

67419

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KIRMIZI ÇAMURUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa ACAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA ANABİLİMDALI

KONYA-1997



KIRMIZI ÇAMURUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa ACAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİMYA ANABİLİMDALI

KONYA - 1997

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KIRMIZI ÇAMURUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa ACAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA ANABİLİMDALI

Bu tez 18/08/1997 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oy çokluğu
ile kabul edilmiştir.

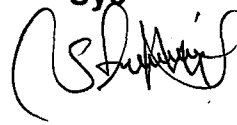
(İmza)

Prof. Dr. Ramazan MİRZAOĞLU
(Danışman)



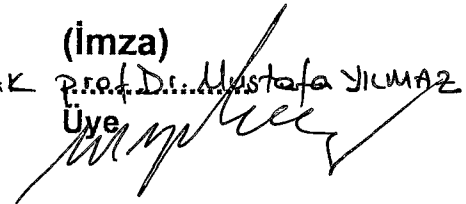
(İmza)

Prof. Dr. A. Osman SÖLAK
Üye



(İmza)

Prof. Dr. Mustafa YILMAZ
Üye



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KIRMIZI ÇAMURUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa ACAR

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya Anabilimdalı

Danışman : Prof. Dr. Ramazan Mirzaoğlu

1997 , 63 Sayfa

Jüri : Prof. Dr. Ramazan Mirzaoğlu

: Prof. Dr. A. Osman Solak

: Prof. Dr. Mustafa Yılmaz

Bu çalışma bayer prosesine göre üretim yapan Seydişehir Alüminyum Tesislerinde atık madde olan kırmızı çamurun değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Katı atıklar ile ilgili meseleler karmaşık hale geldiğinden beri bu tür atıkların güvenli olarak tabiata bırakılması, asıl hammadde olarak kullanılmaları ve yan ürün olarak ele alınmaları, önem arz etmektedir. Bu tür bir yaklaşım gösterilmez ise atıklar birikerek çevre kirliliğine büyük çapta yol açacaktır.

Bu çalışmada 100'den fazla deney yapılmıştır. Bu çalışmanın özelliği ise, diğer fabrika atıklarında bulunan Cu, Ni, Cd iyonlarını, kırmızı çamur kullanarak tutmaktır. Deneylerimiz arasında Hg çalışması da olmasına rağmen A.A.S'da Hg lambası bulunamadığından yapılamadı.

Kırmızı çamur gibi tabii adsorbentler fiziksel ve yarı kimyasal adsorpsiyon özelliğine sahiptir. Sulu atıklarda bulunan Cu, Ni, Cd gibi iyonlar kırmızı çamurun adsorbent ve flokülant (çöktürücü) özelliğinden dolayı tutulur ve sulu atık zararsız hale getirilir. Bu çalışmada zehirli metallerin tutulması için ümit verici sonuçlar ortaya konulmuştur.

ANAHTAR KELİMELER : Kırmızı çamur, Bayer proses, Zehirli metal, Adsorbent, Flokülant.

ABSTRACT

Master Thesis
UTILIZATION OF RED MUD

Mustafa ACAR
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Chemistry

Supervisor : Prof. Dr. Ramazan MİRZAOĞLU

1997 , page : 61

Jury : Prof. Dr. Ramazan MİRZAOĞLU

.....
.....

During this master thesis, the red mud disposal of Seydişehir. Aluminum plant has been studied. The red mud utilization is the main aim of thesis. Since the disposal of solid wastes are considered as an environmental problem, the safe disposal of the wastes to the nature, used of these wastes as raw-material, and as a by product are very important. If such approaches are not considered, the wastes will accumulate and effect. The environmental pollution in a large scala.

During this thesis more than hundred experiments are made. Another important part of this thesis is the use of red mud for the removal of Cu, Ni, Cd ions. During our experiments Hg ions are also considered, but the absence of the Hg lamp in the A.A.S. Equipment causes the lack of data of this ion.

The natural adsorbants like red mud have the physical and semi-chemical adsorbant properties. The Cu, Ni, Cd ions in waste waters are removed by the adsorbant and flocculant properties of the red mud and cause the safe disposal of the mentioned waste water. In this thesis the removal of toxic metals are seen to give promising results.

KEY WORDS : Red mud, Bayer process, toxic metals, adsorbtion, flocculant.

1. GİRİŞ.....	1
2. BOKSİT VE BOKSİTTEN ALÜMİNA ÜRETİMİ	3
2.1. Dünyadaki Bazı Kırmızı Çamurların Özellikleri Ve Ekonomik Değerleri.....	4
3. KIRMIZI ÇAMUR.....	12
3.1. Kırmızı Çamurun Değerlendirilmesi.....	13
4. KIRMIZI ÇAMURUN KULLANIM ALANLARI.....	23
4.1. Kompleks Metotlarla Çamurun İşlenmesi	23
4.1.1. Kırmızı çamurun ergitilmesi.....	23
4.1.2. Kırmızı çamurdan demir, alümina ve çimento üretimi.....	23
4.1.3. Kırmızı çamurdan demir, alümina ve nadir elementlerin kazanımı ve gübre üretimi.....	23
4.2. Kırmızı Çamurun Katkı Maddesi Olarak Kullanımı	23
4.2.1. Kırmızı çamurun demir metalurjisinde kullanımı	23
4.2.2. Çimento üretimi için kırmızı çamurun değerlendirilmesi	23
4.2.3. Kırmızı çamurun inşaat ve yapım malzemesi olarak kullanılması.....	24
4.2.4. Kırmızı çamurun toprak ıslahında ve yol inşaatında kullanılması.....	24
4.3. Kırmızı Çamurun Diğer Maksatlar İçin Değerlendirilmesi	24
4.4. Kırmızı Çamur Belirli Bileşenlerinin Değerlendirilmesi.....	24
4.4.1. Kırmızı çamurun demir ihtivasının fiziksel yollarla kazanımı.....	24
4.4.2. Kırmızı çamurun Na_2O -(ve Al_2O_3) miktarlarının değerlendirilmesi	24
4.4.3. Kırmızı çamurun alümina fabrikası son ürünü olarak değerlendirme prosesi ...	25
5. ADSORPSİYON TEORİLERİ.....	26
6. MATERYAL VE METOD.....	28
7. DENEYSEL BÖLÜM.....	29
7.1. Kırmızı Çamurda Ateş Zaiyet Tayini	29
7.2. Kırmızı Çamurda Fe_2O_3 tayini	29
7.3. Kırmızı Çamurda SiO_2 Tayini.....	29
7.4. Kırmızı Çamurda TiO_2 Tayini.....	29
7.5. Kırmızı Çamurda P_2O_5 tayini	29
7.6. Kırmızı Çamurda Al_2O_3 Tayini	29
7.7. Kırmızı Çamurda CaO Tayini	29
7.8. Kırmızı Çamurda V_2O_5 Tayini	29
7.9. Kırmızı Çamurda Gravimetrik Na_2O Bütünü Tayini.....	29
7.10. Sıvı Katı Oranı ve Katı gr/L tayini	29
7.11. Boyut Analizi.....	30
7.12. 1 L 50 mg/L konsantrasyonunda $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ Çözeltisinin Hazırlanması... 30	
7.13. 1 L 50 mg/L Konsantrasyonunda $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Çözeltisinin Hazırlanması	31
7.14. 1 L 50 mg/L Konsantrasyonunda $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Çözeltisinin Hazırlanması	31
8. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	54
9. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	57
10. KAYNAKLAR.....	58

ÖNSÖZ

Kırmızı Çamur; boksit Cevherinden alümina üretiminde, üretilen 0.5 ton alüminyum metali ya da 1 ton alüminaya karşılık yaklaşık olarak 1 ton kırmızı çamur (Kuru baza göre) meydana gelmektedir. Bir başka deyişle kullanılan boksit cevherinin yaklaşık olarak % 40'ı kırmızı çamura geçmektedir.

Bu çamur kolloidal yapısı sebebiyle bol miktarda su içerir. Bu hali ile barajlarda depolanan atık, rüzgarın ve çeşitli tabiat olaylarının etkisi ile çevreye taşındığından içerdiği alkali sebebi ile çevre sağlığı konusunda haklı olarak endişe uyandırmaktadır. Ayrıca günümüzde depolama masraflarının yüksek olması konunun önemini artırmaktadır.

Kırmızı çamurdan demir, alüminyum, titan, sodyum, vanadyum, galyum gibi bileşenlerin kazanılması yönünde yapılan çalışmalardan görüleceği gibi, pilot tesis düzeyinde gerçekleştirilmiş proseslerdir. Fakat bu proseslerin yatırım maliyetlerinin ve enerji tüketimlerinin yüksek olması dezavantaj teşkil etmektedir. Kırmızı çamur şu andaki mevcut demir cevheri yataklarının ihtiva ettiği demirden (%50) daha düşük demir tenörüne sahip olmasından ötürü kırmızı çamurdaki demir bileşenin eldesi yönünde çalışmalar prosesin dezavantajları sebebiyle bugün için ekonomik değildir. Fakat prosesin ekonomikliğinin artırılması yönünde birçok ülkede halen çalışmalar devam etmektedir.

Kırmızı çamurun kimya sektöründe, inşaat sektöründe, atık suların temizlenmesinde flokülant olarak veya kömürün sıvılaştırılmasında katalizör olarak kullanılması mümkündür. Ayrıca yer karosu, pigment, dolgu maddesi olarak, hafif yapı malzemesi, çimento üretimi gibi alanlarda da değerlendirilmektedir.

Dünya üzerinde hammadde kaynaklarının devamlı azalması sebebiyle, yakın gelecekte kırmızı çamurdaki başta demir olmak üzere, diğer bileşenlerinden bazılarının minimum ekonomik tenöre denk veya üzerinde olacağı gerçeğinden hareketle; kırmızı çamurun değerli maddelerinin ekonomik olarak elde edilebileceği ve bunların alternatif bir ürün olarak gözükeceği açıktır.

Kırmızı çamuru değerlendirmek suretiyle çevre kirliliğini önlemek, depolama problemlerini ve maliyetini ortadan kaldırmak, alüminyum üretim maliyetini

düşürmek mümkün olmaktadır. Bu bakımdan kırmızı çamur alternatif hammadde kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu konuyu çalışmamı teklif eden ve yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Ramazan MİRZAOĞLU'na, laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan ve gereken hassasiyeti gösteren sayın müdürüm Yrd. Doç. Dr. Muzaffer KARADAĞ'a, çalışmalarında beni yönlendiren, fikir veren Yrd. Doç. Dr. Yunus ÇENGELÖĞLU'na, Yrd. Doç. Dr. Mustafa ERSÖZ'e ve Arş. Gör. Ahmet AYAR'a sonsuz teşekkür eder saygılar sunarım.



1.GİRİŞ

Alüminyum metali üretiminde başlangıç maddesi alüminadır. Alümina ise boksitlerden Bayer prosesi ile üretilir. Bu proste, boksitlerin kostik soda ile muamelesiyle alüminyum çözeltiye alınır. Bu çözeltinin sıcakta bir süre daha tutulmasıyla çözeltinin desilikasyonu sağlanır. Bu silikasyon ile çözeltinin ihtiva ettiği silika, çözünmeyen sodyum alüminyum silikatları ve demir, titan dioksitleride içerir. Bunların yanında tesise beslenen boksitlerin yapısına bağlı olarak; kalsiyum, magnezyum, vanadyum, galyum, zirkonyum, nadir toprak metalleri vs. gibi elementleri çok daha düşük oranlarda ihtiva eder. Bayer prosesiyle (Simond ve ark. 1979) alümina (saf Al_2O_3) üretiminde artık madde olan bu katı içerdiği demir oksitten ileri gelen kırmızı rengi ve içerisinde kostik bulunması sebebiyle kırmızı çamur olarak adlandırılır. Eğer bu artık kostik rejanasyonuna tabi tutulmuşsa kahverengi çamur olarak adlandırılır (Kara ve ark. 1996).

Bu proste 1 ton alümina ve 0,5 ton alüminyum metaline karşılık yaklaşık olarak 1 ton kırmızı çamur (kuru baza göre) meydana gelir. Başka bir deyişle de Bayer prosesi ile işlenen her ton boksitin yaklaşık olarak 0.45 tonu ya da % 40'ı kırmızı çamur olarak atılmaktadır (Girgin ve Gündüz 1980, Gözmen ve ark. 1983). Bayer prosesinde kırmızı çamur bu endüstrinin en önemli problemidir. Önemli miktarda kostik soda ve alüminyum kaybına sebep olduğu gibi, içerdiği kostik nedeniyle ve güneş ışığında kuruyan kırmızı çamurun rüzgarla havayı kirletmesi gibi sebeplerle çevresel sorunlara da yol açmaktadır (Gözmen ve ark. 1983).

Bugüne kadar Seydişehir'de biriken kırmızı çamur 3 milyon tonu bulmuştur (Kara ve ark. 1995). Tesis kapasitesinin artırımı gerçekleştirdiği takdirde atılan çamur miktarı da artacaktır.

Gerek depolama problemi çözmek ve gerekse içindeki Fe_2O_3 , TiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O gibi maddeleri kazanmak amacıyla bir çok araştırma kuruluşu kırmızı çamur üzerinde çalışmalar yapmaktadır (Zambo 1980, Solmar 1979, Thakur 1983, Thakur 1976). Kırmızı çamur içindeki maddeleri, özellikle TiO_2 memleketimiz ekonomisi bakımından önem arz etmektedir. Çünkü M.T.A. tarafından şimdiye kadar yapılan

araştırmalarda daha fazla titan ihtiva eden başka bir kaynak bulunamamıştır (Gündüz, Girgin 1980).

Ancak endüstriyel olarak ekonomik bir proses henüz geliştirilememiştir (Zambo 1980, Kırk Othmer 1978). Kırmızı çamurun tiksotropik, kolloidal yapışkan özellikleri ve ayrıca yüksek nem içerikleri çok ince tane büyüklüğü (%60'ı 1 µ'dan küçük) ve bağımsız mineral fazların iç içe geçmiş olması kırmızı çamurun işlenmesinde bir dezavantaj olarak ortaya çıkmaktadır.

Kırmızı çamurun değerlendirme alanları řu şekilde sınıflandırılabilir:

- 1- Kırmızı çamurun bütünü ve içindeki bazı elemanları kullanan proses.
- 2- Kırmızı çamurun inşaat sektöründe kullanılması.
- 3- Kırmızı çamurun kimya sanayinde kullanılması

Kırmızı Çamuru değerlendirme alanları araştırılırken biz de çalışmamızı kırmızı çamurun Adsorban ve flokülant özelliğinden yararlanarak diğer endüstriyel atıklardaki Ni, Cd, Cu gibi zehirli metalleri tutma yönünden yaptık, böylece hem çevresel problemleri meydana getiren bir atığa kullanım alanı bulmuş oluruz, hem de diğer sanayi atıklarını zararsız hale getirmiş oluruz.

2.BOKSİT VE BOKSİTTEN ALÜMİNA ÜRETİMİ

Boksit, alümina bakımından zengin çok bileşenli bir mineral cevherdir. Alüminyum içerikli mineraller yanında değişen oranlarda demir, silis ve titanyum bileşikleri ihtiva eder. Boksitlerin tabiatta bulunuş şekli ve fizikokimyasal özellikleri farklıdır.

Boksit rezervleri, özellikle düşük silisli boksitler, tropikal ve yarı tropikal iklimli ülkelerde bulunur. Boksitin yer küresinin büyük bir kısmını kaplamasına rağmen boksit rezervlerinin % 60'dan fazlası Amerika ve Afrika kıtalarında bulunur (Kara ve ark. 1980).

Alüminyum metali, boksitten Bayer prosesiyle alümina elde edildikten sonra, uygun katkı maddeleriyle karıştırılır ve eritilerek elektrolizinden elde edilir. Boksitin kimyasal ve mineralojik analizi Tablo 2.2. de görüldüğü gibidir.

Tablo 2.1 Boksitin Kimyasal ve Mineralojik bileşeni

Bileşen	%	Mineralojik adı	Yaklaşık Yapı
Al ₂ O ₃	40-65	Gibbsit Boehmit Diaspor	Al ₂ O ₃ . 3H ₂ O Al ₂ O ₃ . H ₂ O
SiO ₂	0, 5-10	Kaolinit Quartz	Al ₄ (OH) ₈ Si ₄ O ₁₀ SiO ₂
Fe ₂ O ₃	3-30	Hematit Goethit	Fe ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ . H ₂ O
TiO ₂	0, 5-8	Anafaz Rutil	TiO ₂
H ₂ O	10-34	Gibbsit, Boehmit, Diaspor, Kaolinit Goethit içinde	
Mn, P, V, Cr, Ni, Ga, Ca, Mg, Eser			

Tablo 2.2 BOKSİT YATAKLARININ MİNEROLOJİK ANALİZLERİ (%)

	Mortaş	D.Kuzu	Değirmenlik	Morçukur	Çatmakaya	Diğer
Boehmit (Y- AlOOH)	59.5	63.2	58.5	55.9	61.59	61.5
Kaolinit ($\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5 \cdot (\text{OH})_2$)	15.5	9.59	14.11	8.3	10	10
Diaspor AlOOH	0.8	0.9	1.2	1.7	1.0	1.0
Anatoz (TiO_2)	2.1	1.82	2.46	2.1	2.13	2.1
Rutil (TiO_2)	0.4	0.45	0.44	0.5	0.48	0.5
Kuvars ($-\text{SiO}_2$)	0.5	0.51	0.19	0.5	0.18	2.2
Tridimit (SiO_2)	0.8	0.75	1.74	0.7	1.1	1.1
Hematit ($-\text{Fe}_2\text{O}_3$)	10.7	12.76	11.76	12.4	7.3	7.3
Götit ((FeOOH))	1.9	1.56	1.92	2.6	5.4	5.5
Kalsit (CaCO_3)	0.8	1.94	0.2	3.1	0.8	2.8
Amorf ve Diğer bileşen	6.5	-	5.7	12.2	5.4	6.2

Tablo 2.3 BOKSİT YATAKLARI İZ ELEMENT DAĞILIMI (PPM)

	Ga	Cr	V	Ni	Cu	Co	Mn	Zr	Pb	Zn	Sr	Y+Rb	B
Arvana	55	380	380	159	46	15	45	300	60	7	28	35	90
Morçukur	73	360	370	213	0?	<10	68	400	50	4	56	60	107
Mortaş	70	340	400	233	41	<10	54	400	40	9	7	55	82
Doğankuyu	67	225	450	260	23	<10	36	400	80	23	28	40	?
Değirmenlik	24	390	345	333	41	<10	68	400	90	19	23	40	52
Toprakkapı	73	410	460	453	13	<10	45	400	65	11	7	80	87
Gömene	86	465	400	259	88	<10	68	500	100	19	50	90	?

2.1.Dünyadaki Bazı Kırmızı Çamurların Özellikleri Ve Ekonomik Değerleri

Alüminyum üretiminde artık olarak ortaya çıkan çamurun özellikleri ve bileşimi, cevhere ve alumina üretimi esnasında uygulanan prosese bağlı olmaktadır.

