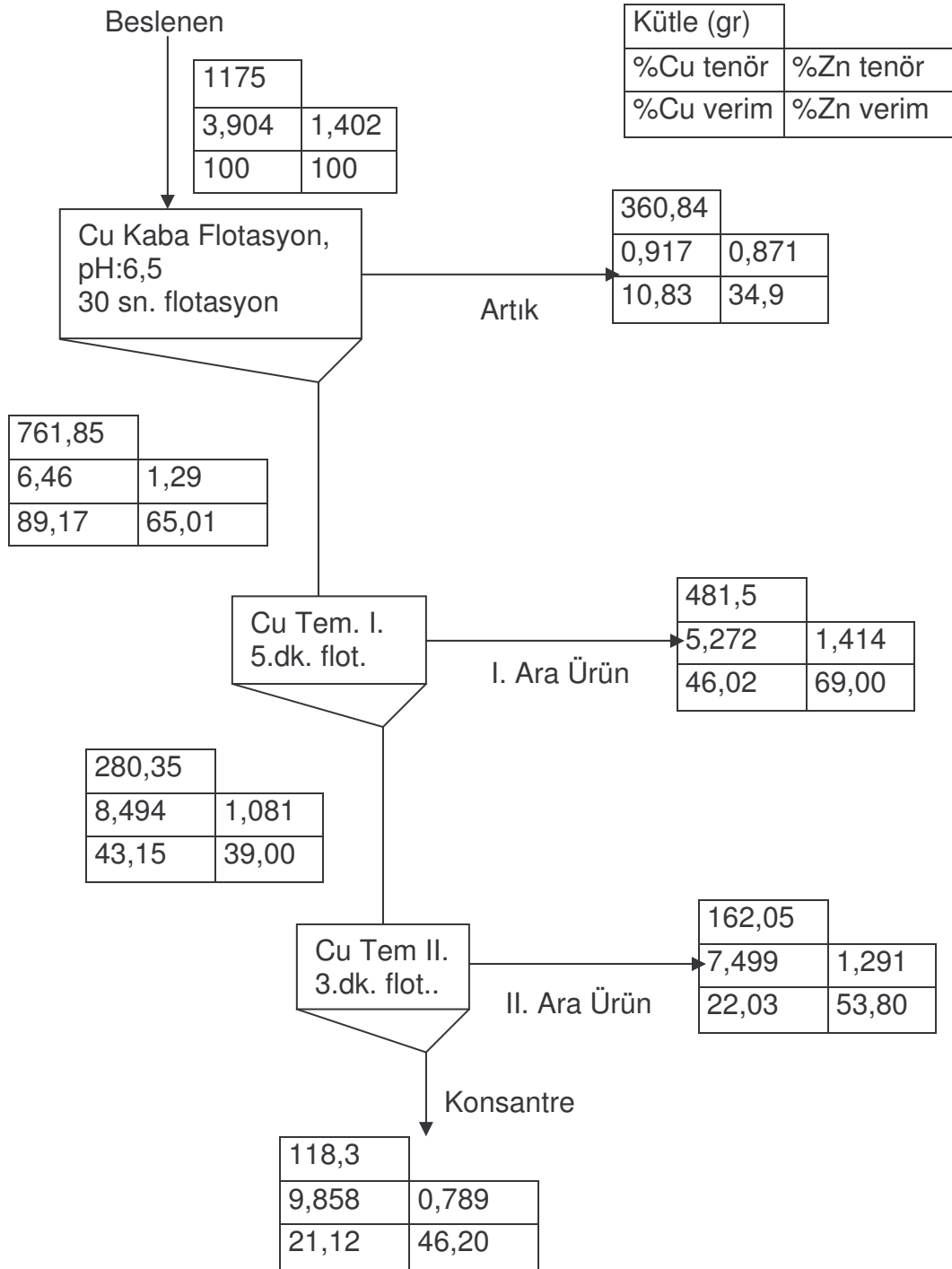
Bu deneylerde ön havalandırma yapılmadığından palpin Eh değeri toplayıcı koşullandırma aşamasında negatif değerde tutulmuş ve farklı toplayıcıların bu ortamda performansları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde S-700 toplayıcı dışında diğer toplayıcılarda Cu tenörü açısından performanslarının düştüğü görülmüştür.

### 4.3. Aero 5100' ün Temizleme Devrelerine Etkisi

Aero 5100 toplayıcısı ile yapılan testlerde (özellikle 150 gr/t) bakır tenörünün düşük olmasına rağmen verimin yüksek olduğu belirlenmiştir. bu toplayıcı kullanıldığında kaba flotasyon sonrasındaki temizleme devrelerindeki prosese etkisini incelemek amacıyla bu test yapılmıştır. İki temizleme kademeli flotasyon yapılarak sonuçlar incelenmiştir. Yapılan testin akış şeması Şekil 4.14' te verilmiştir. Bu deneyde 120 gr/ton 3418 A ve 30 gr/ton 5100 kullanılmıştır. Toplayıcılar kaba flotasyon öncesinde bir kerede ilave edilmiştir. Köpürtücünün ise 15 gr/ton'u kaba flotasyon öncesinde eklenmiş 5 gr/tonu II. temizleme devresine beslenmiştir. Kaba flotasyon süresi 1 dk., I. Temizleme süresi 5 dk., 2 temizleme süresi ise 3 dk. olarak test yapılmıştır. Bu prosese ait kimyasal analiz sonuçları ise Çizelge 4.7'da verilmiştir. II. Temizleme ürününün bakır tenöründe düşük olmuştur. Buda Aero 5100 toplayıcı etkisinin temizleme devrelerinde de devam ettiğini göstermiştir.

Çizelge 4.7 Aero 5100 kullanıldığı devrelerde edilen ürünlerin metalurjik sonuçları

	Beslenen	Ara ürün 1	Ara ürün 2	Konsantre	Artık
Kütle (gr)	1175	481,5	162,05	118,3	414,15
%Cu	3,905	5,272	7,499	9,858	0,917
%Zn	1,4	1,412	1,291	0,789	0,871



Şekil 4.14 Aero 5100 kullanımı ile yapılan temizleme devreli akış şeması ve değerleri

#### 4.4. Toplayıcı Karışımlarının Flotasyon Performansına Etkisi

Simpleks tasarım yöntemi genellikle birden fazla reaktifin karışım halinde kullanıldığı testlerde ve bu reaktiflerin karışım oranlarını belirlemede kullanılan bir tasarım ve çözümlenme yöntemidir. Bu çalışmada kimyasal yapıları bilinen üç farklı toplayıcı, Aerophine 3418 A, Aerofloat 208 ve Aero 5100 kullanılmıştır. S-700 reaktifi de kullanılmış ancak bu reaktife ait yeterli bilgimiz olmadığından simpleks yöntemine dahil edilmemiştir. Flotasyon testlerinde kullanılan üç farklı toplayıcının (Aerophine 3418 A, Aerofloat 208 promoter ve Aero 5100 promoter) her birinin tek kullanıldığı testlerden elde edilen sonuçlardan yararlanılarak, bu üç toplayıcının karışım halinde kullanılması durumunda en uygun karışım oranlarının elde edilmesinde ve elde edilen bu karışım oranları ile yapılan test sonuçlarından yararlanılarak toplayıcı karışımlarının konsantrinin tenör ve verimine etkisinin araştırılmasında simpleks tasarım yönteminden yararlanılmıştır.

Tek toplayıcılı deneylerden elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak toplam toplayıcı miktarı 150 g/t olarak belirlenmiştir. Toplayıcıların performansları dikkate alınarak kullanılacak toplayıcıların en düşük ve en yüksek kullanım aralığı, Aerophine 3418 A ve Aerofloat 208 için en az 0 en yüksek 150 g/t seçilirken, bu değerler daha kuvvetli toplayıcı olan Aero 5100 için sırasıyla 0 g/t ve 30 g/t olarak alınmıştır. Programda çalışmaya başlandıktan sonra, menüden mixtures dizayn seçeneği seçildiğinde bileşen sayısı (3 adet), bu bileşenlerin toplam kullanım miktarı (150 gr/ton), birimi (gr/ton) ve her bir bileşenin maximum ve minimum olarak kullanım aralığını ( $0 < 3418A$ ,  $0 < 208 < 70$ ,  $0 < 5100 < 30$ ) nı içeren boş sayfaya uygun veriler girilir. Daha sonra yanıt istenen soru sayısı (%Cu, %Zn, %Cu verimi, %Zn verimi toplam 4 adet) nümerik olarak (4) cevaplandıktan sonra, program kendi içerisinde çalışarak hangi reaktiften hangi miktarda karıştırılarak elde edilecek toplayıcı karışımını (Display Design komutu) verir. Bu verilere uygun karışımlar, laboratuvar ortamında deneylerde kullanarak elde edilen deney sonuçlarının analiz (%Cu ve %Zn) ve hesaplanan değerleri (%Cu verimi ve %Zn verimi) başlangıçta yanıt istenen soru sayısı (4) olarak verilen veri sütunlarına girilir (Çizelge 4.8), sonraki aşama için sonuçlar programa kaydedilir.

Sonraki aşamada elde edilen veriler kullanılarak Modelin istatistiksel özellikleri bölümü çalıştırılır (bu bölüm programdaki transformation menüsü altındaki none seçeneği kullanılarak açılır). Bu bölümde Y ve X eksenleri olan ve bu eksenlerin düşey olanında öngörülen (yani sistem tarafından üretilen sanal) değerler, yatay olanında ise deneyler sonucunda elde edilen gerçek veriler ( $y=y'$  olarak tanımlama yapılır burada amaç sanal ( $y'$ ) ve gerçek ( $y$ ) değerlerin birbirlerine eşit olması gerektiği konusunun program tarafından algılanmasını sağlamaktır) program tarafından çizilen doğrunun (45 derecelik doğru) üzerinde işaretlenen bu değerlerin kıyaslanması ile verilerin doğruluğu test edilmiş olur. Oluşturulan bu grafik yardımı ile deneylerin herhangi birindeki sapma tespit edilirse düzeltme katsayısı (deneyler sonucunda elde edilen ürünlerin kimyasal analiz yada verim değerlerinin alt ve üst sınırları kullanılarak program tarafından üretilen katsayı) kullanılarak hata oranı en aza indirgenir. Grafikselleştirme yöntemi ile %Cu, %Zn (grafiklerin solundaki düzeltme katsayısı ve renk değişimi bakır ve çinko tenörlerinin en alt ve üst değerleri kullanılarak tespit edilir) verimi gösterildikten ve değerlendirilme işlemi yapıldıktan sonra, üçgen yöntemi ile sonuçları görsel olarak irdelenmek ve değerlendirmek için (view butonu ile açılan) 3D seçeneği kullanılarak oluşturulan üçgen üzerinde (her bir köşeye reaktiflerden biri konumlandırılmıştır) grafikselleştirilerek hangi reaktifin hangi karışımının kullanıldığı ve bu karışıma karşılık gelen sonuçlar (%Cu, %Zn, %Cu verimi ve %Zn verimi) kullanıcıya verilir.

Değerlendirme sonuçlarına bağlı olarak tenör ve verim açısından en uygun seçenek sistem tarafından tespit edilerek hem reaktif karışımı hem de sanal tenör ve verim değerlerinin işaretlediği doğrusal grafik halinde gösterilir .

Yeni reaktif kompozisyonları programa girildiğinde, önceki veriler sistem tarafından referans kabul edilerek, yeni sanal sonuçlar üretilmektedir. Toplayıcıların karışım halinde kullanılması, tek başlarına kullanılmasına göre flotasyon verimi üzerinde daha iyi sonuçlar verebilir.

Çizelge 4.8. Simpleks deney tasarım yöntemi ile belirlenen toplayıcı karışımları ve deneylerden elde edilen sonuçların metalurjik sonuçları 2\*, 3\*, 4\*,5 ve 11\* Tekrarlı deney , 12 (S-700, 150 (gr/ton)) toplayıcısı ile yapılan deney.

