

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Metal Kaplama Endüstrisi Atıksuları

Necip Öztürk

Yüksek Lisans Tezi

50
70

7200

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

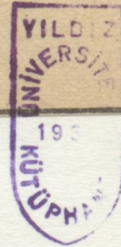
METAL KAPLAMA ENDÜSTRİSİ ATIKSULARINDA
SİYANÜRÜN ÇEVREYE ETKİSİ, REDÜKSİYONU
VE ARITIM RANDIMANI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞ. MÜH. NECİP ÖZTÜRK

İSTANBUL - 1985

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 150
Alındığı Yer : Fen Bil. Ens. 70
Tarih : 8.12.1986
Fatura :
Fiatı : 1200 TL
Ayniyat No : 1/32
Kayıt No : 44621
UDC :
Ek :





YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Comp

METAL KAPLAMA ENDÜSTRİSİ ATIKSULARINDA
SİYANÜRÜN ÇEVREYE ETKİSİ, REDÜKSİYONU
VE ARITIM RANDIMANI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞ. MÜH. NECİP ÖZTÜRK

İSTANBUL - 1985

İ Ç İ N D E K İ L E R

1.2. Arıtım randımanı tayini	61
1.2.1. Genel bilgi	61
1.2.2. Arıtım randımanı	61
1.2.3. Analizler için su numunesi alma	63
1.2.4. Deney yapılması	73
1.2.5. Deney sonuçlarının değerlendirilmesi	68
1.2.6. Kıymasal maddeler	69
ÖZET	
SUMMARY	
1- GİRİŞ	
2- METAL KAPLAMA ENDÜSTRİSİ	
2.1. Metal Kaplama Endüstrisinin tanımı	1
2.1.1. Atık su kaynakları	1
2.1.2. Miktarlar ve bileşim	5
2.2. Siyanürlü atıksular ve çevreye etkisi	6
2.2.1. Siyanürün tanımı	6
2.2.2. Siyanürlü atıksuların çevreye etkisi	8
2.2.3. Evsel atıksu arıtma tesislerine etkisi	12
2.3. Siyanürlü atıksuların arıtımı için yapılmış çalışmalar	15
2.3.1. Alakli klorinasyon	15
2.3.2. Anyon değişimi	19
2.3.3. Granüler aktif karbon adsorbsiyonu	21
2.3.4. Biyolojik arıtma	24
2.3.5. Elektrolitik parçalama	27
2.3.6. Ozonlama	28
2.3.7. Buharlaştırma	30
2.3.8. Ters süzme	33
2.3.9. Peroksitle oksidasyon	35
2.3.10. Diğer methodlar	35
2.4. Arıtım sistemlerinin değerlendirmesi	36
2.5. Alkali klorinasyon yöntemine göre arıtım tesislerinin projelendirilmesi	38
3- ARÇELİK ESKİŞEHİR TESİSLERİ VE METAL KAPLAMA ATIKSULARI İÇİN YAPILMIŞ TASFİYE TESİSLERİ	
3.1. Arçelik Eskişehir Tesisleri	46
3.1.1. Uygulanan kaplama prosesleri, banyolar	47
3.1.2. Atıksu kaynakları ve özellikleri	52
3.1.3. Arıtım için seçilen sistem	56
3.1.4. Arıtım tesisleri ve üniteler	56

3.2.	Arıtım randımanı tayini	61
3.2.1.	Genel bilgi	61
3.2.2.	Arıtım randımanı	61
3.2.3.	Analizler için su numunesi alma	63
3.2.4.	Deney yapılması	63
3.2.5.	Deney sonuçlarının değerlendirilmesi	68
3.2.6.	Kullanılan kimyasal maddeler	69
3.3.	Arıtım tesislerinin maliyet hesaplama teknikleri	74
3.3.1.	Arıtım tesisleri yapılabilirlik raporlarının hazırlanması	79
3.3.2.	Arıtım sistemlerinin seçiminde gözönünde bulundurulacak hususlar	81
4-	ÇALIŞMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE SONUÇLAR	83

REFERANSLAR

ÖZGEÇMİŞ

Arçelik tesislerinde fazla debi nedeni ile arıtım modeli olarak sürekli akış yöntemi seçilmiş, sistem bir pH metre ile donatılarak NaOH ve klor gazının kullanımında bir yandan ekonomi sağlanırken elektronik kumanda nedeni ile de otomasyon sağlanmıştır.

Ö Z E T

Bu çalışmada son yıllarda Ülkemizde de büyük gelişme gösteren Metal Kaplama Endüstrisi atık sularındaki siyanürün çevreye etkisi; siyanürlü atıksu arıtma yöntemleri üzerindeki yapılmış çalışmaları, konumuzla ilgili olduğu için Eskişehir Arçelik tesisleri Endüstriyel atıksu arıtım sistemi ve bu tesiste siyanür arıtımı için yapılmış çalışmalar incelenmiştir.

Siyanürlü atıksular bırakıldıkları akarsu, dere, göl gibi alıcı ortamda büyük toksik özelliği nedeniyle buralarda yaşayan canlı hayatına ve bunları kullanan insanlara büyük zarar vermekte ölümlere neden olmaktadır.

Bu tez kapsamı içinde Metal Kaplama Endüstrisi atıksuları, atıksu kaynakları, miktarları bileşimi, yapısı hakkında bilgiler verilmiştir.

Laboratuvar ve tesis düzeyinde birçok siyanür arıtım yöntemi incelenmiş, bunların arıtım randımanı olarak yüzde yüze varan başarı sağladıkları görülmüştür.

Çalışmanın Arçelik Eskişehir tesislerine ait bölümünde, tesis hakkında genel bilgiler verdikten sonra tesisteki atıksu kaynakları, özellikleri tablolarla verilmeye çalışılmış, Endüstriyel atıksu arıtım tesisleri, kullanılan yöntem ve proje hakkında bilgiler verilmiştir.

Arıtım tesisinde alkali klorinasyon yöntemi kullanılarak, siyanürün oksidasyon yoluyla indirgenmesi büyük, küçük debilere uygulanan sistemdir. Büyük debilere uygulanan sürekli akış prensibinde asıl arıtımın yapıldığı reaksiyon tankının (reaktörün) çok iyi projelendirilmesi gerektiği söylenebilir. Reaksiyon zamanı, (ORP) oksidasyon-redüksiyon potansiyeli, pH değeri, karıştırıcı tipi ve süresi arıtım randımanı için etkili faktörlerdir. Ayrıca siyanürlü atıksu içindeki ağır metaller fazla kimyasal madde kullanımı gerektireceğinden randımanı etkiler.

Arçelik tesislerinde fazla debi nedeni ile arıtım modeli olarak sürekli akış yöntemi seçilmiş, sistem bir pH metre ile donatılarak NaOH ve klor gazının kullanımında bir yandan ekonomi sağlanırken elektronik kumanda nedeni ile de otomasyon sağlanmıştır.

This thesis has been prepared to study the influence of the waste water of the Metal Finishing Coating Industry highly developed in the last years in our country. It has been found interesting to study ESKİŞEHİR ARÇELİK PLANTS waste water treatment system and the progresses on the treatment of cyanide containing waste water of the plants. Water containing cyanide are giving mortal harm to the life of all living beings when left to running waters, streams, lakes or sea without purification.

In the content of this thesis, information has been collected about Metal Plating Industry waste waters, waste water sources, their quantities, their components and structures.

Many waste water cyanide purification methods has been studied on laboratory or industrial installation levels and successful cases up to hundred percent purification efficiency been observed.

At the Eskişehir Arcelik Plant section of the thesis, in addition to the general information about the plant, sources of waste water, tables about the characteristics of waste water, supplementary information about, industrial waste water treatment installations, the applied methods and design philosophy are given.

At the waste water treatment systems alkaline chlorination method is applied for reduction of cyanide with oxydation in large and small quantities of flow.

On large flows, the reaction tank where continuous flow principle based water treatment takes place, should be very carefully designed. The reaction time, oxydation reduction potential (ORP), pH value, mixer type and mixing time are the most important factors for the efficiency of purification. Furthermore the heavy metals in the waste water containing cyanide influence the efficiency of purification due to the large amount of chemical materials required for the treatment of those.

At the Arçelik Plant due to the large amount of flow, continuous flow method has been adopted.

S U M M A R Y

ipped with a pH meter and ORP meter ensures economy in the use of NaOH and chlor gas.

The operation and the control of the whole system are done by electronic

This thesis has been prepared to study the influence of the waste water of the Metal Finishing Coating Industry highly developed in the last years in our country. It has been found interesting to study ESKİŞEHİR ARÇELİK PLANTS waste water treatment system and the progresses on the treatment of cyanide containing waste water of the plants. Water containing cyanide are giving mortal harm to the life of all living beings when left to running waters, streams, lakes or sea without purification.

In the content of this thesis, information has been collected about Metal Plating Industry waste waters, waste water sources, their quantities, their components and structures.

Many waste water cyanide purification methods has been studied on laboratory or industrial installation levels and successful cases up to hundred percent purification efficiency been observed.

At the Eskişehir Arçelik Plant section of the thesis, in addition to the general information about the plant, sources of waste water, tables about the characteristics of waste water, supplementary information about, industrial waste water treatment installations, the applied methods and design philosophy are given.

At the waste water treatment systems alkaline chlorination method is applied for reduction of cyanide with oxidation in large and small quantities of flow.

On large flows, the reaction tank where continuous flow principle based water treatment takes place, should be very carefully designed. The reaction time, oxidation reduction potential (ORP), pH value, mixer type and mixing time are the most important factors for the efficiency of purification. Furthermore the heavy metals in the waste water containing cyanide influence the efficiency of purification due to the large amount of chemical materials required for the treatment of those.

At the Arçelik Plant due to the large amount of flow, continuous flow method has been adopted. The system equipped with a pH meter and ORP meter ensures economy in the use of NaOH and chlor gas.

The operation and the control of the whole system are done by electronic control devices.

ve su kaynaklarının kirlenmesinde etkili olmuştur. Sı-
nırlı kaynakların hızlı nüfus artışı karşısında yetersiz kalması, ay-
rıca bu kaynakların kirlenme sonucu kullanılamaz hale gelerek daha da
yetersiz duruma gelmesi bu konuda çözüm getirecek çalışmaları başlatmış
güncel hale getirmiştir.

Metal kaplama endüstrisi de çevre kirliliğine sebep olan endüstrilerden-
dir. Özellikle pasivasyon, kaplama, yıkama banyolarından düşük debiler-
de ama yüksek konsantrasyonlarda kirli sular çıkmaktadır. Bu sular can-
lı hayatı için zehirli ve öldürücü özelliktedir.

Metal kaplama endüstrisi atıksularındaki siyanürlü sular çok düşük kon-
santrasyonlarda da canlı hayatına zarar vermektedir. Siyanürlü suların
arıtımı için birçok yöntem vardır. Özellikle debi, arıtım amacı ve ban-
yoların şekline göre değişik arıtım yöntemleri kullanılabilir.

Metal kaplama endüstrisinden çıkan atıksular zorunlu hallerde kaynağın-
da ayrı ayrı arıtılması zorunluluğu arıtım tesisi maliyetini yükseltir,
se de arıtım randımanı bakımından büyük başarı sağlar.

1. GİRİŞ

2.1. Metal Kaplama Endüstrisinin Tanımı

Sanayileşme ve endüstrideki gelişmeler ülkemizde de çevre kirliliğinde, suların ve su kaynaklarının kirlenmesinde etkili olmuşlardır. Sınırlı kaynakların hızlı nüfus artışı karşısında yetersiz kalması, ayrıca bu kaynakların kirlenme sonucu kullanılamaz hale gelerek daha da yetersiz duruma gelmesi bu konuda çözüm getirecek çalışmaları başlatmış güncel hale getirmiştir.

Metal kaplama endüstrisi de çevre kirliliğine sebep olan endüstrilerdendir. Özellikle pasivasyon, kaplama, yıkama banyolarından düşük debilerde ama yüksek konsantrasyonlarda kirli sular çıkmaktadır. Bu sular canlı hayatı için zehirli ve öldürücü özelliktedir.

Metal kaplama endüstrisi atıksularındaki siyanürlü sular çok düşük konsantrasyonlarda da canlı hayatına zarar vermektedir. Siyanürlü suların arıtımı için birçok yöntem vardır. Özellikle debi, arıtım amacı ve banyoların şekline göre değişik arıtım yöntemleri kullanılabilir.

Metal kaplama endüstrisinden çıkan atıksular zorunlu hallerde kaynağında ayrı ayrı arıtılması zorunluluğu arıtım tesisi maliyetini yükseltirse de arıtım randımanı bakımından büyük başarı sağlar.

2.1.1 Metal Kaplama Endüstrisindeki atıksu kaynakları ve özellikleri :

Metal kaplama endüstrisinde su kullanımı aşağıdaki bazı proseslerde olur.

- 1- Pasivasyon,
- 2- Asit ile yada bazla temizleme
- 3- Korozyon önleme,
- 4- Zıyırma,

2. METAL KAPLAMA ENDÜSTRİSİ

2.1. Metal Kaplama Endüstrisinin Tanımı

Metal yüzeyini çeşitli yöntemlerle işleyerek, kullanım amacına uygun olarak metale çok değişik özellikleri kazandırma, daha iyi hale getirme işlemidir. Bu işlemler aşağıdaki şekillerde olur. (1)

- 1- Temizleyerek,
- 2- Katılaştırarak yada yumuşatarak,
- 3- Düzleyerek yada kabalaştırarak,
- 4- Kaplayarak

Kaplama yöntemleri sementasyon, cilalama, perdanlama, batırıp kaplama, elektrokaplama, fosfatlama, ters çevirip oksitleme, boyama, anodlama yöntemleri ile olur. Metal yüzeyi bu şekillerde işlenerek

- 1- Aşınmaya karşı direnç,
- 2- Dayanıklılık,
- 3- Estetik görünüm
- 4- Elektrik iletkenliği
- 5- Korozyona dayanıklılık
- 6- Özel mühendislik problemlerine uygun hale getirilir. (2)

Bu özellikler daha önce bahsedilen işlemlerden bir yada birkaçı kullanılarak sağlanır.

2.1.1 Metal Kaplama Endüstrisindeki atıksu kaynakları ve özellikleri :

Metal kaplama endüstrisinde su kullanımı aşağıdaki bazı proseslerde olur,

- 1- Pasivasyon,
- 2- Asit ile yada bazla temizleme
- 3- Korozyonu önleme,
- 4- Sıyırma,

5- Pas giderme, Kaplama Endüstrilerinde Kirlenici Maddelerin Kaynakları (2)

6- Asitle işleme (Nötrleştirme)

7- Kaplama,

8- Galvenizleme, saç kaplama,

9- Anotlama,

Metal kaplama fabrikalarından çıkan atıksular çok değişik karakterlerde, konsantrasyonlarda bulunur, bununla birlikte zehirli ve çürütücü özellikleri konsantrasyona göre değişir. Her durumda canlı-hayatı için yaşam mümkün değildir.

Metal kaplama fabrikalarından bırakılan atıksuların çoğunluğu, temizleme ve kaplamaya hazır hale getirme aşamasında oluşan atıksular ya da kaplama banyolarından oluşan yağlar, gres, mineral asitler, alkali-ler, banyo çözeltileri siyanür ve krom atıklarıdır.

Atıksuların fabrikadan çıkarken seyreltilmesi toksik özelliğini gidermek için yeterli değildir. Bir tesisten çıkan kirliliğin belirlenmesinde; kullanılan banyo çözeltileri, miktarları, çıkan debi etkin faktördür ve kirlilik kontrolünde önemlidir.

Özet olarak kaplama endüstrisinden gelen atıksu kaynakları

- Kaplama, temizleme ve durulama suları
- Banyolardan taşan, zorunlu olarak dökülen banyo suları
- Fabrikadaki diğer temizleme suları
- İşlem banyolarında doğal olarak biriken ya da banyoların saflaştırılmasında, kimyasal çalkalama durulama devrelerinde vb. oluşan deşarj esnasında ortaya çıkan filtre kekleri
- Geri yıkama sularıdır.

Tablo 2.1. Metal Kaplama Endüstrilerinde Kirletici Maddelerin Kaynakları (2)

Proses	Kirletici	Kaynağı
Temizleme ve Ara Kaplama	Yağ ve Gres Klorlanma Çözücüler Hidrokarbonlu çözücüler Alkaliler: Kostikler, Karbonlar, Silikatlar ve Fosfatlar (Demir, Mangan, Çinko) Asitler: HCl, H ₂ SO ₄ , HNO ₃ , HP, H ₃ PO ₄ Çamur	Temizleme Yağ giderme Temizleme Temizleme ve Fosfatlama Asit Daldırma Metal Hidroksitleri, Metal parçaları, Buffer maddesi kalıntıları
Boyama	Kromatlar Çözücüler Yağlar Çamur	Kromaj banyoları Laklama Boyama Pigmentler
Metal Kaplama	Metal iyonları: Cu, Ni, Zn, Cd, Kıymetli metaller v.b. Basit ve Kompleks Siyanürler Kromatlar	Kaplama çözeltisi Kaplama banyoları

Boyama, temizleme ve fosfatlama veya kromaj ve yıkama gibi yüzey hazırlama işlemlerinden sonra kurutma ve boya püskürtme şeklinde yapılır. Boya atıklarında yağ, çözücü ve pigment gibi kirleticiler bulunur.

Metal kaplama endüstrisinden çıkan suların proseslere göre özellikleri(2)

a) Yüzey temizleme prosesleri ;

Metal yüzeyindeki pürüzleri, tozları, pasları uzaklaştırmak için mekanik temizleme işlemi uygulanır. Bu işlemden sonra asit ve bazla temizleme yapılır. Bu işlemler arasında banyoların belirli konsantrasyonlarda olması gerekmektedir. Bu nedenle de belli bir müddet sonra, eski banyo boşaltılarak yerine yeni banyo hazırlanır. Bırakılan atıksuyun pH'i 1 ila 14 arasında değişmekte ve bu sular ayrıca yağ, gres, fosfat, hidrokarbonlar içermektedir.

b) Yüzey kaplama prosesleri ;

Yüzey temizleme işleminden sonra metal parçalar yüzey kaplama prosesine getirilir, kaplama işlemine göre değişik banyolar kullanılır. Buradan çıkan sular büyük hacimde değildir, fakat yüksek konsantrasyonlarda kimyasal madde kendiliğinden kirletici özellikleri daha fazladır.

Yüzey Kaplama işleminde sular iki farklı kaynaktan çıkar.

1- Asitle muamele banyosu

2- Fasılalı veya sürekli debi bırakan çalkalama ve durulama sularıdır.

Kaplama banyolarından çıkan sular çalkalamanın özelliğine bağlı olarak asit ve alkali özelliktedir, siyanür ve alkali temizleme banyolarında pH yüksek, Kromat banyolarında ise çok düşüktür.

c) Boyama prosesi;

Boyama, temizleme ve fosfatlama veya kromaj ve yıkama gibi yüzey hazırlama işlemlerinden sonra kurutma ve boya püskürtme şeklinde yapılır. Boya atıklarında yağ, çözücü ve pigment gibi kirleticiler bulunur.

Yukardaki bilgilerin ışığı altında Metal Kapalama Endüstrisi atıksuları (1)

- a) Yüksek miktarlarda askıda katı madde,
- b) Yağ ve gres,
- c) Ağır metaller,
- d) Siyanürler,
- e) Organik kimyasal maddeler, ihtiva ederler.

2.1.2 Miktarlar ve Bileşim

Kaplama tesislerinden çıkan atıksuların özellikleri ve birleşimi hakkında Türkçe kaynaklar azdır. Yabancı dildeki bilgilerin çoğu bilinen kaplamacılığı yapan büyük ya da orta boy fabrikalara aittir. Hem hacimce hem de bileşimce fabrikadan fabrikaya birçok farklılık ve çeşitlilik vardır. Bunun nedeni bu fabrikalardan çıkan atıksuların banyo ve durulama teknikleri, kaplama yöntemleri ve yerel koşullardır.

Metal kaplama banyolarından bırakılan atıksular hacim ve kimyasal karakterleri bakımından iki grupta sınıflandırılabilir.

- a) Kesikli kaynaklar
- b) Devamlı kaynaklar

Yapılan inceleme metal kaplama banyolarında çoğunlukla özel kimyasal madde üreten firmaların özel formüllerde ürettiği banyoların kullanmakta olduğu tesbit edilmiştir. Her banyo çözeltisinin kimyasal bileşimi üretici firmadadır.

Buna karşın bir arıtım prosesinin seçiminde bir dizi banyo grubundan sonra hangi grup kirleticilerden ne oranda bırakıldığı ve bunların arıtım için ayrı ayrı nasıl toplandığı önemlidir.

Tablo 2.2 Tipik bir Metal kaplama atık Su Analiz Sonuçları (2)

Özellikler	Minimum - Maksimum Değerler
pH	6.5 - 10.0
KOI	20 - 6000 mg/lt
Askıdaki toplam katı madde	70 - 610 mg/lt
Kadmiyum	0.1 - 6.0 mg/lt
Krom (VI)	0.1 - 17.0 mg/lt
Gümüş	0.03- 2.10mg/lt
Nikel	0.2 - 12.5 mg/lt
Alüminyum	0.5 - 1.5 mg/lt
Demir	1.0 - 25.0 mg/lt
Yağ	0.5 - 2.5 mg/lt
Siyanür	0.01- 10.80mg/lt
Fenol	0.04- 16.40mg/lt

2.2 Siyanürlü atık sular ve çevreye etkisi

2.2.1. Siyanür ve tanımı

Metal Kaplama ve benzeri endüstrilerin atık sularında bulunan siyanür (CN), ortamda bulunan siyanür bileşiklerindeki CN grubunun tümünü belirtir ve siyanürlü bileşikler, kompleks siyanürler ve basit siyanürler olarak sınıflandırılabilir(17)

Basit siyanürler $A(CN)_X$ şeklinde formüle edilebilir. A bir alkaliyi (Sodyum, potasyum, Amonyum) veya bir metali, X A'nın değerliğini ve CN grup sayısını gösterir. Çözünmüş bileşiklerde özellikle basit alkali siyanürlerde siyanür grubu CN olarak gösterilir.

Kompleks siyanürler çeşitli formüllerle gösterilebilirler,.Ancak alkali-metalik siyanürler $Ay M (CN)_X$ şeklinde formüle edilebilirler.

Bu formülde A y defa alkaliyi M ağır metali (Demir-2, Demir-3, kadmiyum, bakır, nikel ve çinko veya diğerleri) ve X, CN gruplarının sayısını gösterirki, y defa A nın değerliğine, ağır metalin değerliğinin ilavesine eşittir. Çözünabilir alkali metalik siyanürlerde anyon (CN) grubu değildir. Fakat kök M (CN) X dir.

Siyanürler çeşitli derecelerde kimyasal aktivite gösterirler. Basit siyanürler asit ile damıtılma esnasında HCN haline dönüşürler. Kadmiyum, bakır nikel ve çinko gibi bir çok metal siyanürlerde kolaylıkla rekasiyon verirler; benzer şartlar altında demir siyanür kompleksleri HCN haline geçmede daha büyük direnç gösterirler, ve yine kobalt siyanürler çok yavaş ayrışırlar. CN iyonu çok zehirlidir, basit alkali siyanürler sulu çözeltilerde çözündüğü zaman zehirlilik şiddeti daha artar. Alkali metalik siyanürler sulu çözeltilerde daha da karalıdır, bu nedenle zehirlenme etkileri az veya yoktur. Belirli şartlar altında, komplekslerin bazıları çeşitli zehirlilik derecelerinde ayrışma gösterirler.

Moleküler Hidrojen Siyanür (HCN)

Hidrojen Siyanür (HCN) ile suda bulunan siyanür tuzlarının suda yaşayan canlılara olan zehirliliğini bilmek atık suların zehirlilik, toksiklik "toxicology" değerlendirmesi bakımından önemlidir.

Alkali siyanürlerin balık üzerinde yaptığı kalıcı etkilerin Moleküler Hidrojen siyanür (HCN) den meydana geldiği, sudaki değişik metal siyanürlerin toksik oranının toplam siyanür miktarıyla ilgili olmayıp Hidrojen siyanür (HCN) konsantrasyonu ile ilgili olduğu (23) bulunmuştur.

Ayrıca, bu çalışmada suyun sıcaklığı ve oksijen oranının balıkların hidrojen siyanüre (HCNye) karşı duyarlılığını etkilediği bulunmuştur.

Bakır, (Cu)	0.02
Çinko, (Zn)	0.3
Kadmiyum, (Cd)	0.6
Nikel, (Ni)	5

Ayrılmamış Hidrojen siyanürü (HCN) sudaki diğer siyanür çeşitlerinden ayırmak için gaz Kromatografi metodu kullanılır.

2.2.2. Siyanürlü Atık Suların Çevreye Etkisi

Metal kaplama Endüstrisinden çıkan zehirli öldürücü özellikteki atık sular sonunda suyun doğal biçimine karışırlar, çoğunluğu yer yüzünde kalmakla birlikte bir kısım sularda yer altı sularına karışırlar.

Endüstriden çıkan atıksular genellikle şehir kanalizasyon sistemine oradan da evsel atıksu arıtma tesislerine gelir. Evsel atıksu tasfiye sisteminin bulunmadığı durumlarda da akarsu, göl ve denizlere boşaltılır. Bu sularda yaşayan balıklar ve bu sulardan faydalanan hayvanlar ölmekte. Böylece bu eko sisteme bağlı canlı yaşamı sona ermektedir. Çok düşük konsantrasyonlardaki metal tuzları ve (CN) Siyanürün kirletici etkisi ise devam etmektedir. (1)

Tablo 2.3.'de Metal kaplama Endüstrisinden çıkan atıksuların balık yaşamına olan etkili konsantrasyonları verilmektedir. Bu veriler öldürücü olarak gösterilen en düşük yoğunlukları göstermektedir. Öldürücü yoğunluk balığın tipine, pH, suyun kirliliğine sıcaklığına göre değişiktir.

Tablo 2.3. Kaplama Atıksu Bileşenlerinin Balık Hayatına Etkisi (1)

Bileşenler	Balıklara öldürücü etki yapan Kirteticilerin konsantrasyonları (ppm)
Altı değerli krom, (Cr^6)	5
Üç değerli krom, (Cr^3)	5
Siyanür, (CN)	0.05
Ferrosiyanür, ($Fe^2 (CN)_6$)-4	1.45
Bakır, (Cu)	0.02
Çinko, (Zn)	0.3
Kadmiyum, (Cd)	0.6
Nikel, (Ni)	5

Ülkemizde Akarsu ve göllere bırakılacak atıksuyun konsantrasyon sınırları 1380 sayılı su ürünleri kanunu ile belirlenmiştir.

Tablo 2.4.'de Akarsulara verilebilecek en yüksek Atıksu konsantrasyonları verilmektedir. Küçük miktarlardaki debiler, çok büyük alıcı ortamlara verilerek seyreltme yoluyla konsantrasyonları düşürülerek çevreye zarar vermeleri önlenebilir. Bu gibi desarjlarda alıcı ortamın mümkün sulandırma derecesi ve kullanma maksatlarına bağlı olarak standartlar gözönünde tutulmalıdır. Eğer alıcı ortam içme suyu yüzme ve dinlenme yerleri olarak kullanılan bir akarsu ve göl ise, ayrıca buralarda yaşayan canlıların hayatının korunması düşünülmüyorsa anyon ve katyonların sudaki canlılara toksik etkisinin sınırı nazarı dikkate alınmalıdır. Atıksu tasfiye tesisinin mansabında bulunan diğer kirlenme noktalarının yeri önemlidir.

