

ARAŞTIRMA MAKALESİ/RESEARCH ARTICLE

KIRKA TİNKALİNİN DEHİDRATASYONUN VE ÇÖZÜNÜRLÜĞÜNÜN İNCELENMESİ

Tevfik GEDİKBEY¹, Ebru BİRLİK^{1, 2}

ÖZ

Tinkal cevherinin Türkiye'deki en büyük rezervi Kırka'dadır. Türkiye ekonomisi için önemli olan Tinkal bir sodyum borat bileşimidir. Doğada saf olarak bulunmaz, killer ve bir takım safsızlıklar içerir. Bu safsızlıklar ve killer, kırma ve yıkama işlemleriyle giderilerek konsantre tinkal elde edilir.

Bu çalışmada; tinkal ve konsantre tinkal numunelerinde dehidratasyon çalışmaları yapılarak, orjinal ve dehidratize tinkal numunelerinin asitteki ve sudaki çözünürlükleri incelenmiştir. Tinkal ve konsantre tinkalden 350-400°C'de kristal sularının tamamının uzaklaştığı gözlenmiştir. Suda ve asit çözeltilerinde 350°C'ye kadar boraks tuzlarının çözünürlüklerinin arttığı, bu sıcaklıktan itibaren de 550°C'ye kadar azalma gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Boraks, Tinkal, Çözünürlük, Dehidrasyon

INVESTIGATION OF SOLUBILITY AND DEHYDRATION OF KIRKA TINKAL ABSTRACT

The biggest rezerve of tincal ore in Turkey is located in Kırka town . Tincal being an important substance for the economy of Turkey is a compound of sodium borate. It has been found as an impure ore in the nature. It contains impurities such as different typeses clay and other impurities. Concentrated tincal is usually seperated from impurities by cracking and washing processes.

In this study, dehydratization of both tincal and concentrated tincal samples were done, then the solubilities of original and dehydratized tincal samples were studied both in water and in hydrochloric acide solution. It was observed that the crystalline water, of both tincal and concentrated tincal, was completely removed at 350-400°C. It was also observed that the solubilities of borax salts in water and asidic solutions tend to increase up to 350°C and tend to decrease above this temperature up to 550°C.

Key Words: Borax, Tincal, Solubility, Dehydration

1. GİRİŞ

Periyodik cetvelin üçüncü grubunun başında yer alan bor, oksijene olan yüksek ilgisi nedeniyle doğada serbest halde bulunmaz. Alkali ve toprak alkali elementlerin bor oksidi hidratları halinde bulunur (Greenwood and Thomas, 1973).

Türkiye, büyük stratejik öneme sahip doğal bir kaynak olan bor yataklarının %64'üne sahiptir (Eti Holding A.Ş., 2000). Tinkal ($\text{Na}_2\text{O}_2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$),

kolemanit ($2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ve uleksit ($\text{Na}_2\text{O}_2\text{CaO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$) ekonomik değerleri olan bor cevherlerimizdir. Bu cevherler; Eskişehir-Kırka (tinkal), Kütahya-Emet (Kolemanit), Balıkesir-Bigadiç (uleksit ve kolemanit), ve Bursa-M.Kemalpaşa (kolemanit) bölgelerinde toplanmıştır (Gedikbey ve arkadaşları, 1978).

Dünya bor mineralleri üretiminde Türkiye ve ABD lider konumundadır. Önemli miktarlarda üretim yapan

¹ Osmangazi Üniversitesi ,Fen-Edebiyat Fakültesi ,Kimya Bölümü, Eskişehir
² E-Posta: ebirlik@ogu.edu.tr
Geliş: 27 Şubat 2003; Düzeltme: 21 Kasım 2003; Kabul: 24 Mayıs 2004

diğer ülkeler ise Arjantin, Kazakistan, Rusya, Şili, Çin, Peru ve Bolivya'dır (Poslu ve Aslan, 1995).

Türkiye dünya pazarında daha etkin olabilmek için bor minerali ihracatında kademeli olarak katma değeri arttırılmış bor ara ürünleri ve bor türevleri üretimini çeşitlendirmektedir. Diğer taraftan uluslar arası pazarlama şirketleri ile ortaklaşa şirketler kurarak Pazar payını ve dünya bor ticaretinde etkinliğini arttırmaya çalışmaktadır (TÜBİTAK, 1985; DPT, 1987 ve 1988).