SIRA NO	TOPLAYICI ADI			K O N S A N T R E			
	3418 A (gr/ton)	208 (gr/ton)	5100 (gr/ton)	% Cu Tenör	% Cu Verim	%Zn Tenör	% Zn Verim
1	60	60	30	6,59	82,23	1,19	49,98
2*	135	0	15	9,27	67,00	1,25	28,08
3*	120	0	30	7,39	78,12	1,37	52,65
4*	150	0	0	19,71	26,30	2,88	11,18
5*	0	120	30	7,39	78,12	1,37	52,65
6	33,75	108,8	7,5	11,74	65,83	1,64	30,84
7	75	75	0	20,45	27,54	3,18	12,78
8	80	40	30	7,03	77,04	1,55	53,90
9	40	80	30	7,97	83,57	1,23	39,98
10	108,75	33,75	7,5	13,94	47,79	1,88	18,98
11*	0	150	0	18,08	38,58	2,44	17,39
12	0	0	0	7,83	64,54	1,38	33,09

#### 4.4.1 Bakır verimi

Simpleks tasarım yöntemi ile belirlenen toplayıcı karışımları ile yapılan test sonuçları, yine aynı program tarafından bakır verimi temel alınarak değerlendirilmiştir. Şekil 4.15 'de görüleceği üzere yatay ekseninde gerçek Cu verim değerleri, düşey ekseninde modelin öngördüğü tahmini Cu verim değerleri veri olarak kullanılmış ve çizilen 45 derecelik doğru üzerinde deneysel verim değerleri (%23,16 ve %85,47 arasında) işaretlenmiştir. Deney sonuçlarına göre hesaplanan bu verim değerlerine karşılık gelen ve Simpleks tasarım programının tahmini verim değerleri grafik yardımı ile belirlenebilir. Deneysel verileri kullanan simpleks yöntemi, karışım quadratic modeli ile yapmış olduğu modellemeye deneylerin istatistiksel korelasyon katsayısını %93,45 olarak belirlemiştir ve belirlenen bu modellemeye göre programın önerdiği toplayıcı karışımı katsayıları Çizelge 4.9'de verilmiştir.

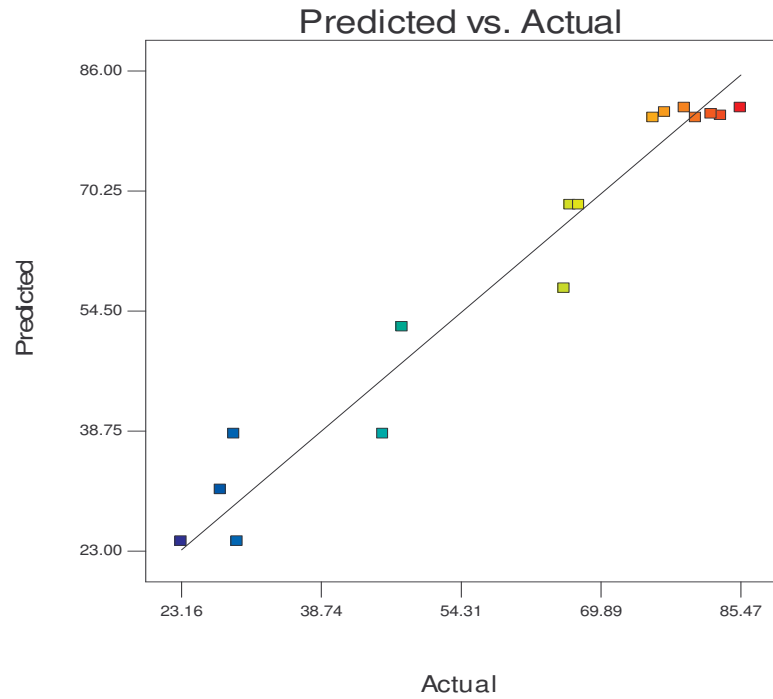
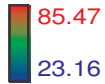
Deneyisel veriler ve oluşturulan bu model değerleri simpleks tasarım yöntemi tarafından Şekil 4.16 'da gösterildiği gibi üçgen diagramı olarak ta çizilmiştir (her toplayıcı bir köşeye konumlandırılmıştır) tasarım modeli tarafından çizilen üçgen grafik incelendiğinde üçgenin C köşesine (Aero 5100 toplayıcısı) yaklaşıldıkça bakır verim değerleri artmaktadır. Aerophine 3418 A toplayıcısı kullanımı arttıkça bakır verimi düşmektedir.

Çizelge 4.9. Bakır verimi temel olarak alındığında model tarafından önerilen toplayıcı karışımlarının korelasyon katsayıları.

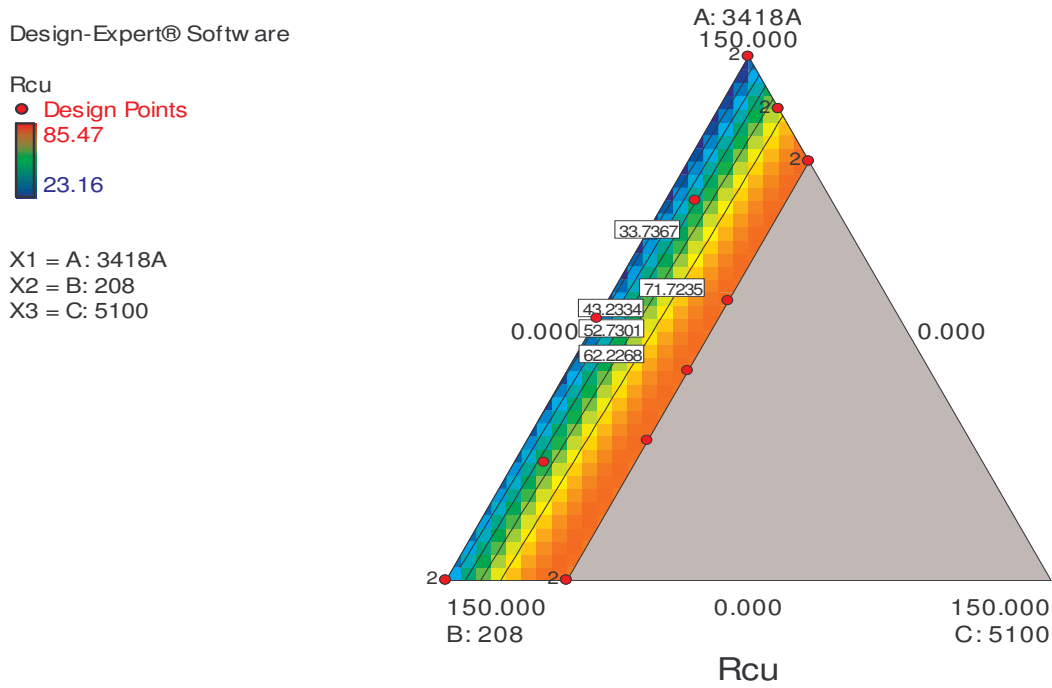
Bakır verimi temel alınarak elde edilen toplayıcı karışımları ve korrelasyon katsayıları	
+0.16160	3418A
+0.25570	208
-6.32047	5100
-4.82299E-005	3418A * 208
+0.069826	3418A * 5100
+0.066327	208 * 5100

Design-Expert® Software  
Rcu

Color points by value of  
Rcu:



Şekil 4.15. Simpleks tasarım programı tarafından çizilen gerçek ve tahmini bakır verim değerleri grafiği.



Şekil 4.16. Simpleks tasarım programı tarafından çizilen üçgen diyagramı.

#### 4.4.2. Çinko verimi

Simpleks tasarım modeli tarafından kübik modeli kullanılarak oluşturulan modellemede çinko verimi temel alınarak deneylerin doğruluk katsayısını %95,43 olarak belirlemiştir. Bu modelleme doğrultusunda çizilen grafik Şekil 4.17'de gösterilmiştir. Bu modelleme doğrultusunda oluşturulacak toplayıcı karışımları ve karışım katsayıları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Şekil 4.18 'da gösterildiği gibi üçgen diagramı olarak ta çizilmiştir. Tasarım modeli tarafından çizilen üçgen grafik incelendiğinde üçgenin C köşesine (Aero 5100 toplayıcısı) yaklaşıldıkça çinko verim değerleri artmaktadır. Aerophine 3418 A toplayıcısı kullanımı arttıkça çinko verimi düşmektedir.

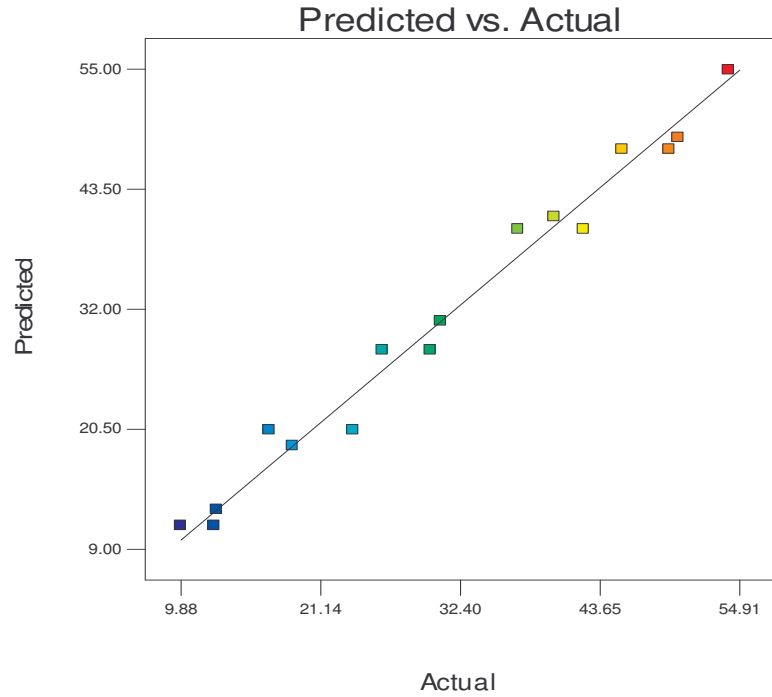
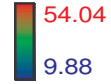


Çizelge 4.10. Çinko verimi temel olarak alındığında model tarafından önerilen toplayıcı karışımlarının korelasyon katsayıları.

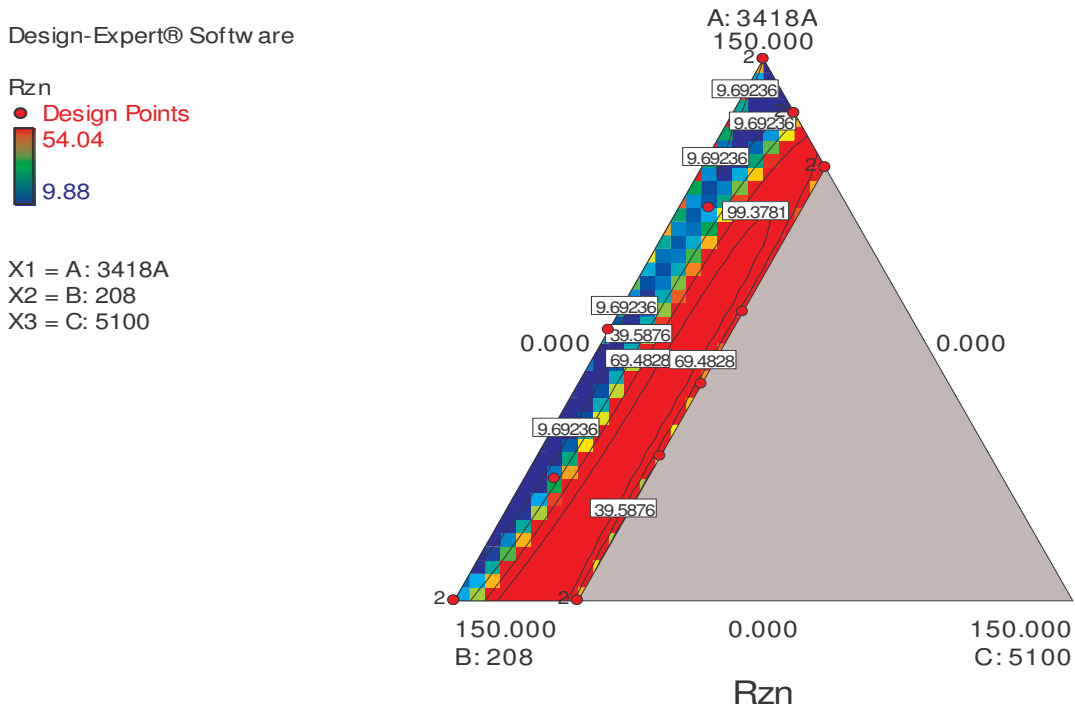
Çinko verimi temel alınarak elde edilen toplayıcı karışımları ve korrelasyon katsayıları	
+0.074867	3418A
+0.13600	208
-518.91022	5100
-5.39556E-004	3418A * 208
+5.77313	3418A * 5100
+5.62019	208 * 5100
-0.030244	3418A * 208 * 5100
+6.48893E-005	3418A * 208 * (3418A-208)
-0.016004	3418A * 5100 * (3418A-5100)
-0.014304	208 * 5100 * (208-5100)

Design-Expert® Software  
Rzn

Color points by value of  
Rzn:



Şekil 4.17. Simpleks tasarım programı tarafından çizilen gerçek ve tahmini çinko verim değerleri grafiği.



