



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Talk cevhi' değişik yön. zeng.

Semra Koşucuoğlu

T.C.
YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

94

TALK CEVHERİNİN DEĞİŞİK YÖNTEMLERLE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİMYA MÜH. SEMRA KOŞUCUOĞLU

İSTANBUL - 1990

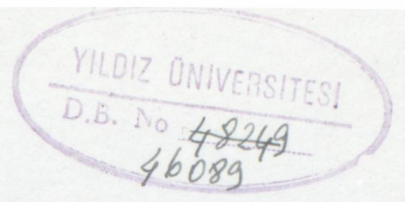
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE DOKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

Kot : R 361
: 107
Alındığı Yer : Fen. Bil. Enstitüsü
Tarih : 25/3/1992
Fatura : -
Fiyatı : 30.000 TL.
Ayniyat No : 1/1
Kayıt No : 48249
UDC :
Ek : Ek 1-3 Yaprak
Ek 2-1 Yaprak

*

Y.T.O.

KÜTÜPHANE DOK. DAİ. BAŞKANLIĞI



T.C.
YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TALK CEVHERİNİN DEĞİŞİK YÖNTEMLERLE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ



107

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİMYA MÜH. SEMRA KOŞUCUOĞLU

İSTANBUL - 1990

TEŞEKKÜR

Tez Savunma Tarihi :15-6-1990

Tez Jüri Üyeleri :Yard.Doç.Dr.Sabriye Pişkin

Prof.Dr.Müzeyyen Marzoğlu

Prof.Dr.Selahattin Gökmen

TEŞEKKÜR

ÖZET

Çalışmalarım için olanak sağlayan Kimya Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof.Dr.Salih DİNÇER'e çalışmalarımı yöneten, tüm aşamalarında sürekli desteğini esirgemeyen Tez Hocam Sayın Yrd.Doç.Dr. Sabriye PİŞKİN'e en içten duygularımla teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda kullandığım talkı temin ettikleri ve gerekli olan bilgileri verdikleri için Doğu Demircilik, Mikro Maden ve Kodaksan kuruluşlarının ilgili personeline ve İtalya'daki Talco e Grafite Val Chisone tesisleri'ne davet eden ve orada bana her türlü yardımı gösteren Sayın Marinella Villa'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Flotasyon denemelerimin yapılmasında gösterdikleri ilgiden dolayı Dr.Ali Güney'e, İstanbul Teknik Üniversitesi Cevher Hazırlama Bölümü'ne ve Dr.Huriye Karşılayan'a teşekkürlerimi sunarım.

Analizlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Kimya Mühendisi Serdar Hazırlar'a, Mustafa Yazıcı'ya ve her konuda yardımcı olan Makina Yüksek Mühendisi Adnan Özkan'a içtenlikle teşekkür ederim.

Son olarak da, bana destek olan Sayın Necmiye Afacan'a ve yalnız tez çalışmam süresince değil de aynı zamanda tüm yaşantım boyunca, bana destek oldukları için anne ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

ABSTRACT

Türkiye açısından oldukça önem taşıyan ve dışarıdan ithal edilen talkın, ülkemizde kullanım alanı oldukça geniştir. Talk cevheri, gerek sahip olduğu fiziksel ve kimyasal yapısı nedeniyle, gerekse doğada bol miktarda bulunması sebebiyle tüm ilgileri üzerine çekmektedir. Fakat doğada, tüm kayalar gibi içinde ihtiva ettiği diğer yapılardan dolayı kullanım alanlarına, istenilen oranda cevap vermemesi, tüm sorunları beraberinde getirmektedir. Bunun sonucunda ise yüksek oranda saf talk elde etmek amacıyla çeşitli yöntemler uygulanmaktadır.

Bu çalışma da, talk hakkındaki genel bilgilerden, kullanım alanlarından ve zenginleştirme yöntemi olan flotasyondan geniş olarak bahsedilmiştir. Bu çalışma için Kütahya talkı esas alınarak, flotasyon ve manyetik ayırma denemeleri ile ihtiva ettiği safsızlıklardan temizleme çalışmaları yapılmıştır.

Thanks to everybody who helped us at this work.

İÇİNDEKİLER

ABSTRACT

Sayfa No

TALCIN KİMYASAL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ 1

Talc, an important ore for our industry is imported from abroad and has a large field of use in Turkey. Because of its physical and chemical structure and being found in nature in large amount talc takes great attention. Like all the stones in nature because of the foreign structures it contains talc can not answer all the needs in its area of use. And this, brings all the problems in behind. As a result, a lot of methods are used to get pure talc.

In this work, large information is given about talc in general, and the methods of flotation and ore processing and the characteristics of areas of use are also described. Work for purification of Kütahya talc has been done by flotation and magnetic separation.

2.1. ENDÜSTRİYEL KULLANILAN TALCIN ÇEŞİTLİ

Thanks to everybody who helped us at this work.

2.1.1. Kosmetik Endüstrisi	16
2.1.2. Boya Endüstrisi	16
2.1.3. Kâğıt Endüstrisi	18
2.1.4. Seramik Endüstrisi	19
2.1.5. İlaç Endüstrisi	20
2.1.6. Kozmetik Endüstrisi	20
2.1.7. Diğer Kullanım Alanları	21
3. TÜRKİYE'DE TALCIN VE REZERV DURUMU	22
3.1. TARİHİ GELİŞİMİ	22
3.2. MEVCUT DURUM	22
3.3. MEVCUT KAPASİTESİ	23

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEŞEKKÜR	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TABLO LİSTESİ	VII
ŞEKİL LİSTESİ	X
1. GİRİŞ	1
1.1. TALK CEVHERİNİN GENEL TANIMI	2
1.2. TALK CEVHERİNİN TARİHİ GELİŞİMİ	5
1.3. TALK CEVHERİNİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	6
1.4. TALK CEVHERİNİN KRİSTAL SİSTEMİ ve OPTİK	
1.4.1. Kristal Sistemi	7
1.4.2. Optik Özellikler	8
1.5. TALK CEVHERİNİN KİMYASAL BİLEŞİMİ	8
1.6. TALK CEVHERİNİN MİNEROLOJİK ÖZELLİKLERİ ..	9
2. TALKIN KULLANIM ALANLARI	12
2.1. ENDÜSTRİDE KULLANILAN TALKIN ÇEŞİTLİ	
ÖZELLİKLERİ	14
2.1.1. Kozmetik Endüstrisi	14
2.1.2. Boya Endüstrisi	16
2.1.3. Kâğıt Endüstrisi	18
2.1.4. Seramik Endüstrisi	19
2.1.5. İlaç Endüstrisi	20
2.1.6. Kauçuk Endüstrisi	20
2.1.7. Diğer Kullanım Alanları	21
3. TÜRKİYE'DEKİ TALK ÜRETİM ve REZERV DURUMU	22
3.1. TARİHİ GELİŞİMİ	22
3.2. MEVCUT DURUM	22
3.3. MEVCUT KAPASİTESİ	23

8.2. MALZEME AYIRIMI	Sayfa No
3.4. ÜRETİM YÖNTEMİ	23
3.5. TÜRKİYE'DEKİ TALK YATAKLARINDAKİ REZERV DURUMU	24
4. DÜNYADAKİ REZERV ve ÜRETİM DURUMU	26
5. TALK MADENCİLİĞİ ve İŞLETMECİLİĞİ	29
6. ÜRETİM ve PİYASA	32
7. FLOTASYON	33
7.1. FLOTASYON HAKKINDA GENEL BİLGİLER	33
7.2. FLOTASYONUN GELİŞME TARİHİ	35
7.3. FLOTASYONUN TEMELİ	36
7.3.1. Köpük Oluşumu	36
7.3.2. Minerallerin Kimyasal Muamelesi ..	37
7.3.3. Minerallerin Hava Kabarcıklarına İlişmesi	40
7.2. FLOTASYON PÜLPÜNÜN HAZIRLANMASI	42
7.2.1. Tane Büyüklüğü	42
7.2.2. Pülp Yoğunluğu	42
7.2.3. Reaktiflerin Karıştırılması	43
7.2.4. Reaktif İlâvesi	43
7.2.5. Reaktif Miktarı	55
7.3. FLOTASYON OLAYININ OLUŞ BİÇİMİ	58
7.4. FLOTASYON MAKİNALARI	60
7.5. FLOTASYON DEVRELERİ	62
8. MİNERALLERE UYGULANAN ÖN ve ARA İŞLEMLER	66
8.1. YÜZEY BÜYÜTME	66
8.1.1. Kırma	66
8.1.2. Öğütme	67
8.1.3. Tane Serbestleşmesi	68

	Sayfa No
8.2. MALZEME AYIRIMI	70
8.2.1. Katı Maddelerin Ayırımı	70
8.2.2. Eleme ve Sınıflandırma	71
9. MANYETİK ÖZELLİKLERE GÖRE AYIRMA	73
10. DENEYSEL ÇALIŞMALAR ve SONUÇLAR	75
10.1. DENEMELERDE KULLANILAN TALK NUMUNELERİNİN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ	75
10.1.1. Numunelerin Kimyasal Özellikleri	75
10.1.2. Numunelerin Minerolojik Özel- likleri	76
10.1.3. Tane Serbestleşmesi	80
10.2. BOYUT KÜÇÜLTME DENEYLERİ	82
10.2.1. Kırma Deneyleri	82
10.2.2. Öğütme Deneyleri	84
10.3. ZENGİNLEŞTİRME DENEYLERİ	96
10.3.1. Manyetik Ayırma Deneyleri	96
10.3.2. Flotasyon Deneyleri	104
11. SONUÇ ve ÖNERİLER	125
KAYNAKLAR	127
EK-1 : DÜNYA TALK ÜRETİM ve TÜKETİM DURUMU	
EK 2 : TAM KİMYASAL ANALİZLER	
14. Kütahya Talk Numunesinin 1 mm. Eltek Altı Boyut	82
15. Kütahya Talk Numunesinin 0.3 mm. Eltek Altı Boyut	84
16. Kütahya Talk Numunesinin 0.3 mm. Eltek Altı Boyutuna Göre	85
17. Kütahya Talk Numunesinin 0.2 mm. Eltek Altı Boyut	88

TABLO LİSTESİ

Tablo No	Sayfa No
1. Talk Grubu Cevherlerin Yaklaşık Mineral Kompozisyonu	4
2. Onbir Ticari Talkın Tipik Kimyasal Analizleri (%)	10
3. Kozmetik Talkın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	15
4. Yüz Pudrası, Bebek Pudrası ve Talk Pudrasının Formülasyonu (%)	16
5. Talk Sektörü Mevcut Durumu	22
6. Türkiye Talk Rezervleri	25
7. Yurtiçi Talep Projeksiyonu	25
8. Dünya Talk Mineral Kaynaklarının Kıtalara Göre Dağılımı - 1985 (Milyon Ton)	27
9. Dünya Talk Mineral Kaynaklarının Üretici Ana Ülkelere Göre Dağılımı - 1987 (Mil.Ton)	28
10. Dünyadaki Talk Mineral Ana Üreticileri (1975-1985) (% Toplam)	28
11. Kütahya Talk Numunesi Tam Kimyasal Analizi	75
12. Sivas Talk Numunesi Tam Kimyasal Analizi	76
13. Kütahya Talk Numunesinin Serbestleşme Derecesi	81
14. Kütahya Talk Numunesinin 1 mm.Elek Altı Boyut Dağılımı	82
15. Kütahya Talk Numunesinin 0,3 mm. Elek Altı Boyut Dağılımı	84
16. Kütahya Talk Numunesinin 0,3 mm. Elek Altı Boyutuna Göre Tam Kimyasal Analiz	85
17. Kütahya Talk Numunesinin 0,2 mm.Elek Altı Boyut Dağılımı	88

Tablo No	Sayfa No
18. Kütahya Talk Numunesinin 0,2 mm.Elek Altı Boyutuna Göre Tam Kimyasal Analizi	89
19. Sivas Talk Numunesinin 0,2 mm. Elek Altı Boyut Dağılımı	92
20. Sivas Talk Numunesinin 0,2 mm. Elek Altı Boyutuna Göre Tam Kimyasal Analiz	93
21. -1+0,1 Boyutundaki Kütahya Talk Numunesinin Kuru Manyetik Ayırma Deney Sonuçları	100
22. -1+0,1 Boyutundaki Kütahya Talk Numunesinin Kuru Manyetik Ayırma Tam Kimyasal Analiz Sonuçları	101
23. -1+0,1 Boyutundaki Kütahya Talk Numunesinin Kuru Manyetik Ayırma Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları	101
24. -0,1 Boyutundaki Kütahya Talk Numunesinin Yaş Manyetik Ayırma Sonuçları	102
25. -0,1 Boyutundaki Kütahya Talk Numunesinin Tam Kimyasal Analiz Sonuçları	103
26. -0,1 Boyutundaki Kütahya Talk Numunesinin Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Sonuçları	103
27. Flotanol D-14 Köpürtücüsü ile Yapılan Doğal Flotasyon Tam Kimyasal Analiz Sonuçları	107
28. Flotanol D-14 Köpürtücüsü ile Yapılan Doğal Flotasyon Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları	107
29. Sülfonatla Yapılan 1.Flotasyon Denemesi Tam Kimyasal Analiz Sonuçları	109
30. Sülfonatla Yapılan 1.Flotasyon Denemesi Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonucu	109
31. Sülfonatla Yapılan 2.Flotasyon Denemesi Tam Kimyasal Analiz Sonuçları	111

Tablo No	Sayfa No
32. Sülfonatla Yapılan 2.Flötasyon Denemesi Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları	111
33. Sülfonatla Yapılan 3.Flötasyon Denemesi Tam Kimyasal Analiz Sonuçları	113
34. Sülfonatla Yapılan 3.Flötasyon Denemesi Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları	113
35. Sülfonatla Yapılan 4.Flötasyon Denemesi Tam Kimyasal Analiz Sonuçları	115
36. Sülfonatla Yapılan 4.Flötasyon Denemesi Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları	115
37. HF Bastırıcı Reaktif ile Yapılan 1.Flötasyon Deneyi Tam Kimyasal Analiz Sonuçları	118
38. HF Bastırıcı Reaktif ile Yapılan 1.Flötasyon Deneyi Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları	118
39. HF Bastırıcı Reaktif ile Yapılan 2.Flötasyon Deneyi Tam Kimyasal Analiz Sonuçları	120
40. HF Bastırıcı Reaktif ile Yapılan 2.Flötasyon Deneyi Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları	120
41. Flötanol D-14 Kullanılarak Yapılan 3. Flötasyon Deneyi Tam Kimyasal Analiz Sonuçları	122
42. Flötanol D-14 Kullanılarak Yapılan 3.Flötasyon Deneyi Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları	122
43. 1972 Dünyadaki Talk Minerali Üretimi (Ton)	129
44. 1985 Dünya Talk Üretimi (Ton)	131

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No	Sayfa No
1. Talk minerali	2
2. Talk mineralinin kristal yapısı	7
3. New York tremolit-talk cevheri tipik kuru işlemeyi gösteren akış şeması	31
4. Polar olmayan özelliğe sahip mineral tanesi (iyi yüzebilme özelliği)	38
5. Polar özelliğe sahip mineral tanesi (yüzemeyen tanecik)	38
6. Flotasyon sisteminde üç faz konumu ve temas açısı	40
7. Köpürtücü molekül ile hava kabarcığı arasındaki bağıntı	43
8. Basit bir köpürtücünün yüzey gerilimi-konsantrasyon grafığı	46
9. Anyonik aktif kolektör. Sülfür flotasyonunda mineral taneciğı ile kolektörün ilişkisi	49
10. Katyon aktif kolektör oksit flotasyonunda	49
11. Flotasyonda tane iriliğı ile verim bağıntısı	56
12. Flotasyonda zaman faktörünün etkisi	57
13. Yüzen bir tanenin genel durumu	59
14. Flotasyon olayının oluş şekli	59
15. Köpük flotasyonu (Denver tipi)	61
16. Rafer Scavenger akımı	63
17. Rougher-Cleaner akımı	63
18. Basit düzen	64

Şekil No	Sayfa No
19. Normal düzen	64
20. Beş kademeli düzen	64
21. Altı kademeli düzen	64
22. Kütahya talkı x-ışınları difraksiyon analiz grafiği	78
23. Sivas talkı x-ışınları difraksiyon analiz Grafiği	79
24. Kütahya talk numunesinin 1 mm.boyutunda kümülatif elek altı eğrisi (Log-Log)	83
25. Kütahya talk numunesinin 0,3 mm.boyutunda kümülatif elek altı eğrisi (Log-Log)	86
26. Kütahya talk numunesinin -0,3 mm. boyut - % Miktar dağılım çubuk diyagramı	87
27. Kütahya talk numunesinin 0,2 mm.boyutunda kümülatif elek altı eğrisi (Log-Log)	90
28. Kütahya talk numunesinin -0,2 mm.boyut - % miktar dağılım çubuk diyagramı	91
29. Sivas talknumunesinin 0,2 mm.boyutunda kümülatif elek altı eğrisi (Log-Log)	94
30. Sivas talk numunesinin -0,2 mm.boyut - % miktar dağılım çubuk diyagramı	95
31. Sivas talkı için önerilen akım şeması	97
32. Döner diskli manyetik ayırıcı akım	98
33. Manyetik ayırma deneyleri akım şeması	105
34. Denemelerde kullanılan flotasyon cihazı	106
35. Kütahya talkı flotasyon akım şeması	124

1.1. TALK CEVHERİNİN GENEL TANIMI :

1. GİRİŞ

Maden cevherleri açısından zengin olan ülkemiz talk cevherinin çıkarılması, işlenmesi ve temizlenmesi açısından bir çok sıkıntıya sahiptir. Yeni talk kaynaklarının yerinin tayini genellikle yüzeysel aşınma nedeniyle taşınmış talk kırıntıları yardımı ile olmaktadır. Oysa Türkiye'deki talk oluşukları yer yüzeyine çok yakın tabakalarda olmakta ve çıkarma zorluğu olmamaktadır. İlkel yöntemlerle çıkartılan talk madeni çeşitli safsızlıklara maruz kalmaktadır. Yine talk madenciliği ile uğraşanların bilgi sahibi olmamaları ya da teknik olanaksızlıklar sebebiyle ocaklardaki talk cevheri tam olarak çıkartılamamaktadır. Dolayısı ile üretimi düşük olmaktadır.

Çok kullanım alanı bulunan bu değerli cevheri en ekonomik ve en yararlı düzeyde çıkartabilmek ve kullanım alanlarına göre zenginleştirmek, yine bu madenciliğe yeterli yatırımları sağlamak, gerek ülkemizin geleceği ve gerekse dışarıya akan milyonlarca dolarımızın önüne geçilmesini sağlayacaktır.

1.1. TALK CEVHERİNİN GENEL TANIMI :

Talk, hidrate magnezyum silikattır. Talk mineralinin yaygın formülü $\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ 'dür. Kompozisyonu değişken olmakla beraber saf talkın teorik kompozisyonu % 31,7 MgO, % 63,5 SiO_2 % 4,8 H_2O 'dur.

Lifli talkın yapısında Tremolit ($\text{CaMg}_3(\text{SiO}_3)_4$), kumlu talkın içermiş olduğu madde ise Dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) veya Manyetit (Fe_3O_4)'dir. Koyu renkli (siyah talklar) ise serpantin ($3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) veya kromitten $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$, klorit ($\text{Mg, Fe, Fe}^{3+}, \text{Al})_3(\text{Al, Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2(\text{Mg, Fe})$, Manyetit (Fe_3O_4), hematitler (Fe_2O_3) meydana gelmektedir. Beyaz ve yumuşak talklar nispeten saf talktır (1).



Şekil 1 : Talk minerali.

Talk yatakları muhtemelen daha önceden varolan kayaların hidrotermal değişimi ya da temas metamorfizmi sonucu oluşmuştur (1). Talkı meydana getiren kayaların doğası, hidrotermal değişimin derecesi maddenin saflığını ve tanecik formunu büyük ölçüde belirler.

Talk, sabuntaşı ve pirofilit, gerek fiziksel ve kimyasal özellikleri, gerekse kullanım alanları bakımından birbirlerine benzemektedir.

Sabuntaşı, bileşimi duruma göre değişen talk benzeri bir maddedir. Fakat başka maddelerle karışmış halde bulunduğundan, beyazlık ya da kimyasal saflık gerektiren işlemlerde pek kullanılmaz.

Pirofilit ise talkın bileşimi $Al_2SiO_4O_{10}(OH)_2$ olan alüminyumlu bir benzeridir. Talkın özelliklerinden bir çoğunu taşır ve bazı uygulamalarda onun yerine kullanılabilir.

Steatit, tebeşirleşmiş talk için kullanılan bir isimdir ve akrabası olan sabun taşından saflık açısından farklılığıyla ayrılır (sabuntaşı maximum % 50 talk içerir). Bir talka steatit diyebilmek için içinde % 1,5'dan az CaO , % 1,5'dan az Fe_2O_3 ve % 4'den az Al_2O_3 bulunmalıdır (2).

Tablo 1'de talk grubu cevherlerin yaklaşık mineral kompozisyonu verilmiştir (3).

1.2. TALK CEVHERİNİN TARİHİ GELİŞİMİ :

Talkı diğer minerallerden ayıran en önemli özelliği çok fazla yumuşak olmasıdır. Talk tırnakla bile çizilebilir. Sabunsu, kaygan özelliğinden dolayı daha karmaşık yapılarına sabuntaşı ve steatit adı verilir.

Sabuntaşı eskiden dekoratif eşyaların yapımında kullanılırdı. Günümüzde sabuntaşından yapılan lavabo gibi maddeler, hala ışığa ve kimyasal maddelere karşı kullanılır ve ısıya dayanıklılık sağlar. Talk minerali Amerika'da ilk olarak 19.yüzyılın ikinci yarısında çıkarılmıştır. 1920'lerde dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. İlk çıkartılan bu talklar, koyu renkli, saf olmayan ve pürüzlü bir yüzeye sahip olduğundan yüksek kaliteli kağıt üretimine uygun değildi. Bugün talk ürünleri daha önceki işlenmemiş hallerine çok az benzer özellik taşıyan kaliteli ürünlerdir. Bunun sonucu olarak talkın kağıt yapımında kullanımı çok hızlı bir şekilde artmaktadır. 1930'ların başlarında talkın seramikle karışımının daha dayanıklı ve düşük sıcaklıklarda fırınlanabilir olduğu bulunmuştur. Talkın esas olarak kullanımının artması onun termoplastik ve termosetting maddelerde kullanımı ile başlamıştır.

Ülkemizde talk uzun seneler Taşocağı Nizamnamesi'ne tabi idi. Ancak 1975 yılı başlarında Maden Kanunu kapsamına alınmıştır. Maden Tetkik Arama Enstitüsü 1935 yılından beri talk aramaktadır (4).

Talk 360°C ile 490°C arasındaki bir sıcaklığa kadar ısıtıldığında su buharı çıkararak 100°C'ye kadar soğur. Bu süreçte talkın kimyasal bileşimindeki suyun kaybolan bir anhidritin belirtisidir. 710°C'de alkali bir yüksekliye girebilir. Bu yüksekliye ve küçük bir miktar tuzla dolomittaki CO₂'in kaybına karışarak bulunmaktadır (5).

1.3. TALK CEVHERİNİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ :

ÖZELLİKLERİ :

Ham talkın rengi beyaz-yeşil ve kahverengi arasında değişir. Pudro haline getirilen bütün saf talk madenleri beyazdır. Fakat beyazlığın derecesi kimyasal içeriğine göre farklı olabilir. Tipik bir yüksek kaliteli talk madeni General Elektrik ölçülerine göre % 90-95'lik bir parlaklık derecesine sahiptir. Petrol ya da plastisizer süspansiyonlarındaki yüksek kaliteli talkın reflektansı % 40-60 arasında, dış yüzey rengi de beyaz, maviyle sarımsı arasında değişir. Moleküllerin ayrıştığı yüzeylere dik gelen bölümler parlak yeşil, bu doğrultudaki dik açılarda da kahverengi ve daha az saydamdır Başka maddelerle karışmış olduğundan kahverengimsi, siyahımsı yeşil ve kıızımsı bir renk alabilir. Toz olarak genellikle beyazdır. Koyu yeşil türlerinin tozu çoğunlukla cevherin kendisinden daha açık renkli olur. Molekül ayrışması bakımından kusursuz kesilebilir. İnce tabaka halindeyken esnek ama elastik değildir.

Parlaklığı, moleküllerin ayrıştığı yüzeylerde sedif gibidir. Sertliği 1 mohs derecesindedir, tırnakla kolayca çizilebilir.

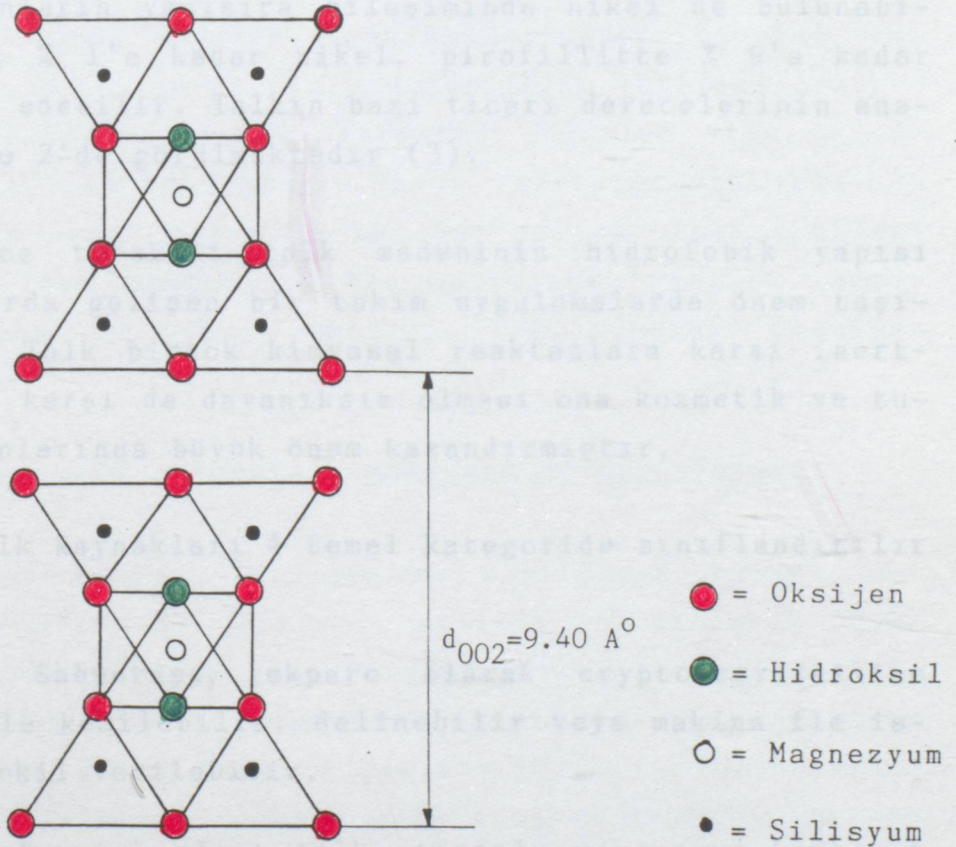
Talk 380°C ile 499°C arasındaki bir sıcaklığa kadar ısıtıldığı zaman fiziksel yapısı değişmeksizin molekül suyunu verir. 1094°C civarında ise talk erir (4).

Talkın kırılma indeksi 1.54-1.59 olup, özgül ağırlığı 2.7-2.8'dir. Saf talkın termal analizi 900°C sıcaklığa diferansiyel ısı grafiği ile yapıldığında, $900-1000^{\circ}\text{C}$ de önemli bir yükseliş görülür. Bu yükseliş talkın kimyasal bileşimindeki suyun kaybindan doğan bir endotermin belirtisidir. 710°C 'de ufak bir yükseliş görülebilir. Bu yükseliş ise küçük bir miktar tutan dolomitteki CO_2 'in kaybına karşılık gelmektedir (5).

1.4. TALK CEVHERİNİN KRİSTAL SİSTEMİ ve OPTİK ÖZELLİKLERİ :

1.4.1. Kristal Sistemi : 05. Optik eksenler açısı :
- Kristallografi : Monoklinik 2/m. Uzay grubu C2/c
 $a=5.26$, $b=9.10$, $c=18.81$, $\beta=100^{\circ}00'$. $a:b:c=0.578:1:2.067$.
 $Z=4$ (6).

- Kristal Yapısı : İki dörtyüzlü tabakasının arasındaki sekiz yüzlü tabakasındaki katyon yerlerinin hepsi Mg atomları ile doldurulur (Şekil 2.). Bu tip yapılara üç sekiz yüzlü yapı (trioktahedral) yapılar denir. Tabakalar arasında katyon yoktur. Tabakalar arasında zayıf artık bağlar bulunur (6).



Şekil 2 : Talk mineralinin kristal yapısı.

1.4.2. Optik Özellikler :

İnce kesitte renksiz. $n_p=1.599-1.550$, $n_m=1.599-1.594$, $n_g=1.589-1.600$, $n_g-n_p=0.05$. Optik eksenler açısının küçük oluşu talkı pirofillit ve muskovitten ayırır (6).

1.5. TALK CEVHERİNİN KİMYASAL BİLEŞİMİ :

Birçok çağdaş araştırmacının da kabul ettiği gibi talkın ideal bileşimi $Mg_3(SiO_{10})(OH)_2$ 'tür. Bu bileşimde;

SiO_2	% 63.5	(ağırlığında)
MgO	% 31.7	(ağırlığında)
H_2O	% 4.8	(ağırlığında)

Bunların yanısıra bileşiminde nikel de bulunabilir. Talk % 1'e kadar nikel, pirofillitte % 9'a kadar Mg ihtiva edebilir. Talkın bazı ticari derecelerinin analizi Tablo 2'de görülmektedir (3).

İnce tabakalı talk madeninin hidrofobik yapısı son yıllarda gelişen bir takım uygulamalarda önem taşımaktadır. Talk birçok kimyasal reaktanlara karşı inerttir. Suya karşı da dayanıksız olması ona kozmetik ve tuvalet alanlarında büyük önem kazandırmıştır.

Talk kaynakları 4 temel kategoride sınıflandırılır (3) :

1- Sabuntaşı, yekpare olarak crypto-crystalline testere ile kesilebilir, delinebilir veya makina ile istenilen şekil verilebilir.

2- Yumuşak platy talk, tortulu magnezyum karbonat kayaçlarının değişimidir. Klorit ortak bir yardımcı mineraldir. Bu, talkın en önemli çeşididir. Aynı zamanda diğer

talk maddelerinden daha çok kullanılır ve kullanım potansiyeli vardır.

3- Tremolit talka bazen "sert talk" da denir. Yekpare veya yumuşak talk serpantin, dolomit, kalkit, tremolit'in değişen oranlarının birleşmesinden oluşan yapraklaşmış kaya parçacıklarıdır. Talk cevherinde % 6-10 kadar kalsiyum oksit vardır.

4- Karışık talk cevheri, yumuşak talk da denilen kolay ufalanabilir platy talkı, dolomit, kalkit, serpantin ve diğer minerallerden oluşan beyaz tabaka halinde bir kayadır. Düşük dereceli ortamlarda klorit ve dolomit karışımı daha yaygındır.

Kimyasal özellikte saf talk, ticari miktarlarda doğada çok nadir bulunur. Uygulamada (sadece öğütme) üretilen talk saf olmayan bir üründür. Elle seçilmiş (tavuklama) madenlerden oluşan kozmetik pudralar bile birçok yabancı mineraller içerir. Dünya rezervlerinin yalnızca çok az bir oranı saf talktır. Saf olmayan talk ürünleri flotasyon veya benzer ayırıcı metodlarla yeniden işleme sokulduğunda çok yüksek saflıkta talk minerali üretilebilir.

1.6. TALK CEVHERİNİN MİNEROLOJİK ÖZELLİKLERİ :

Talk başlıca ultrabazik kayaların hidrotermal etmenlerle ayrışması ile veya silisli dolomitlerin düşük sıcaklıktaki metamorfizması ile oluşur. Ultrabazik kayalar içinde faylar ve kayma düzlemleri boyunca talklaşma görülür (6). Talkı meydana getiren kayaların hidrotermal değişimin derecesi, madenin saflığını ve tanecik formunu büyük ölçüde belirler.



