

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ALÜMİNYUM SEKTÖRÜNDE ATIKSULARIN
İNCELENMESİ VE ARITILMASI**

YÜKSEK LİSANS

Çevre Müh. Özge BESLİ

**Anabilim Dalı: Çevre Mühendisliği
Danışman: Doç. Dr. Ertan Durmuşoğlu**

KOCAELİ, 2011

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ALÜMİNYUM SEKTÖRÜNDE ATIKSULARIN
İNCELENMESİ VE ARITILMASI**

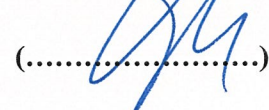
YÜKSEK LİSANS
Çevre Müh. Özge BESLİ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 3 Haziran 2011
Tezin Savunulduğu Tarih: 27 Haziran 2011

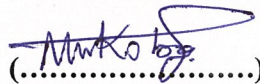
Tez Danışmanı
Doç. Dr. Ertan DURMUŞOĞLU

(.....)


Üye
Doç. Dr. Aykan KARADEMİR

(.....)


Doç. Dr. Mehmet KOBYA

(.....)


KOCAELİ, 2011

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Ülkemizde ve dünyada bolca tüketilen ve ambalajları alüminyum olan içeceklere karşı olan yoğun talep aşıkardır. Rutin yaşamın her safhasında karşımıza çıkması olası alüminyum kutuların üretimi esnasında ortaya çıkan endüstriyel atık suların karakteristik özelliklerinden dolayı arıtım basamaklarından geçmesi gerektiğinden işletmede 1992 yılında atıksu arıtma tesisi kurulmuştur.

Alüminyum sektörü atık sularının arıtılması konusunda bana çalışma fırsatı veren değerli alüminyum ambalaj üretimi tesisi fabrika müdürlüğü yöneticilerine, atıksu arıtma tesisi personeline, bilgi paylaşımları ile yardımcı olan iş arkadaşlarım Bedriye OKAN ve Serkan ÖZBOZKURT'a, proje ve tez aşamasında fikirleri ile beni yönlendiren ve sürekli teşvik eden tez danışmanım KOÜ Çevre Mühendisliği Bölüm Başkan Yardımcısı Sn. Doç. Dr. Ertan DURMUŞOĞLU'na teşekkür ederim. Ayrıca hayatım boyunca beni destekleyen ve kişisel gelişimim için her zaman elinden gelenin fazlasını yapmak için çaba gösteren annem Nevin BESLİ, babam Faruk BESLİ ve dedem merhum Halit ÇINAR'a sonsuz minnet duygularımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ.....	v
KISALTMALAR.....	vi
ÖZET.....	vii
İNGİLİZCE ÖZET.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. ENDÜSTRİYEL ATIKSULARIN OLUŞUMU.....	2
2.1. Endüstride Kirlilik Kaynakları.....	2
2.1.1. Kimyasal kirlilik	2
2.1.2. Fiziksel kirlilik	2
2.1.3. Fizyolojik kirlilik	2
2.1.4. Biyolojik kirlilik.....	3
2.2. Endüstriyel Atık Sular.....	3
2.2.1. Atık su parametreleri.....	4
2.2.1.1. Fiziksel parametreler	4
2.2.1.2. Kimyasal Parametreler	4
2.2.1.3. Biyolojik Parametreler	5
2.2.2. Atık sulardaki organik maddelerin arıtımı	5
2.2.3. Su kirlleticilerin sağlığa etkileri	7
3. ALÜMİNYUM	8
3.1. Alüminyum'un Tarihçesi	8
3.2. Alüminyum'un Özellikleri	8
3.3. Alüminyum'un Doğada Bulunuşu	10
3.4. Alüminyum'un Eldesi.....	10
3.5. Alüminyum Ürünlerin Üretim Yöntemine Göre Sınıflandırılması.....	13
3.6. Alüminyumun Çeşitli Ortamlardaki Korozyonu.....	14
3.7. Alüminyum Bileşikleri.....	16
3.8. Alüminyumun Kimyasal Reaksiyonları	17
3.9. Alüminyum Kullanımının Endüstrilere Göre Gruplandırılması	18
4. ALÜMİNYUM KUTU ÜRETİMİ	22
4.1. Kap Yapma Presi.....	23
4.2. Vücut Yapıcı ve Kesici	25
4.3. Yıkayıcı	26
4.4. Dış Kaplama ve Baskı.....	26
4.5. Spray	27
4.6. Ön-boğaz Şekli Verme ve Flanşlama.....	27
4.7. Test cihazları	27
4.8. Paletleme ve sevkیات.....	28