Tablo 2.4. Akarsulara Verilebilecek Müsaade Edilen En Yüksek Konsantrasyonlar. (2)

	A,B,D Halk Sağlığı Servisi	1380 s. Su Ürünleri Kanu- nuna ek tüzük
pH	6,5-9	6.5-8.5
Katyonlar		
Amonyum	2.5 mg/l	0.02 mg/l
Arsenik	1.0 mg/l	1.0 mg/l
Baryum	1.0 mg/l	5.0 mg/l
Kadmiyum	0.05mg/l	0.01 mg/l
Krom		
6 değerli	0.5 mg/l	0.05 mg/l
3 değerli	1.0 mg/l	
Bakır	0.5 mg/l	0.02 mg/l
Demir	2.0 mg/l	0.7 mg/l
Kurşun	0.1 mg/l	0.1 mg/l
Manganez	1.0 mg/l	1.0 mg/l
Nikel	2.0 mg/l	0.1 mg/l
Çinko	1.0 mg/l	0.003mg/l
Anyonlar		
Klorür	150 mg/l	170 mg/l
Siyanür	0.05mg/l	0.02 mg/l
Fluorür	1.5 mg/l	1.5 mg/l
Nitrat	45 mg/l	4.2 mg/l
Sülfat	250 mg/l	90 mg/l
Süspansiyon Maddeler	20 mg/l	30 mg/l
Yağ	10 mg/l	

Bhopal faciası dehşet uyandırdı

Dünya'da «siyanür paniği»

○ Fransa, ülkenin güneyinde bir fabrikaya nakledilecek 12 ton siyanürü kabul etmeyeceğini bildirdi

- Federal Almanya'da kimyevi madde üreten ve depolayan kuruluşlardan, emniyet sistemlerini gözden geçirmeleri istendi
- Yeni bir zehirli gaz felâketinden korkan yüzlerce Bhopallı şehri terketmeye başladı
- Onbinlerce zehirlenmiş hastanın tedavi edildiği Bhopal hastanesinde 700 doktor işi bıraktı

DIŞ HABERLER SERVİSİ
ANBURY/BEX BHO-
D PAL-PARİS/DUSSEL-
DORF- Hindistan'ın Bhopal şehrinde tarım ilaçları imal eden fabrikada meydana gelen gaz sızıntısı yüzünden 3 bine yakın insan ölünce, bütün dünyada bir "siyanür paniği" başladı.

Fransa Çevre Bakanı Huguette Bouchardeau, Hindistan'daki fabrikanın Amerikalı sahibi Union Carbide firmasının yetkililerine, önümüzdeki günlerde ülkenin güneyinde bir fabrikaya nakledilmesi planlanan 12 ton si-

yanürü kabul etmeyeceklerini bildirdi.

Bhopal'da korkunç faciaya sebep olan gazın aynı olduğu belirtilen maddenin Union Carbide'in Fransa'nın güneyinde Beziers yakınındaki tesislerine nakledilmesi planlanmıştı. Fransa Çevre Bakanlığı fabrikanın emniyet sistemi konusunda yeniden kontroller yapıldığını bu bitmeden siyanür istemediklerini duyurdu.

Öte yandan, Federal Almanya Kuzey Ren Vestfalya eyaleti Sağlık Bakanı Friedhelm Farthmann çevrede çok sayıda bulunan kimyevi madde üreten ve depolayan tesislerin yetkililerine gönderdiği yazılı emirde "İkinci bir Hindistan faciası yaşamamak için emniyet sistemlerini gözden geçirin ve kontrolleri sıklaştırın" dedi.

İTİRAFLAR

Öte yandan Union Carbide'nin başkanı Warren Anderson Amerika'nın Danbury şehrinde bir basın toplantısı yaparak Bhopal'daki tesislerde 1979 ve 1981 yıllarında da bazı "güvenlik arızaları olduğunu" itiraf etti.

DOKTORLAR DİRENİŞE GEÇTİ

Bu arada siyanürle zehirlenen onbinlerce insanın tedavisi edildiği Bhopal merkez hastanesindeki doktorlar dün işlerini bıraktılar.

Şehir yöneticilerinden birinin biri doktora hakaret ettiğini öne süren 700 kadar doktor ve asistan dün işlerini bırakarak hastaneyi felce uğrattılar.

Diğer taraftan Bhopal Şehir Meclisi, Union Carbide firması aleyhine yüz milyondolarlık tazminat davaları açmaya karar verildiğini duyurdu.

TAHLİYE BAŞLADI

Bu arada, yeni bir zehirli gaz felâketinden korkan yüzlerce Hintli, Bhopal'i terketmeye başladılar. Olaya, hükûmetin, Union Carbide yakınında oturan insanları tahliye etmeyi planladığı şeklindeki söylentilerin yayılmasının sebep olduğu bildirildi. Söylentilere ise, bilim adamlarının, Union Carbide fabrikasında arta kalan ham maddeyi tesirsiz hale getireceklerinin öğrenilmesi yol açtı. Bölgeye 200 bin hükûmet otobüsü gönderilmesi üzerine 900.000 nüfuslu şehirde panik başladı.

"Ölüm şehri"nden 200 bin kişi kaçtı

BHOPAL (AP). Hindistan'daki, Union Carbide firmasına ait haşerat ilacı fabrikasında depolanmış ham maddenin ilaç haline getirilmesi için yeniden üretimin başlayacağı yolundaki haberin meydana getirdiği paniği önlemek amacıyla, hükümet Bhopal şehrindeki milis kuvvetlerinin sayısını artırdı ve bölgeye askerî birlikler sevketti. Bu arada helikopterlerin, az ihtimal olmakla birlikte, yeni bir sızıntıya karşı havadan tazyikli su bombaları attıkları bildiriliyor.

Yeni bir faciaya sebebiyet vermemek amacıyla gerçekleştirilecek operasyona bugün başlanacak. Muhtemel bir gaz sızıntısına karşı da, fabrika tesislerinin çevresinin branda beziyle kapatılması, halkı büsbütün korkuya sevketti ve göçü hızlandırdı.

Bugüne kadar 200 bin kişinin göçettiği açıklandı.

Hükümetin, halkın şehri terketmesini önlemek ve insanları tehlikeye olmadığına dair ikna etmek amacıyla, düünden itibaren bölgeye askerî birlikler sevketmesi ise netice vermedi.

Bu arada Batı Virginia eyaletinde aynı haşerat fabrikasının, Bhopal faciasının sebebi tesbit edilene kadar, üretimini durdurduğu açıklandı.

Bu arada, bölgede ekili alanların da büyük ölçüde zehire buluştuğu, bu yüzden binlerce ton tahılın kullanılmaz hâle geldiği belirtildi.

Şehirde paniği önlemek için çaba harcanırken, önceki gün binlerce kişi tabutlar ve kara bayraklarla gösteriler yaparak, "katliâmın sorumlularının cezalandırılmasını" istediler.

● Hindistan hükümeti, "göç"ü önlemek için bölgeye askerî birlikler sevketti

Bhopal'de hayvanlar da zehirlendi

DIŞ HABERLER SERVİSİ

BHOPAL. Hindistan'ın Bhopal şehrinde geçen hafta patlak veren büyük sanayi felâketinin etkileri devam ediyor. Tarım ilaçları yapan bir fabrikadan sızan siyanür gazı yüzünden ölenlerin sayısı 3 bini bulurken bölgede yeni zehirlenmeleri önlemek için et ve et mamüllerinin satışı yasaklandı.

Bu arada gene zehirli gaz yüzünden akciğerleri zedelenen birçok kişi zatürree tesbit edildi. Tahminlere göre 900 bin nüfusu Bhopal'de 200 bin kişi zehirden etkilendi. Bir yetkili "Bu olay tarihte savaşlar dışında insanların yol açtığı en büyük felâkettir" dedi.

Bhopal şehrinin sorumlu yöneticileri Moti Singh dün bir açıklama yaparak siyanür gazından zehirlenen bazı büyükbaş hayvanların kesim yerlerine sevk edildiği haberleri üzerine, kesimin yasaklandığını bildirdi. Moti Singh, şehirde hava ve suyun temiz olduğunu da duyurdu.

YÜZLERCE DÂVÂ AÇILACAK

Öte yandan Bhopal'a başta Amerikalı olmak üzere yabancı avukat akını devam ediyor. İki gaz kurbanı için 15 milyar dolarlık (6.5 trilyon lira) dâvâ açıldığının duyulması üzerine, ülkeye yabancı avukatlar dolmaya başladılar.

Dâvâcıları savunacak Amerikalı avukatlar grubunun başkanı John Coale "Bu dünyada benzeri görülmemiş bir olaydır. Şirket aleyhine yüzlerce dâvâ açılabilir" dedi.

2.2.3. Siyanürlü atıksuların evsel atıksu arıtma tesislerine etkisi

Atıksu arıtma tesislerinin genel olarak devlet yasama organlarınca konulan şartları karşılayacak şekilde yapılması istenir genelde amaçları;

- 1- Atıksuyu görüntü koku vs. bakımından iyi kılmak,
- 2- Lağım sularının zararlı potansiyelini, suyun sonraki kullanımı ile uygun bir noktaya getirmek,
- 3- Deşarj edilen akarsu yada göldeki suyu, yaşayan nüfusa, canlıya zarar verecek koşulları ortadan kaldırmak. Atıksuyun miktarı niteliği ve sonraki kullanımı istenilen atıksu arıtımının randımanı, Deniz kıyısında büyük göl kenarlarında ya da nehir kenarlarındaki topluluklar kentsel atıksuları ve diğer atıkları basitçe gözleyebilirler, arıtılmamış atıkları fark edebilirler.

Metal kaplama endüstrisi atıksuları konusunda literatürlerin çoğu atıksuların evsel atıksu arıtma tesislerine, konsantrasyona bağlı olarak tasfiye verimini azaltıcı veya tasfiyeyi tamamen ortadan kaldıracı etki yaptığını açıklamaktadır. (3) (7) (11)

İçindeki siyanür kompleksleri, serbest siyanür ve diğer kirletici maddeleri evsel atıksuya bırakılır. Metal siyanür komplekslerinin dayanıklılığı birçok araştırmacı tarafından açıklanmıştır. (7), (11) siyanür komplekslerinden olan Demir siyanür ($Fe CN$), Bakır siyanür ($Cu CN$) ve Nikel siyanür ($Ni CN$) den daha fazla dayanıklıdır. Çinko ve kadmiyum siyanürleri daha az dayanıklıdır. Bunlar evsel atıksu arıtma tesislerinde ya aynı şekilde kalırlar ve tesisten çıkarlar ya da çabucak pıhtılaşarak çökerler.

Çalkalama sularındaki çözülmemiş metal iyonlarındaki bazı serbest siyanür evsel atıksulara karışacaktır. Burada Çinko, kadmiyum, bakır nikel, demir gibi metal iyonları (komplex değil) çözülmez bile-

şikler olarak evsel atıksu arıtma tesislerinde çökelirler. pH azaltıldığı zaman çinkoda çökelir.

Gurnham (18) damlatmalı filtrelerde (trickling filter) yaptığı denemelerde yalnızca sodyum ve potasyum siyanürlü atıksulardan etkilenildiğini konsantrasyonun yavaş yavaş yükselmesiyle de siyanürün zehirlilik yükünde zamanla arttığını görmüştür.

Komplex haldeki metal siyanürlerin damlatmalı filtrelerde etkileri genelde alkali siyanür komplekslerin etkilerinden çok daha hızlıdır. Fe ve Ni siyanürleri gibi dayanıklı kompleksler daha fazla etkiye sahiptirler.

İçinde siyanür bileşikleri bulunan atıksular damlatmalı filtrelerde uygun mikroorganizmaların geliştirilmesiyle siyanürün sudan uzaklaştırılmasında başarı sağlanabilir. Basit potasyum tuzundaki bakır, çinko ve kadmiyum siyanür komplekslerinin 100 mg/lt. ye kadar kontrasyonlarda siyanürün % 49'unun filtre mikroorganizmalarını özel şartlara uydurularak uzaklaştırılması mümkündür. Daha sağlam olan siyanür bakır ve nikel siyanür komplekslerindeki siyanürü yok etmek daha zor olacaktır. Siyanür (Fe CN) yavaşça tepki gösterirse de oksitlenerek ferrisiyanür haline dönüşür. (19)

Chamberlein ve Syden (18) pH 11'de gerçekten basit alkali siyanürlerin potasyum ve sodyum siyanür gibi bütün siyanür içinde siyanür iyonları bulunduğunu açıklamışlardır.

Hevkelekian ve Gelhman (18) aktif çamur arıtım yöntemlerinde metallerin oksidasyona karşı yok edilen tesirleri başlama peryodundan uzun zaman sonra olmakta olduğunu görmüşlerdir. Değişimin max zamanı 26 saattir. Biyokimyasal oksidasyonda zehirli madde etkilerinin atıksuların seyretme değeri azaldıkça arttığını görmüşlerdir.

Bu konuda pekçok çalışma olmasına rağmen Metal kaplama atıksularından gelen siyanürlerin oksidasyon havuzlarında ve aktif çamur tesislerinde üç beş gün ilişkide olduklarında bunlar zararlı olmaktadır. Zararlı ve zehirli etkiler yüzünden evsel atıksusu arıtımı için gerekli bakteriler ölmekte, en azından etkisiz kalmaktadır. Buyüzden de kaplama Endüstrisi atıksuları evsel atıksu toplama ve arıtım sistemine zorunluluk dışında katılmamalıdır.

Ancak Namık Ak(2)Metal kaplama Endüstrisi atıksularının şehir kanalizasyonuna deşarjı konusunda; Eğer evsel atıksu fazla miktarda, dolayısıyla toksik madde konsantrasyonu seyreltme dolayısıyla limitlerin altına indirilebileceğini söylemektedir.

Tablo 2.5. Bazı Maddelerin Zararlı Etkileri. (2)

Konsantrasyon mg/ltr	Etki Alanı	Etki Şekli
CN : 1.8	Daphnia üzerinde deney	48 saatte organizmaların % 50 si ölür.
CN : 0.4	BOİ giderme	Giderme verimi azalır.
CN : 0.01	Pervane balığı (Sunfish)	24 saatte balıkların % 50 si ölür.
Cd : 0.01	Mercan balığı(goldfish) ile deney	8-18, saatte ölür.
Cr (VI): 1.0	Damlatmalı filtreler	Nitrifikasyona şiddetle tesir eder ve çıkış suyu kalitesini bozar.

2.3 Siyanürlü Atıksuların Arıtma yöntemleri ve Yapılmış çalışmaları

Metal kaplama endüstrilerinden çıkan atıksuların arıtılması için Atıksu konsantrasyonlarına, debiye ve isteğe uygunluk hatta yer ve çevresel koşullar ekonomik imkanlar dahilinde birçok yöntemle yapılabilir. Bu yöntemlerden birine karar vermeden önce toplanacak bilgiler, (1), (4), (5), (6), (16)

- (1) Günlük hacimler
- (2) Min ve Max debiler
- (3) Devamlı veya kesik
- (4) Kirlilik pikinin zamanı ve süresi, derecesi
- (5) Geri arıtma imkanları
- (6) Geri kazanma imkanları
- (7) İkincil kirleticiler var mı başka arıtma imkanları gerekir mi?
- (8) Etrafta benzeri tesisler var mı onların atıksu miktarı nedir?
- (9) Maliyeti nedir. Gibi sorulara cevap aranır. Bu sorular daha da çoğaltılabilir. Bununla beraber kirlenmeyi azaltıcı tedbirler araştırılır.

2.3.1. Alkali Klorinasyon

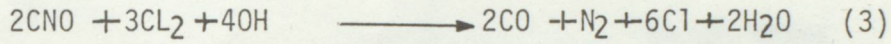
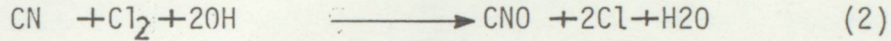
Klorinasyon yoluyla siyanürün parçalanması atıksulara doğrudan doğruya sodyum hipoklorit yada klorgazı ve sodyum hidroksit ilavesi ile yapılır. Sodyum hidroksit klor ile reaksiyona girerek sodyum sodyum hipoklorit oluşturur. Bu iki metod arasındaki seçim ekonomiklik ve emniyet durumuna göre yapılır. Klorgazı ile arıtma doğrudan hipoklorit göre daha etkili ve daha ekonomiktir. (3), (9)

İlave edilen klorgazı (Cl_2) siyanürü oksitleyerek siyanat haline

KLOR

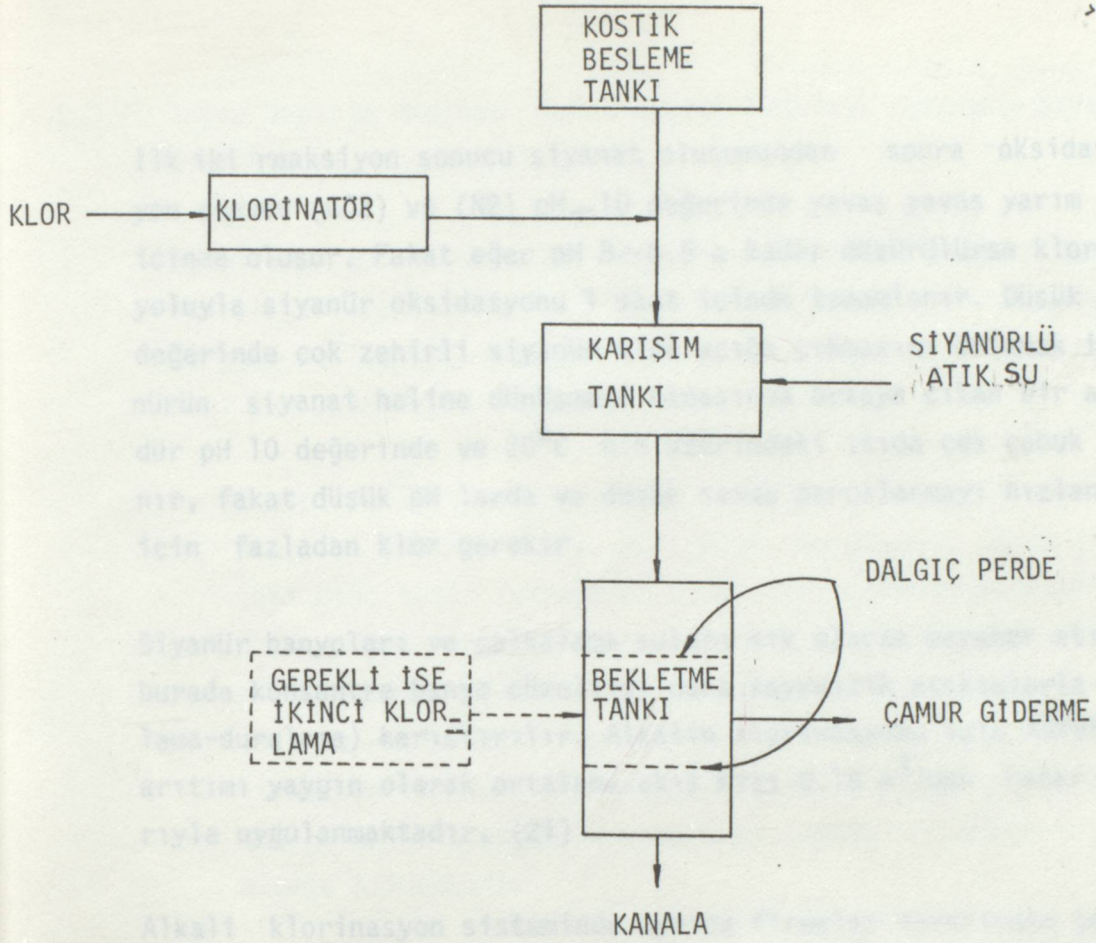
dönüştürür, Siyanürün siyanat haline oksitlenmesi pH 10 ve daha yüksek değerlerde alkali şartlarında süratli olur.

Reaksiyon Sırası ;

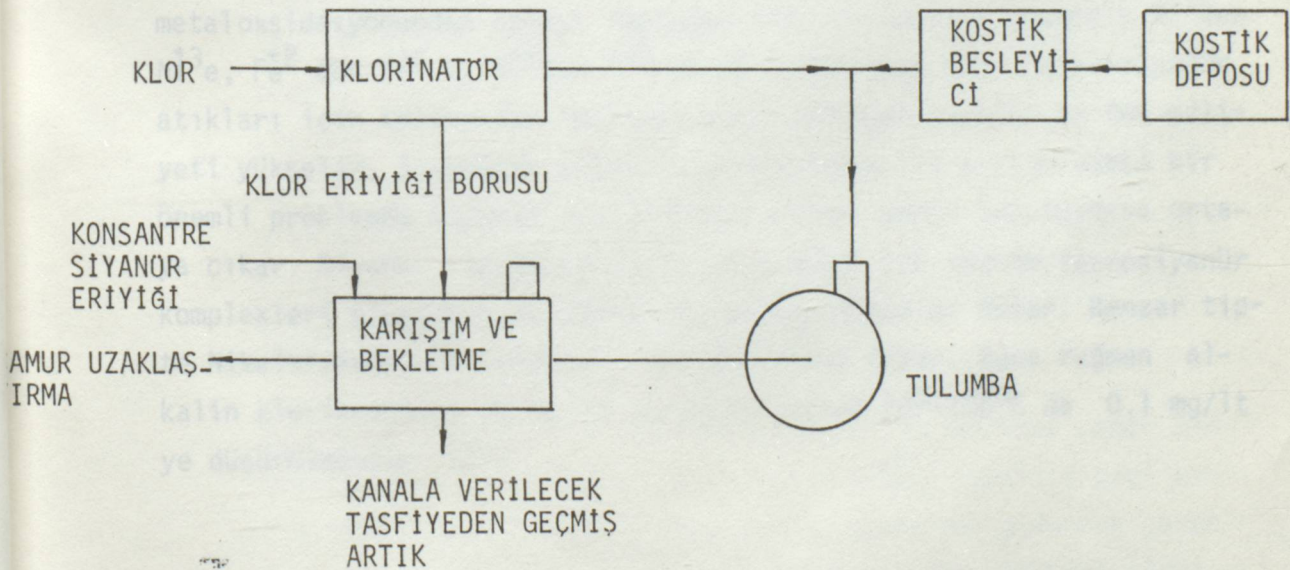


Birinci reaksiyon bütün pH larda meydana gelir.(9) İkinci reaksiyon pH 8 den küçükse yavaştır, büyüğe hızlanmaktadır. Klor (Cl_2) ilave edilerek üçüncü kadem reaksiyon başlatılarak siyanür tamamen parçalanarak Azot (N_2) ve Karbondioksit (CO_2) haline dönüşür.

Bu işlem alkali klorinasyonu olarak adlandırılır, genellikle 5 dakika ile 90 dakika arasında (21) bir oksitlenme süresi vardır. Klorinasyona karşı direnç gösteren katı siyanür çökeltilerini önlemek için atıklar devamlı olarak karıştırılır. Meydana gelen siyanat siyanüre göre daha az zehirlidir. Fakat eğer gerekiyorsa bir derece daha oksitlenerek karbondioksit (CO_2) ve Azota (N_2) a ayrılabilir. Siyanatın karbondioksit ve Azota oksitlenmesi ilave klorinasyonla veya asit hidrolizi yoluyla karbondioksite ve Amonyak haline dönüştürülmesi ile olur. Asit hidrolizi 2-3 pH derecesinde sülfirik asit ilavesiyle olur. Böylece gerekli pH derecesini elde etmek için asit ilavesi gerekir ve toplama havuzu boşaltılmadan önce asidik atıklar nötralize olur. Bu pH ayarlama işlemi atık içindeki toplam erimemiş katı madde miktarını artırır. Asit hidrolizi yoluyla siyanat yaklaşık 5 dakika içinde parçalanabilir. Siyanürün tamamen oksitlenerek (CO_2) ve (N_2) haline dönüşmesi pH derecesini iyi kontrol ederek klorinasyon yoluyla sağlanabilir.(9)



ŞEKİL 2.1. Siyanür atıklarının sürekli (2) Klorlanması



ŞEKİL 2.2. Siyanür atıklarının fasılalı klorlanması (2)

2.3.2. Anyon Değişim Reçinesi Kullanılarak Alkalin Kompleks Siyanürlerin

İlk iki reaksiyon sonucu siyanat oluşumundan sonra oksidasyon sonucu (CO_2) ve (N_2) pH 10 değerinde yavaş yavaş yarım saat içinde oluşur. Fakat eğer pH 8~8.5 a kadar düşürülürse klorinasyon yoluyla siyanür oksidasyonu 1 saat içinde tamamlanır. Düşük pH değerinde çok zehirli siyanür klor açığa çıkmasını önlemek için siyanürün siyanat haline dönüşmesi esnasında ortaya çıkan bir ara üründür pH 10 değerinde ve 20°C nin üzerindeki ısıda çok çabuk parçalanır, fakat düşük pH larda ve düşük ısıda parçalanmayı hızlandırmak için fazladan klor gerekir.

Siyanür banyoları ve çalkalama suları sık olarak beraber atılırlar burada konsantre banyo çözeltisi daha seyreltik atıksularla (çalkalama-durulama) karıştırılır. Alkalin klorinasyonu için sürekli akış tipi arıtımı yaygın olarak ortalama akış hızı $0.15 \text{ m}^3/\text{dak}$ kadar başarıyla uygulanmaktadır. (21)

Alkali klorinasyon sisteminde ayrıca firmalar tarafından geliştirilmiş patent sistemler mevcuttur. Küçük ve büyük $250-300 \text{ m}^3/\text{saat}$ akış hızlı atıklar alkali klorinasyon yoluyla siyanat seviyesine kadar olan siyanür arıtmaları kaydedilmiş bu işlemle 0.1 mg/l lik siyanür miktarları elde edilmiştir. (21)

Anametal atıksuları siyanür atıklardan ayrılmadıkça klorlama sonucu metaloksidasyonundan dolayı fazladan klor kullanılır. (örneğin Ni^{2+} den Ni^{3+} e, Fe^{2+} den Fe^{3+} e, Cr^{3+} den Cr^{6+} ya vs.). Karışmış olan Metal-siyanür atıkları için kullanılan fazladan klor yüzünden siyanür arıtma maliyeti yükselir. Siyanürün alkalin klorinasyonu ile arıtımındaki bir önemli problemde siyanür ile birlikte erimiş demir bulunuyorsa ortaya çıkar. Siyanür ile birlikte bulunan demir çok sağlam ferrosiyanür kompleksleri oluşturur ve siyanürün okside olmasını önler. Benzer tipde Nikelsiyanürlerin oluşması ile de ortaya çıkar. Buna rağmen alkalin klorinasyonla pH 10 da ve yüksek ısıda $90^\circ-100^\circ\text{C}$ da 0.1 mg/l ye düşürülmüştür. (21)

2.3.2. Anyon Değişim Reçinesi Kullanılarak Aniyonik Kompleks Siyanürlerin Giderilmesi

Bu metodun esası bir zayıf bazik iyon değişim reçinesi kullanılarak ardışık adsorpsiyonla demir iyonlarını siyanür için komplekseleştirici gibi kullanmayı amaçlamaktadır. (10). Demir iyonlarının avantajları iki tanedir.