Tablo 2 : Onbir Ticari Talkın Tipik Kimyasal Analizleri (%)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	62.60	62.40	62.34	61.80	61.80	60.00	59.81	59.42	57.00	56.00	55.39
MgO	30.70	31.21	24.43	31.30	31.65	31.00	32.54	34.50	31.30	29.60	32.38
Al ₂ O ₃	0.30	0.39	1.68	0.08	0.60	2.50	0.84	0.80	0.70	0.36	2.00
CaO	0.15	0.30	0.13	0.26	0.20	0.10	-	0.88	0.10	8.71	3.83
Fe ₂ O ₃ (+FeO)	0.90	0.50	5.65	0.97	0.59	0.40	1.89	0.32	2.70	0.18	0.37
K ₂ O	0.05	-	-	0.06	-	-	-	-	0.01	-	-
Na ₂ O	0.05	-	-	0.03	-	-	-	-	0.01	0.34	-
H ₂ O(L01)	5.05	4.80	5.01	5.39	5.16	6.00	4.91	4.00	7.95	4.85	6.02
MnO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	-

Kaynaklar :

1. Batı Tarafı Ocakları, Avustralya
2. Ilshin Endüstriyal Ltd Seul, Kore
3. Japonya
4. Steetley Talk Ltd, Kanada
5. La Miniera Fontane, İtalya
6. Magnezit S/A, Brezilya
7. Starke Ltd. Yeni Delhi, Hindistan
8. Haichen Talk, Çin
9. Fin Mineralleri, Finlandiya
10. RT. Vanderbilt Ltd., Amerika
11. Süper Beyaz Himalaya Talk, Hindistan

Talk kil kadar yaygın olmasa da dünyanın pek çok yerinde bulunur. Fakat uluslararası düzeyde gerçekten önem taşıyan talk yataklarının sayısı fazla değildir.

Saf talk madeninin yapısı incelendiğinde iki sili-
ka örtüsünün arasına bir brükit tabakasının sıkışmış ol-
duğu ve bu tabakanın belirsiz biçimde üst üste, binmiş
olan talk katmanlarını oluşturduğu gözlenir. Kesit alıp
yandan incelendiğinde katmanlar bariz olarak görülmezler
(3). Katmanların elektriksel bakımından nötr olması nede-
niyle tüm katmanlar ancak bir baskı uygulandıkça beraber
dururlar. Yani bitişik katmanlar zayıf yanıl kuvvetlerle
birbirlerine tutunmuşlardır.

Talkın yumuşaklık ve kayganlık özelliği bu katmanların birbirlerinin üzerinde rahatça hareket edebilir olmalarının bir sonucudur. Talk genellikle yapraklı yapı veya kompakt (sıkı) kütleler halindedir.

2. TALKIN KULLANIM ALANLARI

Aşağıdaki özelliklerin arandığı durumlarda, çeşitli türden endüstriyel talk cevherleri kullanılır :

- 1- Aşırı beyazlık,
- 2- Yüksek düzeyde yumuşaklık ve düzgünlük,
- 3- Kütlelerine oranla geniş yüzey alanları olan lifli ya da tabakalı bir yapı gösteren bileşenlerin bulunması,
- 4- Kusursuz bir dış örtü,
- 5- Parlaklık ya da pırıltı,
- 6- Kayganlık ya da yağlanma gücü,
- 7- Belli şekillerde petrol ve yağ soğurma niteliği
- 8- Kimyasal kararlılık,
- 9- Yüksek füzyon noktası,
- 10- Düşük fire oranı
- 11- Düşük elektrik ve ısı iletkenlikleri,
- 12- İyi dolgu maddesi olabilme özelliği,
- 13- Yüksek spesifik ısı,
- 14- Isı şokuna karşı direnç.

Talk, saydam eşyalarda sonradan oluşabilecek çatlakların önlenmesi, gerekli pişme sıcaklığını düşürmesi ve pişmenin yol açacağı fireyi azaltması nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Avrupa'da önemli kullanım alanlarından biri seramik sanayidir. Kimyasal saflık derecesi yüksek ve tanecik yapısı granüler olan talk,

elektronik ve elektrikli araçlarda kullanılan düşük kayıplı yalıtıcıların temel maddesidir.

Talkın özellikle Amerika Birleşik Devleti'ndeki (ABD) ve dünyadaki kullanım alanlarından biri de koruyucu kaplamaların yapımıdır. Talk, dış yüzeylerin dayanıklılığını arttırır. Yapışkanlık toz tutma ve parlaklık özelliklerini denetler, boya maliyetini azaltır.

Dünya kağıt endüstrisi, başta gelen bir talk tüketicisidir. ABD'deki talk kullanımı, son onbeş yılda adi astar yapımında, artıkların ve yağlı-reçineli kirlerin arındırılmasına kaymıştır. Talk aşırı ince dokulu, saf, tabakalı ve yüksek spesifik yüzeylerdeki kirleri seçerek adsorbe eder. Kağıt hamuru ve kağıt makinaları üzerinde birikmelerini engeller. Avrupa'da ve Japonya'da talkın ucuz astar olarak kullanımı, daha teknik uygulamalardaki kullanımını geride bırakmaktadır.

Kozmetik ve ecza endüstrileri önemli talk tüketicileridir. Gerek yüz ve vücut pudralarının, gerekse tablet ve hapların yapımında kullanılan talk, saflığı, rengi ve kayganlığı açısından kusursuz olmalıdır. Son beş yılda ABD gelişmiş işleme yöntemleri nedeniyle, bu tür talkın üretiminde kendine yetmeye başlamış ve böylece de kullandığı talkın çoğunu İtalya'dan almaktan kurtulmuştur.

Talkın diğer önemli kullanım alanları, böcek öldürücü madde taşıyıcısı, kauçuk öğütücü, tekstil malzemelerine, çatı bileşenlerine konan katkı maddesidir. Bu alanlarda yararlanılan talk, yüklü bir miktar tutmaktadır. Fakat genellikle düşük kaliteli türleri kullanıldığı için bu miktar toplam değerin nispi olarak küçük bir parçasıdır. Selektif adsorbsiyona ve organik tercihe dayanan

yeni uygulamalarda talktan kauçuğu ve plastiği güçlendirme de, denizi petrolden temizleme de yararlanılmaktadır.

2.1. ENDÜSTRİDE KULLANILAN TALKIN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ :

2.1.1. Kozmetik Endüstrisi :

Birtakım ürünlerin; esas olarak talk pudrası, sabun, krem, losyon, dudak boyası gibi birçok tuvalet ve ecza malzemesinin yapımında en kaliteli beyaz talk kullanılmaktadır ve tüketiciler talkı satın alırken, aşağıdaki özellikleri içermesini istemektedirler.

- Yalnızca dolomit, tremolit, kuvars ve diğer sert minerallerin izlerini içerebilir.

- Biraz klorit kabul edilebilir.

- Isıttıktan sonra renk değişimi olmamalı.

- Kokusuz, bileşiminde güzel bir koku tutma özelliği olmalı.

- Turnosol kağıdına nötr olmalı.

- Koku giderici yeteneği olmalı.

- İnsan vücuduna uygulandığında kayganlık ve akıcılığın yanı sıra pudra deriye sürüldüğünde beyaz renk kaybolmalıdır.

İstenen diğer özellikleri ise Tablo 3'de gösterilmiştir (7).

Kozmetik talkın satın alınmasında geçerli olan, genel olarak benimsenmiş ayrıntılı tanımlar yoktur; ama tüketiciler bu talkın beyaz renkli, kaygan, pürüzsüz küçük tanecikli olması konusunda ısrar ederler. Boyut testiyle belirlenen tanecik küçüklüğünden başka yukarıda

Tablo 3 : Kozmetik Talkın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.

ÖZELLİKLER	DEĞERLER
- Özgül ağırlık, 27°C+1°C incelik (gr/cm ³)	2.6-2.8
- 150 mikrondan büyük taneler en çok (% ağırlık)	0.1
- 90 mikrondan büyük taneler en çok, (% ağırlık)	2.0
- Kızdırma kaybı en çok, (% ağırlık)	7.0
- PH en çok	9.5
- Arsenik miktarı en çok, (ppm)	2
- Kurşun miktarı en çok (ppm)	20
- Magnezyum miktarı (MgO cinsinden) en az (% Ağırlık)	30.0
- Suda çözünen madde miktarı en çok, (% ağırlık)	0.2
- Asitte çözülebilen maddeler en çok (% ağırlık)	2.0

Tablo 4 : Yüz Pudrası, Bebek Pudrası ve Talk Pudrasının Formülasyonu (%).

B i l e ş e n l e r	Toz Yüz Pudrası	Kompakt pudra	Yüz Pudrası		Vücut Pudraları		
			Hafif	Ağır	Traş		Bebek Pudrası
					Talk Pudr.	Sonrası Pudrası	
Talk	64	61.4	74	50	84	69	84.75
Kaolin	3	10	5	10	-	-	-
Çinkooksit	15	10	15	30	-	-	-
Magnezyum karbonat	0.5	-	-	-	-	-	-
Magnezyum stearat	1.5	5	-	-	5	5	-
Titanyum dioksit	-	-	-	5	-	5	-
Borik asit	-	-	-	-	10	10	5
Hızlandırma tebeşiri	-	-	-	-	-	10	-
Parfüm	1	0.8	1	1	1	1	0.25
Bağlayıcı madde	-	3.3	-	-	-	-	-
Renk suyu	5	4.5	-	-	-	-	-
Ket	10	-	-	-	-	-	-

saydığımız diğer özellikler, ticari değeri kesin olarak saptanmış bulunan standart talk pudrasının özellikleriyle karşılaştırılarak belirlenir. Tablo 4'de yüz pudrasının, bebek pudrasının ve talk pudrasının formülasyonu verilmiştir (3).

2.1.2. Boya Endüstrisi :

Günümüzde talk çok sayıda boyanın önemli bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Hem boya üretiminde kullanılır, hem de astar ve pigment işlevini görür.

Boya endüstrisinde kullanılan talkın (3) :

- Renginin beyaz olması,

- Tane boyutunun ($-325 \text{ mesh} = -0.044 \text{ mm}$) = % 99-99,5 oranı,

- Sert taneler, özellikle silis taşımamalı,

- Yağ absorbsiyon kapasitesi = 25-45 gram yağ/100 gram talk istenmektedir.

Talkın astar olarak önemi, düz yapraksı talk taneciklerinin hazır karışımlı boyalarda erimeden durma ve pigmentlerin yerleşmesini önleme eğilimlerinden kaynaklanır. Ayrıca astar olarak talk içeren boyaların, birim astar ağırlığı başına daha fazla örtücü güce sahip olduğu kanıtlanmıştır. Yağlı boyalarda kullanılan miktar genellikle, toplam pigmentin yüzde beşini geçmez.

Talk, pigment olarak karışık renk ajanlarına güçlü bir tutma özelliği kazandırır ve iç mekanlardaki sıvıları örten soğuk sulu boyalarda yaygın olarak kullanılır. Savaş sırasında yansıtıcı olmayan özel boyaların yapımında talktan büyük ölçüde yararlanılmıştır. Talk diğer boya bileşenleriyle yüksek oranda karıştırılırsa kimyasal stabilitesi aşırı önem kazanır ve miktarı yeterince (bütün katı bileşenlerin yaklaşık yüzde ellisine ulaşınca kadar) artırılacak olursa belli boyalara, ateşe dayanıklılık kazandırır. Her türlü boyada tatminkâr sonuç verebilmesi için 200'lük bir mesh taramasından (tercih 350'lik bir mesh taramasından) geçecek incelikte olması hem kumlu kirlerden, nemden ve renk kaybına yol açan diğer her türlü maddeden arındırılmış olması gerekir. Talkın boya endüstrisi açısından önem taşıyan özellikleri; rengi, tanecik büyüklüğü, tanecik biçimi, paketlenme indeksi ve petrol soğurma niteliğidir.

2.1.3. Kâğıt Endüstrisi :

Talk tutma özelliği ve yapraksı yapısı nedeniyle her türlü kağıtta dolgu maddesi olarak kullanılır. Talkin tutma özelliği kilden daha üstündür ve kaliteli beyaz kilin maliyetine eşit bir maliyetle ya da ondan biraz daha pahalıya üretilebildiği takdirde, kağıt endüstrisinde yaygın olarak kullanılabilir. Beyaz kağıt yapımı için talkin bembeyaz küçük tanecikli (200'lük mesh'ten geçen ya da daha küçük) kumlu kirlerden arınmış olması gerekir. Gazete basımcılığının yanı sıra ince kağıt yapımında da talktan yararlanılır.

Talkin öteki fiziksel özellikleri de bir takım özel kağıtların yapımında önem taşır. Neme ve havaya direnci nedeniyle koruyucu kağıt yapımında kullanılan talk, petrol ve yağ soğurma oranı düşük olduğu için, yağ geçir-meyen kağıtların da bir bileşenidir. Ayrıca kağıt mendil, ipeksi opak görünümünü ona borçludur. Genel olarak talk kağıda bildiğimiz başka maden filtrelerin veremeyeceği düz ve pürüzsüz bir görünüm, yumuşak bir doku kazandırır.

Kağıt endüstrisinde kullanılacak talkin aşağıdaki özellikleri içermesi istenmektedir (3).

SiO_2	% 58,62
MgO	% 28 (en az)
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	% 7,5 (en çok)
Kızdırma kaybı	% 8 (en çok) (1000°C'de)
Tane büyüklüğü	% 90 1-5 mikron oranında, geri kalanı en çok 10 mikron tane büyüklüğünde olmalı.

2.1.4. Seramik Endüstrisi

Talk seramikçilik açısından büyük önem taşıdığı için seramik endüstrisinde çok fazla kullanılmaya başlanmıştır. Esas olarak elektrikli porselen yapımında, duvarcılıkta ve çanak çömlekçilikte kullanılır. Radyo ve yüksek frekanslı elektrik alanlarında savaş sırasında meydana gelen gelişmeler talka duyulan talebi arttırmış, böylece talk; radyo, verici, radar, haberleşme ekipmanlarının ve başlıca elektronik aygıtların yalıtıcısıdır. Ayrıca belli buji tiplerinde bir takım elektrik ve ısı yalıtıcı ürünlerinde kullanılmaya başlanmıştır.

Seramik endüstrisinde kullanılan talkın, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin üniform olması istenir. Demir olmaması gerekir (Fe_2O_3 en fazla % 1,5) ve;

SiO_2	% 60 (en az)
MgO	% 30 (en az)
Fe_2O_3	% 0.1-1.5 (en çok)
Al_2O_3	% 0.1 - 4.0 (en çok)
Kızdırma kaybı	% 6.0 (en çok)
Asitte çözünme	% 1.0 (en çok) istenmektedir(3).

Daha kaba ve rengini kaybetmiş talk, hava koşullarına dirençli ve ateşe dayanıklı çatı malzemelerinin hazırlanmasında da yaygın olarak kullanılır. Tanecik büyüklüğü ya da renk bu alanda önemli değildir. Fakat bu amaçla kullanılan talkın, nem soğurma oranı düşük değersiz maddeler ve yan ürünler kadar ucuz olması gerekir.

2.1.5. İlaç Endüstrisi :

Talk ilaç endüstrisinin en önemli dolgu maddesidir. İlaç endüstrisinde kullanılacak talkın insan sağlığı açısından önemli olduğundan çok temiz ve el değmeden hazırlanmış olması gerekir. Aşağıda ilaç endüstrisinde kullanılan talkın özellikleri verilmiştir (3) :

ÖZELLİKLER	DEĞERLER
- Mikrobial limit	Toplam bakteri sayısı gramda 500'ü geçmemelidir.
- Kızdırma kaybı en çok (% ağırlık),	6,5
- Asitte çözünen maddeler en çok (% ağırlık)	2,0
- Suda çözünen madde miktarı en çok (% ağırlık),	0,1
- Arsenik miktarı en çok, ppm	3,0
- Ağır metaller miktarı en çok, ppm	42,0
- Kurşun miktarı en çok, ppm	10,0

2.1.6. Kauçuk Endüstrisi :

İyi ikinci sınıf ya da rengini kaybetmiş gri talk; mangan, bakır ve çinko gibi metalik madensel kirlerden arınmış olması koşuluyla, genel olarak tüketicilerden kauçuk endüstrisinde kabul görür. Bu açıdan değeri aşırı kayganlığından ve yağlama gücünden gelir. Kauçuk endüstrisinde kullanılabilmesi için 200 mesh'ten geçebilecek incelikte olması ve kumdan, nemden arınmış olması gerekir.

2.1.7. Diğer Kullanım Alanları :

Talk çok değişik üretim işlemlerinde, dolgu malzemesi, soğurucu madde ve cilalama ajanı olarak sınırlı kullanım alanları bulmuştur. Bunların en önemlisi böcek öldürücülerin yapımıdır.

Talk astar olarak, linolyum ve muşambada, yiyecek kapaklarında, tekstilde, cilalarda, döşemeliklerde, duvar sıvalarında; cilalayıcı, yağlayıcı ve toz haline getirci ajan olarak da, ürünlerin serbestçe gelişmesini sağlamak amacıyla gübrelerde, besleme amacıyla pirinç, arpa, mısır ve diğer tahıllarda, pürüzsüz bir yüzey kazandırmak amacıyla deri eşyalarda yapışmayı önlemek amacıyla çeşitli kalıplarda kullanılır. Ayrıca döküm işlerinde grafitle birlikte ya da grafitsiz olarak; çeliğin ya da camın damgalanması işlerinde de bu maddelerin yüzeylerinin sıcak mı soğuk mu olduğunu belirlemek amacıyla kullanılır.

Tablo 5 : Talk Seviyesi Mevcut Durumu.

İLİ	İLÇE	BÜCAK-KÖY
Konya	Merkez	Yağlı-Bayat
Kütahya	Merkez	İnce
Kütahya	Emet	Çavdarhisar
Kütahya	Döğönis	Merkez-Balastr
		Köyü, Kınık Çakır
Bilecik	Merkez	Kurtköyü
Çankırı	Merkez	İsmaili
Çankırı	İlçer	Kızılören
Çankırı	Çel	Karamanlar

3.3. MEVCUT KAPASİTE :

3. TÜRKİYE'DEKİ ÜRETİM ve REZERV DURUMU

3.1. TARİHİ GELİŞİMİ :

Ülkemizde talk uzun seneler Taşocağı Nizamnamesi'ne tabi idi. Ancak 1975 yılı başlarında Maden Kanunu kapsamına alınmıştır ve Maden Tetkik Arama (M.T.A.) Enstitüsü 1935 yılından beri talk aramaktadır (4).

3.4. ÜRETİM YÖNTEMİ :

3.2. MEVCUT DURUM :

Ülkemizde talk üretici kuruluşlar 5 ilimizde toplanmıştır. Bunların hepsi özel sektöre aittir (Tablo 5) (4).

Üretim gayet ilkel bir şekilde mevsimlere ve çeşitli koşullara göre yapılmaktadır.

Tablo 5 : Talk Sektörü Mevcut Durumu.

İLİ	İLÇE	BUCAK-KÖY
Konya	Merkez	Yağlı-Bayat
Kütahya	Merkez	Enne
Kütahya	Emet	Çavdarhisar
Kütahya	Domoniç	Merkez-Balamir
		Köyü, Kumlu Çukur
Bilecik	Merkez	Kurtköyü
Çankırı	Merkez	Dümeli
Çankırı	İlgaz	Kızılsın
Çanakkale	Çal	Karapınar

3.3. MEVCUT KAPASİTE :

Devlet Plânlama Teşkilatı'nın (D.P.T.) 3.Beş Yıllık Kalkınma Plânı için hazırlattığı raporlarında üretim kapasiteleri kesin olarak belirtilmemiştir. Tahminlere göre yılda 2.500 ton civarında üretim vardır. Ancak talk talebinin verilen bu üretim değerinin çok üstünde olduğu saptanmıştır.

3.4. ÜRETİM YÖNTEMİ :

Talkın Maden Kanunu'na geçişi yeni olduğundan, işletmeleri genellikle ilkelidir. Türkiye'deki bir talk yatağından, talkın nasıl çıkarıldığı aşağıda örnek olarak sunulmuştur:

Tavşanlı Fındıçak Köyü mevkiinde bulunan talk yataklarından talk, çoğunlukla 2x2x5 boyutlarındaki talk ocaklarından çıkarılmaktadır.

Bölgedeki talk ocaklarının yerlerinin saptanması genellikle yüzeysel aşınma nedeniyle taşınmış talk kırıntıları yardımıyla olmaktadır. Kış aylarında yamaçlardan akan sular etkisiyle taşınan talk parçalarının, bulunduğu kesimdeki, toprak örtü en fazla 1,5 m. kazılarak örtü altındaki talk madeni alınmaktadır.

Örtü kaldırma işlemi kazma kürekle yapılmaktadır. Dik bir kuyu açma şeklinde inilen ocaklardaki talk yine kazma kürek yardımıyla alınmaktadır. Ancak talkın çok değişik alanda kullanılması ve talk madenciliğiyle uğraşan kimselerin bu konuda bilgi sahibi olmaması nedeniyle ocaklardaki tüm cevher alınmadan terkedilmektedir. Çıkarılan talklar ise başka bir yere taşınarak ayıklama işlemine tabi tutulmaktadır.

Bu örnekteki gibi küçük talk ocaklarının rezervleri 500 kg ile 1 ton arasında değişim göstermektedir. Bölgenin iklimi ve ocaklara ulaşımın güç olması nedeniyle yılda 3-4 ay süren bir çalışma sonunda 100 tona yakın cevher çıkarılabilmektedir.

Oysa dünyadaki büyük talk üretici ülkelere baktığımızda talk cevheri daha sistemli bir şekilde çıkarılıp işlendiği görülmektedir.

İtalya'da Torino kentinin Pinerolo kasabasına yakın talk ocaklarına sahip Talco e Grafite firmasının üretim yöntemi yakından incelenmiştir. Buradaki tesislerde yüzeyden girilerek galeriler oluşturulmuştur. Değişik yön- lere giden bu galerilerin boyu 500-1000 m. arasında de-ğişmektedir. Aynı zamanda yapılan jeolojik araştırmalara göre yerin 50 m.altına inilmiş ve orada da yeni galeriler oluşturulmuştur. Bu galerilerden yaklaşık 20-50 cm. bo- yutunda talk cevherleri çıkarılmaktadır. Çıkarılan bu talk cevherleri ocak içerisine döşenmiş raylar üzerinde hareket eden vagonlar aracılığı ile yüzeye çıkarılmakta- dır. Yüzeye çıkarılan talk cevherleri teleferik ve kam- yonlar yardımı ile talk cevherinin işlendiği fabrikalara gönderilmektedir.

Burada görüldüğü gibi üretici büyük işletmelerde talk cevheri daha sistemli bir şekilde (her mevsimde) çıkarılarak ekonomik bakımdan daha verimli işlenmektedir.

3.5. TÜRKİYE'DEKİ TALK YATAKLARINDAKİ REZERV DURUMU

Türkiye'deki talk oluşumları oldukça yaygındır, hemen hemen her bölge de talk varlığını gösteren belirti vardır. MTA Enstitüsü'nce etüd edilen sahalar Tablo 6'da verilmiştir (4).

Tablo 6 : Türkiye Talk Rezervleri.

<u>İL</u>	<u>İLÇE</u>	<u>KÖY</u>	<u>REZERV</u> <u>(Ton/Yıl)</u>	<u>KALİTE</u>
Balıkesir	Erdek	Kızak	20000	1
Balıkesir	Erdek	Yana	5800	2
Balıkesir	Erdek	Rahmi merası	1000	2
Balıkesir	Erdek	Ahlat Bayırı	Çok az	2
Bolu	Mudurnu	Dereköy	50	1
Bolu	Mudurnu	Çengeller	Çok az	2
Eskişehir	Merkez	Avlamlış	Çok az	2
Eskişehir	Merkez	Lacin	Çok az	2
Eskişehir	Mihalıçık	Sazak	Çok az	1
Eskişehir	Çifteler	Orhaniye	Çok az	1
Isparta	Merkez	Darıviren	Çok az	2
Isparta	Merkez	Geyrak	Çok az	2
İzmir	Merkez	Narlıdere	Çok az	2
Kocaeli	Sapanca	Nailiye	3000	2
Kocaeli	Sapanca	Balkaya	Çok az	2
Kocaeli	Sapanca	Kuruçeşme	Çok az	2
Sivas	Zara	Tuzla Gölü	7500	1
Sivas	Zara	Çağlayan	Çok az	1
Sivas	Zara	Hafik	2000	1
Kütahya	Merkez	Karagöz	3000000	2

Tablo 7 : Yurtiçi Talep Projeksiyonu.

<u>YILLAR</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>
<u>MİKTAR</u> <u>(TON)</u>	35000	41000	51000	60000	64000	70000	81000

Sovyetler Birliği ve Asya'daki bazı bölgelerden ihmal edilmektedir.

4. DÜNYADAKİ REZERV ve ÜRETİM DURUMU

Bu Avrupa'da önemli bir talk üreticisidir. Fransa,

talk Dünya talk endüstrisinin boyutları, bu maddeyi yüze sürülen bir tozdan ibaret olduğunu kabul edenleri şaşırtabilir. ve son yıllarda yüksek kaliteli talk üreten önemli bir bölge haline gelmiştir. Bunun çoğu elektrik-

li Amerika Birleşik Devletleri (ABD) dünyanın en büyük üreticisidir. Sırasıyla Newyork, California, Wermont, Texas, Montana eyaletleri ABD'nin (1969) bir milyon tona ulaşmış bulunan yıllık talk üretiminin dörtte üçünü gerçekleştirebilirler. Lawrance Country'de çıkarılan Newyork talkı hoş beyaz rengine rağmen tremolite çok benzer. Bu nedenle seramik duvar yapımında oldukça değerlidir. Fakat yumuşaklığı, hidrofobisitenin ve kayganlığın önem taşımadığı alanlarda pek kullanılmaz. California talkı ölüm vadisi denilen çevrede çıkarılmaktadır. Yöreye göre bu talk çok saf olabildiği gibi, tremolitle birlikte de bulunabilir. Bütün ticari talk yataklarının özelliği renklerinin bembeyaz olmasıdır. Johnson ve Windson'da çıkarılan Vermont talkı nispi olarak başka maddelerle karışık halde bulunur ve yüksek kalite gerektiren uygulamalar için özel bir işleminden geçirilmesi zorunludur. Cameron ve Dillon yakınlarındaki ocaklarda çıkarılan Montana talkı ise, saflık derecesi kuramsal olarak varsayılan saflığa yakın, rengi iyi ve hidrofobisitesi yüksek bir madendir.

ABD Maden Bürosu Japonya'yı dünyanın en büyük talk üreticisi olarak kabul etmesine rağmen, oysa Japonya yüksek kaliteli talk üretmez, daha çok sabuntaşı ve pirofilit üretir. Aslında Japonya gereksinimi olan talkın önemli bir miktarını Çin (Mançurya bölgesi), Kore, Hindistan,

Sovyetler Birliği ve Asya'daki başlıca kaynaklardan ithal etmektedir.

Batı Avrupa önemli bir talk üreticisidir. Fransa, talk üretiminin büyük bir bölümünü üstlenmiş olmasına rağmen yüksek kaliteli kozmetik talkını İtalya'dan alır. Batı Avustralya son yıllarda yüksek kaliteli talk üreten önemli bir bölge haline gelmiştir. Ürünün çoğu elektrikli seramik yapımında kullanılmak üzere Avrupa'ya satılır. Tablo 8 ve 9'da talk mineralinin dünya rezervleri, Tablo 10'da ise yıllara göre dünyadaki talk üretici ülkelerin üretim miktarı verilmiştir. Ayrıca Ek.1'deki tablolarda da dünya talk üretim ve tüketim durumu gösterilmiştir (3).

Tablo 8 : Dünya Talk Mineral Kaynaklarının Kıtalaraya Göre dağılımı - 1985 (Milyon Ton).

Kıtalar	Rezerv	Diğer Kaynaklar	Toplam Kaynaklar
Kuzey Amerika			
-ABD	135	410	545
-Diğer	10	25	35
Alt Toplam	145	435	580
Güney Amerika	5	15	20
Avrupa	55	115	170
Afrika	5	15	20
Asya ve Avustralya	110	250	360
T O P L A M	<u>320</u>	<u>830</u>	<u>1,150</u>

Tablo 9 : Dünya Talk Mineral Kaynaklarının Üretici Ana Ülkelere Göre Dağılımı-1987(Mil.Ton)

5. TALK MADENCİLİĞİ ve İŞLETMECİLİĞİ

Brezilya	55
Finlandiya	35
Fransa	35
Hindistan	15
İtalya	35
Güney Kore	10
Japonya	200
ABD	545
Diğer payasa ülkeleri	25
Merkezden planlanmış ekonomiler	165

T O P L A M

1,120

Tablo 10 : Dünyadaki Talk Mineral Ana Üreticileri 1975-1985 (% Toplam).

Ülkeler	1975	1977	1979	1981	1983	1985
Japonya	29.9	29.1	24.9	16.5	16.0	18.5
ABD	16.0	17.7	19.2	17.6	14.4	14.8
Çin	5.0	2.8	2.2	13.0	14.2	12.9
Güney Kore	7.6	9.8	11.3	8.1	9.4	12.0
SSCB	7.7	7.3	7.0	7.2	7.6	6.7
Brezilya	4.0	4.4	5.1	7.7	6.1	5.5
Hindistan	4.3	4.5	5.6	5.7	5.0	4.9
Finlandiya	2.3	2.5	3.9	4.4	4.7	4.3
Fransa	5.2	4.8	3.9	4.5	4.9	4.0
Avustralya	1.5	2.1	2.2	1.2	2.6	2.4
TOPLAM DÜNYA %	<u>83.5</u>	<u>85.0</u>	<u>85.3</u>	<u>85.9</u>	<u>84.9</u>	<u>86.0</u>

5. TALK MADENCİLİĞİ ve İŞLETMECİLİĞİ

Talk çıkarma yöntemleri, açık çukurlar üzerinde uygulanan delme-eritme-boşaltma gibi kolay yöntemler olabildiği gibi, yer altında kalaslarla yapılan hassas ve karmaşık işlemler de gerektirebilir. Rengin ve kimyasal saflığının önem taşıdığı durumlarda görüntüleme, yıkama ve elle ya da fotoelektrik etki ile seçme yöntemleri kullanılabilir.

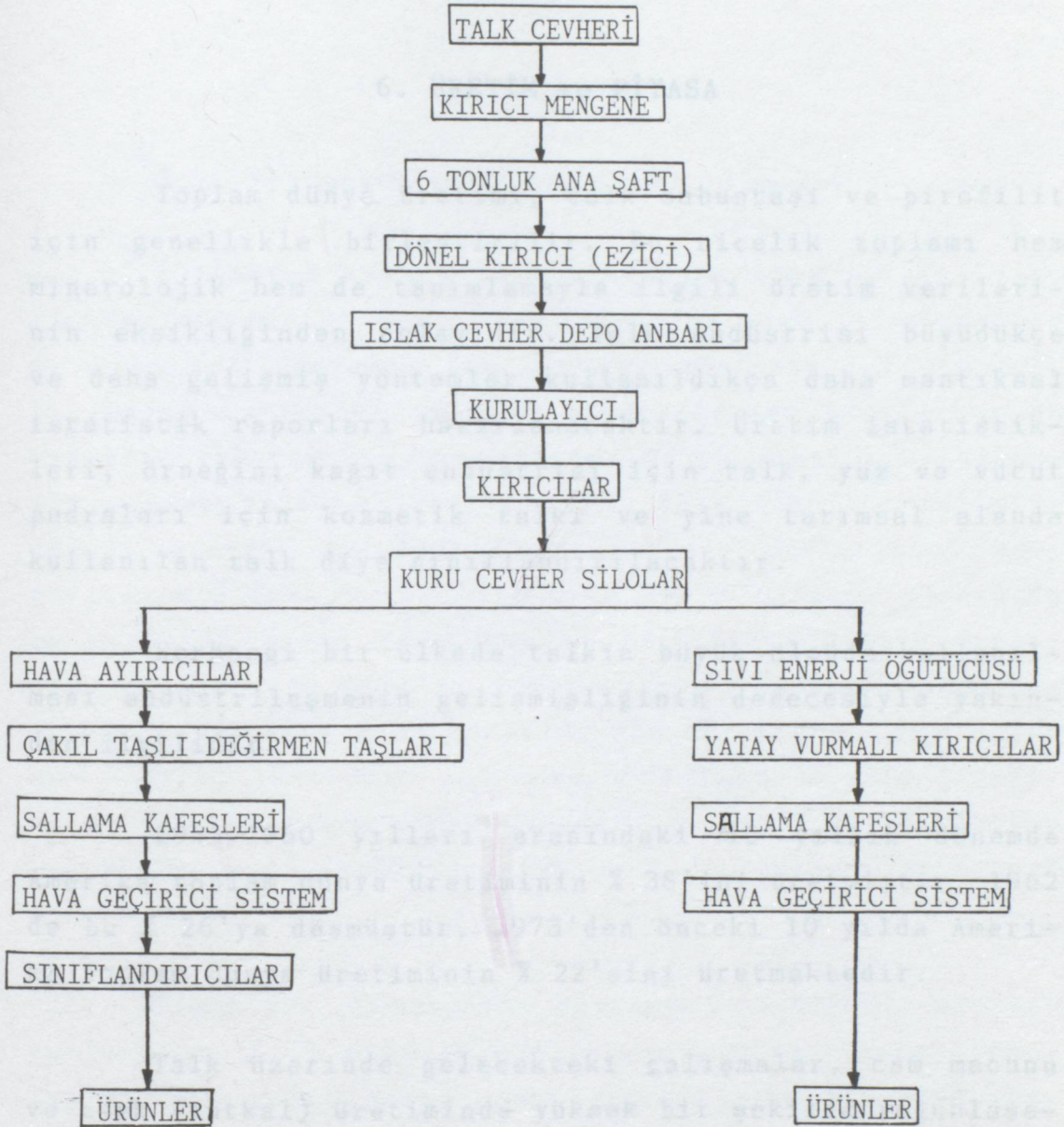
Geleneksel işleme yöntemleri, mengeneyle ya da dönen basınçlı araçlarla ezme; gerekiyorsa çarklı ya da flaşlı kurutma; makara tipinde ya da bilyalı, çakıllı araçlarla öğütmedir. Maksimum tanecik büyüklüğü, parçaların hava kullanılarak sınıflandırılması yoluyla ayarlanır. Ürün siklon, yaratılarak toplanır. Tozların kontrolü için, torbalı bir toz toplayıcı kullanılır. Bu maddeler normalde 200'mesh'den geçen % 99'luk bir spesifikasyondadır. Üretilen talk, talk endüstrisinde 30 mikrona ya da daha altına inilmektedir. Bazı maddelerin maksimum tanecik büyüklüğü, aşırı ısıtılmış buharla çalışan, akışkan enerji kaynaklı bir ekipman da 6 mikrona indirilir. Bu tür ürünlerin ortalama yüzey çapı 1 mikrondan küçüktür.

