

Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, C.IX, S.1, 1996
Eng. & Arch. Fac., Osmangazi University, Vol. IX,1 No.1, 1996

AMİN FLOTASYONUyla SERPANTİNİN MANYEZİTTEN AYRILMASI

Nermin GENCE¹, Hüseyin ÖZDAĞ²

ÖZET: *Bu çalışmanın amacı manyezit/serpantin karışımından manyezitin amin flotasyonu ile kazanılmasıdır. Amin cinsi ve miktarı, pH, pulp yoğunluğu, bastırıcı reaktifin etkisi, kıvamlama süresi gibi değişkenlere bağlı olarak en iyi sonucu alındığı koşullar belirlenmiştir. Kullanılan aminler arasında en iyi sonucu verenin Armaflote 14 olduğu saptanmıştır.*

ANAHTAR KELİMELEER: *Manyezit, serpantin, amin flotasyonu.*

SEPARATION OF SERPENTINE FROM MAGNESITE BY AMINE FLOTATION

ABSTRACT: *The aim of this work is to recover magnesite from a magnesite/serpentine mixture by amine flotation. Parameters such as the type of amine and quantity, pH, pulp density, the effect of depressant on magnesite, conditioning time were studied. The results showed that amines were effective in the separation of magnesite/serpentine minerals. The most effective amine was found to be Armaflote 14.*

KEYWORDS: *Magnesite, serpentine, amine flotation.*

¹ Nermin GENCE, (Yrd. Doç. Dr.), Anadolu Üniversitesi, Bozüyük Meslek Yüksekokulu, Maden Mühendisliği Bölümü, BOZÜYÜK

² Hüseyin ÖZDAĞ, (Prof. Dr.), Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, ESKİŞEHİR.

I.GİRİŞ

İlaç sanayiinden ağır sanayiye kadar çok çeşitli kullanım alanlarına sahip magnezyum bileşiklerinin ana hammaddesini oluşturan manyezit ($MgCO_3$) minerali, doğada değişik oranlarda karbonatlar, oksitler ve silikat halinde safsızlıklar içerir. Doğal yatakların işletilmesi sonucu üretilen manyezit cevheri bu safsızlıklardan dolayı, zenginleştirme işlemlerine tabi tutulur [1].

Bugün, manyezit cevherlerinin zenginleştirilmesinde yaygın olarak kullanılan dört yöntem vardır. Bunlar; tavuklama, ağır-ortam ayırması, manyetik ayırma ve flotasyondur. Ancak kristalin (ince kristalli) manyezitin zenginleştirme işlemi amorf manyezitin zenginleştirme işlemine göre bazı farklılıklar göstermektedir. Bu fark her iki tip manyezitin minerallerinin, gang minerallerinin ve serbestleşme tane boyutlarının farklı olmasına dayanmaktadır. Kristalin manyezit %8'e kadar demiroksit içerirken amorf manyezitin demir oranı çok düşük, tane boyutu bazen mikronla ölçülemeyecek kadar ince ve genellikle kristalin manyezitten daha saftır. Kristalin manyezitin tipik gang mineralleri, dolomit, biyotit, gröna, talk ve az miktarda kuvars iken, amorf manyezitte gang olarak serpantin ve opal bulunmaktadır. Dünyada her iki tip manyezit de flotasyon, flotasyon-ağır ortam ayırması veya flotasyon-manyetik ayırma yöntemleri ile zenginleştirilebilmektedir [2-7].

Manyezitin yanında gang minerali olarak silikatlar çoğunluktaysa, katyonik bir reaktifle silikatlar yüzdürülerek yüzmeyen kısımda manyezit zenginleştirilir. Dolomit ve/veya kalsit gang minerali olarak çoğunluğu oluşturuyorsa, anyonik bir reaktifle manyezit yüzdürülür. Anyonik reaktif olarak genellikle oleik asit veya sodyum oleat kullanılır [8-11].

Bu çalışmanın amacı, amin türü toplayıcılar kullanılarak manyezit konsantrasyonlarının yüksek tenör ve verimle elde edilmesine yönelik flotasyon parametrelerinin (toplayıcı tipi ve miktarı, pH, pulp yoğunluğu, kıvam zamanı, bastırıcı miktarı gibi) saptanmasıdır.