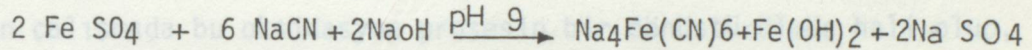
- 1- Demir (Fe^{+2}) iyonları bütün siyanürle ($\text{Fe}(\text{CN}^4)_6$ anyon kompleks oluşacak şekilde reaksiyona girer. Bu kompleks demir (Fe^{+2}) iyonları daha fazla reaksiyona girmezler. Çünkü çok stabil bir haldedir. Aynı zamanda fazla demir (Fe^{+2}) iyonu kompleks oluşumu, pH'4 da demir (Fe^{+2}) hidroksit şeklinde kantitatif olarak çöker, bu yüzden daha fazla reaksiyon uzun sürmez. Çözeltide kalan bütün siyanür, ferrosiyanür anyonu olarak kalır. Küçük miktarlardaki amonyağın ferrosiyanür kompleksi oluşmasına yardımcı olduğu bulunmuştur.
- 2- Demir siyanür kompleksi su içindeki bütün pH değerlerinde stabildir. Bu yüzden asit tuzu formunda çalışan zayıf bazik reçineler tarafından adsorbe edilebilir. Bunun kadar pratik siyanür kompleksi henüz bulunmamıştır.

Ancak zayıf bazik reçineler demir siyanürün giderildiği iyon değişim teknikleri ile dejenere edilebilirler. Bütün proses sadece siyanür içeren atıksulara, demirsulfat veya demir (Fe^{+2}) amonyumsulfat (eğer akışta belirgin amonyak varsa) kullanılır. Kompleks akışın pH'sı demir siyanür kompleks oluşması için pH 9'un yukarısına ayarlanır. Eğer serbest amonyak eklemek gerekirse o zaman adsorpsiyon adımı boyunca siyanat teşekkülüne imkan verecek şekilde fazla katılmalıdır.

Bu miktar 500 ila 1000 ppm arasındadır. Bu noktada demir hidroksit (FeOH) şeklindeki fazla demir (Fe^{+2}) iyonları gibi katı maddelerden oluşan atıksuyun katı maddesini gidermek gerekmektedir. Önceden oluşmuş demir siyanür iyonu adsorbe edebil-

mek için tuz formundaki bir zayıf bazik reçineli bir iyon değişim yatağı kullanılarak siyanür giderilmesi mümkündür. Aynı zamanda CN'den daha güvenli olarak elde bulundurulabilen yüksek konsantre halde $\text{Na}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ çıkışı veren sodyum hidroksit çözeltisi basitçe rejenasyon yapılabilir. Adsorpsiyon adımıdan önce reçine ve çözelti pH'ı 4~7'ye ayarlanabilir. Eğer adsorpsiyon işlemi pH 4 seviyesinden yüksek tutulmazsa bir mayi siyanür kompleksi çözeltisi $\text{Fe}_3(\text{CN})_6$ oluşur ve bu da reçine yatağı içinden geçer, prosesin bütün kimyası aşağıdaki gibidir. (7)

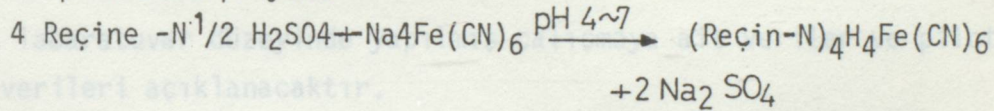
- 1- Kompleks oluşma reaksiyonu



- 2- Katıların çökmesi

- 3- Çözeltinin pH'ının ayarı (4~7)

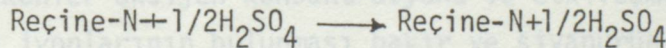
- 4- Kompleks adsorpsiyonu



- 5- Reçinenin rejenerasyonu



- 6- Adsorpsiyon adımı için Reçinenin hazırlanması



- 7- Suyla durulama

- 8- Asitlenmiş Reçinenin pH'nın ayarı

8 no.lu adım örneğin (a) zayıf bir asitten az miktarda reçinenin stokiometresinin yaklaşık %10'u kullanılır. (b) adımda gereken H_2SO_4 'ün %90'ı veya daha azını sonradan karıştırmak gibi yöntemlerle yapılabilir. Bu yöntemle 2000 ppm siyanürün (serbest veya

kompleks ve siyanür karışımları) 1 ppm seviyesine düşürülebileceği görülmüştür. Bu proses için tavsiye edilen reçineler yapı olarak zayıf bazik olanlardır.

2.3.3. Granüler Aktif Karbonun Katalitik Oksitlenmesi ve Adsorpsiyonu Kullanılarak siyanür giderilmesi

Aktif karbonun kimyasal reaksiyonlarda katalizör olarak kullanılması uzun zamandır bilinmektedir. Müller ve Kuhn (10),(8) aktif karbon katalizörü ile Azot (N_2) siyanür (CN) karışımından alçak pH değerlerinde siyanat, karbonat ve N_2 ye dönüştürülebilmektedir. Granüller karbonlu malzemelerin sütünsal yataklarının Molekül sel oksijenle siyanür-siyanat oksidasyonunu katalize ettiği de gösterilmiştir.

Sunulan çalışmada bu oksidasyon prosesin bir dönüştürülmüş hali olup, bu işlemde granüler karbon ile siyanürün katalitik oksidasyonunu yönlendirmek ve etkinliğini artırmak amacı ile yatağı bakır iyonları verilmiştir.

Burada labaratuvar düzeyinde yapılmış çalışmaya ait veriler ve pilot tesis verileri açıklanacaktır.

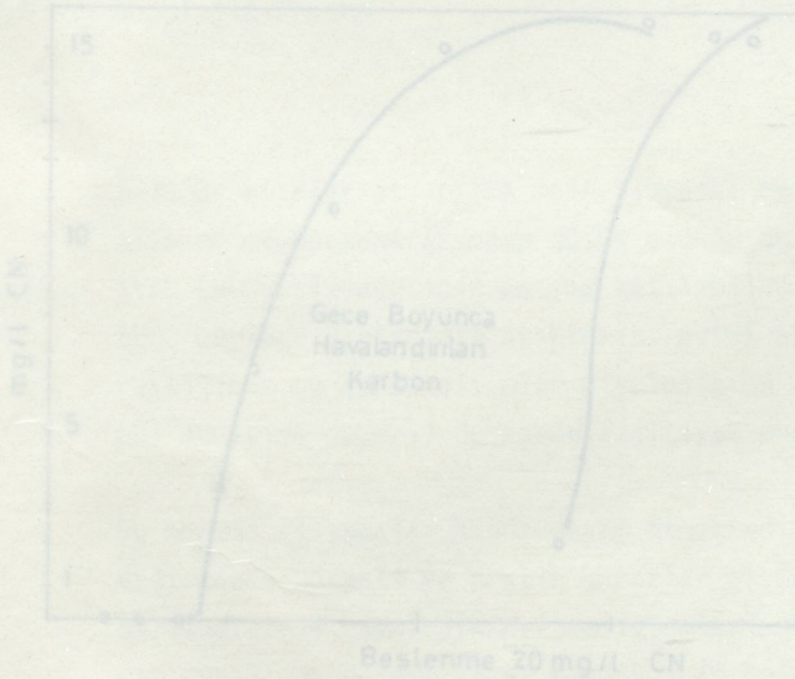
Proje özeti : Aktif karbon, çözünmüş siyanür oksidasyonu (CN)'in (CNO) siyanata oksitlenmesini katalize edecektir. İşlemdeki önemli değişkenler oksijen konsantrasyonu ve etkileşme zamanıdır. Bakır (Cu^{2+}) iyonlarının bulunması bakır ve siyanürün tek başına bulunmasından daha fazla adsorpsiyon kapasitesi olan bakır siyanürlerin oluşmasıyla sonuçlanır. Bu artan adsorpsiyon kapasitesi siyanür oksidasyonu sırasında yüksek akış hızlarına izin verir.

Siyanürün siyanata oksitlenmesi sürekli bakır ilave edilmesini gerektirmez. Ancak sürekli ekleme siyanürün Amonyak'a ve CO_2 (su içindeki karbonatlar) hidralize olmasına neden olur.

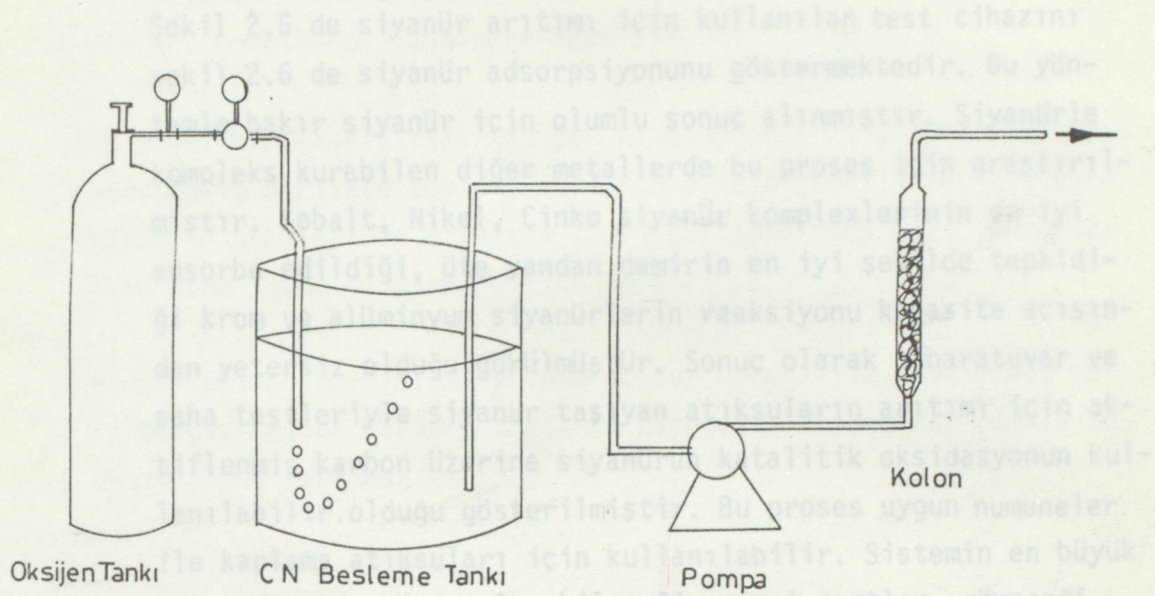
Tavsiye edilen bakır beslemesi bu uygulama için siyanürle ağırlığa göre 1:1 oranında olmaktadır. Bakırın sürekli beslenmesi esnasında siyanat hidrolizinin ürünlerini (Cu^{2+}) iyonlarla CuCO_3 , Cu(OH)_2 , CuCO_3 çözeltilerini oluşturmak üzere birleşirler, bir zaman sonra bu çökeltiler yük kayıpları veya yatağa yerleşme yüzünden istenmez olurlar. Asitle dissolusyonu sonucu giderilebilir ve yenilebilir.

Maximum etkinliğe ulaşmak için gerekli şartlar alçak süspanse edilmiş katılar, girdilerini 6.5~8.5 arası pH'ı sabit bakır beslenmesini ve en önemlisi çıkıştaki çözünmüş oksijeni içerir. Bu proses labratuvardaki sentetik solusyonlarda ve birçok siyanür taşıyan atıklarda başarıyla uygulanmıştır.

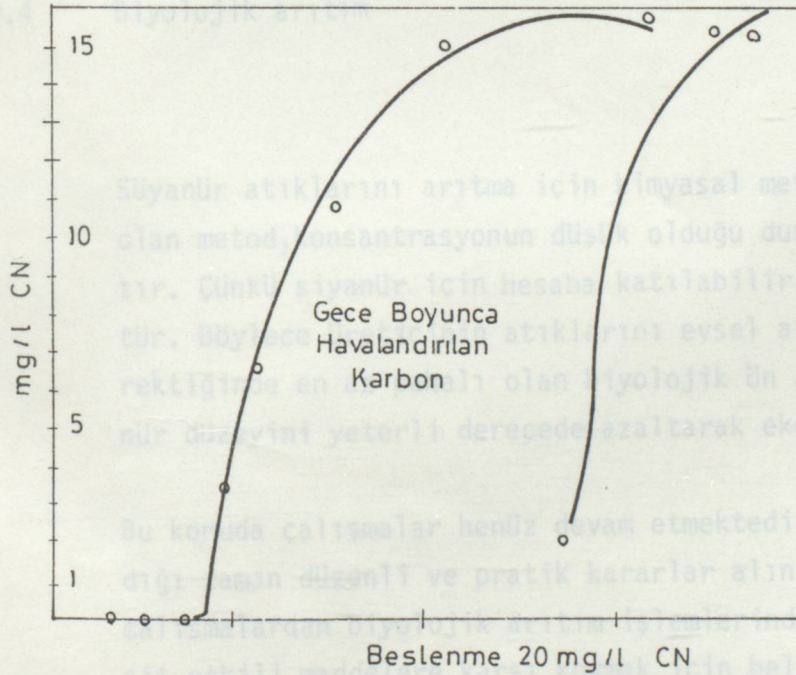
Sekil 2.3. Siyanür arıtımı için kullanılan test cihazı (10)



Sekil 2.4. Oksijen ayrıştırma sistemi ile siyanür Adsorpsiyon sonuçları (10)



Şekil 2.3. Siyanür arıtımı için kullanılan test cihazı(10)



Şekil 2.4. Oksijen ayrıştırma sistemi ile siyanür Adsorpsiyon sonuçları (10)

Şekil 2.5 de siyanür arıtımı için kullanılan test cihazını şekil 2.6 de siyanür adsorpsiyonunu göstermektedir. Bu yöntemle bakır siyanür için olumlu sonuç alınmıştır. Siyanürle kompleks kurabilen diğer metallerde bu proses için araştırılmıştır. Kobalt, Nikel, Çinko siyanür komplekslerinin en iyi adsorbe edildiği, öte yandan demirin en iyi şekilde tepkidiği krom ve alüminyum siyanürlerin reaksiyonu kapasite açısından yetersiz olduğu görülmüştür. Sonuç olarak laboratuvar ve saha testleriyle siyanür taşıyan atıksuların arıtımı için aktiflenmiş karbon üzerine siyanürün katalitik oksidasyonun kullanılabilir olduğu gösterilmiştir. Bu proses uygun numuneler ile kaplama atıksuları için kullanılabilir. Sistemin en büyük avantajlarının ise çalışabileceği normal şartlar, göreceği, düşük işletme giderleri ve sistemin otomasyon ve çevirime bağlı olmaksızın çalışabilir olmasıdır.

2.3.4 Biyolojik arıtım

Siyanür atıklarını arıtma için kimyasal metodlardan daha ucuz olan metod; konsantrasyonun düşük olduğu durumlarda kullanılmıştır. Çünkü siyanür için hesaba katılabilir konsantrasyon düşüktür. Böylece üreticinin atıklarını evsel atıksulara atması gerektiğinde en az pahalı olan biyolojik ön arıtma yoluyla siyanür düzeyini yeterli derecede azaltarak ekonomi sağlar.(25)

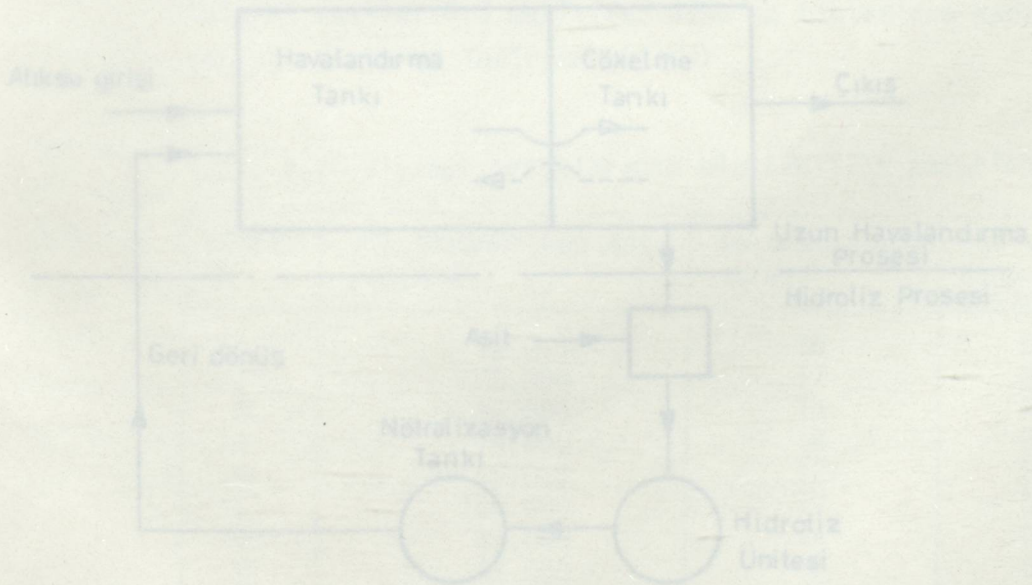
Bu konuda çalışmalar henüz devam etmektedir. Bunların başarılı olduğu zaman düzenli ve pratik kararlar alınabilecektir. Yapılan çalışmalardan biyolojik arıtım işlemlerinden zehirleyici, toksit etkili maddelere karşı koymak için belkide en uygun strateji, konsantrasyonda hızlı bir indirgeme sağlamak için tam hidrolik bir karışımı gerektirir. Yayılı hidrolik yer zamanı ve askıda ki katı maddelerin birleştiği yüksek konsantrasyonları yavaş

ve sabit bir şekilde büyüyerek birleşmişlerdir ki bu büyüme zamanı bir hücre için çok uzun süre demektir.

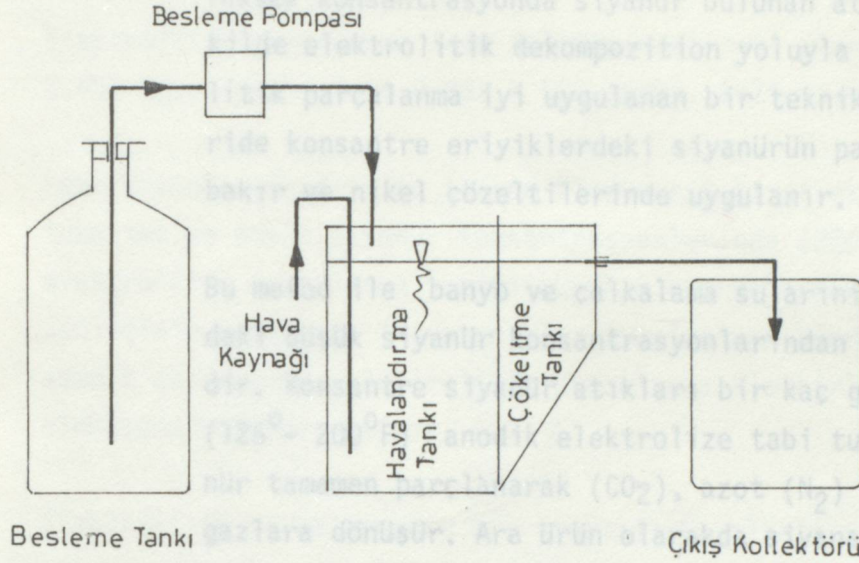
Bu genel karakteristikler az çok havalandırma işlemiyle sağlanmış bulunmakla birlikte zehirleyicilerin düzeyi çeşitli zehirli bileşiklerin etkileri ve ortalama çevre şartları gibi bazı faktörler için daha fazla bilgiye ihtiyaç vardır.

Uzun havalandırma işlemi içinde doğası nedeni ile uygulamada çeşitli dezavantajlar vardır. Tabii ki biyolojik arıtma kesinlikle her zaman çözüm getirmez.

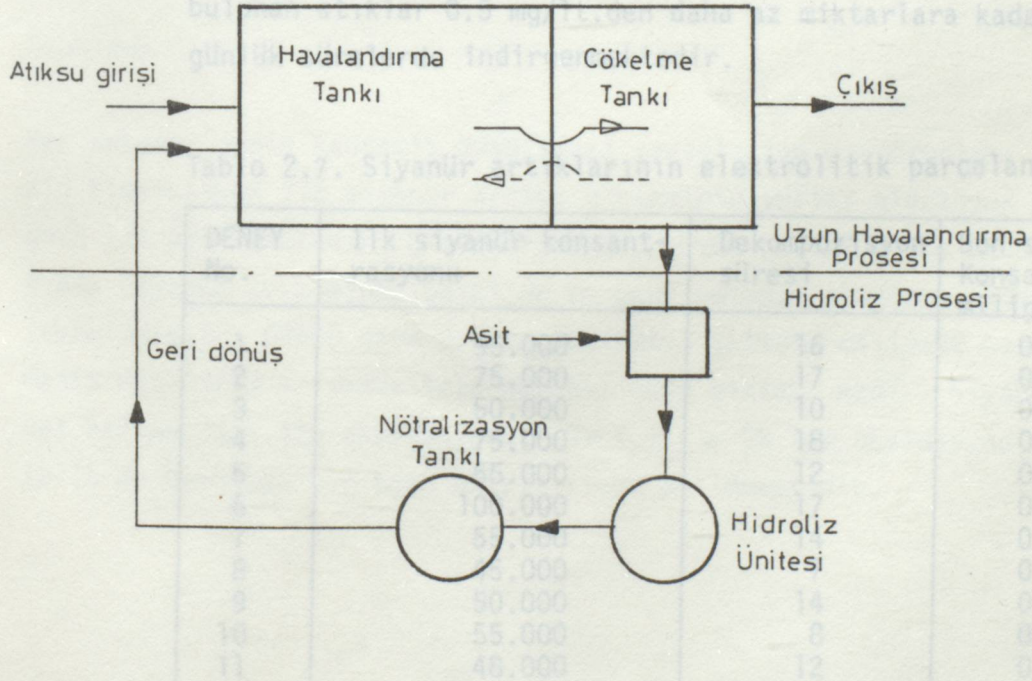
Sekil 2.5 Laboratuvar ölçeğinde uzun havalandırmalı arıtım tesisi (25)



Sekil 2.6 Uzun havalandırma sistemi akış şeması (25)



Şekil 2.5 Labratuvar ölçeğinde uzun havalandırma Arıtım tesisi (25)



Şekil 2.6 Uzun havalandırma sistemi akış şeması (25)

2.3.5. Elektrolitik Parçalama

Yüksek konsantrasyonda siyanür bulunan atıklar en başarılı şekilde elektrolitik dekompozition yoluyla arıtılabilir. Elektrolitik parçalanma iyi uygulanan bir tekniktir. Çoğunlukla endüstride konsantre eriyiklerdeki siyanürün parçalanmasında ve yoğun bakır ve nikel çözeltilerinde uygulanır.

Bu metod ile banyo ve çalkalama sularının arıtması ilk durumdaki düşük siyanür konsantrasyonlarından dolayı pratik değildir. Konsantre siyanür atıkları bir kaç günde yüksek ısıda (125°F - 200°F) anodik elektrolize tabi tutulur. İlk önce siyanür tamamen parçalanarak (CO_2), azot (N_2) ve amonyak (NH_3) gibi gazlara dönüşür. Ara ürün olarakda siyanat ortaya çıkar. Proses ilerledikçe atık-elektrolit sıvısının elektrolit akımını iletmesi zorlaşır. Rekasiyon tamamlanma noktasına ulaşamaz. Bir miktar atık siyanat oluşabilir, bu da arıtım işleminin tamamlanması için klorinasyonla işleme sokulur. Yeterli arıtım süresi beklenirse elektrolitik parçalama yoluyla düşük siyanür oranlı arıtım sağlanır. Kaplama atıklarının bazılarının elektrolitik parçalama arıtımını sonuçları, tablo 2.7.de görülmektedir. Onbinlerce mg/lt CN bulunan atıklar 0.5 mg/lt.den daha az miktarlara kadar 7 ila 18 günlük sürelerde indirgenmektedir.

Tablo 2.7. Siyanür artıklarının elektrolitik parçalanması(9)

DENEY No.	İlk siyanür konsantrasyonu	Dekompozisyon süresi	Son siyanür Konsantrasyonu miligram/litre
1	95.000	16	0.1
2	75.000	17	0.2
3	50.000	10	0.4
4	75.000	18	0.2
5	65.000	12	0.2
6	100.000	17	0.3
7	55.000	14	0.4
8	45.000	7	0.1
9	50.000	14	0.1
10	55.000	8	0.2
11	48.000	12	0.4

Elektrolitik parçalanma için işletme maliyeti olarak parçalanmış her 0.454 kg. siyanür için 0.082 X 520 TL/kg. belirtilmiştir. (9)

Eğer siyanür çözeltisine sodyum klorür katılırsa oksidasyon hızı, güç tüketimi ve düşük siyanür konsantrasyonlarında (200 mg/lt'nin altında) elektrolitik parçalanma verimi büyük miktarda artar. Çözeltinin iletkenliğinin artmasına ilaveten klor iyonlarının klor gazına dönüştüğü anodik oksidasyon, elektrolitik parçalanma ile birlikte klorinasyon oksidasyonu meydana getirir.

Elektrolitik parçalanmanın bir avantajı da alkali klorinasyon ile arıtılması güç olan nikel, bakır ferre ve ferresiyandır bileşiklerini gidermede olmasıdır. (9)

Düşük siyanür miktarı ihtiva eden banyo-çalkalama-durulama sularını arıtmak için özel, paket elektrolitik parçalanma metotları da geliştirilmiştir. 200 mg/lt.lik akışlı atıklar 0.5 mg/lt. ye kadar düşük siyanür oranlarına kadar arıtımı sağlanmıştır.

3.6. Ozonlama

Her ne kadar geniş kapsamlı uygulaması sınırlı ise de, ozonlama sisteminin klorinasyon ile siyanür arıtma sisteminin yerini alacağına muhakkak gözü ile bakılmaktadır. Bessellirure (9) bütün noktalar göz önüne alındığında siyanür arıtımında belki de en ucuz metodun ozonlama olduğunu söyleyebilmiştir. Çünkü ozon üretim maliyeti, yatırım maliyeti hesaba katılmazsa her birim siyanür için gerekli ozon miktarı azdır. Siyanürün siyanat haline ozon ile oksidasyonu 1.8~2 lb/lb CN tam oksidasyon için 4.6~5 lb/lb da herhangi bir katı eriyik ilave edilmemesidir.

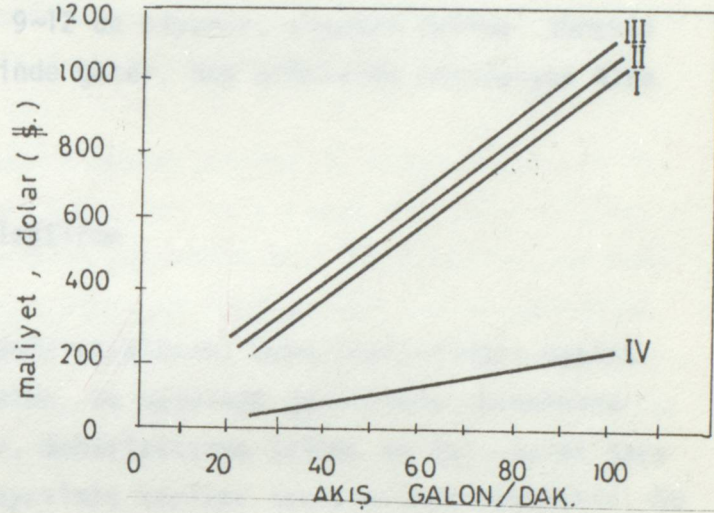
Kondzas ve Mokina (9) siyanürün en son ürüne kadar kompkozon oksidasyonunu açıklamışlardır.