Boraks, tetra borik asidin sodyum tuzudur. Renksiz, saydam, sudaki çözeltisi bazik reaksiyon gösteren bir tuzdur. (Taşçıoğlu,1992). Boraks, mineral halinde Tinkal ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), Tinkalkonit ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) olarak doğada bulunduğu gibi bazı boratlarından da elde edilebilir. Boraks dekahidrat prizmatik kristaller, boraks penta hidrat oktaedrik kristaller halindedir.

Boraks ; kramer borat cevherlerinden, göl sularından, tinkal konsantresinden üretilebilir.

Boraks borosilikat camları, yalıtım (izolasyon) cam yünü, porselen ve emaye; deterjan, sabun ve temizleme malzemeleri ve kozmetiklerin yapımından, tıpta; lehimcilik, kalaycılık ve fotoğrafıcılıkta, çimento ve deri endüstrisinde, ateşe dayanıklı malzeme yapımında, yangın söndürücülerde, tekstil boyaları, böcek öldürücüler, yapıştırıcıların yapımında, ağaç emprenyasyonunda ve diğer bazı alanlarda direkt olarak kullanılır. Ayrıca; fotoğrafıcılık , yapıştırıcı, deterjan ve tekstil endüstrisinde kullanılan sodyum metaboratin , beyazlatıcı olan olan sodyum perboratın ana maddesidir.(Sanıgök,1987)

Kırka bölgesi, tinkal cevherinden boraks ve diğer bor bileşiklerinin üretimi ile ilgili olarak, ülkemizde yapılan çalışmalar özet olarak aşağıda verilmiştir.

Çakaloz ve araştırma grubu, Kırka tinkal cevheri içinde bulunan kilin sıyırma yolu ile ayrılması ve kilden temizlenmiş tinkalin akışkan yatakta dehidratasyon şartlarını araştırmışlardır. Bu çalışmada, cevher yapısında bulunan killerin sıcak suda çözme işlemi ile cevherden ayrılması yerine, mekanik olarak taraklı ayırıcı ile cevherden uzaklaştırılması araştırılmış ve ham cevherden %35,36 B_2O_3 tenörlü konsantre (kilsiz) tinkal üretilmiştir. Dehidratasyon çalışmalarında, kilsiz tinkalin dehidratasyon aktivasyon enerjisi 875 cal/mol olarak bulunmuştur (Çakaloz ve arkadaşları,1975).

Yıldırım ve Emir tarafından yapılan çalışmalarda, Türk tinkal cevherindeki safsızlıkların giderilebilmesi için peletleyici flokülasyon ve süzme yardımcı maddesi olarak perlit kullanımı denenmiştir (Yıldırım ve Emir, 1987;1988).

Özcan ve araştırma arkadaşları tarafından, Etibank

Boraks Fabrikası kristalizasyon atıklarından ticari boraks ve türevlerinin üretilme şartları araştırılmış, adı geçen atıklardan boraks, borik asit ve sodyum perborat üretim şartları belirlenmiştir (Özcan ve arkadaşları, 1986).

Gedikbey ve araştırma grubu, Kırka bölgesi tinkal cevheri ve konsantre tinkalin çeşitli sıcaklıklardaki dehidratasyonunu gerçekleştirmişler, elde edilen dehidratize ürünlerin süzülebilirlik özelliklerini araştırarak dehidratasyonun süzülebilirliğe etkisi belirlemişlerdir (Gedikbey ve arkadaşları,1992).

Ediz ve araştırma grubu, baca gazlarındaki azot oksitlerin çeşitli atık ve doğal malzemeler kullanılarak adsorbe edilebilirliğini araştırmışlardır. Tesis bazında elde edilen sonuçlara göre Kırka bor atıklarının baca gazındaki azot oksitlerin filtre edilmesinde kullanılabileceği anlaşılmıştır (Ediz ve arkadaşları, 1997).

Kavas ve Emrulloğlu, Seydişehir kırmızı çamuru ile Kırka bor atık killeri değişik oranlarda karıştırarak yüksek mukavemetli ve düşük su emme özelliğine sahip kaliteli tuğla imal etmişlerdir. Bu karışımın endüstriyel hammadde olarak, seramik ve inşaat sektöründe kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Kavas ve Emrulloğlu, 1999).

Sabah ve Yeşilkaya tarafından konsantratör atıklarının çökeltme davranışları incelenmiş, çökeltmenin etkinliği, ekonomik açıdan en uygun flokülant tipi ve dozajı belirlenmiştir (Sabah ve Yeşilkaya, 2000).