Talk değirmenciliği geleneksel kuru-işleme operasyonlarını kapsar. Çoğu talk pazarlarına nispeten kirli talk ürünü arz edildiğine göre tam olarak yararlanma işi genellikle yerine getirilmez. Talk değirmenciliği endüstrisi basit öğütme fabrikalarından daha kaliteli işlemin yapıldığı, maden işletmelerine doğru değişmektedir.

Yeni tip talk değirmenlerinde oldukça kompleks köpük yüzdürücü, tortulaştırma, hidrosiklonlama, kuru ve ıslak manyetik ayırıcı, santrifüjal işlemler, sprej kurutucu ve yeni öğütme teknikleri de vardır. Dikkat edilirse öğütme işi; hem cevheri işlemede hazırlama için gerekli, hem de nihai ürünü istenilen ölçüleri karşılayacak nitelikte olması için önem kazanmaktadır.

Talk cevheri işlenmesinde istenilen beyazlığı ve rebilmek açısından karışıktır. Onun için öğütme aletleri herhangi bir şekilde talkın rengini bozmamalıdır. Bu genellikle geleneksel çelik çubuklu bilyalı değirmenlerde olmaz. Talk cevherinin çok yumuşaklığı ve iyi öğütme oranında olanları seramik öğütme aletleriyle elde edilir. Belli pazarlara satılmış olan işlenmiş talkın nihai hazırlanması için oldukça gelişmiş bazı aletler gereklidir. Örneğin; kağıt süzgeci veya kaplama için satılan talkın ölçüsü genellikle 5 mikrondan daha az olur. Bazı özel ürünler için bu 1 mikrondan daha da aza indirilebilir. Bu ultrafine öğütme gereği Vertical-Shaft unlama değirmeniyle ve Jet-Milling aletiyle yapılır. İkincisinde hava kompresi veya buhar sağlayıcı enerjiden yararlanılır.

Talk işletmelerinde kuru ve yaş temizleme işlemleri olabilmektedir. Dünyada bu yöntemlerle çalışan bir çok işletmeler vardır. Temizleme işlemi cevherin özelliğine ve kullanılacak endüstri dalına göre seçilmektedir. Şekil 3'de Newyork tremolit-talk cevheri tipik kuru işleme akış şeması gösterilmiştir (3).



Şekil 3 : New York tremolit-talk cevheri tipik kuru işlemeyi gösteren akış şeması.

6. ÜRETİM ve PİYASA

Toplam dünya üretimi, talk sabuntaşı ve pirofilit için genellikle birleştirilir. Bu nicelik toplamı hem minerolojik hem de tanımlamayla ilgili üretim verilerinin eksikliğinden dolayıdır. Talk endüstrisi büyüdükçe ve daha gelişmiş yöntemler kullanıldıkça daha mantıksal istatistik raporları hazırlanacaktır. Üretim istatistikleri, örneğin; kağıt endüstrisi için talk, yüz ve vücut pudraları için kozmetik talkı ve yine tarımsal alanda kullanılan talk diye sınıflandırılacaktır.

Herhangi bir ülkede talkın büyük ölçüde kullanılması endüstrileşmenin gelişmişliğinin derecesiyle yakından ilgilidir.

1945-1960 yılları arasındaki 15 yıllık dönemde Amerika toplam dünya üretiminin % 38'ini üretmiştir. 1962 de bu % 26'ya düşmüştür. 1973'den önceki 10 yılda Amerika toplam dünya üretiminin % 22'sini üretmektedir.

Talk üzerinde gelecekteki çalışmalar, cam macunu ve zamk (tutkal) üretiminde yüksek bir şekilde yoğunlaşacaktır. Bu, özellikle renk kontrolü ve yüksek kaliteye bağımlılığı gerektiren bu tür ürünler için daha doğrudur. Boya, kağıt ve plastik piyasalarındaki talk için gelecekteki rekabeti düşüren önemli bir faktör kireçtaşı ve dolomit ürünlerinin bu piyasalara hızlı bir şekilde nüfus etmeleridir.

Islak yararlanma metodlarının endüstriyel mineral işleminin daha çok değişmesiyle, özellikle yüzdürme yöntemiyle elde edilen talkın üretiminde önemli miktarda yan ürünler olabilir.

7. FLOTASYON

7.1. Flotasyon Hakkında Genel Bilgiler :

Flotasyon kısaca cevherleri yüzdürme yoluyla zenginleştirme olarak tanımlanabilir. Tanımdan da anlaşıldığı gibi sulu ortamda yapılan bir yöntemdir. Flotasyon, bir cevherin içinde bulunan minerallerden bazılarını su yüzeyine çıkararak suyun dibinde kalan diğer minerallerden ayırma işlemine denir. Sudan ağır olan minerallerin suyun yüzeyine çıkabilmeleri mineral tanelerinin yüzey geriliminin etkisi ile sağlanır; bu da mineral yüzeyinin ne dereceye kadar ıslanmama özelliğinde olduğuna bağlıdır. Islanabilen taneler yüzemezler ve yüzeyleri tamamen su ile kaplanarak dibe çökerler. Bu ana prensiplere dayanan belirli yöntemler bulunmuşsa da bugün uygulama sahasında kalan bir tek yöntem vardır. Buna ilk önceleri "köpük flotasyonu" denirdi; fakat şu anda sadece "flotasyon" denmektedir.

Flotasyon yöntemini oluşturan fiziksel olaylar şunlardır : İnce öğütülmüş bir cevherin su ile karışması ile meydana gelen pülpe hava kabarcıkları sokulursa, bazı mineral taneleri hava kabarcıklarına yapışırlar, diğer mineraller ise bu özelliği göstermez ve suyun içinde oldukları gibi kalırlar. Pülpün içinde yukarıya doğru çıkan hava kabarcıkları kendilerine yapışan mineralleri de yukarıya çıkarırlar. Bu köpük tabakası uygun bir araç ile toplanır ve toplanan köpüğe flotasyon konsantresi denir.

Herhangi bir mineralin flotasyona uygun oluşu bu mineralin tanelerinin hava kabarcıklarına yapışabilme yeteneğine ve buna bağlı olarak mineral yüzeyinin özel-

liklerine bağlıdır. Mineralin yoğunluğu ve bunun gibi tamamıyla fiziksel olaylar flotasyon ayırmasında önemli bir rol oynamazlar. Belirli yüzeylerin yapısı ve özellikleri iki değişik fazı birleştiren ara yüzeylerin durumu flotasyonun başlıca özellikleridir. Belirli kimyasal reaktifler kullanmak suretiyle yüzey özellikleri istenildiği gibi değiştirilebilir. Flotasyon metodu ile mineraller arasında birçok tarzlarda ayırmalar yapılabilir. Cevherin durumuna göre, flotasyon ile bir veya birkaç konsantre elde edilebilir.

Ortak flotasyon özellikleri olan ve birbirine benzer minerallerin aynı zamanda flöte olarak yalnız bir konsantre halinde toplamasına "kolektif flotasyon" denir. Benzer flotasyon özellikleri olan minerallerin birbirinden ayrılması için yapılan flotasyona ise "selektif flotasyon" denir (8).

Tane büyüklüğü 100 veya 150 mikrondan daha küçük olan ince öğütülmüş cevherler için en iyi zenginleştirme metodu ve en çok kullanılan metot flotasyon metodudur. Madenlerin büyük bir çoğunluğu, ancak iyice öğütüldükten sonra konsantrosyona tabi tutulabilecek duruma gelirler. İşte çoğunluğu teşkil eden böyle hallerde flotasyon metodu ile konsantrasyon tek çaredir. Bazı hallerde cevher ince öğütülmek zorunda olmasa bile, taşıdığı bazı mineraller ancak flotasyon metodu ile ayrılabilir. Genel olarak, düşük tenörlü cevherleri herhangi bir yöntemle konsantre etmek teknik bakımdan yapılsa bile, bu gibi cevherler için flotasyon metodunu kullanmak iktisadi bakımdan daha uygundur.

Bugün flotasyonun en çok kullanıldığı yer, metal sülfürü minerallerinin konsantrasyonudur. Kurşun ve bakırın okside mineralleri, natif altın ve bakır da bu yöntemle konsantre edilir. Bütün oksit mineraller ve metal

olmayan mineraller alanında da flotasyon kullanımı gittikçe artmaktadır.

7.2. Flotasyonun Gelişme Tarihi :

Flotasyona ait ilk önemli buluş 1902 yılında Froment tarafından yapılmıştır. Bu keşif, yağlanmış sülfür minerali tanelerinin, su içinde meydana getirilen gaz kabarcıklarına yapışıp suyun yüzüne çıkmasından bahsetmektedir. 1902 yılında İngiltere'de aynı olayı tespit eden Delprat'da pülpün içinde sülfirik asitin kireç taşına etkisi ile meydana gelen gaz kabarcıklarından yararlanma fikrini ortaya atar. 1906'da Elmore, aldığı İngiliz patentinde yağlı mineral püplerinde kısmi vakum meydana getirerek hava kabarcıklarından yararlanılabileceğini bildirir. Buraya kadar sayılan buluşlar endüstri bakımından önemli bir sonuç vermemiştir. 1906'da Sulman, Picard ve Ballot bir Amerikan patentinde önemli buluş yaptılar. Bu buluşta, hava kabarcıklarının pülpün kuvvetli ajitasyonu ile meydana getirilebileceği ve cevher miktarının 1/100'ünü geçmeyecek kadar az bir miktarda yağ kullanmakla flotasyon yapılabileceğini bildiriyordu. Bu prensiplere dayanan ilk flotasyon makinesi 1910 yılında T.J.Hoover tarafından işe yarar bir hale getirildi. 1912-1925 yıllarında ilk defa Avustralya'da, sonra Amerika'da flotasyon sanayinde başarı ile uygulanmıştır.

1918'de Welsch flotasyon püplerine basınçlı hava vermek fikrini ortaya attı. Hunt ve Forrester ve daha sonra Callow basınçlı hava kullanan flotasyon makinalarını meydana getirmişlerdir.

İlk buluştan 1924 yılına kadar flotasyon yöntemi sadece yağ kullanarak, bütün sülfür minerallerini beraberce asit ortamda yüzdürmekten ileri gidemedi. 1924'de

Keller ilk defa olarak flotasyonda ksantat kullandı. Bundan sonra bazik ortamda selektif flotasyon yapılmaya başlanmıştır. Böylece yağ flotasyon devresinden kimyasal flotasyon devresine geçildi. Organik ve inorganik kimyasal reaktiflerin kullanılmasıyla, son zamanlarda flotasyonda büyük gelişmeler elde edilmiş ve bu konsantrasyon yöntemi sülfür cevherlerde olduğu gibi, oksit ve metal olmayan cevherlerin de önemli kısmına uygulanabilecek hale getirilmiştir. Flotasyon yönteminin bugünkü gelişmesinde en çok emeği bulunan bilim adamlarının başında Taggart, Gavdin, Petersen ve Wark'u saymak gerekir.

7.3. FLOTASYONUN TEMELİ

İlgili bilimsel prensipler hakkında eldeki bilgi çok az olduğu için, flotasyonun ilk gelişmesi hemen hemen tecrübe ile pratik metodlara dayanılarak başarılmıştır. Flotasyonda meydana gelen olaylar fiziksel kimya ve kolloid kimyası alanına girer ve bunlar özellikle yüzey olaylarıdır.

Teknik bakımdan flotasyon üç kısma ayrılabilir:

1. Köpük oluşumu,
2. Minerallerin kimyasal muamelesi,
3. Minerallerin hava kabarcıklarına yapışıp yüzmeleri.

7.3.1. Köpük Oluşumu :

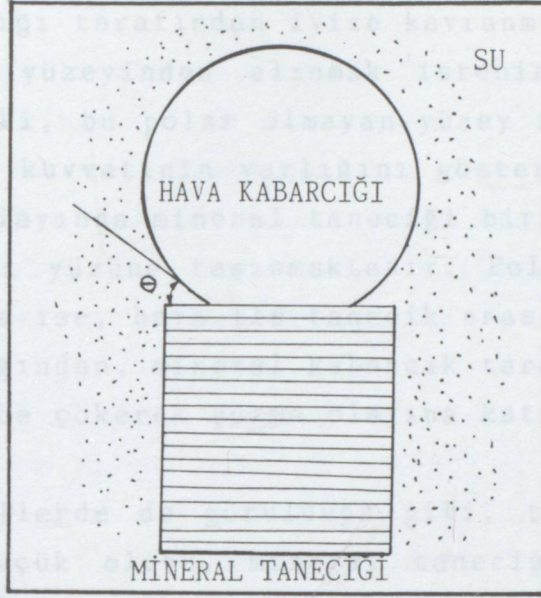
Köpük, havanın su içinde dağılıp oldukça dayanıklı bir durumda kabarcıklar meydana getirmesine denir. Havanın su içinde dağılması mekanik ajitasyonla veya basınçlı hava vermek suretiyle oluşturulur. Dayanıklılık, elastikiyet, kabarcıkların büyüklüğü, sık veya seyrek oluşu gibi köpük özellikleri suda "yüzeye etki eden" cinsten

maddelerin bulunması ile ilgilidir. Yüzeye etki eden maddeler, suya az miktarda karıştırıldıkları zaman suyun yüzey gerilimini değiştiren maddelerdir. Bu gibi maddelerin su yüzeyinde adsorbe oldukları bilinen bir olaydır. Bu maddelerin hava-su ara yüzeyinde bulunmaları köpüğe dayanıklılık ve elastikiyet verir ki; bunlar da flotasyonda aranan köpük özellikleridir. Bu maddelere köpürtücü reaktifler denir. Bu maddeler kullanılmadığı zaman köpüğü oluşturan hava kabarcıkları su yüzeyine çıkar çıkmaz patlar.

Bir flotasyon sisteminde mineral taneleri de köpük bünyesine dahildir. Mineral taneleri hava kabarcıklarının duvarlarına yapışarak köpük bünyesini daha dayanıklı duruma sokar.

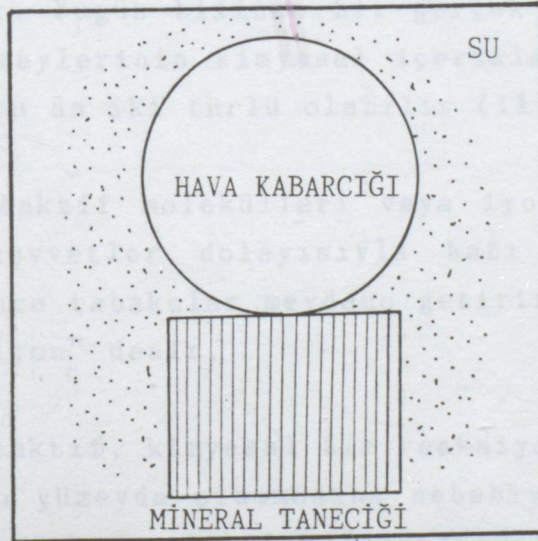
7.3.2. Minerallerin Kimyasal Muamelesi :

Kimyasal yöntemin esası istenilen minerali yüzebilir hale sokmak ve diğer minerallerin yüzmesini önleyecek durumu sağlamaktır. Yukarıda bahsedildiği gibi, bir mineralin yüzebilmesi bu mineralin su ile ıslanmamak özelliğine bağlıdır. Islanmamak özelliği bir katının yüzey moleküllerinin özelliklerine göre değişir; veya diğer bir ifade ile, bu moleküllerin polar olup olmamasına bağlıdır. Polar moleküller veya molekül grupları bünye bakımından iyonlardan oluşmuştur. Fakat polar olmayan moleküller veya molekül grupları elektriki bir bünye göstermeyen atomlardan oluşmuştur. Örneğin; sodyum klorür polardır, parafin hidrokarbonları (C_nH_{2n+2}) polar değildir. Yüzeyleri polar olan mineraller ıslanabilirler ve flotasyona elverişli değildirler. Yüzeyleri polar olmayan mineraller ıslanamazlar ve bunlar flotasyona elverişlidirler. Şekil 4 ve Şekil 5'te bu olay daha açık olarak görülmektedir (9).



Şekil 4 : Polar olmayan özelliğe sahip mineral tanesi (iyi yüzebilme özelliği).

θ : Temas açısı



Şekil 5 : Polar özelliğe sahip mineral tanesi (yüzemeyen tanecik).

Şekillerde görüldüğü gibi polar olmayan tanecik, hava kabarcığı tarafından iyice kavranmıştır. Hava kabarcığı, tane yüzeyinden alınmak istenirse, bir dirençle karşılaşır ki, bu polar olmayan yüzey ile hava arasındaki birleşme kuvvetinin varlığını gösterir. Görülüyor ki, flotasyon olayında mineral taneciği birleşme kuvveti yardımıyla sıvı yüzüne taşınmaktadır. Polar özelliğe sahip minerallerde ise, hava ile tanecik arasında birleşme kuvveti olmadığından, mineral kabarcık tarafından kavranamakta ve dibe çökerek yüzme olayına katılmamaktadır.

Şekillerde de görüldüğü gibi, temas açısının büyük veya küçük oluşu, mineral taneciğinin kavranmasına tesir ettiğinden, yüzdürme olayında tanenin iyi kavranması gereklidir. Bu açının da büyük olması yüzme olayını kolaylaştırmaktadır.

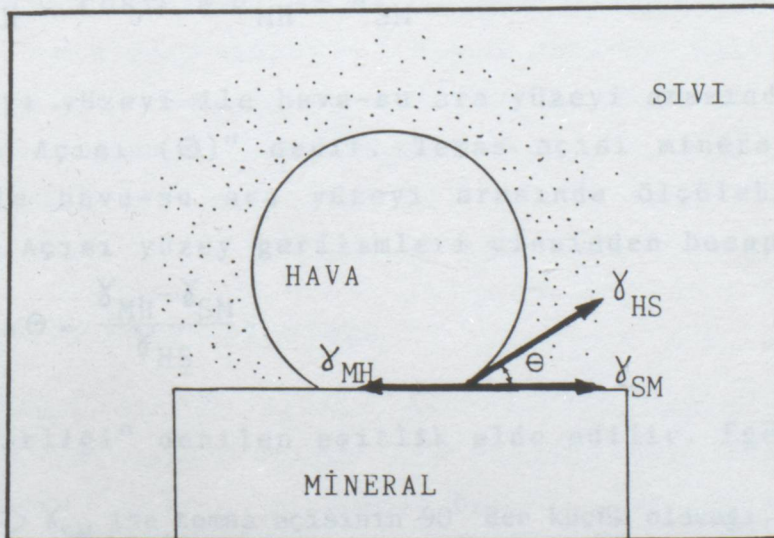
Suda çözünen flotasyon reaktiflerinin mineral yüzeylerine ne şekilde etki ettiklerini açıklamak için belirli teoriler ortaya atılmışsa da bunların çoğu kabul edilmemiştir. Bugün bilinen bir gerçek varsa, o da reaktiflerin yüzeylerinin kimyasal içeriklerini değiştirdikleridir ve bu da iki türlü olabilir (11).

1. Reaktif molekülleri veya iyon grupları, atomlar-arası kuvvetler dolayısıyla katı yüzeylerinde tek moleküllü ince tabakalar meydana getirirler. Buna "kimyasal adsorbsiyon" denir.

2. Reaktif, kimyasal bir reaksiyon ile suda eriyen bir terkinin yüzeyde oluşmasına sebebiyet verir. Bu yeni katı terkip birkaç molekül kalınlığındadır. Mineral yüzeyinin bu şekilde değişmesine kimyasal reaksiyon denir. Flotasyon reaktiflerinin hem adsorbsiyon ve hem de kimyasal reaksiyon ile etki yaptıkları bilinmektedir.

7.3.3. Minerallerin Hava Kabarcıklarına İlişmesi:

Bir flotasyon sisteminde mineral taneleri, pülpün içinde dağılmış durumda olan hava kabarcıkları ile her an temas edebilmek fırsatını bulurlar. Islanmayan, yani flotasyona elverişli olan her tane bir hava kabarcığının yüzeyine yapışmak eğilimindedir. Yapıştığı zaman bir kısmı hava ile ve geri kalan kısmı da su ile temas halindedir. Böylece hava-su, hava-mineral ve su-mineral ara yüzeylerinin birbirini kestiği bir hat meydana gelir. Bu temas sınırına dikey bir kesit alırsak bu sınır bir nokta olarak ve her iki faz ara yüzeyleri ise birer sınır olarak görünür. Üç faza sınır olan bu hat üzerinde bu üç ara yüzeyin yüzey gerilimleri hem kendi aralarında hem de yerin çekim kuvveti ve suyun basıncı gibi diğer kuvvetlerle denge halinde olurlar. Flotasyonun mümkün olabilmesi için bu belirli kuvvetlerin arasındaki ilişki öyle olmalıdır ki, mineral taneleri hava kabarcıklarına yapışabilsin ve aynı zamanda mineral ve hava kabarcığının birleşmesi ile meydana gelen hafif cisim suyun üzerine çıkabilsin. Bu durumun incelenmesiyle "temas açısı" konusu ortaya çıkar. Temas açısı, bir mineralin flotasyona ne kadar uygun olduğunun bir ölçüsüdür.



Şekil 6 : Flotasyon sistemlerinde üç faz konumu ve temas açısı.

Şekil 6'da su içinde hava kabarcığı ile mineral yüzeyinin teması ve vektörlerle üç ara yüzeyin yüzey gerilimleri gösterilmiştir (10). Bu şematik gösterilişte durum özellikle basitleştirilmiştir. Gerçekte ise mineral taneleri hava kabarcığından çok daha küçüktür ve birçok mineral taneleri aynı kabarcığa yapışır. Aynı zamanda mineral tanesinin yüzeyi bu şemada görüldüğü gibi düz değil, pürüzlü bir yapıya sahiptir.

γ_{HS} = Hava-su ara yüzey gerilimi,

γ_{SM} = Su-mineral ara yüzey gerilimi,

γ_{MH} = Mineral-hava ara yüzey gerilimi.

Üç faz dengede olduğu zaman yüzey gerilimleri toplamı sıfıra eşit olmalıdır (8).

$$\gamma_{HS} + \gamma_{SM} + \gamma_{MH} = 0$$

Üç faz genellikle katı, sıvı ve gazdır. Flotasyon sistemlerinde doğrudan doğruya mineral, su ve hava fazından bahsedilir. Yüzey gerilimleri dengesini yazmak istersek (10);

$$\gamma_{SH} \cdot \cos \theta = \gamma_{MH} - \gamma_{SM}$$

Katı yüzeyi ile hava-su ara yüzeyi arasındaki açıya "Temas Açısı (θ)" denir. Temas açısı mineral-su ara yüzeyi ile hava-su ara yüzeyi arasında ölçülebilen bir değerdir. Açısı yüzey gerilimleri cinsinden hesaplanırsa;

$$\cos \theta = \frac{\gamma_{MH} - \gamma_{SM}}{\gamma_{HS}}$$

"Young Eşitliği" denilen eşitlik elde edilir. Eğer;

$\gamma_{MH} > \gamma_{SM}$ ise temas açısının 90° 'den küçük olacağı,

$\gamma_{MH} < \gamma_{SM}$ ise temas açısının 90° 'den büyük olacağı

söylenbilir.

Belirli laboratuvar yöntemleri ile temas açısı ölçülebilir ve böylece de flotasyonun ne dereceye kadar mümkün olduğu anlaşılır. Temas açısı sıfır derece veya çok küçük ise mineral yüzeyinde su havanın yerini alır. Böylece yüzey tamamıyla ıslanır ve mineral de flote olamaz. Θ değeri büyüdükçe ıslanabilme yeteneği azalır ve flotasyon yeteneği artar.

7.2. FLOTASYON PÜLPÜNÜN HAZIRLANMASI :

7.2.3. Reaktiflerin Karıştırılması :

7.2.1. Tane Büyüklüğü :

Ağır minerallerin flotasyonunda yüksek verim alabilmek için tanelerin 100 veya 200 mesh'den daha küçük olması gerekir. Kömür ve kükürt gibi hafif maddelerde tane büyüklüğü 20 veya 14 mesh olsa bile flotasyon verimli bir şekilde yapılabilir. Bu sınırların yukarısında flotasyonun verimi düşer. Her mineral için flotasyonla yüzdürülebileceği bir tane büyüklüğü vardır ve bu da bu mineralin yoğunluğuna bağlıdır. Flotasyonda cevher genellikle yaş olarak bir bilye veya çubuk değirmeninde öğütülür ve bu değirmenle kapalı devre oluşturan bir klasifikatörden geçer. Flotasyona verilen cevherin gravimetrik analizlerinin belirli maden işletmelerinde pek değişik neticeler verdiğini görürüz. Bunun başlıca nedeni, mineral tanelerinin tabi halde cevherin içinde çeşitli büyüklüklerde olmasıdır. Fakat çoğunlukla 65 mesh'den büyük taneler öğütülmüş cevherin % 5-10'unu ve 200 mesh'den küçüktaneler % 55-65'ini teşkil eder (9).

7.2.2. Pülp Yoğunluğu :

Normal olarak öğütme devresindeki pülp yoğunluğu flotasyona elverişli olacak bir şekilde ayarlanır. Uygulamada bir flotasyon pülpündeki katıların ağırlık oranı

% 5-50 arasında değişebilir. Herhangi bir cevher için en uygun pülp yoğunluğu, cevherin özelliğine, kullanılan makinaların tipine ve bunun gibi birçok özelliklere bağlıdır. Ancak o cevher üzerinde yapılacak deneylerle tayin edilebilir. Fakat şunu da daima gözönünde tutmak gerekir ki, flotasyon makinalarının hacmini, reaktif sarfiyatını ve su sarfiyatını hesaba katınca pülp yoğunluğunu mümkün olduğu kadar yüksek tutmak gerekir.

7.2.3. Reaktiflerin Karıştırılması :

Flotasyon reaktifleri bilyeli değirmene, klasifikatre, özel karıştırma tanklarına veya flotasyon hücrelerine ilâve edilebilir. Reaktifler, iyice karışabilecekleri ve cevher pülpünün içinde iyi bir şekilde dağılabilecekleribir noktada ilave edilmelidir. Karışmanın gerçekleşmesi ve gereken reaksiyonların oluşması için flotasyondan önce belirli bir zaman geçmelidir. Karıştırma zamanının uzunluğu cevherin özelliklerine ve kullanılan reaktiflere göre değişir. Reaktifleri plple karıştırmak ve cevherle temas süresini kontrol etmek için karıştırma tankları kullanılır.

7.2.4. Reaktif İlâvesi :

Reaktifler belirli bir hız ile önceden hesaplanan miktarlarda pülpe ilave edilir. Genellikle flotasyon fabrikalarında reaktiflerin hazırlanması bir merkezden idare edilir. Reaktifleri hazırlayan aletler ve reaktif kapları yüksek bir kat üzerinde bulunur ve buradan yerekimin-den yararlanılarak reaktifler belirli noktalara verilir. Reaktifleri pülpe sıvı halinde ilave etmek genellikle daha iyi sonuç verir, fakat bu her zaman olmaz. Örneğin; en çok kullanılan reaktiflerden biri olan kireç kuru

olarak, kireç kaymağı veya sıvı halinde ilave edilebilir. Yağlar ve buna benzer diğer suda çözünemeyen maddeler ya oldukları gibi ya da su içinde emülsiyon halinde ilâve edilirler.

Kullanılan reaktif miktarı flotasyon devresine giren kuru cevherin bir tonuna karşılık, kilogram (bazı hallerde gram) olarak belirtilir.

Flotasyon Reaktiflerinin Görevleri ve Özellikleri:

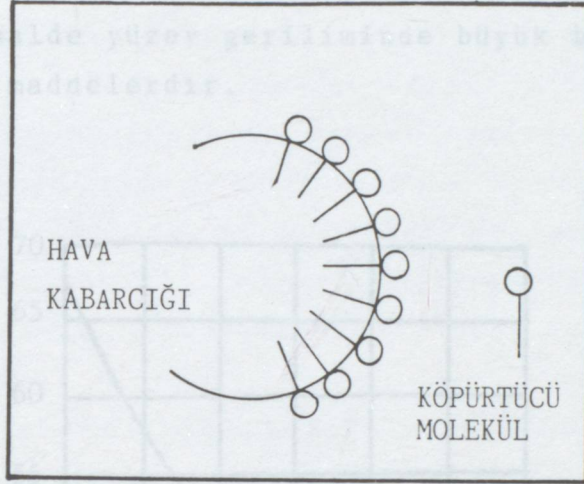
Flotasyonda kullanılan reaktifler yaptıkları işe göre genel olarak üç sınıfa ayrılırlar (10) :

1. Köpürtücüler,
2. Kolektörler,
3. Kontrol Reaktifleri.

- Köpürtücü Reaktifler :

Flotasyona elverişli özellikleri olan bir köpük meydana getiren ve bu köpüğün denge halinde kalmasını sağlayan kimyasal maddelere "köpürtücü reaktif" denir. Köpürtücülerin asıl görevi, flotasyon suyunun yüzey gerilimini azaltmaktır. Köpürtücüler, mineral yüklü hava kabarcıklarının su yüzeyine çıktıkları zaman dağılmadan bir köpük yığını teşkil etmesini sağlarlar. Yüzey gerilimi azalmadığı zaman yüzeye çıkan bir kabarcık sert bir zemine çarpmış gibi olur ve patlayarak taşıdığı tanecikleri bırakmaktadır. Bu nedenle köpürtücüler, "yüzey aktif maddeler" genel sınıfına girerler. Molekül yapıları polar ve polar olmayan iki gruptan oluşan organik maddelerdir. Polar olan grup suyu çeker (hidrofil), polar olmayan grup (hidro karbon grubu) suyu iter (hidrofob).

Anlaşıldığı gibi bu gruplardan birinin suya, diğerinin havaya karşı afinitesi büyüktür. Şekil 7'de bir hava kabarcığı ile köpürtücü molekül arasındaki bağıntı gösterilmiştir.

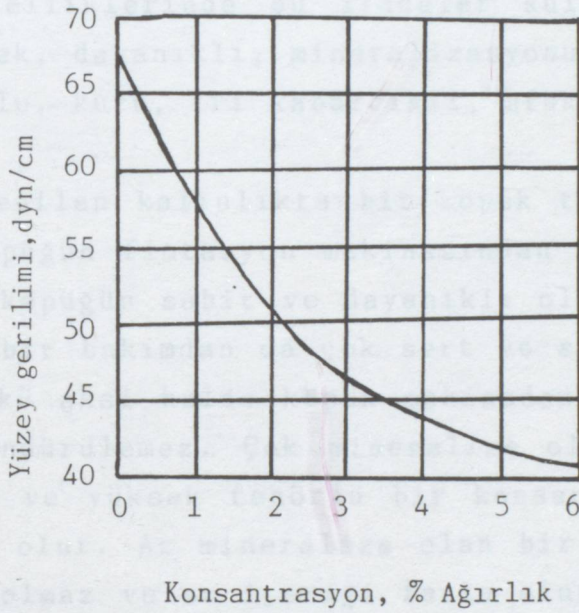


Şekil 7 : Köpürtücü molekül ile hava kabarcığı arasındaki bağıntı.

Bu şekilde ıslanmayan parça suyun en üst tarafında toplanan hidrokarbon grubundan oluşmuştur. Bu yüzeyin hidro karbon grubuyla kaplanması, bu kısımda hava kabarcıklarının suyun en üst tabakasından kolaylıkla geçip su-hava arakesitine istenen özellikte ulaşmasına yardım edecek elastikiyeti sağlamaya yardımcı olur.

Köpürtücü, suda fazla eriyorsa köpüğü zayıftır. Çünkü bu halde ıslanmayan hidrokarbon grubu, suyun içinde kalmakta, su yüzeyinde toplanmamaktadır. Buna karşılık köpürtücü, suda çok az eriyorsa, suyun yüzeyinde toplanacak ve istenilen elastikiyeti verecek yeterli hidrokarbon grubu mevcut olmayacaktır.