II. MATERYAL VE METOD

Manyezit- serpantin flotasyon çalışmaları için KÜMAŞ'a ait TURAN OCAĞI'ndan alınan olabildiğince temiz manyezit ve serpantin numuneleri kırma ve öğütme işlemlerinden geçirilmiş ve tane boyu 0.210 mm 'nin altına indirilmiştir. 0.044 mm 'nin altı şlam olarak ayrıldıktan sonra malzeme

-210+0.44 mm tane boyutunda olacak şekilde hazırlanmıştır. Flotasyon çalışmalarında doğal manyezit ve doğal serpantin sırasıyla %90 ve %10 oranında karıştırılarak kullanılmıştır.

Flotasyon çalışmalarında kullanılan -0210+0.044 mm tane boyundaki numunenin kimyasal analizi Tablo 1 'de verilmiştir.

Tablo 1. Flotasyon çalışmalarında kullanılan numunenin kimyasal analizi

<u>Madde</u>	<u>%</u>
MgO	45.38
CaO	1.16
SiO ₂	4.94
Fe ₂ O ₃	0.69
Al ₂ O ₃	1.00
Na ₂ O	0.30
K ₂ O	0.05
Ateş kaybı	46.48
	100.00

Bu çalışmada aminlerle silikatlar (serpantin) yüzdürülerek yüzmeyen kısımda manyezit zenginleştirilmeye çalışılmıştır. Silikatları yüzdürmek için toplayıcı reaktif olarak Hoechst firmasının ürettiği Flotigam ENA, Armac firmasının ürettiği Armaflote 14 ve Armaflote 17, Cyanamid firmasının ürettiği Flotigam ENA, Armac firmasının ürettiği Armaflote 14 ve Armaflote 17. Cyanamid firmasının ürettiği 870 ticari adlı aminler kullanılmıştır.

pH ayarında analitik saflıkta NaOH ve derişik HCl, manyeziti bastırmak için mısır nişastası ve yardımcı kollektör olarak gazyağı kullanılmıştır.

III. BULGULAR

III.1. Toplayıcı Türünün Belirlenmesi

Çeşitli amin türü toplayıcılar kullanılarak, belirtilen koşullarda yapılan flotasyon deneylerinin sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo2. Toplayıcı Türünün Belirlenmesi

Toplayıcı Cinsi	Toplayıcı Miktarı (g/ton)	Ürünler	TENORLER %				MgO Dağılımı %	SiO ₂ Dağılımı %
			MgO	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃		
Flotigam ENA	1500	Konsantre Artık	46.48	1.14	4.87	0.68	83.76	80.62
			40.44	1.25	5.26	0.74	16.24	19.38
870	1500	Konsantre Artık	45.96	1.13	4.94	0.71	87.39	86.29
			41.73	1.35	4.93	0.56	12.61	13.71
Armaflote 14	1500	Konsantre Artık	46.75	1.10	4.15	0.38	86.66	70.66
			38.12	1.48	9.14	2.33	13.34	29.34
Armaflote 17	1500	Konsantre Artık	45.98	1.16	5.05	0.53	86.55	87.32
			41.87	1.16	4.31	1.63	13.45	12.68
		TOPLAM	45.38	1.16	4.94	0.69	100.00	100.00

Deney Koşulları:

pH= 6.2

Toplayıcı miktarı : 1500 g/ton

Pulp yoğunluğu : % 20 K

Gazyağı miktarı : 1000 g/ton

Kıvamlama süresi : 10 dk

Köpük alma süresi : 3 dk

Tablo 2'den de görüldüğü gibi MgO tenörü ve verimi açısından en iyi sonuçlar Armaflote 14 ile alınmıştır.