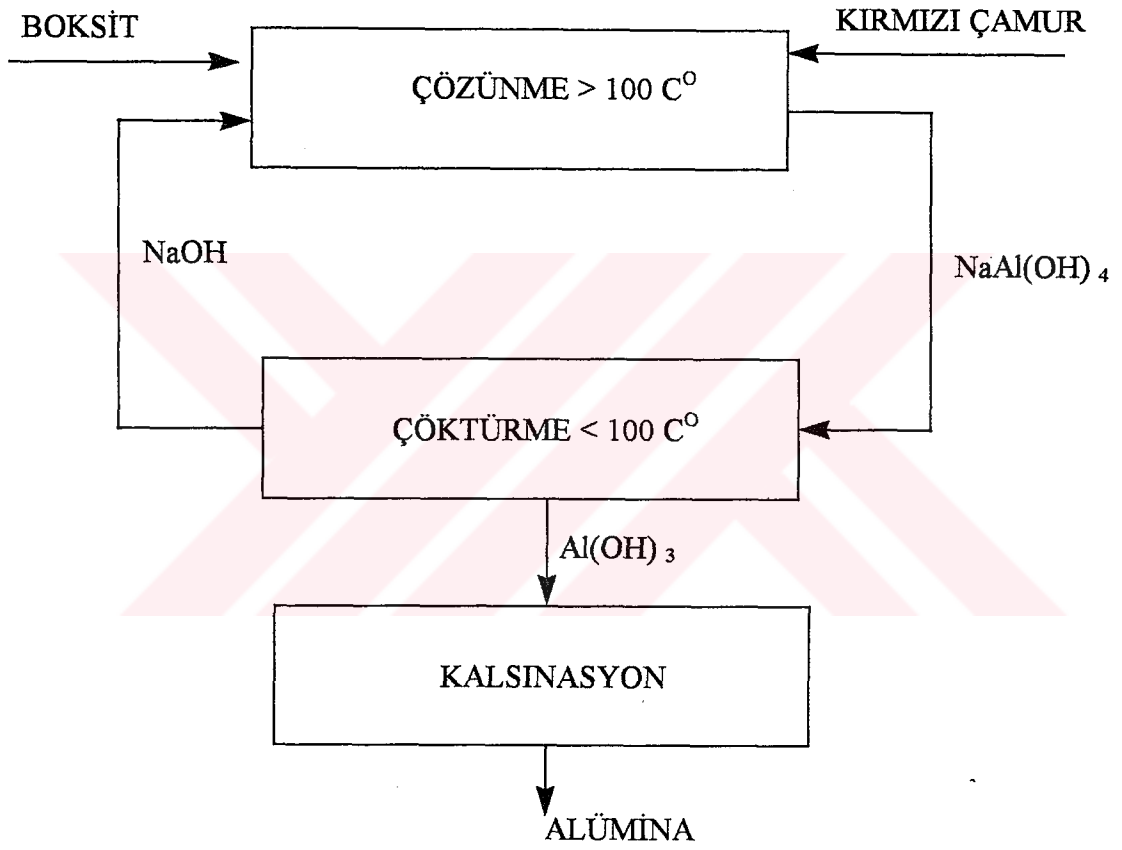
Tablo 2.4 Çeşitli tesislerden atılan çamurların bileşimi

Çamurlar	% Fe_2O_3	% Al_2O_3	% TiO_2	% SiO_2	% Na_2O	% CaO
Surinam kırmızı çamuru	24.81	18.00	12.15	11.80	9.29	3.60
Jamaika kırmızı çamuru	50.90	14.60	6.87	3.40	3.18	4.96
Seydişehir kırmızı çamuru	39.18	19.74	5.45	17.10	9.10	1.70
Arkansas kahverengi çamuru	7.87	8.92	3.13	17.10	5.36	39.80

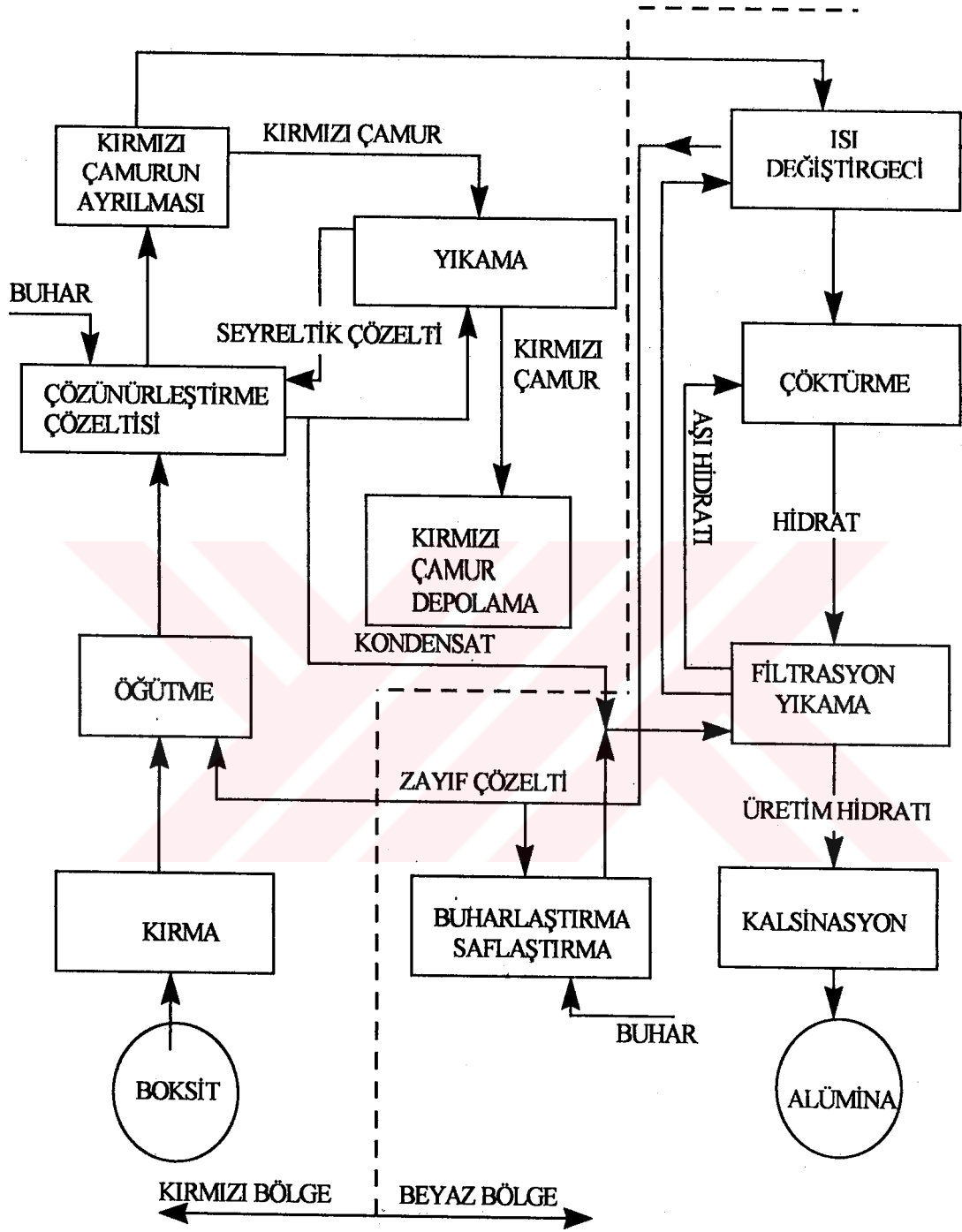
Tablo 2.5 Kırmızı Çamurda Bulunan Kimyasal maddeler ve Mineraller

BİLEŞEN	MİNARALojİK ADI	YAKLAŞIK YAPISI VE GENEL
Al ₂ O ₃	Gibbsit Boehmit Diospor Alumagatit Sodyum aliminyum silikatlar(sodalit) Kalsiyum alüminyum silikatlar Tri- kalsiyum alüminat	Al(OH) ₃ (Al ₂ O ₃ .3H ₂ O) AlOOH (Al ₂ O ₃ H ₂ O) AlOOH(Al ₂ O ₃ H ₂ O) Fe/AlOOH NAS,3(Na ₂ OAl ₂ O ₅ 2SO ₂)Na ₂ xnH ₂ O CAS 3CaOAl ₂ O ₃ 6H ₂ O
Fe ₂ O	Hematit Gothit Maghemit Prit Markasit	α-Fe ₂ O ₃ FeOOH -Fe ₂ O ₃ FeS ₂ FeS ₂
SiO ₂	Quartz Sodalitler Kalsiyum alüminyum silikatlar	SiO ₂ NAS CAS
TiO ₂	Sodyum titanat Kalsiyum titanat Sodyum meta titanat	Na ₂ OTiO ₂ CaOTiO ₂ NaHTiO ₃
Na ₂ O	Sodalitler Sodyum titanatlar Diğer sodyum tuzları	NAS
MgO	Magnezyum alüm. silikatlar. Magnezyum hidroksit . Dolomit. Magnesit .	MAS Mg(OH) ₂ CaMg(CO ₃) ₂ MgCO ₃
CaO	Tri kalsiyum alüminat. Kalsiyum titanat. Fosforit. Florit. Kalsiyum meta vanadat . Kalsiyum alüm. silikat. Apatit .	3CaOAl ₂ O ₃ .6H ₂ O CaOTiO ₂ Ca ₃ (PO ₄) ₂ CaF ₂ Ca(VO ₃) ₂ CaS Ca ₅ [(PO ₄) ₃ F]
V ₂ O ₅	Kalsiyum meta vanadat.	Ca(VO ₃) ₂

Kızdırma kaybı 1100 °C' ye kadar ayrılan kristal su , ısı ile ayrılan CO₂, SO₂ ve organik maddeler .



Şekil 2 2 Bayer Prosesinin Basit Akım Şeması



Şekil 2.3 Bayer Proses'nin Temel İşlemleri

Boksit % Al₂O₃ / % SiO₂ = μ_{Si} silis modülüne göre stoklanır. Daha sonra Bayer prosesinde μ_{Si} = 7 olması gerektiğinden bu modüle ayarlanır. Kırk milimetrenin altında kırılır. Çözülüp hazırlanan Sudkostik 450-550 g/L konsantrasyonunda prosese hazırlanır. Boksitle beraber öğütme işlemine tabi tutularak +100 mesh (149 mikron): % 4 max., -270 mesh (53 mikron):% 75 min. ebatlarında öğütülür. Öğütmede kullanılan kuvvetli çözelti boksit ile beraber aşağıdaki denkleme göre hesaplanır (Acar 1995).

$$V = \frac{W \cdot 1,04}{N - 0,608 \cdot \alpha_k \cdot A}$$

V = Kuvvetli çözelti m³ /ton (boksit için)

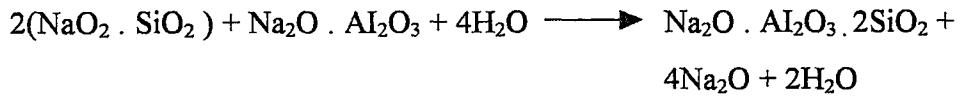
A = Dönüş çözeltilisindeki Al₂O₃ g/L (110g/L)

N = Dönüş çözeltilisindeki Na₂O (250g/L)

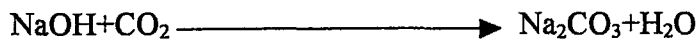
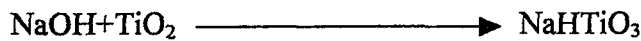
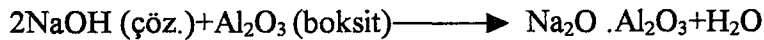
α_k = Otoklov modülü (Na₂O / Al₂O₃) * 1,645

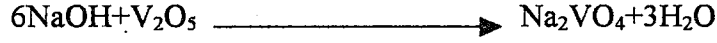
$$W = (100 - \% \text{H}_2\text{O} / 100) \cdot (0,608 \cdot \alpha_k (A - 0,85 \cdot \text{SiO}_2) + 0,517 \cdot \text{SiO}_2 + 0,387 \cdot \text{TiO}_2 - 2,857 \cdot \text{CaO}) + 1,41 \cdot \text{CO}_2$$

Ham pulp kademeli olarak 90 °C'den 105 °C kadar 2.5 saat içinde yavaş yavaş ısıtılır ve desilikasyonu sağlanır. Boksitin içindeki Si O₂ 'nin bir kısmı bu sıcaklıkta reaksiyona girerek şu bileşikleri yapar.



Daha sonra pulp kademeli olarak 105 °C'den 240 °C'ye kadar ısıtılarak şu reaksiyonlar gerçekleştiriliyor.





Otoklavda boksitin çözünme süreci (saat) :çalışan otoklav hacminin saatteki hampulp akımına bölünmesiyle bulunur (Acar 1995).

$$T = \frac{V_a \cdot n \cdot N \cdot n'}{V_n \cdot V_k}$$

T=Boksitin çözünme süresi

V_a =Otoklavdaki iş hacmi (m^3)

V_n =Ham pulpun saatteki ortalama akışı (m^3)

V_k =Otoklavdaki konsendatın hacmi (m^3)

n =Batarya daki reaksiyon otoklavların sayısı.

n' =Bataryadan faydalanma katsayısı

$$V_k = \frac{Q}{g}$$

Q: Alkalizasyon için saatteki ort. buh. sarf

g : Buharın ortalama ısısı (kcal/T)

Otoklav pulpu 0,5 atm -127 °C de seyreltilerek soğutulur. Çözeltilerdeki Na_2O 240 g/L'den 140 g/L'ye seyreltilerek 2 saat bekletilip desilikasyon tamamlanır.

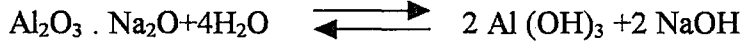
Seyreltme işlemi hem dekompozisyon prosesini hızlandırmak hem de çöktürücülerde çamurun ekonomik ve hızlı çökmesi amacıyla yapılır. Ayrıca çökme işleminde çok ince çamur tanelerinin bir araya toplanıp iri bir tane olarak daha hızlı çökmesini sağlamak amacıyla seyreltme tanklarının içindeki pulpa un ilavesi (2 kg kuru un /1 ton kuru çamur) yapılır.

Otoklav reaksiyonları sonucu boksitle giren Al_2O_3 'ün % 86'sı sodyum alüminat olarak alınır. Artık maddeler çamur olarak katı faz oluşturur.

Çöktürücü üst taşma ceplerinden toplanıp tanka alınan çözelti filtre edilmek üzere kontrol filtresine gönderilir. Çöktürücünün alt akımından alınan kırmızı çamur ters akım prensibine göre altı kademede yıkamaya tabi tutulur. Çöktürücü alt akımı 200-500 g/L katı ihtiva eder. Çamur pulpu seyreltilerek kırmızı çamur barajına gönderilir (Çengelöglü, Mirzaoğlu 1987, Acar 95, Özdemir ve Ark.1974).

Alüminat çözeltisi ise filtrelerin yüzeyine tutturulmuş kağıt lifleri yardımıyla yapılır ve dekompozisyon bölümüne gönderilir. Bu bölümde hidroliz olacak

çözelti sıcaklığının düşük olması gerektiğinden vakumlu soğutucularla sıcaklık düşürülür. Alüminat çözeltisi aşılama hidratı ile karıştırılarak hidroliz prosesi gerçekleştirilir.



$\text{Al}(\text{OH})_3$ aşılama ve üretim filtrelerinde filtre edilerek kalsinasyon bölümüne gönderilir (Acar 1995). Kalsinasyon bölümünde; üretilen $\text{Al}(\text{OH})_3$ döner fırınlarda fiziksel ve kimyasal suyu uçurular. Üretilen Al_2O_3 elektroliz haneye sevk edilir. $\text{Al}(\text{OH})_3$ 'e hidrat, Al_2O_3 'e alümina denir.

3.KIRMIZI ÇAMUR

Boksitlerin çözünürleştirilmeleri sırasında toplam alüminanın %76-93 kadarı alüminat çözeltisinde sıvı faza geçer. Boksitteki silis ya SiO_2 ya da sodyum alüminyum siliskatlar halinde; demir, titan ve az miktarda bulunan Ga, V, P, Cr, Mg gibi maddeler katı kısmında kalarak kırmızı çamuru oluşturur. Boksit atıklarının diğer bileşini sodyum, genellikle boksitle bulunmayıp atığa teknolojik işlemle sonucu geçer (Çengelöglü 1991).

Tablo 3.1 Kırmızı Çamurun Kimyasal Kompozisyonu.

Bileşen	%
Fe_2O_3	30-60
Al_2O_3	5-20
SiO_2	1-20
Na_2O	1-10
CaO	2-8
TiO_2	1-10
Al	5-15

Kurutularak toz haline getirilmiş kırmızı çamurun tane boyut dağılımı mikromeritics Model sedigraph 5000D cihazı ile belirlenmiştir. Test sonucunda kırmızı çamurun %94'ünün 10 mikrondan daha küçük olduğu tablo 3.2'de görülmüştür. (Kara ve ark. 1995)

Tablo 3.2 Kırmızı Çamurun tane boyut dağılımı

Elek boyutu μm	Miktar %
-50+10	6
-10+1	44
+1	50

Kırmızı Çamur numunelerin yoğunlukları Micromeritics Model Autopycnometer 1320 cihazında ölçülmüş, yoğunlukları $2,7-3,5 \text{ g/cm}^3$ arasında değiştiği görülmüştür. Beş okumanın ortalaması ise; $3,201 \text{ g/cm}^3$ 'tür (Kara ve ark.1995).

Tablo 3.3 'de Boksitin ve Kırmızı Çamurun kimyasal analizi.

Bileşen	I. Numune		II. Numune	
	Boksit	Kırmızı çamur	Boksit	Kırmızı Çamur
Nem	2,65	-	2,79	-
A. Z	12,71	6,86	12,65	6,87
Al ₂ O ₃	56,50	18,40	56,86	17,80
SiO ₂	8,29	18,16	7,45	17,00
Fe ₂ O ₃	17,32	36,10	18,00	38,57
TiO ₂	2,43	5,19	2,33	5,08
CaO	0,95	2,44	0,84	2,22
CO ₂	0,82	-	0,97	-
V ₂ O ₅	0,041	0,068	0,040	0,059
P ₂ O ₅	0,062	0,125	0,074	0,175
S	0,037	0,075	0,053	0,08
Na ₂ O	-	10,55	-	10,26

3.1.Kırmızı Çamurun Değerlendirilmesi

Kırmızı çamura bünyesindeki demir, alüminyum, sodyum, titan oksitleri gibi maddeler sebebiyle değerlendirilmesi gereken bir hammadde gözü ile bakılabilir. Bu yöntemle yapılan çalışmalar çoktur. Fakat henüz ekonomik olarak endüstriyel bir proses geliştirilememiştir (Kırk Othmer 1978). Yapılan çalışmalar kırmızı çamurun tümünü veya bazı bileşenlerini hammadde olarak kullanıp kimyasal ürünler elde etme amacına dönük araştırmalardır. Kırmızı çamurun inşaat sektöründe veya başka amaçlarla değerlendirilmesi yönündeki denemeleri iki ana grupta incelemek mümkündür.

Kırmızı çamurun tümünü değerlendiren proseslerde ya kırmızı çamurun fırında indirgenerek demirin önce ayrılıp daha sonra diğer bileşenlerin cüruftan kazanılması veya hiç indirgeme yapmadan bileşenlerin kazanılması şeklinde çalışmalar yapılmıştır (Zambo ve ark. 1978, Fursman 1970).

(Colombo ve ark. 1970) kırmızı çamurdan demir üretimi ile ilgili bir metot geliştirmişlerdir. Burada kırmızı çamur %30'dan az nem ihtiva edecek şekilde

kurutulur, 700 °C'nin altında indirgeyici gazlarla (H₂, CO, H₂O, CO₂, CH₄ karışımı) akışkan yatakta kalsine edilir. Daha sonra ikinci bir akışkan yatakta 500-900 °C arasında bütün demir oksitler metalik demir okside indirgenir. %33,5 Fe₂O₃ elde edilir. 100 kg kırmızı çamurdan bu yolla 24 kg demir elde edilir. Demiri kazanma veriminin % 94'ün üzerinde olduğu belirtilmektedir. Demir ayrıldıktan sonra manyetik olmayan kısımdan, kostik prosesiyle 8 kg Al₂O₃ ve asit muamelesiyle de TiO₂ elde edilebileceği belirtilmiştir.

(Thakur 1977) %35.5 Fe₂O₃, %16.5 TiO₂, %20,4 Al₂O₃, %6,6 SiO₂ ve %12 kızdırma kaybı bileşimindeki kırmızı çamurun kütlesinin %25 kadar aktif kömür ile karıştırarak 1050 °C'de 1 saat süre ile ısıtmış ve demirin yaklaşık %71'ini metalleştirmiştir. Demiri indirgedikten sonra demirle birlikte indirgenmemiş oksitler de manyetik kısma geçeceğinden manyetik ayırmaya tabi tutulmadığı, HCl ile demirin çözeltiliye alındığı belirtilmiştir. Kırmızı çamurun aktif kömürle indirgenip HCl ile çözülmesinden sonra kalıntı yaklaşık %42 TiO₂ ihtiva etmiştir.

(Gözmen, T. ve ark. 1983)'larının hazırladığı rapora göre kırmızı çamuru önce 800-1000 °C'de kalsine ederek daha sonra kuru kalsine çamuru, kuru karbon ihtiva eden bir indirgeyici (kok, odun vb.) ile karıştırarak elektrik fırınında 1050 -1545 °C'de eritmiştir. Demir ve cüruf ayrıldıktan sonra cüruf 290 °C'de en az %60 konsantrasyonda koyu H₂SO₄ ile çözülmektedir. Ti⁺⁴ metalik alüminyum ile Ti⁺³'e indirgenmektedir. Çözelti daha sonra 20-25 °C'ye soğutularak Al₂(SO₄)₃ ile çöktürülmüştür. Alüminyumun ayrılmasından sonra çözelti su ile seyreltilip kaynatılarak titan hidroliz edilmiştir. Böylece demir ve alüminyumun %90 ve TiO₂'nin % 93 verimle kazanıldığı belirtilmiştir.

(Fursman ve ark. 1970), karbon-kireç-soda sinter prosesini uygulayıp, demiri ve alüminyumunu ayırmış, çamurdan titani çözmek için H₂SO₄'ün HCl den daha iyi bir çözücü olduğu ve çözeltiden hidrolize titanin elde edilmesinde yüksek sıcaklığın daha etkili olduğu fakat düşük sıcaklıkta uzun süreli hidrolizle elde edilen TiO₂'nin defa saf olduğu belirtilmiştir. Burada kırmızı çamur karbon kireç-soda karışımı ile 800-1050 °C'de sinterleştirilmiştir. Sinterleşmeden sonra 60 °C'de su ile liç edilerek alüminyumun % 85-90'ı sulu çözeltiliye geçirilmiş ve kalıntı manyetik ayırmayla % 98

verimle pik demir elde edilmiştir. TiO_2 'nin % 75'i magnetik olmayan kısımda kalmıştır.

(Cazafura ve Feges 1964) indirgenmiş kırmızı çamurdan magnetik ayırma sonucu ayrılan cürufu asit ile ekstrakte ederek titan, alüminyum ve vanadyumun ayrılmasını araştırmışlardır. İndirgenmiş kırmızı çamurun %57'si magnetik kısma %43'ü magnetik olmayan kısma geçmekte, burada magnetik kısmın %4,51 TiO_2 ve %12,57 Al_2O_3 ihtiva ettiği görülmektedir. Magnetik olmayan kısımda ise %8,76 TiO_2 ve %33,74 Al_2O_3 vardır. Magnetik olmayan kısım %98'lik H_2SO_4 'ın %10 aşırısı ile 150 °C'de muamele edilerek Al, Ti, Fe ve vanadyumun %95'i çözeltiliye alınmıştır. Titanın normal kaynama sıcaklığı ve otoklavda hidrolizle elde edilmesi denenmiş, titanın hidrolizle elde edilmesinin



şeklinde olduğu belirtilmiştir. 160-180 °C'de titanın hidrolizinde % 95-98 ayrılabilirdiği belirtilmiştir. Burada Fe^{+3} Fe^{+2} 'e göre daha kolay hidroliz olacağından Fe^{+3} , SO_2 ile Fe^{+2} 'ye indirgenmiştir. Alüminyum ise 180 C° de pH = 3'de etonal ilavesiyle alüminyum sülfat halinde çöktürülmüştür.