Ediz ve Özdağ, çalışmalarında bor cevherlerinin ve atıklarının zenginleştirilmesinde kullanılabilecek yeni bir yöntem geliştirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla endüstride katı-sıvı ayırma işlemi ve malzeme taşımada kullanılan 'helezon taşıyıcı' yeniden tasarlanmış ve Eti Bor A.Ş. Kırka Boraks İşletmesi konsantratör tesisinde beslenen (-25) mm tinkal cevheri ile konsantratör atığı olan 'kil pestilinin' doğrudan zenginleştirilmesi sağlanmıştır. Cihaz değişik zenginleştirme şartlarında denenerek optimum çalışma parametreleri belirlenmiştir. Optimum şartlarda yapılan deneyler sonucunda, cevherde %88,66 B_2O_3 çözünürlüğü elde edilmiştir. Kil pestilinde ise maksimum B_2O_3 çözünürlüğü %87, 83 olarak gerçekleşmiştir (Ediz ve Özdağ, 2002).

Özdemir ve Kıpçak, katı-sıvı ekstraksiyon yöntemi ile boraks atıklarından borun geri kazanımını araştırmışlardır. Ekstraksiyon çözücüsü olarak distile su ve sülfirik asit kullanmışlardır. Distile su ile ekstraksiyon için; reaksiyon süresi, katı/sıvı oranının etkisi, reaksiyon sıcaklığını, sülfirik asitle ekstraksiyon da ise; reaksiyon süresi, çözücü konsantrasyonu, katı/sıvı oranının etkisini belirlemişlerdir (Özdemir ve Kıpçak, 2003).

Bu çalışmada; tinkal ve konsantre tinkal

numunelerinde dehidratasyon çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca orjinal ve kalsine tinkal numunelerinin çözünürlükleri belirlenmeye çalışılmış, bu çalışmalar asitte ve suda gerçekleştirilmiştir. Çıkan sonuçlardan tinkal ve konsantre tinkalin çözünürlükleri karşılaştırılarak, cevherin özelliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Tinkal ve konsantre tinkal cevheri, Eskişehir-Kırka bölgesinde Etibank tarafından işletilmekte olan Sarıkaya açık ocak işletmesi ve konsantratör tesisinden temin edilmiştir.

Kırka bor yatakları Eskişehir'in güneybatısında yer alan ve Türkiye'nin tek sodyumlu bor yataklarıdır. Bu yatakların % 25-30 B₂O₃ tenörlü 500 milyon tonun üzerinde cevher rezervine sahip olduğu bilinmektedir. (Baysal,1972; İleri,1976).

Sarıkaya borat yataklarında açık ocak işletmeciliği yapılmaktadır. Boraks tabakası üstünde boraks içermeyen 60-80 m kalınlığındaki, kil, marn ve kireçtaşı tabakası kaldırılarak tinkal cevherine ulaşılmaktadır. Dinamitle gevşetme yapılarak alınan cevher iri topraklar halinde Etibank Kırka konsantratör tesisine taşınmaktadır. 400 mm açıklığındaki ızgaradan geçirilen cevher sırayla şoklu, çekiçli ve merdaneli kırıcılarda -6 mm tane boyutuna getirilmektedir. -6 mm % 25-28 B₂O₃ içeren tinkal cevheri skraber ve klasifikatör gibi yıkayıcılarda yıkanarak safsızlıklardan kısmen arındırılmakta ve % 32-34 B₂O₃ tenörlü konsantre tinalde dönüştürülmektedir.

2.2. Metod

2.2.1 Tinkal ve konsantre tinkalin dehidratasyon çalışmaları

Sarıkaya açık ocak işletmesinden temin edilen tinkal ve konsantre tinkal örneklerinin dehidratasyon çalışmaları termal analiz yöntemleri olan TG (termogravimetri), DTA (diferiyansal termal analiz) ve klasik gravimetrik yöntemlerle gerçekleştirilmiştir.

2.2.1.1 TG ve DTA çalışmaları

-2 mm tane boyutuna öğütülmüş tinkal ve konsantre tinkal örneklerinin, Anadolu Üniversitesi Seramik Araştırma Merkezinde bulunan, hızı 10°C/dak olan Linseis Marka cihazlarda, Al₂O₃ referans maddesine karşı, hava atmosferinde TG ve DTA eğrileri aldırılmıştır. Sonuçlar Şekil 2 ve 3'te verilmektedir.