III.2. Toplayıcı Miktarının Belirlenmesi

En uygun toplayıcı miktarının belirlenmesi amacıyla, belirtilen koşullarda bastırıcı kullanmadan yapılan flotasyon deneylerinin sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Toplayıcı Miktarının Belirlenmesi

Armaflote 14 Miktarı (g/ton)	Ürünler	TENORLER %				MgO Dağılımı %	SiO ₂ Dağılımı %
		MgO	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃		
1500	Konsantre Artık	46.75	1.10	4.15	0.38	86.66	70.66
		38.12	1.48	9.14	2.33	13.34	29.34
3000	Konsantre Artık	45.70	0.61	3.86	0.52	89.35	69.32
		42.86	5.49	13.44	2.03	10.65	30.68
4000	Konsantre Artık	45.76	0.56	2.34	0.36	78.95	37.09
		44.01	3.32	14.32	1.88	21.05	62.91
5000	Konsantre Artık	45.02	0.88	2.78	0.42	69.58	39.47
		46.23	1.82	10.01	1.32	30.42	60.53
	TOPLAM	45.38	1.16	4.94	0.69	100.00	100.00

Deney Koşulları:

pH= 6.2

Pulp yoğunluğu : % 20 K

Gazyağı miktarı : 1000 g/ton

Kıvamlama süresi : 10 dk

Köpük alma süresi : 3 dk

Tablo 3'te görüldüğü gibi 4000 g/ton armaflote 14 ile yapılan flotasyon deneyi sonucunda % 45.76 MgO, % 0.56 CaO, % 2.34 SiO₂ ve % 0.36 Fe₂O₃ içeren konsantre % 78.95 MgO verimi ile elde edilmiştir.

III.3. pH'in Etkisinin Belirlenmesi

pH'in etkisi bastırıcı ilave edilmeden belirtilen koşullarda incelenmiş ve deneylerin sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. pH'in Etkisini İncelemek için Yapılan Deneylerin Sonuçları

pH	Ürünler	TENORLER %				MgO Dağılımı %	SiO ₂ Dağılımı %
		MgO	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃		
6.2	Konsantre Artık	45.76	0.56	2.34	0.36	78.95	37.09
		44.01	3.32	14.32	1.88	21.05	62.91
7.2	Konsantre Artık	47.68	0.50	2.21	0.33	72.10	30.70
		40.35	2.60	10.91	1.48	27.90	69.30
8.1	Konsantre Artık	45.24	0.73	2.38	0.37	77.53	37.47
		45.87	2.66	13.89	1.81	22.47	62.53
9.3	Konsantre Artık	44.81	0.56	4.36	0.66	78.91	70.54
		47.65	3.55	7.25	0.81	21.09	29.46
	TOPLAM	45.38	1.16	4.94	0.69	100.00	100.00

Deney Koşulları:

Armaflote 14 miktarı :4000 g/ton

Gazyağı miktarı : 10000 g/ton

Pulp yoğunluğu : % 20 K

Kıvamlama süresi : 10 dk

Köpük alma süresi : 3 dk

pH'in etkisini incelemek amacıyla yapılan deneylerin sonucunda MgO tenörü ve CaO, SiO₂ ve Fe₂O₃ gibi safsızlıkların içeriği açısından en iyi sonuçlar pH 7.2'de elde edilmiştir.

III.4. Pulp Yoğunluğunun Etkisi

Pulp yoğunluğunun etkisini belirlemek amacıyla, belirtilen koşullarda bir seri deney yapılmış ve sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Pulp Yoğunluğunun Etkisi

Pulp Yoğunluğu % K	Ürünler	TENORLER %				MgO Dağılımı %	SiO ₂ Dağılımı %
		MgO	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃		
15	Konsantre Artık	46.84	0.65	1.86	0.11	75.56	27.56
		41.39	2.55	13.35	2.27	24.44	72.44
20	Konsantre Artık	47.68	0.50	2.21	0.33	72.10	30.70
		40.35	2.60	10.91	1.48	27.90	69.30
25	Konsantre Artık	47.53	0.63	3.84	0.49	66.58	51.36
		44.70	2.19	7.08	1.08	33.42	48.64
30	Konsantre Artık	42.91	0.70	4.04	0.52	59.43	51.40
		49.56	1.94	6.46	0.98	40.57	48.60
	TOPLAM	45.38	1.16	4.94	0.69	100.00	100.00

Deney Koşulları:

Armaflote 14 miktarı : 4000 g/ton

Gazyağı miktarı : 1000 g/ton

pH : 7.2

Kıvamlama süresi : 10 dk

Köpük alma süresi : 3 dk

Tablo 5'te görüldüğü gibi pulp yoğunluğu % 15 K olduğu zaman % 46.84 MgO tenörlü ve % 75.56 verimli konsantre elde edilmiştir.