Yugoslavya'da (Zambo 1980, Gözmen ve ark.1983) uygulanan bir diğer metotta ise, kırmızı çamur önce elektrik fırınında eritilerek elektrolizlenip demir ve cüruf elde edilir. Elde edilen demir aynı zamanda V ve Ti ihtiva etmekte olup "vantit" kalitesindedir. Cüruf %30'luk H_2O_4 ile (1/6 cüruf/ H_2SO_4) çözeltisi oranında 30-60 dakikada çözülür ve çözünen kısım ayrılır. Çözünmeyen kısım fosfat kayası ile karıştırılarak suni gübre yapılır. Buna "Pelefos" gübresi adı verilir. Çözünen kısım Ti, Zr, Al, U ve nadir elementleri ihtiva eder. Çözelti 6-8 g/L H_2O_2 , 3,5 g/L Fe_2O_3 ve 0,6-1 g/L TiO_2 ihtiva edecek şekilde seyreltilir. Organik faza Ti dışında yukarıda sayılan diğer elementler geçmektedir (Çengelöglü 1991). Titan hidrolizle $Ti(OH)_3$ haline dönüşür, kızdırılarak TiO_2 elde edilir. Verimi ise %85-90, pH=3,5'da kaynatılarak $Fe(OH)_3$ çöktürülür. pH=5'de alüminyum sülfat ayrılarak $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ şeklinde kristallendirilir.

Bir Japon patentinde (Tahakur, Sant 1983) %22,5 Al_2O_3 , %39,28 Fe_2O_3 , %15,51 SiO_2 , %8,15 Na_2O , %2,81 TiO_2 , %11,55 kızdırma kaybı olan kırmızı çamur, sodyum hidroksit ve alümina elde edilmesi için kullanılmıştır. Böylece % 85,4'ü kazanılmıştır.

(Prakash, ve Norvatlı, 1981) Boksitteki TiO_2 miktarını artırarak Bayer prosesine tabi tutmuşlar ve daha sonra kırmızı çamura kireç sütü ile kostik rejenasyonu uygulamışlardır. Bunun için %49,5, Al_2O_3 , %15,9 F_2O_3 , %4 SiO_2 , %6,5 TiO_2 , %0,2 CaO , %0,04 MgO ve diğer bileşenleri bulunan boksit ve bu boksit %12 ve %18 TiO_2 ihtiva edecek şekilde karıştırılarak elde edilen boksitlere aynı şartlarda (170°C ve 80 dak.) Bayer prosesi uygulanır. Sodyum oksidin kazanılması %60'dan %70'e doğru artmaktadır.

MTA tarafından (Temur ve ark. 1983) kireçle yapılan kostik rejenasyonunda %6,42 ve %6,2 Na_2O ihtiva eden kırmızı çamurlar 95 °C'de kireçle muamele edilmişlerdir. Bu çalışmada Na_2O 'in %60-%86 arasında değişen verimlerle geri kazanılması mümkün olmuştur. Uluterv-Fkı'nın % 6,42 Na_2O ihtiva eden kırmızı çamurla, benzer bir çalışması ile Na_2O 'in %70'i, Seydişehir Alüminyum Tesislerinde 1974 yılında pilot tesis düzeyinde bir denemede ise %60'ı geri kazanılabilmektedir.

Seydişehir kırmızı çamuru ile yapılan bir başka çalışmada kırmızı çamurun soda, kireç ve karbonla sinterlenmesi şartları araştırılmıştır. En uygun sinterleşmenin 950 °C sıcaklıkta olduğu ve artıklardaki alüminyumun %90-95'inin 65 °C'de yaklaşık bir saatte su ile ekstrakte edilebildiği belirtilmiştir. (Gündüz ve Girgin 1980)

Yukarıdaki değerlendirme çalışmaları dışında kırmızı çamurun çimento sanayinde demir cevheri yerine inşaat ve yapı malzemesi olarak, toprak ıslahında ve yol yapımında kullanımı, baca gazındaki SO_2 'nin tutulması ve SO_2 gazı ile kırmızı çamurdaki Na_2O ve Al_2O_3 'in çözeltiyle alınması yönünde çalışmalar yapılmıştır. (Thakur 1974, Zambo ve ark. 1980).

Seydişehir kırmızı çamuru ile yapılan çalışmada kırmızı çamur SO_2 'nin tutulmasında kullanılmış ve N_2O 'nin %54'ü ve Al_2O_3 'in % 46,74'ü SO_2 'nin kırmızı çamurdan geçirilmesi ile çözeltiliye geçmiştir. (Çengelöglü, Mirzaoğlu 1987).

Boksit prosesinde alüminyum üretiminde yan ürün olan endüstriyel katı bir madde olan kırmızı çamur kullanarak seyreltik sulu çözeltilerinde (50 mg/dm³) Ni

iyonları ayırmıştır. Bunu Yunan kırmızı çamuruna uygulayarak başarmıştır. Mümkün olan katı sıvı ayırma tekniği göz önünde bulundurularak nikel çözünmez hidroksitler gibi çökertilmiştir (Zoubolis ve ark. 1993).

Kırmızı çamurun muhteviyatında yüksek miktarda Al, Fe, Ca varlığı ve fosfat için hem suda hem de sulu atıklardan zehirli metalleri (As, Cr, Pb, Cd) ayırmada ucuz bir adsorbent olduğu iddia edilmiştir (Sanga 1979, Couillard 1982).

Genel olarak asitin zayıflatıcı olarak kullanıldığı yerlerdeki sularda gümüş temizlemeciliğinde, metal kaplamacılık faaliyetlerinde, sulu atıklarda, zehirli metal olan Ni bulunur. Ayrıca asitin zayıflatıcı olarak kullanıldığı sular olan Çelik ve Matbaa işlerinde motorlu taşıtlarda ve uçak endüstrisindeki atık sulardaki nikel yok etmek için temel tatbiki metot dibe çökme (flokülant ya da Adsorpsiyonda aktif karbon) yöntemi kullanılır. Fakat bu metotta masraf oranı yüksektir. (Sitting 1975, Petterson 1985)

Seyreltik eriyik (50 mg / dm^3) içerisinde bulunan nikel iyonlarının K.Ç ile etkin olarak tutulduğu tespit edilmiştir. Boksit işletmesi sırasında alümina üretiminden sonra yan ürün/atık olarak kırmızı çamur, nikelin çözünmeyen hidroksit olarak çökmesine, nikel hidroksitin tutulmasına ve Oluşan tüm ince malzemenin flokülasyonuna neden olmaktadır. Sedimentasyon daha sonra katı/sıvı ayırıştırma tekniği ile ele alınmaktadır. Bu konuda ümit verici sonuçlar elde edilmiştir (Anastasios ve ark 1993).

Katı atıkların tabiata bırakılması ile ilgili meseleler karmaşık hale geldiğinden beri bütün atıkların güvenli olarak tabiata bırakılması, temel olarak kullanılmaları ve yan ürün olarak ele alınmaları önem arz etmektedir. Bu tür bir yaklaşım gösterilmesi bu atıklar birikerek, çevre kirliliğine büyük çapta etki edeceklerdir. Her endüstriyel atığın kullanım yöntemleri atığın fiziko kimyasal özelliğine, atığın oluşmasında kullanılan proses ve toplama metodlarına, atıktan elde edilecek ürünlerin tekno-ekonomik fizibilitesi ile ekonomik ve pazar değerine, en önemlisi elde edilecek ürünün toplum tarafından kabulüne kadar çok geniş bir yelpaze içerisinde ele alınmak zorundadır.

Boksit prosesi kirlilik problemleri oluşturan, muhafazası oldukça pahalı, kullanımı çok zor olan katı atık yan ürün olarak kırmızı çamur oluşturmaktadır. Kırmızı çamur öğütülmüş boksitin bayer metoduna göre yüksek ısı ve basınçta NaOH

ile işleme sokulması sonucu elde edilmiştir. Muhteva olarak yüksek alkalitesi (pH=10-12.5) ve %15- 30 katı maddesi olan kırmızı bir renk vermektedir.

Kırmızı çamur esas olarak zehirli olmayan ince silika, alüminyum, demir, kalsiyum ve titanyum oksitle, impürütelerini ihtiva etmektedir. Bu nedenle oldukça karmaşık birkimyasal yapıya sahiptir ve alüminyum üretim şartlarına göre impürite kontrolü önemlidir. Bayer prosesinden kaynaklanan yüksek sodyum hidroksit ile kireç ihtivasından dolayı kırmızı çamur oldukça zehirli olup yüksek düzeyde kirlilik tehlikesi oluşturmaktadır (Zouboulis ve ark. 1993).

Kırmızı çamur üretimi oldukça fazladır. Her ton Al için yaklaşık 1-2 ton kırmızı çamur atılmaktadır. Kırmızı çamurun en kolay atımı barajlamadır. Bu yöntemle katı malzeme çökerek sıvı likör tekrar kullanılabilir hale gelir. Katı malzemenin değerlendirilmesindeki problem, malzemenin alkalitesinin, tuzluluğunun ve sodalılığının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Diğer bir problem de suyun içerisindeki kostiğin ayrılmasıdır. Asidik özellikli atık üreten endüstrilerle beraber olan yerlerde kostik meselesini kolaylıkla halledilebilmektedir. Aksi halde barajlama problemi artmaktadır. Kostik ihtiva eden suyun değerlendirilmesi endüstriyel yararlar getirecektir.

Kırmızı çamurun kullanım şekilleri aşağıdaki gibidir;

a) Muhtevasının temel maddelerinin çıkarılması, b) yan ürünlerin çıkarılması, c) direkt kullanım, b) yeni ürünlerin elde edilmesi, Atığın değerlendirilmesi için oldukça geniş çaplı araştırmalar yapılmıştır. Ancak mevcut üretilen atığın ve stoğun değerlendirilerek azalması mümkün olamamıştır (Zouboulis ve ark. 1993).

Kırmızı çamur, Al, Fe, Ca, muhtevasının yüksek olmasından dolayı içme suyu ve pis su arıtmalarında fosfatların ve zehirli maddelerin (As, Cr, Pb, Cd) tutulması için ucuz bir tutucu olarak tavsiye edilmelidir (Fursman 1970).

Nikel metal kaplama işletmeleri, gümüş işletmeleri, asit üretme işletmeleri, çelik ve basım işletmeleri motor ve havacılık endüstrilerinin atık sularında 900-3.4 mg/dm³ konsantrasyonlarında yaygın olarak görülen zehirli bir metaldir. Nikelin tutulması için çok değişik yöntemler kullanılmaktadır. Kullanılan en yaygın yöntem başka bir işletmenin atığının arıtma amacıyla kullanımudur.

Bu çalışma kırmızı çamurun zehirli metal katyonu ihtiva eden atık sularda özellikle nikelin arıtma amaçlı kullanımı hedeflenmektedir. Kırmızı çamurun nikel tutucu olarak kullanımı nikelin erimez bir hidroksit oluşumundan ve hidrolitik çökeltici davranış göstermesinden dolayı oldukça karmaşıktır (Zouboulis ve ark. 1993).

Kırmızı çamuru pH değeri 10 üzerinde tutularak yıkandığında Na, Ca, Al, Si yıkanarak zeolit tipi kalsiyum alüminat minarelleri çökeltmektedir.

Kırmızı çamurun minarallerinin kompozisyonu kil yapısındadır. Fakat gerçek minareller cevhere ve Bayer prosesinin şartlarına bağlıdır. Sonuç olarak kırmızı çamurun bu kompozisyonu hem flokülüt hemde adsorbent olarak atık sularda etkili olabilmektedir.

Kırmızı çamur atığının suyla yıkanması sonucu pH değerinde hafif düşme sağlanabilmektedir. Fakat yıkama işlemi devam etse dahi pH değeri genellikle 10'un üstünde olmalıdır.

Kırmızı çamur yüksek düzeyde baz muhtevasına sahiptir. Bu atık suyun pH'sını yükseltir. Zehirli metal hidroksinlerin kolaylıkla çökmesini sağlar. Bu dağılım hidroksit jellerinin oluşumuyla güçlenirki, bu büyük ölçüde hidrolize edilebilen Al, Fe iyonları sayesinde oluşur. Bu iyoların iyonik adsorpsiyon için eğilimi daha fazladır. Bu partiküller daha sonra hidroksit çökelteleri oluşturur ve orjinal kolloid haline dönüştürür. Bu prosesin tümü süpürge (sweep) flokülasyonu olarak isimlendirilir.

Kırmızı çamur gibi tabii adsorbentler fiziksel ve yarı kimyasal adsorpsiyon özelliğine sahiptir. Metallerin hidroksit olarak çökeltilecek ayrıştırıldı gibi kırmızı çamur gibi tabii adsorbentler yüzeylerde de oksit grupları oluştururlar. Katı fazda konsantrasyonun artırılmasıyla etkin Ni çöktürülmesi düşük pH değerlerinde dahi mümkün olmaktadır (Zouboulis ve ark. 1993).

Bu çalışmada zehirli metallerin tutulması için ümit verici yöntemler ortaya konmuştur. Kırmızı çamurun uygun miktarda ve uygun alkalite değerlerinde nikelin tutulmasındaki etkileşimi ortaya koymuştur. Deneylerden de anlaşılacağı gibi 50 mg/dm³ nikel konsantrasyonunda tutulan nikel miktarı oldukça yoğun olmakta ve eriyik içerisindeki nikel konsantrasyonu 1mg/dm³ seviyesine düşebilmektedir.

Tablo 4 VI Yıkayıcı altı katı ve sıvı faz analizleri (1996)

	Ocak 96	Şubat 96	Mart 96	Nisan 96	Mayıs 96	Haziran 96	Temmuz 96	Agustos 96	Eylül 96	Ekim 96	Kasım 96	Aralık 96
Ateş zaiyatı	8,77	8,09	7,81	7,94	8,42	7,98	8,15	8,20	7,41	7,41	6,61	6,94
SiO ₂	16,52	17,41	17,53	16,97	15,24	15,94	15,84	15,82	14,25	11,82	15,20	15,61
Fe ₂ O ₃	34,16	35,92	36,60	36,87	35,85	37,65	37,92	37,91	38,34	43,00	41,65	40,92
Al ₂ O ₃	23,38	20,40	19,40	20,40	22,39	20,46	20,17	20,87	21,70	19,44	17,35	17,85
TiO ₂	4,80	5,00	4,96	4,90	4,90	4,90	5,00	4,89	5,07	5,07	5,25	5,60
CaO	1,57	1,61	2,03	1,91	1,96	1,76	1,68	1,76	1,96	1,96	2,15	1,54
CO ₂	1,04	1,36	1,49	1,27	1,59	1,59	1,25	1,34	1,57	1,57	1,79	1,35
S	0,040	0,056	0,046	0,037	0,036	0,095	0,085	0,064	0,05	0,05	0,044	0,110
P ₂ O ₅	0,13	0,16	0,12	0,11	0,12	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1
V ₂ O ₅	0,054	0,058	0,047	0,050	0,050	0,052	0,040	0,048	0,08	0,08	0,120	0,045
Na ₂ O ₆	9,76	10,02	10,24	10,50	9,32	9,71	9,32	9,28	8,94	8,43	9,40	9,50
S/K	2,38	2,47	2,43	2,55	2,49	2,48	2,38	2,34	2,36	2,38	2,43	2,39
Al ₂ O ₃	1,72	1,63	1,06	0,96	1,16	1,50	1,37	1,38	1,28	1,07	1,04	0,96
Na ₂ O ₆	2,72	2,36	1,52	1,50	1,76	1,81	1,96	2,23	1,96	1,70	1,53	1,35

Tablo 3.6 KIRMIZI ÇAMURUN BOYUT ANALİZİ SONUÇLARI

TANE BOYUTU		Miktar (gr)	% N	Kümülatif Elek üstü (%)	Kümülatif Elek altı (%)
A.S.T.M. Mesh No	Mikron				
+100	+149	10.76	0.37	0.37	99.63
100-140	149-105	15.09	0.52	0.89	99.11
140-170	105-88	10.12	0.35	1.24	98.76
170-200	88-74	12.58	0.44	1.68	98.32
200-270	74-53	33.39	1.16	2.84	98.16
270-325	53-44	75.85	2.64	5.48	94.52
325-400	44-37	9.90	0.34	5.82	94.18
400-	37-11.3	286.03	9.94	15.76	84.24
	11.3-7.84	284.02	9.87	25.63	74.37
	7.84-5.64	293.23	10.20	35.83	64.17
	5.64-3.87	244.60	8.50	44.33	55.67
	3-87-2.73	276.83	9.62	53.95	46.05
	2.73-1.90	227.05	7.89	61.84	38.16
	1.90-1.32	222.15	7.72	69.56	30.44
	1.32-0.91	207.76	7.22	76.78	23.22
	0.91-0.65	193.67	6.73	83.51	16.49
	0.65-0.45	177.84	6.18	89.69	10.31
	0.45-0.31	164.03	5.70	95.39	4.61
	0.31-	132.65	4.61	100.00	
		2877.69	100.00		

Tablo 3.5 ELEK ANALİZİ FRAKSİYONLARININ KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

TANE BOYUTU		% N	% TiO ₂	% Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃	% SiO ₂	% Na ₂ O	% CaO
Mesh. No (A.S.T.M.)	mm							
+100	0.149	0.37	2.52	40.26	18.27	9.02	3.55	7.00
100-140	0.105	0.52	3.64	41.25	20.54	7.96	3.60	6.93
140-170	0.088	0.35	4.00	47.76	20.01	7.56	3.50	4.83
170-200	0.074	0.44	4.92	53.08	19.74	5.92	3.20	1.26
200-270	0.053	1.16	4.44	58.31	18.46	4.86	2.85	1.96
270-325	0.044	2.64	5.00	61.02	18.47	4.52	2.95	0.14
325-400	0.037	0.34	6.20	65.53	17.19	3.46	2.30	0.21
400-	0.037	94.18	5.20	38.64	19.48	17.02	9.20	1.90
TOPLAM (KIRMIZI ÇAMUR)		100.0	5.45	39.18	19.74	17.10	9.10	1.70

4.KIRMIZI ÇAMURUN KULLANIM ALANLARI

Kırmızı Çamurun değerlendirilmesi açısından prosesler aşağıdaki gibi gruplara ayrılırlar.

1. Kırmızı Çamurun tamamen değerlendiren prosesler.
2. Kırmızı Çamurun belirli bileşenlerini değerlendiren prosesler.
3. Kırmızı Çamuru alümina fabrikasının son ürünü olarak değerlendiren prosesler.

4.1.Kompleks Metotlarla Çamurun İşlenmesi

4.1.1.Kırmızı çamurun ergitilmesi

Kırmızı Çamur yüksek fırında ve elektrik fırınlarında ergitilmiş ve neticede pik demir veya ferrosilikon ve cüruf üretilmiştir. Cüruf alümina ve çimento üretimi için kullanılmıştır.

4.1.2.Kırmızı çamurdan demir, alümina ve çimento üretimi

Fabrika çapında uygulanmış olan bu proses Maçaristanda geliştirilmiştir. Prosese göre kırmızı çamur bir indirgeyici ve kireçli ortamda Krupp-Ren metoduyla bir döner fırında işlem görür. Demir kümeleri ergimemiş vizkoz cüruf içinde 1300 °C'de 1-5 mm büyüklüğüne kadar birleştirilir. Demir cüruftan manyetik yolla ayrılır. Bakiye kırılır, öğütülür. Soda ve kireç taşı ilavesi ile ve sinterleştirilir. Na₂O ve Al₂O₃ elde edilir.

4.1.3.Kırmızı çamurdan demir, alümina ve nadir elementlerin kazanımı ve gübre üretimi

Bu metod kırmızı çamurun değerlendirilmesi amacıyla Yugoslavya'da uygulanmıştır. Kırmızı çamur elektrik fırınında ergitilerek demir ve cüruf elde edilir. Demir aynı zamanda V ve Ti muhtevalı olup "VANTIT" kalitesindedir. Cüruf H₂SO₄ ile muamele edilip filtre edilir. Katı bakiyeden "PELOFOS" tipi gübre elde edilir. Ti, Zr, Th, U, Le, Sc, Y gibi elementler ise çözültiden kerosan'la elde edilebilir.

4.2.Kırmızı Çamurun Katkı Maddesi Olarak Kullanımı

4.2.1.Kırmızı çamurun demir metalurjisinde kullanımı

Kırmızı çamur Almanya ve Polonya'da Krupp-Renn fırınlarında diğer demir cevherlerinin ergitilmesi işleminde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.

4.2.2.Çimento üretimi için kırmızı çamurun değerlendirilmesi

Çimento, kalitesine bağlı olarak yüksek veya düşük oranlarda Fe₂O₃ ihtiva eder. Bilinen çimento üretiminde, Fe₂O₃ miktarı, %1-2 oranında pirit sinteri ilavesiyle şarj edilir. Alümina üretiminden elde edilen kırmızı çamur pirit sinterin yerine kullanılır. Kırmızı çamur % 30 oranında nem filtre etmekte ve bu malzeme çimento üretiminde 30-45 kg çamur/ton çimento olarak kullanılmaktadır.

4.2.3.Kırmızı çamurun inşaat ve yapım malzemesi olarak kullanılması

Kırmızı çamurdan tuğla yapım tekniği üzerinde ilk kez Almanya'da çalışılmıştır. Metod bir tuğla fabrikasında yıllardan beri uygulanmaktadır. Tuğlaların mukavemeti normal yollardan yapılanlarınkinigeçmiş olup yüksek binaların inşaatında bile kullanılmaktadır. Kırmızı çamur aynı zamanda hafif inşaat malzemesi ve ısı izolasyon malzemesi olarak da kullanılır. Bunun dezavantajı kırmızı çamurun nakliye masrafıdır.