Ortamdaki köpürtücü konsantrasyonu ile yüzey gerilimi arasındaki bağıntı ise; köpürtücü maddenin konsantrasyonu arttıkça yüzey gerilimi düşer. Şekil 8'de de görüldüğü gibi, az konsantrasyonlu pülplerde yüzey geriliminin düşmesi çok daha belirgindir (10). En uygun köpük şartları sağlayan reaktifler, çok az miktarda pülpe ilave edildikleri halde yüzey geriliminde büyük bir azalma meydana getiren maddelerdir.



Şekil 8 : Basit bir köpürtücünün yüzey gerilimi-konsantrasyon grafiği.

Köpürtücülerde aranan diğer bir özellik de bunların kolektör olmamasıdır. Yani bunlar minerallerin yüzebilme yeteneğine doğrudan doğruya tesir etmemelidir. Bu özellik köpürtücü molekülündeki polar gruba bağlıdır. Örneğin genellikle köpürtücülerde hidroksil grubu (OH) bulunur ve bu grup mineralleri toplamaz. Oysa karboksil grubu (COOH) mineral yüzeylerinde reaksiyon yaptığı için

genellikle köpürtücülerde bulunmaz. Köpürtücülerin köpük yapma özelliği hidrojen iyon konsantrasyonunun (P_H) ve diğer reaktiflerin bulunması gibi pülpün değişen şartlarının etkisi altında kalmamalıdır.

Flotasyonda köpük niteliği köpürtücünün içeriğine, ne miktarda ilave edildiğine, cevherin içeriğine, ilave edilen diğer reaktiflere ve bir dereceye kadar da kullanılan flotasyon makinasının tipine bağlıdır. Köpük niteliği flotasyonla elde edilen sonuca önemli etki yapar. Köpüğün özelliklerinde şu ifadeler kullanılır : Sabit, sert, gevrek, dayanıklı, mineralizasyonu kısır, çok mineralize, sulu, kuru, iri kabarcıklı, ufak kabarcıklı, vs.

İstenilen kalınlıkta bir köpük tabakası oluşabilmesi ve köpüğün flotasyon makinasından kolayca alınabilmesi için köpüğün sabit ve dayanıklı olması gerekir. Fakat diğer bir bakımdan da çok sert ve sabit olmaması gerekir. Çünkü aksi halde köpük makinadan alındıktan sonra kolayca söndürülemez. Çok mineralize olan bir köpük çok sabit olur ve yüksek tenörlü bir konsantre verir. Fakat verim düşük olur. Az mineralize olan bir köpük genellikle pek sabit olmaz ve su içeriği fazla olur. Bunun sonucunda gang maddelerini de sürüklediği için konsantrenin içeriği düşük olur. Anlaşıldığı gibi her cevher için gereken köpük şartlarını sağlayabilmek açısından yukarıda sayılan özelliklerin en uygun ortalaması elde edilmeye çalışılır.

- Kullanılan Köpürtücüler :

Köpürtücü reaktiflerden en çok kullanılanı çam yağı ve kresilik asittir. Doğal kaynaklardan elde edilen diğer bazı maddeler de (okaliptüs yağı, kafuru yağı gibi) ucuza mal oldukları yerlerde köpürtücü reaktif olarak

kullanılabilirler. Amil alkol de köpürtücü olarak kullanılmıştır. Bazı yapay köpürtücüler ve alkol sülfoneler bazı flotasyon denemelerinde yararlı olduğu görülmüştür.

Çam yağı çam ağacından elde edilir. Bunun için de terpenler ve terpen alkollerı gibi birçok kimyevi maddeler vardır. Bir terpen hidrokarbonu olan pinen ($C_{10}H_{16}$) çam yağının esasını oluşturur. Çam yağının en belirgin alkol kısmını da terpinoldur ($C_{10}H_{17}OH$). Saf terpinol laboratuvar flotasyon denemelerinde kullanılır.

Kresilik asit, kömür katranından elde edilen bir maddedir. Bunun içinde metil fenol ($CH_3.C_6H_4OH$) ve dimetil fenol ($(CH_3)_2.C_6H_3OH$) gibi bazı fenoller bulunur. Kresilik asit çam yağına göre daha az şiddetli bir köpürtücüdür ve bundan dolayı bazı durumlarda tercih edilir.

Diğer bazı köpürtücüler : Terpen, Terpin, Pinen, Terpinol, Kinol, Şampon. Bunların dışında sentetik köpürtücüler de vardır : Flotol, flotigol gibi ticari isimler altında satılırlar.

- Kolektör Reaktifler :

Kolektörler, istenilen minerallerin köpükte toplanmasını sağlayan kimyasal maddelerdir. Bunlar moleküllerinde hem polar hemde polar olmayan kısımlar bulunan organik maddelerdir. Bu bakımdan dolayı köpürtücülere benzerler.

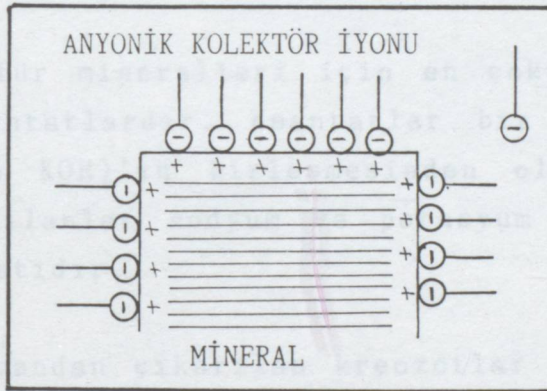
Kolektör molekülünün polar grubu mineral tanesinin yüzeyine yapışır ve böylece mineral taneleri kolektör moleküllerinden oluşan bir tabaka ile kaplanır. Moleküllerin polar olmayan grupları mineral yüzeyi ile temasta

olmayıp dışarı tarafta olduklarından mineral tanesini kaplayan tabaka suyu itme özelliği gösterir. Yani ıslanmaz ve bu sayede hava kabarcıklarına yapışarak mineral tanesinin yüzmesini sağlar.

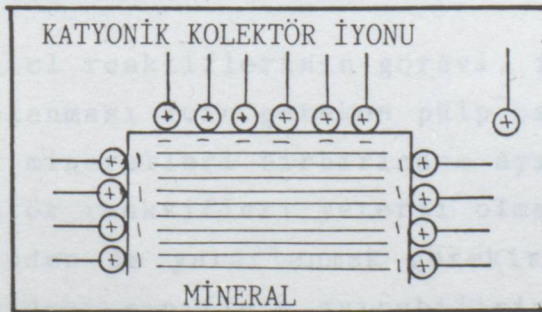
Kolektörler başlıca iki grup altında toplanır :

1. Anyon aktif grubu,
2. Katyon aktif grubu.

Esas olarak anyon aktif grubu sülfür flotasyonunda katyon aktif grubu ise oksit flotasyonunda kullanılır. Şekil 9 ve 10'da bu tip kolektörün mineral taneciğini nasıl kavradığı gösterilmiştir.



Şekil 9 : Anyonik aktif kolektör. Sülfür flotasyonunda mineral taneciği ile kolektörün ilişkisi.



Şekil 10 : Katyon aktif kolektör oksit flotasyonunda.

Bu şekillerde şematik olarak anlatılan, mineral taneciklerinin kolektör tarafından kuşatılması;

a- Mineralin kolektörü absorbe etmesi,

b- Islanmayan hidrokarbon grubunun bir yağ filmi oluşturmaması,

sonucu meydana gelmektedir.

Sanayide Kullanılan Kolektörler :

Yağ asitleri ve bunların sodyum ve potasyum sabunları kolektör sınıfını teşkil ederler. Bunlar günümüzde oksit mineraller, oksijenli tuz mineralleri, halojen mineralleri ve silikatlar için kullanılır.

Sülfür mineralleri için en çok kullanılan kolektörler ksantatlardır. Ksantatlar bir alkol ile CS_2 ve NaOH (veya KOH)'ın birleşmesinden oluşur. Sanayide en çok kullanılanlar sodyum ve potasyum etil ksantatı ile amil ksantatıdır.

Katrardan çıkarılan kreozotlar ve petrolden çıkarılan bazı yağlarda flotasyonda kolektör olarak kullanılır. Ayrıca amin ve amin tuzları da oksit ve silikat mineralleri için kullanılır.

- Kontrol Reaktifleri :

Kontrol reaktiflerinin görevi, istenilen mineralin köpükte toplanması için gereken pülp şartlarını sağlamaktır. Benzer mineralleri birbirinden ayırmak için köpürtücü ve kolektör reaktifleri yeterli olmaz. Mutlaka kontrol reaktiflerinden de yararlanmak gerekir. Kontrol reaktiflerini aşağıdaki sınıflara ayırabiliriz :

- P_H kontrol reaktifleri
- Bastırıcı reaktifler
- Canlandırıcı reaktifler
- Sülfürleştirici reaktifler
- Dağıtıcı reaktifler
- Koruyucu reaktifler
- P_H Kontrol Reaktifleri :

Selektif flotasyonda ortamın P_H 'ı değiştirilerek cevheri oluşturan mineraller sırayla kazanılabilmektedir. Karışık bir olay gibi görünen bu olay, aslında ortamdaki serbest H iyonu sayısının değiştirilmesinden ibarettir. Yani ortamın karakterini asidik veya bazik yapmaktır.

Formül olarak ifade edilen K;

$$[H^+].[OH^-] = K$$

20°C'deki şartlarda 10^{-14} olarak ölçülmüştür. Bu ifadenin değişik bir şekilde geliştirilmesiyle;

$$P_H = -\log[H^+] = \log \frac{1}{[H^+]} \text{ elde edilir.}$$

Saf su için pH değeri 7'dir. Yani ortam nötr karakterdedir. $pH < 7$ asit, $pH > 7$ oluşturma ise baz durumunu ifade eder. pH'ın en büyük değeri 14'dür. Flotasyon devrelerinde pH elektrometrik veya kolorimetrik yolla devrenin bir noktasından devamlı olarak ölçülür ve kontrol altında tutulur.

Mineralin yüzdürülme özelliklerine göre asidik veya bazik ortamda çalışmak gerekir. Bunun için de pH azaltılır veya çoğaltılır. pH'ı düşürmede sülfürik asit, yükseltmede ise genellikle sodyum hidroksit veya kalsiyum hidroksit kullanılır.

Bir pH faktörü ile kullanılan kolektör arasında yakın bir ilgi vardır. Bu ilgi pH kademeleriyle kolektör konsantrasyonunu sınırlamaktadır. Belirli bir pH kademesi için belirli bir kolektör konsantrasyonuna ihtiyaç vardır. Demek ki, istenilen bir pH kademesi için belirli konsantrasyonda kolektör (veya tersi pH için) kullanıldığında pH değeri değişir. Bu durum gözönünde tutularak daima pH değerine fazla tesir etmeyecek bir kolektör seçmek gerekmektedir.

Bastırıcı Reaktifler :

Birbirine benzeyen minerallerin selektif flotasyonunda, bu minerallerden birinin köpükte toplanmasına engel olmak ve bunun dipte kalmasını sağlamak için bastırıcı reaktifler kullanılır. Bu gibi reaktifler istenilen minerali bastırır ve yüzmesine engel olur. Bu iş için kullanılan reaktiflerin hepsi de inorganik maddelerdir. Bastırıcı reaktifler istenilen mineral yüzeylerinde değişiklik meydana getirerek bu mineralleri kolektör reaktifinin etkisinden kurtarırlar.

Baz-metal flotasyonunda cevherdeki pirit, kireç ilave etmek suretiyle bastırılır. İlave edilen kireç miktarına dikkat etmek gerekir, fazla miktarda kireç diğer sülfür mineralleri de (örneğin galeni) bastırabilir.

Canlandırıcı Reaktifler :

Flotasyon problemlerinin birçoğunda kullanılan kolektörler bazı minerallerin yüzeyini değiştiremezler. Ayrıca bastırıcı reaktifin etkisi altında kalmış olan mineralleri de kolektör tek başına yüzdüremez. Bu gibi minerallerin flotasyonunu sağlamak için bunları canlandırmak, kolektörün etkisi altında kalıp köpüğe yapışacak

bir duruma sokmak gerekir. Bu iş için canlandırıcı reaktifler kullanılır. Burada da ilave edilen reaktif mineralin yüzey özelliklerini değiştirir ve kolektör iyonlarının minerale yapışmasını sağlar.

Sülfürleştiren Reaktifler :

Oksitli metal mineralleri veya oksitlenmiş sülfür mineralleri normal sülfür mineralleri için kullandığımız kollektörlerle flote edilebilirler. Ancak kolektörün bu gibi minerallere etki edebilmesi için mineral yüzeyini sülfürleştirmek gerekir. Bunu da sülfürleştiren reaktif kullanmakla sağlayabiliriz. Bu reaktif yardımıyla mineral yüzeyi kendisine karşılık gelen sülfür mineral yüzeyinin aynısı olur ve aynı flotasyon özelliklerini kazanır. Bu olaya en önemli örnek kurşun karbonatının flotasyonudur.

Sülfürleştiren reaktiflerden en çok kullanılanı sodyum sülfürdür (Na_2S). Bu reaktifin diğer özellikleri de gözönünde tutulmalıdır. Sodyum sülfür kuvvetli bir bazdır ve dağıtıcı bir reaktiftir. Fakat fazla miktarda kullanılırsa flotasyona tamamiyle engel olabilir.

Dağıtıcı Reaktifler :

Bir flotasyon işleminin başarı ile sonuçlanması için yüzdürülecek mineralin flokülasyonu ve gangın da dispersiyonu sağlanmalıdır. Flokülasyon halinde birçok mineral taneleri salkım gibi birbirine yapışırlar; dispersiyon halinde her bir mineral tanesi tek başınadır. Genellikle ıslanmaz yüzeyli polar olmayan taneler salkımlaşırlar. Islanan yüzeyli polar taneler ise dispersiyon halinde bulunurlar. Bu bakımdan da flotasyon ile flokülasyon arasında bir benzerlik vardır. Bir flotasyon işleminde salkımlaşan taneler yüzer, dağılan taneler de dibe

çöker. O halde gang minerallerinin köpükte toplanmaması için bu minerallere etki edecek dağıtıcı reaktifler kullanmak gerekir.

Kolloid kimyası uzmanlarına göre, dispersiyon halindeki zerrelerin üzerine adsorbe olmuş aynı cins iyonlarla kaplıdır. Bu iyonların elektro-statik yükleri dolayısıyla zerreler birbirlerini iterler ve dağılmış bir durumda kalırlar. Bazı elektrolitler bu yükleri nötralize eder ve sonuçta flokülasyon oluşur.

Genellikle cevherlerin pülplerinde meydana gelen şlam çok ince zerreler halinde silikat gibi gang mineral-leridir. Bunlar değerli mineral tanelerinin üstünü kapladıkları zaman flotasyona tamamen engel olurlar. Bu durumu ortadan kaldırmak için bu silikat zerrelerini dağıtmak gerekir. İşte bu durum da dağıtıcı reaktiflerle sağlanır. Dağıtıcı reaktif bu gibi zerrelere gerekli iyonları sağlar. Böylece bu silikat zerreleri hem birbirlerine yapışmazlar, hem de mineral tanelerinin üstünü kaplamazlar.

En çok kullanılan dağıtıcı reaktif sodyum silikat-tır. Bu reaktif kullanıldığı zaman, bunun baz etkisi dikkatle kontrol edilmelidir. Sodyum sülfür, sitrik asit, tanik asit gibi daha başka dağıtıcı reaktifler de vardır.

- Koruyucu Reaktifler :

Bunların görevi flotasyon olayına engel olan unsurları zararsız hale getirmektir. Flotasyona engel olan unsurlar "flotasyon zehirleri", ya cevherle birlikte devreye girmekte veya kullanılan suda doğal olarak bulunmaktadır. Flotasyon sularında genellikle humin asiti vardır ki bu asit, bitki köklerinin ürettiği bir madde olup flotasyon olayına engel olmaktadır. Ayrıca çok ince çamur

zerreleri ortama girdiğinde, bu çamur kolektörün görevini yapmasına engel olmaktadır. Çamur zerreleri mineral taneciklerinin yüzünü kapladığından kolektörler görevlerini yapamamaktadır. Alüminyum tuzları ise flotasyona durdurucu etki gösterirler. Koruyuculardan istenen, bu durumlardan herbirine yerine göre engel olmaktır.

Alkaliler bu problemlere karşı kullanılır. Su camı, çamur bastırıcı ve iyi bir koruyucudur. Çamur bastırmada kullanılan koruyucuların iyonları, çamur zerrelerrinin elektrik yüküyle zıt işaretle olduklarından, bu eriyikler devreye girince, çamur zerrelerine yapışmakta ve ufak yumaklar halinde çökmektedirler. Bu şekilde faydalı mineral tanecikleri de serbest kalır.

7.2.5. Reaktif Miktarı :

Flotasyonda kullanılan reaktif miktarları kesin bir kurala bağlı değildir. Bu miktarlar cevherden cevhere büyük değişiklikler gösterir. Aşağıdaki cetvel bu konuda bir fikir verebilir :

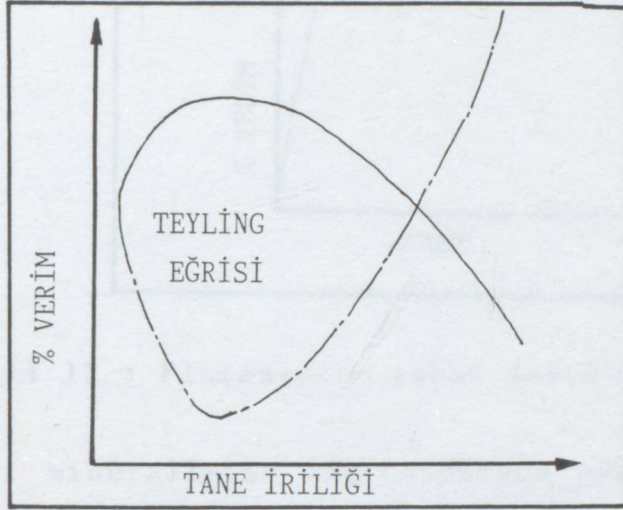
1 ton cevherde,Kg.

Köpürtücüler	0,0125 - 0,125
Kolektörler	0,025 - 1,25
Hidrokarbon yağları	0,5 - 2,5
pH reaktifleri	0,25 - 5,0
Canlandırıcı reaktifler	0,25 - 1,0
Bastırıcı reaktifler	0,025 - 0,5

Bu konuda bilinmesi gereken bir genel kural da şudur : Belirli bir miktarda bir reaktif flotasyonda faydalı sonuç veriyorsa, bu reaktif ancak belirli bir miktarda ilave edildiği zaman en verimli sonucu sağlar(10).

- Flotasyonda Zaman ve Tane İriliğinin Rolü :

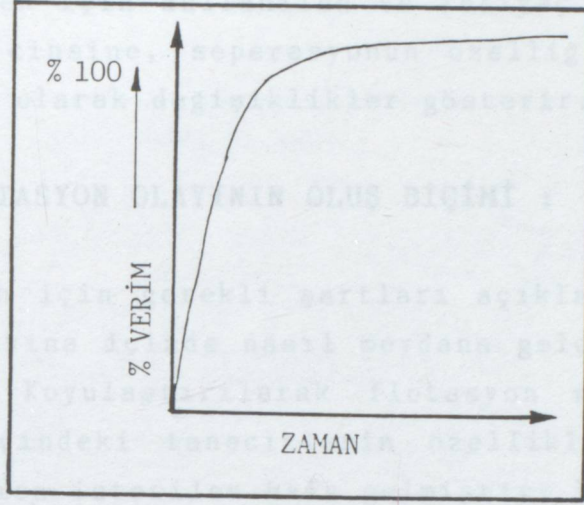
Şekil 11'de tane iriliği ile verim arasındaki bağıntı açık olarak görülmektedir (9).



Şekil 11 : Flotasyonda tane iriliği ile verim bağlantısı.

Şeklin incelenmesinde görüleceği gibi, orta irilikteki taneler çok ince tanelerden daha iyi yüzebilmektedir. Fakat çok ince tane ile çalışılmaya mecbur kalındığı zaman flotasyon süresini arttırmak gerekmektedir. Bunu sağlamak için kademeli flotasyon yöntemi tercih edilerek zaman uzatılır. Her bir taneciğin devrede kalması daha da arttırılır ve böylece de zenginleştirme sağlanır.

Şekil 12'de ise, zaman faktörünün tesiri ile artık-teyling değişmesi arasındaki bağıntı gösterilmiştir (9).



Şekil 12 : Flotasyonda zaman faktörünün etkisi.

Ağır minerallerin flotasyonunda yüksek verim için tane iriliğinin 200 mesh'den küçük olması gereklidir. Hafif metallerin tane irilikleri daha büyük olabilmektedir.

Genellikle metallerde tane iriliği % 60-65, -200 mesh olmaktadır.

- Koyulaştırma ve Koyulaştırma Zamanı :

Pülp flotasyon safhasına girmeden önce bir koyulaştırma işlemine tabi tutulur. Bu işlem ortamdaki katı yüzdesini arttırmak ve pülpü istenilen özelliğe getirmek için yapılır.

Doğrudan doğruya mekanik bir karıştırma ve reaktif ilâvesidir. Cevheri istenilen özelliğe getirmek için cevher karakterine göre bu karıştırmanın bir süresi olması gerekir. Bu süre laboratuvar deneyleriyle tayin edilir.

Makinalardaki flotasyon süresi, doğrudan doğruya cevheri yüzdürmek için kullanılan ve ihtiyaç duyulan zamandır. Cevher cinsine, seperasyonun özelliğine ve tane iriliğine bağlı olarak değişiklikler gösterir.

7.3. FLOTASYON OLAYININ OLUŞ BIÇIMI :

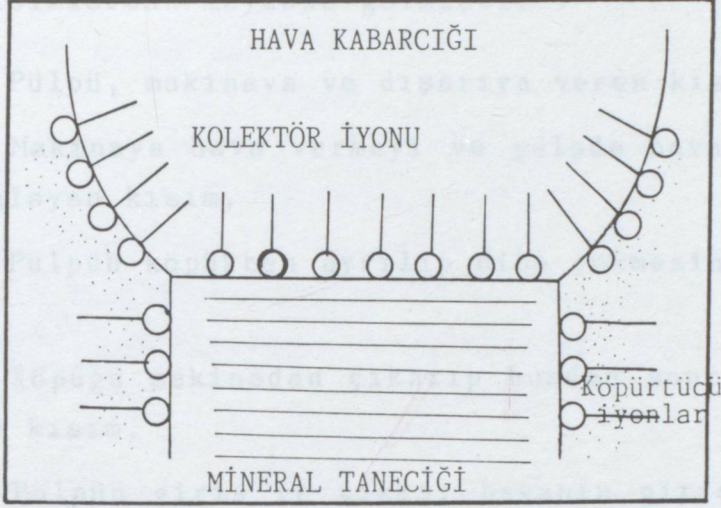
Flotasyon için gerekli şartları açıkladıktan sonra bu olayın makina içinde nasıl meydana geldiğini açıklamak gerekir. Koyulaştırılarak flotasyon makinalarına verilen pülp içindeki taneciklerin özellikleri tamamen olmasa bile kısmen istenilen hale gelmiştir. Bir kısmının yüzeyi koyulaştırma süresince değişmiş, bir kısmının ise makina içindeki reaktifli ortamda hemen değişecektir. Bu şekilde kolektörlerle kaplanmış ve hidrofob özellik kazanmış bir mineral taneciği, etrafından geçen hava kabarcığına yapışarak su yüzeyine çıkar veya bu kabarcık daha su yüzeyine çıkmadan patlar ve taşıdığı mineral taneciğini bırakır. Bu olay sırasında istenmeyen mineral veya gang parçacıkları da su yüzeyine taşınabilir.

Patlayıcı bir kabarcığın bıraktığı tanecikler ortamda, makina içinde düşerken farklı şartlarla karşılaşır. Yani, kolektörle kuşatılmış bir tanecik, diğer hava kabarcıklarının yanından geçerken onlara yaklaşma isteği gösterirler ve sonuçta yeni bir kabarcık tarafından yakalanıp su yüzeyine taşınırlar.

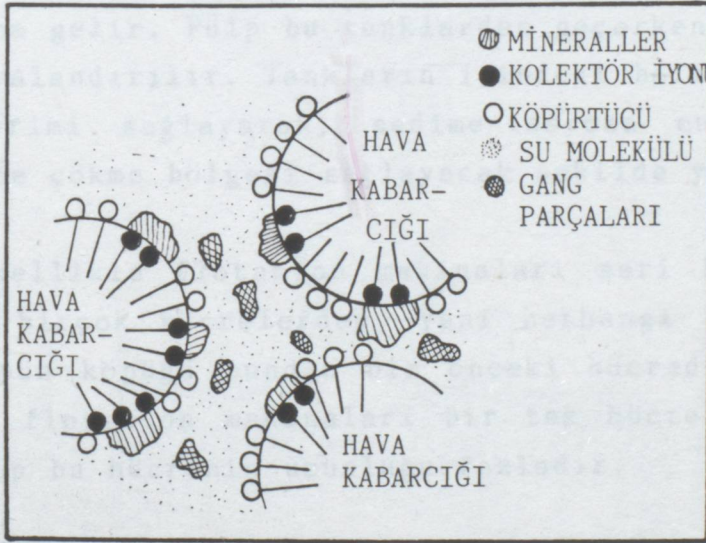
Bir gang veya kabarcıkla birleşmeyen mineral taneciği ise dibe çöker. Bu şekilde olayın devam etmesi sonucunda su yüzeyinde cevherce bir zenginleştirme meydana gelir. Su yüzeyindeki bu köpük konsantredir.

Köpüğün belirli bir kalınlığı vardır ve köpükte aşağıdan yukarıya doğru bir tenör artışı görülür.

Aşağıdaki şekillerde yüzen bir tanenin genel durumu ile flotasyon olayının oluş şekli şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 13 : Yüzen bir tanenin genel durumu.



Şekil 14 : Flotasyon olayının oluş şekli.

7.4. FLOTASYON MAKİNALARI :

Flotasyon makinaları veya flotasyon hücreleri başlıca şu kısımlardan meydana gelmiştir :

1. Pülpü, makinaya ve dışarıya veren kısım,
2. Makinaya hava vermeyi ve pülpde havanın dağılmasını sağlayan kısım,
3. Pülpün köpükten ayrılıp dibe çökmesini sağlayan kısım,
4. Köpüğü makinadan çıkarıp bundan sonraki safhaya taşıyan kısım,
5. Pülpün giriş ve çıkış, havanın giriş ve dağılıp hızları ve pülp seviyesini ayarlama tertibatı.

Buna göre, bir flotasyon makinası değişik tanklardan meydana gelir. Pülp bu tanklardan geçerken karıştırılır ve havalandırılır. Tankların içindeki bölmeler, istenilen çevrimi sağlayarak, sedimentasyona engel olacak ve bir dibe çökme bölgesi sağlayacak şekilde yapılmıştır.

Genellikle flotasyon makinaları seri halinde tasarlanmış birçok hücrelerden, yani herhangi bir hücreye giren pülpün köpüğü bundan bir önceki hücreden alınmıştır. Bazı flotasyon makinaları bir tek hücreden meydana gelmiş olup bu hücrenin uzunluğu fazladır.

Havanın makinaya giriş biçimine göre flotasyon makinaları dört tipte olurlar :

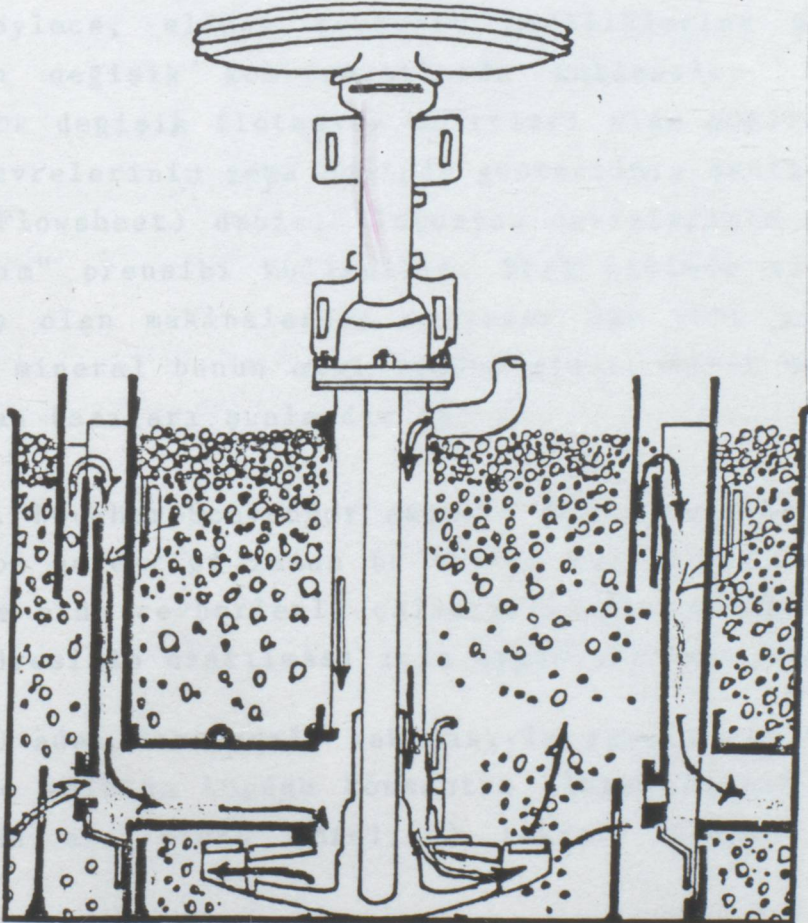
1. Ajitasyon makinaları : Bu tip makinalarda bir pervanenin dönmesi ile meydana gelen girdap havayı içeri çeker ve pülp dağıtır.

2. Alttan Aerasyon makinaları : Bu tip makinalarda dönen bir pervanenin alt tarafında meydana gelen boşluğun etkisi ile emme hava içeri girer. Pervane mili genellikle hava borusunun ortasındadır. Bazı makinalarda hava basınçla içeri verilir.

3. Kaskat makinaları : Bu tip makinalarda pülpişelale tarzında dökülerek hava ile karışır.

4. Pnömatik makinalar : Bu tip makinalarda ise bir boru ile pülpe basınçlı hava verilir, bunların pervanesi yoktur.

Bu dört belirli hava verme yönteminden bir kaçınıbirden kullanan makinalar da vardır. Şekil 15'de Denver tipi köpük flotasyonu kesiti verilmiştir (8).



Şekil 15 : Köpük flotasyonu (Denver tipi).

7.5. FLOTASYON DEVRELERİ :

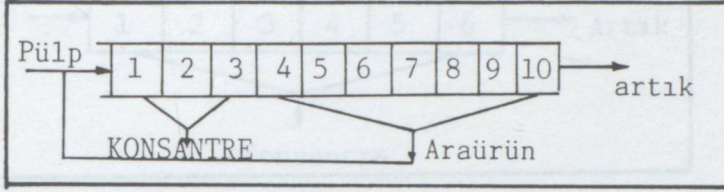
Diğer cevher hazırlama yöntemlerinde olduğu gibi, flotasyon da tek kademeli bir kontrasyon işlemi yeterli miktarda yüksek tenörlü bir konsantre ve değerli mineral içeriği asgariye düşürülmüş bir artık veremez. Bundan dolayı flotasyon işlemleri birkaç kademede yapılır. Bu kademeler şunlardır : Kaba flotasyon, cevherdeki değerli mineralin mümkün olduğu kadar fazlasını (mümkünse hepsini) fakat aynı zamanda başka maddeleri de bir konsantrede toplamak; birinci kademede elde edilen konsantrenin yeniden flote edilerek temizlenmesi; aynı şekilde konsantrenin ikinci defa temizlenmesi; konsantrenin temizlenmesinden arta kalan ara malların flote edilmesi; artıkların tekrar edilmesi.

Böylece, eldeki cevherin özelliklerine göre bu flotasyon değişik kombinezonlarla kullanılır. Sonuçta ise birçok değişik flotasyon devreleri elde edilir. Flotasyon devrelerinin şema halinde gösterilmiş şekline akım şeması (Flowsheet) denir. Flotasyon devrelerinin çoğunda "ters akım" prensibi kullanılır. Seri halinde birbirine bağlanmış olan makinalardan artıklar bir yöne gider ve kıymetli mineral bunun aksi yönüne gider. Tipik akım şemalarından bazıları şunlardır (9) :

1. Rougher-Scavenger akımı : Birkaç kademede kontrasyon gerektiği zaman bu tertip kullanılır. Bu, yavaş flote olan cevherlerle çalıştırıldığı zamanlar, flotasyon süresinin uzatılması için uygun bir tertiptir.

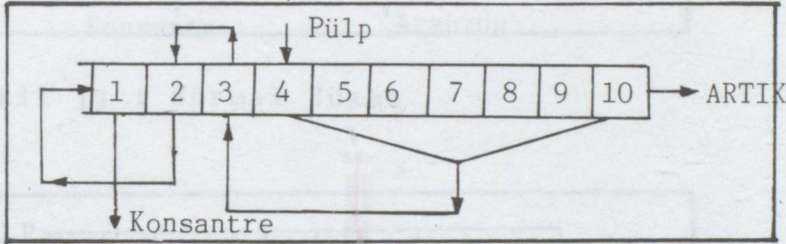
10 adet Fahrenwald makinasıyla yapılan bu tertipte ilk üç selülün köpüğü konsantre olarak alınır. Diğer 7 selülün ara ürünü (Midling) tekrar birinci selüle

verilir. Makinalardan iki cins ürün alınmaktadır. Çünkü tertip iki kademelidir.