Birleşik çinko,nikel,bakır siyanürleri ozonla arıtmaya karşı direnç gösterirler.

Şekil 2.8.a

Aylık işletme maliyetleri
(amortisman dahil)500mg/l
siyanürde,ayda 172 saat
çalışmada

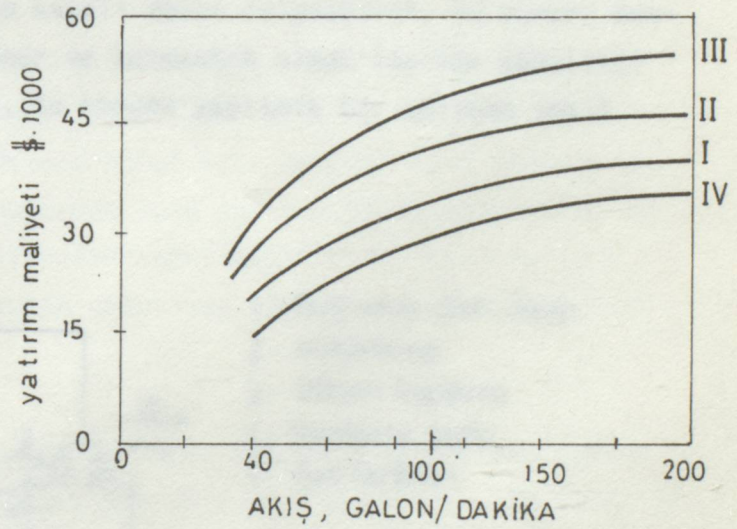
- 1- Enstrümansız
- 2- Orta enstrüman kullanarak
- 3- Tam " "
- 4- Düşük siyanür tipi banyo kullanarak



Şekil 2.8.b.

Montaj dahil ilk sermaye maliyeti

- 1- Elle kumandalı kontrol elemanları
- 2- Orta enstrüman kullanarak
- 3- Tam " "
- 4- Paket sistem ünite kullanarak



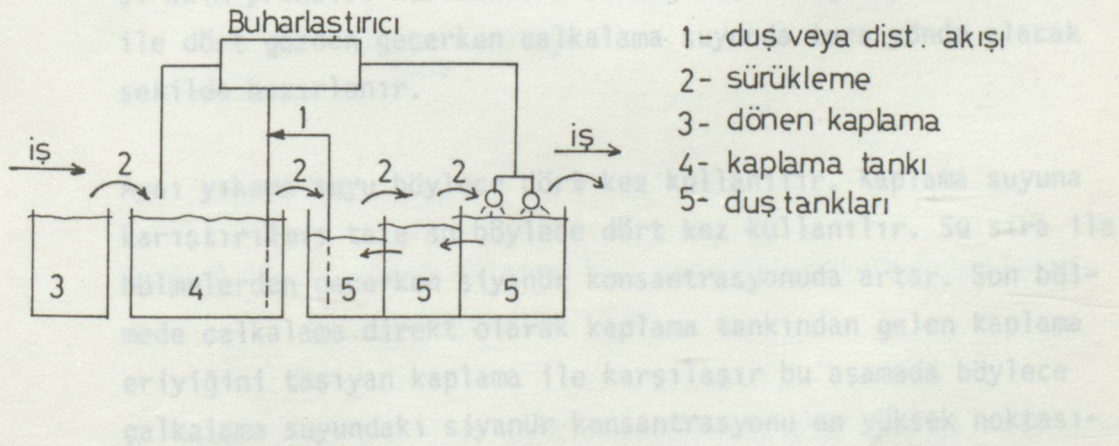
Şekil 2.8. Komple siyanür tahribinin Karbondioksit(CO₂) sayesinde indirme maliyeti (9)

Ozonlama, metal kaplama ünitelerinden çıkan siyanür atıklarının arıtımı için geliştirilmiştir. Üniteden çıkan atık hızı $0.20 \text{ m}^3/\text{dak.}$ ortaya çıkan siyanür 25mg/lit. kısmı olarak siyanat oksidasyonu veya komple oksidasyon mümkündür.

Ozonlu arıtmıda pH 9~12 de siyanür, siyanat haline sürekli olarak 10-15 dk. içinde geçer. Son ürünlerde oksidasyon daha yavaş olur.

2.3.7. (Evaporasyon) Buharlaştırma

Bazı durumlarda siyanür atıklarını buharlaştırılması pratik ve ekonomik görülmüştür. Bu uygulama genellikle konsantre banyo suları içindir. Buharlaştırma işlemi en iyi olarak ters akımlı tanklardaki ayrılmış kaplama tesislerinde uygulanır. Bu şartlar altında sistem kapalı devre çalışabilir. Su buharı banyo hattının başına döner ve konsantre olmuş kaplama çözeltisi kaplama tankına döner. Bu konuda yapılmış bir çalışma şekil 2.9 'da görülmektedir.



Şekil 2.9. Kapalı Devre Buharlaştırma ile Arıtım Sistemi (9)

Buharlaştırıcı sirkülasyon sistemi belkide kaplama çözeltilerinin siyanür arıtımı için tehlikeli etkisi olmadığından diğerlerine göre en uygun olanıdır. Bu da düşük ekipman ve takım maliyeti getirir. İşletme maliyeti ana olarak buhar, soğutma suyu ve güç üretiminden etkilenir. Buhar su ve güç üretim maliyetinin sabit olması durumunda maliyet doğrudan doğruya buharlaştırma hızının bir fonksiyonudur.(9)

Evaporasyonla siyanür giderme çalışmalarının bir diğeri de By lauisis weisberg ve EJ.Quinlen tarafından geliştirilmiştir.(9) buna göre konsantre atık buharlaştırıcı toplama tankına pompalanır. Daha sonra da toplama tankına geri döner.Çalkalama durulama suyu sadece siyanür bulundurmayıp içinde başka maddelerde bulunduru, dolayısıyla buharlaştırma ile eski haline döndürme sadece siyanür için olmayıp aynı zamanda diğer kaplama eriyikleri içinde olur.

Buharlaşma maliyetinin fazla olmaması için kaplama içindeki çalkalama suyuna kesinlikle daha fazla su katmaktan kaçınılmalıdır. Yoğunlaştırılmış banyo suyu üretmek aynı zamanda en elverişli yıkamayı başarmak için şekil 2.10'de gösterilen karşı akım prensibi kullanılır. Dört gözlü tank, kaplama sıra ile dört gözden geçerken çalkalama suyunda ters yönde olacak şekilde hazırlanır.

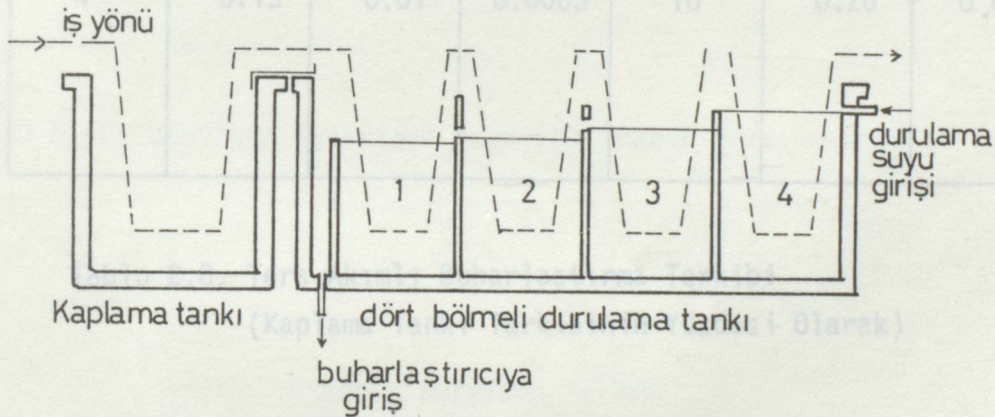
Aynı yıkama suyu böylece dört kez kullanılır. Kaplama suyuna karıştırılmış taze su böylece dört kez kullanılır. Su sıra ile bölmelerden geçerken siyanür konsantrasyonunda artar. Son bölmede çalkalama direkt olarak kaplama tankından gelen kaplama eriyiğini taşıyan kaplama ile karşılaşır bu aşamada böylece çalkalama suyundaki siyanür konsantrasyonu en yüksek noktaya erişir. Bu noktadaki buharlaştırma ekonomik bulunmuştur.

Çalkalamadaki ters akım prensibi, siyanürü kullanılabilir hâle dönüştürme olan bu metodda önemli özelliğdir. Çünkü buhar-

laştırılmış eriyikteki siyanür konsantrasyonu en yüksek noktasına erişmiş olarak üretilir ve aynı zamanda bu verilen miktardaki temizleme suyuna ulaşsın diye çalkama sistemine bırakılmış kaplama içindeki siyanür konsantrasyonu en düşük noktaya indirilir.

Şekil 2.10'de gösterilen tank, belirli zaman aralıklarında sabit bir şekilde uygulandığında her gözdeki çözelti değişime uğramaz ve düzenlilik böylece sağlanmış olur.

En ideal olanı ki buna "iyi karışım" diye bahsedilir. Eriyikteki bileşimleri her göze taşımaları başarmakla bu gözde bırakılan bileşimler gibi aynı olacaktır.



Şekil 2.10. Durulama Suların Ters Akış Yöntemiyle Buharlaştırıcıya Gönderilmesi(9)

Bu konu tablo 2.8 .de açıklanmıştır. Eriyik içindeki bileşikler her gözü geçerken bulundukları gözdeki bileşikler ve daha önceki gözdeki bileşikler veya kaplama tankındaki bileşikler

arasında kaldığı farz edilir. Bu çeşit karışım zayıf karışımdan daha iyi olup buna yarım karışım denir.

Buharlaştırmada karışım derecesi ile birlikte diğer hakiki faktörler çalkalama suyundaki hacimler veya ağırlıklar arasındaki oran ve kaplama işinde kullanılıp işlerini yerine getiren suyun hacmi veya ağırlığı ve devredeki gözlerin sayısıdır.

Bölme	İyi Karışma			Yarım Karışma		
	5	10	20	5	10	20
1	20	10	5	106		5
2	4	1	0.25	116	5.4	2.6
3	0.77	0.1	0.012	27	0.71	0.18
4	0.13	0.01	0.0005	10	0.26	0.06

Tablo 2.8. Ters Akımlı Buharlaştırma Terkibi
(Kaplama Tankı Terkibinin Yüzdesi Olarak)

Buharlaştırmayı hızlandırmak için tek etkili ve çok etkili ısıtıcılar kullanılabilir. Bunlar değişik basınçlar ve sıcaklıklarda uygulanarak yüksek verim elde edilebilirler.

2.3.8. Ters Süzme (Reverse osmosis system)

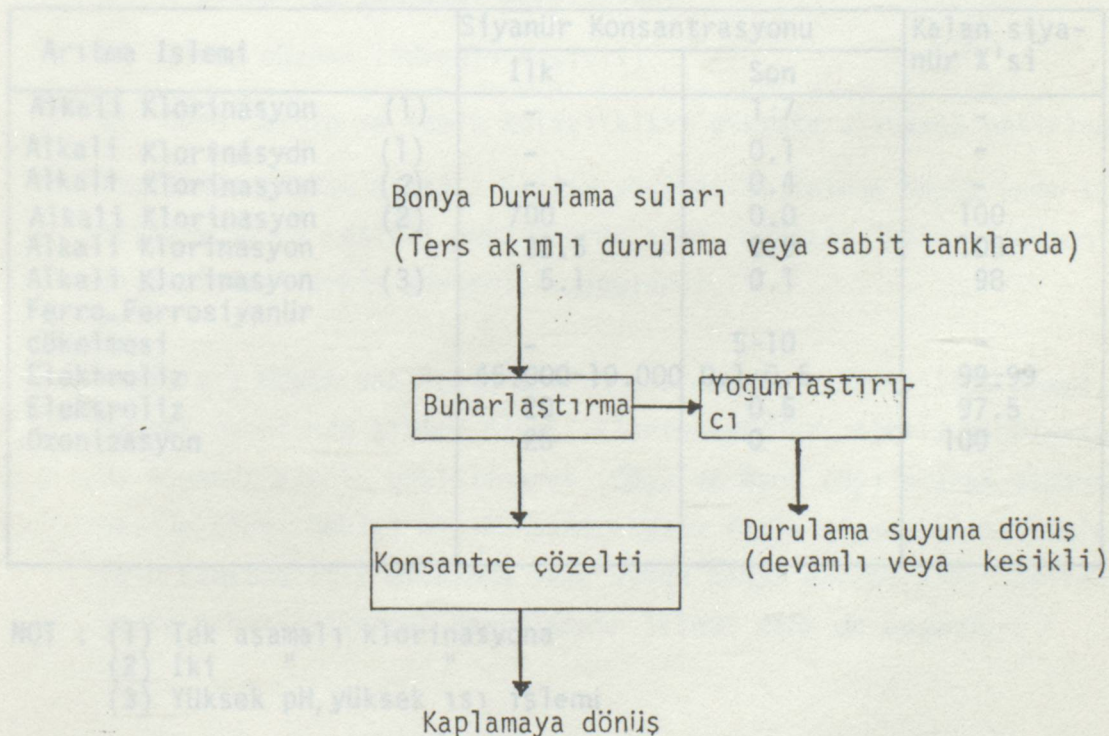
Özellikle içme suyu arıtımında, deniz sularının kullanma sularının arıtımında yaygın olarak kullanılmasına başlanan bu yöntem

Endüstri atıksuları ve metal kaplama atıksularına uygulanabilirliği içinde üzerinde durulmuştur.

Petterson ve Cebian (19) sulu eriyiğe ters süzme uygulamasının faydalarını tartışmışlar ve ters süzme uygulamasının metal kaplama endüstri atıksuları için pratik olarak kullanılmadan evvel aşırı pH problemlerinin çözülmesi gerektiğini söylemişlerdir. Bu konuda aynı kişilerin NS-100 diye anılan süzücü zarların uygulanabilirliğini ve alternatif süzücüleri tartışmışlar bakır ve çinkonun % 99.9'unu Metal Kaplama Atıksuyundaki siyanürün % 66'sını aldığını göstermişlerdir. Bununla beraber NS-101 siyanürün sadece % 90'ını arıtma olasıklarını içeren yayınlar yapmıştır.

Fazla süzme ile nikel kaplama atıklarının arıtılması için tüp-kanal biçiminde negatif olarak yüklenmiş katlı olmayan zar kullanmayı önermişlerdir.

Şekil 2.11 . Durulama Sularının Buharlaştırarak Arıtılması (1)



2.3.9 Peroksitle Oksidasyon

Bir firmanın patentinde olan bu usulde hidrojen peroksit ve formaldehit kullanılır. Atıksular toplanarak ısıtılır iyice karıştırılır. Deneyle bulunan siyanürün miktarına göre formaldehit ve hidrojen peroksit ilave edilir. Reaksiyon süresi bir saattir. Bu yöntemle siyanürler siyanata çevrilmiş olur. Kullanılan kimyasal maddeler yüzünden işletme masraflarının yüksek olduğu belirtilmektedir. (7)

2.3.10 Diğer Metodlar

Nişasta ile arıtmı aldehit ile arıtım, iyon yüzdürme yoluyla (1) sıvıyı ayrıştırılmasıyla ve başka birçok patent altındaki metodlar mevcuttur.

Tablo 2.9- Siyanür Artıklarının Arıtma Dereceleri (9)

Arıtma İşlemi	Siyanür Konsantrasyonu		Kalan siyanür %'si
	İlk	Son	
Alkali Klorinasyon (1)	-	1:7	-
Alkali Klorinasyon (1)	-	0.1	-
Alkali Klorinasyon (2)	- -	0.4	-
Alkali Klorinasyon (2)	700	0.0	100
Alkali Klorinasyon	32.5	0.0	100
Alkali Klorinasyon (3)	5.1	0.1	98
Ferro-Ferrosiyanür çökmesi	-	5-10	-
Elektroliz	45.000-10.000	0.1-0.5	99-99
Elektroliz	20	0.5	97.5
Ozonizasyon	25	0	100

NOT : (1) Tek aşamalı klorinasyona
(2) İki " "
(3) Yüksek pH, yüksek ısı işlemi

Tablo 2.9.'da çeşitli arıtma proseslerine ait arıtım yüzdele-
rini göstermektedir.

2.4. ARITIM YÖNTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Metal Kaplama Endüstrisinden çıkan siyanürlü atıksular daha önce de belirtildiği gibi zehirli ve öldürücü özellik taşımaktadır. Bu durum siyanürle temasta bulunan canlı hücrelerinin ölmesine, su_ daki bazı faydalı bakterilerin de yok olmasına neden olmaktadır. Siyanürlü suların bu özelliğine Toksik özellik denir.

Siyanürlü atıksulardaki siyanür iyonlarının toksik özelliğini gi_ dermek için birçok yöntem vardır. Bu yöntemlere siyanür arıtım yöntemleri denir. Siyanürlü atıksuları hemen hemen istenen dere_ ceye kadar arıtabilen yöntemleri mevcuttur.

Arıtım yöntemleri labratuvar, pilot tesis ve tesis düzeylerinde uygulanarak başarılı sonuçlar alınmıştır. Hangi arıtım yöntemleri_ nin uygulanacağı atıksuyun;

- a) Banyo yerleşimi ve akım şekilleri
- b) Fiziksel ve kimyasal özellikleri
- c) Çıkış düzeni (Sürekli, kesikli)
- d) Saha tertip ve tesis kolaylıkları dikkate alınarak belirlenir.

Özellikle atıksu miktarı arıtım yöntemi seçiminde büyük önem taşır. Miktarı az ve kesikli deşarjlarda ayrı, miktarı fazla ve düzenli deşarjlarda farklı yöntemler uygulanır.

Özellikle büyük debilerde arıtım sisteminin sürekliliği önemlidir. En çok uygulanan sistem alkali klorinsayondur. Alkali klorinasyon_ da siyanür klorla oksitlenerek (CO_2) ve Azot (N_2) olarak tamamen okside olur. Debisi az konsantrasyonu fazla siyanürlü atıksular için Elektrolitik paçalama veya uygun banyo düzeni elde edilebi_ lirse buharlaştıracak sirkülasyon işlemi daha da uygundur.

5. Alkali Klorinasyon Yöntemine Göre Arıtım Tesislerinin Projelendirilmesi (20)

Ozonlama da peroksitle oksitleme de olumlu sonuç veren yöntemlerdir. Ayrıca uzun havalandırma havuzlarında düşük konsantrasyonlardaki atıksular belirli derecelere kadar arıtılabilmektedir.

Genelde siyanürlü atıksular için uygun bir proses yoktur. Uygun proses; belirli konsantrasyondaki ve debideki siyanürlü atıksuyu en ekonomik şekilde istenilen şekilde çevreye zarar vermeyecek istenilen konsantrasyona en ekonomik olarak indirebilen prostestir. Bu prosesin seçimi bilgi ve tecrübeye dayanır.

Sonuç olarak siyanür arıtım yöntemine karar vermeden önce yapılması gerekli çalışmalarda yukardaki bilgiler değerlendirilerek karar verilir. Proje öncesi ve porje sonrası ve tatbikat sırasında yapılan dikkatli çalışmalarla da optimum randıman sağlanır.

Ayrıca arıtım yöntemine karar vermek ve yeni yöntemler üzerinde çalışmak, bu işi bilen değişik mesleklerden mühendislerin ortak çalışmasıyla daha kolay olur.

5. Alkali Klorinasyon Yöntemine Göre Arıtım Tesislerinin Projelendirilmesi (20)

Reaksiyon tankı ;

Alkali klorinasyon siyanür parçalanması için en çok kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde klor gazı ya da sodyum hipoklorit kullanılır.

Siyanürün siyanata ya da daha ileri arıtmaya CO_2 ve N_2 a indirgenmesi için üç kimyasal reaksiyon kullanılır. (Bkz.2.3.1.) Siyanür bileşikleri klor gazı ile ilk reaksiyonla siyanür klorite oksitlenir. Siyanür klorit çok zehirli bir gazdır. pH 11'de tutularak hızla siyanata indirgenir. Siyanat çok daha az zehirlidir. Son reaksiyon ise siyanatların N_2 ve CO_2 ye oksitlenmesidir. Bu reaksiyonlar pH'a bağlıdır. Reaksiyon hızı pH artırılarak hızlandırılır. pH'ın 7'den daha küçük olduğunda siyanatlar Nitratlara dönüşür ki bu da istenmeyen durumdur.

Gerçekte işlem sürekli akış ortamında tek bir tankla yapılabilir. Bu tankın içerisinde tankı iki parçaya bölen iki bölüm vardır. Hacim bir saatlik reaksiyon zamanına göre boyutlandırılır. Bunun 20 dakikalık kısmı ilk kademe 40 dakikalık kısmı ikinci kademe olur. Yine ilk reaksiyon 1 kademe olur. İlk iki reaksiyon aynı anda olur ikinci kademe ise üçüncü reaksiyon olur.

Bir ORP kontrol cihazı otomatik olarak redoks potansiyeli +300 mV dan düşük tutmak için Cl_2 sağlar ORP ayarlanabilir ve bir kaydedici ile teçhiz edilebilir. pH kontrolü pH'ı 10.5'ta muafaza eder. pH kontrol cihazıda bir kaydedici ve alarmla teçhiz edilmelidir.

İkinci kademe siyanatın N_2 ve CO_2 ye oksidasyonuna yön vermek için başka bir pH kontrol cihazı ile pH seviyesi 8 civarında tutulur.

Bir ORP kontrol cihazı potansiyeli +700 mV civarında tutmak için klor ilavesini kontrol eder. Siyanürlü atıksu arıtımında reaksiyon

tankındaki işlemler;arak da analog çıkışı bir pH kontrol cihazı asit veya kostik(besleme) miktarını ayarlanan nötralizasyon tankına göre

-Sulandırılmış Na OH ile pH'ı 10.5'a yükselt

-ORP +30 mV tan daha fazla olana kadar aynı zamanda NaOH ile pH 10.5'ta tutularak CL_2 ilave et

-ORP stabil olana kadar 30 dakika karıştır.

-Sulandırılmış asit e pH'ı 8'e düşür.

-ORP +700 mV'a varana kadar CL_2 ilave et.

Nötralizasyon Tankı ;

Krom redüksiyonu ve siyanür oksidasyonu tanklarından gelen atıksularla asit ve alkali atıksular birlikte nötralizasyon tankına gelir. pH'ı düşürmek için sulandırılmış sülfirik asit ve hipoklorit asit kullanılır. Eğer çıkış asidikse ki çoğunlukla böyle olur, pH yükseltilir. Bu işlemde Ca OH ya da NaOH kullanılır.

NaOH pahalı olmasına rağmen daha uygun ve müsaittir. Çok miktarda asidin nötralize edilmesi durumunda kireç kullanılabilir. Ayrıca tüketimin 450 kg. geçtiği durumlarda da kireç kullanılabilir. Kireç zor eridiğinden başka tankta çok çamur üreterek sorun yaratır. pH'ın 2' den küçük olduğu durumlarda daha az eriyebilir $CaSO_4$ meydana gelir.

Kireçle nötralizasyonun faydaları da vardır. Suyun içindeki kompleks haldeki metaller kireç ile reaksiyona girerek çökelirler.

Nötralizasyon için basit bir tank ve karıştırıcı ve bir tane de pH kontrol cihazı gereklidir. pH-7.5'ta kostik veya kireç ilave edilir. pH: 8.5'ta sulandırılmış sülfirik asit ile kontrol sağlanır. Eğer atıksuyun debisi ve pH'ı çok hızlı değişiyorsa nötralizasyon iki tank kullanılır. 1 tankta pH: 6'ya son ayar da 2 tankta yapılır.

Temiz su çıkışı

Veya alternatif olarak da analog çıkışlı bir pH kontrol cihazı asit veya kostik(besleme) miktarını ayarlanan noktadaki sapmaya göre otomatik olarak ayarlar.

NaOH ile nötralizasyon tankları 10 30' reaksiyon zamanına göre boyutlandırılır. Kireçle nötralizasyonda daha uzun zamana ihtiyaç vardır, aynı zamanda iyi karıştırma gereklidir.

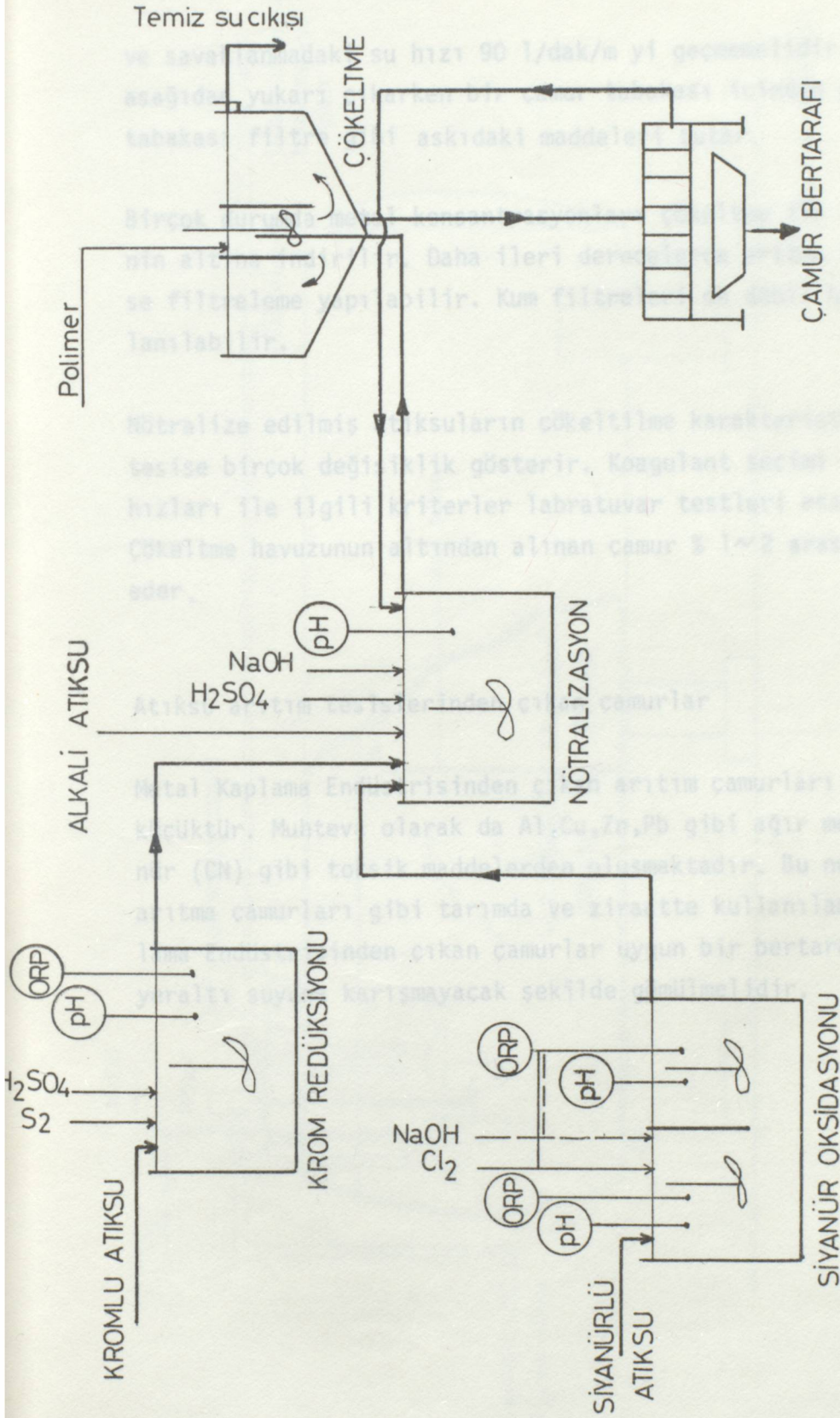
Nötralizasyon işlemi için ;

- Sulandırılmış NaOH veya kireç yavaşça ilave edilir. Metallerin çökmesi için gerekli pH'a getirilir.
- Tank malzemesinin dayanımı ötesinde sıcaklığın artmamasına dikkat edilir.
- Deneyisel olarak tesbit edilmiş dozda poli elektrolit ilave ediniz.
- Bir dakika süre ile karıştırıp karıştırıcı durdurulduktan sonra çamur çökmesi için 2-4 saat beklenir.
- Suyu üstten, çamuru da alttan alınır.