III.5. Kıvamlama Süresinin Etkisi

Kıvamlama süresinin etkisini incelemek için yapılan deneylerin sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. En iyi sonuçlar kıvamlama süresi 15 dk. olduğu zaman elde edilmiş ve flotasyon deneyleri belirtilen koşullarda yapılmıştır.

Tablo 6. Kıvamlama Süresi

Kıvam Zamanı (dk)	Ürünler	TENORLER %				MgO Dağılımı %	SiO ₂ Dağılımı %
		MgO	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃		
10	Konsantre Artık	46.84	0.65	1.86	0.11	75.56	27.56
		41.39	2.55	13.35	2.27	24.44	72.44
15	Konsantre Artık	46.05	0.60	0.95	0.18	76.21	14.44
		43.36	2.85	16.97	2.23	23.79	85.56
20	Konsantre Artık	44.01	0.69	1.54	0.52	69.62	22.38
		48.86	2.36	13.59	1.12	30.38	77.62
25	Konsantre Artık	43.68	0.75	1.98	0.54	65.81	27.40
		49.05	2.05	11.34	1.01	34.19	72.60
	TOPLAM	45.38	1.16	4.94	0.69	100.00	100.00

Deney Koşulları:

Armaflote 14 miktarı : 4000 g/ton

Gazyağı miktarı : 1000 g/ton

pH : 7.2

Pulp yoğunluğu : % 15 K

Köpük alma süresi : 3 dk

III.6. Gazyağı Miktarının Etkisi

Yardımcı toplayıcı olarak kullanılan gazyağı miktarının flotasyona etkisini incelemek için belirtilen koşullarda deney yapılmış ve deney sonuçları Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Gazyağı Miktarının Etkisi

Gazyağı Miktarı (g/ton)	Ürünler	TENORLER%				MgO Dağılımı %	SiO ₂ Dağılımı %
		MgO	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃		
1000	Konsantre Artık	46.05	0.60	0.95	0.18	76.21	14.44
		43.36	2.85	16.97	2.23	23.79	85.56
2500	Konsantre Artık	46.07	0.60	0.91	0.14	75.09	13.63
		43.42	2.75	16.39	2.25	24.91	86.37
5000	Konsantre Artık	46.12	0.58	0.89	0.08	86.50	15.33
		41.14	4.50	28.07	4.17	13.50	84.67
10000	Konsantre Artık	45.98	0.64	0.99	0.10	32.89	13.27
		44.20	2.18	12.69	1.85	67.11	86.73
	TOPLAM	45.38	1.16	4.94	0.69	100.00	100.00

Deney Koşulları:

Armaflote 14 miktarı :4000 g/ton

pH : 7.2

Kıvamlama süresi : 15dk

Pulp yoğunluğu : % 15 K

Köpük alma süresi : 3 dk

Tablo 7'de de görüldüğü gibi en iyi sonuçlar gazyağı miktarı 5000 g/ton olarak kullanıldığında elde edilmiştir.

III.7. Bastırıcı Miktarının Etkisi

Bastırıcı reaktif miktarının flotasyona etkisini belirlemek amacıyla yapılan deneylerin sonuçları Tablo 8'de gösterilmiştir. Bastırıcı reaktif olarak % 10'luk mısır nişastası kullanılmış ve deneyler aşağıdaki koşullar sabit tutularak yapılmıştır.

Tablo 8. Bastırıcı Miktarının Etkisi

Nişasta Miktarı (g/ton)	Ürünler	TENORLER %				MgO Dağılımı %	SiO ₂ Dağılımı %
		MgO	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃		
500	Konsantre Artık	43.83	0.73	1.20	0.51	67.63	17.01
		49.00	2.16	13.68	1.11	32.37	82.99
1000	Konsantre Artık	44.76	0.69	1.15	0.47	72.31	17.07
		47.08	2.45	15.35	1.29	27.69	82.93
1500	Konsantre Artık	45.97	0.63	1.10	0.21	75.13	16.52
		43.69	2.68	15.97	2.07	24.87	83.48
2000	Konsantre Artık	44.99	0.61	0.90	0.10	74.79	13.74
		46.58	2.85	17.35	2.50	25.21	86.26
	TOPLAM	45.38	1.16	4.94	0.69	100.00	100.00