2.2.1.2. Klasik gravimetrik yöntem

-2 mm tane boyutuna öğütülmüş numuneler 50°C'den başlamak üzere 75, 100,150, 200, 250 °C'deki

çalışmalar etüvde, 300°C'den itibaren 50°C'lik artışlarla 550°C'ye kadar olan dehidratasyon çalışmaları fırında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmalarda porselen kroze kullanılmıştır. Numune kapları dehidratasyon sıcaklığında sabit tartıma getirilerek, içine 3-4 g numune alınmıştır. Bu numuneler 3 saat süreyle dehidratasyon sıcaklığına getirilmiş etüv yada fırında bekletilmiştir. Daha sonra 30 dakika desikatörde soğutulularak tartılmıştır. Bu suretle numunelerin uğramış oldukları ağırlık azalmaları belirlenmiştir. % ağırlık azalmaları aşağıdaki bağıntıyla hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ağırlık azalması: } (m1-m2)/N \times 100$$

$$m1: \text{ numune kabı + numune ağırlığı (g)}$$

$$m2: \text{ numune kabı + dehidratize ürün ağırlığı (g)}$$

$$N : \text{ numune ağırlığı(g)}$$

2.2.2. Çözündürme Çalışmaları

Çözünürlük çalışmaları, saf suda ve asit çözeltilerinde denenmiştir. Numune olarak orijinal ve kalsine ürünler kullanılmıştır.

2.1.2.1 Saf suda çözündürme çalışmaları:

1,0000 g tinkal örneği tartılarak 200 ml'lik behere konup üzerine 200 ml karbondioksitsiz su ilave edilerek bir magnetik karıştırıcıda 60 dak süreyle karıştırılmıştır.

Çalışma oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Örnekten üç fraksiyon (10 ml'lik) alınarak üzerine 25 ml 0,1 N'lik HCl ilave edilmiştir. Daha sonra aşırı asit metil kırmızısı yanında sodyum hidroksit çözeltisi ile titre edilmiştir. Çözeltiye geçen tinkal şöyle hesaplanır;

$$\text{Na}_2\text{O} \text{ miktarını hesaplanması:}$$

$$\text{MA}(\text{Na}_2\text{O}): 61,982 \text{ g/mol}$$

$$m\text{Na}_2\text{O}: 0,031 \text{ g/mekg}$$

$$\text{XNa}_2\text{O}: \text{Na}_2\text{O m.ekivalenti} \times 0,031$$

$$\text{Na}_2\text{O m.ekivalenti} : \text{Toplam HCl miktarı} - \text{aşırı HCl miktarı}$$

$$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \text{ miktarı: } : \text{Na}_2\text{O miktarı} \times (381,28/61,982)$$

2.1.2.2 Asitte çözündürme çalışmaları

HCl çözeltisinin farklı derişimlerinde çözündürme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Karbondioksitsiz su kullanılarak hazırlanan ayarlı HCl çözeltilerine 1,0000 g numune tartılarak ilave edilmiştir. 200 ml HCl çözeltisi 60 dakika süreyle magnetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Oda sıcaklığında yapılan çalışmadan 60 dakika sonunda 3 fraksiyon (10 ml'lik) alınıp; fraksiyonların herbiri metil kırmızısı yanında nötral hale getir-

ilmiştir. Nötral noktaya ulaşıldığında üzerine mannit ve fenolftalein ilave edilerek NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Hesaplamalar aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

X: Tinkal miktarı (g)

X: NaOH'in derişimi x MBDH(g/mekg) NaOH'in sarfiyatı

% BDH: X.(200/10).(100/tartım(g))

Çalışmalar 0,1;0,075;0,05 N HCl çözeltilerinde yapılmıştır.

3. DENEYSEL BULGULAR

3.1. Tinkal ve Konsantre Tinkalin Kimyasal Analizi

Çalışmalarda kullanılan tinkal ve konsantre tinkal numunelerinin kimyasal bileşimleri Tablo 1. 'de verilmiştir.

Tablo 1. Tinkal ve Konsantre Tinkal Numunelerinin Kimyasal analiz Sonuçları (Gedikbey ve arkadaşları,1992).

Bileşen	Tinkal	Konsantre Tinkal
	% Bileşim	% Bileşim
B ₂ O ₃	26,92	33,14
Na ₂ O	11,98	14,75
H ₂ O	34,83	42,85
SiO ₂	3,77	1,15
R ₂ O ₃	0,68	0,45
CaCO ₃	9,65	3,69
MgCO ₃	12,17	3,97

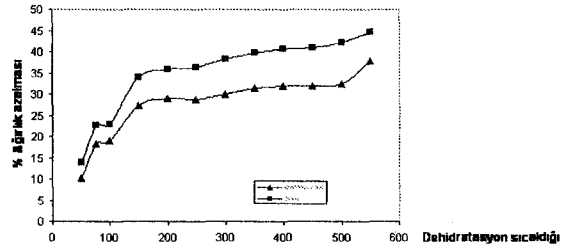
3.2. Dehidratasyon Çalışmaları

Değişik sıcaklıklarda dehidratasyona uğratılmış tinkal ve konsantre tinkal numunelerinde yüzde ağırlık azalmaları, kristal suyu kayıpları ve yüzde B₂O₃ değerleri tesbit edilmiş olup, bu değerlere ilişkin bulgular Tablo 2 ve Şekil 1 de verilmiştir.