Çökeltme ;

Nötralizasyon işleminden sonra Metal hidroksit ve askıdaki diğer maddelerle ya ağırlıkla (gravity sedimentation) ya da pıhtılı çökeltme işlemi uygulanır. Pıhtılaşmaya yardımcı olarak demir, alüminyum sulfat ya da polimer ilave edilir. Dozajın 1 5 dakika arasında suya karışması sağlanır. Suya koagulant verme işlemi ayrı bir yerde yapılarak çökeltme tankında ister yumaklaşmış ister askıdaki maddelerin çökmesi 4 saatlik zaman yeterlidir.

Pıhtılı çökeltmede havuzdaki sıvı yükselme hızı 20L/dak/m² civarında



Şekil 2.12 Tipik bir siyanürlü atıksu arıtım tesisi akım şeması

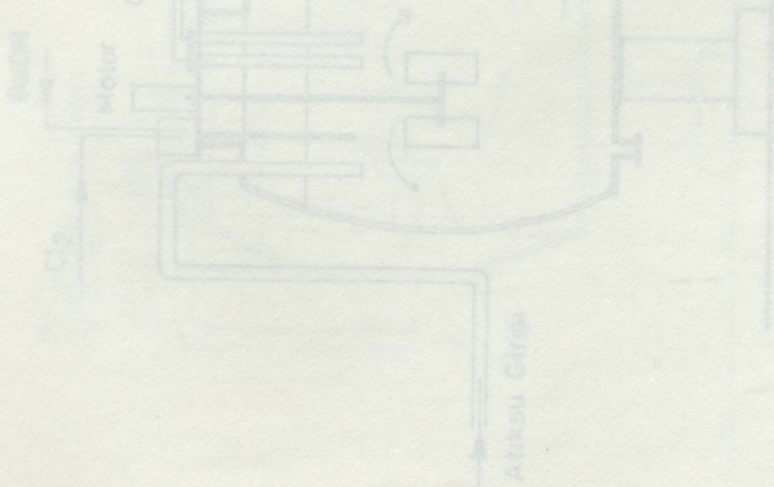
ve savaklanmadaki su hızı 90 l/dak/m yi geçmemelidir. Giriş suyu aşağıdan yukarı çıkarken bir çamur tabakası içinden geçilir. Çamur tabakası filtre gibi askıdaki maddeleri tutar.

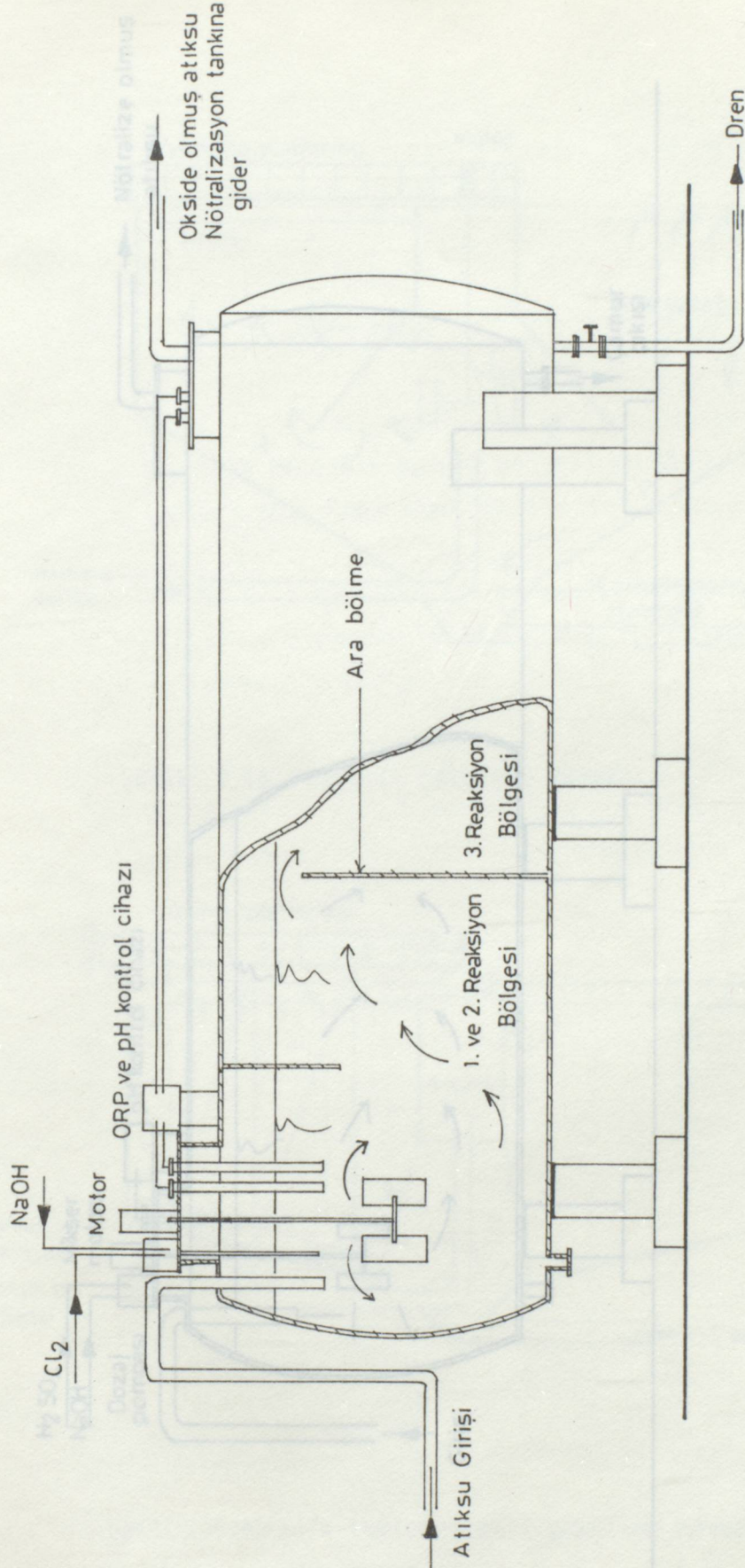
Birçok durumda metal konsantrasyonları çökeltme ile istenen seviyenin altına indirilir. Daha ileri derecelerde arıtma işlemi istenirse filtreleme yapılabilir. Kum filtreleri de dahil hertip filtre kullanılabilir.

Nötralize edilmiş atıksuların çökeltme karakteristikleri tesisten tesise birçok değişiklik gösterir. Koagulant seçimi ve dozajı ve su hızları ile ilgili kriterler labratuvar testleri esasına göre olmalı. Çökeltme havuzunun altından alınan çamur % 1~2 arasında katı ihtiva eder.

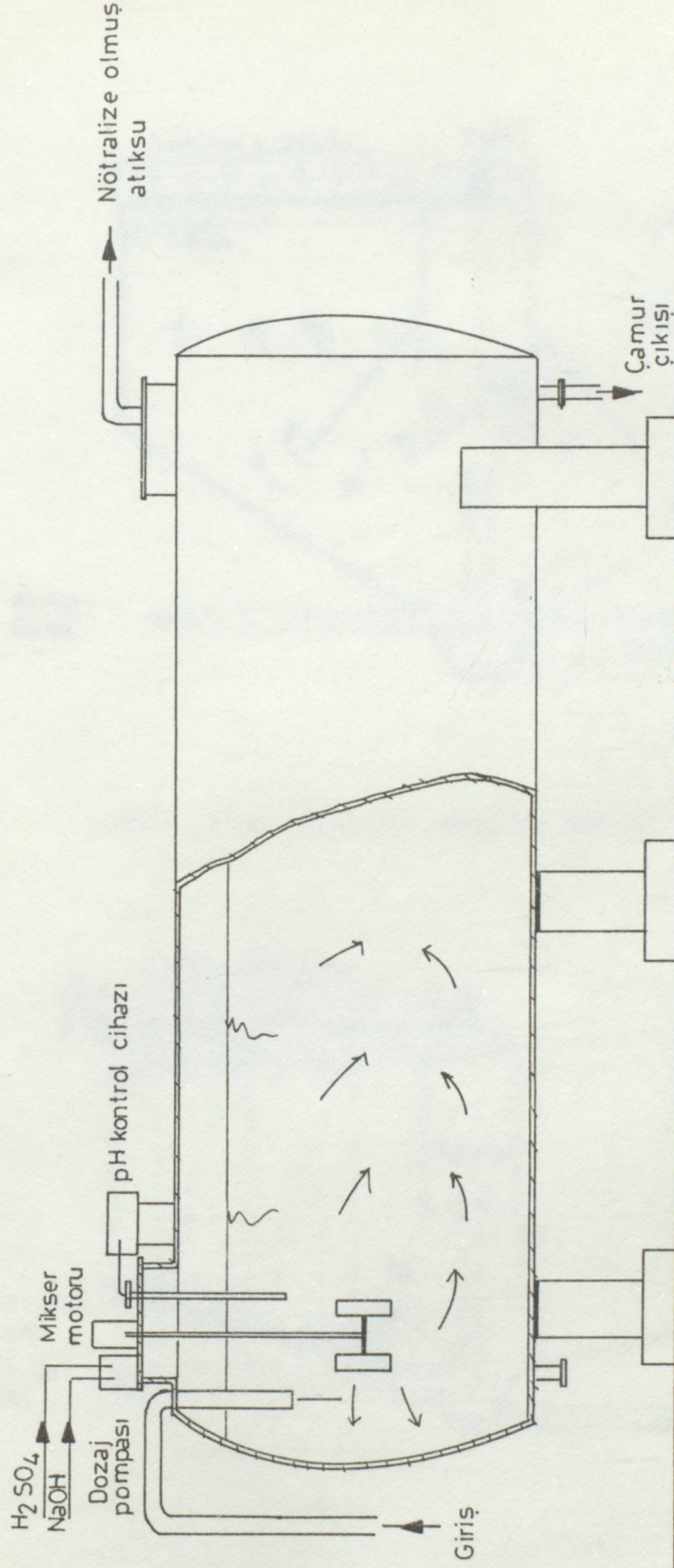
Atıksu arıtım tesislerinden çıkan çamurlar

Metal Kaplama Endüstrisinden çıkan arıtım çamurları miktar olarak küçüktür. Muhteva olarak da Al,Cu,Zn,Pb gibi ağır metallerle siyanür (CN) gibi toksik maddelerden oluşmaktadır. Bu nedenle de diğer arıtım çamurları gibi tarımda ve ziraatte kullanılamaz. (24).Kaplama Endüstrisinden çıkan çamurlar uygun bir bertaraf yöntemiyle yeraltı suyuna karışmayacak şekilde gömülmelidir.

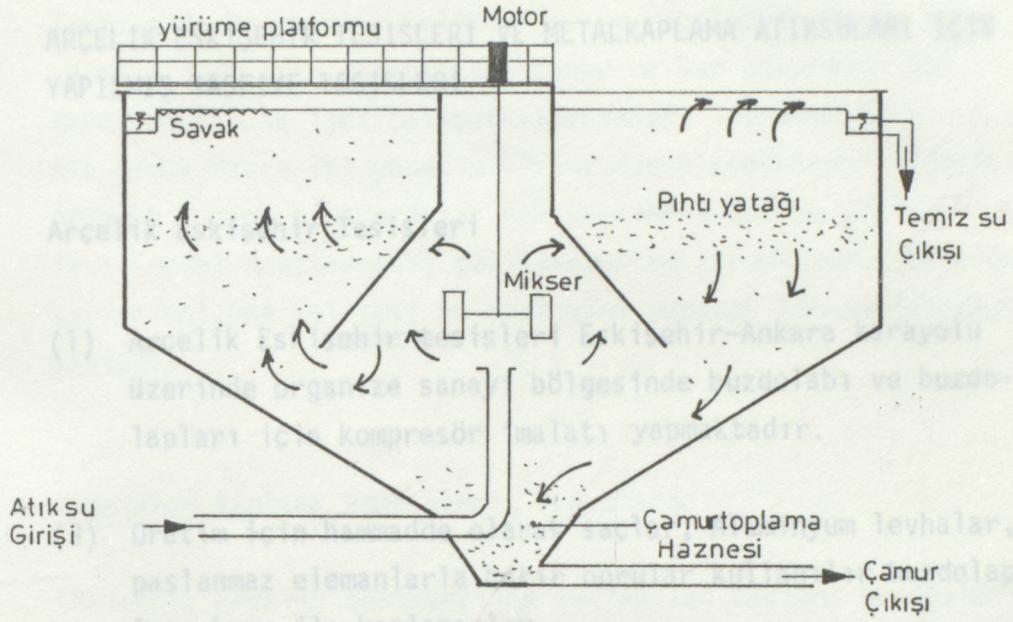




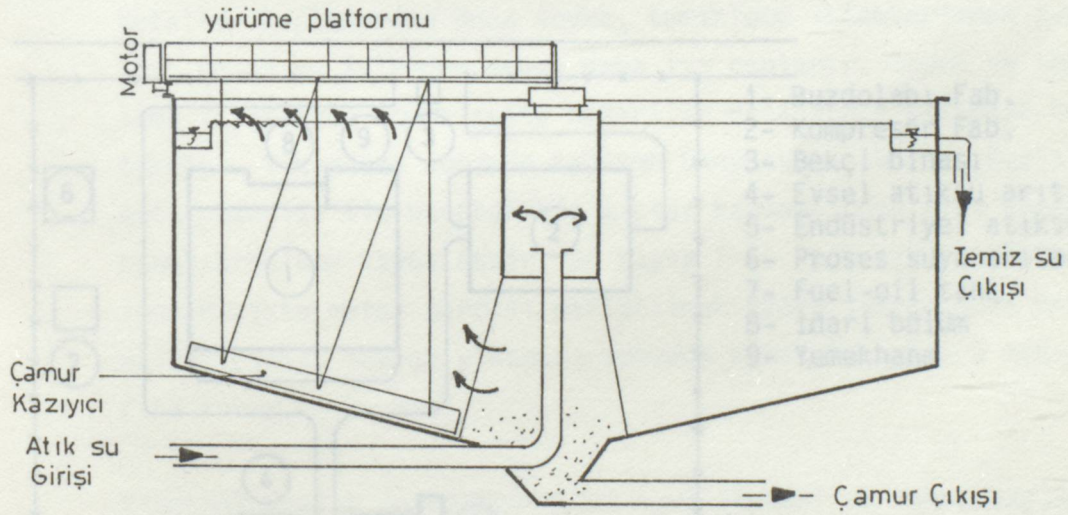
ŞEKİL 2.13 Sürekli akış ve alkali klorinasyonla çalışan siyanür oksidasyon tankı



ŞEKİL 2.14 Nötralizasyon Tankı



ŞEKİL 2.15 Pıhtılı çökeltme havuzu



ŞEKİL 2.16 Mekanik temizleyicili çökeltme havuzu

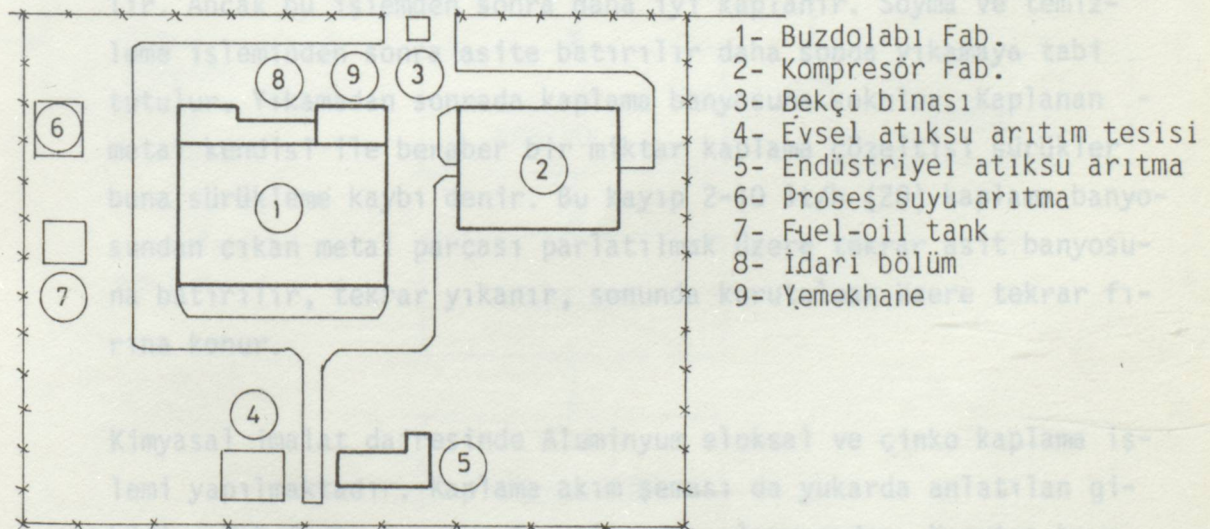
3. ARÇELİK ESKİŞEHİR TESİSLERİ VE METALKAPLAMA ATIKSULARI İÇİN YAPILMIŞ TASFİYE TESİSLERİ

3.1. Arçelik Eskişehir Tesisleri

(1) Arçelik Eskişehir tesisleri Eskişehir-Ankara karayolu üzerinde organize sanayi bölgesinde buzdolabı ve buzdolapları için kompresör imalatı yapmaktadır.

(3) Üretim için hammadde olarak saçlar, Alüminyum levhalar, paslanmaz elemanlarla bakır borular kullanılır buzdolapları boya ile kaplanırlar.

(2) Arçelik tesislerinde üretim iki ana binada yapılmaktadır. Bunlardan birinde Buzdolabı imalatı diğernide buzdolabı için gerekli kompresör imalatı yapılmaktadır.



Şekil 3.1.de Eskişehir Arçelik Tesislerine ait genel yerleşim verilmiştir.

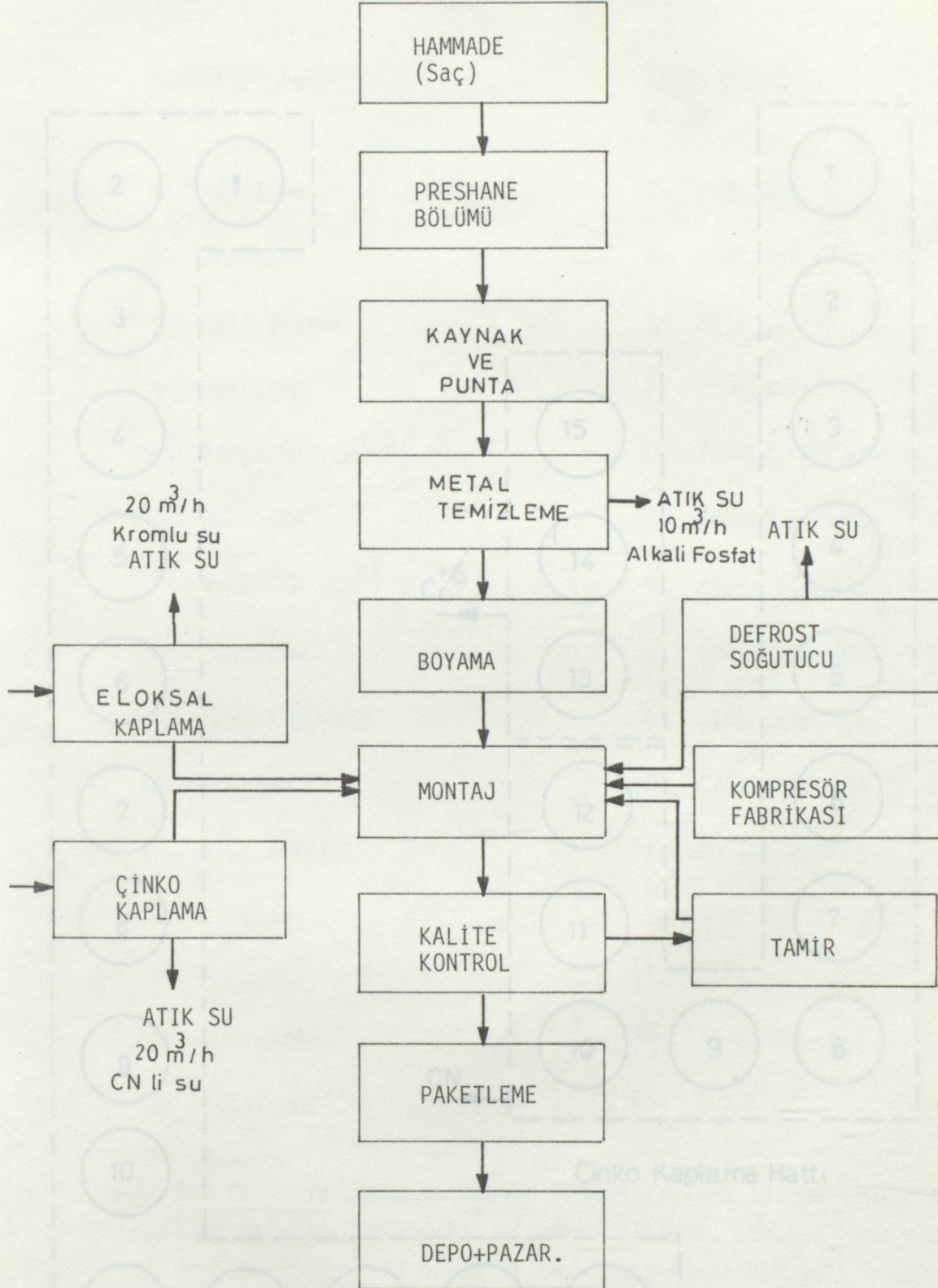
Tesislerde üç vardiya halinde üretim yapılmakta bu iş için sürekli 1000 işçi çalışmakta, bahar ve yaz döneminde 200 karda mevsimlik işçi çalıştırılmaktadır. Tesisler idari ve teknik olmak üzere iki yönetim biriminden oluşmaktadır. Teknik yönetim birimini oluşturanlar hem üretimden hem de yeni ürün tipleri (model araştırması) geliştirmekten sorumludur. Tesislerde ayrıca malzeme kalitesi ve analizini yapacak bir de labratuvara sahiptir.

3.1.1. Uygulanan Kaplama Prosesleri, Banyoları

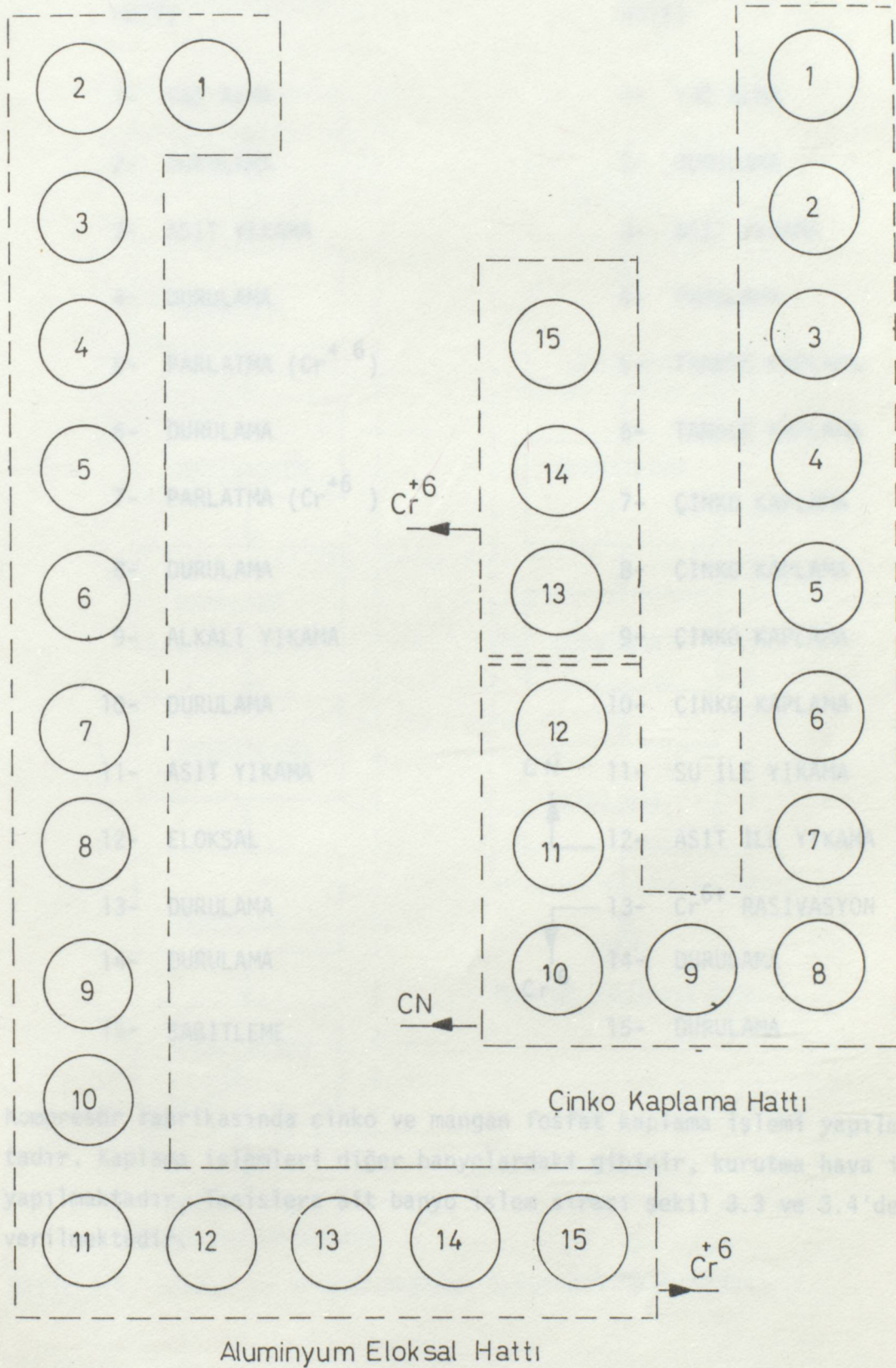
Eskişehir Arçelik tesislerinde kullanılan kaplama prosesleri çinko kaplama, alüminyum eloksal, kromatlama, fosfat kaplama işlemleri yapılmaktadır. Kaplama işince kullanılan banyo çözeltileri kimyasal madde üreten firmalardan hazır olarak alınmaktadır.