Şekil 16 : Rafer Scavenger akımı.

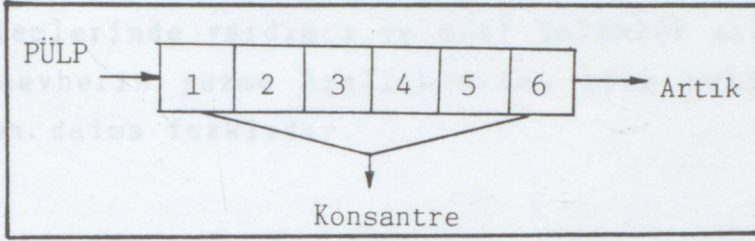
2. Rougher-Cleaner Akımı : Konsantre artığının yüksekliği önemli ise bu tip tertiple iyi sonuç alınır. Genellikle iki kademeli tertip kullanılır. Kolay yüzen cevherler için uygundur.



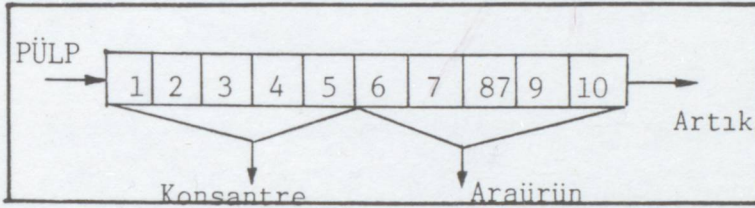
Şekil 17 : Rougher-Cleaner akımı.

Bu tip çalışmada da iki ürün alınır. Ürün birçok defa devrettirilerek konsantre artığının yüksekliği sağlanır.

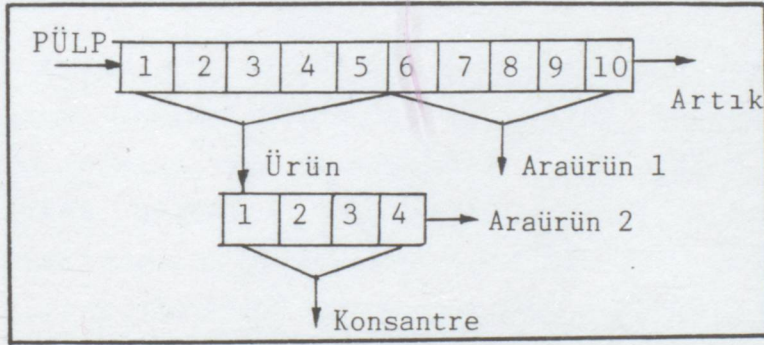
Belli başlı bu iki tertibin dışında cevher karakterine uygun olarak yüksek artıklı konsantreler elde etmek için basitten bileşiğe doğru birçok düzende yapılabilir.



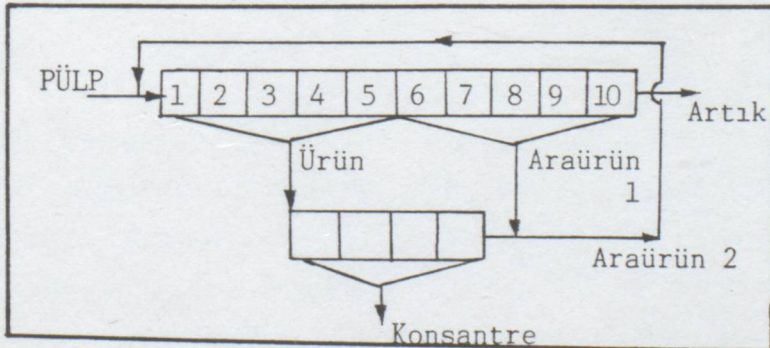
Şekil 18 : Basit düzen.



Şekil 19 : Normal düzen.



Şekil 20 : Beş kademeli düzen.



Şekil 21 : Altı kademeli düzen.

Bu devrelerin tamamında flotasyon makinası sayısını isabetli bir şekilde tesbit gerekir. Bütün flotasyon problemlerinde yardımcı ve özel işlemler aynı olduğu halde, cevherin yüzme özelliklerine göre kullanılan makina sayısı daima farklıdır.

Katı maddelerin mevcut yüzeylerinin büyütülmesi, tane boyutlarının küçülmesiyle gerçekleşir. Teknolojide bu işlemler "Kırma" ve "Öğütme" terimleri ile ifade edilir. Bu iki terim arasındaki tek fark kırma elde edilen ürünün, öğütmeye kıyasla daha iri olduğudur.

8.1.1. Kırma :

Kırma, katı bir maddenin mekanik kuvvetler vasıtasıyla daha küçük parçalara bölünmesi işlemidir. Herde homojen bir yapıya sahip olabilir ve, çoğunlukla yapılar birbiriyle ilişkili değildir, fakat katı maddelerden oluşmuş türlerde görülmektedir.

Kırma ile orijinal olarak elde edilmiş bir parça boyutunun altına inmek istediğimiz durumlarda belirli bir eylemle de mümkündür. Bunun yanı sıra heterojen maddelerde selektif bir kırma yaparak, kalıpla ayırma tekniklerinden faydalanarak, belirli birleşimlerin ayrılmasını gerçekleştirmek en uygun olan olarak görülmektedir. Kırma işlemi, kıymetli mineraller ile gang minerallerinin birbirinden ayrılması için yeterli bir boyutun altına inmek amacıyla uygulanır.

Katı bir parçaya uygulanmış kuvvet parçacıklar arasındaki kohezyon kuvvetini yenmek ve yeni yüzeylerin gerçekleştirilmesi için gereken enerjiyi karşılamak için bir iş yapar. "Kırma işi" için harcanan toplam işin % 10'undan fazla kısmı yüzey enerjilerindeki artışa çok çok düşüktür. (E 1).

8. MİNERALLERE UYGULANAN ÖN ve ARA İŞLEMLER

8.1. YÜZEY BÜYÜTME :

Katı maddelerin mevcut yüzeylerinin büyütülmesi, tane boyutlarının küçülmesiyle gerçekleşir. Teknolojide bu işlemler "kıрма" ve "öğütme" terimleri ile ifade edilirler. Bu iki terim arasındaki tek fark kırmada elde edilen ürünün, öğütmeye kıyasla daha iri oluşudur.

8.1.1. Kıрма :

Kırma, katı bir maddenin mekanik kuvvetler vasıtasıyla daha küçük parçalara bölünmesi işlemidir. Madde homojen bir yapıya sahip olabilirse de, çoğunlukla yapılan işlem birbirine bağlı, fakat katı maddelerden oluşmuş kütleler üzerinde olmaktadır.

Kırma ile erişilmek istenen amaç, belli bir parça boyutunun altına inmek fakat pekçok durumlarda belirli bir alt sınırı da aşmamaktır. Bunun yanısıra heterojen maddelerde selektif bir kırma yaparak, malzeme ayırma tekniklerinden faydalanarak, çeşitli birleşenlerin ayrımını gerçekleştirmek en uygun amaç olarak görülmektedir. Kırma işlemi, kıymetli mineraller ile gang minerallerinin birbirinden ayrılması için yeterli bir boyutun altına inmek amacıyla uygulanır.

Katı bir parçaya uygulanan kuvvet parçacıklar arasındaki kohezyon kuvvetini yenmek ve yeni yüzeylerin şekkölü ile artan yüzey enerjisini karşılamak için bir iş yapar. "Kırma işi" için harcanan toplam fiziksel güce karşı yüzey enerjisindeki artış çok çok küçüktür (% 1).

Gücün asıl büyük bölümü, şekil değiştirme ve sürtünme işleri için sarfedilir. Kırma randımanı bu açıdan teknikte % 0,1 mertebesini aşmamaktadır (11).

Teknolojide kırma işlemi "kaba kırma" ve "ince kırma" olarak iki kısımda incelenir. "Kaba kırma" yaklaşık 50 mm.üzerindeki boyutlarda ürün vermektedir. En küçük ürün boyutunun 5 mm.civarında bulunduğu kırma işlemleri "ince kırma" olarak tanımlanır.

En çok kullanılan kırıcılar "çeneli" ve "konik" kırıcılardır. Talk gibi yumuşak maddelerin kaba kırılmasında "çekiçli" kırıcılara daha fazla rastlanmaktadır.

8.1.2. Öğütme :

Üretilen parçacıkların en büyük boyutunun yaklaşık 5 mm'den daha az olduğu hallerdeki yüzey büyültme işlemine öğütme adı verilir. Her ne kadar teknik uygulamadan her durumda geçerli olacak bulgulara varılmamışsa da, ilk yaklaşım olarak 5-0,5 mm.boyutları kaba öğütme, 500-50 μ boyutları ince öğütme, 50-5 μ boyutları çok ince öğütme, $\leq 5 \mu$ boyutları kolloid öğütme şeklinde sınıflandırılabilir (11).

Öğütme işlemi, öğütülecek maddenin özelliklerine ve kullanılan değirmene bağlı olarak kuru, yaş veya hem kuru hem yaş olarak yapılmaktadır. Değirmenlerde öğütücü yüzeylerinin birbirine temasını ancak araya giren parçacıklar önlerler, aksi halde bu yüzeyler temas halindedirler.

Yapısal özellikleri açısından öğütücüler dört grupta toplanmaktadır.

- Aktarılan ortamla çalışan değirmenler;

1. Bilyalı değirmenler
2. Çubuklu değirmenler
3. Çakıllı değirmenler

- Sabit bir yörünge üzerinde yuvarlanan merdaneler

- Dönen diskler

- Sabit bir yüzey üzerine düşen tokmaklardır.

8.1.3. Tane Serbestleşmesi :

Cevher hazırlamadaki boyut küçültme (kıрма-öğütme) işlemlerinin önemli nedenlerinden biri cevheri oluşturan minerallerin birbirinden serbest hale getirilmesidir.

Zenginleştirme işlemleri öncesinde tam bir tane serbestleşmesine genel olarak ulaşılamaz. Kuramsal olarak, tam bir serbestleşme ancak tane boyutunun çok fazla küçültülmesi ile olası olacağından hem ekonomik hem de teknolojik açıdan sakıncalıdır. Bu yüzden zenginleştirme öncesinde ekonomik bir serbestleşme derecesinin sağlanması yeterli olmaktadır. Ekonomik serbestleşme derecesi; cevherin değerli metal yüzdesine, metalin birim değerine, cevher içindeki mineral fazlarının büyüklüğüne ve zenginleştirme derecesinin kapasitesine bağlıdır. Metal yüzdesi fazla olan ve iri boyutlu mineral fazlarından oluşan cevherlerde, tama yakın serbestleşme elde edilebildiği halde, metal yüzdesi düşük ve küçük boyutlu mineral fazlarından oluşan cevherlerde, % 75-80'in civarında serbestleşme derecesi, ekonomik bir zenginleştirme için yeterlidir.

Flotasyon yönteminde, bağlı tanedeki mineral miktarları değil, tane yüzeyindeki mineralin cinsi önemli olmaktadır. Çok sayıda bağlı tane üzerinde yapılan incelemeler, bunların genel olarak birbirine benzediğini ve birkaç sınıfta toplanabileceğini göstermiştir :

a) Mineral faz boyutlarının tane büyüklüğünden daha iri olması hali : Bu tür taneler özgül ağırlık farkına göre zenginleştirme ve flotasyonda genelde ara üründe bulunurlar.

b) Bir mineralin diğeri içinde ince dağılımlı olarak bulunması halinde : Mineral miktarına bağlı olarak, özgül ağırlık farkı ile zenginleştirmede ve flotasyonda artık veya ara üründe bulunurlar.

c) Bir mineralin ince bir kabuk şeklinde, diğeri-
inin etrafını kaplaması hali : Bu tür taneler, flotasyon ve manyetik zenginleştirmede yüzeyi kaplayan mineralin, gravite yönteminde ise miktarı çok olan mineralin davranışına yakın bir durum gösterirler.

d) Bir mineralin diğeri içinde levhalar halinde bulunması hali : Bu taneler flotasyon ve gravite zenginleştirmesinde, minerallerin miktarlarına bağlı olarak, konsantre, artık ve ara ürüne geçebilirler.

e) Bir mineralin diğeri yüzeyinde küçük bir parça halinde bulunması hali : Bu tür taneler, flotasyon ve gravite zenginleştirmesinde, miktarı çok olan mineralin, manyetik ayırmada ise her iki mineralin özelliklerine göre davranırlar.

f) Bir mineralin diğ erinin içinde bulunması hali: Bu tür bağı lı taneler, tüm zenginleştirme yöntemlerinde dış taki mineralin özelliğ ine göre davranırlar.

g) Bir mineralin iç iç e olması hali : Bu tür taneler dış taki mineralin özelliğ ine göre davranırlar. Boyut küçültme ile serbest hale getirilmeleri güçtür.

Serbestleşme boyutu iki deneysel yöntemle saptanır :

1. Zenginleştirme Yöntemi : Cevherden alınan numuneler, değ iş ik boyutlara indirilerek, her numune ile zenginleştirme deneyleri yapılır. Bu yöntem, özellikle özgül ağırlık farkına göre zenginleştirme iş lemleri için geçerli olmaktadır.

2. Tane Sayımı Yöntemi : Bu yöntem ile farklı boyutlardaki cevher numunelerinin serbestleşme dereceleri bulunup, en uygun serbestleşme derecesini veren boyut saptanır. Tane sayımı, cevherin boyutuna bağı lı olarak çıplak gözle insan tarafından veya otomatik olarak optik mikroskopla ve X-ışınları mikro analiz yöntemi ile yapılabilmektedir.

8.2. MALZEME AYIRIMI :

8.2.1. Katı Maddelerin Ayırımı :

Kırma ve öğütme iş lemleri homojen maddelerde sadece yüzey büyütme (veya boyut küçültme) maksadıyla, heterojen maddelerde ise minerallerin serbestleşmesi ve buna bağı lı yüzey büyütme amacıyla yapılmalarına rağmen bu iş lemler sonunda teşekkül eden ürün en azından fiziksel yapı, çoğunlukla hem fiziksel yapı hem de bileşim açısin-

dan karışık bir görünüştedir. Belli boyutlardan veya belli minerallerin diğerlerinden ayrılması her yüzey büyütme işleminden sonra gerekli bir çalışmadır.

8.2.2. Eleme ve Klasifikasyon (Sınıflandırma) :

Kırma ve kuru öğütme sonucu meydana gelmiş olan inhomojen katı karışık veya yaş boyut küçültme işleminden gelen inhomojen katı parçalar su karışımından katı maddelerin cins ve/veya boyutlarına göre ayrılma ve sınıflandırılması eleme ve klasifikasyon işlemlerinin temel konusudur. İnhomojen maddelerin bilhassa sertlik farkları yüzünden boyut küçültme işlemlerinden çıkışta farklı tane büyüklüklerinde konsantre olabilmeleri ayırım imkanının esas nedenini belirtir.

Eleme :

Eleme ile elek altı ve elek üstü olmak üzere iki ürün elde edilir. Bu işlem kırma işlemlerinde iri parçaları ayırarak devreye geri göndermek, ince parçaları ayırarak daha fazla ufalanmalarına meydan vermemek gibi ara veya belli boyut sınırları arasında kalındığını saptadığı gibi belli hedeflere yöneltir.

Eleme ile bir ayırımın gerçekleşebilmesi için tanelerin birbirinden serbest halde olmaları fakat mekanik hareketlerle birleşip topaklanmamaları şartı aranır. Tanelerin serbest halde olmaları kıymetli mineral ile gang arasında mevcut sertlik, kırılgenlik gibi fiziksel özelliklere bağlı olup, kırma ve öğütmenin hangi mertebede yapılmasını belirler.

Endüstriyel elekler elemanın yapıldığı yüzeyin sabit veya hareketli olmasına göre iki ana bölüme ayrılırlar. Bunlar; sabit elekler ve hareketli eleklerdir.

Eleme aynı zamanda önemli bir laboratuvar tekniğidir. Verilen bir numunedeki çeşitli boyutlardaki malzemenin relatif miktarlarının ölçülmesi (elek analizi) uygulanacak öğütme mertebesinin saptanmasını sağlar. Bu sebepten elekler belli bir standartlara göre belirlenmiştir. Birim alan başına (inch veya mm²) mevcut delik adedine göre mesh numarasıyla elek açıklıklarını İngiliz, Amerikan ve Alman standartlarına göre belirten değerlerdir.

Klasifikasyon :

Klasifikasyonun temel görevi malzemenin parça boyutlarına göre ayrılması ve sınıflandırılmasıdır. Bu ayırım parçaların hava, su veya diğer akışkanlar içerisindeki çökme hızının etkisiyle gerçekleşir.

Boşlukta serbest düşen bir cismin hızı doğrudan yer çekimi ivmesi ve düşüş yüksekliği ile belirlenmektedir. Buna karşılık akışkan bir ortam içerisinde düşme halinde ise düşüş hızı cisim ile akışkan ortamın özgül ağırlığına bağlı olarak farklıdır. Bu hızı etkileyen bir diğer faktör, düşen cismin strüktürü ve şekli olduğu gibi akışkan ortamın viskozitesinin de etkisinin bulunduğu açıktır. Bu etkiler şu şekildedir.

- Aynı şekil ve boyuttaki parçalardan özgül ağırlığı yüksek olanı daha çabuk düşer.

- Verilen bir akışkan ortamda şekil ve özgül ağırlıkları aynı olan parçalardan irisi incesine nazaran daha çabuk düşer.

9. MANYETİK ÖZELLİKLERE GÖRE AYIRIM

Mıknatıslar vasıtasıyla özellikle demir, nikel gibi metaller ile bilhassa manyetit minerali (Fe_3O_4) manyetik olmayan diğer maddelerle olan karışımlarından kolayca ayrılabilir. Yukarıda bahsedilenler dışında tabii ve yapay pek çok madde manyetik alan şiddetine bağlı olarak mıknatıslarca çekilebilmektedirler. Bu gruba yeterli miktarda Fe, Ni, Co, Ce, Ti ihtiva eden pek çok madde dahildir. Genellikle oksitli bileşikler sülfürlüğe nazaran mıknatıslarca daha kolay çekilirler. Sülfürlü mineraller arasında Pirotin Fe_7S_8 manyetik özelliğinin yüksek oluşu ile dikkati çeker.

Mıknatıs tarafından çekilebilme kabiliyetlerine göre mineraller arasında bir sıralama yapılacak olursa, Fe=100 bazına göre, manyetik olan mineraller 40 ilâ 20 relatif değerlerine sahiptir. Manyetit FeO , Fe_2O_3 , İlmenit $(\text{Fe},\text{Ti})_2\text{O}_3$, Franklinit Zn, MnO, Fe_2O_3 bu gruba dahildirler. Zayıf manyetik olan mineraller de relatif değer 7'den 0,4 civarına kadar düşmektedir ki, Pirotin Fe_7S_8 , Siderit FeCO_3 , Hematit Fe_2O_3 , Piroluzit MnO_2 ve Wolframit $(\text{Fe},\text{Mn})\text{O}$, WO_3 bu grubun temsilcileridir. Relatif değerleri 0,4 veya altındakiler manyetik olmayan maddeleri belirler ki, minerallerin büyük çoğunluğu bu gruba dahildir (12).

Bu arada işaret etmek gerekir ki tabiattaki minerallerin pek çoğu değişken bileşimdedir. Örneğin İlmenit içindeki Ti/Fe oranı sabit değildir, veya Wolframit içindeki Mn/Fe oranı değişebilmektedir. Bu sebepten aynı mineralin manyetik özellikleri de değişik olabilmektedir.

Manyetik özelliklerine göre katı-katı ayırımına uygulanabilmesi için maddelerin relatif değerlilikleri arasında yeterli bir farkın bulunması şarttır. Diğer yandan ayırımın selektivitesi katı parçacıkların serbestleşme derecelerinin doğrudan fonksiyonudur.

Manyetik özelliklerine göre ayırımın metalurjideki en geniş uygulaması demir cevherlerinin zenginleştirilmesi yanısıra manyetleyici kavurma gibi ön ve direkt redüksiyon uygulanabilir.

Teknolojik uygulamada önemli olan husus ayrılacak parçanın manyete yapışarak karışımdan uzaklaştırılması ve anında parçanın yapıştığı manyetten kurtarılmasıdır. Bu açıdan çalışma sürekli değildir. Çalışmayı sürekli yapabilmek için manyetik akımın şiddetinin değişmesini sağlamak yeterlidir. Sabit kutuplar etrafında dönen manyetler bu sebepten en çok kullanılan tiplerdir. Tiplerin gruplandırılması kuvvetli, orta veya zayıf manyetik alanla çalışıldığına göre veya kuru-yaş işlem uygulanmasına göre yapılmaktadır.

Manyetik ayırmada en çok kullanılan manyetler "Trommel tipi" bir yapıya sahiptir.

Bunun dışında kaldıran, bant tipi, sürekli bant tipi sıvı içerisinden geçen tip ve çeşitli diğer kombinasyonlarda mıknatıslı cihazlar kullanılmaktadır.

BİLEŞEN ADI

K MİKTAR

H₂O

29.96

SiO₂

16.79

Fe₂O₃

5.96

Al₂O₃

0.72

Cr₂O₃

0.473

BİLEŞİK ADI

% MİKTAR

10. DENEYSEL ÇALIŞMALAR ve SONUÇLAR

10.1. DENEMELERDE KULLANILAN TALK NUMUNELERİNİN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ :

Yapılan bu tez çalışmasında, Kütahya Karagöz Ocağı'ndan gelen talk, içinde bulundurduğu safsızlıklardan temizlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla değişik parametrelerde flotasyon denemeleri yapılarak en iyi temizleme ortamı tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunun yanında diğer bir temizleme metodu olan manyetik ayırma çalışmaları yapılmıştır. Yine bu çalışma da, Kütahya talkına orana çok temiz olan Sivas talkı da ayrıca incelenmiştir.

Tuvenan talk numuneleri üzerinde kimyasal analizler yapılmıştır. Aynı numuneler üzerinde yapılan minerolojik incelemeler ve x-ışınları difraksiyon analizleri sonucu ile talkın minerolojik yapısı belirlenmiş ve talk ile beraber oluşan gang mineralleri de tespit edilmiştir.

10.1.1. Numunelerin Kimyasal Özellikleri :

Denemelerde kullanılan talk numunelerinin tam kimyasal analizleri tablo 11-12'de verilmektedir.

Tablo 11 : Kütahya Talk Numunesinin Tam Kimyasal Analizi.

BİLEŞİK ADI	% MİKTAR
MgO	29.96
SiO ₂	58.78
Fe ₂ O ₃	5.96
Al ₂ O ₃	0.72
Cr ₂ O ₃	0.475

BİLEŞİK ADI	% MİKTAR
CaO	0.11
TiO ₂	0.02
Mn ₂ O ₃	0.047
K.K.(Kızdırma Kaybı)	3.928
Nem	-

Tablo 12 : Sivas Talk Numunesinin Tam Kimyasal Analizi.

BİLEŞİK ADI	% MİKTAR
MgO	32.56
SiO ₂	63.08
Fe ₂ O ₃	0.58
Al ₂ O ₃	0.00
Cr ₂ O ₃	0.00
CaO	0.09
TiO ₂	0.01
Mn ₂ O ₃	0.008
K.K.	3.672
Nem	-

Kimyasal analizlerin yapılışı Ek 2'de anlatılmıştır.

10.1.2. Numunelerin Minerolojik Özellikleri :

Numunelerin minerolojik özelliklerini belirlemek için x-ışınları difraksiyon analizleri ve mikroskop altında incelemeler yapılmıştır.

- X-Işınları Difraksiyon Analizi :

X-ışınları difraksiyon analizi her minerale özgü olan atomlar arasındaki mesafeden yararlanarak oluşan

pikler sonucunda mineralleri tanımamızı sağlamaktadır.
Çalışma Şartları :

Cu(Ni)k α filtre

40 Kv, 20mA

$\lambda = 1,54$ (dalga boyu)

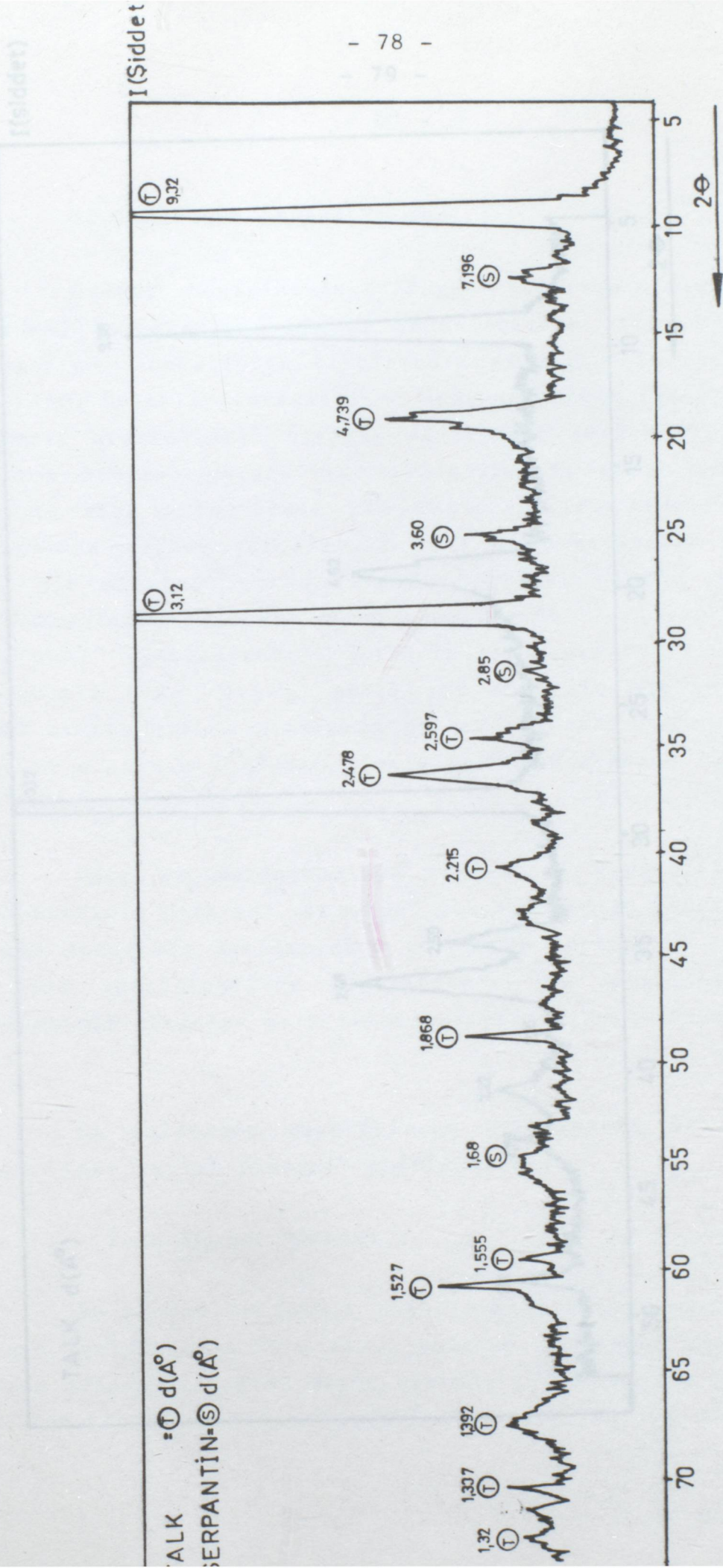
$2\theta = 1^\circ/1$ dak.

X-ışınları difraksiyon analizleri yukarıdaki çalışma şartlarında yapılmıştır. Kütahya talkının x-ışınları difraksiyon sonucuna göre elde edilen Şekil 22'deki grafiğe bakıldığında, talk piklerinin yanısıra serpantin pikleri de görülmektedir. Aynı zamanda grafikte pikler 2θ ekseninin çok üstünde çıkmıştır. Piklerin 2θ ekseninin üstünde çıkması manyetit varlığını göstermektedir. Çünkü Cu filtrenin demiri absorblamış olması da piklerin yukarıda oluşmasına neden olmuştur.

Sivas talkının x-ışınları difraksiyon sonucuna göre elde edilen Şekil 23'deki grafiğe bakıldığında ise, elimizdeki örneğin tamamen talk olduğunu görmekteyiz. Fakat numuneye mikroskopla bakıldığında ve toz halinde iken elle ezildiğinde kuvars varlığı görülmektedir.

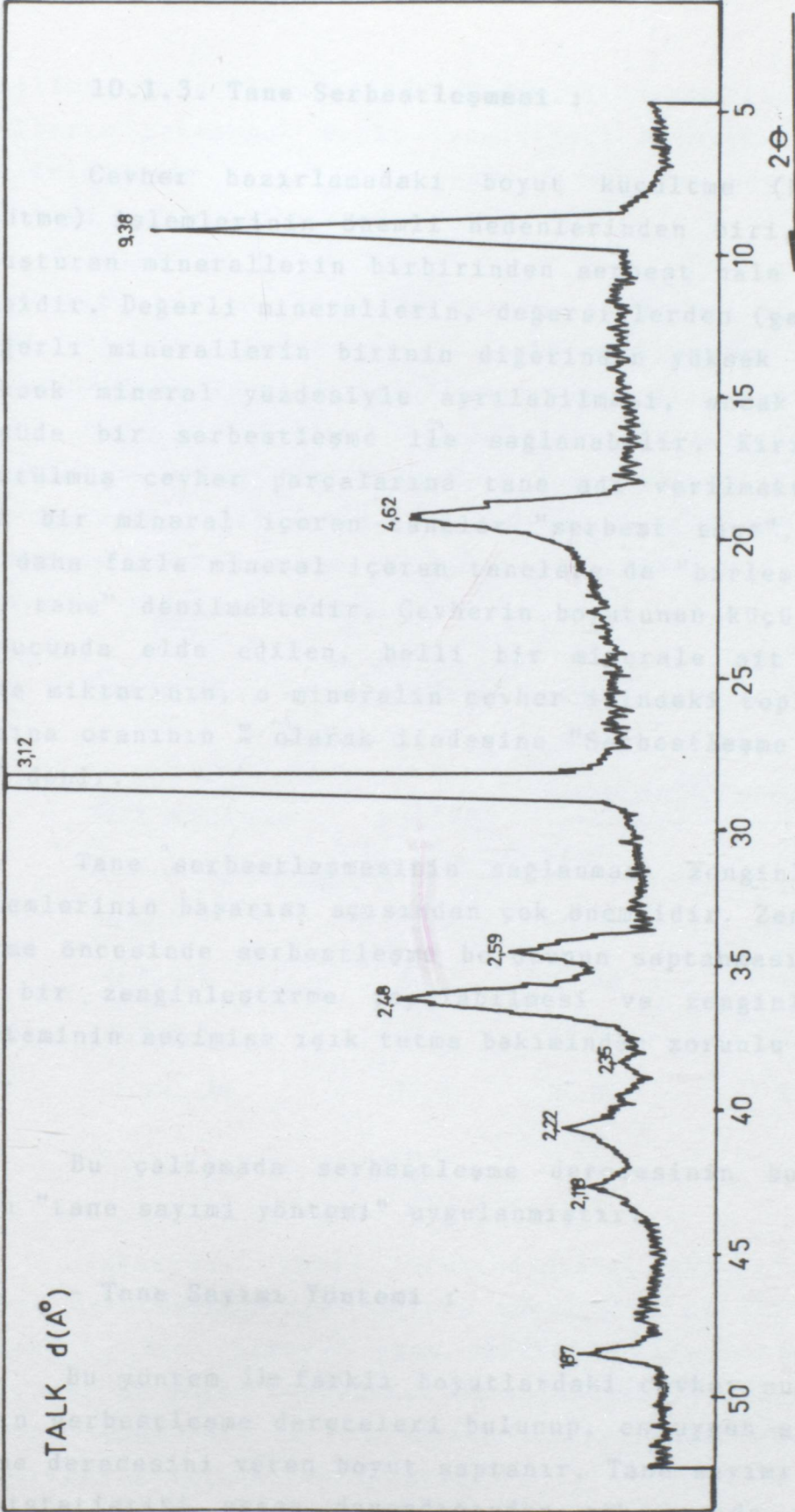
Kütahya talkı mikroskopta incelendiğinde ise; kuvars ve kromit varlığı tespit edilmiştir. Yukarıda yaptığımız incelemelerin sonucunda Kütahya talkının aşağıdaki minerallerden oluştuğu anlaşılmıştır :

Talk	$H_2Mg_3(SiO_3)_4$
Serpantin	$Mg_6Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$
Kuvars	SiO_2
Manyetit	$FeO \cdot Fe_2O_3$
Kromit	$FeO \cdot Cr_2O_3$



Şekil 22 : Kütahya talkı x-ışınları difraksiyon analiz grafiği.

I (şiddet)



Şekil 23 : Sivas talkı x-ışınları difraksiyon analiz grafiği.