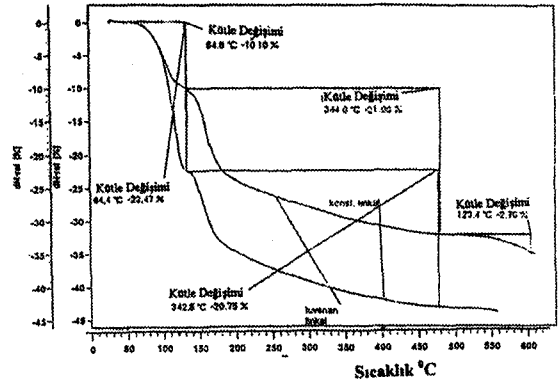
Tablo 2. Tinkal ve konsantre tinkal numunelerinin dehidratasyon sıcaklıklarında % ağırlık azalmaları, kristal suyu kayıpları ve % B₂O₃

Dehidratasyon Sıcaklığı	Tinkal		Konsantre Tinkal	
	% Ağırlık azalması	Kristal suyu kaybı (mol)	% B ₂ O ₃	% Ağırlık azalması
50	10,16	2,89	31,07	13,8
75	18,26	5,21	34,15	22,79
100	19,01	5,42	34,47	23,01
150	27,37	7,81	38,44	34,02
200	28,97	8,26	39,3	35,97
250	28,90	8,07	39,26	36,35
300	30,12	8,059	39,95	38,26
350	31,49	8,98	40,75	39,65
400	31,95	9,11	41,02	40,65
450	32,06	9,15	41,09	40,94
500	32,43	9,25	41,32	42,29
550	37,82	10,79	44,9	44,74

Tablo 2 de görüldüğü gibi, çalışmalarımızda kullandığımız tinkal ve konsantre tinkal numunelerinin aynı dehidratasyon sıcaklığındaki yüzde ağırlık azalmaları farklıdır. Numunelerin 350-400 °C'de dehidratasyonu yeterli olabilir. Çünkü 350 °C'de her iki numunenin kristal sularının 9-9,5 molü uzaklaşmaktadır. Yüzde ağırlık azalması konsantre tinkalde, tinkale göre daha fazla olduğu halde kristal suyu kayıpları yaklaşık aynı değerdedir. 500-550 °C'de elde edilen yüzde ağırlık azalmaları, numunelerin içermiş olduğu toplam kristal suyu yüzdesinden biraz daha fazla olmuştur. Bu fark tinkalde konsantre tinkale göre daha fazladır. Tinkal, konsantre tinkale göre daha fazla oranda kil içermektedir. Killerden 450 °C üzerinde yapı suyu uzaklaşmaktadır.



Şekil 1. Tinkal ve konsantre tinkalin dehidratasyon sıcaklığında % ağırlık azalması

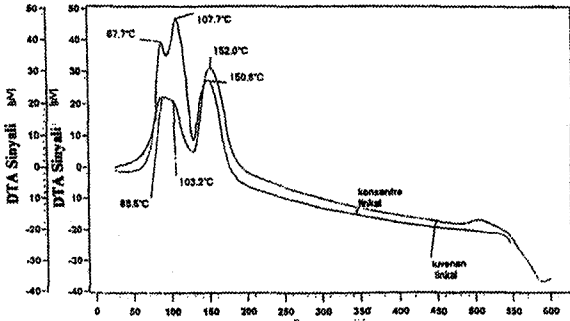


Şekil 2 Tinkal ve konsantre tinkalin TG eğrisi

Şekil 2 ve 3'de verilen TG ve DTA eğrilerinden, Şekil'de verilen dehidratasyon eğrisinden görüleceği üzere, tinkal ve konsantre tinkal 100°C'de 5, 150°C'de 8 mol kristal suyunu vermektedir. Buna paralel olarak da 100 ve 150°C civarlarında DTA eğrilerinde endotermik piklerde tepe noktaları oluşmaktadır. Yine bu sıcaklık bölgelerinde TG eğrilerinin eğimleri, diğer sıcaklık bölgelerine göre daha dikey olmaktadır.