Metaller kaplanmadan önce soyma, temizleme işlemlerinden geçirilir. Ancak bu işlemden sonra daha iyi kaplanır. Soyma ve temizleme işleminden sonra asite batırılır daha sonra yıkamaya tabi tutulur. Yıkamadan sonrada kaplama banyosuna sokulur. Kaplanan metal kendisi ile beraber bir miktar kaplama çözeltisi sürükler buna sürüklenme kaybı denir. Bu kayıp 2-10 lt/h (20) kaplama banyosundan çıkan metal parçası parlatılmak üzere tekrar asit banyosuna batırılır, tekrar yıkanır, sonunda kurutulmak üzere tekrar fırına konur.

Kimyasal imalat dairesinde Alüminyum eloksal ve çinko kaplama işlemi yapılmaktadır. Kaplama akım şeması da yukarıda anlatılan gibidir. Tek farkı kurutma fırınlarının olmayışındır. Kurutma hava ile yapılmaktadır.



ŞEKİL 3.2 Buzdolabı fabrikası üretim planı



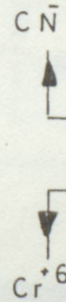
ŞEKİL 3.3 Kimyasal imalat bölümü

ALUMİNYUM ELOKSAL
HATTI

- 1- YAĞ ALMA
- 2- DURULAMA
- 3- ASİT YIKAMA
- 4- DURULAMA
- 5- PARLATMA (Cr^{+6})
- 6- DURULAMA
- 7- PARLATMA (Cr^{+6})
- 8- DURULAMA
- 9- ALKALI YIKAMA
- 10- DURULAMA
- 11- ASİT YIKAMA
- 12- ELOKSAL
- 13- DURULAMA
- 14- DURULAMA
- 15- SABİTLEME

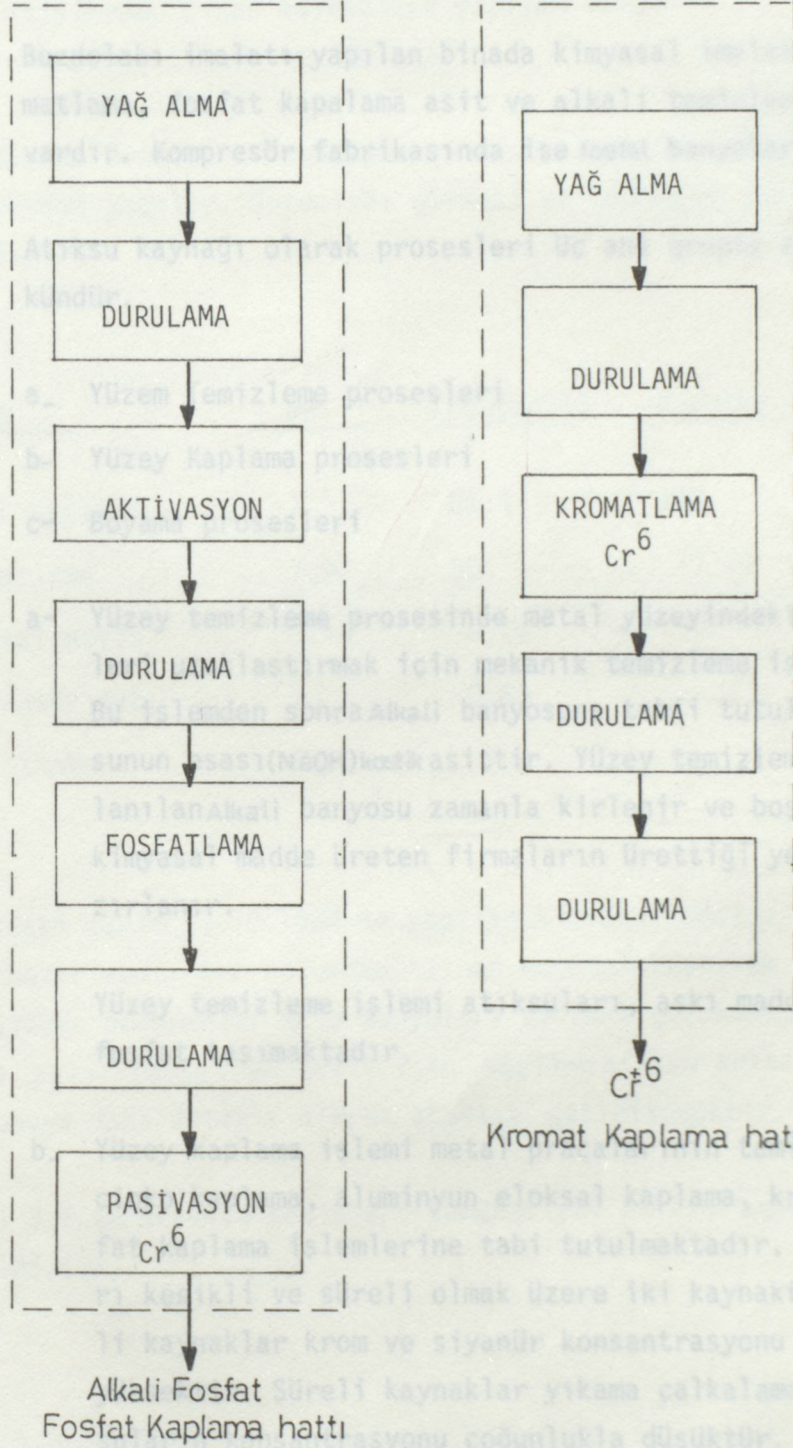
ÇİNKO KAPLAMA
HATTI

- 1- YAĞ ALMA
- 2- DURULAMA
- 3- ASİT YIKAMA
- 4- DURULAMA
- 5- TANBUR KAPLAMA
- 6- TANBUR KAPLAMA
- 7- ÇİNKO KAPLAMA
- 8- ÇİNKO KAPLAMA
- 9- ÇİNKO KAPLAMA
- 10- ÇİNKO KAPLAMA
- 11- SU İLE YIKAMA
- 12- ASİT İLE YIKAMA
- 13- Cr^{6+} RASİVASYON
- 14- DURULAMA
- 15- DURULAMA



Kompresör fabrikasında çinko ve mangan fosfat kaplama işlemi yapılmaktadır. Kaplama işlemleri diğer banyolardaki gibidir, kurutma hava ile yapılmaktadır. Tesislere ait banyo işlem sırası şekil 3.3 ve 3.4'de verilmektedir.

3.1.2 Arcelik Eskişehir testleri
Atıksu Kaynakları ve Özellikleri



ŞEKİL 3.4. Fosfat ve Kromat Kaplama Banyoları Akım Şeması

3.1.2 Arçelik Eskişehir tesisleri

Atıksu Kaynakları ve Özellikleri

Buzdolabı imalatı yapılan binada kimyasal imalat bölümü, Kromatlama, fosfat kaplama asit ve alkali temizleme bölümleri vardır. Kompresör fabrikasında ise fosfat banyoları vardır.

Atıksu kaynağı olarak prosesleri üç ana grupta ele almak mümkündür.

a- Yüzem Temizleme prosesleri

b- Yüzey Kaplama prosesleri

c- Boyama prosesleri

a- Yüzey temizleme prosesinde metal yüzeyindeki pasları, pürüzleri uzaklaştırmak için mekanik temizleme işlemi uygulanır. Bu işlemden sonra Alkali banyosuna tabii tutulur. Alkali banyosunun esası (NaOH) kostik asittir. Yüzey temizleme işleminde kullanılan Alkali banyosu zamanla kirlenir ve boşaltılır. Yine kimyasal madde üreten firmaların ürettiği yeni banyolar hazırlanır.

Yüzey temizleme işlemi atıksuları, askı maddesi, yağ, gres fosfat taşımaktadır.

b- Yüzey kaplama işlemi metal parçalarının temizlenmesi sonucu çinko kaplama, alüminyum eloksallı kaplama, krom kaplama, fosfat kaplama işlemlerine tabi tutulmaktadır. Kaplama banyoları kesikli ve sürekli olmak üzere iki kaynaktan çıkar. Kesikli kaynaklar krom ve siyanür konsantrasyonu bakımından çok yüksektir. Sürekli kaynaklar yıkama çalkalama sularıdır. Bu suların konsantrasyonu çoğunlukla düşüktür.

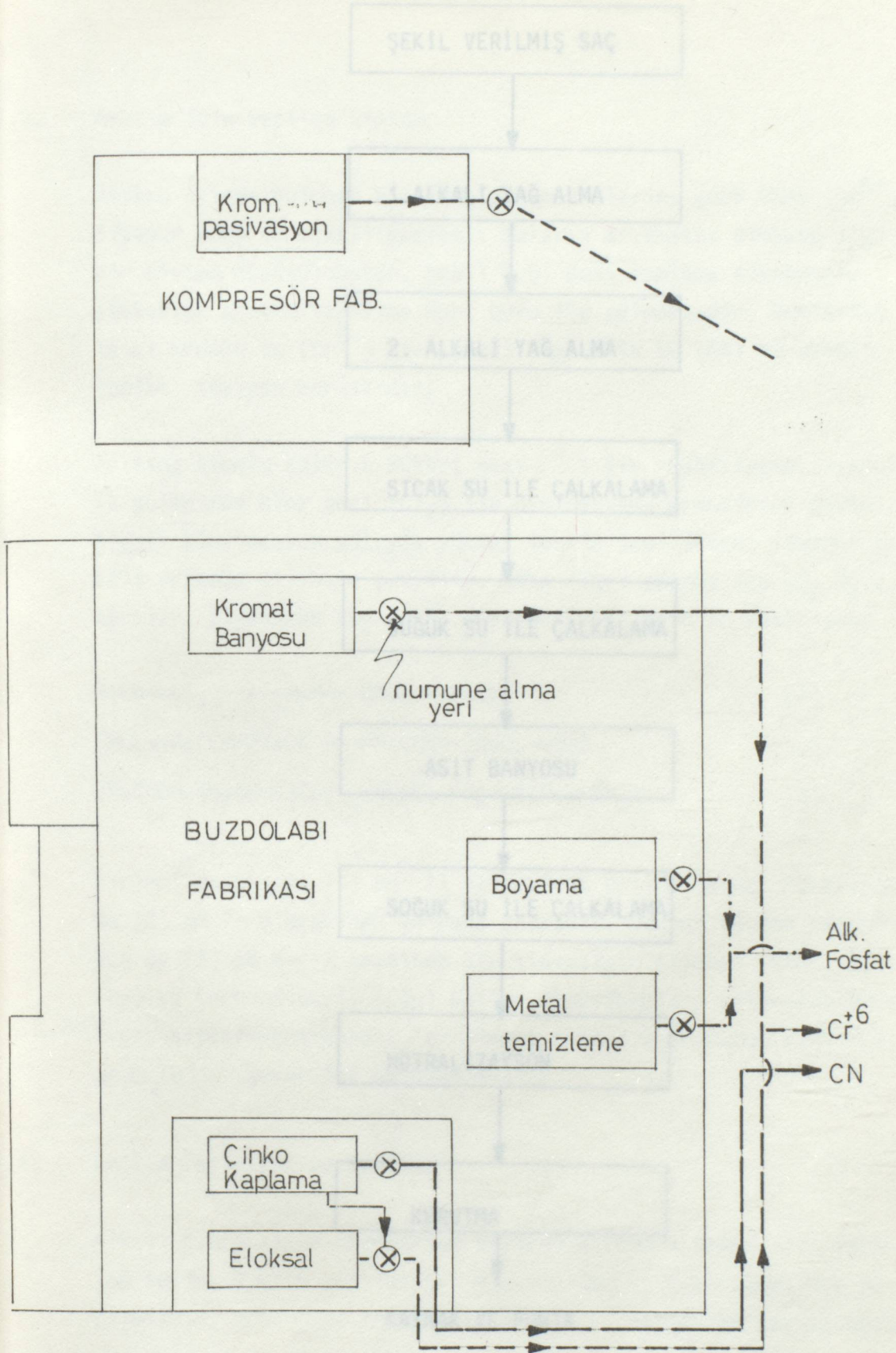
Siyanürlü atıksular, çinko kaplama banyolarından çıkmaktadır. Tesislerden çıkan atıksulara yapılan kimyasal analiz sonuçları Tablo 5.1.de verilmiştir.

- c) Boyama prosesi : Temizleme ve fosfatlama işlemlerinden sonra boyama yapılır. Buzdolabı gövdesi ve kapakalar boya ile kaplanır.

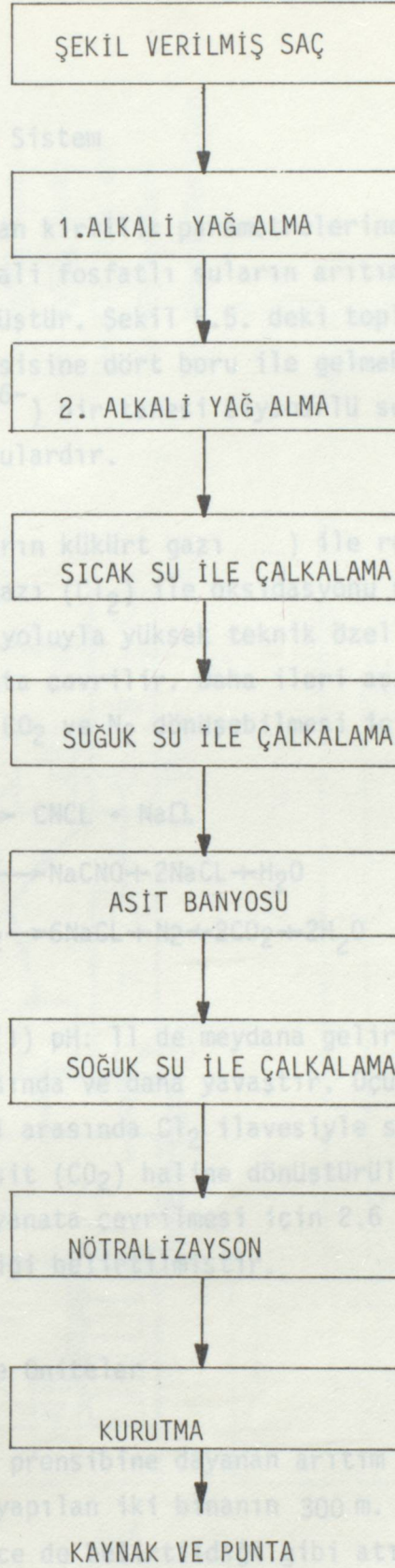
<u>Bölüm</u>	<u>pH</u>	<u>Krom(mg/l)</u>	<u>Siyanür (mg/l)</u>
Çinko kaplama	7.	82.5	118.
Kromatlama	7.90	50	11.70
Eloksal hattı	2.15	0.75	-
Kompresör fab.	7.	0.80	-
Fosfatlama	7.90	-	-

Yukardaki tablo 23.10.1984 te yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre hazırlandı. Her bölümden alınan numunelerden hem krom hem de siyanür bulunanlar için banyoları ayırmak gerekmektedir. Daha sonra anlatılacak bu tesis için seçilen atıksu arıtım sisteminde bu konuya daha detaylı olarak açıklık getirilecektir.

Şekil 3.5.te Arçelik tesisleri Endüstriyel atıksu toplama sistemi verilmiştir.



ŞEKİL 3.5 Arçelik Tesisleri endüstriyel atıksu toplama sistemi

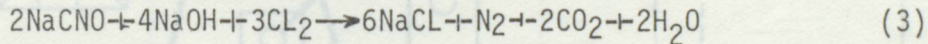
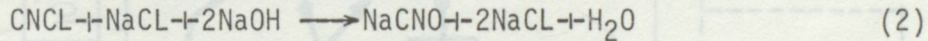
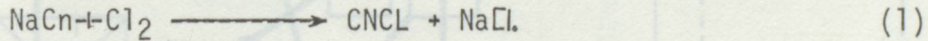


ŞEKİL 3.6 Metal temizleme akım şeması

1.1.3. Arıtım İçin Seçilen Sistem

Atıksu içinde bulunan kirlilik parametrelerine göre krom (Cr^{6+}) Siyanür (CN) ve alkali fosfatlı suların arıtımını dikkate alan bir sistem düşünülmüştür. Şekil 5.5. deki toplama sistemiyle atıksular arıtım tesisine dört boru ile gelmektedir. Bunlardan ikisi kromlu su (Cr^{6+}) bir tanesi siyanürlü su (CN) ve Alkali fosfat taşıyan borulardır.

Arıtım; kromlu suların kükürt gazı (H_2S) ile redüksiyonu, siyanürlü sularında klor gazı (Cl_2) ile oksidasyonu prensibine dayanır. Alkali klorinasyon yoluyla yüksek teknik özellikteki siyanür alkali ortamda siyanata çevrilir. Daha ileri aşamada ise CO_2 N_2 a ayrılır. Siyanürün CO_2 ve N_2 dönüşebilmesi için üç reaksiyon;

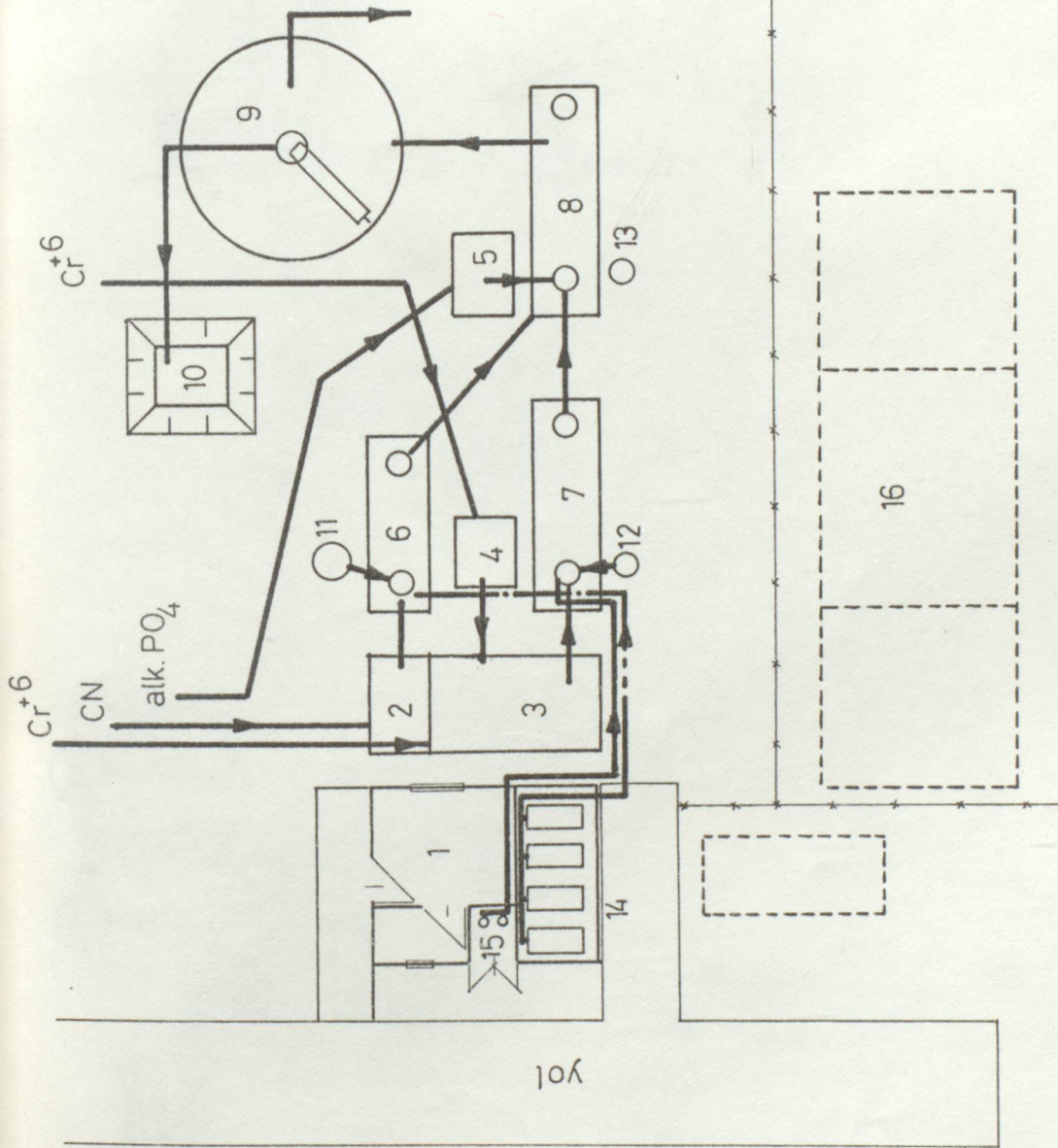


Birinci reaksiyon (1) pH: 11 de meydana gelir. İkinci reaksiyon da (2) pH 7~8 arasında ve daha yavaştır. Üçüncü ve son reaksiyon da (3) pH 8~11 arasında Cl_2 ilavesiyle siyanat (CNO); azot (N_2) ve karbondioksit (CO_2) haline dönüştürülür. Literatürlerde 1 gr. siyanürü siyanata çevrilmesi için 2.6 gr. Cl_2 (20) 2.75 ~ 3.10 gr. Cl_2 (21) gerektiği belirtilmiştir.

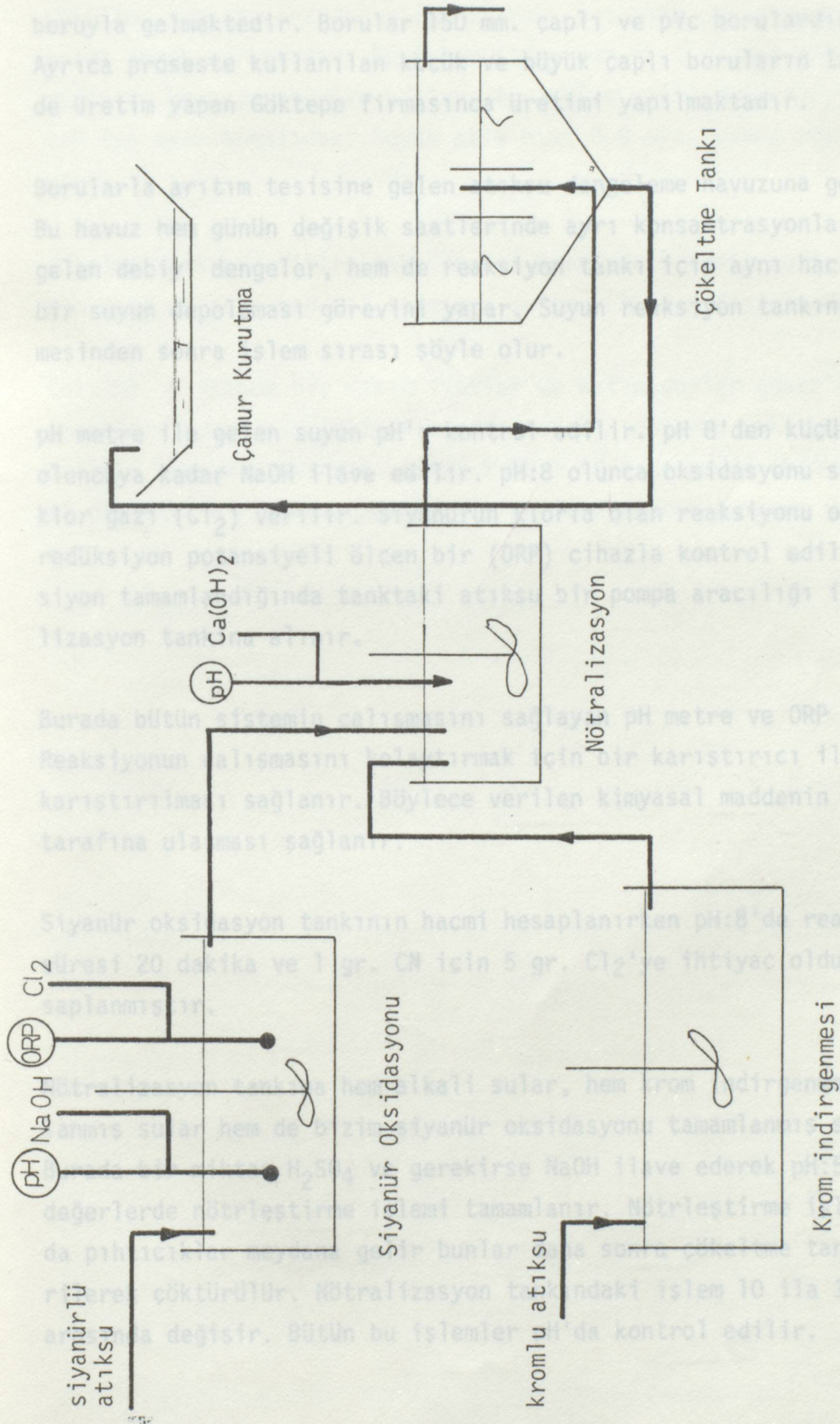
1.1.4. Arıtım Tesisleri ve Üniteler

Alkali klorinasyon prensibine dayanan arıtım sistemi için yapılan tesis, üretim yapılan iki binanın 300 m. kadar uzağında yapılmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi atıksular tesise dört

- 2- CN Dengeleme Havuzu
- 3- CR "
- 4- " "
- 5- Alkali Fosfat Havuzu
- 6- CN Reaksiyon Tankı
- 7- CR "
- 8- Nötralizasyon Tankı
- 9- Çökeltilme Tankı
- 10- Çamur Kurutma
- 11- NaOH Tankı
- 12- H_2SO_4 Tankı
- 13- H_2SO_4 Tankı
- 14- Cl_2 Tankları
- 15- SO_2 Tankları
- 16- Mevcut Tesisler



Şekil 3.7 Arçelik Endüstriyel Atık Su Arıtım Tesisleri Yerleşim Planı



Şekil 3.8 Arçelik Endüstriyel Atık Su Arıtım Tesisleri
Akış Şeması

boruyla gelmektedir. Borular 150 mm. çaplı ve pVc borulardır. Ayrıca proste kullanılan küçük ve büyük çaplı boruların İzmir' de üretim yapan Göktepe firmasınca üretimi yapılmaktadır.

Borularla arıtım tesisine gelen atıksu dengeleme havuzuna gelir. Bu havuz hem günün değişik saatlerinde ayrı konsantrasyonlarda gelen debiyi dengeler, hem de reaksiyon tankı için aynı hacimdeki bir suyun depolaması görevini yapar. Suyun reaksiyon tankına gelmesinden sonra işlem sırası şöyle olur.

pH metre ile gelen suyun pH'ı kontrol edilir. pH 8'den küçükse pH:8 oluncaya kadar NaOH ilave edilir. pH:8 olunca oksidasyonu sağlayacak klor gazı (Cl_2) verilir. Siyanürün klorla olan reaksiyonu oksidasyon redüksiyon potansiyeli ölçen bir (ORP) cihazla kontrol edilir. Reaksiyon tamamlandığında tanktaki atıksu bir pompa aracılığı ile nötralizasyon tankına alınır.