10.1.3. Tane Serbestleşmesi :

Cevher hazırlamadaki boyut küçültme (kıрма ve öğütme) işlemlerinin önemli nedenlerinden biri, cevheri oluşturan minerallerin birbirinden serbest hale getirilmesidir. Değerli minerallerin, değersizlerden (gang) veya değerli minerallerin birinin diğerinden yüksek verim ve yüksek mineral yüzdesiyle ayrılabilmesi, ancak yeterli ölçüde bir serbestleşme ile sağlanabilir. Kırılmış ve öğütülmüş cevher parçalarına tane adı verilmekte olup, tek bir mineral içeren taneler "serbest tane", iki ya da daha fazla mineral içeren tanelere de "birleşik (bağlı) tane" denilmektedir. Cevherin boyutunun küçültülmesi sonucunda elde edilen, belli bir minerale ait serbest tane miktarının, o mineralin cevher içindeki toplam miktarına oranının % olarak ifadesine "Serbestleşme Derecesi" denir.

Tane serbestleşmesinin sağlanması zenginleştirme işlemlerinin başarısı açısından çok önemlidir. Zenginleştirme öncesinde serbestleşme boyutunun saptanması verimli bir zenginleştirme yapılabilmesi ve zenginleştirme yönteminin seçimine ışık tutma bakımından zorunlu omaktadır.

Bu çalışmada serbestleşme derecesinin bulunması için "tane sayımı yöntemi" uygulanmıştır.

- Tane Sayımı Yöntemi :

Bu yöntem ile farklı boyutlardaki cevher numunelerinin serbestleşme dereceleri bulunup, en uygun serbestleşme derecesini veren boyut saptanır. Tane sayımı yöntemi istatistikî esasa dayandığından çok sayıda tanenin

sayılmasını gerektirmekte; sayım sırasında ilgili minerallerin tanınması bağlı tanelerdeki mineral miktarının belirlenmesi, tane boyutu veya mineral faz boyutunun ölçülmesi zorunlu olmaktadır.

Bu tez çalışmasında tane sayım işlemi stereo (Binoküler) mikroskopta çıplak gözle yapılmıştır. Kırılmış ve öğütülmüş Kütahya talk numunesinin elek analizi ($-1+0.8$, $-0.8+0.6$, $-0.6+0.3$, $-0.3+0.106$ boyutlarında) yapıldıktan sonra her eleğin üstünde kalan üründe tane sayımı mikroskopta yapılmıştır. Mikroskopta yapılan tane sayımı sonucuna göre yapılan hesaplar sonucunda Tablo 13'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 13 : Kütahya Talk Numunesinin Serbestleşme Derecesi.

TANE BOYUTU(mm)	% MİKTAR	SERBESTLEŞME DERECEŚİ (S)	
		Stalk	Sgang
$-1+0,8$	31,3	26,31	46,20
$-0,8+0,6$	24,0	27,93	48,78
$-0,6+0,3$	27,4	35,00	50,3
$-0,3+0,106$	17,3	55,08	56,38
T o p l a m	100		

Yukarıdaki tablo incelendiğinde, talkın serbestleşme derecesinin elek boyutu küçüldükçe arttığı görülmektedir. Aynı zamanda gang minerallerinin serbestleşme derecesi de boyut küçüldükçe artmaktadır. Bu nedenle flotasyon denemeleri en iyi serbestleşmeyi veren $-0,3+0,106$ boyutları arasında yapılmıştır.

10.2. BOYUT KÜÇÜTME DENEYLERİ

10.2.1. Kırma Deneyleri :

Maksimum parça boyutu 60-70 mm.olan Talk numunesinin tamamı kademeli olarak 1 mm.altına kırılmıştır. Kütahya talk numunesinin boyut dağılımı Tablo 14'de ve kümülatif elek altı eğrisi Şekil 24'de verilmektedir.

Tablo 14 : Kütahya Talk Numunesinin 1 mm. elek altı boyut dağılımı.

BOYUT(mm)	% MİKTAR (% M)	KÜMÜLATİF ELEK ÜSTÜ (Σ % M↓)	KÜMÜLATİF ELEK ALTI (Σ % M↑)
-1+0,8	29,2	29,2	100
-0,8+0,6	22,4	51,6	70,8
-0,6+0,42	12,2	63,8	48,4
-0,42+0,3	13,3	77,1	36,2
-0,3+0,106	16,0	93,1	22,9
-0,106	6,9	100,0	6,9
T o p l a m	100,0		

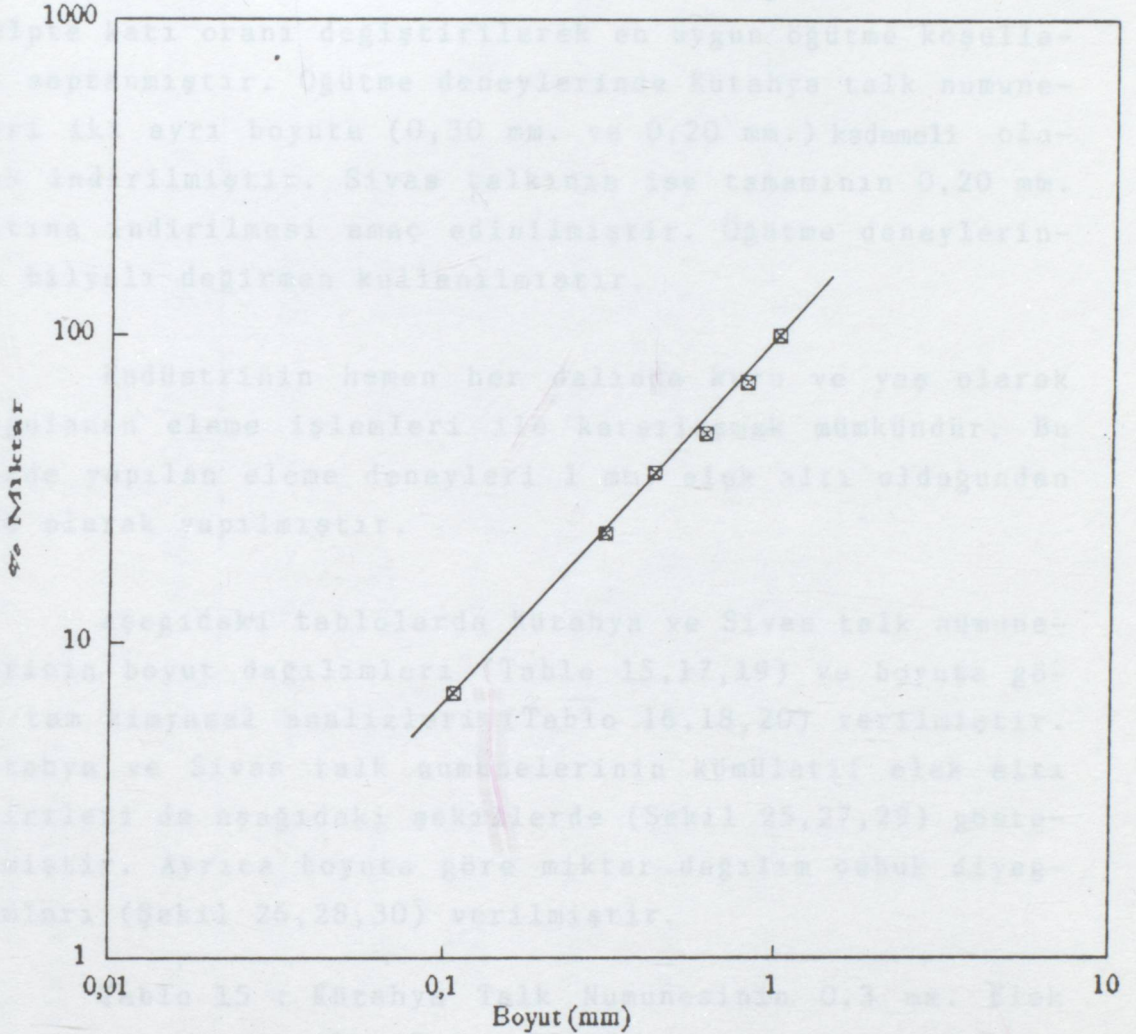
Şekil 24 : Kütahya talk numunesinin 1 mm. boyutuna
de kümülatif elek altı eğrisi (log-log).

10.2.2. Öğütme Deneşyleri :

Öğütme deneşyleri tamamı 1 mm. altına kırılan numuneler ile yapılmış ve bu deneşylerde öğütme süresi ve öğütme ortamı değiştirilerek en uygun öğütme koşulları saptanmıştır. Öğütme deneşylerinde Kutahya talk numuneleri iki ayrı boyuta (0,30 mm. ve 0,20 mm.) kademeli olarak indirilmiştir. Sivas talkının ise tamamının 0,20 mm. altına indirilmesi amaç edilmiştir. Öğütme deneşylerinde öğütme değirmeni kullanılmıştır.

Öğütmenin hemen her safasında toz ve yap olarak elde edilen elave işlemleri ile karıştırarak mümkündür. Bu şekilde elde edilen öğütme deneşyleri 1 mm. altına kırıldığından öğütme değirmeni kullanılmıştır.

Öğütme deneşyleri tablolarda Kutahya ve Sivas talk numuneleri için boyut dağılımları (Tablo 15,17,19) ve boyut dağılımları (Tablo 16,18,20) verilmiştir. Kutahya ve Sivas talk numunelerinin kırılma hızı ile ilgili olarak öğütme değirmeni (Şekil 25,27,29) gösterilmiştir. Ayrıca öğütme değirmeni boyut dağılımları (Şekil 26,28,30) verilmiştir.



Şekil 24 : Kutahya talk numunesinin 1 mm. boyutunda kümülâtif elek altı eğrisi (Log-Log).

0,28740-0,14370	9,8	47,5	42,3
0,14370-0,07185	3,4	30,5	32,3
0,07185-0,03592	4,5	56,4	49,1
0,03592-0,01796	44,6	100,0	44,6
0,01796-0,00898	100,0		

10.2.2. Öğütme Deneyleri :

Öğütme deneyleri tamamı 1 mm. altına kırılan numuneler ile yapılmış ve bu deneylerde öğütme süresi ve pülpte katı oranı değiştirilerek en uygun öğütme koşulları saptanmıştır. Öğütme deneylerinde Kütahya talk numuneleri iki ayrı boyuta (0,30 mm. ve 0,20 mm.) kademeli olarak indirilmiştir. Sivas talkının ise tamamının 0,20 mm. altına indirilmesi amaç edinilmiştir. Öğütme deneylerinde bilyalı değirmen kullanılmıştır.

Endüstrinin hemen her dalında kuru ve yaş olarak uygulanan eleme işlemleri ile karşılaşmak mümkündür. Bu tezde yapılan eleme deneyleri 1 mm. elek altı olduğundan yaş olarak yapılmıştır.

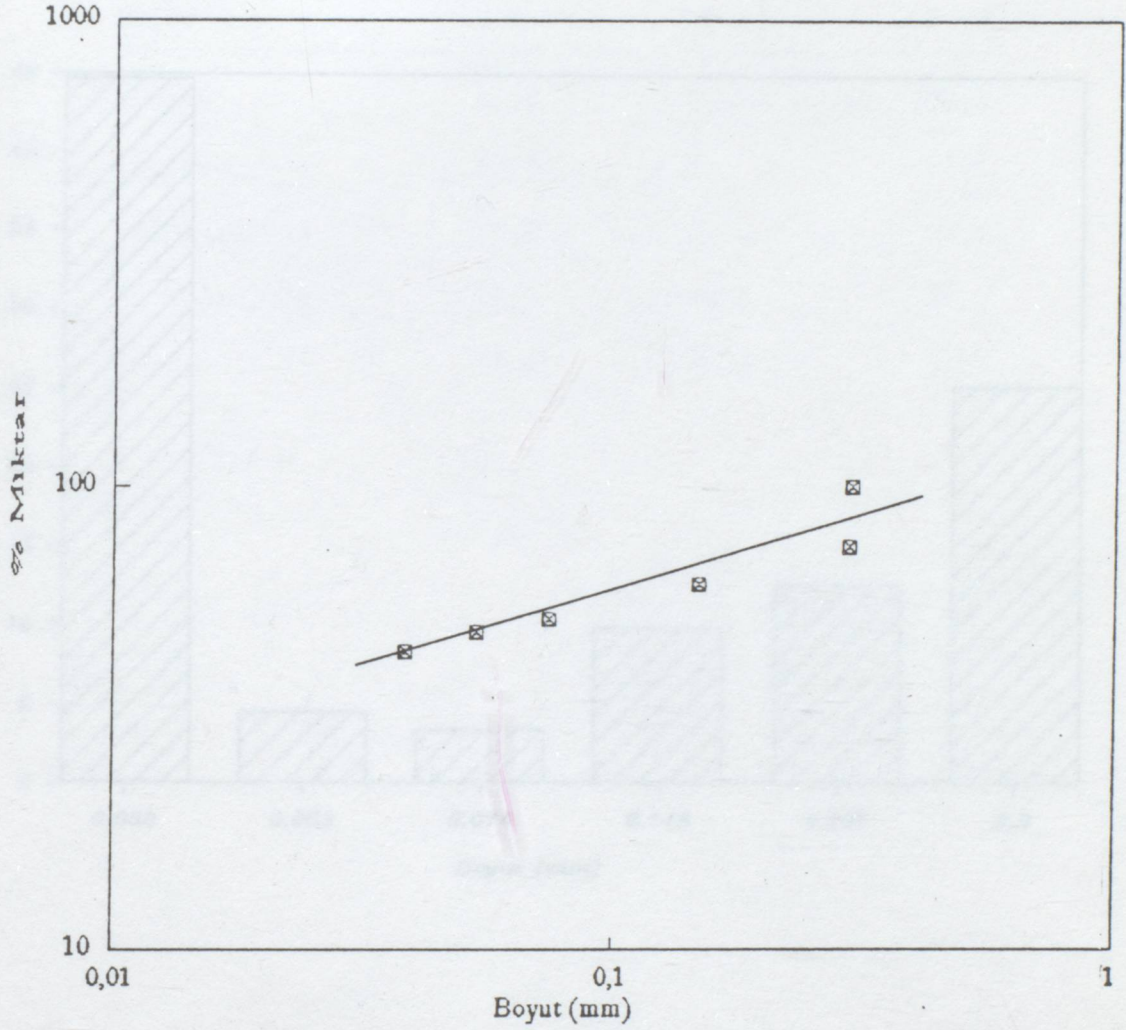
Aşağıdaki tablolarda Kütahya ve Sivas talk numunelerinin boyut dağılımları (Tablo 15,17,19) ve boyuta göre tam kimyasal analizleri (Tablo 16,18,20) verilmiştir. Kütahya ve Sivas talk numunelerinin kümülatif elek altı eğirileri de aşağıdaki şekillerde (Şekil 25,27,29) gösterilmiştir. Ayrıca boyuta göre miktar dağılım çubuk diyagramları (Şekil 26,28,30) verilmiştir.

Tablo 15 : Kütahya Talk Numunesinin 0,3 mm. Elek Altı Boyut Dağılımı.

BOYUT (mm)	% M	$\Sigma\% M \downarrow$	$\Sigma\% M \uparrow$
+0,297	25,2	25,2	100,0
-0,297+0,149	12,5	37,7	74,8
-0,149+0,074	9,8	47,5	62,3
-0,074+0,053	3,4	50,9	52,5
-0,053+0,038	4,5	55,4	49,1
-0,038	44,6	100,0	44,6
T o p l a m	100,0		

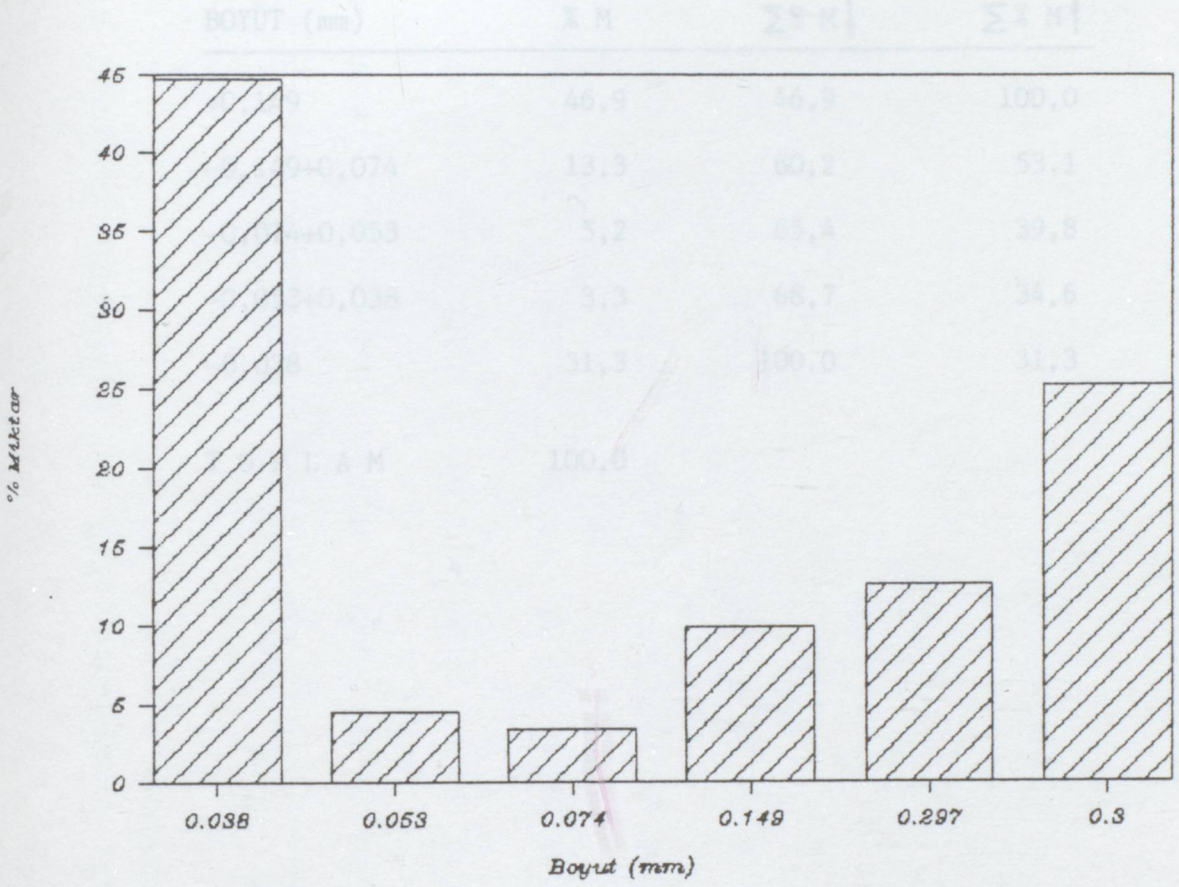
Tablo 16 : Kütahya Talk Numunesinin 0,3 mm. Elek Altı Boyutuna Göre
Tam Kimyasal Analizi.

BOYUT mm.	% M	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	K.K.
+0,297	25,2	29,63	58,96	6,24	0,62	0,565	0,16	0,02	0,054	3,755
-0,297+0,149	12,5	29,82	59,41	6,14	0,60	0,509	0,16	0,02	0,053	3,288
-0,149+0,074	9,8	29,54	57,94	6,84	0,64	0,624	0,16	0,02	0,054	4,182
-0,074+0,053	3,4	29,10	57,98	7,20	0,70	0,698	0,25	0,03	0,056	3,986
-0,053+0,038	4,5	29,08	58,00	6,24	0,79	0,540	0,2	0,02	0,056	5,074
-0,038	44,6	29,02	58,10	6,45	0,86	0,447	0,19	0,02	0,056	4,897
T O P L A M	100,0									



Şekil 25 : Kütahya talc numunesinin 0,3 mm. boyutunda kümülâtif elek altı eğrisi (Log-Log).

Tablo 17 : Kütahya Talk Numunesinin 0,2 mm. El-k
Altı Boyut Dağılımı.



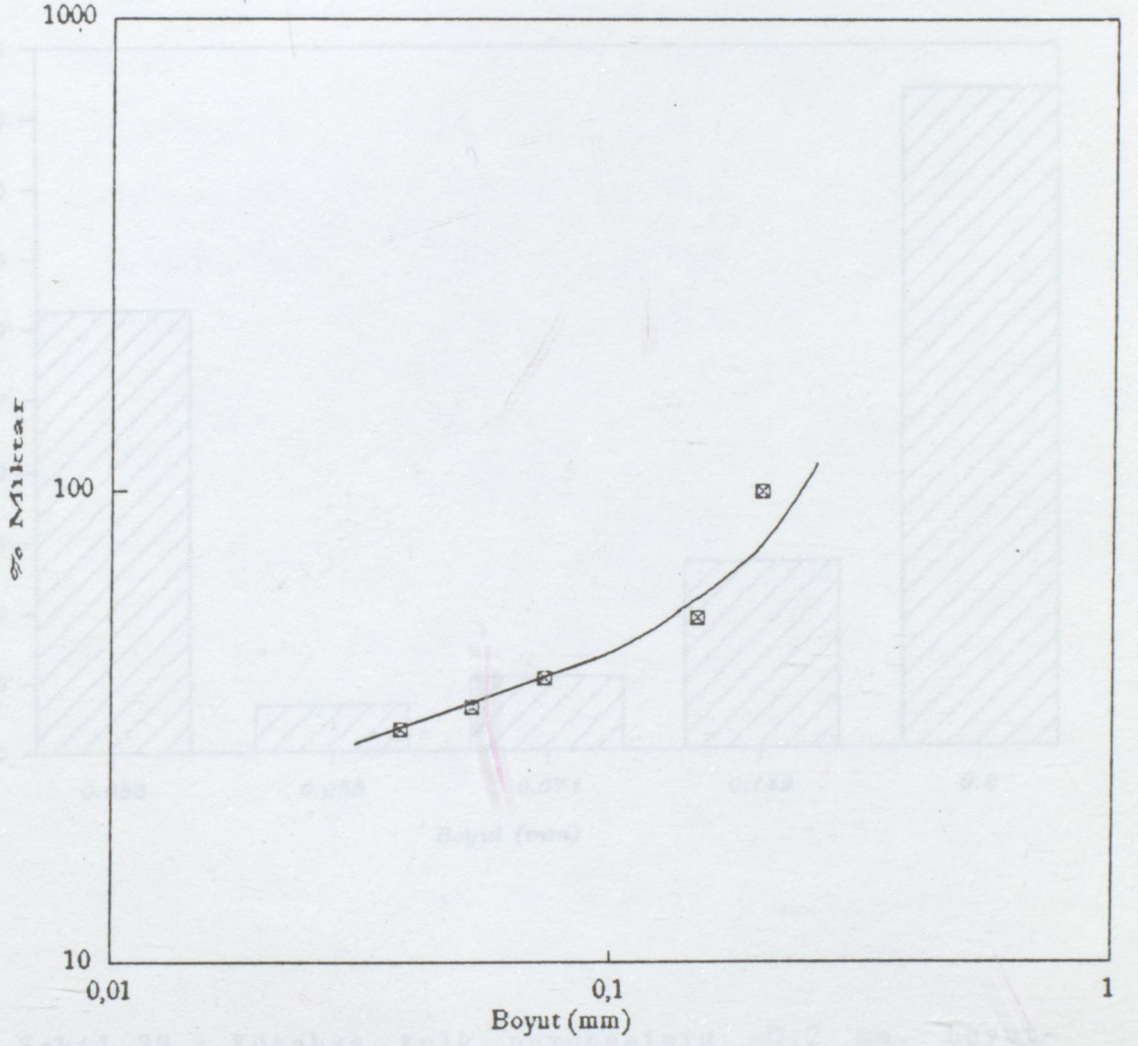
Şekil 26 : Kütahya talk numunesinin -0,3 mm.
boyut - % miktar dağılım çubuk di-
yagramı.

Tablo 17 : Kütahya Talk Numunesinin 0,2 mm. Elek Altı Boyut Dağılımı.

BOYUT (mm)	% M	$\Sigma\% M \downarrow$	$\Sigma\% M \uparrow$
+0,149	46,9	46,9	100,0
-0,149+0,074	13,3	60,2	53,1
-0,074+0,053	5,2	65,4	39,8
-0,053+0,038	3,3	68,7	34,6
-0,038	31,3	100,0	31,3
T O P L A M	100,0		

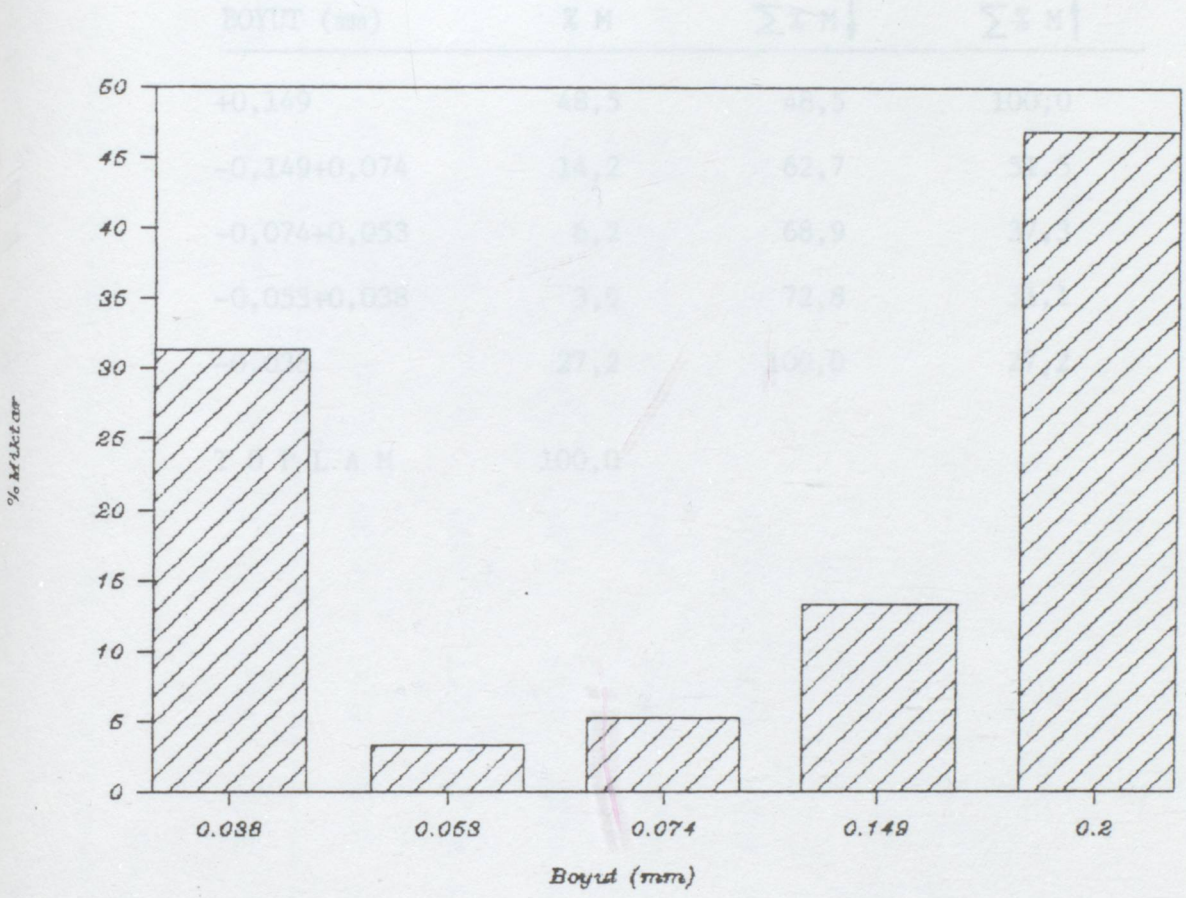
Tablo 18 : Kütahya Talk Numunesinin 0,2 mm. Elek Altı Boyutuna Göre Tam Kimyasal Analizi.

BOYUT (mm)	% Miktar	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	K.K.
+0,149	46,9	29,60	59,02	6,09	0,70	0,566	0,15	0,02	0,053	3,801
-0,149+0,074	13,3	29,72	58,90	6,08	0,68	0,426	0,14	0,02	0,052	3,982
-0,074+0,053	5,2	29,99	58,90	6,08	0,63	0,329	0,12	0,02	0,050	3,885
-0,053+0,038	3,3	29,88	59,1	5,94	0,64	0,384	0,10	0,01	0,050	3,896
-0,038	31,3	29,88	59,09	5,63	0,69	0,289	0,10	0,01	0,048	4,263
T O P L A M	100,0									



Şekil 27 : Kütahya talk numunesinin 0,2 mm.boyutunda kümülâtif elek altı eğrisi (Log-Log).

Tablo 19 : Sivas Talk Numunesinin 0,2 mm. Eliek
Altı Boyut Dağılımı.



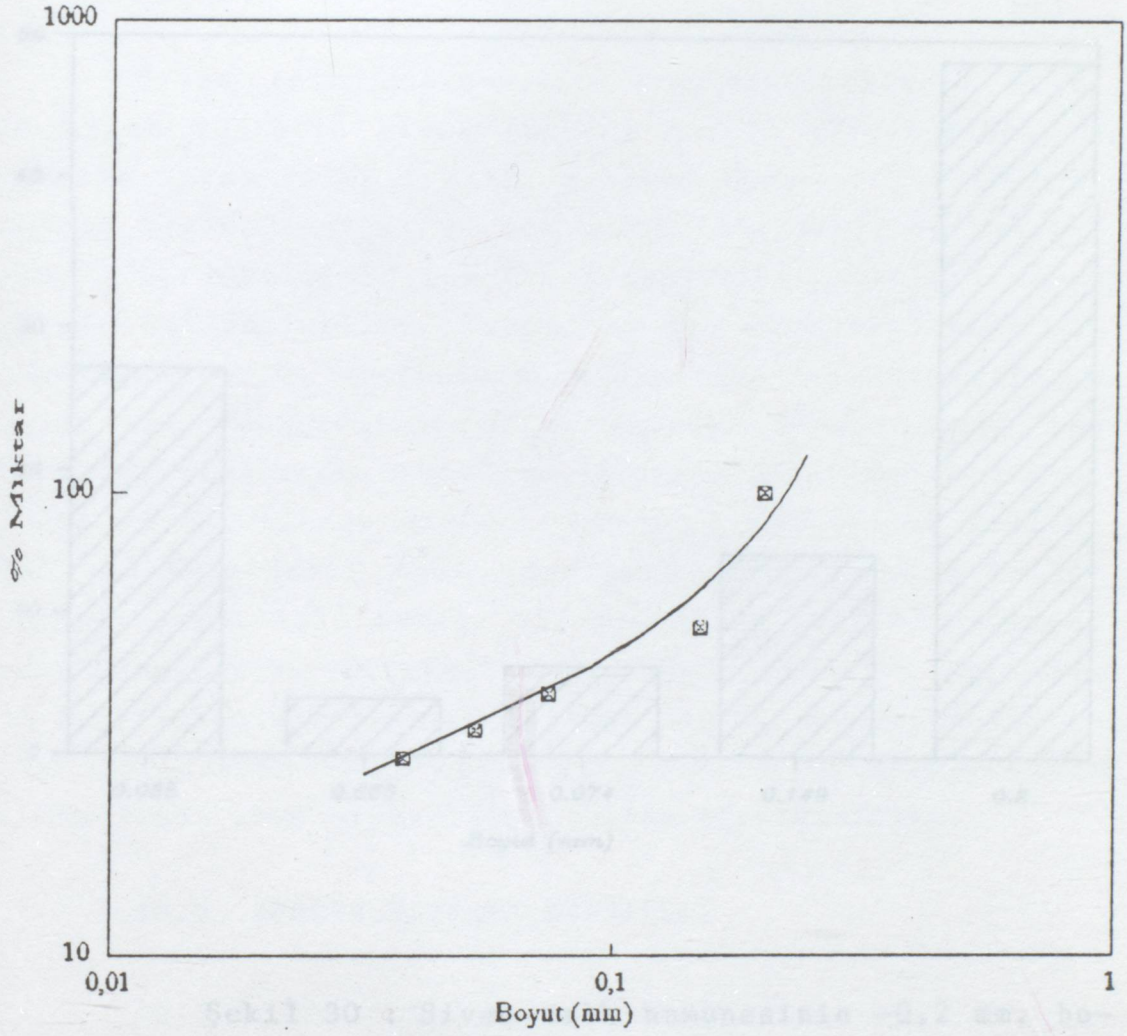
Şekil 28 : Kütahya talk numunesinin -0,2 mm. boyut-
% miktar dağılım çubuk diyagramı.