Şekil 4.18. Simpleks tasarım programı tarafından çizilen üçgen diyagramı

#### 4.4.3. Bakır tenörü

Simpleks tasarım modeli tarafından özel kübik modeli kullanılarak oluşturulan modellemede bakır tenörü temel alınarak model tarafından yapılan değerlendirmede deney sonuçlarının doğruluk katsayısını %82,89 olarak belirlemiştir. Bu modelleme tarafından deneysel veriler (% Cu 6,59 - 20,57 arasındaki bakır tenör değerleri) kullanılarak ve model tarafından belirlenen korelasyon katsayısı kullanılarak oluşturulan tahmini bakır tenör değerlerinin gösterildiği grafik, Şekil 4.19'da verilmiştir. Bu modelleme doğrultusunda oluşturulacak toplayıcı karışımları ve karışım katsayıları Çizlege 4.11'da verilmiştir.

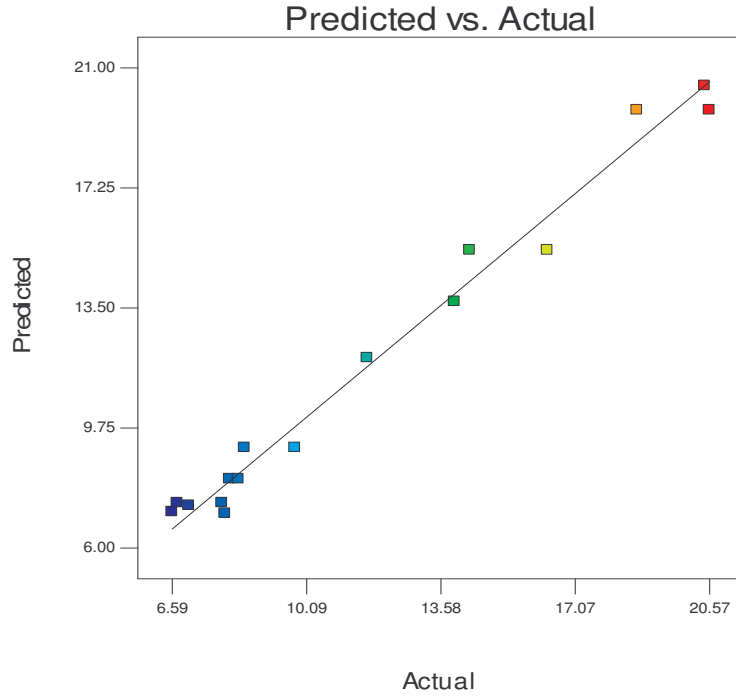
Şekil 4.20 'de gösterildiği gibi üçgen diagramı olarak ta çizilmiştir. Tasarım modeli tarafından çizilen üçgen grafik incelendiğinde üçgenin C köşesinde (Aero 5100 toplayıcısı) tanımlanan toplayıcı dozajı arttıkça bakır tenör değerleri azalmaktadır. Aerophine 3418 A ve Aerofloat 208 toplayıcısının uygun ölçekte kullanıldığı değerlerde ise bakır tenörü yüksek çıkmaktadır.

Çizelge 4.11. Bakır tenörü temel olarak alındığında model tarafından önerilen toplayıcı karışımlarının korelasyon katsayıları.

Bakır tenörü temel alınarak elde edilen toplayıcı karışımları ve korrelasyon katsayıları	
+0.13120	3418A
+0.10200	208
+2.29919	5100
+5.24458E-004	3418 A*208
-0.021270	3418A * 5100
-0.020503	208 * 5100
-2.35185E-005	3418A * 208 * 5100

Design-Expert® Software  
Gcu

Color points by value of

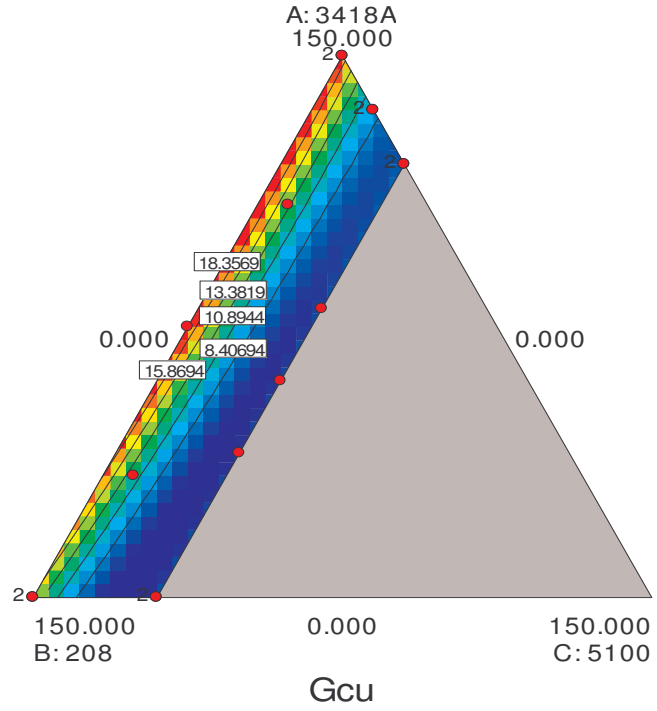


Şekil 4.19. Simpleks tasarım programı tarafından çizilen gerçek ve tahmini bakır tenör değerleri grafiği.

Design-Expert® Software

Gcu  
● Design Points  
20.57  
6.59

X1 = A: 3418A  
X2 = B: 208  
X3 = C: 5100



Şekil 4.20. Simpleks tasarım programı tarafından çizilen üçgen diyagramı

#### 4.4.4. Çinko tenörü

Simpleks tasarım modeli tarafından quadratik modeli kullanılarak oluşturulan modellemede çinko tenörü temel alınarak model tarafından yapılan değerlendirmede deney sonuçlarının doğruluk katsayısını %73,10 olarak belirlemiştir. Bu modelleme tarafından deneysel veriler (% Zn 1,19-3,18 arasındaki çinko tenör değerleri) kullanılarak ve model tarafından belirlenen korelasyon katsayısı kullanılarak oluşturulan tahmini bakır tenör değerlerinin gösterildiği grafik Şekil 4.21'da verilmiştir. Bu modelleme doğrultusunda oluşturulacak toplayıcı karışımları ve karışım katsayıları Çizlege 4.12'da verilmiştir.

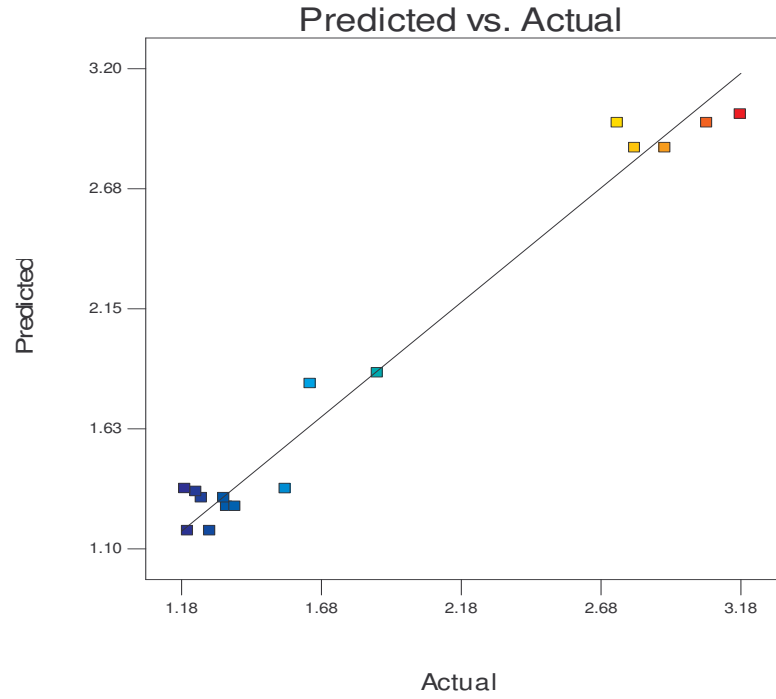
Şekil 4.22 'de gösterildiği gibi üçgen diagramı olarak ta çizilmiştir. Tasarım modeli tarafından çizilen üçgen grafik incelendiğinde üçgenin C köşesinde (Aero 5100 toplayıcısı) tanımlanan toplayıcı dozajı arttıkça çinko tenör değerleri azalmaktadır. Aerophine 3418 A ve Aerofloat 208 toplayıcısının uygun ölçekte kullanıldığı değerlerde ise çinko tenörü yüksek çıkmaktadır.

Çizelge 4.12. Çinko tenörü temel olarak alındığında model tarafından önerilen toplayıcı karışımlarının korelasyon katsayıları.

Bakır tenörü temel alınarak elde edilen toplayıcı karışımları ve korelasyon katsayıları	
+0.019744	* 3418A
+0.019017	* 208
+0.47940	* 5100
+1.64949E-005	* 3418A * 208
-4.28622E-003	* 3418A * 5100

Design-Expert® Software  
Gzn

Color points by value of  
Gzn:

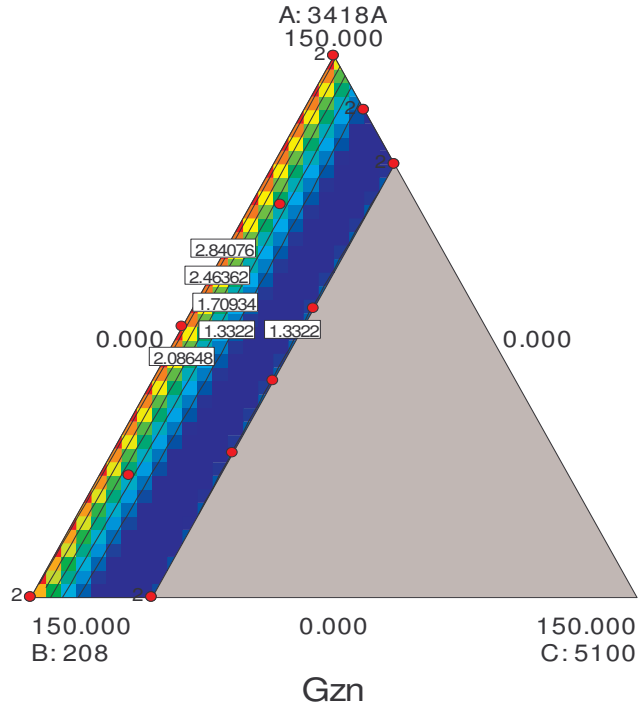


Şekil 4.21. Simpleks tasarım programı tarafından çizilen gerçek ve tahmini çinko tenör değerleri grafiği.