4.2.4.Kırmızı çamurun toprak ıslahında ve yol inşaatında kullanılması

Kırmızı çamur ekilebilir toprağın ıslahında da kullanılabilir. Bu konuyla ilgili olarak yapılan testler başarılı olduysa da çamurun nakliye masrafları bu tür uygulamayı mümkün kılmamaktadır.

Kırmızı çamur yol inşaatında dolgu maddesi olarak ve bitümlü yapıştırıcı üretiminde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır.

4.3.Kırmızı Çamurun Diğer Maksatlar İçin Değerlendirilmesi

Gaz temizleyici pastası (Lux-paste) da yine kırmızı çamurdan yapılmaktadır.

Bir Alman firması, kırmızı çamur kullanarak su temizleme işlemi için flokülant üretimi üzerinde çalışmıştır. "Ferriflac" diye bilinen bileşik demir ve alüminyum sülfatlardan oluşur. Pozitif yüklü yüksek moleküllü metalhidroksit kompleks bileşikleri, katışıklarının negatif yüklü moleküllerini yakalayarak sudan ayırır.

Kırmızı çamur bir asit işleminden geçirilerek lastik sanayinde harç (veya dolgu malzemesi) olarak kullanılır.

Yüksek titan ihtiva eden kırmızı çamurların işlenmesiyle pigmentler üretilebilir. Ayrıca kırmızı çamur kullanılarak adsorplayıcı, katalist'lerin üretimi ile ilgili araştırmalar gelişme safhasındadır.

4.4.Kırmızı Çamur Belirli Bileşenlerinin Değerlendirilmesi

4.4.1.Kırmızı çamurun demir ihtivasının fiziksel yollarla kazanımı

Fe_2O_3 'ün kırmızı çamurdan magnetik separasyon ile ayrılması ümit verici bir metod değildir. Kullanılacak metod, malzemenin yapısal karakteristiklerine bağlı olarak tayin edilir. Kırmızı çamurun bazı fazlarının birbirleriyle fazla iç içe olması birbirlerinden ayrılmayı güçleştirmektedir.

Çamurdan, demirin manyetik demir oksit veya sünger demir olarak elde edildiği proseslerde bilinmektedir.

4.4.2.Kırmızı çamurun Na_2O -(ve Al_2O_3) miktarlarının değerlendirilmesi

Bu konuda en yaygın metot, çamurdaki kostiğin %70'inin kazanılabildiği bir rejenerasyondur. Bu metot da çamurdaki sodyum alüminyum hidrosilikatın, (Pulpun $90^{\circ}C$ 'de 1 mol Na_2O için 3 mol CaO ilavesiyle karıştırma sonunda) kalsiyum

alüminyum hidrosilikat'a dönüştürülmesiyle NaOH ayrılır. 30 g/L Na₂O konsantrasyonlu zayıf çözelti alümina fabrikası proses çözeltisine geri gönderilir.

Bir çok Sovyet araştırmacısı çamurdaki Na₂O ve Al₂O₃ miktarının, alüminat çözeltisi ve kostik soda çözeltileri vasıtasıyla geri kazanılmaları konusunda çalışmışlardır.

4.4.3.Kırmızı çamurun alümina fabrikası son ürünü olarak değerlendirme prosesi

Kırmızı çamur orijinal haliyle taşınmaya müsait değildir, ancak alümina fabrikasında karışım yapıldığında, seramik fabrikalarına taşıma işlemi kolaylaşır. Kırmızı çamur herhangi bir masrafa gerek kalmadan seramik üretiminde kullanılan diğer cevherlerden daha ekonomik olur.

Diğer bir avantaj da pişirmenin 950-1150 °C gibi düşük sıcaklıklarda yapılabilmesidir.



5.ADSORPSİYON TEORİLERİ

Gaz buhar ya da sıvı fazında veya herhangi bir çözültide bulunan çözünmüş maddelere ait molekül, atom veya iyonların katı bir maddenin yüzeyinde toplanması olayına adsorpsiyon adı verilmektedir. Adsorbe eden katı madde ne kadar küçük parçalara bölünürse yüzey alanı o derecede artar ve bundan dolayı da adsorpsiyon kabiliyeti o kadar çoğalır. Başka bir deyişle katı madde daha fazla molekül atom ya da iyonu yüzeyinde tutabilir. Adsorpsiyonda adsorbe eden katı maddeye adsorplayan ya da adsorben; adsorbe edilene de adsorplanan denir (Pekin 1986).

Adsorpsiyon sırasında açığa çıkan ısı kimyasal reaksiyonlarda açığa çıkan ısıya yakınsa kimyasal adsorpsiyondan, adsorplananın yoğunlaşma ısısına yakınsa fiziksel adsorpsiyondan söz edilir.

Gaz ile katı arasında Van Der Waals kuvvetleri ile meydana gelen bir etkileşme varsa yoğunlaşmaya benzer bir olay, kuvvetli bir etkileşme varsa kimyasal reaksiyona benzer bir olay olur. Birincisine fiziksel adsorpsiyon (Vander Waals adsorpsiyonu) ikincisine kimyasal adsorpsiyon (Aktiflenmiş adsorpsiyon) denir.

Adsorpsiyon esnasında birbirine değen gaz veya katı molekülleri bir ortak yüzey meydana getirirler, bu yüzeyde katı ile gaz molekülleri elektrostatik kuvvetler kovalent bağ kuvvetleri sebebiyle çekerler veya iterler. Bir çok katılar bu kuvvetlerin biri diğerine karşılık ekseri daha etkindir. Şekil ne olursa olsun bu kuvvetler sıvılarda olduğu gibi katılarda da yüzey gerilimine sebep olurlar. Çünkü katının ortasındaki atom veya molekül diğer taraftan eşit ölçüde çekildiği halde, yüzeydekiler için bu kuvvetler dengesi yoktur. Katıların yüzey gerilimleri sıvılarınkinden daha büyüktür. Adsorplanan atom veya moleküller yüzeyde dengesiz olan kuvvetlerin bir kısmını doyurarak yüzey gerilimi düşürürler. Bu aynı zamanda serbest yüzey enerjisinin düşmesi ve adsorpsiyon olayının kendiliğinden cereyan etmesi demektir.

Üç boyutlu hareket eden gaz molekülleri bir katı yüzeyinden adsorbe oldukları zaman iki boyutlu hareket yapmak zorunda kalır. Bu gaz moleküllerinin daha düzenli hale gelmesi dolayısı ile entropileri düşer. ΔG serbest entalpi ve ΔS entropi

değişimlerinin daima negatif olması $\Delta H = \Delta G + T, \Delta S$ bağıntısından ΔH Adsorpsiyon ısısının negatif olması gerekir. Sonuç olarak adsorpsiyon olayı ekzotermik bir olaydır.

Adsorpsiyon ısı, fiziksel adsorpsiyonda yoğunlaşma ısısına, kimyasal adsorpsiyonda ise reaksiyon ısısına yakındır. Fiziksel adsorpsiyon tek tabakalı (monomoleküler) olabildiği gibi çok tabakalı (multimoleküler) de olabilir. Ayrıca kapiler kondensasyonu şeklinde cereyan edebilir. Kimyasal adsorpsiyon yalnız ve ancak tek tabakalı olabilir. Adsorplanan miktar fiziksel adsorpsiyonda sıcaklıkla azaldığı halde, kimyasal adsorpsiyonda artar. Fiziksel adsorpsiyonda gaz tersinir olarak dışarı verildiği halde, kimyasal adsorpsiyonda verilemez. Zira gaz ve katı molekülleri arasında bir kompleks meydana gelmiştir. Eski özelliğini hemen hemen kaybetmiştir. Adsorplayıcı ile adsorplanan temas geldiğinde adsorpsiyon dengesinin kurulmasına kadar geçen zamanda, cereyan eden olayla adsorpsiyon kinetiği ilgilenir (Alkış 1982).

Metaller ve plastiklerde dahil olmak üzere bir kristal yapıya sahip olsun ya da olmasın tüm katılar az veya çok adsorplama gücüne sahiptirler. Adsorplama gücü yüksek olan katılar deniz süngerini andıran bir gözenekli yapıya sahiptir. Katıların içinde ve görünen yüzeyinde bulunan boşluk, oyuk, kanal, çatlaklara gözenek adı verilir.

Genişliği 2 nm'den küçük olanlara mikrogözenek, 2 nm ile 50 nm arasında olanlara mezogözenek, 50 nm'den büyük olanlara makrogözenek adı verilir. Katının 1 gramında bulunan gözeneklerin toplam hacmine özgül gözenek hacmi, bu gözeneklerin sahip olduğu duvarların toplam yüzeyine özgül yüzey alanı denir. Gözenekler küçüldükçe duvar sayısı artacağından özgül yüzey alanı da artacaktır. Bir başka deyişle özgül yüzey alanının büyüklüğü özgül gözenek hacminin büyüklüğünden çok, gözeneklerin büyüklüğüne bağlıdır. Gözeneklerin büyüklük dağılımına adsorplayıcının gözenek boyut dağılımı denir.

6.MATERYAL VE METOD

Kullanılan aletler

- 1) A.A.S cihazı: Varien , Tectron A-175
- 2)Ph metre :Orion model SA 720
- 3) Elek analiz cihazı
- 4) Mutfel fırını
- 5) Fotometre

Kullanılan kimyasallar

- 1)H₂SO₄
- 2) TiCl₃ 0,05 N
- 3) Na₂CO₃
- 4) HCl:d=1,18,%2
- 5) HNO₃ : d=1,4
- 6) HF % 40
- 7) H₃PO₄
- 8) KSCN
- 9)H₂O₂ : % 3'lük
- 10) NH₄-OH % 25
- 11) Na₂SO₃ :% 30
- 12) NH₄Cl:% 20
- 13) NiCl₂ 6H₂O
- 14)3 CdSO₄.8H₂O
- 15)CuCl₂ 2H₂O

Kırmızı çamur numunesi Seydişehir Alüminyum Tesislerinde, kırmızı çamurun, çamur barajına pompalandığı yer olan 6. yıkayıcı altından alındı. Numune 1-2 saat dinlendirilerek kırmızı çamurun çökmesi beklenmiş ve sulu kısım atıldı. Daha sonra elek analizi yapılmış 30 mesh'lik elektteki kırmızı çamur etüvde 105 °C'de sabit tartıma gelinceye kadar tutuldu. Bütün analizler ve denemeler bu kurutulmuş 30 mesh'lik kırmızı çamur ile yapıldı.

7.DENEYSEL BÖLÜM

7.1.Kırmızı Çamurda Ateş Zaiyet Tayini

Ateş zaiyatı tayin edilecek kırmızı çamurun 1 gramı Muffel fırınında 1000 °C sabit tartıma kadar ısıtıldı. Tartım farkından ateş zaiyatı tayin edildi.

7.2.Kırmızı Çamurda Fe₂O₃ tayini

Çözeltideki Fe⁺⁺⁺ iyonları TiCl₃ çözeltisi ile Fe⁺⁺'e indirgenir. İndikatör olarak KSCN kullanılır. Demir (III) iyonlarının rodanür bileşikleri kırmızı renk verir. Titrasyonda kırmızı rengin kaybolması 3 değerlikli Fe⁺⁺⁺'in Fe⁺⁺'ye indirgenmesini gösterdi.

7.3.Kırmızı Çamurda SiO₂ Tayini

Asitte çözünür hale getirilen numunedeki silisin, silisik asit jeli halinde çöktürülüp, HF ile SiF₄ halinde uçurulması esasına dayanır.

7.4.Kırmızı Çamurda TiO₂ Tayini

Sülfat asitli ortamda titan sülfat hidrojen peroksit ile sarı renkli peroksit bileşiğine oksitlenir. Çözeltide bulunan demir tuzlarının sebep olduğu sarı renk fosforik asit ilavesi ile bertaraf edilir. Titan peroksit bileşiğinin sarı rengi 430 mμ dalga boyunda mavi ışığı süzgeçi ile fotometrik olarak tayin edilir.

7.5.Kırmızı Çamurda P₂O₅ tayini

Çözeltideki fosfatların asitli ortamda amonyum molibdat ile verdiği sarı renkli kompleksin Fe⁺⁺ iyonları ilavesi ile mavi renkli komplekse dönüşmesi ve bu rengin foto kalorimetrede ölçülmesi esasına dayanır. Çalışılan çözeltide jelatin olması fosforun tayinini güçleştirir. Bunun için çözeltide H₂O₂ ile kaynatılarak jel parçalanır.

7.6.Kırmızı Çamurda Al₂O₃ Tayini

Asitte süzünmüş kırmızı çamur çözeltisinde Al(OH)₃, Fe(OH)₃ ve Ti(OH)₄ çöktürülerek 800 °C'de R₂O₃ getirilip R₂O₃ miktarından Fe₂O₃, TiO₂ miktarlarının çıkarılması ile Al₂O₃ tayin edilir (Gündüz 1984).

7.7.Kırmızı Çamurda CaO Tayini

R₂O₃ çökeleği süzütüsü pH=9'a ayarlanır. (NH₄OH'le) ve asit krom mavi indikatörü kalsiyum kompleksometrik olarak tayin edilir. (Mg nazari itibara alınmadığından pH=9'da çalıştırılabilir).

7.8.Kırmızı Çamurda V₂O₅ Tayini

V₂O₅'in asitli ortamda H₂O₂ ile verdiği kırmızı kahve renkli kompleks bileşiğin absorbanansı mavi süzgeçte fotometrede 4300 Å° ölçülür.

7.9.Kırmızı Çamurda Gravimetrik Na₂O Bütünü Tayini

Kırmızı çamur HCl ile çözülür. Zararlı maddeler oksalik asit ve orta oksokinalin (C₉H₇NO) ile çöktürülür. Na₂SO₄ şeklinde tartılır.

7.10.Sıvı Katı Oranı ve Katı gr/L tayini

Önceden tartılmış (P₀). 50 ml behere pulp numuneleri alınır. Pulp ile beraber tartılır. (P) Nuçe erleri ve hunisi kullanılarak vakumda süzdürülür. Huni üzerine yerleştirilmiş süzgeç kağıdında toplanan katı kısım saf su ile yıkanır. Süzgeç

Tablo 3.3 'de Boksitin ve Kırmızı Çamurun kimyasal analizi.

Bileşen	I. Numune		II. Numune	
	Boksit	Kırmızı çamur	Boksit	Kırmızı Çamur
Nem	2,65	-	2,79	-
A. Z	12,71	6,86	12,65	6,87
Al ₂ O ₃	56,50	18,40	56,86	17,80
SiO ₂	8,29	18,16	7,45	17,00
Fe ₂ O ₃	17,32	36,10	18,00	38,57
TiO ₂	2,43	5,19	2,33	5,08
CaO	0,95	2,44	0,84	2,22
CO ₂	0,82	-	0,97	-
V ₂ O ₅	0,041	0,068	0,040	0,059
P ₂ O ₅	0,062	0,125	0,074	0,175
S	0,037	0,075	0,053	0,08
Na ₂ O	-	10,55	-	10,26

kağıdı çökeleklerle beraber 110 °C'de 2 saat müddetce edüvde kurutulur. Kurutulmuş katı kısmın ağırlığı P_k

V =Pulp hacmi

P =Pulp + Beher ağırlığı

P_o =Boş beher ağırlığı

P_p =Pulp ağırlığı

$$P = P_o + P_p$$

P_k =Kurutulmuş katı kısmın ağırlığı

P_ϕ =Süzüntü ağırlığı

$$\frac{\text{Sıvı}}{\text{Katı}} = \frac{P_\phi}{P_k}$$

$$\text{Katı gr/L} = \frac{P_k \cdot 1000}{V}$$

$$P_\phi = P_p - P_k$$

7.11.Boyut Analizi

Kırmızı çamur, yaş-kuru eleme yöntemine göre elenmiş ve % 94'ünün; 0,037 mm (400 A.S.T.M. mesh)'nin altında olduğu görülmüştür. 0,037 mm'nin altındaki kısmı, Anderson pipeti ile boyut analizi yapılmış ve sonuçlar belirtilmiştir.

Kırmızı çamurun boyut analiz sonuçları aşağıdaki tabloda, ve buna ait olan kümülatif elek altı eğrileri aşağıdaki şekilde verilmiştir (Ergin 1976)

7.12.1 L 50 mg/L konsantrasyonunda $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ Çözeltisinin Hazırlanması

$$\begin{aligned} 3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O} &= 3 * (112.41 + 32 + 64) + 8 * 18 \\ &= 3 * (208.41) + 8 * 18 \\ &= 625,23 + 144 = 769.23 \end{aligned}$$

50 ppm çözeltinin hazırlanması

$$x = \frac{769.23 * 0.05}{3(112.41)} = 0.114 \text{ gr } 3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$$

0.114 gr $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ alındı. Saf suda çözüldü ve hacim saf su ile litreye tamamlandı. Bu çözeltiye stok çözeltisi denildi.

Yukarıdaki stok çözeltisinden 20 ml alınarak hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak 10 ppm $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi hazırlandı.

Yukarıdaki stok çözeltisinden 40 ml alınarak hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak 20 ppm $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi hazırlandı.

Yukarıdaki stok çözeltisinden 60 ml alınarak hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak 30 ppm $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi hazırlandı.

Yukarıdaki stok çözeltisinden 80 ml alınarak hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak 40 ppm $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi hazırlandı.

Yukarıdaki stok çözeltisinden 100 ml alındı ve 50 ppm'lik $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi kabına dolduruldu.

7.13. 1 L 50 mg/L Konsantrasyonunda $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Çözeltisinin Hazırlanması

$$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 63.54 + 35.5 \cdot 2 + 2 \cdot 18 = 134.54 + 2 \cdot 18 = 170.54 \text{ gr}$$

50 ppm'lik çözelti için

$$170.54 \cdot 0.005$$

$$x = \frac{\quad}{63.54 \text{ gr}} = 0,134 \text{ gr } \text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ alındı.}$$

$$63.54 \text{ gr}$$

0,134 gr $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ alındı. Saf suda çözüldü ve hacim saf su ile litreye tamamlandı. Bu çözeltiye stok çözeltisi denir.

Yukarıdaki stok çözeltisinden 20 ml alınarak hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak 10 ppm $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi hazırlandı.

Yukarıdaki stok çözeltisinden 40 ml alınarak hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak 20 ppm $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi hazırlandı.

Yukarıdaki stok çözeltisinden 60 ml alınarak hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak 30 ppm $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi hazırlandı.

Yukarıdaki stok çözeltisinden 80 ml alınarak hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak 40 ppm $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi hazırlandı.

Yukarıdaki stok çözeltisinden 100 ml alınarak hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak 50 ppm $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ çözelti kabına dolduruldu.

7.14. 1 L 50 mg/L Konsantrasyonunda $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Çözeltisinin Hazırlanması

$$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = 58.71 + 2 \cdot 35.5 + 6 \cdot 18 = 129.71 + 108 = 237.71 \text{ gr}$$

50 ppm'lik çözeltinin hazırlanması

$$237.71 \cdot 0.005$$

$$x = \frac{\quad}{58.71} = 0.202 \text{ gr } \text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$$

$$58.71$$

0.202 gr $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ alındı. Saf su ile çözüldü ve hacim saf su ile litreye tamamlandı. Bu çözeltiye stok çözeltisi denir.

Yukarıdaki stok çözeltisinden 20 ml alınarak hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak 10 ppm $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi hazırlandı.

Yukarıdaki stok çözeltisinden 40 ml alınarak hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak 20 ppm $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi hazırlandı.

Yukarıdaki stok çözeltisinden 60 ml alınarak hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak 30 ppm $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi hazırlandı.

Yukarıdaki stok çözeltisinden 80 ml alınarak hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak 40 ppm $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi hazırlandı.

Yukarıdaki stok çözeltisinden 100 ml alınarak hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak 50 ppm $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ çözelti kabına dolduruldu.

0.1 gr kırmızı çamur üzerine 100'er ml si hazırlanmış olan 10, 20, 30, 40, 50 ppm koyuluğundaki Cu, Ni Cd çözeltilerinden ayrı ayrı ilave edildikten sonra 30 dk. karıştırıldı. Daha sonra mavi bant süzgeç kağıdında süzüldü. Süzüntü A.A.S'de Cd, Cu, N, tayinleri yapıldı. Sonuçlar aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 7.1 0.1 gr kırmızı çamurun değişik derişimlerde Cu, Ni, Cd (25 ml)'un muamelesi

Çözelti	Tutulan Ni miktarı (mg)	Tutulan Cd miktarı (mg)	Tutulan Cu miktarı (mg)
10 ppm	0.235	0.170	0.12
20 ppm	0.471	0.369	0.3
30 ppm	0.687	0.568	0.401
40 ppm	0.768	0.94	0.673
50 ppm	0.829	0.969	0.887

50 ppm'lik Cu, Ni, Cd 25 ml çözeltilerinin değişen zamanlarda (10, 20, 40, 120, 600 dk) 0.1 gr. Kırmızı çamurla muamele edildi. Mavi bant süzgeç kağıdında süzüldü. Süzüntü A.A.S.'da Cu, Ni, Cd tayinleri yapıldı. Sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 7.2 0.1 gr. Kırmızı çamur 50 ppm Ni, Cd, Cu çözeltileri (25 ml) değişik zamanlarda muamelesi

Zaman	Tutulan Ni miktarı (mg)	Tutulan Cd miktarı (mg)	Tutulan Cu miktarı (mg)
10 dk.	0.23	0.634	0.747
20 dk.	0.26	0.673	0.819
40 dk.	0.312	0.769	0.969
120 dk.	0.364	0.904	1.055
600 dk.	0.469	0.942	1.215

Tablo 7.3 0.5 gram kırmızı çamurun 50 ppm (Cu, Ni, Cd) çözeltileri (25 ml) ile değişik zamanlarda muamelesi.