**Tablo 19 : Sivas Talk Numunesinin 0,2 mm. Elek
Altı Boyut Dağılımı.**

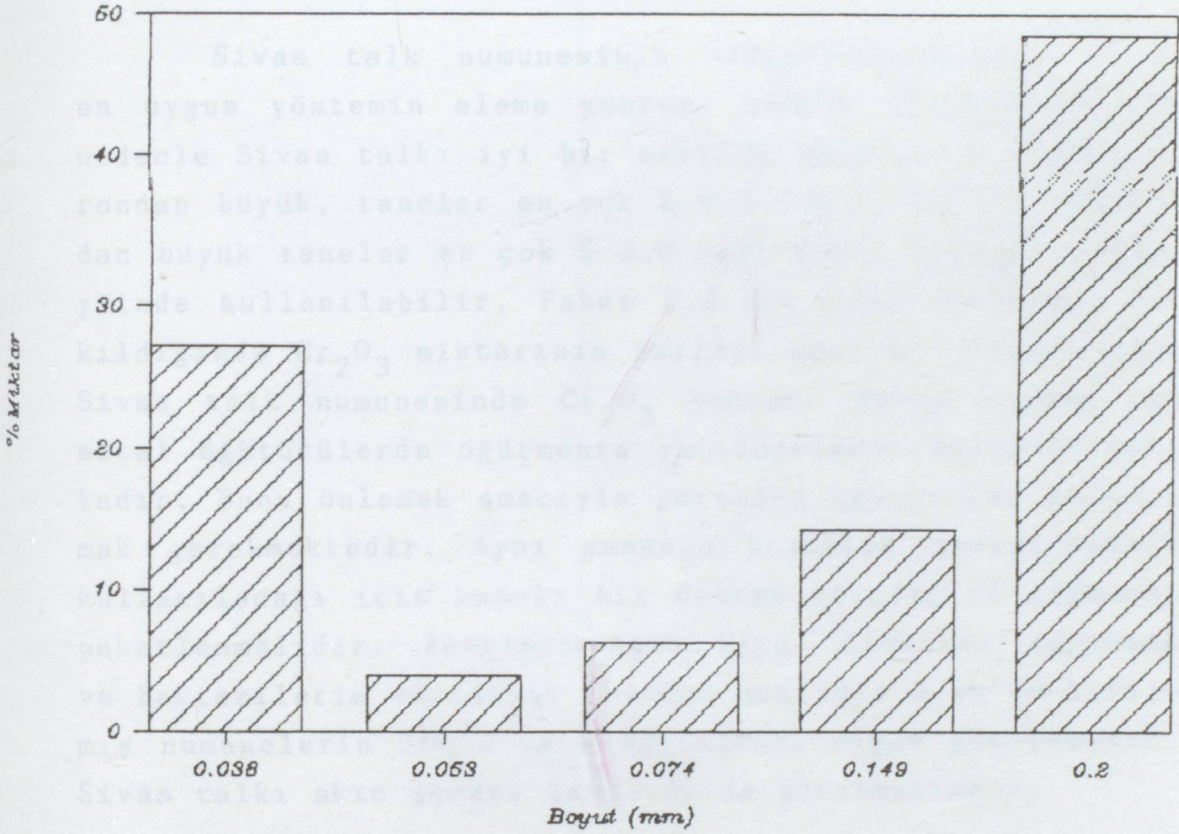
BOYUT (mm)	% M	$\Sigma\% M \downarrow$	$\Sigma\% M \uparrow$
+0,149	48,5	48,5	100,0
-0,149+0,074	14,2	62,7	51,5
-0,074+0,053	6,2	68,9	37,3
-0,053+0,038	3,9	72,8	31,1
-0,038	27,2	100,0	27,2
T O P L A M	100,0		

Tablo 20 : Sivas Talk Numunesinin 0,2 mm. Elek Altı Boyutuna Göre Tam Kimyasal Analizi.

BOYUT (mm)	% Miktar	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	K.K.
+0,149	48,5	32,70	62,84	0,53	0,00	0,00	0,10	0,01	0,009	3,811
-0,149+0,074	14,2	32,73	62,95	0,61	0,00	0,015	0,13	0,01	0,009	3,576
-0,074+0,053	6,2	32,74	62,96	0,65	0,00	0,018	0,12	0,01	0,01	3,492
-0,053+0,038	3,9	32,76	62,97	0,68	0,00	0,020	0,10	0,01	0,01	3,45
-0,038	27,2	32,78	62,97	0,75	0,00	0,024	0,10	0,01	0,012	3,354
T O P L A M	100,0									



Şekil 29 : Sivas talk numunesinin 0,2 mm.boyutunda kümülâtif elek altı eğrisi(Log-Log).



10. Şekil 30 : Sivas talk numunesinin -0,2 mm. boyut - % miktar dağılım çubuk diyagramı.

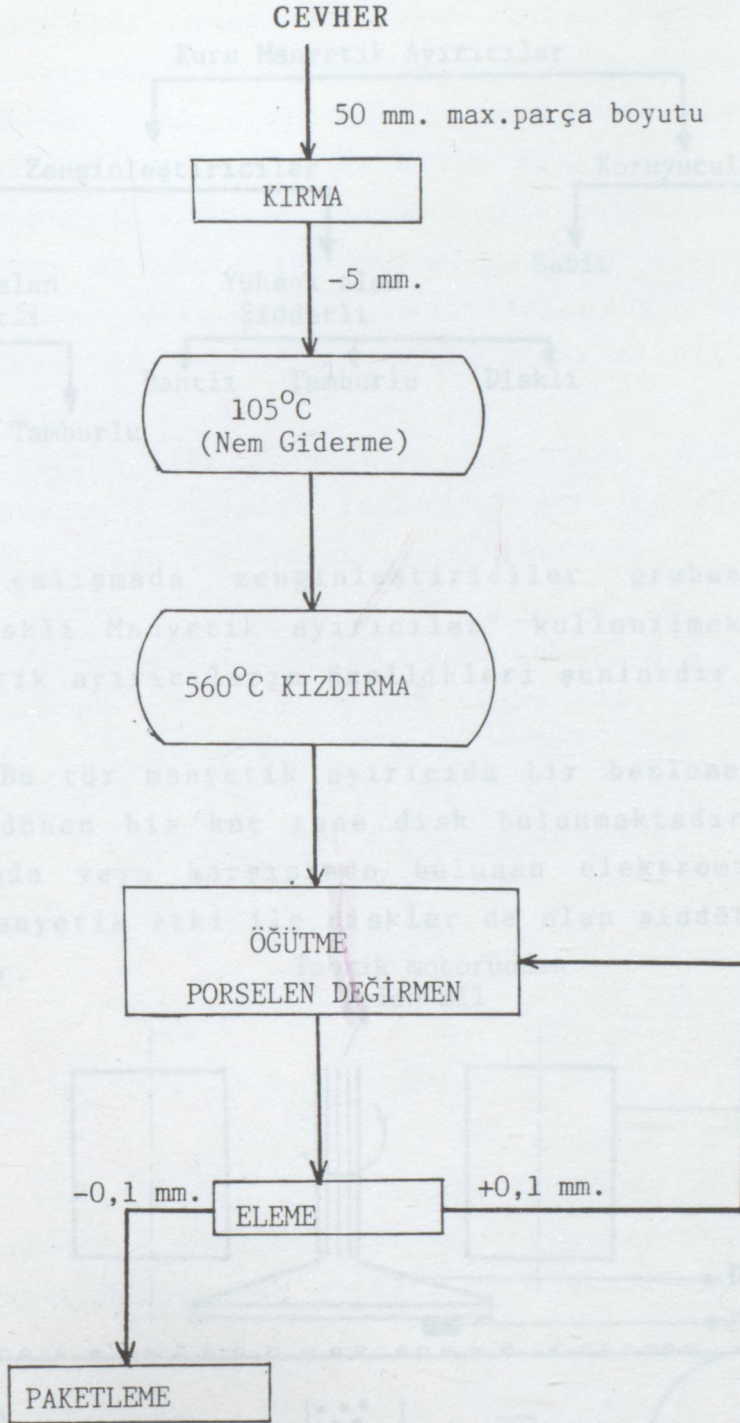
Sivas talk numunesi Kütahya talk numunesine oranla oldukça temizdir. Sivas talkı tam kimyasal analizine bakıldığında Fe_2O_3 miktarının çok az olduğu görülmektedir.

Sivas talk numunesinin zenginleştirilmesi için, en uygun yöntemin eleme yöntemi olduğu görülmüştür. Bu nedenle Sivas talkı iyi bir şekilde öğütülerek (150 mikrondan büyük, taneler en çok % 0,1 (ağırlık), 90 mikrondan büyük taneler en çok % 2,0 (ağırlık)), kozmetik sanayiinde kullanılabilir. Fakat 0,2 mm. elek analizine bakıldığında Cr_2O_3 miktarının varlığı görülür. Oysa tuvenan Sivas talk numunesinde Cr_2O_3 yoktur. Bunun nedeni ise metal öğütücülerde öğütmenin yapılmasından kaynaklanmaktadır. Bunu önlemek amacıyla porselen öğütücüler kullanmak gerekmektedir. Aynı zamanda kozmetik endüstrisinde kullanılacağı için kapalı bir öğütme yapıp el değmeden paketlenmelidir. Renginin daha beyaz olmasını sağlamak ve bakterilerin varlığını önlemek amacıyla 5 mm'ye kırılmış numunelerin 560°C'de kızdırılması uygun görülmüştür. Sivas talkı akım şeması Şekil 31'de görülmektedir.

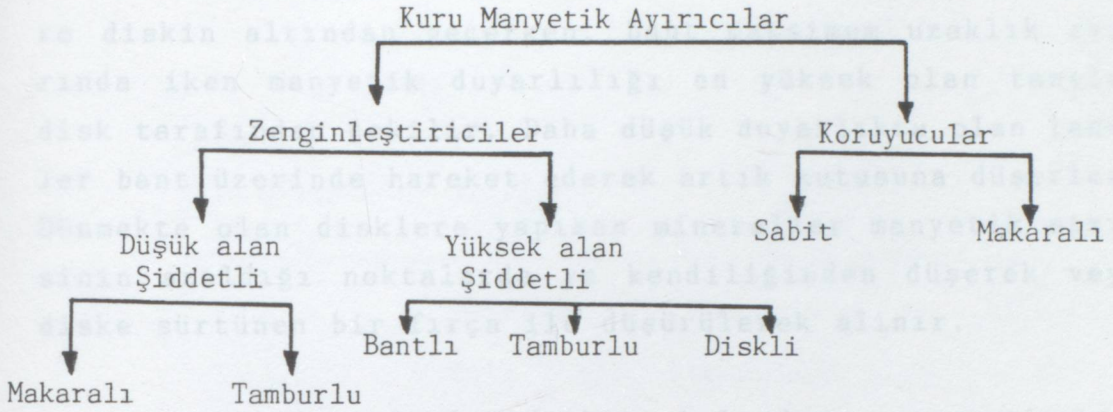
10.3. ZENGİNLEŞTİRME DENEYLERİ

10.3.1. Manyetik Ayırma Deneyleri :

Farklı manyetik duyarlıkta olan minerallerin, endüstriyel düzeyde birbirinden ayrılmasını sağlamak üzere geliştirilen makinalara "Manyetik ayırıcı" adı verilmektedir. Kullanış yeri ve amacına göre çok farklı şekillerde imal edilen manyetik ayırıcılar vardır. Kuru manyetik ayırıcılar şu şekilde sınıflandırılırlar :

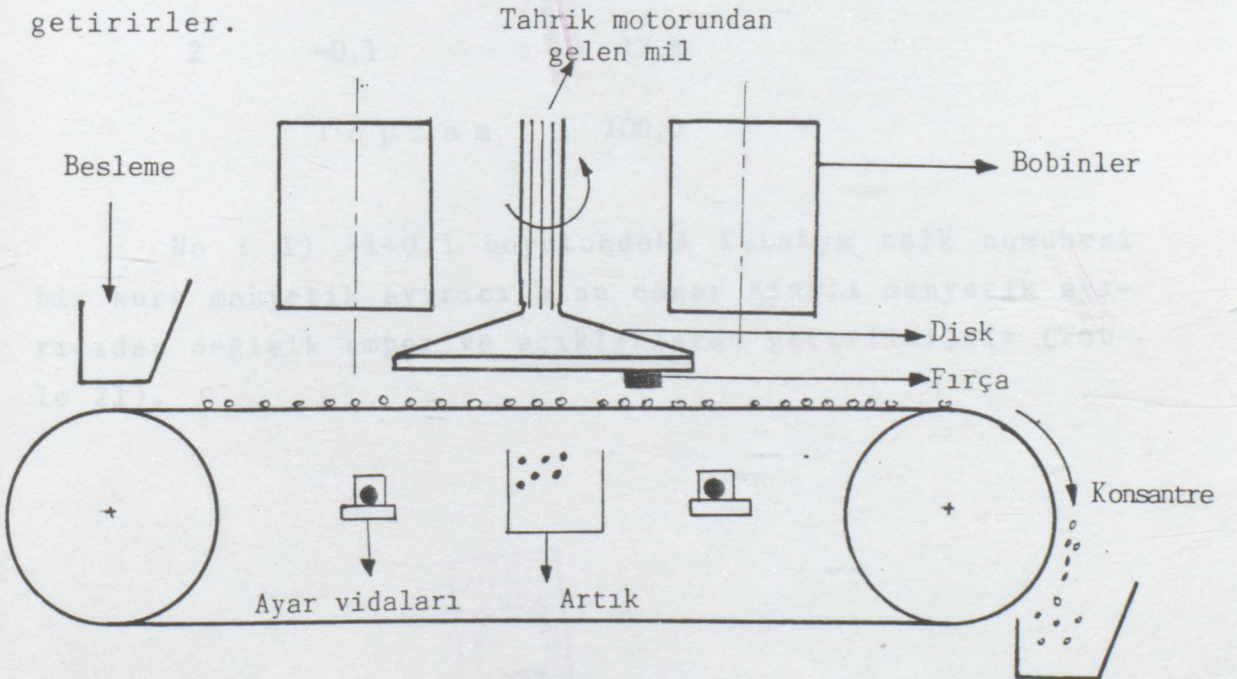


Şekil 31 : Sivas talkı için önerilen akım şeması.



Bu çalışmada zenginleştiriciler grubundan olan "Döner Diskli Manyetik ayırıcılar" kullanılmaktadır. Bu tip manyetik ayırıcıların özellikleri şunlardır :

- Bu tür manyetik ayırıcıda bir besleme bandı ve üzerinde dönen bir kaç tane disk bulunmaktadır. Disklerin yanında veya karşısında bulunan elektromıknatıslar vardır. Manyetik etki ile diskler de alan şiddeti meydana getirirler.



Şekil 32 : Döner diskli manyetik ayırıcı akım şeması.

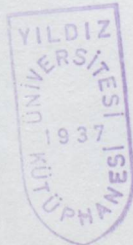
- Konveyör bandı ile gelen cevher Şekil 32'ye göre diskin altından geçerken, bant maksimum uzaklık ayarında iken manyetik duyarlılığı en yüksek olan taneler disk tarafından çekilir. Daha düşük duyarlılıkta olan taneler bant üzerinde hareket ederek artık kutusuna düşerler. Dönmekte olan disklere yapışan mineraller manyetik etkinin azaldığı noktalarda ya kendiliğinden düşerek veya diske sürtünen bir fırça ile düşürülerek alınır.

- Birden fazla diskin bulunduğu ayırıcılardan, farklı duyarlılıkta taneler toplandığından bu ayırıcılarda birden fazla manyetik konsantre alınabilir.

Bu denemelerde Kütahya talk numunesi 1 mm. altına kademeli olarak kırılmış ve aşağıdaki boyutlara elenerek ayrılmıştır :

No	BOYUT (mm)	% Miktar
1	-1+0,1	86,2
2	-0,1	13,8
T o p l a m		100,0

No : 1) -1+0,1 boyutundaki Kütahya talk numunesi bir kuru manyetik ayırıcı olan döner diskli manyetik ayırıcıdan değişik amper ve açıklıklarda geçirilmiştir (Tablo 21).



Tablo 21 : -1+0,1 Boyutundaki Kütahya Talk Numunesinin Kuru Manyetik Ayırma Deney Sonuçları.

Akım Şiddeti (Amper)	Açıklık (Δh)	Ürün Türü	% Miktar
1	Maksimum	Konsantre	41,6
1,5	Orta	Araürün 1	18,4
2	Minimum	Araürün 2	22,7
2	Minumum	Artık	17,3
T o p l a m			100,0

-1+0,1 boyutundaki Kütahya talk numunesinin kuru manyetik ayırma tam kimyasal ve optik spektrografik yarı kantitatif analiz sonuçları sırasıyla Tablo 22 ve Tablo 23'de verilmiştir.

Tablo 22 : -1+0,1 Boyutundaki Kütahya Talk Numunesinin Kuru Manyetik Ayrırma Tam Kimyasal Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	K.K.
Konsantre	30,19	60,98	3,04	0,25	0,036	0,17	0,02	0,038	5,276
Araürün 1	28,41	58,24	4,21	0,34	0,10	0,17	0,02	0,041	8,469
Araürün 2	28,35	53,4	9,6	0,6	0,94	0,24	0,02	0,074	6,776
Artık	25,79	48,0	16,2	2,33	2,114	0,27	0,03	0,105	5,131

- 101 -

Tablo 23 : -1+0,1 Boyutundaki Kütahya Talk Numunesinin Kuru Manyetik Ayrırma Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% Co	% Cu	% Pb	% Ni
Konsantre	0,01	0,001	Görülmedi	0,15
Araürün 1	0,01	0,0015	0,004	0,15
Araürün 2	0,01	0,0015	Görülmedi	0,1
Artık	Görülmedi	0,0015	Görülmedi	0,1

Yukarıdaki analiz sonuçlarına bakıldığında konsantredeki Fe_2O_3 ve Cr_2O_3 miktarının azaldığı görülmektedir. Aynı zamanda kazanılan konsantre miktarına bakıldığında ise miktarın % 41,6 olduğu görülmektedir. Araürün 1 ve araürün 2'yi yeniden devreye besleyerek manyetik ayırıcıdan geçirerek bu miktarı daha da arttırabiliriz.

No : 2) -0,1 boyutundaki Kütahya talk numunesine ise yaş manyetik ayırma işlemi uygulanmıştır. Akım şiddeti miktarı kademeli olarak arttırılmış ve Tablo 24'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 24 : -0,1 Boyutundaki Kütahya Talk Numunesinin Yaş Manyetik Ayırma Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% MİKTAR
Manyetik Olmayan	79,2
Manyetik	20,8
T o p l a m	100,0

-0,1 boyutundaki Kütahya talk numunesinin tam kimyasal analiz sonuçları ve optik spektrografik yarı kantitatif analiz sonuçları Tablo 25 ve Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 25 : -0,1 Boyutundaki Kütahya Talk Numunesinin Tam Kimyasal Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	K.K.
Manyetik Olmayan	30,28	60,64	3,53	0,53	0,185	0,33	0,02	0,049	4,436
Manyetik	26,61	50,22	16,55	1,83	1,070	0,37	0,03	0,093	3,227

Tablo 26 : -0,1 Boyutundaki Kütahya Talk Numunesinin Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% Co	% Cu	% Pb	% Ni
Manyetik Olmayan	0,004	0,002	Görülmedi	0,1
Manyetik	Görülmedi	0,004	0,004	0,1

Yukarıdaki analiz sonuçlarına bakıldığında -0,1 boyutundaki yaş manyetik ayırmada Kütahya talk numunesindeki Fe_2O_3 ve Cr_2O_3 miktarının azaldığı görülmektedir. Manyetik ayırma deneyleri sonuçlarına göre çizilen akım şeması Şekil 33'de gösterilmiştir.

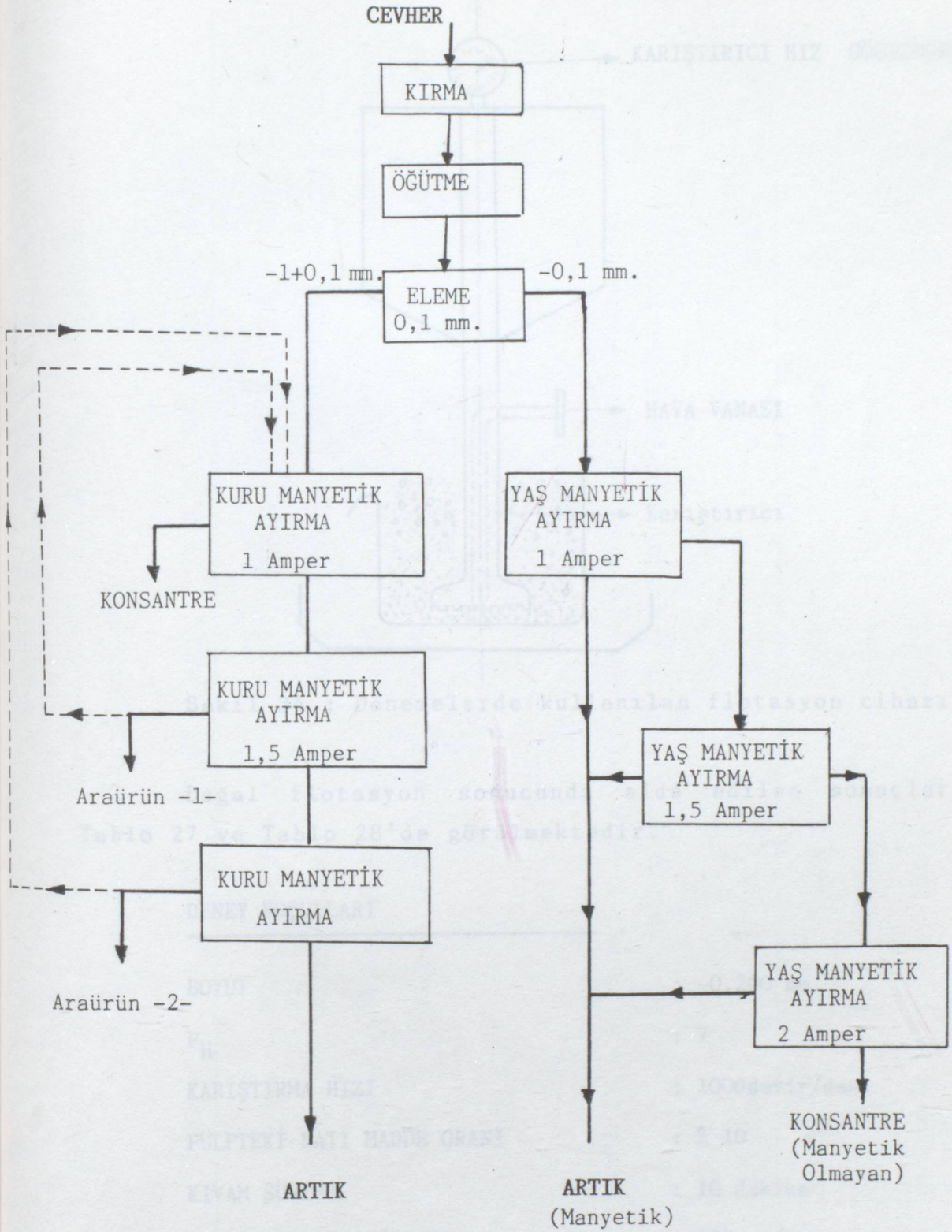
Sivas talk numunesi için manyetik ayırma deneyleri yapılmamıştır. Bunun nedeni ise Sivas talk numunesinde Fe_2O_3 miktarının çok az olmasıdır.

10.3.2. Flotasyon Deneyleri :

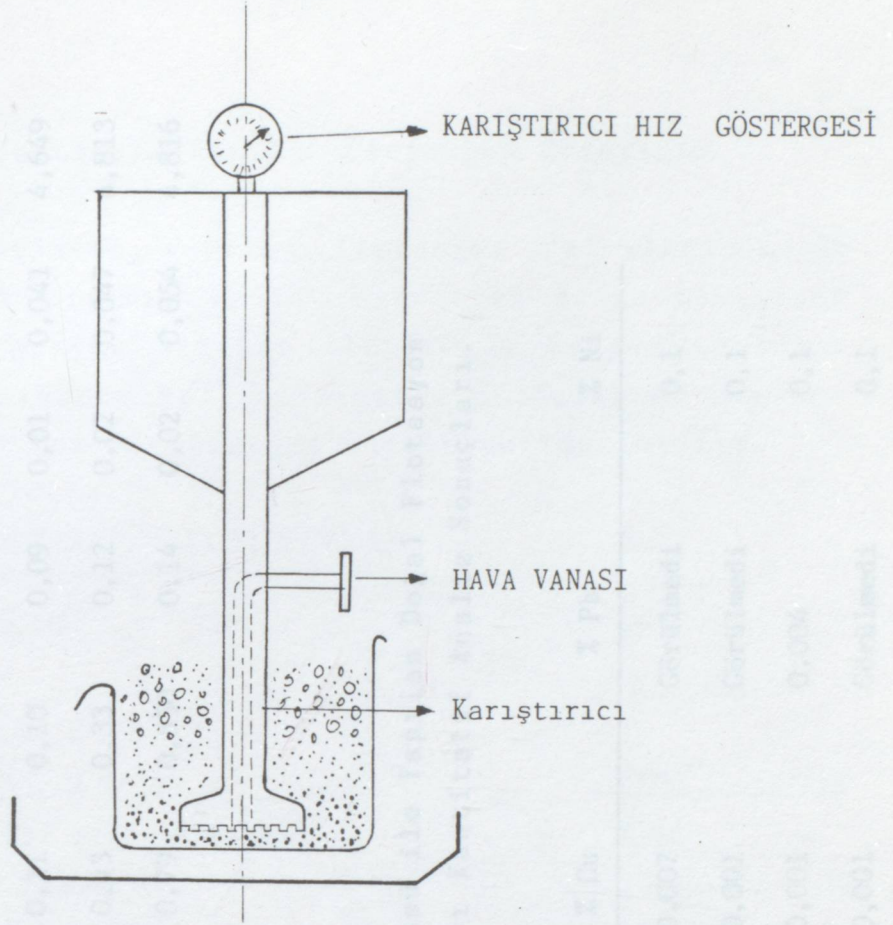
Bu seri deneylerde değişik ortamlarda Kütahya talk numunesi için flotasyon denemeleri yapılarak en uygun zenginleştirme ortamı tespit edilmeye çalışılmıştır. Bütün deneylerin ilk kademesinde yalnızca köpürtücü kullanılarak bir talk konsantresi elde edilmiş, geri kalan ürün içindeki talk mineralinin kazanılması amacı ile bu kademedен sonra kolektör reaktif ilâvesi yapılmıştır. Denemelerde kullanılan flotasyon cihazının kesiti Şekil 34'de verilmiştir.

Flotanol D-14 (Çam Yağı Bileşimi) ile Yapılan Doğal Flotasyon Deneyi :

Flotanol D-14 köpürtücüsü ile yapılan flotasyon deneyinde üç kademe köpük alınmıştır. Diğer flotasyon denemelerine ışık tutmak amacı ile yapılmıştır.



Şekil 33 : Manyetik Ayırma Deneyleri Akım Şeması (Flow-Chart).



Şekil 34 : Denemelerde kullanılan flotasyon cihazı

Doğal flotasyon sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 27 ve Tablo 28'de görölmektedir.

DENEY KOŞULLARI

BOYUT	: -0,200 mm.
P_H	: 7
KARIŞTIRMA HIZI	: 1000devir/dak.
PÜLPTEKİ KATI MADDE ORANI	: % 10
KIVAM SÜRESİ	: 10 dakika
FLOTANOL D-14 MİKTARI	: 100 gr/ton

**Tablo 27 : Flotanol D-14 Köpürtücüsü ile Yapılan Doğal Flotasyon
Tam Kimyasal Analiz Sonuçları.**

ÜRÜN TÜRÜ	% Miktar	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	K.K.
Konsantre	6,8	30,44	61,38	3,82	0,17	0,070	0,07	0,01	0,040	4,00
Araürün 1	10,3	30,20	60,41	4,29	0,21	0,10	0,09	0,01	0,041	4,649
Araürün 2	28,6	29,00	59,63	5,61	0,43	0,33	0,12	0,02	0,047	4,813
Artık	54,3	29,20	57,86	6,57	0,79	0,550	0,14	0,02	0,054	4,816
T O P L A M	100,0									

**Tablo 28 : Flotanol D-14 Köpürtücüsü ile Yapılan Doğal Flotasyon
Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları.**

ÜRÜN TÜRÜ	% Co	% Cu	% Pb	% Ni
Konsantre	0,007	0,007	Görülmedi	0,1
Araürün 1	0,004	0,001	Görülmedi	0,1
Araürün 2	0,004	0,001	0,004	0,1
Artık	0,004	0,001	Görülmedi	0,1

- Sülfonatlarla Yapılan Flotasyon Deneyleri :

Sülfonatlarla yapılan flotasyon deneylerinde üç kademedede köpük alınmış ve ilk kademededen sonra bastırıcı reaktif olan Sodyum silikat (Na_2SiO_3), Sodyum karbonat (Na_2CO_3) veya nişasta kullanılmıştır. Sülfonatlar hem kolektör reaktif hem de köpürtücü olarak kullanılmıştır.

DENEY KOŞULLARI (1.FLOTASYON) :

1. TEMİZLEME

BOYUT	: -0,2 mm.
P_H	: 7
KARIŞTIRMA HIZI	: 1000 devir/dak
PÜLPTEKİ KATI MADDE ORANI	: % 10
KIVAM SÜRESİ	: 10 dakika
SÜLFONAT MİKTARI	: 100 gr/ton

2. TEMİZLEME

Na_2CO_3	: 100 gr/ton
P_H	: 8

Sülfonat olarak kineer Alkil Benzen Sülfonat (LABS) kullanılmıştır. Bileşimi ise aşağıdaki gibidir:

% LABS	96
% H_2SO_4	1-1,5
% H_2O	0,5-1

Yukarıdaki deney koşullarına göre yapılan analiz sonuçları Tablo 29 ve Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 29 : Sülfonatla Yapılan 1.Flötasyon Denemesi Tam Kimyasal Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% Miktar	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	K.K.
Konsantre	8,2	26,19	64,54	5,0	0,6	0,374	0,04	0,01	0,041	3,205
Araürün 1	15,4	25,90	64,24	5,0	0,63	0,378	0,04	0,042	0,042	3,76
Araürün 2	36,3	25,81	64,82	5,0	0,66	0,386	0,06	0,042	0,042	3,212
Artık	40,1	24,00	65,41	5,2	0,67	0,40	0,08	0,042	0,042	4,188
T O P L A M	100,0									

Tablo 30 : Sülfonatla Yapılan 1.Flötasyon Denemesi Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% Co	% Cu	% Pb	% Ni
Konsantre	0,009	0,0035	0,007	0,1
Araürün 1	0,008	0,002	0,005	0,1
Araürün 2	0,008	0,002	0,005	0,1
Artık	0,008	0,0015	0,015	0,1

DENEY KOŞULLARI (2.FLOTASYON) :

1. TEMİZLEME

BOYUT	: -0,2 mm.
P_H	: 7
KARIŞTIRMA HIZI	: 1000 devir/dak.
PÜLPTEKİ KATI MADDE ORANI	: % 10
KIVAM SÜRESİ	: 10 dakika
SÜLFONAT MİKTARI	: 100 gr/ton

2. TEMİZLEME

Na_2SiO_3	: 100 gr/ton
P_H	: 8

Yukarıdaki deney koşullarına göre yapılan analiz sonuçları Tablo 31 ve Tablo 32'de gösterilmiştir.

Tablo 31 : Sülfonatla Yapılan 2.Flötasyon Denemesi Tam Kimyasal Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% Miktar	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO/	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	K.K.
Konsantre	7,3	26,12	63,70	4,24	0,59	0,41	0,06	0,01	0,04	4,83
Araürün 1	17,4	25,62	64,41	4,84	0,60	0,41	0,08	0,01	0,04	3,99
Araürün 2	34,6	24,20	64,72	5,0	0,60	0,45	0,09	0,02	0,04	4,88
Artık	40,7	23,14	65,12	5,4	0,68	0,47	0,1	0,02	0,04	4,67
T O P L A M	100,0									

Tablo 32 : Sülfonatla Yapılan 2.Flötasyon Denemesi Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% Co	% Cu	% Pb	% Ni
Konsantre	0,009	0,003	0,004	0,12
Araürün 1	0,007	0,002	0,004	0,15
Araürün 2	0,007	0,0015	Görülmedi	0,1
Artık	0,006	0,0015	Görülmedi	0,1

DENEY KOŞULLARI (3.FLOTASYON) :

1. TEMİZLEME

BOYUT	: -0,2 mm.
P _H	: 7
KARIŞTIRMA HIZI	: 1000 devir/dak.
PÜLPTEKİ KATI MADDE ORANI	: % 10
KIVAM SÜRESİ	: 10 dakika
SÜLFONAT MİKTARI	: 100 gr/ton

2. TEMİZLEME

Na ₂ CO ₃	: 100 gr/ton
Na ₂ SiO ₃	: 100 gr/ton
P _H	: 8

Yukarıdaki deney koşullarına göre yapılan analiz sonuçları Tablo 33 ve Tablo 34'de gösterilmiştir.