Design-Expert® Software

Gzn  
● Design Points  
3.18  
1.19

X1 = A: 3418A  
X2 = B: 208  
X3 = C: 5100



Şekil 4.22. Simpleks tasarım programı tarafından çizilen üçgen diyagramı

#### 4.4.5. Simpleks tasarım yöntemi ile optimum toplayıcı karışımlarının belirlenmesi

Simpleks deney tasarım programında çalışmaya başlanmadan önce hangi değerleri ölçmek istenildiği sorusu, rakamsal olarak 4 olarak tanımlanmıştır (%Cu, %Zn, %Cu verim ve %Zn verim), tanımlanan bu değerlerin maksimum yada minimum olacağı programa veri olarak verilmiştir (Cu tenör ve verimi maksimum, Zn tenör ve verim değeri minimum). Bundan başka kullanılan toplayıcıların alt ve üst limitleri başlangıçta tanımlandığından dolayı program Çizelge 4.13' hangi reaktifleri hangi dozaj aralığında kullandığını ve deneysel verilerin (Tenör ve verim değerleri) maksimum ve minimum değerlerini kullanıcıya verir. Başlangıçta tanımlanan toplayıcıların kullanım aralığı ve kullanılan bu deneysel veriler temel alınarak program tarafından Çizelge 4.14'de görüleceği üzere kendi seçimi olan seçilmiş değerini ve diğer seçilebilirlik sırasını bir liste halinde sıralar, ayrıca kullanılacak toplayıcı dozajlarının da belirler.

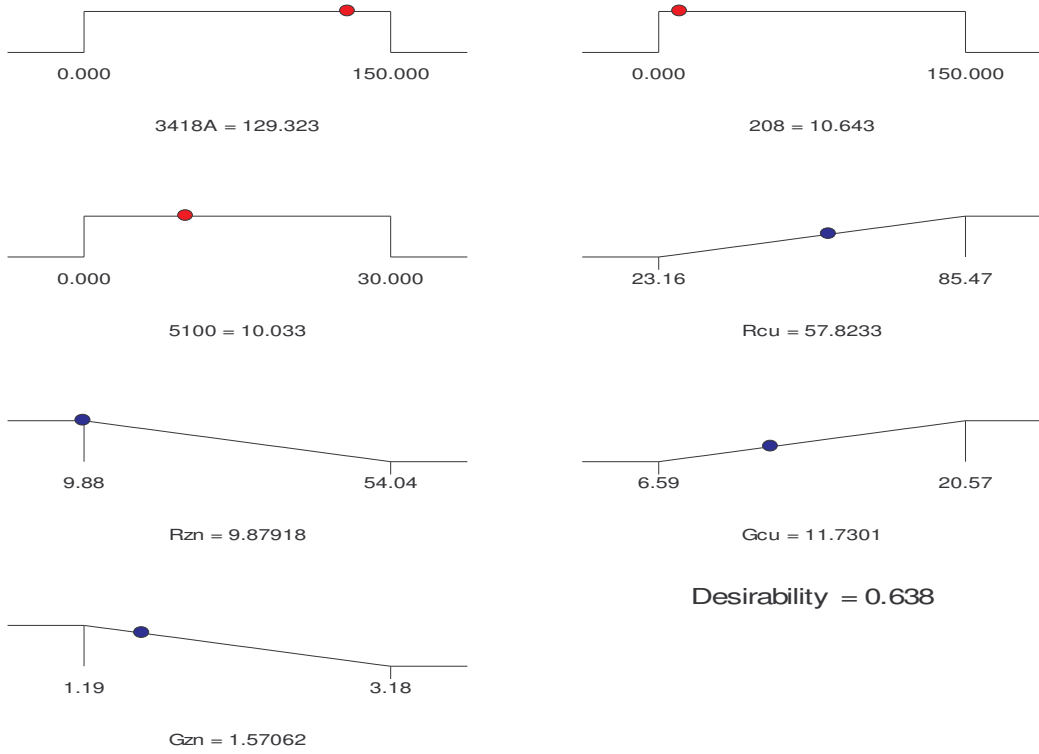
Çizelge 4.13. programın çalışması sonrasında hangi değerleri temel aldığına ilişkin program çıktısı

Toplayıcı Adı	Amaç	Alt Limit	Üst Limit
Aerophine 3418A	Kullanım aralığı	0	150
Aerofloat 208	Kullanım aralığı	0	150
Aero 5100	Kullanım aralığı	0	30
%Cu verim	maksimum	23.16	85.47
%Zn verim	minimum	9.88	54.04
%Cu tenör	maksimum	6.59	20.57
%Zn tenör	minimum	1.19	3.18

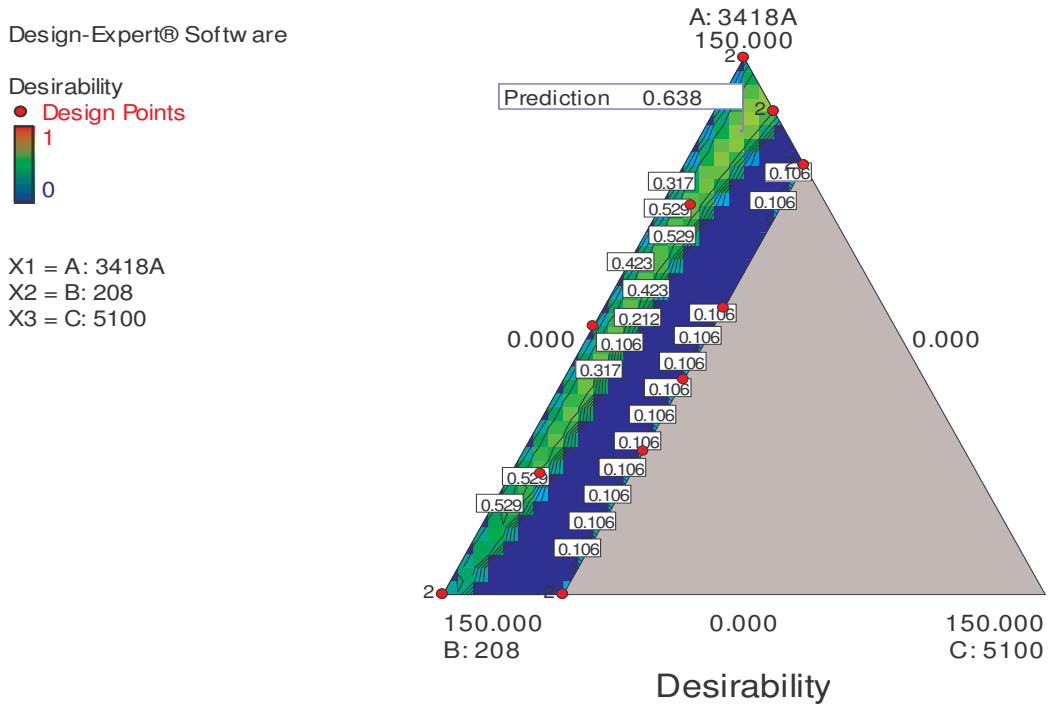
Çizelge 4.14 Simpleks tasarım yöntemi tarafından oluşturulan çözüm aralığı

Çözümler									
Sıra	3418A	208	5100	%Cu verim	%Zn verim	%Cu tenör	%Zn tenör	Tercih sırası	
<u>1</u>	<u>130</u>	<u>10</u>	<u>10</u>	<u>57.82</u>	<u>9.88</u>	<u>11.73</u>	<u>1.57</u>	<u>0.638</u>	<u>Seçilen</u>
<u>2</u>	139	0.000	11	59.00	-4.54	11.16	1.49	0.632	
<u>3</u>	55	90	5	50.15	10.76	14.52	2.13	0.598	
<u>4</u>	8	142	0	37.59	9.88	16.09	2.88	0.394	
<u>5</u>	15	105	30	79.94	39.23	7.21	1.31	0.336	
<u>6</u>	34	86	30	80.07	39.24	7.09	1.34	0.317	
<u>7</u>	40	80	30	80.13	40.85	7.07	1.35	0.305	

Program tarafından üretilen ve Çizelge 4.14' de gösterilen uygun toplayıcı dozajlarını ve bu dozajlara karşılık gelen tenör ve verim değerleri gösterilir Çizelge 4.14' de, program tarafından seçilen 1. sıradaki seçeneğin toplayıcı aralıkları ve buna karşılık gelen tenör ve verim değerleri Şekil 4.23. de gösterildiği gibi yine program tarafından bir doğru üzerinde grafiksel olarak çizilir



Şekil 4.23. Çizelge 4.14'de program tarafından seçilen 1. seçenekteki toplayıcı aralığının ve bu aralıklara karşılık gelen tenör ve verim değerlerinin program tarafından üretilen doğrusal grafiği.



Şekil 4.24. Çizelge 4.14'de program tarafından seçilen 1. seçenekteki toplayıcı aralığına karşılık gelen tenör ve verim değerlerinin program tarafından çizilen üçgen diyagram üzerinde gösterilmesi.



Optimum toplayıcı karışımlarında hedef en yüksek bakır verim ve tenörlü konsantreyi en düşük çinko verim ve tenörüyle elde etmektir. Bu hedefe ulaşmak için en yüksek “desirability” değerinin elde edildiği koşulların kullanılması önerilmektedir.

## 5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Deneylerimizde kullandığımız bu dört tür toplayıcıya ait test sonuçları incelendiğinde, bakır tenörü açısından en uygun seçenek fosfat kökenli Aerfloat 208 ve fosfin kökenli Aerophine 3418 A olmaktadır bu iki toplayıcının kullanıldığı her üç dozajda da (100 g/t, 150 g/t ve 200 g/t) bakır tenörü yüksek olmaktadır.

Aerophine 3418 A'nın kullanıldığı testlerde flotasyon işlemine başlandığı andan itibaren alınan ilk ürün (30 sn.) flotasyon süresince (10 dk.) elde edilen ürünlerin bakır tenörü yüksek, artıktaki bakır tenörünün yüksek olması nedeni ile bakır verimleri düşük olmaktadır. Bu toplayıcının kullanıldığı 200 g/t dozajında artıktaki %Cu 2,92 olmaktadır, artık tenörünün ve 10. dakikada alınan ürün tenörünün yüksek olması nedeni ile kademeli flotasyon yapılması ve bu toplayıcının kullanılması durumunda toplayıcının bir defada değilde kademeli olarak beslenmesinin uygun olabileceği düşünülmektedir.

Aerofloat 208 toplayıcısı kullanıldığı durumlarda, ilk 30. sn. de alınan ürün tenörü ortalamanın altında olmaktadır. Bu durumda toplayıcı ve köpürtücü reaktif ilavesinden sonra yaklaşık 1-2 dk. daha koşullandırma yapılması ve flotasyon zamanının artırılması uygun olacaktır.

Simpleks tasarım yöntemi ile oluşturulan üçgen diyagramlar incelendiğinde Aerophine 3418 A ve Aerofloat 208 toplayıcılarının karışımlardaki oranları arttıkça %Cu tenörünün artacağı belirlenmiştir.

Aero 5100 toplayıcısı 20, 30, 40 ve 150 g/t dozajında kullanılarak yapılan deneylerin sonuçları incelendiğinde, flotasyonun başlangıcından itibaren alınan bakır tenörünün flotasyon süresince alınan tenöre yakın ve düşük olması bu toplayıcının hiçbir seçimliliği olmadığını göstermiştir. 150 g/t dozajında verimin

yüksek tenörün ise düşük olması nedeni ile kaba flotasyon devrelerinde kullanılabileceği düşünülmele birlikte kademeli flotasyon deneylerinde kullanılması durumunda son temizleme ürünü bakır tenöründe düşük olması bu toplayıcının etkisinin temizleme devrelerinde de devam ettiğini göstermiştir. Bu toplayıcı kompleks cevherler için seçimli bir toplayıcı değildir.

Simpleks tasarım yöntemi ile oluşturulan üçgen diyagramlar incelendiğinde Aero 5100 toplayıcısının karışımlardaki oranı arttıkça %Cu tenörünün azalacağı, buna karşılık verimin artacağı belirlenmiştir.

S-700 toplayıcısı ile yapılan 100, 150 ve 200 gr/ton dozajındaki deney sonuçları incelendiğinde, flotasyonun ilk üç dakikasında alınan bakır tenörleri ortalama tenörden düşüktür. Bu toplayıcının kullanılması durumunda palpin, toplayıcı ve köpürütücü ilavesinden sonra 3 dakika daha koşullandırma yapılması, flotasyonun 10. dakikasında alınan bakır tenörünün yüksek olması nedeni ile flotasyon süresinin uzatılması uygun olacaktır.

Yapılan testler ve kullanılan simpleks tasarım yöntemi tarafından üretilen sonuçlar incelendiğinde, birinci önceliğin bakır tenörü olması durumunda Aerofloat 208 'in ve Aerophine 3418 A' nın kullanılması önerilmektedir. Verimin öncelikli seçenek olması halinde Aero 5100 toplayıcısı uygun seçenektir.