Deney Koşulları:

Armaflote 14 miktarı : 4000 g/ton

Pulp yoğunluğu : % 15 K

Gazyağı miktarı : 5000 g/ton

Kıvamlama süresi : 15 dk

pH : 7.2

Köpük alma süresi : 3 dk

En iyi sonuçlar Tablo 8'de görüldüğü gibi 1500 g/ton nişasta kullanıldığında elde edilmiştir.

IV. SONUÇLAR

i- Aminlerle manyezit/serpantin flotasyonunda en yüksek seçimlilik Armaflote 14 ile sağlanmıştır.

ii-Optimal pH değeri 7.2 olarak bulunmuştur.

iii- Pulp yoğunluğu ve kıvamlama süresi yükseldikçe MgO tenörü ile birlikte verim de düşmektedir. Optimum pulp yoğunluğu % 15 K, kıvamlama süresi 15 dk. olarak belirlenmiştir.

iv- Yardımcı kollektör olarak kullanılan gazyağı miktarı 5000 g/ton olarak kullanıldığında % 46.12 MgO, % 0.58 CaO, % 0.89 SiO₂, % 0.08 Fe₂O₃ içeren konsantre % 86.50 MgO verimi ile elde edilmektedir.

v- Manyeziti bastırmak için kullanılan nişasta MgO veriminde kısmi bir artış sağladığı gibi MgO konsantrisindeki safsızlıkların azaltılmasında da etkili olmuştur.

Tablo 8'de 1500 g/ton nişasta kullanıldığında MgO tenörü ve verimi yüksek bir ürün alındığını, 2000 g/ton nişasta ile ise elde edilen konsantrinin daha düşük oranlarda CaO, SiO₂ ve Fe₂O₃ içerdiği görülmektedir. Hangi koşulun kabul göreceği MgO içeriği ile konsantrideki safsızlıklar arasında yapılacak tercihe bağlıdır.

KAYNAKLAR

- [1] "Türkiye Manyezit Envanteri" Maden Tetkik Arama Enstitüsü Yayını, No 186 Ankara, 78 s. 1982.
- [2]. D.I. Suvorova, and V.V. Tyuryukhanova, "Conditions of Flotation of Satka deposit magnesite resitue", *Refractories*, V.25, No. 9-10, 28-30, 1984.
- [3]. G.E. Karantzavelos, "Brief description and evaluation of the magnesite flotation processes- development of a new flotation process", *Minerals and Metallurgical Processing*, V.1, No. 1, 69-70, 1984.
- [4]. B.R. Arvidson, "The new magnetic separators improving industrial minerals cleaning" *Society of Mining Engineers of AIME*, Preprint No.85-77, 1985.
- [5]. M.A. Schapper, "Beneficiation at large particle size using photometric sorting techniques", *Australian Mining*, 44-53, 1977.
- [6]. G.F. Suslikov, M.G. Kurachkin, and N.A. Yur'eva, "Experimental enrichment of Satkinsk magnesites in heavy suspensions", *Refractories*, No.1, 26-30, 1966.
- [7]. A.N. Lyman, "Enriching Satkinsk magnesites in heavy suspensions", *Refractories*, No.6, 19-24, 1968.
- [8]. J.J. Predali, "Flotation of carbonates with salts of fatty acids: the role of pH and the alkyl chain", *Trans. Instn. Mining Metall.*, September, 140-147, 1969.
- [9]. J.J. Predali, and J.M. Cases, "Zeta potential of magnesium carbonates in inorganic electrolytes", *Journal Colloid Interface Science*, Vol.45, No.3, 449-458, 1973.
- [10]. P.R.G. Brandao, and G.W. Poling, "Anionic flotation of magnesite", *Canadian Metall., Quart.*, 21(3), 211-220, 1982.
- [11]. P.R.G. Brandao, "Adsorption of oleate on magnesite and its influence on flotation", Ph. D. Thesis, Univ. British Columbia, Canada, 171 p., 1982.