Burada bütün sistemin çalışmasını sağlayan pH metre ve ORP ölçerdir. Reaksiyonun çalışmasını kolaytırmak için bir karıştırıcı ile suyun karıştırılması sağlanır. Böylece verilen kimyasal maddenin suyun her tarafına ulaşması sağlanır.

Siyanür oksidasyon tankının hacmi hesaplanırken pH:8'de reaksiyon süresi 20 dakika ve 1 gr. CN için 5 gr. Cl_2 'ye ihtiyaç olduğu hesaplanmıştır.

Nötralizasyon tankına hem alkali sular, hem krom indirgenmesi tamamlanmış sular hem de bizim siyanür oksidasyonu tamamlanmış sular gelir. Burada bir miktar H_2SO_4 ve gerekirse NaOH ilave ederek pH:5'den büyük değerlerde nötrleştirme işlemi tamamlanır. Nötrleştirme işlemi esnasında pıhtıçıklar meydana gelir bunlar daha sonra çöktürme tankına geçirilerek çöktürülür. Nötralizasyon tankındaki işlem 10 ila 30 dakika arasında değişir. Bütün bu işlemler pH'da kontrol edilir.

3.2.1 Çökeltme tankına ortadan giren atıksu, ortadaki çekirdekten çıkmak için aşağı inmek zorundadır. Bu işlem sırasında su içindeki süspanse, askı maddeler yavaşça çökmeye başlar. Bu işlem yapılırken suyun giriş hızı çok iyi ayarlanmalıdır. Suyun akış hızı 0.8 m/s, yüzey yükü ise $0.02 \text{ m}^3/\text{m}^2$ dir.

Çökeltme tankında filtre tabakasının üzerindeki temiz su içinde 20 ppm den daha az askı maddesi kalmışsa su savaklardan deşarj edilir.

Çökeltme tankında bir kısım floklar ve katı maddeler çökerler. Çökelen çamurlar sıyırıcılarla tankın ortasındaki toplanma çukuruna alınır. Belirli konsantrasyondaki çamur % 20-% 40 katı madde ihtiva eder duruma gelince, bir vakum pompası ile emilerek çamur kurutma yatağına alınır.

Karıştırıcı boyutlandırılması ise; pH ayarlanması ve indirgenme ve oksidasyon için ilave edilen kimyasal maddenin kısa bir zamanda 10-15 saniye (20) içinde suyun her tarafına karışmasını amaçlar.

Karıştırma 10-120 dev/dak. dönüşlü ve iki kantalı bir pervane ile sağlanır. Bu pervanelerin çevre hızı 3-4.5 m/sn. dir.

Karışma işleminden sonra reaksiyon 20-40 dak. içinde tamamlanır. Reaktörün girişinde pH metre ve ORP aleti vardır. Aynı aletler reaktörün sonuna da konursa daha emniyetli çalışma yapılmış olur.

3.2.2 Arıtım Randımanı

Tesise ait arıtım randımanı, arıtımı gösteren deneyler yapılarak bulunur. Randıman ya tesisin bir Ünitesi ya da toplamı göz önüne alınarak değerlendirilir. Bir Ünite için, yapılan deneyler sadece o bölümün çalışıp çalışmadığını ifade eder. İkinci grup deneyler de tesisin standartlara uygun çalışıp çalışmadığını ifade eder.

Alkali klorinasyonla siyanür oksidasyonuna dayanan bu sistemde tesisin verimi; reaktöre giristeki siyanür konsantrasyonunun reaktörden çıkışındaki siyanür konsantrasyonundaki azalmanın yüzde cinsinden ifadesidir.

3.2. Arıtım Randımanı İçin Yapılan Çalışmalar

3.2.1 Genel Bilgi

Arçelik tesislerinin Endüstriyel atık sularına ait arıtım tesisi için seçilen sistem ileri teknolojik özellikleri olan bir sistemdir. Sistemde akış sürekli (continuous flow)

Görüldüğü gibi sürekli akış prensibine göre hazırlanan proste reaksiyon hız katsayısının tayini çok önemlidir. Bunun tayininde deneylerle olur. ORP ile reaksiyon kontrol edilir. Zaman tayini reaksiyona göre ayarlanır. Buna göre tank (reaktör) boyutlandırılır.

Karıştırıcı boyutlandırılması ise; pH ayarlanması ve indirgenme ve oksidasyon için liave edilen kimyasal maddenin kısa bir zamanda 10-15 saniye (20) içinde suyun her tarafına karışmasını amaçlar.

Karıştırma 10-120 dev/dak. dönüşlü ve iki kantalı bir pervane ile sağlanır. Bu pervanelerin çevre hızı 3-4.5 m/sn.dir.

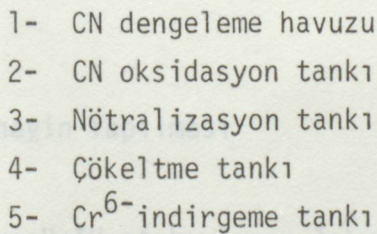
Karışma işleminden sonra reaksiyon 20-40 dak. içinde tamamlanır. Reaktörün girişinde pH metre ve ORP aleti vardır. Aynı aletler reaktörün sonuna da konursa daha emniyetli çalışma yapılmış olur.

3.2.2 Arıtım Randımanı

Tesise ait arıtım randımanı, arıtmı gösteren deneyler yapılarak bulunur. Randıman ya tesisin bir ünitesi ya da toplamı göz önüne alınarak değerlendirilir. Bir ünite için, yapılan deneyler sadece o bölümün çalışıp çalışmadığını ifade eder. İkinci grup deneyler de tesisin standartlara uygun çalışıp çalışmadığını ifade eder.

Alkali klorinasyonla siyanür oksidasyonuna dayanan bu sistemde tesisin verimi; reaktöre girişteki siyanür konsantrasyonunun reaktörün çıkışındaki siyanür konsantrasyonundaki azalmanın yüzde cinsinden ifadesidir.

Siyanür reaksiyon tankından çıkan suyun notralizasyon tankına sonrada çökeltme tankına gelir. Tesis çıkışıındaki siyanür miktarının, tesis girişindeki siyanür miktarıyla oranı da toplam randıman olarak ifade edilir.



⊗ (Numune alma yerleri)

$$\text{Arıtım randımanı \% A : } \frac{\text{Giriş kons.}-\text{Çıkış kons.}}{\text{Giriş Kons.}}$$

3.2.3. Analizler İçin Numune Alma

Alınan numune suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tayininde güvenilir sonuçların elde edilmesinde uygulanan analiz yöntemi kadar numunelerin belirli yöntemlerle alınması gerekir.

Kimyasal analiz için iki litre su yeterlidir. (17) Ancak aynı su da birden çok deney yapılacaksa numune su miktarı artar.

ALETLER :

Numunenin alınması ile analizi arasındaki zaman, mümkün olduğu kadar kısa olmalıdır. Siyanürlü su numuneler için bu zaman NaOH ilavesi ile 24 saat'dır. (21) Uygun yöntemlerle alınan su numuneleri bekletilmeden labratuvara getirilir. Su numunelerinin alınması ile analizi arasındaki zamanının kısalığı analitik olarak daha güvenilirdir neticeler verecektir. Siyanürün (CN) bekletimse halinde siyanat (CN) halinde çözeltiden ayrılabilir.

Arıtım randımanının tayinine esas olacak deney numunelerini daha önce anlatılan prensipler içinde şekil 3.9 .deki gösterilen yerlerden alındı. Numunelerin atıksuyun özelliklerini taşıyacak şekilde olması ve her numune için en az iki deney yapılacak şekilde öğleden evvel ve öğleden sonra olmak üzere dört gün numune alındı.

3.2.4 Deneyin Yapılması

Siyanürlü atıksuların labratuvarlarda tayini için titrasyon metodu ve kalorimetrik metod en çok kullanılan yöntemlerdir. Her iki yöntem içinde atıksuyun deneyden önce destilasyona tutularak içindeki yağ, asit vb. maddeler özel yöntem kullanılarak giderilir. Bu işlem için gerekli düzenek şekil 3.10 da gösterilmiştir.

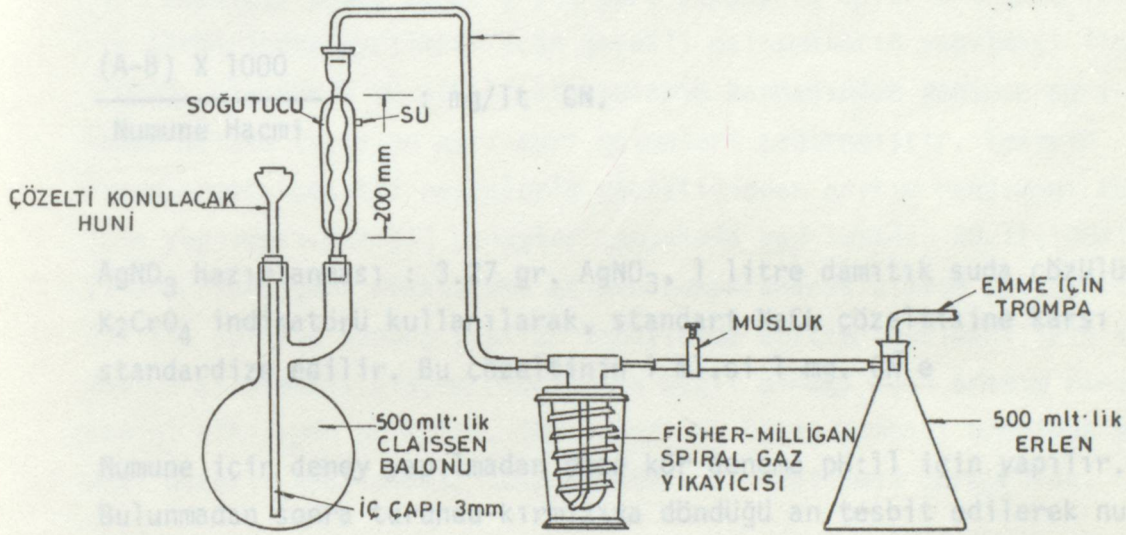
TİTRASYON METODU

Şekil 3.10 .deki Engelleyicileri ortadan kaldıracak düzeneğin Es-şehir Anadolu Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Araştırma-geliştirme Labratuvarlarında kısa zamanda kurmak mümkün olmadığından, numuneler her hangi bir desfilasyon işlemine tabi tutulmadan titrasyon metodu ile deney yapıldı.

Kor deneme : 50 ml. saf suyun pH 10-11'e ayarlanıp 0,5 ml. K_2CrO_4 ilave edilip $AgNO_3$ ile titre edilir,

Sarfiyat:8

ALETLER :



Titrasyon metodu, yüksek konsantrasyonlardaki siyanürün tayininde kullanılmaktadır. 1 mg/lt'nin altında hem titrasyon metodu hem de

Şekil 3.10. (17) hassastır. Titrasyon metodu ile 0,1 mg/lt ye kadar tayin yapmak mümkündür.

TİTRASYON METODU

50 ml. numune alınıp pH 10-11'e NaOH ile ayarlanır. 0.5 ml. %5'lik K_2CrO_4 ilave edip $AgNO_3$ ile titre edilir.

Safriyat: A

Kör deneme : 50 ml. saf suyun pH 10-11'e ayarlanıp 0.5 ml. K_2CrO_4 ilave edilip $AgNO_3$ ile titre edilir,

Sarfiyat:B

$(A-B) \times 1000$

Numune Hacmi

: mg/lt CN.

$AgNO_3$ hazırlanması : 3.27 gr. $AgNO_3$, 1 litre damıtık suda çözülür. K_2CrO_4 indikatörü kullanılarak, standart NaCl çözeltisine karşı standardize edilir. Bu çözeltinin 1 ml.si 1 mg. CN^- e

Numune için deney yapılmadan önce kör deneme pH:11 için yapılır. Bulunmadan sonra turuncu-kırmızıya döndüğü an tesbit edilerek numunelerde orange kadar titre edilir.

Titrasyon metodu, yüksek konsantrasyonlardaki siyanürün tayininde kullanılmaktadır. 1 mg/lt'nin altında hem titrasyon metodu hem de kalorimetrik metod hassastır. Titrasyon metodu ile 0.1 mg/lt ye kadar tayin yapmak mümkündür.

DENEY

Daha önce belirlenen yerlerden alınan numuneler labratuvara getirilerek deneye tabii tutulmuştur.

Alınan numunelerin önce pH'larına bakılmakta daha sonrada yukarda anlatılan yöntemle (titrasyon metoduyla) analizleri yapılmaktadır.

23.10.1984'de yapılan deneylerle henüz arıtım tesisleri tamamlanamamıştı. Numune sularda hem siyanür (CN), hem de kromat (Cr^{6+}) tayini yapıldı. Deney sonuçlarına göre siyanürlü sularla kromlu suların birbirinden ayrılması için gerekli çalışmaların yapılması ile kromlu, siyanürlü ve alkali atıksuların kaynağından yeniden ayrılarak arıtım tesisine ayrı ayrı gelmeleri sağlanmıştır. Tesisin tamamlanması çeşitli nedenlerle geciktiğinden arıtım randımanı tayini için yapılması gerekli deneyler zamanında yapılamadı. 20.11.1984'de siyanür indirgeme reaktörüne atıksu pompalanarak sistem çalıştırıldı. İlk çalışma sonucu yapılan deneylerde arıtım randımanı için iyi netice alınamadı. Sistem otomasyona bağlı olduğu için arıtım randımanını etkileyen pH metre, ORP cihazı ve Dozaj pompası üzerinde yapılması gerekli ayarlamalar için reaktöre su verilmesi durduruldu.

Otomasyona bağlı (Elektronik kontrol sistemi) pH metre, ORP ve dozaj pompası üzerinede yapılan I.ayarlama sonucu ilk deneylere göre daha olumlu neticeler alınmış, fakat istenen neticeye ulaşmak için otomatik kontrol sisteminde daha hassas ayarlamalar yapılması gerektiği anlaşılmıştır. Bu ayarlamaları yapacak teknik elemanlar hemen gelmediğinden istenen arıtım randımanın elde edilmesi bu tezde gösterilememiştir. Yapılan deneyler sonucu elde edilen değerler tablo 3.1.'de verilmiştir.

Numune Alma Yeri	Yapılan Deneyler (mg/l.t)					
	1	2	3	4	5	6
Dengeleme havuzu	118	90	85	95	85	Yapılmadı.
Reaksiyon tankı çıkışı	-	85	45	34	25	-
Çökeltilme tankı girişi	-	-	-	30	20	-
Çökeltilme tankı çıkışı	-	-	-	25	20	-
Toplam arıtım (%)	-	-	-	73	76	-

Tablo 3.1. Arçelik Endüstriyel Atıksu Arıtım Tesisleri İçin Yapılan Deneyler.

3.2.5. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

3.2.5.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Arçelik atıksularındaki siyanürlü suların arıtım yüzdesini tesbit etmek amacıyla yapılan deneyler tam hassasiyette yapılmaya çalışıldı. Deney sonuçlarına göre alkali klorinasyonla yapılan arıtım % 70-% 75 arasında başarılı olmuştur. Deney için numunenin istenilen şekilde hazırlanamadığı gözönüne alınırsa bırakılan arıtılmı ş suyun içinde fazla miktarda siyanür bulunmaktadır.

Numune alınan dört yerden, asıl siyanürün oksidasyonunun sağlandığı reaktör giriş ve çıkışı için bulunan neticler % 60 - % 65 oranında arıtımın yapıldığı göstermektedir.

Hem nötralizasyon tankı çıkışı hem de çökeltme tankı çıkışında yapılan deneylerle de; hem nötralize olma işleminde hem de çökeltme işleminde bir miktar siyanür azalması gözlenmektedir. Bu azalmaya etki yapan faktörlerden biri de diğer kaynaklardan gelen sularla da belirli oranlarda seyrelmesidir.

Arıtım tesisinde son elektronik kontrol elemanlarının değişik zamanlarda yapılacak ayarlamalarla daha iyi netice vermesi sağlanacaktır. Bu konuda ülkemizdeki ilk değişik uygulama olduğundan bundan sonraki çalışmaların daha iyi netice vereceği söylenebilir.

Bu tesis için pH:8'e ayarlanmış ve kimyasal maddede buna göre verilmektedir. ORP ile kontrolü yapılan reaksiyon sonucu tayini emin bir yol olmasına karşın ORP cihazının ayarı çok iyi yapılmalıdır. Bu işlemle hangi klor dozajının ve pH'ın en iyi neticeyi verdiği bulunur. Labratuvarlarda deneylerle bulunup cihaz buna göre programlanmalıdır.

Şimdiki duruma göre suya bırakılacak 5-10 mg/lt lik CN konsantrasyonları tehlikelidir. Bu tehlike atıksuyun daha geniş alıcı ortama bırakılmasıyla azalacaktır. En uygun çözüm arıtım tesislerinde yapılacak arıtımla CN'in ortamdan uzaklaştırılmasıdır.

3.2.6. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Klor Kullanılması

Genel Bilgi

Klor (Cl_2), sarı yeşil renkli, keskin kokulu, havadan 2.5 defa daha ağırdır. Kuru olduğu zaman metallerle etki yapmaz, suyla birleştiği zaman metallerde korrozyona sebep olur.

Kimyasal Sembolu : CL

Atom ağırlığı : 35.457

Atom numarası : 17

Moleküller sembol : Cl_2

Molekül ağırlığı : 70.914

Klor esas olarak solunum yollarını tahriş edici bir gazdır. Sıvı kollarla temas deri ve göz yanmalarına sebep olacaktır. Normal atmosfer basıncı ve ısısına maruz kaldığı sıvı klor, klor gazı olarak buharlaşır. 1 litre havada muhtelif yoğunluklarda bulunan klorun tesirleri aşağıdaki tablo da gösterilmiştir.

T E S İ R

Kokunun hissedildiği asgari kesafet 3.5

Boğaz tahrişine sebep olan asgari kesafet 15

Öksürmeye sebep olan asgari kesafet 30

Zehirlenmeden bir saat teneffüs edilebilecek asgari kesafet 4

Yarım saat teneffüs edildiğinde tehlikeli kesafet 40-60

Birkaç teneffüsle öldürecek kesafet 1000

Sekiz saat müddetle maruz kalınacak müsaade edilebilen azami kesafet 1

Klor kullanacak işçiler doğru metodlarla kloru kullanmak için eğitilirse klor ciddi bir tehlike teşkil etmez, klora maruz kalacak işçiler için personel koruyucu ekipman oksijen tüpü maske, uzak-tan hava vermek için uzun bir hortumla donatılmış maske ve koruyucu elbiseler kullanılmalıdır.

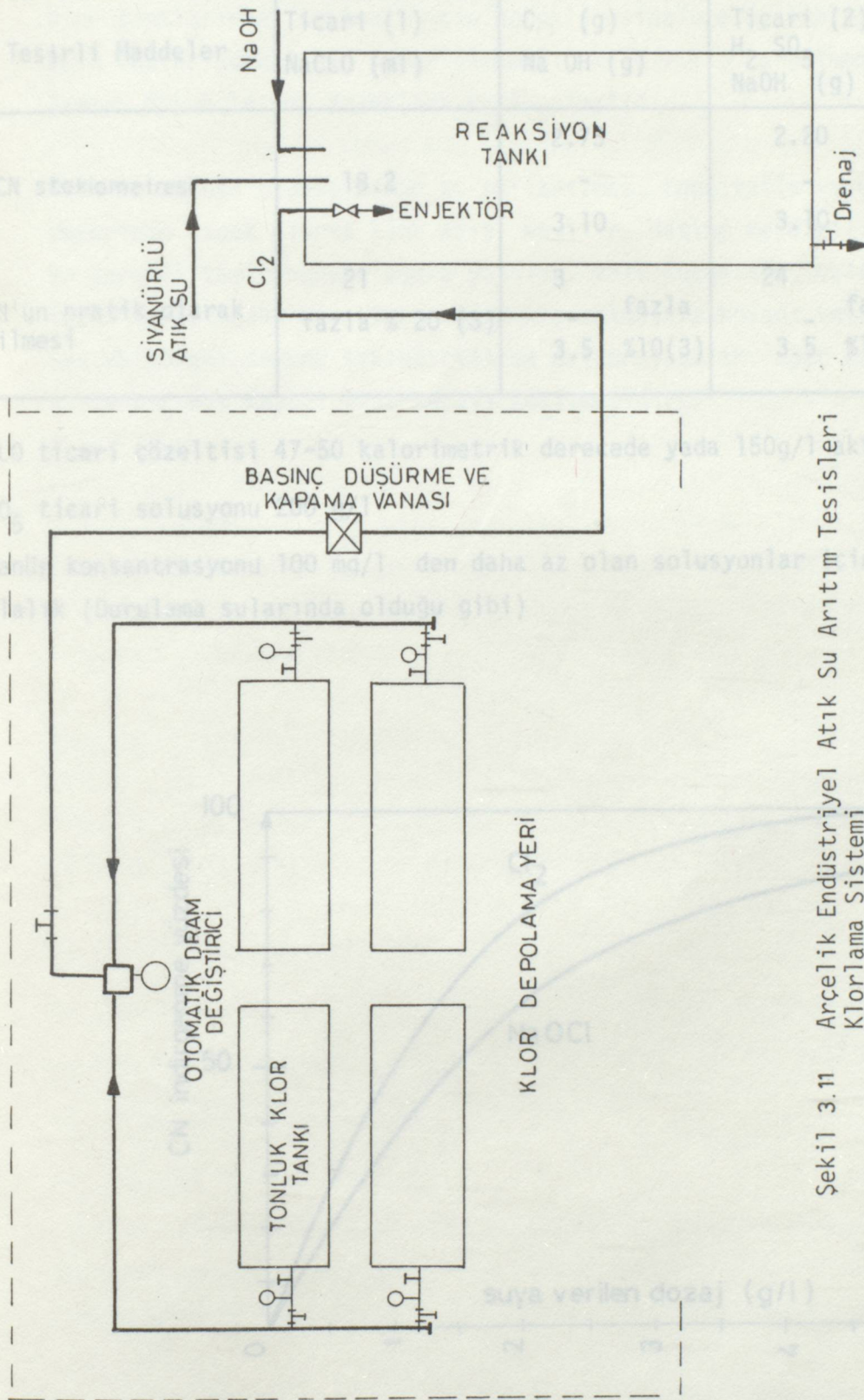
Klorun Kullanılması

Klor arıtım tesislerinde gaz halde (Cl_2) yada klor bileşiği olarak sodyum hipoklorit ($NaOCl$) şeklinde kullanılır. Arçelik Eskişehir atıksu arıtım tesislerinde Klor gazı (Cl_2) kullanılmaktadır. Lullanılan klor tonluk silindirik tanklarda korunmaktadır. Bu iş için 4 adet tonluk klor tankı kullanılmaktadır. (Bu tanklar American ICC-106 A-500, 106 A 500-X, ICC-27 veya BE 27 spesifikasyonlarına uygun olmalıdır. (24)

Klor tankları dört tekerlekli yastık arabalar üzerinde taşınmaktadır. Yatay tanklar üst valften gaz, alt valften sıvı verirler. Klor gazı akışı iç basınçta bu basınçta sıvı klorun ısısına bağlıdır. Gaz çıkarabilmek için sıvı buharlaştırılmalıdır. Düşük boşaltma hızlarında yeterli sıcaklık genellikle çevredeki havadan elde edilebilir. Böylece kaptaki basınç sabit kalacak ve muntazam akış muafaza edilecektir. Yüksek boşaltma hızlarında ise buharlaşmanın soğutucu etkisi sebebiyle kap içindeki ısı ve basınç düşecek ve akış hızı yavaş yavaş azalacaktır.

Tonluk klor tanklarından bir boru sistemiyle kullanım yerine reaksiyon tankına taşınır. Boruların bakır (3/8" dışçap ve 0.035" et kalınlığı) olması tavsiye edilir.(24) Bağlantı muntazam kontrol edilmelidir. Her sene, bozulma belirtileri olduğu zaman değiştirilmelidir.

Tablo 3.2 1 gram siyanürü oksitlemek için gerekli kimyasal madde miktarları
verilmektedir. (20)

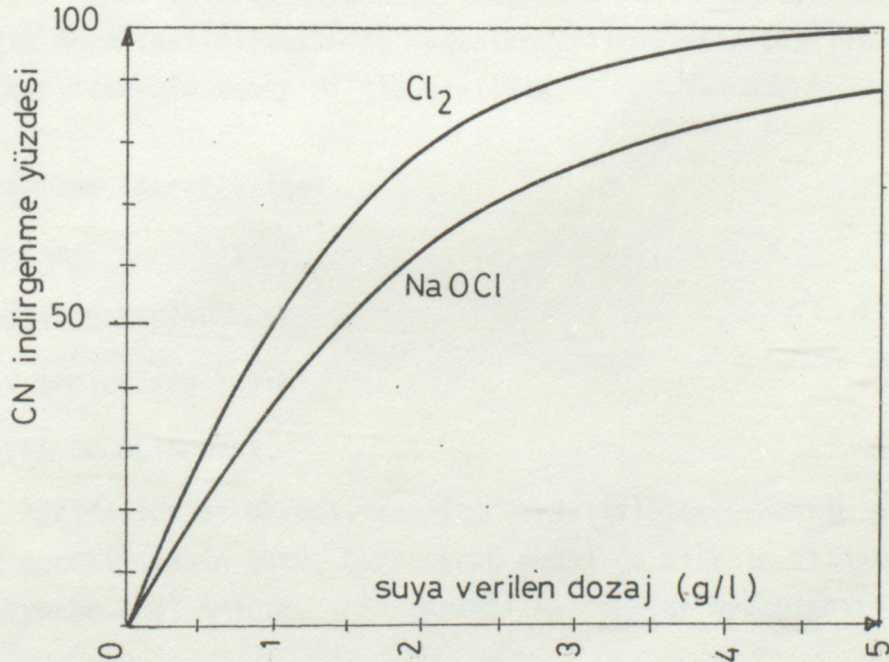


Şekil 3.11 Arçelik Endüstriyel Atık Su Arıtım Tesisleri
Klorlama Sistemi

Tablo 3.2 . 1 gram siyanürü oksitlemek için gerekli kimyasal madde miktarları verilmektedir. (20)

Karşı Tesirli Maddeler	Ticari (1)	C, (g)	Ticari (2)
	NaClO (ml)	Na OH (g)	H ₂ SO ₅ ml NaOH (g)
1g. CN stokiometresi için	18.2	2.75	2.20
		-	-
		3.10	3.10
1g. CN'un pratik olarak giderilmesi	21	3	24
	fazla % 20 (3)	- fazla	- fazla
		3.5 %10(3)	3.5 %10(3)

- 1) NaClO ticari çözeltisi 47-50 kalorimetrik derecede yada 150g/l aktif karbon
- 2) H₂SO₅ ticari solusyonu 200 g/l
- 3) Siyanür konsantrasyonu 100 mg/l den daha az olan solusyonlar için normal fazlalık (Durulama sularında olduğu gibi)



SEKİL 3.12 Suya verilen klor miktarına bağlı olarak siyanür indirgenme derecesi (21)

Klor tanklarının taşınması için gerekli kaidelere uyulmalıdır. Dolu kaplar sürüklenip yuvarlanmamalı, kaldırılıp çarpılmamalıdır. Uygun taşıma arabaları kullanılmalıdır.