Yapılan bu testler sonucunda elde edilen bakır ve çinko tenör ve verim değerleri kullanılarak simpleks yöntemi ile reaktif modellemesi yapıldığında, bakır tenörü öncelikli seçenek olması halinde Aerophine 3418 A 75 g/t, Aerofloat 208 75 g/t toplayıcı karışımında %Cu tenör değeri (%20,45) en yüksek, %Zn tenör (%3,18) değeri en yüksek ve Zn verim değeri (12,78) düşük olmaktadır (Çizelge 4.7), bakır verimi öncelikli seçenek olması halinde Aerophine 3418 A 60 g/t, Aerofloat 208 60 g/t ve Aero 5100 30 g/t (%Cu 6,59, %Cu verim %82,23, %Zn 1,19 ve %Zn verimi %49,98) toplayıcı karışımları uygun seçenekler olmaktadır.

## 6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Optimum serbestleşme tane boyutu, cevherin %80'i 38 mikron altı olacak şekilde öğütülmesi ile sağlanmıştır. Artıktan alınan numuneler üzerinde yapılan test sonuçlarının değerlendirilmesinde artıktaki bulunan kıymetli metallerin büyük oranda serbest konumda olduğu gözlenmiştir. Tane boyutları 3-15 mikron arasında olan bu mineraller ikincil minerallerdir.

Cevherin flotasyon artığının elek analiz ve kimyasal analiz sonuçları, artığımızdaki birincil önemdeki değerli metal olan bakır cevheri tenörünün yüksek olması istenmeyen bir durumdur. Bunu engellemek için toplayıcı miktarının artırılması ilk başta uygun görülse de flotasyon sonrası artıktan alınan numuneler üzerinde yapılan testlerde bozuşmamış toplayıcı miktarının bir hayli fazla olması nedeni ile toplayıcı miktarından kaynaklanan sorun olmadığı anlaşılmıştır. Flotasyon aşamasında cevherdeki demirli bileşikler ve çinkonun bastırılması için kullanılan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  miktarının azlığından dolayı konsantre içerisindeki Zn tenörünün fazla olduğu düşünülebilir. Ancak 4 kg/ton oranında  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  kullanılması durumunda da konsantredeki %Zn tenörü fazla değişmemiştir. Bu nedenle  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  miktarından kaynaklanan sorun olmadığı anlaşılmıştır.

Simpleks tasarım yöntemi ile belirlenen toplayıcı karışımları ile yapılan test sonuçları programa girildiğinde, program sonuçları değerlendirilerek sanal belleğe almaktadır. Programa kullandığımız reaktiflerle ilgili farklı dozajlar girildiğinde program belleğinde önceden var olan bilgileri kullanarak bizlere sanal sonuçlar verebilmektedir. Aynı şekilde istenen bakır tenör ve verim değerleride programa sunulduğunda optimum reaktif koşullarını verebilmektedir. Flotasyon testlerinin amacı en yüksek bakır tenör ve verimine karşılık en düşük çinko tenör ve verimi elde etmek için optimum toplayıcı yada toplayıcı karışımını elde etmektir. Bu amaçla kullandığımız simpleks programının bize önerdiği toplayıcı karışımı Aerophine 3418 A 130 g/t, Aerofloat 208 10 g/t ve Aero 5100 10 g/t toplayıcı karışımıdır. Bu karışıma karşılık gelen Cu tenör %11,73, Cu verimi %57,82, Zn tenörü %1,57 ve Zn verimi %9,88 olmaktadır.

## 7. KAYNAKLAR

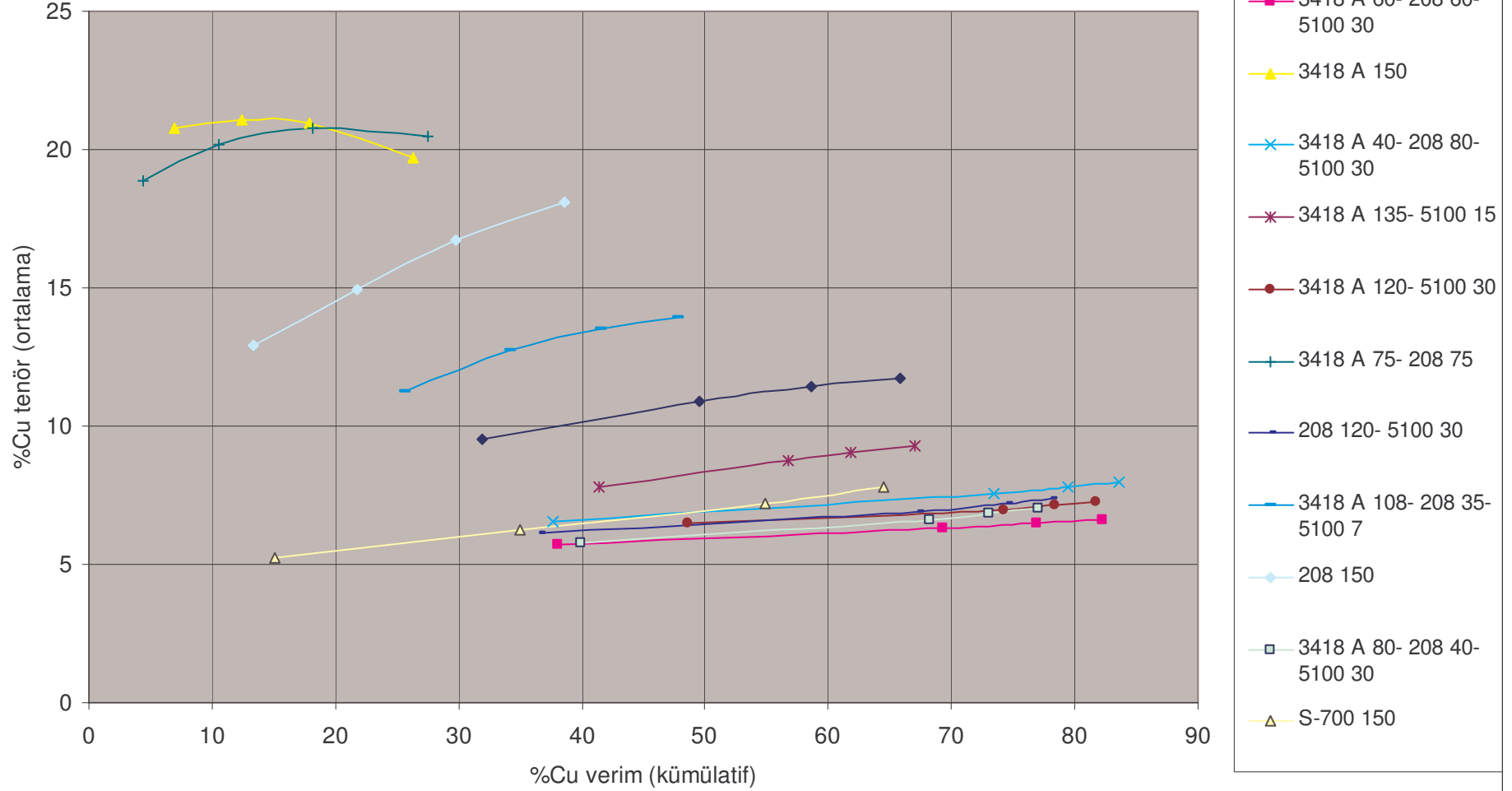
- Altun, Y. (1990) Ore minerals and their genesis of of polymetallic deposits in Giresun-Görece and Tirebolu (the Eastern Black Sea Region), Bizim Buro Basimevi, Ankara (in Turkish with English abstract).
- Bağcı E. (2006) sülfürlü minerallerin flotasyonunda toplayıcı karışımlarının sinerjik etkisinin incelenmesi "Hacettepe Üniversitesi yüksek lisans tezi" s. İ.
- Bayraktar, İ.; Altun, Y. (1996): Kompleks Bakır-Çinko-Kurşun Cevherlerinin Özellikleri, Ekonomik Değeri ve Zenginleştirilmesi. "Madencilik Dergisi", Cilt XXXV, Sayı 1, s. 11-21.
- Bayraktar, İ. (1988 and 1990) visit reports of faldal, Norway and Meggen , Germany Concentrators, not in public domain.
- Bradshaw, D.J. and O'Connor, C.T., 1993 The flotation of pyrite using mixture of dithiocarbomates and other thiol collectors, Mineral Engineering, Vol. 7, No:5/6, 681-690.
- Cases, J.M. (1980) Finely Disseminated Kompleks Sulphide Ores, in M.J. Jones (ed.) Complex Sulphide Ores, IMM, London, pp. 234-247
- Cebeci, Y., Aslan, N., Sönmez, İ. ve Kuvvetli, A.A.; "Koyulhisar Pb-Cu-Zn Cevherinin Gum Arabic ile Optimum Selektif Flotasyon Koşullarının Belirlenmesi", Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt 1, Sayı 3, Ekim 1999, s. 47-58.
- Craig, J.R., and Vaughan, D.J. (1981) Ore Microscopy and Ore Petrography, John Wiley and Sons, New York.
- Critchley, J.K. and Riaz, M., 1991. Study of synnergism between xanthate and dithiocarbamate collectors in flotation of heazlewoodite, Trans. IMM, Sec. C: Mineal Process. Extr. Metal., 100, January-April, C55-C57
- Giesekke, E.W. and Haris, P.J., 1984. Use of polyoxyethylene compounds in flotation of fluorite with fatty acids, In: Jones, M.J., Oblatt, R.(Eds.), Reagents in Mineral Industry. Inst. Min. Metal., London, 227-232.
- Gray, P.M.J. (1984) Metallurgy of the Complex sulphide ores, Mining Magazine 10, pp. 31-321.
- Jones, M.H., and Woodcock , J.T. (1984) Applications of pulp chemistry to regulation of chemical environment in sulphide mineral flotation , in M.H. Jones and J.T. Woodcock (eds.) Principle of Mineral Flotation , The Australasian IMM, Parkville, pp. 147-183.

- Laskowski, J.S.; Subramanian, S.; and Nyamekya, G.A. (1993): Polysaccharides-Emerging Non-Toxic Modifiers for Differential Flotation of Sulphides. "XVIII Int. Mineral Processing Congress", Sydney, pp. 593-600
- Liu, Q; Laskowski, J.S. (1989a): The Role of Metal Hydroxides at Mineral Surfaces in Dextrin Adsorption, II. Chalcopyrite-Galena Separations in the Presence of Dextrin. "Int. Journal of Mineral Processing", Vol. 27, pp. 147-155
- Lynch, A.J., Johnson N.W., Manlapig E.V., and Thorne, C.G. (1981) Mineral and Coal Flotation Circuits, Elsevier, Amsterdam.
- McKee, D.J. (1991) Case Studies of flotation control , in this volume.
- Mining chemical handbook Cytec 1999
- Mukai, s., and Matsubara, H. (1968)( Effect of sulphurous acid on the floatability of sulphide minerals, Fusen 34 pp, 25-28 (in Japanese , english abstract only).
- Rao, K.H., Forssberg, K.S.E, 1997, Mixed collector systems in flotation, Int. J. Process. 51 (1997) 67-79 p.
- Sato, T. (1974) Distribution and geological setting of the Kuroko deposits, in S. Ishihara, K. Kanehira, A. Sasaki, T. Sato and Y. Shimazaki (eds) Geology of Kuroko Deposits, The Soc. Of Min Geologists of Japan, Tokyo, pp. 1-9.
- Shimazaki, Y. (1974) Ore minerals of the kuroko type deposits, in s. Ishara, K. Kanehira, A. Sasaki, T. Sato and Y. Sahazaki (eds.) Gelology of Kuroko Deposits, The Soc. Of Mine Geologists , Tokyo, 311-322.
- Sis, H. And Chander, S., 2003 Adsorption and contact angle of single and binary mixtures of surfactants on apatite, Mineral Engineering, 16, 839-848
- Smart, S. St. C., 1991, Surface layers in base metal sulfide flotation, Mineral Engineering, Vol. 4, Nos. 7-11, 891-909 p.
- Tolun, R. (1987) Chemistry of sulphide mineral flotation , in B. Yarar and Z.M. Doğan (eds.) Mineral Processing Design, M. Nijhoff, Dordrecht, pp. 37-75.
- Umre, u., and Castle, J.F. (1984) Explotition strategies for complex Cu-Pb-Zn orebodies, in M.J. Jones (e.d.) Mineral Processing and Extractive Metalurgy Symposium, Kunming (China), IMM, London, pp. 473-489.
- U.S. Geological survey, Mineral Commodity Summaries 2005, United States Government Printing Office, Washington, P.55, 2005.
- Vidyadhar, A.; Hanumantha Rao, K. And Forssberg, K.S.E; 2001. Role of mixed cationic/anionic collector systems in selective feldspar flotation from quartz. Mineral Processing Technolocy; Feb 15-17, Hyderabad (India) pp. 183-191.