Geriye kalan 2 mol suyun uzaklaşması daha zor

gerçekleşmektedir. 350°C'de 9 mol kristal suyu uzaklaşmaktadır. 10 mol kristal suyunun uzaklaştırılması için 500-550°C'de çalışılması gerekmektedir. 150-550°C'ler arasında TG eğrilerinde eğimin azalması, DTA eğrilerinde keskin endotermik piklerin gözükmemesi bu durumu doğrulamaktadır.



Şekil.3 Tincal ve konsantre tincalin DTA eğrisi

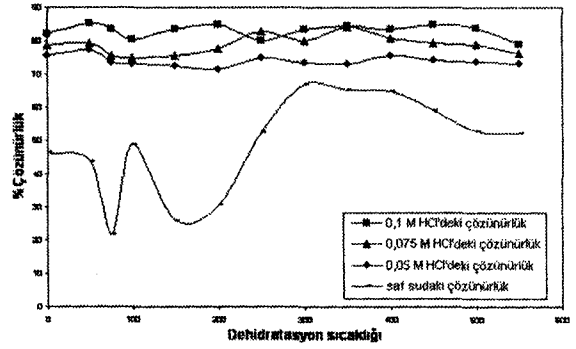
Tablo 2'de 550°C'de tincalden 10,79, konsantre tincalden 10,26 mol kristal suyunun uzaklaşmış olduğu görülmektedir. Tincal ve konsantre tincal safsızlık halinde kil içermektedir. 450°C'nin üzerinde killer yapı suyu bozunmasına uğradığından, 550°C'deki dehidratasyonda, uzaklaşan su miktarı 10 mol'ün üzerine çıkabilmektedir.

3.2. Çözündürme Çalışmaları

Orijinal ve belirli sıcaklıklarda dehidratasyona uğratılmış tincal ve konsantre tincal numuneleri ile değişik çözücülerde çözündürme çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar saf suda ve 0,1N; 0,075N;0,05N HCl çözeltilerinde gerçekleştirilmiştir. Tablo 3 ve Şekil 4'de orijinal ve dehidratize tincal numunelerinin saf suda ve 0,05, 0,075 ve 0,1 M HCl çözeltilerindeki tincal çözünürlükleri, sudakine göre önemli miktarda artmaktadır. Asit derişimi ile çözünürlükte % 10 kadarlık bir artış olmaktadır. Maksimum çözünürlük değerlerine 350-400°C'lerde dehidratize ürünlerde, 0,1 M HCl çözeltisinde (%85) ulaşılmaktadır.

Tablo 3. Orijinal ve dehidratize tincal numunelerinin değişik çözücülerdeki çözünürlükleri

Bileşen	Tincal	Konsantre Tincal
	% Bileşim	% Bileşim
B ₂ O ₃	26,92	33,14
Na ₂ O	11,98	14,75
H ₂ O	34,83	42,85
SiO ₂	3,77	1,15
R ₂ O ₃	0,68	0,45
CaCO ₃	9,65	3,69
MgCO ₃	12,17	3,97



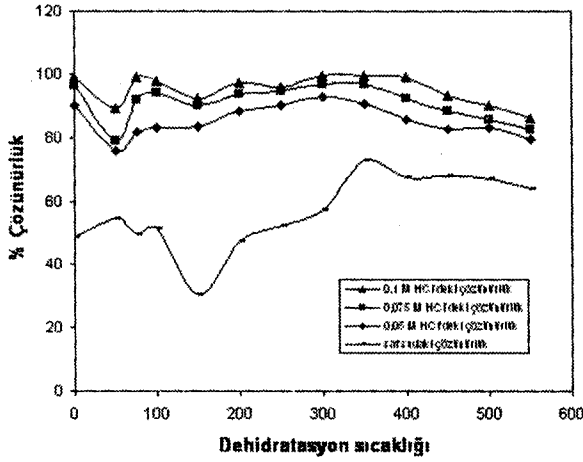
Şekil 4. Değişik çözücülerdeki orijinal ve dehidratize tincal ürünlerinin yüzde çözünürlüğü

Tablo 4. Orijinal ve dehidratize konsantre tincal numunelerinin değişik çözücülerdeki çözünürlükleri

Dehidratize Konsantre/Tincal	0,1 M HCl	0,075 M HCl	0,05 M HCl	Saf Su
Orijinal	98,84	98,44	90,17	48,45
50	89,24	79,08	75,94	54,59
75	98,99	91,70	81,70	49,62
100	97,63	94,29	83,17	51,47
150	92,32	89,92	83,62	50,77
200	97,44	93,78	88,44	47,38
250	96,05	94,42	90,07	52,06
300	99,47	96,79	92,91	57,20
350	99,27	97,02	90,48	72,71
400	98,88	92,17	85,47	67,56
450	93,15	88,35	82,33	67,6
500	90,17	83,44	83,11	66,95
550	86,25	82,33	79,50	63,89