Zaman	Tutulan Ni miktarı (mg)	Tutulan Cd miktarı (mg)	Tutulan Cu miktarı (mg)
10 dk.	0.26	0.654	1.134
20 dk.	0.286	0.827	1.219
40 dk.	0.443	0.942	1.232
120 dk.	0.495	1.009	1.238
600 dk.	0.755	1.192	1.244

Tablo 7.4 1 gram kırmızı çamurun 50 ppm (Cu, Ni, Cd) çözeltileri (25 ml) ile değişik zamanlarda muamelesi.

Zaman	Tutulan Ni miktarı (mg)	Tutulan Cd miktarı (mg)	Tutulan Cu miktarı (mg)
10 dk.	0.855	1.069	1.185
20 dk.	0.263	1.076	1.218
40 dk.	0.865	1.19	1.242
120 dk.	0.983	1.203	1.245
600 dk.	1.045	1.214	1.246

Tablo 7.5 2 gram kırmızı çamurun 50 ppm (Cu, Ni, Cd) çözeltileri (25 ml) ile değişik zamanlarda muamelesi.

Zaman	Tutulan Ni miktarı (mg)	Tutulan Cd miktarı (mg)	Tutulan Cu miktarı (mg)
10 dk.	0.855	1.069	1.217
20 dk.	1.15	1.134	1.2
40 dk.	1.25	1.25	1.227
120 dk.	1.25	1.25	1.227
600 dk.	1.25	1.25	1.25

Tablo 7.6 10 dk.'daki kırmızı çamur artışı ile değişim

Kırmızı çamur artışına göre tutulan Cu, Ni, Cd miktarları değişimleri;

Kırmızı çamur (gr)	Tutulan Ni miktarı (mg)	Tutulan Cd miktarı (mg)	Tutulan Cu miktarı (mg)
0.1	0.23	0.634	0.747
0.5	0.26	0.654	1.134
1	0.855	1.069	1.195
2	0.855	1.069	1.217

Tablo 7.7 20 dk.'daki kırmızı çamur artışı ile değişim

Kırmızı çamur (gr)	Tutulan Ni miktarı (mg)	Tutulan Cd miktarı (mg)	Tutulan Cu miktarı (mg)
0.1	0.26	0.673	0.819
0.5	0.286	0.827	1.218
1	0.863	0.863	1.219
2	1.125	1.134	1.227

Tablo 7.8 40 dk.'daki kırmızı çamur artışı ile değişim.

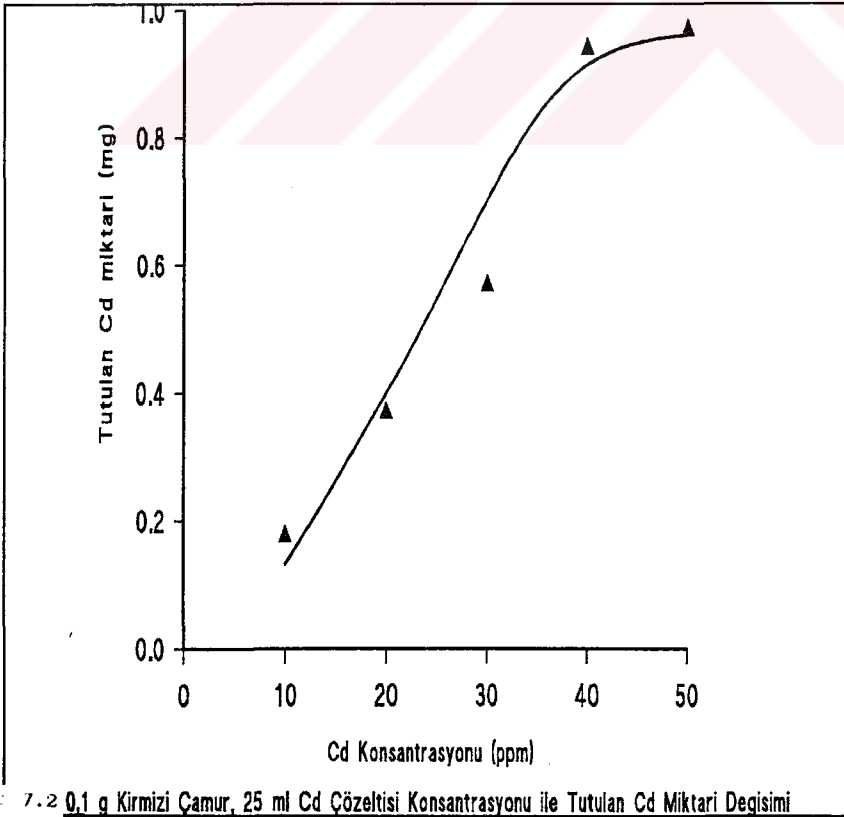
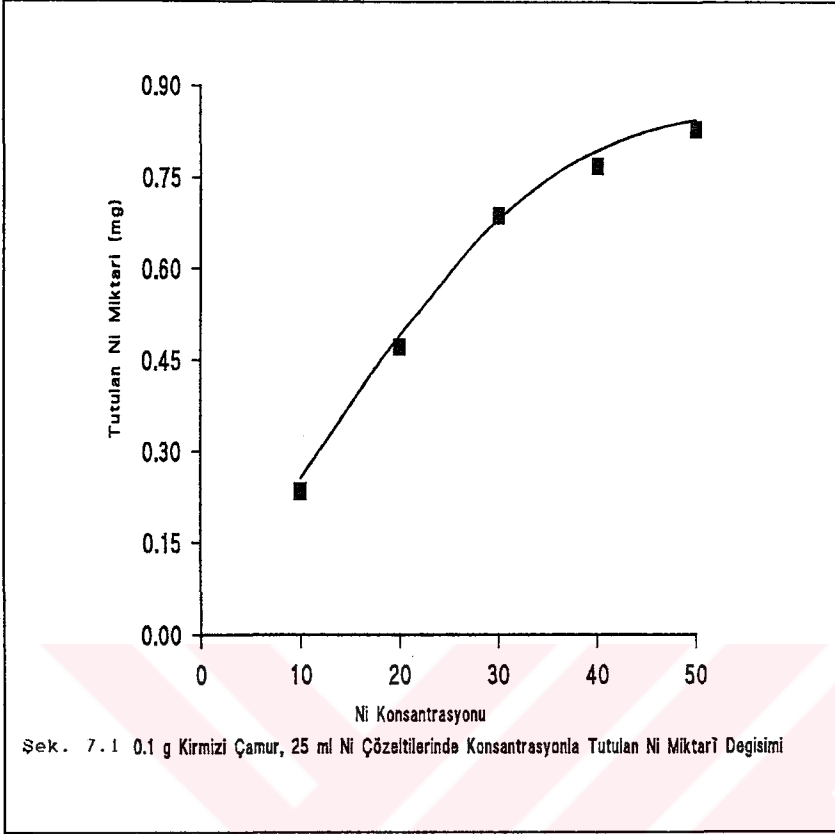
Kırmızı çamur (gr)	Tutulan Ni miktarı (mg)	Tutulan Cd miktarı (mg)	Tutulan Cu miktarı (mg)
0.1	0.312	0.769	0.969
0.5	0.443	0.943	1.232
1	0.865	1.19	1.242
2	1.25	1.25	1.227

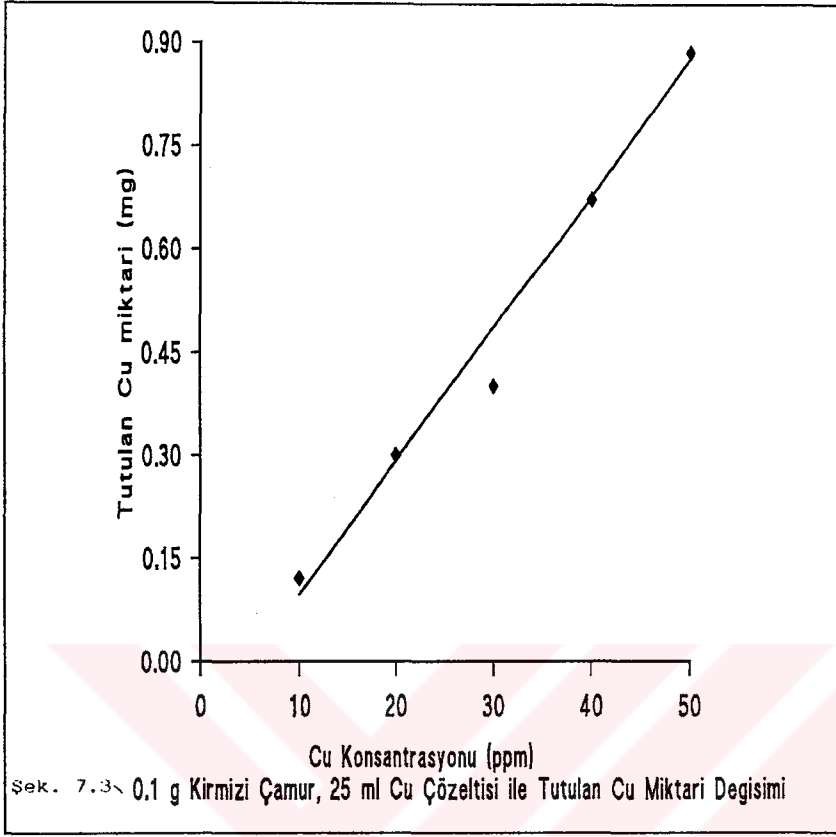
Tablo 7.9 120 dk.'daki kırmızı çamur artışı ile değişim

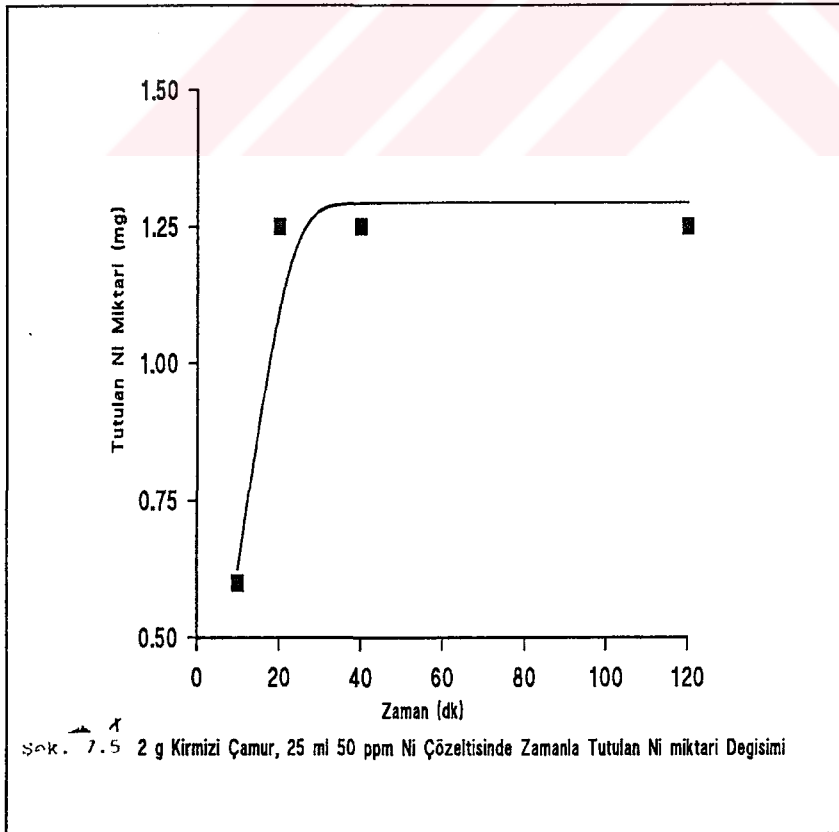
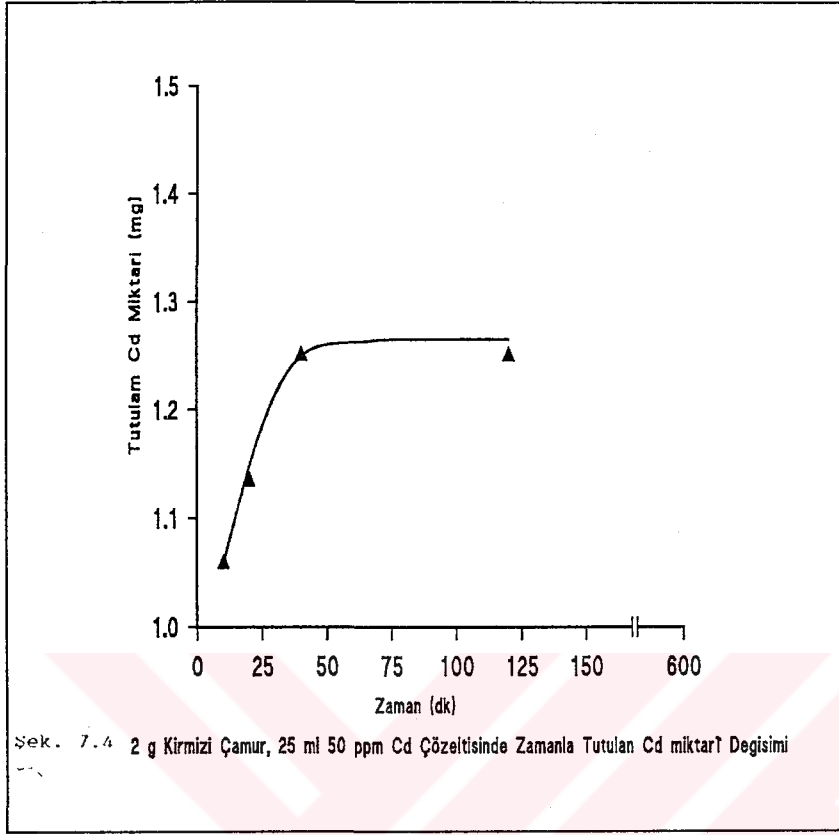
Kırmızı çamur (gr)	Tutulan Ni miktarı (mg)	Tutulan Cd miktarı (mg)	Tutulan Cu miktarı (mg)
0.1	0.364	0.904	1.055
0.5	0.495	1.009	1.208
1	0.983	1.203	1.245
2	1.25	1.25	1.25

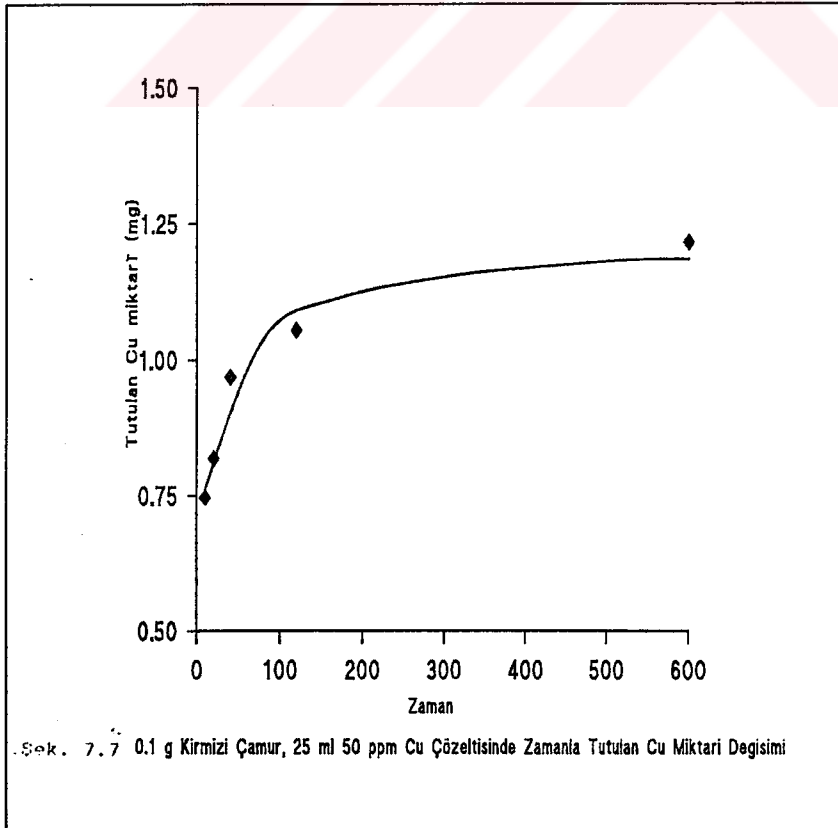
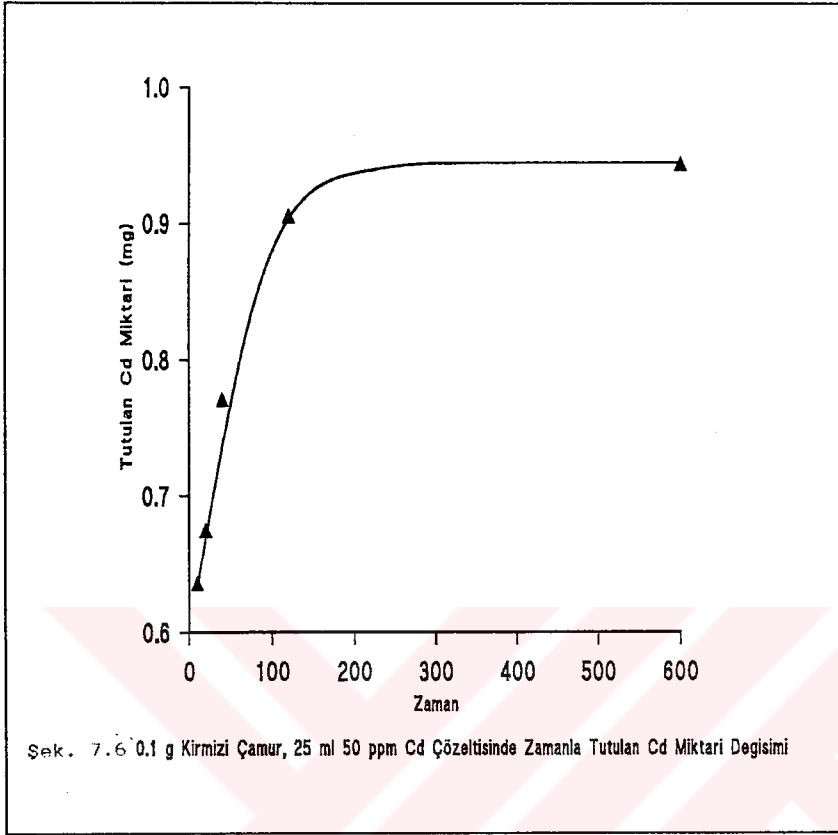
Tablo 7.10 600 dk.'daki kırmızı çamur artışı ile değişim

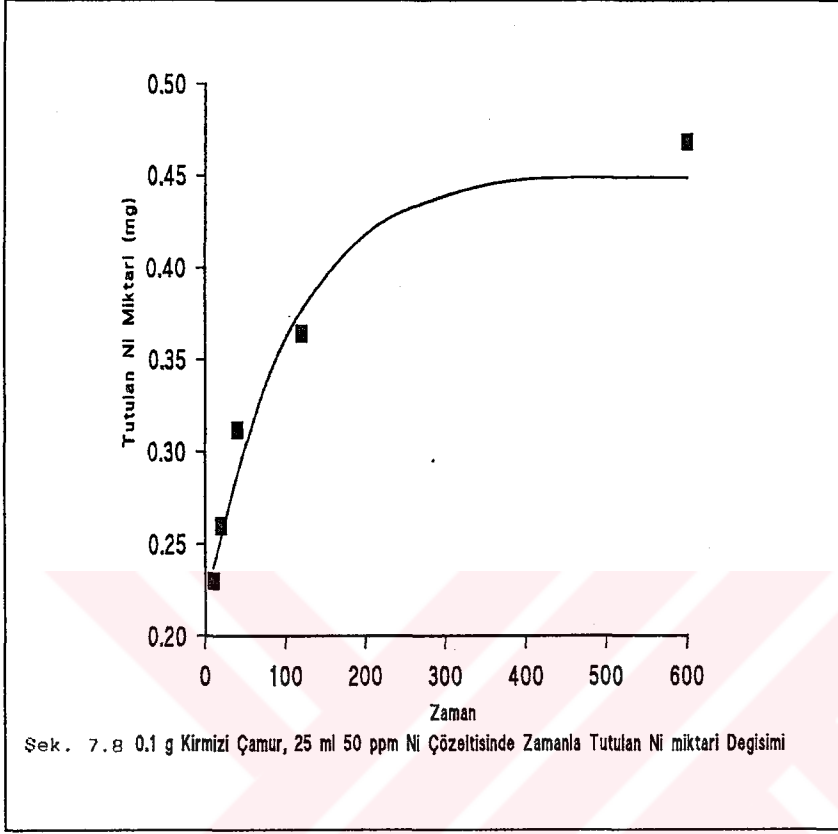
Kırmızı çamur (gr)	Tutulan Ni miktarı (mg)	Tutulan Cd miktarı (mg)	Tutulan Cu miktarı (mg)
0.1	0.469	0.942	1.215
0.5	0.755	1.192	1.244
1	1.045	1.214	1.246
2	1.25	1.25	1.227