- Von Rybinski, W., Schwuger, M.J. and Dobias, B., 1987. Surfactant mixtures as collectors in flotation, *colloids and surfaces*, 26, 291-304.
- Warren, L.J. (1984) Ultrafine particles in flotation, in M.H. Jones and J.T. Woodcock (eds.) *Principle of Mineral Flotation*, The Australasian IMM, Parkville, pp. 185-213.
- Williams, S.R., Phelan, J.M. (1985) Process development at Woodlawn Mines, in ref. (10), pp. 293-304.
- Wills, B.A. (1989) *Mineral Processing Technology*, Pergamon Pres, Oxford, 5 th. Edition.

**EK 1**

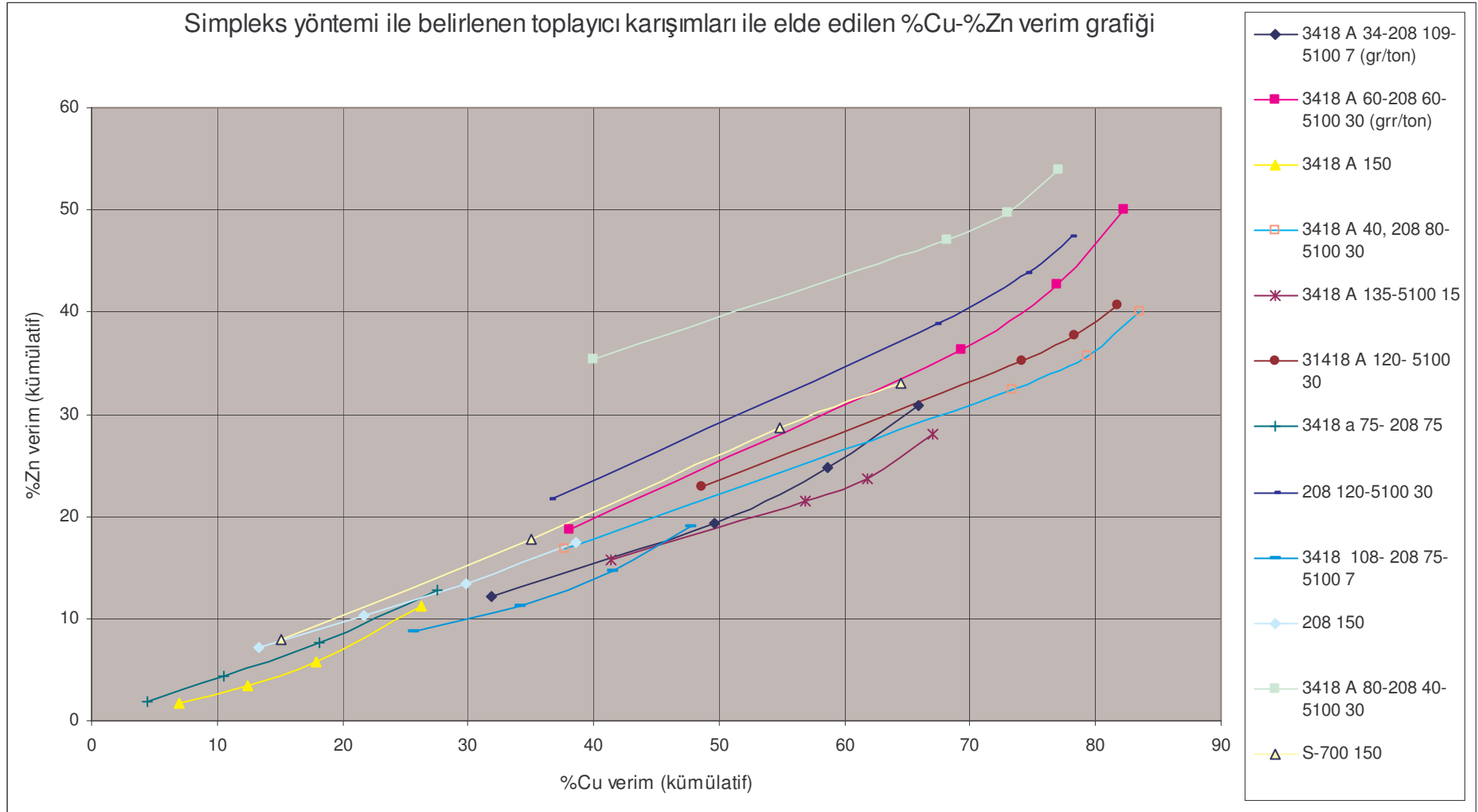
Simpleks yöntemi ile elde edilen toplayıcı karışımları ile elde edilen %Cu tenör verim eğrileri



EK-1 Çeşitli toplayıcı kompozisyonları ile elde edilen bakır konsantrenin tenör ve verim ilişkisi



Simpleks yöntemi ile belirlenen toplayıcı karışımları ile elde edilen %Cu-%Zn verim grafiği



EK-2 Toplayıcı karışımları ile yapılan testler sonucunda elde edilen bakır-çinko verimler ilişkisi

**EK 2**

EK 3. Laboratuvar Deney Verilerinin şematik gösterimi

OD-1	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:1	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.	%Cu	%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	3418 A	200
Besleme	0	100,00	100,00	3,90	3,90	1,40	1,40	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	25,18	25,18	5,35	5,35	0,92	0,92	34,54	34,54	16,55	16,55	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	15,56	40,74	6,35	5,73	1,48	1,13	26,47	61,01	17,51	34,06		
Konsantre-3	3,5	1,45	42,19	8,78	5,84	2,08	1,17	3,47	64,48	2,16	36,22		
Konsantre-4	10	1,61	43,80	9,83	5,98	3,41	1,25	4,36	68,84	3,93	40,15		
Artık		55,19	98,99	2,20		1,52		31,16	100,00	59,86	100,01		
OD-2	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:2	
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.	%Cu	%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	3418 A	100
Besleme	0	100,00	100,00	3,90	3,90	1,40	1,40	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	0,48	0,48	22,80	22,80	1,40	1,40	2,81	2,81	0,48	0,48	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	0,66	1,14	20,10	21,24	0,70	0,99	3,42	6,23	0,33	0,81		
Konsantre-3	3,5	0,39	1,53	16,20	19,95	0,79	0,94	1,63	7,86	0,22	1,03		
Konsantre-4	10	0,77	2,30	15,00	18,29	0,94	0,94	2,98	10,84	0,52	1,55		
Artık		97,69	99,99	3,56		1,41		89,16	100,00	98,45	100,01		
OD-3	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:3	
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.	%Cu	%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	3418 A	150
Besleme	0	100,00	100,00	3,33	3,33	1,42	1,42	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	2,40	2,40	9,70	9,70	1,08	1,08	6,99	6,99	1,83	1,83	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	1,42	3,82	10,76	10,09	1,51	1,24	4,60	11,59	1,52	3,35		
Konsantre-3	3,5	0,64	4,46	14,65	10,75	1,84	1,33	2,80	14,39	0,83	4,18		
Konsantre-4	10	1,03	5,49	14,46	11,44	3,30	1,70	4,46	18,85	2,40	6,58		
Artık		94,51	100,00	2,86		1,40		81,15	100,00	93,43	100,01		

OD-4	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:4	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.					Verim	Verim	Verim	Verim	3418 A	150
Besleme	0	100,00	100,00	4,17	4,17	1,38	1,38	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	9,41	9,41	7,15	7,15	0,91	0,91	16,11	16,11	6,23	6,23	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	4,29	13,70	9,79	7,98	1,21	1,00	10,05	26,16	3,77	10,00	havalandır	yok
Konsantre-3	3,5	1,56	15,26	12,74	8,46	2,22	1,13	4,77	30,93	2,52	12,52		
Konsantre-4	10	2,06	17,32	11,04	8,77	3,84	1,45	5,45	36,38	5,75	18,27		
Artık		82,69	100,01	3,21		1,36		63,62	100,00	81,72	99,99		
OD-5	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:5	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.					Verim	Verim	Verim	Verim	3418 A	150
Besleme	0	100,00	100,00	4,34	4,34	1,39	1,39	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	15,11	15,11	8,53	8,53	1,09	1,09	29,71	29,71	11,83	11,83	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	3,90	19,01	11,58	9,16	1,47	1,17	10,41	40,12	4,12	15,95	havalandır	var
Konsantre-3	3,5	2,94	21,95	12,15	9,56	1,98	1,28	8,22	48,34	4,18	20,13		
Konsantre-4	10	1,69	23,64	14,72	9,93	3,39	1,43	5,74	54,08	4,12	24,25		
Artık		76,35	99,99	2,61		1,38		45,92	100,00	75,75	100,00		
OD-6	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:6	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.					Verim	Verim	Verim	Verim	208	150
Besleme	0	100,00	100,00	4,13	4,13	1,38	1,38	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	3,49	3,49	12,27	12,27	2,87	2,87	10,36	10,36	7,27	7,27	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	2,34	5,83	16,36	13,91	1,91	2,48	9,26	19,62	3,25	10,52	havalandır	yok.
Konsantre-3	3,5	1,45	7,28	15,66	14,26	2,85	2,56	5,49	25,11	3,00	13,52		
Konsantre-4	10	1,09	8,37	14,87	14,34	4,43	2,80	3,93	29,04	3,51	17,03		
Artık		91,63	100,00	3,20		1,25		70,96	100,00	82,97	100,00		

OD-7	Zaman	Katı Akışı	Küm. Katı	%Cu	ORT. %Cu	%Zn	ORT. %Zn	Cu %	Küm. % Cu	Zn %	Küm. % Zn	OD:7	gr/ton
	(dk.)	(gr)	Akış.					Verim	Verim	Verim	Verim	5100	150
Besleme	0	100,00	100,00	4,13	4,13	1,30	1,30	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	13,93	13,93	6,34	6,34	1,27	1,27	21,40	21,40	13,61	13,61	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	16,05	29,98	6,43	6,39	0,97	1,11	24,99	46,39	12,07	25,68	havalandır	var
Konsantre-3	3,5	13,64	43,62	10,20	7,58	2,19	1,45	32,93	79,32	22,56	48,24		
Konsantre-4	10	14,58	58,20	3,17	6,48	3,32	1,92	11,43	90,75	38,05	86,29		
Artık		41,80	100,00	0,91		0,43		9,24	99,99	13,71	100,00		
OD-8	Zaman	Katı Akışı	Küm. Katı	%Cu	ORT. %Cu	%Zn	ORT. %Zn	Cu %	Küm. % Cu	Zn %	Küm. % Zn	OD:8	gr/ton
	(dk.)	(gr)	Akış.					Verim	Verim	Verim	Verim	S-700	150
Besleme	0	100,00	100,00	4,04	4,04	1,37	1,37	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	0,66	0,66	9,77	9,77	3,20	3,20	1,60	1,60	1,55	1,55	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	1,24	1,90	9,21	9,40	1,93	2,37	2,82	4,42	1,75	3,30	havalandır	yok
Konsantre-3	3,5	7,11	9,01	11,97	11,43	2,20	2,24	21,06	25,48	11,46	14,76		
Konsantre-4	10	12,06	21,07	12,22	11,88	2,96	2,65	36,46	61,94	26,16	40,92		
Artık		78,93	100,00	1,95		1,02		38,06	100,00	59,08	100,00		
OD-9	Zaman	Katı Akışı	Küm. Katı	%Cu	ORT. %Cu	%Zn	ORT. %Zn	Cu %	Küm. % Cu	Zn %	Küm. % Zn	OD:9	gr/ton
	(dk.)	(gr)	Akış.					Verim	Verim	Verim	Verim	5100	30
Besleme	0	100,00	100,00	4,30	4,30	1,28	1,28	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	12,55	12,55	9,81	9,81	1,09	1,09	28,66	28,66	10,70	10,70	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	3,34	15,89	20,50	12,06	1,71	1,22	15,96	44,62	4,49	15,19	havalandır	VAR
Konsantre-3	3,5	1,75	17,64	17,41	12,59	2,81	1,38	7,10	51,72	3,86	19,05		
Konsantre-4	10	0,84	18,48	11,86	12,55	3,86	1,49	2,31	54,03	2,53	21,58		
Artık		81,52	100,00	2,42		1,23		45,97	100,00	78,42	100,00		