Tablo 4 ve Şekil 5'de orijinal ve dehidratize konsantre tincal numunelerinin saf suda ve HCl çözeltilerindeki çözünürlükleri görülmektedir. Konsantre tincalde 350-400°C'de dehidratize edilmiş numunelerin 0,1 M HCl'de maksimum verimle (%99) çözünme gerçekleşmektedir. Tincal ve konsantre tincalin çözünürlükleri 450°C'nin üzerinde azalmaktadır. Bunun nedeni ise ; 500°C'de tincal ve konsantre tincalin kısmi sinterleşmesidir.

Tablo 4 incelendiğinde, tincalde olduğu gibi en yüksek verimi 0,1 N HCl çözeltisi ile yapılan deneysel çalışmadır. Fakat konsantre tincalin çözünürlük değerleri tincale göre daha yüksektir. Bunu nedeni ise, tincal bünyesinde daha fazla kil mevcuttur. Konsantre tincal kısmen bu killerin uzaklaştırılmış, cevherin zenginleştirilmiş halidir.



Şekil 5. Değişik çözücülerdeki orijinal ve dehidratize konsantre tinkal ürünlerinin yüzde çözünürlüğü

4. SONUÇLAR

Tinkal ve konsantre tinkalin 300-350°C'lerdeki dehidratasyonu, ürünlerin suda ve asit çözeltilerinde çözünmeleri maksimum değerlere ulaştırmaktadır. 400°C'nin üzerindeki dehidratasyonlarda, kısmi sinterleşme ile çözünürlük sıcaklık artışıyla azalmaktadır. Bu nedenle; boraks hidratların ve borik asidin üretiminde kullanılacak olan tinkalin, maksimum 350-400°C'de kalsine edilmesi, daha yüksek sıcaklıklara çıkılmaması gerekir.

Konsantre tinkalin pazarlanmasında, 350-400°C'de dehidratize ürün ile , orijinal konsantre tinkal % B₂O₃ içerikleri karşılaştırıldığında, dehidratize ürünlerdeki % B₂O₃ içeriği yaklaşık iki katına çıkmaktadır. Böylece, yapılan kalsinasyon masrafı, nakliye masrafının düşürülmesiyle karşılanabilir. Elde edilen ürünün, suda ve asitlerde çözünme verimi daha fazla olduğu için, ekonomik değeri konsantre tinkale göre çok daha fazla olan bir ürün haline dönüştürülmüş olur. Dehidratize konsantre tinkalin % B₂O₃ içeriği ve daha reaktif olması özellikleri dikkate alınarak, pazarlamada ekonomik avantajlar sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Baysal, O.,(1972), Sarıcakaya (Kırka) borat yataklarında yeni bir stronsiyum borat minerali: Tünelit, Bull, Miner, Res, Explor, Inst. Türk,79;22-9.
- Çakaloz, T., Toklu, S.A., Kaynarca, N. ve diğerleri (1975), Tinkal mineralinin arıtılması ve

dehidratasyonu, TÜBİTAK, MAG-235, ODTÜ Müh. Fak., 40s.