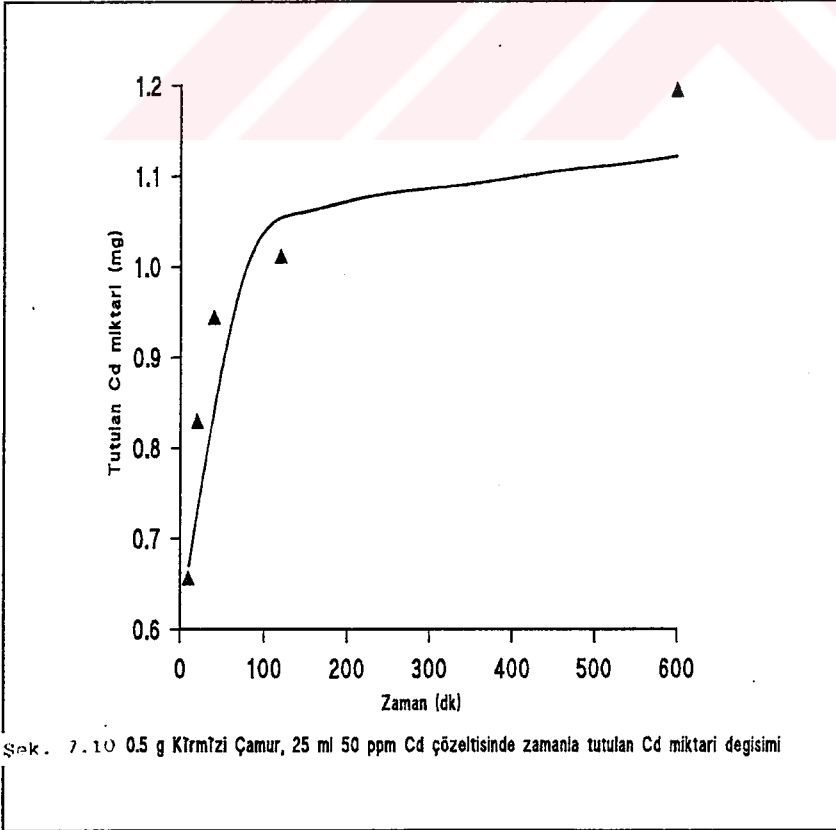
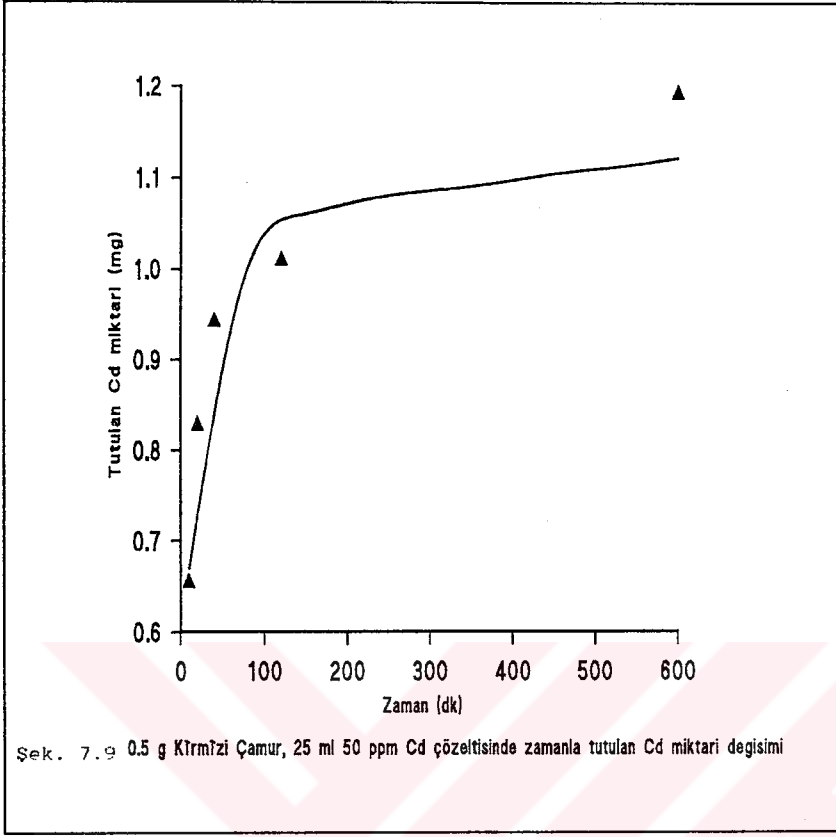


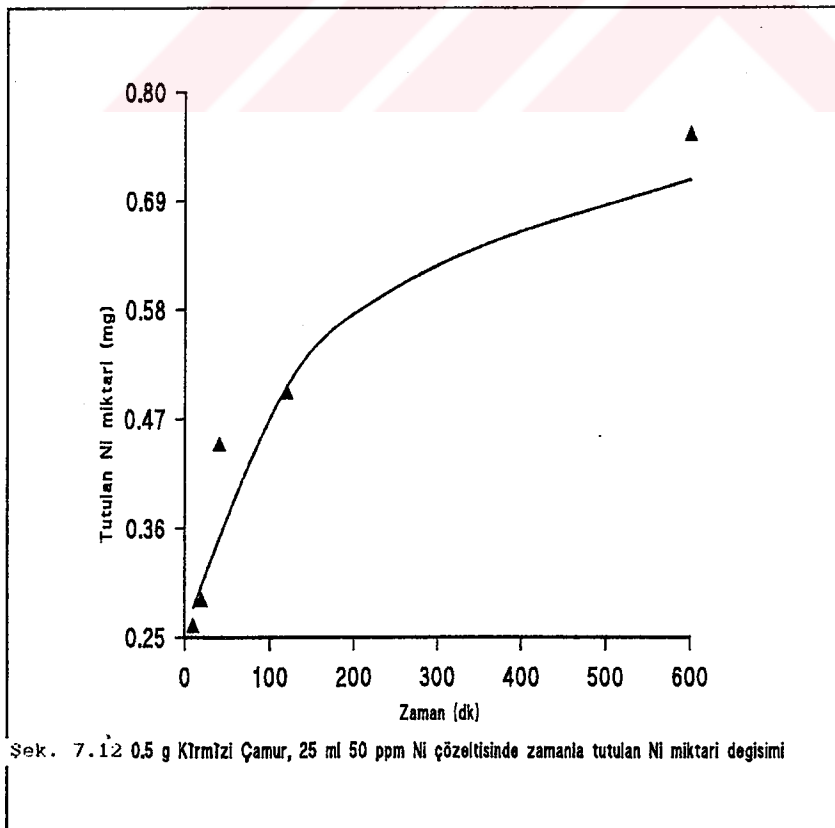
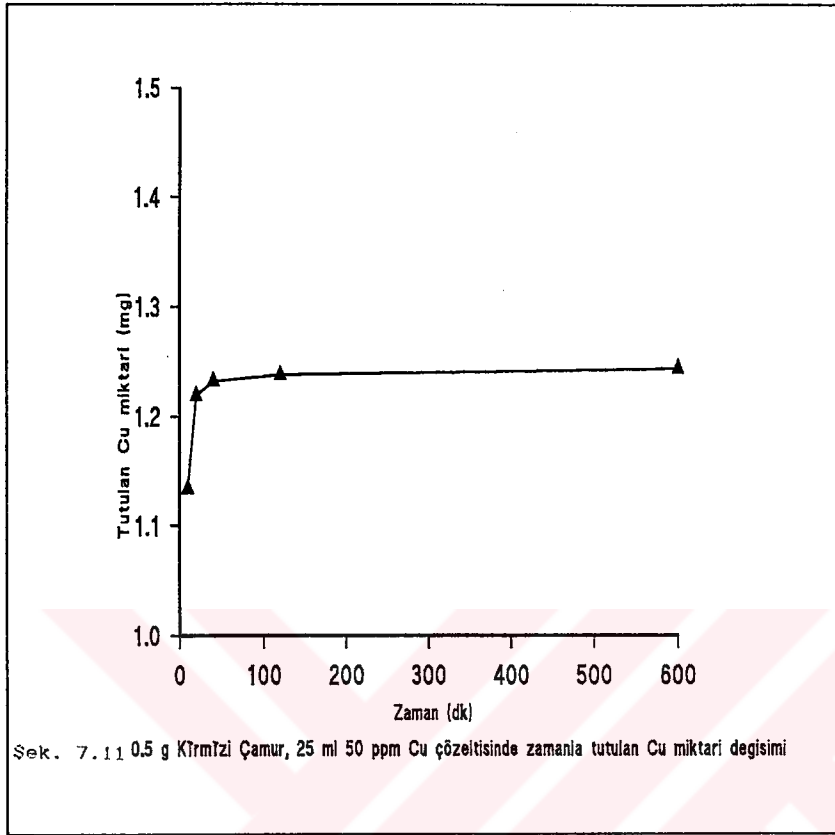


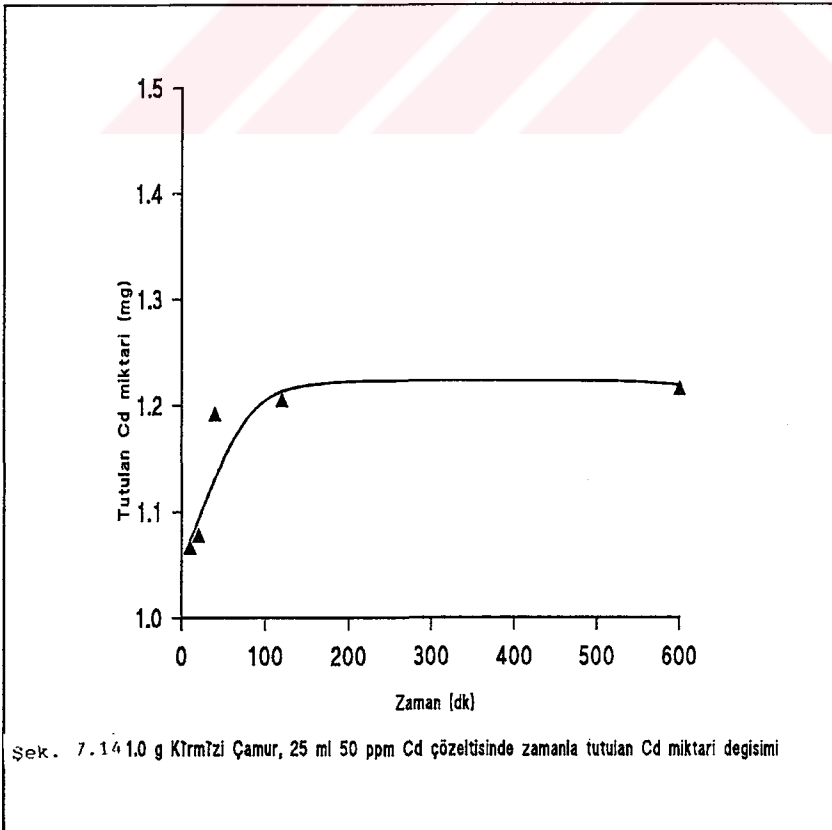
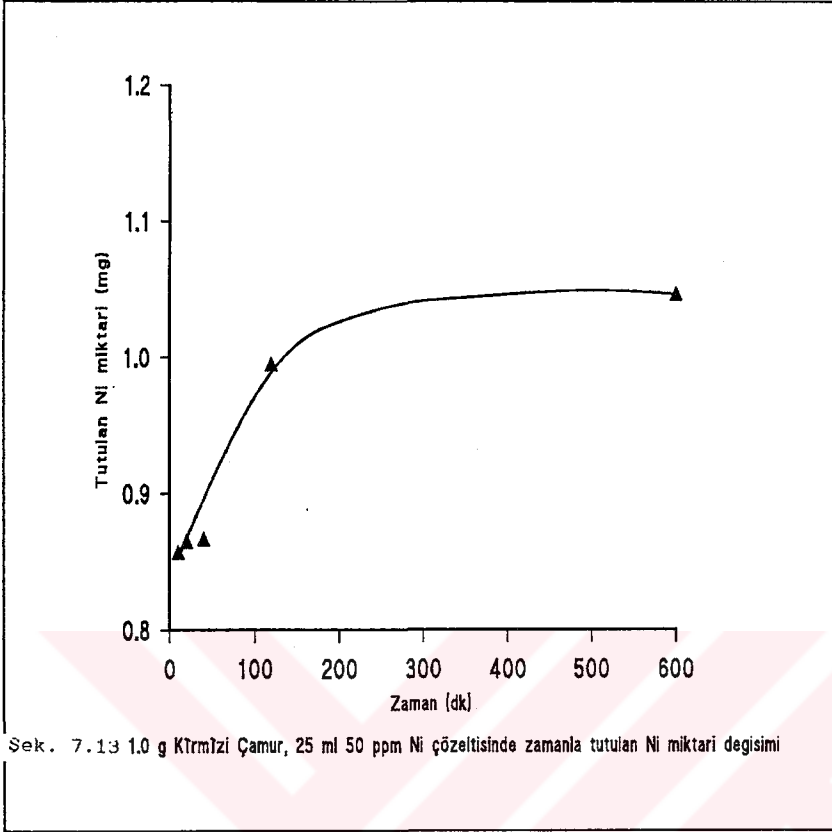


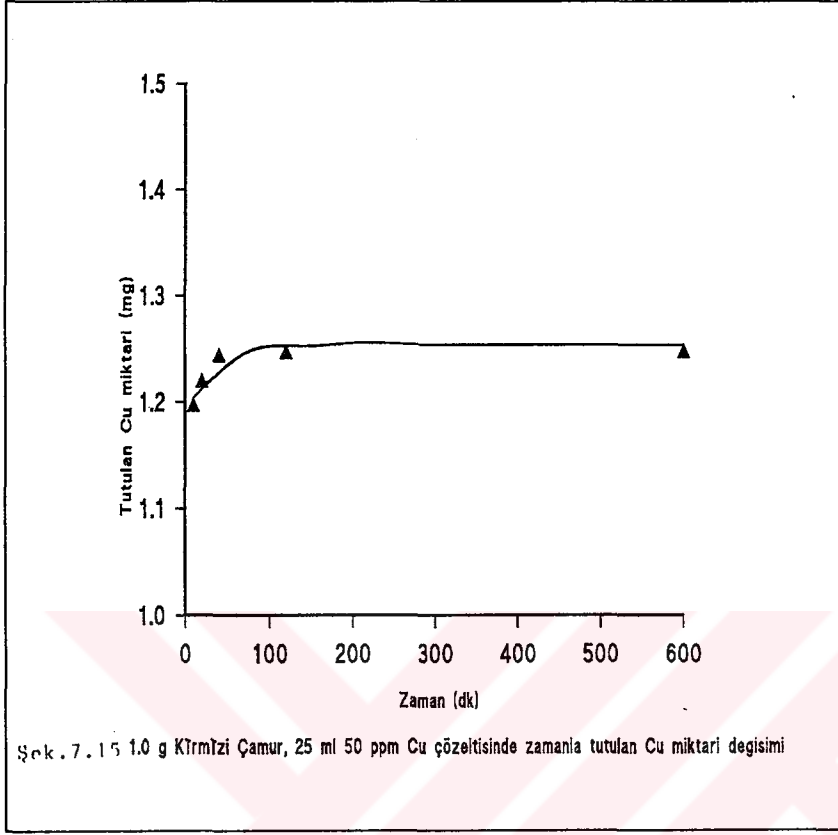


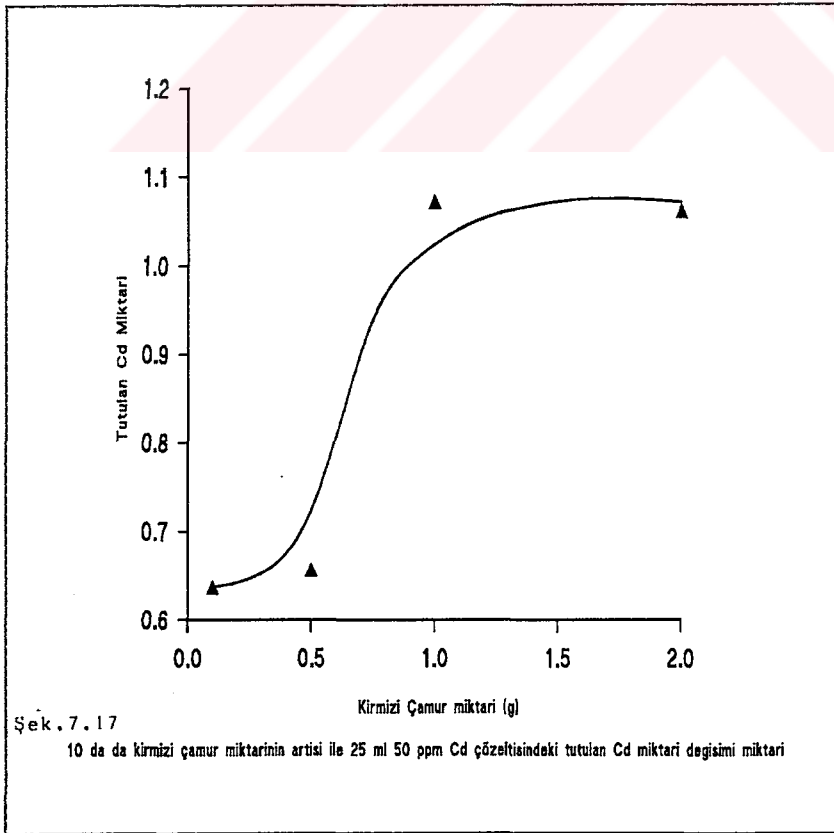
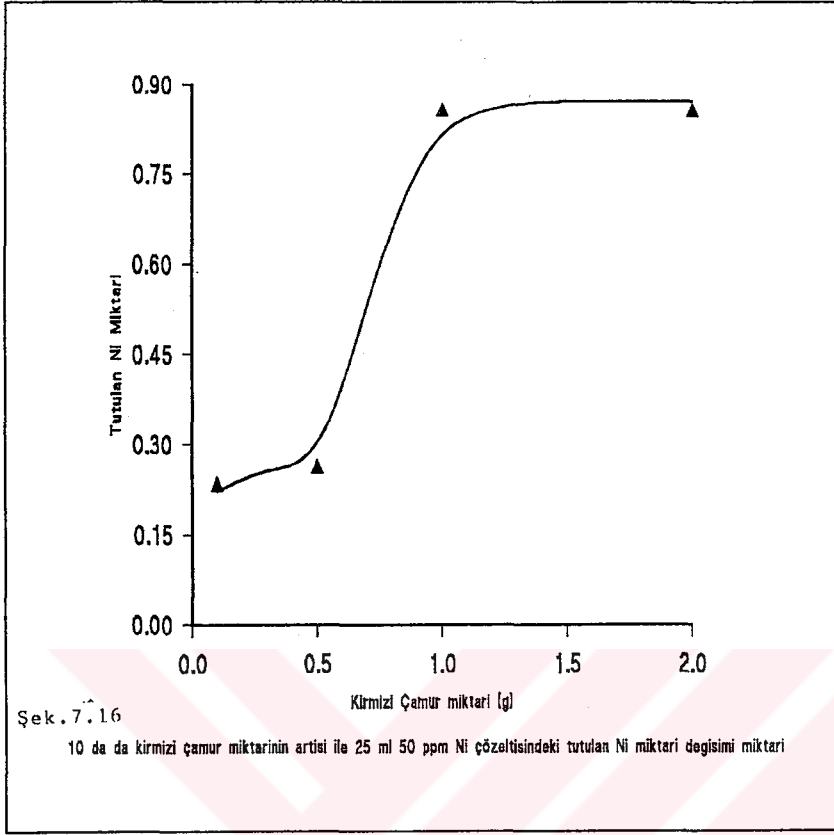