OD-10	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:10	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.	%Cu	%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	5100	20
Besleme	0	100,00	100,00	4,07	4,07	1,28	1,28	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	5,24	5,24	11,77	11,77	1,08	1,08	15,17	15,17	4,43	4,43	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	0,79	6,03	21,39	13,03	1,71	1,16	4,14	19,31	1,05	5,48	havalandır	VAR
Konsantre-3	3,5	0,47	6,50	16,99	13,32	2,81	1,28	1,94	21,25	1,02	6,50		
Konsantre-4	10	0,55	7,05	14,89	13,44	3,85	1,48	2,03	23,28	1,67	8,17		
Artık		92,95	100,00	3,36		1,27		76,72	100,00	91,83	100,00		
OD-11	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:11	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.	%Cu	%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	5100	40
Besleme	0	100,00	100,00	4,28	4,28	1,27	1,27	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	17,76	17,76	6,73	6,73	1,09	1,09	27,91	27,91	15,26	15,26	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	6,87	24,63	13,01	8,48	1,72	1,27	20,84	48,75	9,29	24,55	havalandır	VAR
Konsantre-3	3,5	1,62	26,25	18,02	9,07	2,81	1,36	6,80	55,55	3,58	28,13		
Konsantre-4	10	1,00	27,25	12,86	9,21	3,86	1,45	3,00	58,55	3,03	31,16		
Artık		72,76	100,01	2,44		1,20		41,45	100,00	68,84	100,00		
OD-12	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:12	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.	%Cu	%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	S-700	100
Besleme	0	100,00	100,00	4,26	4,26	1,30	1,30	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	1,16	1,16	10,18	10,18	1,08	1,08	2,78	2,78	0,97	0,97	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	2,35	3,51	12,14	11,49	1,71	1,50	6,70	9,48	3,09	4,06	havalandır	VAR
Konsantre-3	3,5	4,40	7,91	17,08	14,60	2,81	2,23	18,39	27,87	9,52	13,58		
Konsantre-4	10	1,15	9,06	17,15	14,92	3,86	2,44	4,64	32,51	3,41	16,99		
Artık		90,94	100,00	3,16		1,19		67,50	100,01	83,01	100,00		

OD-13	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:13	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.	%Cu	%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	S-700	150
Besleme	0	100,00	100,00	4,27	4,27	1,35	1,35	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	1,38	1,38	8,86	8,86	1,08	1,08	2,87	2,87	1,11	1,11	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	3,69	5,07	8,91	8,90	1,71	1,54	7,70	10,57	4,67	5,78	havalandır	VAR
Konsantre-3	3,5	12,90	17,97	12,28	11,33	2,82	2,46	37,13	47,70	26,87	32,65		
Konsantre-4	10	3,56	21,53	13,96	11,76	3,86	2,69	11,64	59,34	10,16	42,81		
Artık		78,47	100,00	2,21		0,98		40,65	99,99	57,19	100,00		
OD-14	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:14	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.	%Cu	%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	S-700	200
Besleme	0	100,00	100,00	4,01	4,01	1,33	1,33	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	1,83	1,83	15,39	15,39	1,08	1,08	7,03	7,03	1,49	1,49	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	3,67	5,50	15,77	15,64	1,71	1,50	14,44	21,47	4,74	6,23	havalandır	VAR
Konsantre-3	3,5	2,73	8,23	14,66	15,32	2,81	1,93	9,98	31,45	5,78	12,01		
Konsantre-4	10	6,44	14,67	12,52	14,09	3,88	2,79	20,10	51,55	18,80	30,81		
Artık		85,33	100,00	2,28		1,08		48,44	99,99	69,19	100,00		
OD-15	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:15	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.	%Cu	%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	208	100
Besleme	0	100,00	100,00	4,11	4,11	1,29	1,29	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	1,15	1,15	14,89	14,89	1,08	1,08	4,16	4,16	0,96	0,96	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	0,78	1,93	18,69	16,43	1,71	1,33	3,54	7,70	1,03	1,99	havalandır	VAR
Konsantre-3	3,5	0,95	2,88	21,67	18,16	2,81	1,82	5,00	12,70	2,06	4,05		
Konsantre-4	10	1,05	3,93	24,88	19,95	3,80	2,35	6,36	19,06	3,14	7,19		
Artık		96,08	100,01	3,46		1,25		80,95	100,01	92,80	99,99		

OD-16	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:16	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.					Verim	Verim	Verim	Verim	208	150
Besleme	0	0,00	100,00	4,22	4,22	1,29	1,29	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	2,58	2,58	14,67	14,67	1,08	1,08	8,97	8,97	2,16	2,16	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	1,20	3,78	19,07	16,07	1,71	1,28	5,43	14,40	1,59	3,75	havalandır	VAR
Konsantre-3	3,5	1,45	5,23	24,54	18,42	2,81	1,70	8,45	22,85	3,17	6,92		
Konsantre-4	10	1,37	6,60	26,75	20,15	3,86	2,15	8,68	31,53	4,09	11,01		
Artık		93,39	99,99	3,10		1,23		68,47	100,00	88,98	99,99		
OD-17	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:17	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.					Verim	Verim	Verim	Verim	208	200
Besleme	0	0,00	100,00	4,19	4,19	1,29	1,29	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	6,90	6,90	10,53	10,53	1,08	1,08	17,32	17,32	5,81	5,81	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	2,63	9,53	16,84	12,27	1,71	1,25	10,55	27,87	3,50	9,31	havalandır	VAR
Konsantre-3	3,5	1,98	11,51	24,62	14,40	2,81	1,52	11,60	39,47	4,32	13,63		
Konsantre-4	10	1,53	13,04	24,55	15,59	3,86	1,80	8,98	48,45	4,60	18,23		
Artık		86,96	100,00	2,59		1,23		51,55	100,00	81,78	100,01		
OD-18	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:18	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.					Verim	Verim	Verim	Verim	3418	100
Besleme	0	100,00	100,00	4,15	4,15	1,29	1,29	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	0,82	0,82	20,69	20,69	1,08	1,08	4,08	4,08	0,68	0,68	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	0,63	1,45	20,79	20,73	1,71	1,35	3,15	7,23	0,83	1,51	havalandır	VAR
Konsantre-3	3,5	0,84	2,29	20,17	20,53	2,81	1,89	4,09	11,32	1,83	3,34		
Konsantre-4	10	1,46	3,75	17,86	19,49	3,86	2,66	6,30	17,62	4,37	7,71		
Artık		96,25	100,00	3,55		1,24		82,38	100,00	92,29	100,00		



OD-19	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:19	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.					Verim	Verim	Verim	Verim	3418	200
Besleme	0	100,00	100,00	4,14	4,14	1,29	1,29	100,00	100,00	100,00	100,00	MIBC	20
Konsantre-1	0,3	2,65	2,65	16,68	16,68	1,08	1,08	10,67	10,67	2,21	2,21	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-2	1,5	1,89	4,54	17,67	17,09	1,71	1,34	8,08	18,75	2,50	4,71	havalandır	VAR
Konsantre-3	3,5	1,53	6,07	19,05	17,59	2,81	1,71	7,05	25,80	3,32	8,03		
Konsantre-4	10	2,18	8,25	17,84	17,65	3,86	2,28	9,42	35,22	6,51	14,54		
Artık		91,75	100,00	2,92		1,21		64,78	100,00	85,46	100,00		
OD-20	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:20	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.					Verim	Verim	Verim	Verim	3418	34
Besleme	0	100,00	100,00	4,30	4,30	1,29	1,29	100,00	100,00	100,00	100,00	208	109
Konsantre-1	0,3	14,37	14,37	9,52	9,52	1,09	1,09	31,85	31,85	12,16	12,16	5100	7
Konsantre-2	1,5	5,35	19,72	14,55	10,88	1,72	1,26	17,73	49,58	7,14	19,30	MIBC	20
Konsantre-3	3,5	2,47	22,19	15,77	11,43	2,81	1,43	9,08	58,66	5,41	24,71	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-4	10	2,04	24,23	15,11	11,74	3,86	1,64	7,17	65,83	6,13	30,84	havalandır	VAR
Artık		75,77	100,00	1,94		1,17		34,17	100,00	69,15	99,99		
OD-21	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:21	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.					Verim	Verim	Verim	Verim	3418	60
Besleme	0	100,00	100,00	4,45	4,45	1,33	1,33	100,00	100,00	100,00	100,00	208	60
Konsantre-1	0,3	29,50	29,50	5,74	5,74	0,84	0,84	38,05	38,05	18,67	18,67	5100	30
Konsantre-2	1,5	19,41	48,91	7,18	6,31	1,20	0,98	31,29	69,34	17,58	36,25	MIBC	20
Konsantre-3	3,5	3,96	52,87	8,52	6,48	2,14	1,07	7,57	76,91	6,39	42,64	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-4	10	2,65	55,52	8,94	6,59	3,68	1,19	5,32	82,23	7,34	49,98	havalandır	VAR
Artık		44,49	100,01	1,78		1,49		17,78	100,01	50,32	100,30		

OD-22	Zaman	Katı Akışı	Küm. Katı	%Cu	ORT. %Cu	%Zn	ORT. %Zn	Cu %	Küm. % Cu	Zn %	Küm. % Zn	OD:22	gr/ton
	(dk.)	(gr)	Akış.		%Cu	%Zn		Verim	Verim	Verim	Verim	3418	150
Besleme	0	100,00	100,00	3,98	3,98	1,38	1,38	100,00	100,00	100,00	100,00	208	0
Konsantre-1	0,5	1,29	1,29	21,90	21,90	1,73	1,73	7,11	7,11	1,80	1,80	5100	0
Konsantre-2	1,5	1,06	2,35	23,09	22,44	2,40	2,03	6,12	13,23	1,83	3,63	MIBC	20
Konsantre-3	3,5	0,91	3,26	22,69	22,51	3,06	2,32	5,22	18,45	2,02	5,65	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-4	10	2,43	5,69	17,98	20,57	3,94	3,01	10,97	29,42	6,93	12,58	havalandır	VAR
Artık		94,30	99,99	2,98		1,28		70,58	100,00	87,42	100,00		

OD-23	Zaman	Katı Akışı	Küm. Katı	%Cu	ORT. %Cu	%Zn	ORT. %Zn	Cu %	Küm. % Cu	Zn %	Küm. % Zn	OD:23	gr/ton
	(dk.)	(gr)	Akış.		%Cu	%Zn		Verim	Verim	Verim	Verim	3418	40
Besleme	0	100,00	100,00	4,23	4,23	1,36	1,36	100,00	100,00	100,00	100,00	208	80
Konsantre-1	0,3	24,28	24,28	6,57	6,57	0,94	0,94	37,65	37,65	16,81	16,81	5100	30
Konsantre-2	1,5	17,03	41,31	8,90	7,53	1,25	1,07	35,78	73,43	15,55	32,36	MIBC	20
Konsantre-3	3,5	1,70	43,01	14,13	7,79	2,64	1,13	5,97	79,40	3,29	35,65	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-4	10	1,23	44,24	14,35	7,97	4,80	1,23	4,17	83,57	4,33	39,98	havalandır	VAR
Artık		55,76	100,00	1,78		1,47		16,73	100,30	60,01			