- D.P.T., (1987), Bor Bileşikleri, Devlet Planlama Teşkilatı, Özel İhtisas Komisyonu, D.P.T.2082, Ö.İ.K. 320, 67s.
- D.P.T., (1987), Bor Bileşikleri, Devlet Planlama Teşkilatı, Özel İhtisas Komisyonu, D.P.T.2123, Ö.İ.K. 327, 128s.
- Ediz, N., Seyfettinoğlu, M.A., Özdağ, H., (1997), Kil minerallerinin Tügsaş-Kütahya azot fabrikası baca gazlarının filtrasyonunda kullanımının araştırılması. 8. ulusal Kil Sempozyumu. Dumlupınar Üniversitesi. Ed. Işık, İ. Kütahya: 315-325.
- Ediz, N., Özdağ, H., (2002), Etibor A.Ş. Kırka boraks İşletmesi Tinkal Cevheri ve Atıklarının Doğrudan Zenginleştirilmesi, Turkish J. Eng. Env. Sci. 26, 107-116.
- Eti Holding A.Ş. (2000). 2000 Yılı Aralık Ayı Rezerv Bilgileri.
- Gedikbey, T., Gülensoy, H., Civelekoğlu, H., (1978), Türkiyedeki çeşitli bor cevherleri ile bunlardan özellikle borik asit üretimi konusundaki alternatiflerin değerlendirilmesi, Kimya ve Sanayi, XXVI, 113-114.
- Gedikbey, T., Şengil, İ.A., İşküzar, S., (1992), Tinkalin Dehidratasyonu ve Dehidratasyonun Süzülebilirliğe Etkisi , Anadolu Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, VIII, 13-25.
- Greenwood, N. N., Thomas, B. S.(1973), The Chemistry of boron, Oxford, Perggamon Pres, 666-669.
- İleri, S., (1976) Bor bileşikleri, Yeryuvarı ve insan, 48-65
- Kavas, K., Emrulloğlu, Ö.F., (1999), Seydişehir kırmızı çamuru ve Kırka bor atıklarının endüstriyel hammadde olarak kullanımı. 1.Batı Anadolu Hammadde Kaynakları Sempozyumu. TMMOB Jeoloji Mühendisler Odası İzmir, 216-225.
- Özcan, E., Bayat, C. ve Zeki, A.,(1986), Etibank boraks fabrikası atıklarından ham boraks, saf boraks, borik asit, perborat üretim şartlarının araştırılması, Kimya ve Sanayi, C:30, S: 147-148, 89-99.
- Özdemir, M., Kıpçak, İ., (2003), Boron Recovery from Borax Sludge, Boron Industrial Waste, by Solid-Liquid Extraction, Ind. Eng. Chem. Res. ,42, 5256-5260.
- Poslu, K., Arslan, H.İ., (1995), Dünya Bor Mineralleri ve Bileşikleri Üretiminde Türkiyenin Yeri, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu bildiril-

er Kitabı, İzmir , 35-36.

Sabah, E., Yeşilkaya, L., (2000), Farklı tipte polimerlerle kırka boraks işletmesi tinal konsantratörü atıklarının çökeltme davranışlarının incelenmesi, Cevher Hazırlama, Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Derneği Yayını, 3, İzmir:1-12.

Sanıgök, Ü., (1987), Anorganik Endüstriyel Kimya, İstanbul Üniversitesi Yayını, Gürayay Mat.Tic.Ltd.Şt.,İstanbul,682s.

Taşçıoğlu, S., (1992), Bor ve silisyum kimyası, Marmara Üniversitesi Yayını, İstanbul,181s.

TÜBİTAK, (1985), Maden cevherleri ihtisas komisyon dizisi, Bor ihtisas komisyonu raporu, Mühendislik Araştırma Raporu, 38s.

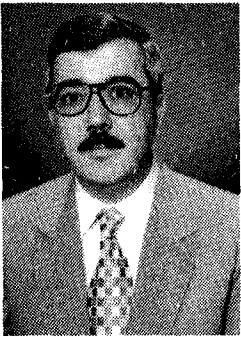
Yıldırım, R., Emir, . D., (1987), Türk tinal cevherindeki safsızlıkların nötral ortamda perlit kullanılarak süzülmesi, TMMOB Kimya mühendisliği dergisi, 125, 15-21.

Yıldırım, R., Emir, . D., (1988), Kırka tinal konsantresi safsızlıklarının peletleyici flokülasyonla ayrılması, Doğa Turkish Journal of Chemistry, 12 (1), 97-107.



Ebru Birlik

1975 yılında Eskişehir'de doğdu. 1997 yılında Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü'nden mezun oldu. 1999 yılında Osmangazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Analitik Kimya bilim dalında Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 1999 yılında Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Analitik Kimya Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans'ını, 2003 yılında aynı enstitüde doktorasını tamamladı. Halen Osmangazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.



Tevfik GEDİKBEY

1949 yılında Kütahya-Şaphane'de doğdu. 1971 yılında Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya-Fizik Bölümü'nden mezun oldu. 1974 yılında KTÜ Temel Bilimler Fakültesi Kimya Bölümü'nde asistan olarak göreve başladı. . 1979 yılında aynı üniversitede Anorganik

Kimya bilim dalında Fen Doktoru ünvanını aldı. 1982 yılında Anadolu Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nde Y. Doçent olarak göreve başladı. 1987 yılında Anorganik Kimyasal Teknolojiler bilim dalında Doçent ve 1993 yılında Niğde Üniversitesi Fen-Ed. Fakültesi Kimya Bölümü'nde Analitik Kimya Anabilim Dalı'nda Profesör olarak göreve başladı. 1996 yılında Osmangazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Analitik Kimya Ana Bilim Dalında Profesör olarak atandı ve halen bu görevi devam etmektedir. Evli ve üç çocuk babasıdır.