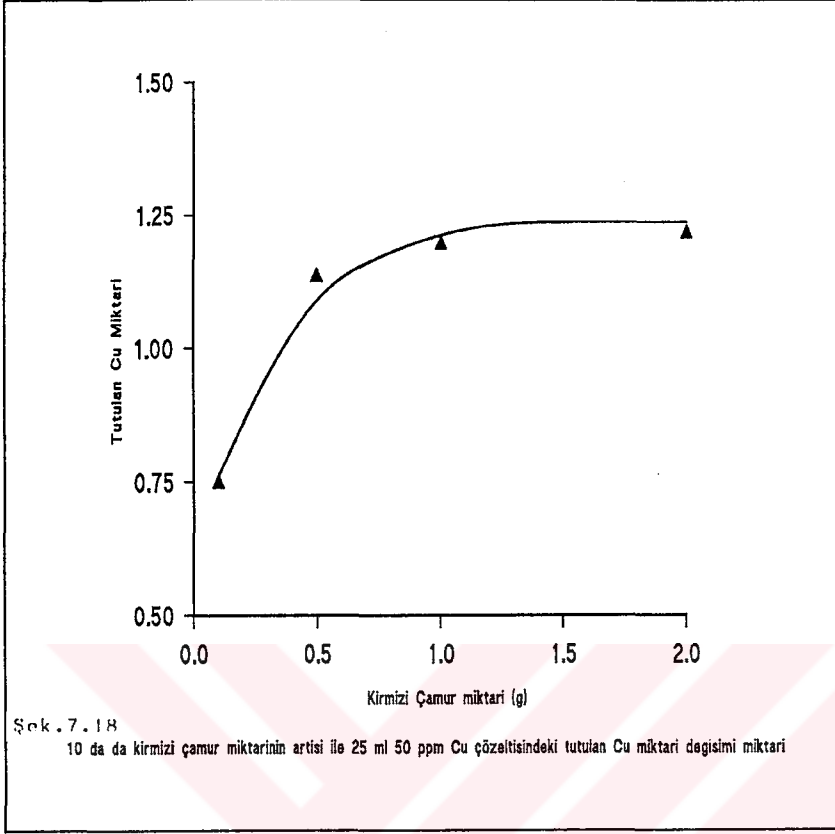


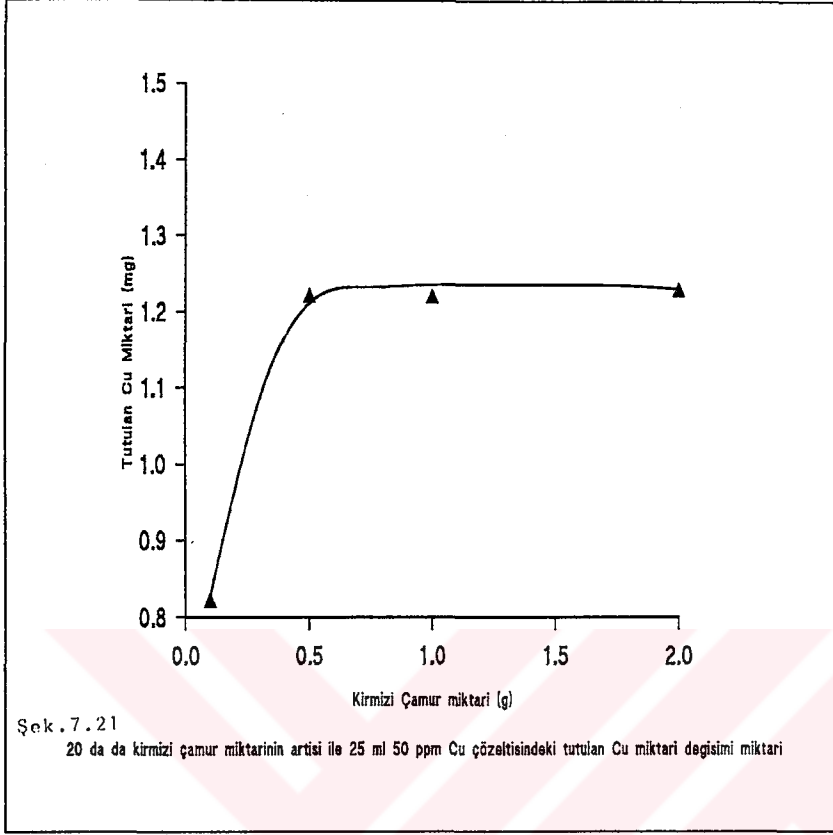


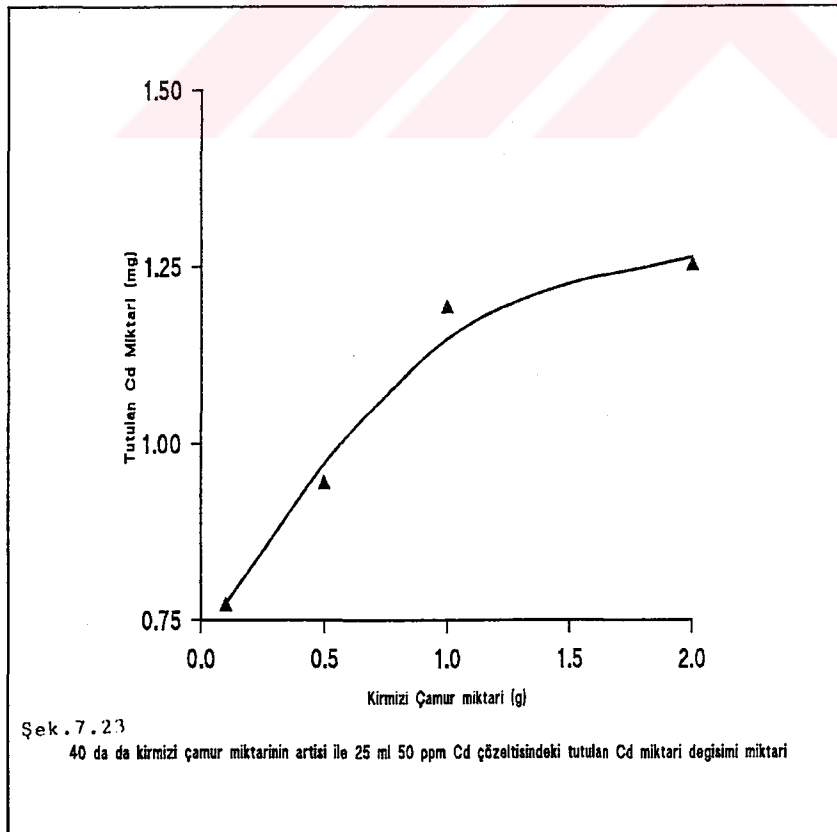
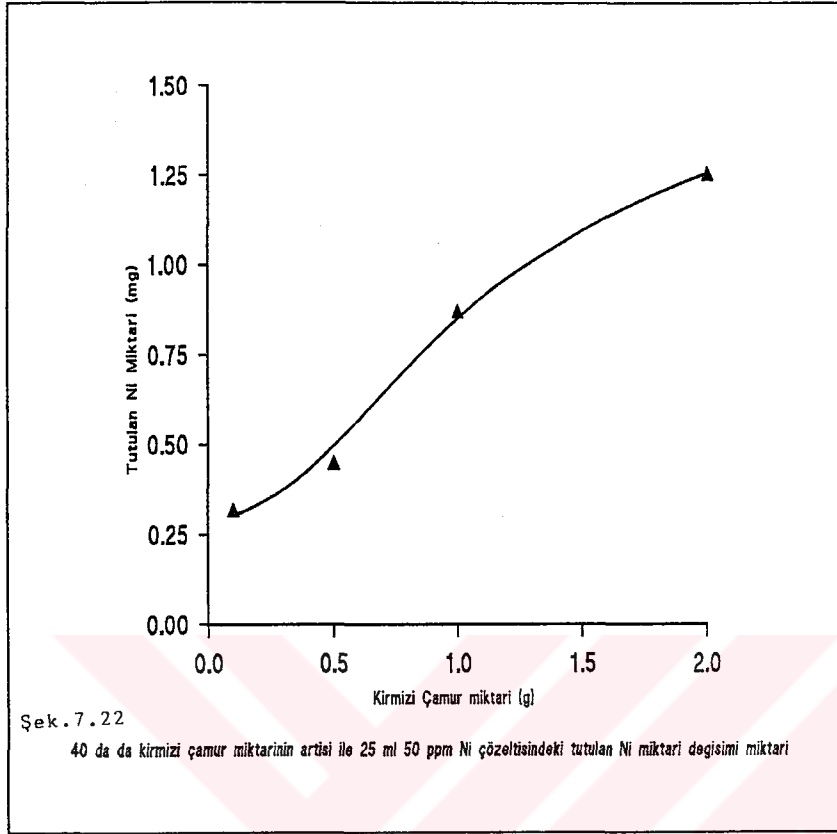


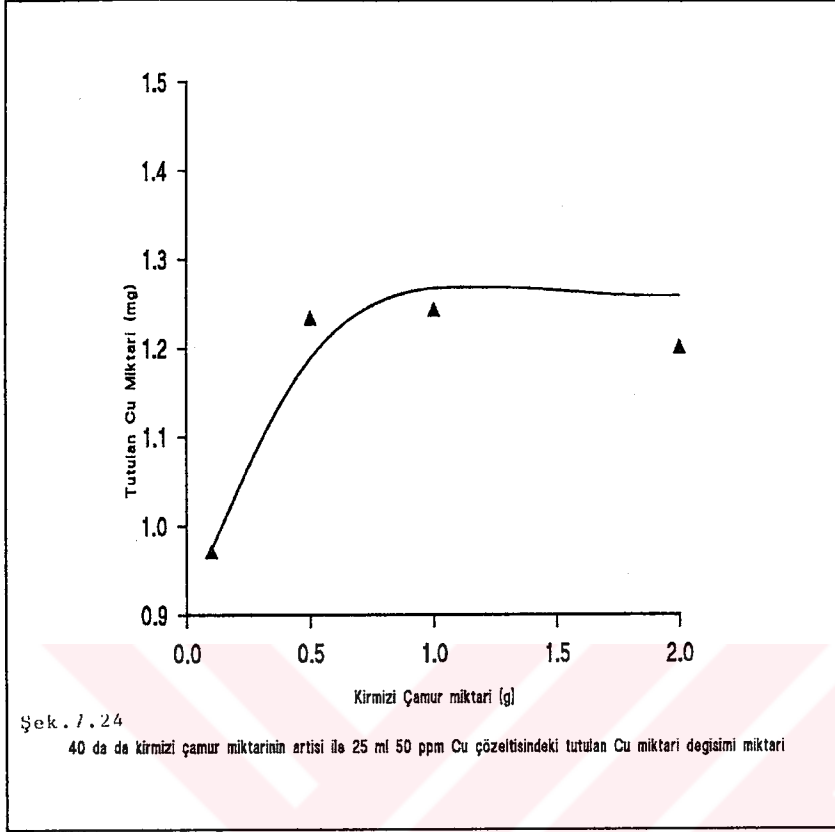


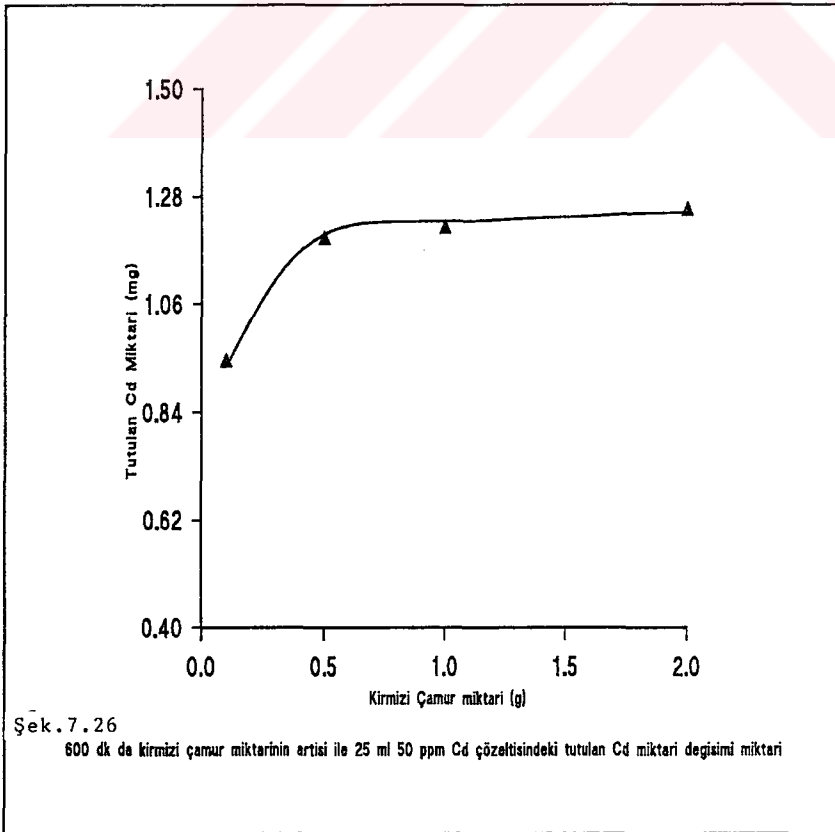
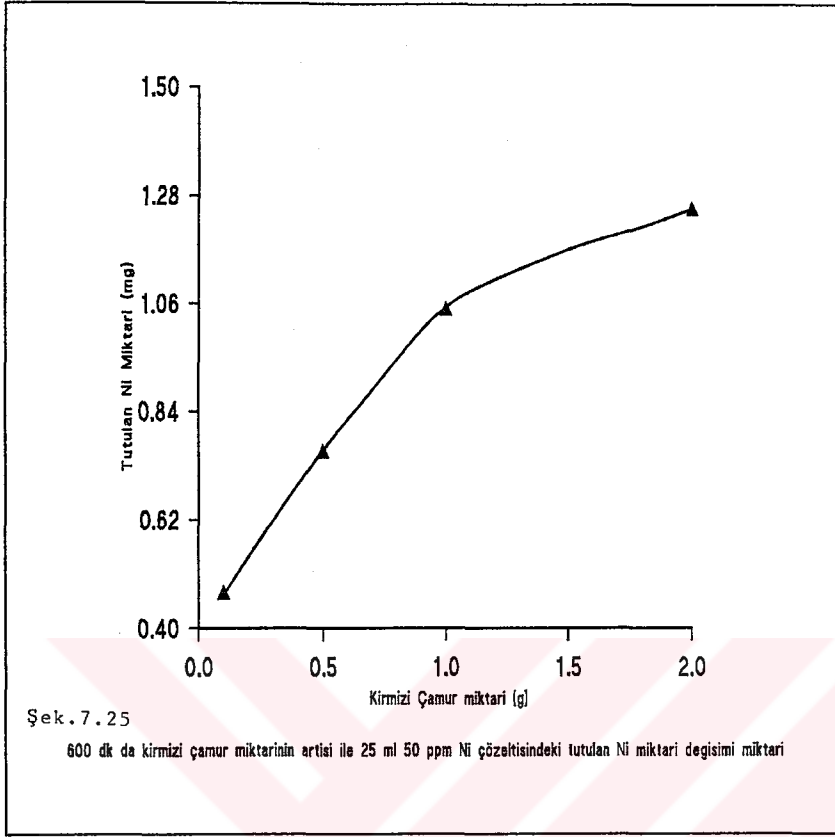


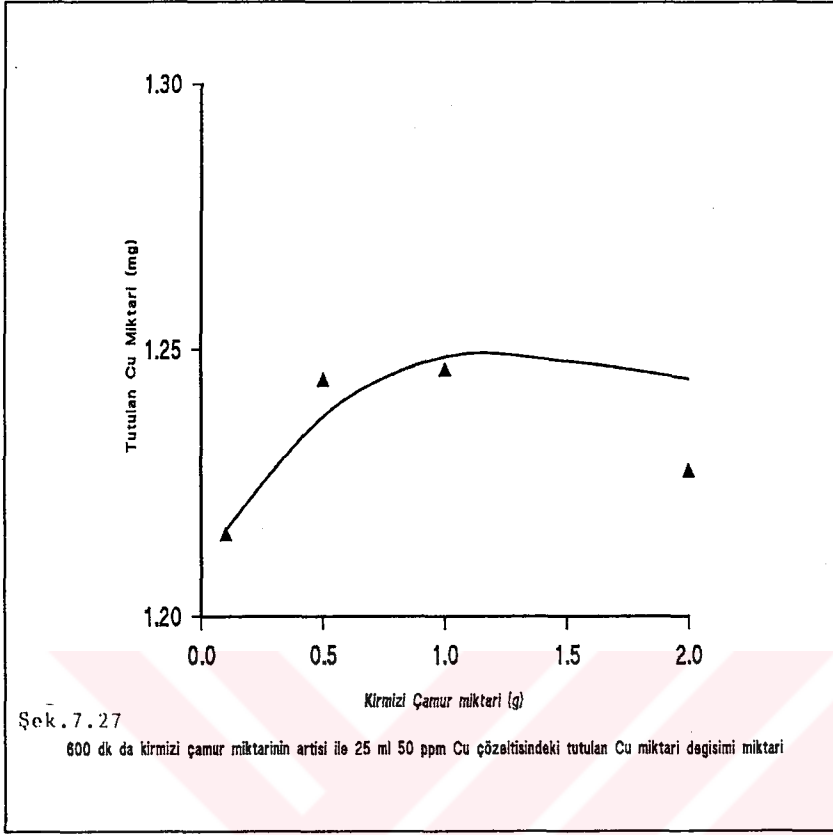




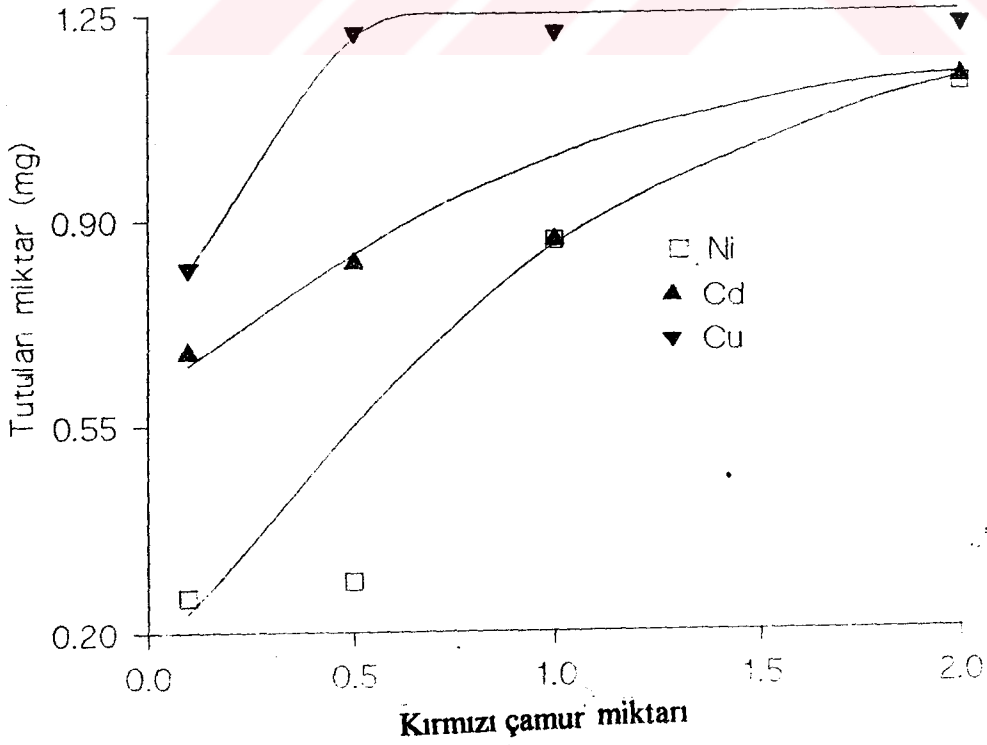
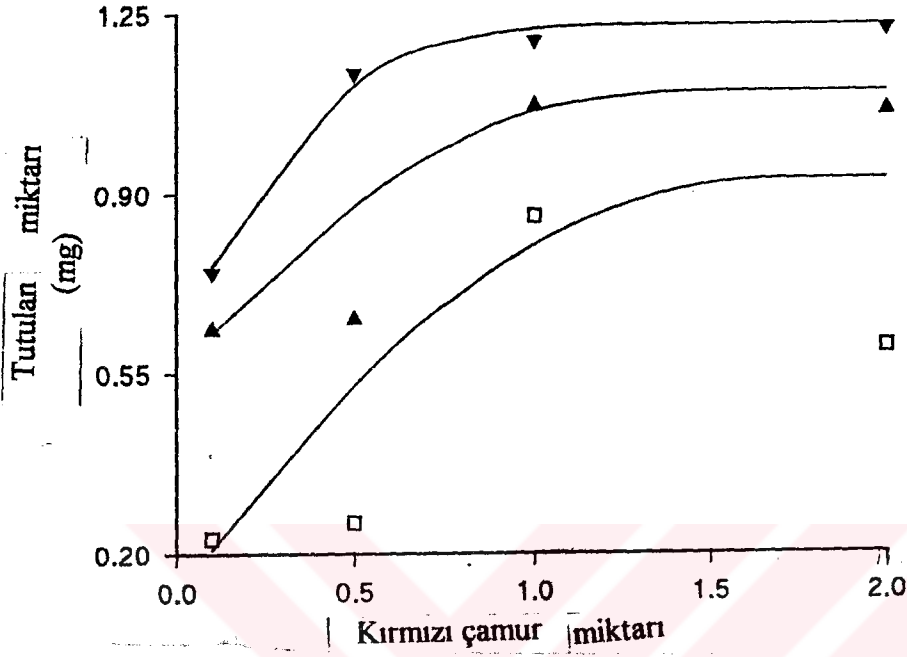


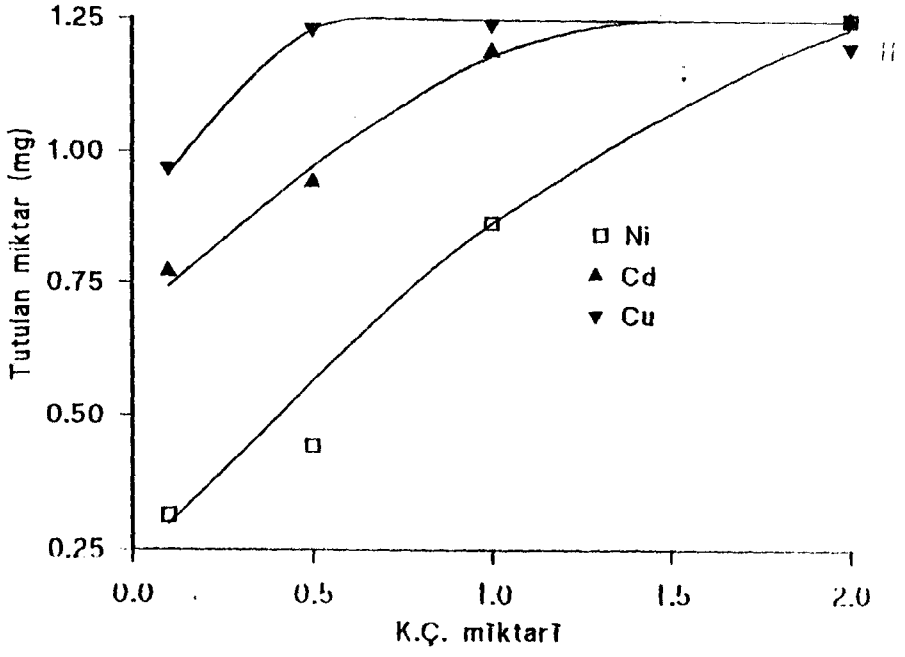




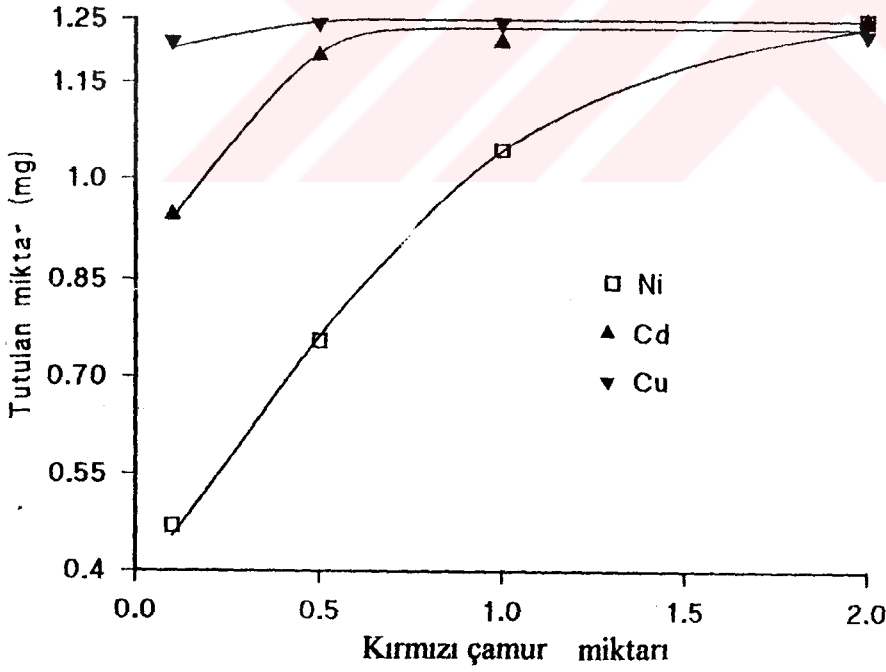


Kırmızı çamur artışına göre tutulan Cu, Ni, Cd miktarları değişimleri:





Şek. 7.30 40 dk.'daki kırmızı çamur artışı ile değişim.