OD-24	Zaman	Katı Akışı	Küm. Katı	%Cu	ORT. %Cu	%Zn	ORT. %Zn	Cu %	Küm. % Cu	Zn %	Küm. % Zn	OD:24	gr/ton
	(dk.)	(gr)	Akış.		%Cu	%Zn		Verim	Verim	Verim	Verim	3418	135
Besleme	0	100,00	100,00	4,09	4,09	1,38	1,38	100,00	100,00	100,00	100,00	208	0
Konsantre-1	0,5	22,04	22,04	8,52	8,52	0,96	0,96	45,93	45,93	15,32	15,32	5100	15
Konsantre-2	1,5	3,17	25,21	14,66	9,29	1,51	1,03	11,36	57,29	3,46	18,78	MIBC	20
Konsantre-3	3,5	1,24	26,45	15,67	9,59	2,88	1,12	4,76	62,05	2,59	21,37	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-4	10	1,70	28,15	12,96	9,79	3,87	1,28	5,41	67,46	4,77	26,14	havalandır	VAR
Artık		71,84	99,99	1,85		1,42		32,55	100,01	73,87			

OD-25	Zaman	Katı Akışı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. % Cu	Zn %	Küm. % Zn	OD:25	gr/ton
	(dk.)	(gr)	Akış.		%Cu		%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	3418	120
Besleme	0	100,00	100,00	4,16	4,16	1,38	1,38	100,00	100,00	100,00	100,00	208	0
Konsantre-1	0,5	24,35	24,35	7,05	7,05	1,04	1,04	41,22	41,22	18,35	18,35	5100	30
Konsantre-2	1,5	14,17	38,52	8,83	7,70	1,28	1,13	30,05	71,27	13,14	31,49	MIBC	20
Konsantre-3	3,5	1,02	39,54	15,77	7,91	2,74	1,17	3,85	75,12	2,02	33,51	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-4	10	1,22	40,76	13,96	8,09	4,01	1,25	4,11	79,23	3,55	37,06	havalandır	VAR
Artık		59,24	100,00	1,46		1,47		20,77	100,00	62,94			
OD-26	Zaman	Katı Akışı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. % Cu	Zn %	Küm. % Zn	OD:26	gr/ton
	(dk.)	(gr)	Akış.		%Cu		%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	3418	120
Besleme	0	100,00	100,00	4,28	4,28	1,38	1,38	100,00	100,00	100,00	100,00	208	0
Konsantre-1	0,3	28,76	28,76	7,57	7,57	1,09	1,09	50,87	50,87	22,72	22,72	5100	30
Konsantre-2	1,5	12,05	40,81	9,37	8,10	1,44	1,19	26,37	77,24	12,57	35,29	MIBC	20
Konsantre-3	3,5	1,90	42,71	10,81	8,22	2,59	1,26	4,80	82,04	3,57	38,86	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-4	10	1,24	43,95	11,85	8,32	3,89	1,33	3,43	85,47	3,48	42,34	havalandır	VAR
Artık		56,05	100,00	1,11		1,42		14,54	100,01	57,66			
OD-27	Zaman	Katı Akışı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. % Cu	Zn %	Küm. % Zn	OD:27	gr/ton
	(dk.)	(gr)	Akış.		%Cu		%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	3418	75
Besleme	0	100,00	100,00	4,12	4,12	1,38	1,38	100,00	100,00	100,00	100,00	208	75
Konsantre-1	0,3	0,96	0,96	18,89	18,89	2,74	2,74	4,38	4,38	1,89	1,89	5100	0
Konsantre-2	1,5	1,19	2,15	21,18	20,16	2,82	2,78	6,13	10,51	2,43	4,32	MIBC	20
Konsantre-3	3,5	1,47	3,62	21,66	20,77	3,18	2,94	7,70	18,21	3,37	7,69	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-4	10	1,94	5,56	19,85	20,45	3,63	3,18	9,33	27,54	5,09	12,78	havalandır	VAR
Artık		94,45	100,01	3,16		1,28		72,46	100,00	87,21			

OD-28	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:28	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.					Verim	Verim	Verim	Verim	3418	0
Besleme	0	100,00	100,00	4,41	4,41	1,28	1,28	100,00	100,00	100,00	100,00	208	120
Konsantre-1	0,3	26,42	26,42	6,48	6,48	1,07	1,07	38,80	38,80	22,12	22,12	5100	30
Konsantre-2	1,5	12,82	39,24	9,42	7,44	1,44	1,19	27,39	66,19	14,42	36,54	MIBC	20
Konsantre-3	3,5	1,91	41,15	13,27	7,71	2,93	1,27	5,76	71,95	4,37	40,91	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-4	10	1,20	42,35	14,03	7,89	4,89	1,37	3,81	75,76	4,56	45,47	havalandır	VAR
Artık		57,65	100,00	1,85		1,21		24,23	99,99	54,53			
OD-29	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:29	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.					Verim	Verim	Verim	Verim	3418	108
Besleme	0	100,00	100,00	3,98	3,98	1,36	1,36	100,00	100,00	100,00	100,00	208	35
Konsantre-1	0,3	9,04	9,04	11,27	11,27	1,30	1,30	25,60	25,60	8,68	8,68	5100	7
Konsantre-2	1,5	1,66	10,70	20,59	12,72	2,07	1,42	8,60	34,20	2,54	11,22	MIBC	20
Konsantre-3	3,5	1,53	12,23	18,98	13,50	3,02	1,62	7,29	41,49	3,41	14,63	NA <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2
Konsantre-4	10	1,42	13,65	17,69	13,94	4,15	1,88	6,30	47,79	4,35	18,98	havalandır	VAR
Artık		86,35	100,00	2,41		1,27		52,20	99,99	81,02			
OD-30	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:30	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.					Verim	Verim	Verim	Verim	3418	0
Besleme	0	100,00	100,00	3,97	3,97	1,36	1,36	100,00	100,00	100,00	100,00	208	150
Konsantre-1	0,3	6,31	6,31	11,18	11,18	2,60	2,60	17,77	17,77	12,10	12,10	5100	0
Konsantre-2	1,5	2,04	8,35	21,99	13,82	3,18	2,74	11,28	29,05	4,78	16,88	MIBC	20
Konsantre-3	3,5	1,23	9,58	24,99	15,26	3,33	2,82	7,73	36,78	3,02	19,90	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-4	10	1,50	11,08	23,39	16,36	3,49	2,91	8,85	45,63	3,87	23,77	havalandır	VAR
Artık		88,91	99,99	2,43		1,16		54,37	100,00	76,24			

OD-31	Zaman	Katı	Küm.	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:31	gr/ton
		Akışı	Katı										
	(dk.)	(gr)	Akış.	%Cu	%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim		
Besleme	0	100,00	100,00	4,14	4,14	1,31	1,31	100,00	100,00	100,00	100,00	3418	80
Konsantre-1	0,3	28,77	28,77	5,75	5,75	1,61	1,61	39,99	39,99	35,40	35,40	208	40
Konsantre-2	1,5	14,02	42,79	8,33	6,60	1,08	1,44	28,22	68,21	11,62	47,02	5100	30
Konsantre-3	3,5	1,35	44,14	14,76	6,85	2,64	1,47	4,83	73,04	2,74	49,76	MIBC	20
Konsantre-4	10	1,19	45,33	13,97	7,03	4,56	1,55	4,00	77,04	4,14	53,90	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Artık		54,66	99,99	1,74		1,10		22,96	100,00	45,96		havalandır	VAR
OD-32	Zaman	Katı	Küm.	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:32	gr/ton
		Akışı	Katı										
	(dk.)	(gr)	Akış.	%Cu	%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim		
Besleme	0	100,00	100,00	3,97	3,97	1,37	1,37	100,00	100,00	100,00	100,00	3418	150
Konsantre-1	0,3	1,36	1,36	19,70	19,70	1,77	1,77	6,72	6,72	1,75	1,75	208	0
Konsantre-2	1,5	0,98	2,34	19,70	19,70	2,19	1,95	4,86	11,58	1,57	3,32	5100	0
Konsantre-3	3,5	1,20	3,54	18,69	19,36	3,01	2,31	5,64	17,22	2,54	5,86	MIBC	20
Konsantre-4	10	1,39	4,93	16,99	18,69	3,86	2,74	5,94	23,16	3,92	9,78	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Artık		95,08	100,01	3,21		1,30		76,84	100,00	90,13		havalandır	VAR
OD-33	Zaman	Katı	Küm.	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:33	gr/ton
		Akışı	Katı										
	(dk.)	(gr)	Akış.	%Cu	%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim		
Besleme	0	100,00	100,00	4,17	4,17	1,36	1,36	100,00	100,00	100,00	100,00	3418	0
Konsantre-1	0,3	25,04	25,04	5,73	5,73	1,15	1,15	34,40	34,40	21,15	21,15	208	120
Konsantre-2	1,5	20,66	45,70	6,85	6,24	1,32	1,23	33,93	68,33	20,05	41,20	5100	30
Konsantre-3	3,5	3,33	49,03	11,10	6,57	2,24	1,30	8,85	77,18	5,46	46,66	MIBC	20
Konsantre-4	10	0,86	49,89	16,04	6,73	4,10	1,34	3,30	80,48	2,58	49,24	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Artık		50,12	100,01	1,62		1,38		19,52	100,00	50,76		havalandır	VAR

OD-34	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:34	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.	%Cu	%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	3418	135
Besleme	0	100,00	100,00	4,27	4,27	1,34	1,34	100,00	100,00	100,00	100,00	208	0
Konsantre-1	0,3	22,20	22,20	7,11	7,11	0,98	0,98	36,92	36,92	16,17	16,17	5100	15
Konsantre-2	1,5	8,06	30,26	10,28	7,95	1,35	1,08	19,39	56,31	8,15	24,32	MIBC	20
Konsantre-3	3,5	1,62	31,88	14,02	8,26	1,38	1,09	5,33	61,64	1,67	25,99	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-4	10	1,62	33,50	12,83	8,48	3,33	1,20	4,86	66,50	4,01	30,00		VAR
Artık		66,50	100,00	2,15		1,41		33,51	100,01	70,00			
OD-35	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:35	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.	%Cu	%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	3418	120
Besleme	0	100,00	100,00	3,84	3,84	1,25	1,25	100,00	100,00	100,00	100,00	208	0
Konsantre-1	0,3	42,61	42,61	4,84	4,84	0,82	0,82	53,70	53,70	27,88	27,88	5100	30
Konsantre-2	1,5	12,01	54,62	6,50	5,21	1,12	0,89	20,33	74,03	10,84	38,72	MIBC	20
Konsantre-3	3,5	1,62	56,24	9,13	5,32	1,73	0,91	3,86	77,89	2,26	40,98	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Konsantre-4	10	1,00	57,24	10,41	5,41	1,79	0,93	2,72	80,61	1,44	42,42		VAR
Artık		42,76	100,00	1,74		1,68		19,40	100,01	57,57			
OD-36	Zaman	Katı	Küm. Katı	%Cu	ORT.	%Zn	ORT.	Cu %	Küm. %	Zn %	Küm. %	OD:36	gr/ton
		Akışı											
	(dk.)	(gr)	Akış.	%Cu	%Zn	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	Verim	3418	0
Besleme	0	100,00	100,00	4,12	4,12	1,42	1,42	100,00	100,00	100,00	100,00	208	0
Konsantre-1	0,3	11,90	11,90	5,22	5,22	0,95	0,95	15,06	15,06	7,95	7,95	5100	0
Konsantre-2	1,5	11,09	22,99	7,41	6,28	1,25	1,09	19,92	34,98	9,77	17,72	S-700	150
Konsantre-3	3,5	8,42	31,41	9,74	7,20	1,86	1,30	19,88	54,86	11,03	28,75	MIBC	20
Konsantre-4	10	2,61	34,02	15,31	7,83	2,36	1,38	9,68	64,54	4,34	33,09	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2(kg/t)
Artık		65,99	100,01	2,22		1,44		35,46	100,00	66,92			VAR

# ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Muhammet Odabaşioğlu

Doğum Yeri :Erzincan

Doğum Yılı : 1962

Medeni Hali : Evli

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise 1976-1979 Erzincan Lisesi

Lisans 1982-1986 Osmangazi Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil : İngilizce

İş Tecrübesi :

1987-1996 Karadeniz Bakır İşletmelerine Bağlı Murgul Bakır İşletmesinde Konsantre Mühendisi.

1996- : E.T.K.B. Maden İşleri Genel Müdürlüğünde büro ve denetleme Mühendisi