Tablo 33 : Sülfonatlarla Yapılan 3. Flotasyon Denemesi tam kimyasal Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% Miktar	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	K.K.
Konsantre	10,2	29,4	60,2	4,2	0,47	0,40	0,08	0,01	0,042	5,198
Araürün 1	12,4	28,6	61,24	4,7	0,54	0,44	0,09	0,01	0,043	4,337
Araürün 2	28,6	27,82	62,46	4,84	0,63	0,44	0,1	0,01	0,043	3,657
Artık	48,8	26,4	63,33	5,61	0,71	0,46	0,1	0,01	0,044	3,336
T O P L A M	100,0									

Tablo 34 : Sülfonatlarla Yapılan 3. Flotasyon Denemesi Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% Co	% Cu	% Pb	% Ni
Konsantre	0,008	0,005	0,003	0,1
Araürün 1	0,007	0,005	0,003	0,1
Araürün 2	0,007	0,001	Görülmedi	0,1
Artık	0,005	0,001	Görülmedi	0,15

DENEY KOŞULLARI (4.FLOTASYON) :

1. TEMİZLEME

BOYUT	: -0,2 mm.
	: 7
KARIŞTIRMA HIZI	: 1000 devir/dak.
PÜLPTEKİ KATI MADDE ORANI	: % 10
KIVAM SÜRESİ	: 10 dak.
SÜLFONAT MİKTARI	: 100 gr/ton

2. TEMİZLEME

NİŞASTA	: 100 gr/Ton
P _H	: 8

Yukarıdaki deney sonuçlarına göre yapılan analiz sonuçları Tablo 35 ve Tablo 36'da gösterilmiştir.

Tablo 35 : Sülfonatlarla Yapılan 4.Flötasyon Denemesi Tam Kimyasal Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% Miktar	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	K.K.
Konsantre	9,3	26,0	61,0	4,64	0,43	0,41	0,07	0,01	0,043	7,797
Araürün 1	18,2	25,84	62,3	4,74	0,48	0,41	0,09	0,01	0,044	6,086
Araürün 2	29,3	24,61	63,3	4,74	0,54	0,45	0,1	0,02	0,044	6,196
Artık	43,2	24,2	64,4	5,6	0,70	0,47	0,1	0,02	0,045	4,465
T O P L A M	100,0									

Tablo 36 : Sülfonatlarla Yapılan 4.Flötasyon Denemesi Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% Co	% Cu	% Pb	% Ni
Konsantre	0,008	0,0055	0,007	0,1
Araürün 1	0,007	0,005	Görülmedi	0,1
Araürün 2	0,006	0,001	Görülmedi	0,1
Artık	0,006	0,001	0,001	0,1

Bu sonuçlara göre, LABS yapılan tüm flotasyon denemelerinde Fe_2O_3 ve Al_2O_3 miktarı azaltılamamıştır. LABS hem köpürtücü hem de kolektör (talk için) aktif olarak kullanılmıştır. Fakat LABS talkı yüzdürdüğü gibi Fe_2O_3 ve Al_2O_3 içeren mineralleri de yüzdürmüştür. Aynı zamanda LABS köpürtücüsü ile yapılan flotasyon denemelerinde uygun köpük şartları elde edilememiştir. Büyük köpükler gang minerallerini taşıdığı gibi fazla su taşınmasına da neden olmuştur. Bu nedenle bundan sonraki denemelerde köpürtücü reaktif değiştirilmiştir.

Kullandığımız kontrol reaktifleri ise silikatların ve Fe_2O_3 'ün bastırılmasında yeterli olmamıştır.

Flotanol D-14 ile Yapılan Flotasyon Deneyleri :

Bu seri flotasyon deneylerinde ilk kademedan sonra bastırıcı reaktif olarak hidroflorür asidi (HF) veya Na_2SiO_3 kullanılmış ve hidroflorür asidinin ve Na_2SiO_3 'ün talk ve gang (özellikle silikat ve manyetit) minerallerinin selektif olarak ayrılmasına olan etkileri araştırılmıştır.

DENEY KOŞULLARI (1.FLOTASYON) :

1. TEMİZLEME (Konsantre)

BOYUT	: -0,30 mm.
PH	: 7
KARIŞTIRMA HIZI	: 1200 devir/dak.
PÜLPTEKİ KATI MADDE ORANI	: % 20
KIVAM SÜRESİ	: 10 dakika
FLOTANOL D-14 MİKTARI	: 80 gr/ton

2. TEMİZLEME (Araürün 1)

HF MİKTARI	: 500 gr/ton
PH	: 3

3. TEMİZLEME (Araürün 2)

HF MİKTARI

: 250 gr/ton

PH

: 3

Yukarıdaki deneme koşullarında yapılan flotasyon deneyi analiz sonuçları Tablo 37 ve Tablo 38'de verilmiştir.

Tablo 37 : HF Bastırıcı Reaktif ile Yapılan 1. Flotasyon Deneyi Tanımlayıcı Kimyasal Analiz Sonuçları

Ölçüm Türü	% Miktar	Hg	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	K.K.
Konsantre	6,4	30,74	61,57	3,37	0,04	0,094	0,04	0,01	0,03
Araürün 1	24,9	30,37	61,73	4,23	0,20	0,114	0,04	0,01	0,046
Araürün 2	28,5	29,69	59,39	5,49	0,45	0,736	0,05	0,02	0,047
Artık	40,2	29,81	58,21	5,81	0,60	0,374	0,09	0,02	0,047
TOPLAM	100,0								

Tablo 38 : HF Bastırıcı Reaktif ile Yapılan 1. Flotasyon Deneyi Optik Spektrografik Yarı Kalitatif Analiz Sonuçları

Ölçüm Türü	% Ca	% Cu	% Pb
Konsantre	0,007	0,002	0,007
Araürün 1	0,007	0,0019	0,015
Araürün 2	0,007	0,002	0,015
Artık	0,007	0,01	0,015

Tablo 37 : HF Bastırıcı Reaktif ile Yapılan 1.Flötasyon Deneyi Tam Kimyasal Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% Miktar	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	K.K.
Konsantre	6,4	30,73	61,57	3,37	0,04	0,084	0,04	0,01	0,043	4,113
Araürün 1	24,9	30,37	60,73	4,23	0,20	0,114	0,04	0,01	0,046	4,26
Araürün 2	28,3	29,69	59,30	5,49	0,45	0,236	0,07	0,02	0,047	4,697
Artık	40,4	29,81	58,21	5,81	0,60	0,374	0,09	0,02	0,047	5,039
T O P L A M	100,0									

Tablo 38 : HF Bastırıcı Reaktif ile Yapılan 1.Flötasyon Deneyi Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% Co	% Cu	% Pb	% Ni
Konsantre	0,007	0,002	0,007	0,07
Araürün 1	0,007	0,0015	0,015	0,1
Araürün 2	0,007	0,002	0,015	0,1
Artık	0,007	0,01	0,015	0,1

HF ile yapılan ikinci deney aşağıdaki deney koşullarında yapılmıştır :

DENEY KOŞULLARI (2. FLOTASYON) :

1. TEMİZLEME (Konsantre)

BOYUT	: -0,20 mm.
P _H	: 7
KARIŞTIRMA HIZI	: 900 devir/dak.
PÜLPTEKİ KATI MADDE ORANI	: % 20
KIVAM SÜRESİ	: 10 dak.
FLOTANOL D-14 MİKTARI	: 80 gr/ton

2. TEMİZLEME (Araürün 1)

HF MİKTARI	: 500 gr/ton
P _H	: 3

3. TEMİZLEME (Araürün 2)

HF MİKTARI	: 250 gr/ton
P _H	: 3

Yukarıdaki deney koşullarında yapılan analiz sonuçları Tablo 39-40'da verilmektedir.

Tablo 39 : HF Bastırıcı Reaktif ile Yapılan 2.Flötasyon Deneyi Tam Kimyasal Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% Miktar	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	K.K.
Konsantre	8,5	31,01	61,85	3,01	0,02	0,037	0,06	0,01	0,037	3,966
Araürün 1	3,2	30,92	61,60	3,29	0,12	0,078	0,05	0,01	0,039	3,893
Araürün 2	32,3	30,30	60,54	4,54	0,34	0,152	0,05	0,01	0,041	4,027
Artık	56,0	29,41	57,72	7,23	0,86	0,690	0,12	0,02	0,057	3,893
T O P L A M	100,0									

Tablo 40 : HF Bastırıcı Reaktif ile Yapılan 2.Flötasyon Deneyi Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% Co	% Cu	% Pb	% Ni
Konsantre	0,01	0,001	0,004	0,1
Araürün 1	0,01	0,001	Görülmedi	0,1
Araürün 2	0,01	0,0015	Görülmedi	0,15
Artık	0,01	0,0015	Görülmedi	0,15

Flotanol D-14 köpürtücü kullanılarak, Na_2CO_3 ve Na_2SiO_3 bastırıcı reaktifleri ile yapılan deney koşulları aşağıda verilmiştir.

DENEY KOŞULLARI (3. FLOTASYON) :

1. TEMİZLEME (Konsantre)

BOYUT	: -0,30 mm.
P_H	: 7
KARIŞTIRMA HIZI	: 900 devir/dak.
PÜLPTEKİ KATI MADDE ORANI	: % 20
KIVAM SÜRESİ	: 10 dakika
FLOTANOL D-14 MİKTARI	: 80 gr/ton

2. TEMİZLEME (Araürün 1)

Na_2CO_3	: 1000 gr/ton
Na_2SiO_3	: 1000 gr/ton
P_H	: 10

3. TEMİZLEME (Araürün 2)

Na_2CO_3	: 1000 gr/ton
Na_2SiO_3	: 1000 gr/ton
P_H	: 10

Yukarıdaki deney koşullarında yapılan analiz sonuçları Tablo 41 ve Tablo 42'de verilmiştir.

Tablo 41 : Flotanol D-14 kullanılarak Yapılan 3. Flotasyon Deneyi Tam Kimyasal Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% MİKTAR	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	K.K.
Konsantre	8,5	30,77	61,63	3,10	0,02	0,052	0,05	0,01	0,038	4,33
Araürün 1	3,2	30,65	60,85	4,0	0,24	0,01	0,06	0,01	0,040	4,049
Araürün 2	32,3	30,31	60,67	4,82	0,33	0,161	0,07	0,01	0,045	3,584
Artık	56,0	29,85	59,30	5,92	0,72	0,47	0,09	0,02	0,05	3,58
T O P L A M	100,0									

TABLO 42 : Flotanol D-14 Kullanılarak Yapılan 3. Flotasyon Deneyi Optik Spektrografik Yarı Kantitatif Analiz Sonuçları.

ÜRÜN TÜRÜ	% Co	% Cu	% Pb	% Ni
Konsantre	0,007	0,0007	0,007	0,1
Araürün 1	0,01	0,0007	0,004	0,1
Araürün 2	0,007	0,0007	Görülmedi	0,1
Artık	0,007	0,002	0,004	0,1

Flotanol D-14 köpürtücü ile yapılan flotasyon deneyleri olumlu sonuç vermiş ve Flotanol D-14'ün köpürtücü olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Çünkü flotasyon sırasında uygun köpük şartları elde edilmiştir. Köpüklerin küçük ve stabil olduğu görülmüştür.

Flotanol D-14 köpürtücüsü aynı zamanda kolektör reaktif olarak kullanılmıştır. Flotanol D-14'ün talk minerali için uygun kolektör olduğu saptanmıştır.

Flotanol D-14'ün Kütahya talk minerali için, hem köpürtücü hem de kolektör reaktif olarak kullanılması flotasyon maliyetini azaltacaktır.

Flotanol D-14 ile yapılan flotasyon deneylerinde değişik kontrol reaktifleri kullanılmıştır.

HF ile yapılan flotasyon deneylerine baktığımızda ise, Fe_2O_3 ve Al_2O_3 'ün azaldığı bariz olarak görülmektedir. HF ile yapılan iki denemeden -0,2 mm. boyutundakinin daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu nedenle Kütahya talkı için en iyi flotasyon tane boyutunun 0,20 mm. elek altı olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlara göre yapılan Kütahya talkı flotasyon akım şeması Şekil 35'de verilmiştir.

Flotanol D-14 ile yapılan diğer flotasyon deneylerinde ise; Na_2SiO_3 ve Na_2CO_3 bastırıcıları kullanılmıştır. Na_2SiO_3 ve Na_2CO_3 ile yapılan flotasyon deneylerinde salkımlaşma olmuştur. Bu nedenle dekantasyon işlem süresi uzadığında zaman açısından ekonomik olmadığı saptanmıştır.

CEVHER

50 mm.max.parça boyutu

KIRMA

ÖĞÜTME

Su

KÖPÜRTÜCÜ(Flotanal D-14)

-0,2 mm.

KOYULAŞTIRMA
(KIVAMLAŞTIRMA)

FLOTASYON

1.TEMİZLEME

REAKTİF

FLOTASYON

2.TEMİZLEME

Araürün 1

FLOTASYON

3.TEMİZLEME

Araürün 2

Artık

Konsantre

Şekil 35 : Kütahya talkı flotasyon akım şeması.

11. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ülkemiz, içinde bulunduğu jeolojik yapıdan dolayı, talk yatakları oldukça yaygındır. Özellikle bu yatakların plânlı ve kullanım alanlarına uygun olarak değerlendirilmesi gereklidir. Talk üretim miktarı ülke içi talebinin çok altında olduğu gibi, üretim ilkel yöntemlerle yapılmaktadır. Yurt içinde üretilen talk ise öncelikle boya endüstrisinde kullanılmaktadır. Kozmetik, seramik ve kâğıt endüstrisi için gerekli olan talepler yurt dışından ithal edilen talk ile karşılanmaktadır.

Yapılan bu tez çalışmasında Sivas talkı kozmetik endüstrisinde kullanılabilecek düzeye getirilmiştir. Sivas talkı cevher özelliği bakımından çok temizdir. Kozmetikte Sivas talkının kullanılabilmesi için porselen değirmenlerde öğütmenin yapılması gerekmektedir. Bunun yanında Sivas talkı kozmetik sanayiinde kullanılabilmesi için bünyesinde bakteriler içermemelidir.

Bu tez çalışmasında gösterilen akım şemasında bunların hepsi gözönüne alınarak en uygun üretim sistemi oluşturulmuştur. Sivas talkı sadece öğütülerek kâğıt, seramik boya vb. diğer endüstri dallarında kullanılabilir.

Kütahya talkı içinde bulunduğu safsızlıklardan dolayı endüstride kullanılması açısından problem yaratmaktadır. Bu problemin ortadan kaldırılması için bu çalışmada iki yöntem denenmiştir : Manyetik ayırma ve flotasyon.

Kütahya tuvenan talk numunesinde demir miktarı % 5.96 (Fe_2O_3) olarak bulunmuştur. Aynı numune üzerinde yapılan manyetik ayırma denemeleri sonucunda Kütahya talk numunesindeki demir miktarının % 3.04 (Fe_2O_3)'e indiği yapılan tam kimyasal analizler sonucunda görülmüştür. Manyetik ayırma işlemi yüksek alan şiddetinde yapıldığından elektrik sarfiyatını arttıracaktır. Bunun sonucunda da üretim maliyeti artacaktır.

Kütahya talk numunesi üzerinde yapılan flotasyon denemelerinde en uygun flotasyon şartları belirlenmiştir. Bunlar; köpürtücü ve kolektör olarak Flotanol D-14, kontrol reaktifi (bastırıcı) olarak HF ve -0,2 mm.tane boyutudur. Reaktiflerin ne oranlarda katılacağı ve deney koşulları, Flotanol D-14 ile yapılan ikinci flotasyon denemesinde verilmektedir. Kütahya tuvenan talk numunesinde yapılan tam kimyasal analizler sonucunda demir miktarının Fe_2O_3 olarak % 5.96 olduğu saptanmıştır. Yukarıda belirtilen ikinci flotasyon şartları sonucunda Kütahya talk numunesindeki demir % 3.01 (Fe_2O_3)'e indirilmiştir. Bunun yanında flotasyon denemeleri sonucunda kromit, serpantin ve kuvars miktarlarının da azaldığı görülmektedir. Bu çalışma da yine bu koşullara göre uygun flotasyon şeması verilmektedir. Bu prosesle üretimi yapılan talk numunesi kâğıt, refrakter malzeme olarak seramik ve boya endüstrisinde rahatlıkla kullanılabilir.

Kütahya talk numunesi üretimi yapılırken öğütme işleminden sonra düşük alan şiddetli kuru manyetik ayırıcıdan geçirildikten sonra verilen flotasyon şartlarında yapıldığında mineral içindeki safsızlıkların daha da azalacağı görülecektir. Üretim bu şekilde plânlı ve kontrollü bir şekilde yapıldığında yurt içi talebi karşılanırken ihracat olanakları da sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- 1) Kirk, C., Othmer, F., "Encyclopedia of Chemical Technology", Interscience Publishers a Division of John Wiley and Sons inc., Vol.19-p. 608-614, Third Edition, New York, 1980.
- 2) "Practical Guide to the Recognition of Impurities in Talc", Societa Talco e Grafite Val Chisone, Italy, 1987.
- 3) "The Economics of Talc and Pyrophyllite", Roskill Information Services Ltd., June 1987.
- 4) Devlet Plânlama Teşkilâtı Yıllık Programları, 1989.
- 5) "Talc a Practical Guide to Purity and Safety", Italy, 1987.
- 6) Kumbasar, I., "Silikat Mineralleri", İ.T.Ü. Maden Fakültesi Yayını, No. 1098, İstanbul, 1977.
- 7) "Kozmetik Sanayinde Kullanılan Talk", TSE 2973, Şubat 1978.
- 8) Atak, S., "Flotasyon İlkeleri ve Uygulamaları", İstanbul, 1982.
- 9) Çeçen, D., "Flotasyon Prensipleri ve Tatbikatı", Etibank Yayınları, 1967.
- 10) Ergunalp, F., "Cevher Hazırlama Prensipleri", Ankara, 1973.
- 11) Bayraktar, T., "Cevher Hazırlamada Zenginleştirme Öncesi İşlemler", İTÜ Yayını, No.1150, İstanbul, 1979.
- 12) Önal, G., "Cevher Hazırlamada Flotasyon Dışındaki Zenginleştirme Yöntemleri", İstanbul, 1985.

Tablo 43 : 1972-1985 Dünyadaki Talk Mineral Üre-
timi (ton).

Ülke	Mineral	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Afganistan	T	-	-	3,000	6,300	8,685	5,711	1,775	500
Angola	T	100	100	100	100	100	-	-	-
Arjantin	T	28,612	38,227	35,158	40,381	44,185	43,306	41,117	24,059
	P & S	8,325	6,313	5,412	8,357	9,132	10,947	4,731	9,385
Alt Toplam		36,937	44,540	40,570	48,438	53,317	54,253	45,848	33,945
Avustralya	T	43,849	50,850	63,992	67,242	77,447	112,920	137,553	138,256
	P	12,299	12,820	15,845	15,145	14,650	16,039	9,401	19,209
Alt Toplam		56,148	63,670	79,837	82,387	92,097	128,959	146,954	157,475
Avusturya	T	83,212	92,000	98,440	86,512	105,549	103,743	106,248	116,420
Bostwana	T	...	...	...	225	144	-	-	-
Brezilya	T	88,733	96,955	155,371	154,893	151,440	190,180	194,300	297,110
	P	33,125	40,058	45,813	65,778	74,090	79,280	70,720	54,220
Alt Toplam		121,869	137,013	201,184	220,671	225,530	269,460	265,020	351,330
Kanada	T	220	128	421	347	238	201	228	151
	T & P	73,433	73,931	85,952	66,029	68,834	72,400	61,661	90,330
Şili	T	2,615	2,875	1,684	474	1,109	427	432	850
Çin	T	200,000	225,000	250,000	275,000	300,000	175,000	150,000	150,000
Kolombiya	T	708	900	800	1,000	1,200	1,360	1,320	6,065
Mısır	T	7,727	7,036	3,942	4,407	5,636	7,291	5,905	4,406
Finlandiya	T	90,327	109,704	128,269	124,260	148,531	156,584	195,159	267,200
Fransa	T	268,400	225,100	309,100	285,000	246,300	259,500	270,300	268,400
Batı Almanya	T	30,348	28,191	29,731	21,092	18,282	15,971	15,446	14,966
Yunanistan	T	544	5,251	4,320	5,869	5,543	2,723	1,078	...
Macaristan	T	5,000	5,000	5,977	4,688	5,318	5,272	4,053	2,932
Hindistan	T	210,619	209,732	250,199	217,353	220,461	247,000	298,000	351,362
	P	15,562	14,912	15,562	15,021	34,080	34,619	38,883	34,708
Alt Toplam		226,181	224,644	265,761	232,374	254,541	281,619	336,883	386,070
İtalya	T	143,727	137,730	163,024	144,082	153,836	162,437	169,000	157,382
	T	132,780	136,066	177,673	118,468	104,236	127,616	139,491	120,403
Japonya	P	1,365,131	1,372,834	1,396,184	1,073,111	1,240,443	1,571,366	1,555,434	1,588,461
	PC	...	...	422,776	428,948	451,698	...	...	...
Alt Toplam		1,497,911	1,508,900	1,996,633	1,630,527	1,796,977	1,799,202	1,694,925	1,738,154
Kuzey Kore	T	100,000	110,000	120,000	130,000	130,000	130,000	150,000	160,000
Güney Kore	T	72,352	113,092	113,674	92,907	147,774	171,925	202,078	235,324
	P	163,396	304,842	328,418	322,967	348,694	433,304	463,005	541,383
Alt Toplam		235,748	417,934	442,092	415,874	496,468	605,229	665,083	772,207
Meksika	T	3,130	2,108	2,649	1,480	192	163	2,639	7,835
	T	-	44	252	518	52	-	510	325
Nepal	T	144,549	136,437	113,026	104,993	118,211	98,087	96,716	87,425
Norveç	T	3,042	4,015	8,108	4,663	5,035	8,879	9,453	32,721
Pakistan	T	220	250	250	250	140	130	160	210
Paraguay	T	1,047	1,609	2,813	2,682	2,440	721	231	2,700
Peru	P	8,994	78,343	10,968	11,182	12,120	10,714	8,678	13,270
	P	9,941	79,952	13,781	13,864	14,560	11,435	8,909	15,970
Alt Toplam		1,007	1,634	2,333	1,342	1,411	1,200	4,061	3,570
Filipinler	T	1,204	1,110	1,170	1,570	1,505	1,510	1,709	2,748
Portekiz	T & P	57,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
Romanya	T	8,760	7,100	9,589	9,336	7,039	8,095	7,487	9,451
Güney Afrika	P	2,059	4,743	8,510	6,782	5,784	5,109	5,159	5,795
Alt Toplam		10,819	11,843	18,099	16,118	12,823	13,204	12,646	15,246
İspanya	T	40,358	40,134	54,988	47,318	47,617	60,070	61,892	71,047
Sudan	T	...	...	5,000	2,900	-	-	-	-
İsviçre	P	108	126	36	-	-	-	-	-
İsveç	T	26,405	28,029	28,404	23,846	20,441	22,214	21,322	17,746
Tayvan	T & P	24,792	23,124	13,517	12,050	15,481	10,160	9,346	11,154
Tayland	T	75	75	158	347	770	517	2,698	2,351
	P	1,550	9,550	1,640	10,300	5,787	9,851	12,190	11,196
Alt Toplam		1,625	9,625	1,795	10,647	6,557	10,362	14,368	13,547
İngiltere	T	16,107	20,333	20,600	19,100	14,800	14,700	17,499	16,600
Uruguay	T	1,323	1,997	2,075	1,268	1,268	1,559	1,945	1,300
ABD	T	929,000	1,049,000	1,073,925	791,586	893,000	997,013	1,150,330	1,150,330
	P	75,519	81,337	95,392	83,462	97,662	96,163	105,235	167,332
Alt Toplam		1,004,519	1,130,837	1,169,317	875,448	990,662	1,093,176	1,255,565	1,317,662
Rusya		290,000	400,000	410,000	420,000	440,000	450,000	470,000	480,000
Yugoslavya	T	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	25,000
	P	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000
Alt Toplam		55,000	55,000	55,000	55,000	55,000	55,000	55,000	60,000
Zambia	T	2,323	1,331	133	164	106	-	-	-
Zimbabve	T	1,500	1,500	1,500	1,600	1,000	1,415	758	1,170
Alt Toplam		4,976,227	5,429,076	6,213,373	5,458,295	5,925,196	6,190,532	6,394,536	6,373,449

Tablo 44 : 1985 Dünya Taahhüt Tüketimi (Ton).

Ülke	Mineral	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Afganistan	T	-	-	-	-	-	-
Angola	T	-	-	-	-	-	-
Arjantin	T	24,575	33,741	24,716	23,379	...	...
	P & S	8,156	2,478	4,177	6,312	...	...
Alt Toplam		32,731	36,219	28,393	29,691	27,787	26,310
Avustralya	T	159,962	74,340	143,325	167,009	233,981	183,310
	P	11,002	8,146	9,467	9,569	7,189	6,650
Alt Toplam		170,964	82,986	152,792	176,578	241,170	190,000
Avusturya	T	116,708	116,426	117,094	122,130	134,013	131,454
Bostwana	T	-	-	-	-	-	-
Brezilya	T	365,370	350,850	318,120	362,830	384,870	...
	P	82,920	180,360	68,980	46,210	56,050	...
Alt Toplam		448,290	531,210	387,100	409,040	440,920	425,020
Kanada	T	219	129	128	128	128	130
	T & P	91,848	82,715	70,523	97,000	122,992	131,568
Şili	T	1,138	665	283	637	422	1,299
Çin	T	916,300	895,100	952,600	952,500	952,600	997,900
Kolombiya	T	6,085	6,050	6,240	6,639	6,785	6,710
Mısır	T	4,007	5,724	8,291	4,519	12,214	11,790
Finlandiya	T	317,901	307,920	325,005	318,435	327,477	330,220
Fransa	T	320,800	313,100	312,900	328,000	330,000	311,000
Batı Almanya	T	15,499	15,441	15,231	14,309	13,608	13,610
Yunanistan	T	2,129	2,529	2,697	2,166	2,177	2,180
Macaristan	T	3,492	17,500	17,000	17,000	17,500	17,500
Hindistan	T	349,000	355,000	327,533	276,448	341,952	329,192
	P	35,077	41,661	43,602	59,042	81,430	53,740
Alt Toplam		384,077	396,681	371,135	335,490	423,382	382,932
İtalya	T	165,905	163,392	163,973	158,977	142,729	129,620
Japonya	T	122,475	119,931	105,759	87,692	...	...
	PC	1,528,467	1,025,721	977,306	986,294	...	...
Alt Toplam		1,750,942	1,145,652	1,083,065	1,073,986	1,498,969	1,434,260
Kuzey Kore	T	170,000	167,800	167,800	167,800	167,800	167,800
Güney Kore	T	204,562	169,401	124,793	171,214	192,208	194,174
	P	514,511	395,216	466,324	460,322	556,442	738,304
Alt Toplam		719,173	564,617	591,117	632,136	348,550	932,478
Meksika	T	10,088	13,733	12,270	11,032	8,900	9,070
Nepal	T	1,460	71	3,003	15,264	7,595	9,960
Norveç	T	87,635	86,376	85,277	99,790	142,933	143,000
Pakistan	T	29,613	24,932	20,565	15,956	15,568	18,370
Paraguay	T	250	150	150	120	150	130
Peru	T	2,700	...	...	...	...	...
	P	12,000	...	...	...	...	...
Alt Toplam		14,700	9,070	8,620	8,620	8,160	8,160
Filipinler	T	863	446	1,008	878	401	1,000
Portekiz	T	2,598	6,363	4,940	5,460	6,203	6,260
Romanya	T & P	60,000	60,000	60,000	60,000	65,300	65,300
Güney Afrika	T	9,466	9,464	9,743	7,517	9,793	...
	P	4,900	5,562	2,514	3,575	3,351	...
Alt Toplam		14,366	15,126	12,257	11,192	13,544	14,450
İspanya	T	73,949	69,069	62,587	69,468	72,239	73,030
Sudan	T	-	-	-	-	-	-
İsviçre	P	-	-	-	-	-	-
İsveç	T	3,000	15,581	17,753	21,056	20,300	19,960
Tayvan	T & P	9,911	24,745	30,662	27,054	18,680	18,140
Tayland	T	1,376	...	...	...	...	...
	P	10,350	...	...	...	...	...
Alt Toplam		11,726	12,035	21,999	20,148	28,480	29,030
İngiltere	T	17,297	18,312	17,000	16,000	19,000	18,000
Uruguay	T	1,800	1,724	1,145	685	1,179	1,000
ABD	T	1,022,414	1,121,300	951,550	889,060	945,300	1,077,760
	P	102,514	97,070	78,930	77,110	77,110	73,480
Alt Toplam		1,124,928	1,218,370	1,030,580	967,990	1,022,410	1,151,240
Rusya		450,000	500,000	510,000	510,000	520,000	520,000
Yugoslavya	T	25,000	...	...	...	...	...
	P	35,000	...	...	...	...	...
Alt Toplam		60,000	...	...	...	...	...
Zambia	T	258	921	271	1,313	367	9,529
Zimbabve	T	456	386	270	551	245	300
Toplam		7,653,106	6,932,265	6,674,324	6,709,333	7,582,777	7,760,320

Tablo 44 : 1985 Dünya Talk Tüketimi (Ton).

	<u>Üretim</u>	<u>İthalat</u>	<u>İhracat</u>	<u>Tüketim</u>
Arjantin	26,310	...	...	26,310
Avusturalya	190,000	...	(102,640)	87,360
Avusturya	131,454	2,732	110,100	24,086
Brezilya	425,020	...	...	425,020
Birmanya	130	...	...	130
Kanada	131,668	37,313	...	168,981
Şili	1,299	...	...	1,299
Çin	997,900	...	(465,030)	532,870
Kolombiya	6,710	...	...	6,710
Danimarka	-	9,963	81	9,882
Mısır	11,790	...	...	11,790
Finlandiya	330,220	577	52,630	278,167
Fransa	311,000	16,145	103,449	223,696
Federal Almanya	13,610	139,043	7,002	145,651
Yunanistan	2,180	...	...	2,180
Macaristan	17,500	(6,720)	...	24,220
Hindistan	382,932	...	(8,620)	374,312
İtalya	129,620	24,967	41,990	112,597
Japonya	1,434,260	573,900	4,792	2,003,368
Kuzey Kore	167,800	...	13,300	154,500
Güney Kore	932,478	9,960	37,788	904,650
Meksika	9,070	(98,510)	...	107,580
Cezayir	-	1,060	...	1,060
Nepal	9,980	...	...	9,980
Hollanda	-	42,242	7,762	34,480
Norveç	143,000	8,046	44,233	106,813
Pakistan	18,870	...	...	18,870
Paraguay	130	...	...	130
Peru	8,160	...	...	8,160
Filipinler	1,000	4,385	...	5,385
Portekiz	6,260	(4,460)	...	10,720
Romanya	65,300	...	...	65,300
Güney Afrika	14,450	2,500	...	16,950
İspanya	73,030	(9,220)	12,305	69,945
İsveç	19,960	25,790	...	45,750
İsviçre	-	13,420	95	13,325
Tayvan	18,140	10,744	509	28,375
Tayland	29,030	18,140	...	47,170
İngiltere	18,000	(49,310)	4,838	62,472
Uruguay	1,000	...	...	1,000
A.B.D.	1,151,240	(10,930)	214,099	948,071
S.S.C.B.	520,000	...	...	520,000
Zambiya	9,529	...	...	9,529
Zimbabue	300	...	...	300
T o p l a m	7,760,330	1,177,813	1,273,708	7,664,435

TALK NUMUNELERİNİN TAM KİMYASAL ANALİZİ

Kütahya ve Sivas talk numunelerinin zenginleştirilmeden önce ve sonraki tam kimyasal analizleri Karabük Demir Çelik (DÇİ) İşletmeleri'nin spektral analiz laboratuvarında yapılmıştır. Tam kimyasal analizler bu laboratuvarında bulunan ARL-8680 X-RF marka X-ışın Floresans spektrometresinde yapılmıştır.

Numunelerin Hazırlanması :

Toz haline getirilmiş 0,5 gram talk numunesine 5,4 gram Lityum Tetra Borat ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$) ve 0,1 gram Lityum Florür (LiF) ilave edilir. Hazırlanan bu karışım platin veya altın krozede otomatik ergitme cihazında yaklaşık olarak 1100-1200°C da eritilerek kalıba dökülür. Böylece kalıp içerisinde camsı hale getirilen talk numunelerinin X-ışın floresans spektrometresinde tam kimyasal analizleri yapılır.

X-Işın Floresans Spektrometresi :

Camsı hale getirilen numuneler X ışınlarıyla uyandırıldıktan sonra, içerdiği elementlere ait floresans X ışını belirli dalga boylarında yayılır. X ışın floresans spektrometresinde yapılan analizler, yüzeyden olduğu için, camsı hale getirilen numune yüzeyinin çok düzgün olması gerekir. Cihazda mevcut ve her elemente ait monokromatörde ışın şiddeti ölçülür. Daha önce yapılmış kalibrasyon eğrilerine göre ışın şiddetinden (İntensite) yüzde konsantrasyona geçilir. Kalibrasyonların her numune türüne göre, yüzde konsantrasyonları belli standartlarla önceden yapılarak cihaza bu programların verilmiş olması gerekir. Kalibrasyon eğrilerine göre ışın şiddetinden yüzde konsantrasyona geçen bilgiler bilgisayardan printer (yazıcı) çıkışı olarak alınır.