Şek. 7.31 600 dk.'daki kırmızı çamur artışı ile değişim

ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROSKOPİSİ

1995 yılından sonra geliştirilmiş olan atomik absorpsiyon spektroskopisi, yüksek sıcaklıkta gaz halinde bulunan element atomlarının elektromagnetik ışınlar genellikle ultraviyole ve görünür alan ışınlarıdır. Atomik absorpsiyon spektroskopisiyle şimdiye kadar gördüğümüz görünür, ultraviyole infraret olan spektroskopileri arasında temelde bir fark yoktur. Fark başlıca:

- 1-Numune almada,
- 2-Spektrumların görünüşünde,
- 3-Kullanılan cihazlarda

Bir elementin atomik absorpsiyon spektroskopisiyle analizini yapmak için o elementin önce nötral hale, sonra buhar haline gelmesi, daha sonrada bir kaynaktan gelen elektromagnetik ışın demetinin yoluna dağılması gerekir. Bu işlem ya elementi bileşik halinde ihtiva eden bir çözeltinin sis halinde yüksek sıcaklıktaki bir alev içine püskürtülmesi veya elementi bileşik halinde içeren numunenin (çözelti veya katı) karbon numune kabına konarak elektrik arkıyla akkor haline getirilmesi suretiyle gerçekleştirilir.

Alev veya Ark Sıcaklığında Meydana Gelen Olaylar: Alev veya ark sıcaklığında başlıca şunlar olur:

- 1-Yüksek sıcaklıkta numune kurur,
- 2-Kurumuş numune içindeki tuzla gaz molekülleri haline dönüşürler.
- 3-Gaz halindeki tuz molekülleri ayrılarak serbest element atomları verirler.
- 4-Alev içindeki serbest element atomlarından bir kısmı uyarılma sıcaklığına kadar ısınır.
- 5-Gaz halinde ve gaz halinde uyarılmış olan atomlarla alvde bulunan başka atomlar veya radikaller arasında çeşitli reaksiyonlar olur ve yeni gaz halinde moleküller türer.

Daha önce gördüğümüz spektrofotometre cihazları gibi atomik absorpsiyon cihazı da başlıca beş kısımdan oluşur, bunlar sırasıyla şunlardır:

- 1-Işın kaynağı.
- 2-Numune kabı,
- 3-Monokromator
- 4-Dedektör
- 5-İndikatör

Yalnız atomik absorpsiyon cihazlarındaki ışın kaynağıyla numune kabı, çözelti absorpsiyon spektrofotometrelerindeki tamamen farklıdır. Işın kaynağı olarak ya bir çukur katot veya bir boşalma lambası kullanılır.

A çukur kotodundan elde edilen ışınlar B aralığından bir demet halinde analizi yapılacak element buharlarını ihtiva eden C atomizer ve bekine gelir (ikisi bir arada). Burada demet ışınlarının önemli bir kısmı absorbe edilir. Absorpsiyon bek alevindeki tayini yapılacak maddenin konsantrasyonu ile orantılı olarak artar. Bek alevinde absorplanıp emisyonla uğratılan ışın demeti uzayın her yönüne dağıtılır. Bunlardan pek az bir kısmı D yarığından geçtikten sonra tayini yapılacak elementin yaydığı veya A dan çıkan ışınlardan gayri ışınları absorbe eden E filtresinden geçilir. bu ışınlar F mercektakımında bir araya toplanır ve G yarığından H monokromatörüne düşürülür. Işın demeti monokromatorda dalga boylarına göre ayrılır. Dalga boylarına göre ayrılan bu ışınlar K yarığından L detektörüne veya fotoğraf filmine düşürülür ve şiddetleri kaydedilir.

Atomik absorpsiyon cihazıyla litrede onda bir mili gram dolaylarında konsantrasyonlar binde birkaç hata ile tayin edilir. Bunun için bazı şartların yerine getirilmesi gerekir. Şartlar yerine getirilmediği zaman bir takım hatalar yapılır. Bu hataların başlıca kaynakları şunlardır.

- 1-Kullanılan yakıt ve yakının cinsi.
- 2-Kullanılan yakıtın yakıcıya oranı.
- 3-Bek alevinin şekli.
- 4-Ortamda bulunan anyon ve kationların cinsi ve konsantrasyonları
- 5-Işın demetinin alev içinden geçtiği yolun yeri ve uzunluğu
- 6-Numunenin alev içine püskürtülme hızı ve numune damlacıklarının büyüklüğü (alev sıcaklığını etkiler).
- 7-Çözelti viskozitesinin değişik olması,
- 8-Çözelti içinde bulunan organik çözücülerin cinsi ve konsantrasyonu.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Atıklardaki; özellikle sınavi atıklardaki toksik metaller insan, hayvan ve bitki sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu maddelerin uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu çalışma kırmızı çamurun toksit metallerin uzaklaştırılmasında tutucu olarak kullanılabilmesine yöneliktir.

Nikelin Tutulması

Kırmızı çamur nikelin çözünmeyen hidroksit olarak çökmesine, nikel hidroksitin tutulmasına ve oluşan tüm ince malzemenin flokülasyonuna neden olmaktadır. Şekil 7.1 ve Tablo 7.1 de görüldüğü gibi 50 mg / L de çözülmüş 1,25 mg Ni bulunurken 0,1 gr kırmızı çamur bunun 0,829 mg ını tutmakta ve dengeye gelmektedir. 10 mg / L de 0,25 mg Ni bulunurken kırmızı çamur bunun 0,235 mg kadarını tutarak büyük bir adsorblama yeteneği göstermektedir. 10 mg/L çözeltide tutulma 94 %, 30 mg / L de 76 %, 50 mg / L de 66,32 % dir. Buradan da görüldüğü gibi seyreltik çözelti içindeki Ni iyonlarının kırmızı çamur tarafından etkin olarak tutulduğu görülmektedir (Zouboulis ve ark. 1993)

Tablo 7.6 da görüldüğü gibi 50 mg / L Ni çözeltisi ile kırmızı çamurun muamelesinde kırmızı çamur miktarının artması ile tutulan Ni miktarı artmaktadır. Yine şekil 7.18 de 1 gr da 2 gr kırmızı çamur tutabildiği kadar nikeli tutmakta ve dengeye gelmektedir. 7.6, 7.7, 7.10 tabloları karşılaştırılacak olursa süre arttıkça tutulan madde miktarı artmaktadır. Şekil 20, 23, 26. da görüldüğü gibi ilk 20 dk dan sonra 1 gr kırmızı çamur Ni iyonunun büyük bir kısmını , 2 gr kırmızı çamur Ni iyonunun tamamını tutmaktadır.

Tablo 7.2 ve 7.9 da görüldüğü gibi 0,1 gr kırmızı çamurda 10 dk da %18, 600 dk da % 37 tutulma vardır. Tablo 7.5 de ilk 10 dk da % 68,4 ve 20 dk dan sonra 100 % tutulma sağlanarak dengeye gelmektedir.

Tablo 7.6. da ilk 10 dk 0,1 gr kırmızı çamur Ni' in %18,4 ünü, Tablo 7.10 da 0,1 gr kırmızı çamur 600 dk da % 37,52 sini tutmaktadır. Yine Tablo : 7.6. ve 7.10. da görüldüğü gibi ; ilk 10 dk da 2 gr kırmızı çamur Ni' in% 68,4 ünü, Tablo 7.10 da 2 gr kırmızı çamur %100 ünü tutmaktadır. Yukarıdaki tablolardan ve

İlgili şekillerden görüldüğü gibi kırmızı çamur miktarı ve zaman arttıkça Ni iyonlarının tutulmaları % 100' e varmaktadır.

Kadmiyumun Tutulması

Tablo 7.1. de görüldüğü gibi 0,1 gr kırmızı çamur, 10 mg / L de bulunan 0,25 mg dan 0,17 mg ını tutabilmektedir. 50 mg / L de 1,25 mg Ni den 0,969 mg ını tutmaktadır. Tablo 7.1. de ilk 10 dk da 1,25 mg dan 0,634 mg , Tablo 7.4. de ilk 10 dk da 1,069 mg Tablo 7.5. de 1,069 mg Cd 'u tutmaktadır. Zaman sabit kalsa bile kırmızı çamur miktarı arttıkça tutulan Cd miktarı artmaktadır. Tablo 7.1. de ve diğerlerindende görüldüğü gibi kırmızı çamur miktarı arttıkça tutulan Cd miktarıda artmaktadır.

Bakırın Tutulması

Ni ve Cd gibi Cu'da kırmızı çamur tarafından absorblanması seyreltik çözeltilerde olmaktadır. Kırmızı çamur miktarının artmasıyla tutulan Cu miktarının arttığı (Tablo 7.6. , 7.7. ,7.8.,7.9.,7.10.da) incelenmiştir. Zamanın artmasıyla tutulan Cd miktarının arttığı (Tablo 7.2. ,7.3.,7.4.,7.5. ve buna ilişkin şekillerde) görülmektedir.

Tablo 7.3. de 0,5 gr kırmızı çamurun 50 mg / L Cu, Ni, Cd çözeltileri değişik zamanlarda tutulan madde miktarı aşağıdaki gibidir.

İlk 10 dk da % 20,80 Ni , %52,38 Cd , % 90,72 Cu

İlk 40 dk da % 35,44 Ni , % 75,36 Cd , % 98,56 Cu

İlk 600 dk da % 60,40 Ni , % 95,36 Cd , % 99,52 Cu

Tablo : 7.6. da 10 dk da kırmızı çamur artışı ile 50 mg / L çözeltideki tutulan madde miktarı değişimi aşağıdaki gibidir.

0,1 gr da %18,4 Ni , % 50,72 Cd , % 59,76 Cu

1.0 gr da % 68,4 Ni , % 85,52 Cd , % 95,60 Cu

2.0 gr da % 68,4 Ni , % 85,52 Cd , % 97,36 Cu

Burada göze çarpan en önemli tutulma Cu da olmaktadır. Aynı şartlarda Cu, Ni, Cd arasındaki sıralama Cu > Cd > Ni şeklindedir.

Kırmızı çamur kolloidal yapısı sebebiyle bol miktarda su ihtiva eder. Bu haliyle barajlarda depolanan atık , rüzgarın ve çeşitli tabiat olaylarının etkisiyle çevreye taşındığından içermiş olduğu alkali sebebiyle çevre sağlığı konusunda haklı olarak

endiŖe uyandırmaktadır. Ayrıca günümüzde depolama masraflarının yüksek olması ve kırmızı çamurun içme sularını kirletmesi konunun önemini artırmaktadır.

Kırmızı amurun adsorbent ve flokülant özelliğinden yararlanarak diğr endüstriyel atıklardaki Ni, Cu, Cd gibi zehirli metalleri tutabiliriz. Böylece hem çevresel problemleri meydana getiren bir atığa kullanım alanı bulmuŖ oluruz, hem de diğr sanayi atıklarını zararsız hale getirmiŖ oluruz.



SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada zehirli metallerin tutulması için ümit verici yöntemler ortaya konmuştur. Kırmızı çamur Ni, Cd ve Cu' ın çözünmeyen hidroksit olarak çökmesine, tutulmasına ve oluşan tüm ince malzemenin flokülasyonuna neden olmaktadır. Seyreltik çözelti içinde Ni, Cu, Cd'un etkin olarak tutulduğu görüldü. Seyreltik çözeltilerde kırmızı çamur miktarının ve zamanın artmasıyla buna bağlı olarak tutulan Cu, Ni, Cd miktarının da arttığı , en iyi tutulmanın Cu, Cd, Ni sırasınca olduğu görüldü. Deneylerden de anlaşılacağı üzere 50 mg / L ve aşağı derişimlerdeki Cu, Ni, Cd iyonları kırmızı çamur tarafından tutularak daha düşük derişimlere düşürülerek zehirli metallerin etkisinin giderileceği görüldü.

KAYNAKLAR

1. SIMAND,G.,SOLYMAR, TOTH, P., 1979, Chemical BackGround end. Technology of processing Bauxite to Alumina, Group Tarining in production of Alumina, Volume:2,UNIDO Budepeşte, P:10-21
2. GÜNDÜZ, T., GİRGIN, I., 1980, Seydişehir Tesisleri atıklarından Kırmızı Çamurun Soda-Kireç-Karbonlu Sinterlenmesi, VII. Bilim Kong., Kuşadası, AYDIN
3. GÖZMEN, T., YÜZER, H., KALAFATOĞLU, E., BALKAŞ, T., 1983, Kırmızı Çamurun Değerlenmesi, TÜBİTAK, Marmara bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, P:1, Gebze, KOCAELİ, Proje No:0718018203
4. KARA, M., EKERİM, A., EMRULLAHOĞLU,Ö.F., 1995, Katkılı Kırmızı Çamurun Yapı malzemesi olarak kullanım imkanlarının araştırılması, 8. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kong, P:1435-1436, İstanbul, TÜRKİYE
5. ZAMBO, J., ORBAN, F., SIGMOND, G., CSAK, J., 1980, Study on the Diposal and unilization of Bauzite Residues final Report, Budepeşte.
6. SOLMAR., K., HORVATH, G.Y., ZOLD, J., TOTH, I., 1979, Techonological investigation of Bauxites and red muds, Group Training in Production of Alumina, Vo:6 P:74-95, UNIDO, Budepeşte
7. THAKUR, R.S., SANT, B.R., 1983, Utilization of Red Mud, Part II, Recovery of Alkali iron Aliminium, titenium end other constituents end the pollution problems J.Scient Ind. Res. Vol:42, P:456-469
8. THAKUR, R.S., SANT, B.R., 1974, Ulutization of Red Mud, J. Scient Ind. Res., Vol:33 P:408-416
9. KIRK-OTHMER., 1978, Enclopedia of chemical Technology, John wilay, Vol:2, P:140-143
10. ÇENGELÖĞLU, Y., 1991, Kırmızı Çamurun değerlendirilmesi, Selçuk. Üniv., Doktora tezi.
11. ZAMBO, J., ORBAN, F., SIGMOND, G., CSCAK, I., 1980, Study onthe Dispasol end Utilization of Bauzite Resudies, final report, V:3, P:1-12, UNIDO Budepeşte
12. EMRULLAHOĞLU, Ö.F., ATEŞOK, G., KARA, M., Seydişehir Kırmızı Çamurun değerlendirilmesi olanakları, TÜBİTAK, M.A.M. Gebzei KOCAELİ
13. FURSMAN, O.C.et.al, 1970, Utilization of Red Mud Residies from Alumina production Report of investigations. 7454, Washington
14. COLOMBO, U., end SIRONI, G., 1967, process for the production of iron sponge and the Recovery of titanium and Aluminium from Red Slurries of Bauxite, U.S. Patendt office 3, 295, 961, Patent yön 3
15. THAKUR, R.S., etal., 1977 Studies on the Metalization on Bauxite Residue (Red Mud) Reprinted from Metals and Minerals Review, Vol:XVI, No:10, P:16-17
16. GÖZMEN, T., ve diğerleri, 1983, Kırmızı Çamurun değerlendirilmesi, Proje No:0718018203, Yayın No:114/4-7
17. SARGIÇ, V., LOGOMERAL, V., 1974, Leaching and exravtion in the Complex processing of Red Mud Trav. Com. Int. Etude Bauxites Oxydes Hydroxydes Alum, Vol:11, P:71-78

18. FURSMAN, O.C., et. 1970, Utilization of Red Mud Residues from Alumina production, Report of investigation 7454, Bureau of Mines, Washington, P:27-29
19. CAZAFURA, K., FEGES, D., 1964, Principles for the production of titanium, Aluminum and Vanadium from Red Mud Acid leaches, Ru dersko Metalurski Zbornik No:3, P:225-241
20. PRAKASH, S., NORVATH, Z., 1981, Study on Caustificability of the Red Muds obtained from the Ligestion of titanium Rich Bauxide Cherges, Publ, Technic Üniv, Heavy Industry, Series B, Metallurgy Vol:34, P:91-107
21. TEMUR, C., ÇELİK, Ö., BÜYÜKÇINAR, O., 1983, Alümina üretiminden gelen Kırmızı Çamuruun değerlendirilmesi, Proje No:I/4.00.000, Rapor No:87, MTA, Ankara
22. ÇENGELOĞLU, Y., MİRZAOĞLU, R., 1987, SO₂'nin Kırmızı çamurla Tutulması, S.Ü.Fen-Edebiyat Fak. Fen Bilimleri Dergisi, Sayı:6, P:103-110
23. ACAR, M., 1995, Alümina üretim yöntemleri., S.Ü.Fen Bilimleri Semineri, V:1, P:29-44, KONYA
24. KARA, M., ve Ark., 1996., Çevreye atıklı zararların (Kırmızı çamurun) malzeme olarak kullanılması, Metal dünyası, V:35, P:33-39
25. ÖZDEMİR, S., ve Ark, 1974, Alümina Fabrikası teknolojik tanımı, Etibank Alüminyum Grup Başk. Yayını, P:21, Seydişehir
26. ZOUBOLIS, A.F., KYDROS, K.A., 1993, use of red mud for toxic Metals Removal:The case of Nikel, J.Chem, Tech. Biotechnol, V:58, P:95-101, Sci printed in Great Britain
27. ARAK, V., UNSEREN, E., Treatment of wastewater and effluents with solid industrial wastes for the adsorptive removal of heavy metal contaminants. In flocculation in Biotechnology and Separation System, ed. Y.A. Attia Elsevier, Amsterdam, P:765-771
28. SANGA, S., 1979, Removal of Heavy Metals from Wastewater Jpn, Kokai Tokkyo Koho, patent N:7501560, P:3 (In Japanese) (Chem. Abstr, 83(02)015292)
29. COUILLARD, D., 1982, Use of red mud, a residue of alumina production by Bayer process, in water treatment, sci total environ, V:25, P:181-191
30. SITTING, M., (ed), 1975, environmental Sources and Emissions Handbook, Noyce Data. Corp., Jersey, USA, P:97-104
31. PETTORSAN, J. W., 1985, Industrial wastewater treatment technology, Butterworth, Boston, P:217-231
32. PEKİN, B., 1986, Fizikokimya Cilt II, Ege Univ. Fen-Ed. Fak. Çağlayan Kitapevi V:2, P:65-70
33. ALKIŞ, S., 1982, Gözenekli katıların Adsorplama Özellikleri, Ankara Üniv, Fen-Ed. Fak.
34. FENERCİ, S., Kasım 1973, Yalvaç, Akşehir ve Payas Diyasporitli Boksit cevherlerinin değerlendirilmesi için yapılan Laboratuvar çalışmaları, MTA. Enst. Teknoloji Şub. Ankara, P:4
35. ALTIOK, V., 1983, Boksit, Kırmızı Çamur ve Alüminyumun fiziko kimyasal özellikleri ve analizleri, Seydişehir Alüminyum Fabrikası Müdürlüğü. (Çeviri)
36. ALTIOK, V., 1983, Kırmızı Çamurların depolanması ve değerlendirilmesinin etüdü Nihai rapor, Seydişehir Alüminyum Fabrikası Müdürlüğü. (Çeviri)

37. NEMLİ, H.F. SÜL. Ö. L., 1984, Seydişehir Alüminyum fabrikası tesisleri projesi, cilt:3, Seydişehir Alüminyum Fabrikası Müdürlüğü.
38. YALGIN, H., 1974, Dünya Alüminyum Endüstrisi ön araştırma raporu, Seydişehir Alüminyum Fabrikası Müdürlüğü.
39. TEMÜR, C., ÇELİK, Ö., BÜYÜKÇINAR, O., 1983, Alümina üretiminden gelen Kırmızı Çamurun değerlendirilmesi, MTA Enstitüsü, Teknoloji daire başkanlığı, Teknoloji daire başkanlığı, Proje No:I/04.000.000 Ankara
40. ERGİN, Z., 1976, Seydişehir (Konya) Kırmızı Çamurunun Değerlendirilmesi, İTÜ Maden Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi.



ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Konya -Ahırlı ilçesinde doğan Mustafa Acar ilk, orta ve lise tahsilini aynı ilçede tamamladı. 1989 yılında İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği bölümünü kazandı. 1993 yılında bölüm birincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl S.Ü. Seydişehir Meslek Yüksek Okuluna öğretim görevlisi olarak göreve başladı. 1994 yılında S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek lisansa başladı.

Halen S.Ü. Seydişehir Meslek Yüksek Okulunda Öğretim görevlisi olarak çalışmakta olup, evlidir.