Klor kaçağında hiçbir zaman su kullanılmaz, teçhizatla ve boru düzeyinde kaçak olursa klor akışı kesilir. Basınç kaldırılır. Ve gerekli tamir bundan sonra yapılır. Valf kaçaqları, valf milinin etrafındaki kaçaklar çoğunlukla salmastra kovani veya salmastra kovani somunu sıkıştırılarak doldurulabilir. Eğer kapanmıyorsa çıkış kapağı veya tapası takılmalıdır.

Problem : Yukardaki bahsedilen kriterler, debi, yer, atıksu karakterleri gibi özelliklerin tayini ve istenen arıtımı sağlayacak ana hususların kararlaştırılmasından değerlendirilmesine geçirilir. Böylece bir sistemin tasarımı ile birlikte;

- a) Ön tasfiye (gerekli ise)
- b) Pompalama (")
- c) Hidrolik hesaplar
- d) Detay projelerin yapımı
- e) Maliyet hesaplanması

yapılır. Ayrıca inşaat süresi, tesisin ömrü, işletme ve bakım giderleri, gerekli inşaat gücü, harcanarak enerji de dikkate alınarak 1 gram siyanür (CN) arıtımı için gerekli harcamalar hesaplanır.

Uygulama : Bu çalışma Eskişehir Arcelik Endüstriyel atıksu arıtım tesisleri ile ilgilidir. Eskişehir organize sanayi bölgesindeki tesislerin Endüstriyel atıksuları için bir arıtım tesisi yapıl-

3.3 . Arıtma Tesislerinin Maliyet Hesaplama Teknikleri ve Planlanması

Arıtım yöntemleri bölümünde de anlatıldığı gibi, değişik arıtım yöntemleri içinde en uygun olanının seçimi de büyük önem taşımaktadır.

Arıtma tesislerinin maliyetlerinin hesaplanması planlama aşamasında oldukça güçtür. Maliyet hesaplanmasındaki verilerin toplanması benzer tesislerin inşaat kriterleri ve yapılmış proje sayısı, projenin yapıldığı bölgesel şartlara da bağlıdır. Maliyet hesaplanmasında belirli bir standart veya formül yoktur. Yapılacak iş maliyet istatistikleri ile bunların iyi yorumlanması, mühendislerin tecrübeleri, kanunların getirdiği sınırlar arıtım derecesi maliyete etkiler, sonuç olarak sistemleri oluşturan projeler üzerinden çıkartılan miktarların gerçekliği ile bunların maliyetlerini karşılaştırmak daha uygun olacaktır.

Problem : Yukardaki bahsedilen kriterler, debi, yer, atıksu karakterleri gibi özelliklerin tayini ve istenen arıtımı sağlayacak ana hususların kararlaştırılmasından değerlendirilmesine geçirilir. Böylece bir sistemin tasarımı ile birlikte;

- a) ön tasfiye (gerekli ise)
- b) Pompalama (" ")
- c) Hidrolik hesaplar
- d) Detay projelerin yapımı
- e) Maliyet hesaplanması

yapılır. Ayrıca inşaat süresi, tesisin ömrü, işletme ve bakım giderleri, gerekli insan gücü, harcanarak enerji de dikkate alınarak 1 gram siyanür (CN) arıtımı için gerekli harcamalar hesaplanır.

Uygulama : Bu çalışma Eskişehir Arçelik Endüstriyel atıksu arıtım tesisleri ile ilgilidir. Eskişehir organize sanayi bölgesindeki tesislerin Endüstriyel atıksuları için bir arıtım tesisi yapıl-

ması düşünülmüştür. Benzer atıksu çıkaran tesisler olmadığı için arıtımın Arçelik sahası içinde yapılmasına karar verilmiştir.

Atıksuyun kimyasal analizleri Anadolu Üniversitesi Araştırma ve geliştirme labratuvaralarında yaptırılmıştır. Yapılan analizlerde atıksu içindeki krom, siyanür ve alkali fosfat'ın alınması gerektiği görülmüştür.

Arıtım tesislerin yapımı için, yapımcı kuruluşlardan arıtım yöntemi, yapımcı teklifi istenmiştir. Alınan tekliflerin değerlendirilmesinde daha önce bahsedilen kriterleri kıyaslanarak bunlardan uygun görüleni seçilmiştir. -

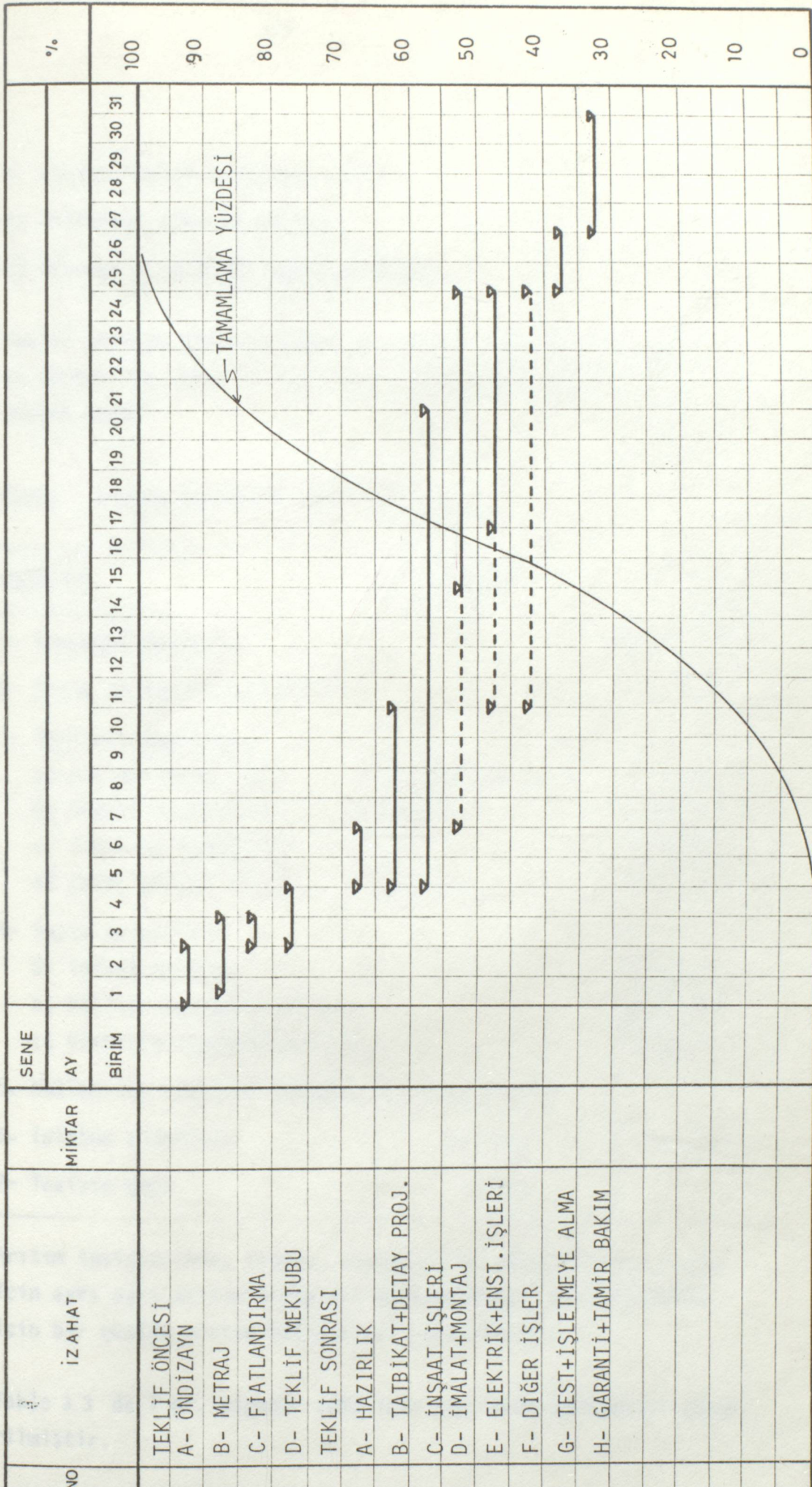
Yapımcı, iş kendisine verilmeden önce bu işe teklif verebilmek, fiyat hazırlamak için;

- a) Fizibilite -- yapılabilirlik çalışması
- b) Ön tasarım, avan proje
- c) Avan projeye uygun bir ön metraj çalışması
- d) Çıkarılan metrajların fiyatlandırılması, gerekiyorsa bunlara imalatçı firmalardan teklif toplanması
- e) Teklif mektubunun hazırlanması

Teklif mektubu; bu işi proje dahil, inşaat, makina tesisat, elektrik enstrümantasyon'u kapsar ayrıca tesisin özelliklerini, yapım süresini kullanılacak ekipmanların özelliklerini ve işletme tarifi belirtir.

Yapımcı iş kendisine verildikten sonra bir çalışma programı hazırlar, bu program;

- a) Tatbikat ve detay projeleri
- b) Malzeme siparişi ve imalatların yapılması



c) İnşaat imalat ve montaj işleri

d) İşletmeye alma ve testler.

e) İşletme ve garanti zamanını kapsar,

Teklif mektubu hazırlanırken yapılacak çalışmanın içinde Tablo 3.3 de gösterilen genel bir maliyet çalışması yapılarak teklif mektubuna konur.

Tablo Atıksu Tasfiyesi Genel Maliyeti

İŞİN ADI	AÇIKLAMA	MALİYET
1- Kimyasal Analizler		150.000.-
2- Proje ve teklif masrafları		750.000.-
3- Yardımcı tesisler		
a) Kullanılacak arazi	100x50x1500 TL/m ²	7.500.000.-
b) Enerji bağlantısı	komple	250.000.-
c) Temiz su bağlantısı	"	100.000.-
d) Çevre koruma ve çit	300x4500 TL/mt	1.350.000.-
4- Yapım masrafları		
a) İnşaat maliyeti		12500.000.-
b) Makina--Ekipman--Tesisat		14000.000.-
c) Elektrik--Enstrümantasyon		4500.000.-
5- Kullanılan kimyasal maddeler	Cl ₂ ,NaOH,Ca(OH)	
6- İşletme giderleri	(YILLIK)	500.000.-
7- Tesisin ömrü	15 yıl	

Arıtım tesislerinde; Kromlu, siyanürlü ve alkalifosfatlı sular için ayrı ayrı arıtım üniteleri bulunmaktadır. Her bir ünite için bir günlük arıtım maliyetleri çıkarılabilir.

Tablo 3.3 da 1 gr. siyanür (CN) için yapılacak harcamalar gösterilmiştir.

Tablo 3.4 Alkali Klorinasyon yoluyla 1 gr. siyanür (CN) Arıtımı için yapılan harcamalar.

İŞİN ADI	AÇIKLAMA	MALİYET
1- Atık su durumu	150 mg/l CN	
2- Siyanür bertarafı	130 mg/l	
3- Arıtım zamanı	60 dak.	
4- Elektrik harcaması	10 kw	
5- Adam/saat kullanımı	-	
6- Kimyasal madde kullanımı Klor (Cl ₂) NaOH	4 gr.	
7- Arıtım maliyeti/Arıtılan Siyanür	% 90	

3.3.1. Arıtım tesisleri yapılabilirlik raporlarının hazırlanması

Büyük kapasitelerde atıksu çıkartan Entüstrilerin Arıtım tesisleri için bir yapılabilirlik raporu hazırlanır. Bu raporlar özel ve resmi kuruluşlarca hazırlanırlar. Muhteva olarak atıksu çıkaran tesislere ait bilgiler

- a) Genel Bilgi
- b) Atıksu kaynakları özellikleri
- c) Miktarları ve bileşimi
- d) Uygun görülen arıtım sistemi
- e) Kullanılacak kimyasal maddeler
- f) Yapım giderleri
- g) Gerekli inşaat alanı ve başka bilgiler toplanır. Daha sonra sistemi anlatan bir yazıyla özet rapor hazırlanır.

Örnek : Arçelik Eskişehir Endüstriyel atıksuları arıtımı için yapılabilirlik raporu özet bilgiler

- TESİSİN YERİ :
- MAKSADI :
- ARITIM YÖNTEMİ :
- KULLANILAN KİMYASAL MADDELER :
- GEREKLİ ALAN :
- YATIRIM GİDERLERİ
İNŞAAT :
MEKANİK :
ELEKTRİK :
- GEREKLİ İTHAL MALZ. :
- PROJE YAPIM SÜRESİ :
- RAPORUN TARİHİ :
- RAPORU HAZIRLAYANLAR :

Yapılabilirlik raporu hazırlandıktan sonrada kesin hesap özet bilgileri hazırlanır.

Örnek : Arçelik Eskişehir Endüstriyel atıksuları arıtımı kesin hesap özet bilgileri.

TESİSİN YERİ :

MAKSADI :

İŞE BAŞLAMA TARİHİ :

İŞİN BİTİM TARİHİ :

TOPLAM YATIRIM BEDELİ :

- 3) Yatırım bedellerinin yüksek olmasına rağmen finansmanlarının büyük oranda yerli para ile karşılanmasına dikkat edilmeli.
- 4) Kullanılabilecek Elektromekanik aksamın standartlaşmasına yurt içinde yapılabilir olmasına dikkat etmeli.
- 5) Kullanılacak kimyasal maddeler kolay bulunmalı ve çevreye sorun yaratmamalı.
- 6) Fazla enerji ve insan gücü kullanmayı gerektirmemeli.
- 7) Yapım işi kısa zamanda tamamlanabilmeli.
- 8) Yapılacak tesis günümüz teknolojisine uygun olmalı.
- 9) Tesis fazla yer işgal etmemeli, göze hoş görünmeli etrafa kötü kokular yaymamalıdır.
- 10) Tesis uzun ömürlü olmalı, yıllık işletme ve bakım masrafının az olmasına dikkat etmelidir.

3.3.2. Arıtım sistemlerinin seçiminde göz önünde bulundurulacak hususlar.

Evsel ve Endüstriyel atıksu tasfiyesi için kullanılan sistemler için farklı yöntemler kullanılsa da uluslararası bir standardizasyona gitmekte ülke ekonomileri için büyük fayda vardır. Bu nedenle arıtım tesislerinin seçiminde

- 1) Özellikle uzun yıllardan beri arıtım yöntemleri üzerinde çalışan ülkelerin teknolojilerinden, bilgilerinden faydalanmak gerekir.
- 2) İnşaat, Makina, Elektrik ve Enstrüman ekipmanlarında standart ölçüler seçmeli
- 3) Yatırım bedellerinin yüksek olmasına rağmen finansmanlarının büyük oranda yerli para ile karşılanmasına dikkat edilmeli.
- 4) Kullanılabilecek Elektromekanik aksamın standartlaşmasına yurt içinde yapılabilir olmasına dikkat etmeli.
- 5) Kullanılacak kimyasal maddeler kolay bulunmalı ve çevreye sorun yaratmamalı
- 6) Fazla enerji ve insan gücü kullanmayı gerektirmemeli
- 7) Yapım işi kısa zamanda tamamlanabilmeli
- 8) Yapılacak tesis günümüz teknolojisine uygun olmalı
- 9) Tesis fazla yer işgal etmemeli, göze hoş görünmeli etrafa kötü kokular yaymamalıdır.
- 10) Tesis uzun ömürlü olmalı, yıllık işletme ve bakım masrafının az olmasına dikkat etmelidir.

4. ÇALIŞMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE SONUÇLAR

Genel olarak Tasfiye tesislerinin yapımında karşılaşılan sorunlar

- 1) Etüt ve proje safhası sorunları
- 2) İnşaat ve finansman sorunları
- 3) İşletme ve bakım sorunları şeklinde özetlenebilir.

Tasfiye tesisleri gelir getiren bir yatırımdan çok bir yatırımcı için gereksiz harcanmış bir para gibi düşünülmesi, bu tesislerin yaptırılması ancak kanunlarla zorunluk getirilerek sağlanır. Bu nedenle özellikle çevre sorunlarıyla ilgili olarak kamu ve özel sektör kuruluşlarının problemlerine yardımcı olacak bir kuruluş oluşturulmalı, bu kuruluş değişik endüstrilere ait atıksuların arıtımı için yapılabilirlik, ön proje ve kesin projeleri hazırlayabilmeli uygulamaya sokmalıdır. Ayrıca bu kuruluş yapılan tesislerin çalıştırılması ve kontroluyla ilgilenmelidir.

b- Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

c- Çıkış kalitesi ve düzeni

d- Saha tertip ve tesis kolaylıkları

e- Kullanılacak kimyasal maddeler

f- Tesisin çalışmasını sağlayacak işgücü, enerji ihtiyacı dikkate alınmalıdır.

Alkali Klorinasyon kesikli ve sürekli akış sistemlerinde kullanılabilir. Suyun kirlilik konsantrasyonunun düşük ya da yüksek olması sistemi etkilemez.

Yüksek konsantrasyonlu sular için elektrolitik parçalama ya da uygun banyo düzeni elde edilebilirse buharlaştırma yöntemi kullanılabilir.

Düşük konsantrasyonlu siyanürlü atıksular uzun havalandırmalı oksidasyon havuzlarında belirli derecelere kadar arıtılabilir.

4. ÇALIŞMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE SONUÇLAR

Metal Kaplama Endüstrisi atıksuları taşıdıkları asidik ve toksik özellikler nedeniyle çevre kirliliğine neden olmaktadır. Siyanürlü atıksular çok düşük konsantrasyonlar da bile kirletici özelliğindedir.

Metal Kaplama Endüstrisinde atıksu kaynakları, Kaplama banyoları, çalkalama ve durulama sularıdır.

Siyanürlü Atıksuları arıtmak için labratuvar ve tesis düzeyinde bir çok arıtım yöntemi başarıyla uygulanmaktadır.

Siyanürlü Atıksular için hangi arıtım yönteminin kullanılacağı, teknik pratik ve ekonomiklik durumları ile

- a- Banyoların akım şekilleri
- b- Fiziksel ve Kimyasal özellikleri
- c- Çıkış kalitesi ve düzeni
- d- Saha tertip ve tesis kolaylıkları
- e- Kullanılacak kimyasal maddeler
- f- Tesisin çalışmasını sağlayacak işgücü, enerji ihtiyacı dikkate alınmalıdır.

Alkali Klorinasyon kesikli ve sürekli akış sistemlerinde kullanılabilir. Suyun kirlilik konsantrasyonunun düşük ya da yüksek olması sistemi etkilemez.

Yüksek konsantrasyonlu sular için elektrolitik parçalama ya da uygun banyo düzeni elde edilebilirse buharlaştırma yöntemi kullanılabilir.

Düşük konsantrasyonlu siyanürlü atıksular uzun havalandırılmalı oksidasyon havuzlarında belirli derecelere kadar arıtılabilir.

Kullanılan arıtım yöntemlerinde, arıtım randımanının başarısı seçilen yöntem kadar sistemin Elektronik Enstrumanlarla donatılarak kontrolu etkili faktördür.

Alkali klorinasyon siyanür arıtımı için başarıyla kullanılabilen bir yöntemdir. Siyanür oksidasyonunun yapıldığı tankın (reaktörün) iyi projelendirilmesi, reaksiyon zamanı, kullanılan klor miktarı arıtım randımanını etkiler.

Oksidasyon tankında, pH metre, ORP ve dozaj pompası ve elektronik kontrol sistemiyle reaksiyonun kontrolu sistemin çalışmasını kolaylaştırır.

Arçelik Endüstriyel atıksu arıtım tesisleri de siyanür arıtımı için Alkali klorinasyon yöntemi kullanılmaktadır. Sistemde yukarda bahsedilen pH metre, ORP ve Dozaj pompası ve elektronik kontrol sistemiyle donatılmıştır.

Siyanürlü atıksu içindeki metal iyonlarının varlığı, istenen kimyasal reaksiyonlar için engel olarak daha fazla kimyasal madde kullanmayı gerektirir.

Arıtım tesislerinde kullanılacak ekipmanlar standart ölçülerde seçilmeli, mümkünse bunların yurt içinde yerli imkanlarla yapılabilir olmasına dikkat etmeli.

Arıtım tesisinin yapım işi kısa zamanda olmalı

Arıtım tesisinde üniteler birbirine bağlayan borular da suyun donmasını önlemek için boruların dışı izole edilmelidir.

Klor gaz halde kullanılıyorsa klorun gaz hale geçmesini sağlayacak yeterli ısı temin edilmeli bunun için gerekli tetbir alınmalıdır.

Arıtım tesisinden çıkan çamurlar zehirli özellik taşıdığından hertarafı uygun tetbirler alınarak yapılmalıdır.

Doğal çevrede en büyük sorun kirlenmedir. Atıksuların doğaya bırakılmasıyla başlayan çevre kirlenmesi, kaynakların ekonomik değerlendirilmesi veya en iyi yol kirlenmeyi ve zarar verici öğelerin oluşmasını önlemektir.

"Türk Devleti'nin Millî İktisadiyatı" adlı
kitabın yazarı (TÜRKİYE İİ Bilim Komis-
yonu Çevre Araştırmaları Grubu Tebliği)
Ankara, 17-21 Ocak 1977

REFERANSLAR

- (1) WATSON Michael R ; "Pollution Control In Metal Finishing"
Noyes Data Corporation,London,England,
1973.
- (2) AK,Namık ; "Emaye-Metal Endüstrisi sıvı atıklarının
tasfiyesi.Yüksek lisans diploma tezi
Mart 1983
- (3) KOR, Nevzat-Borat,Mehmet "Metal Kaplama artıksularındaki SAN,H,A
siyanürlerin tasfiyesi"TUBİTAK II.Bilim
Kongresi Çevre Araştırmaları Grubu Teb-
liğleri Anakara, 17-21 Ekim 1977.
- (4) YÜCEL,Mehmet-AKSOĞAN Sıtkı ; "Endüstriyel atıksuların arıtılması Li-
sans üstü ders notları (1982-1983)
- (5) GECKLE,Robert A. "Metal Finishing,Ultrasonik Cleaning"
Guidebook and Directory,The Industry's
Recognized Reference source for 1976.
- (6) KOR,Nevzat TOPACIK Dinçer ; "Metal Kaplama Endüstrisi sıvı atıklarının
Zararlı Etkileri Uzaklaştırma İmkanları ve
Tasviyesi" İ.T.U.D, cilt 33. yıl.33, sayı 4
1975
- (7) WILLIAM R.Knocke-JAIDEV Kunjur "Elektroplating and cyanide wastes" Journal
WPCF,Volume 54 Number 6
- (8) BORAT Mehmet "THY Yeşilköy Metal Kaplama tesisi artık
sularının tasfiyesi"TUBİTAK II Bilim kong-
resi çevre araştırmaları grubu tebliğleri
Ankara, 17-21 Ekim 1977

- (9) GIRITLIOĞLU Türkan "Wastewater Treatment Technology, Treatment Technology for cyanide no.18 1975
- (10) TAYIN Donald, "Industrial Water Purification, Metal Finishing Renovel of Anionic Complexes Using Anion Exchange Resin
- (11) BERNARDIN E.Frederick "Cyanide defoxification using adsorption and catalytic oxidation on granular activated carbon journal WPCF, vol 45, No.2, February 1973
- (25) GAUDY F.A.Jr. GAUDY E.T. FENG, Y.S.Brueggemann G. "Treatment of cyanide wast by the extended aeration process" Journal WPCF, Volume 54 Number 2 February 1982
- (12) WEISBERG L.B-QUINLAN J.E "Cyanide and chromium recovery from plating wastes" Industrial wastes, Volum 28, No.8
- (13) GERMAIN E J, WESTON F Roy Inc. West Chester, Pa, "Plating and cyanid wastes" Journal WPCF, Vol.45 No.6, June 1973
- (14) Atıksuların Kanalizasyon şebekesine deşarj yönetmeliği 13 Mart 1984 sayı 18340 Resmi Gazete
- (15) ROBERT H.L.HOVE Recent Advance in Cyanide Waste Redüction practice, Industrial Waste Conferance 1963, Purdey Universty, INDIANA
- (16) POOLE A.B, HOLT JE H.R. AND BELTER G.W. "Control of accidental discharge of cyanide Sewage and industrial wastes, vol.26, No.11 November, 1954

- (17) GİRİTLİOĞLU Türkan "İçme suyu kimyasal analiz metodları
İller Bankası yayın no.18 1975
- (18) TARVIN Donalt, "Metal plating wastes and sewage treatment
sewage and industrial wastes Vol.28 No.11
November 1956.
- (19) Torpy M.F. Electroplating and cyanide wastes, Journal wpcf, Vol.51 No.4
- (20) By craig J.Brown Ecotec Limited, Plating and Electroplating treatment of
plating wastes.
- (21) WATER TREATMENT HANDBOOK Degremont, chapter 25 metal finishign ettluents
1979,21 Ed.
- (22) Aksoğan Sıtkı,Doç.Yücel Mehmet,Su fetirme kanalizasyon ve suların arıtıl-
ması cilt.1
- (23) Chlorine safe handling, PPG Industries,Inc.One PPG place pittsburg11 PA
15272
- (24) Tabasaran Oktay,Prof.Dr. Katı atık teknolojisinde gelişmeler kurs
notları II.Cilt 1979 İ.T.Ü.İnşaat Fakültesi.

ÖZGEÇMİŞ

Necip ÖZTÖRK, 15 Ağustos 1956'da Ordu'da doğdu, Orta Öğretimine Giresun'da başlayıp, İstanbul'da tamamladı. Yüksek Öğretimine İ.D.N.M.A. İnşaat Fakültesinde devam etti. 1981'de mezun oldu. 1982'de Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Endüstitüsü İnş.Müh. Anabilim dalı su-çevre bil-
gi dalında Lisans üstü eğitim gördü. Aynı zamanda 1975'den beri bir

Çalışmam esnasında yardım ve ilgilerini esirgemeyen Sayın hocam
Doç. Dr. Oktay Caner'e teşekkürlerimi arz ederim.

Bu çalışmanın her aşamasında teşvik ve yardımlarını esirgemeyen
Sayın hocalarım Doç. Dr. Halit Göknıl, Doç. Dr. Adem Baştürk,
Doç. Dr. Mehmet Yücel'e teşekkürlerimi arz ederim.

Çalışmanın Deneylerle ilgili kısımlarının hazırlandığı Anadolu
Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Araştırma - Geliştirme
Labratuarı çalışanlarına, Eskişehir Arçelik tesisleri teknik
sorumlularına ve çalışma arkadaşlarıma da teşekkürü bir borç
bilirim.

Ö Z G E Ç M İ Ş

Necip ÖZTÜRK, 15 Ağustos 1956'da Ordu'da doğdu. Orta öğretime Giresun'da başlayıp, İstanbul'da tamamladı. Yüksek öğretime İ.D.M.M.A. İnşaat Fakültesinde devam etti. 1981'de mezun oldu. 1982'de Yıldız Üniversitesi Fenbilimleri Endüstitüsü İnş.Müh.Anabilim dalı su-çevre bilim dalında Lisans üstü eğitim gördü. Aynı zamanda 1975'den beri bir özel inşaat şirketinde çalışmaktadır.