5. ALÜMİNYUM KUTU ÜRETİM ATIKSULARININ KAYNAK VE ÖZELLİKLERİ	29
5.1. Yağ Oluşumu	29
5.2. Alüminyum Kutu Üretimi Atık Sularında Alt Kategorizasyon	30
5.3. Alüminyum Kutu Üretim Atık Suları Kirletic Parametrelerinin Özellikleri	33
5.3.1. Kimyasal oksijen ihtiyacı	34
5.3.2. Toplam askıda katı madde	34
5.3.3. Krom	35
5.3.4. Yağ ve Gres.....	35
5.3.5. Kurşun	36
5.3.6. Kadmiyum.....	36
5.3.7. Bakır.....	37
5.3.8. Çinko.....	37
5.3.9. Demir	38
5.3.10. Nikel.....	38
5.3.11. pH.....	38
5.3.12. ZSF.....	38
6. MATERYAL VE METHOD	39
6.1. Alüminyum Ambalaj Üretim İşletmesi Atık Su Arıtma Tesisi.....	39
6.1.1. Arıtmada kullanılan kimyasalların hazırlanması	48
6.1.1.1. Katyonik polielektrolit hazırlama	48
6.1.1.2. Anyonik polielektrolit hazırlama	48
6.1.1.3. Bentonit hazırlama	48
6.2. Su Numunelerinin Alınması.....	49
6.3. Kullanılan Analiz Yöntemleri	50
6.3.1. Spektrofotometrik ve kolorimetrik yöntem.....	50
6.3.2. Gravimetrik yöntem	51
6.4. Analizlerde Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	51
6.5. Deneysel Çalışmalarda Kullanılan Aletler.....	52
7. ANALİZ ÇALIŞMALARI.....	53
7.1. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini	53
7.2. Alüminyum Tayini	54
7.3. Gravimetrik Yağ ve Gres Tayini	55
7.4. pH Tayini	55
8. ÖLÇÜMLER VE DEĞERLENDİRME	56
8.1. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayin sonuçları.....	56
8.2. Alüminyum Tayin Sonuçları.....	59
8.3. Yağ-Gres Tayin Sonuçları	61
8.4. pH Tayini Sonuçları	63
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	65
KAYNAKLAR	68
ÖZGEÇMİŞ	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Endüstriyel sistem ve atıklar.....	3
Şekil 3.1: Boksit mineralinden alümina üretimi.....	12
Şekil 3.2: Alüminyum metali üretimi.....	13
Şekil 4.1: Üretim prosesi akış şeması.....	22
Şekil 4.2: Alüminyum coiller.....	23
Şekil 4.3: Coil'in dreeler'a takılışı için kullanılan downeder.....	23
Şekil 4.4: Lubrikatör.....	24
Şekil 4.5: Kap yapma presi.....	24
Şekil 4.6: Kap.....	24
Şekil 4.7: Bodymaker.....	25
Şekil 4.8: Schneider filtre.....	25
Şekil 5.1: Ön arıtma kimyasal çöktürme tankı.....	31
Şekil 5.2: Ön arıtma kum filtreleri.....	32
Şekil 5.3: Ön arıtmada sodyum hipoklorit dozajı.....	32
Şekil 6.1: Washer atık su tanları.....	39
Şekil 6.2: Yağ-su ayırıcı.....	40
Şekil 6.3: Yağ-su ayırıcı.....	41
Şekil 6.4: Katyonik polielektrolit dozajı.....	42
Şekil 6.5: Bentonit ve kostik dozajı.....	42
Şekil 6.6: Anyonik polielektrolit dozajı.....	43
Şekil 6.7: DAF tankı.....	43
Şekil 6.8: Kum filtresi.....	44
Şekil 6.9: UV filtresi.....	45
Şekil 6.10: Aktif karbon filtreleri.....	45
Şekil 6.11: Deşarj noktası.....	46
Şekil 6.12: Atıksu arıtma tesisi akış şeması.....	47
Şekil 6.13: Numune kapları.....	49
Şekil 8.1: Art arda arıtma girişi, Daf, kum filtresi ve karbon çıkışlarından alınan numunelerin 12 farklı tarihteki KOİ değerleri.....	57
Şekil 8.2: 12 farklı tarihte alınan atık su numunelerinin KOİ açısından arıtma tesisi basamaklarındaki değerleri.....	57
Şekil 8.3: Her bir arıtım basamağının KOİ açısından 12 farklı tarihteki değerleri.....	58
Şekil 8.4: Deşarj suyu alüminyum değerleri.....	60
Şekil 8.5: 01.11.2010 tarihinde arıtma basamaklarında yapılan analizlerin alüminyum değerleri.....	61
Şekil 8.6: Deşarj suyu yağ-gres değerleri.....	62
Şekil 8.7: Deşarj suyu pH değerleri.....	64
Şekil 8.8: Deşarj suyu pH-Al korelasyonu.....	64

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1: Endüstriyel atık suların arıtımında kullanılan başlıca arıtım yöntemleri.....	6
Tablo 2.2: Su kirleticilerinin sağlığa etkileri.....	7
Tablo 3.1: Saf alüminyumun özellikleri.....	9
Tablo 8.1: KOİ ölçüm sonuçları.....	56
Tablo 8.2: Alüminyum ölçüm sonuçları.....	59
Tablo 8.3: Arıtma basamaklarında alüminyum değerleri.....	60
Tablo 8.4: Yağ-gres ölçüm sonuçları.....	62
Tablo 8.5: pH tayin sonuçları.....	63

KISALTMALAR

KOI	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
pH	: Power of Hydrojen
STPP	: Sodyum Tripolifosfat
UOB	: Uçucu Organik Bileşik
THM	: Trihalometan
DCM	: Di-klorometan
TCM	: Kloroform
TCA	: Metil kloroform
CTC	: Karbon Tetra Klorür
TCE	: Tri-kloroetilen
PCE	: Perkloroetilen
PAH	: Polisiklik Aromatikler
EPA	: European Parliamentary Association
AAS	: Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi
ICP	: İnductively Couple Plasma Spectrometry
GC	: Gaz kromatografisi
MS	: Kütle spektrometresin
ELISA	: Enzyme-linked İmmunosorbent Assay
AKM	: Askıda Katı Madde
ZSF	: Zehirlilik Seyrelme Faktörü
İSU	: Kocaeli Su ve Kanalizasyon Dairesi

ALÜMİNYUM SEKTÖRÜNDE ATIKSULARIN İNCELENMESİ VE ARITILMASI

Özge BESLİ

Anahtar Kelimeler: Atıksu, alüminyum kutu üretim tesisi, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), alüminyum, yağ-gres, pH

Özet: Bu tez çalışmasında, alüminyum kutu üretim tesisi atık sularının arıtılması ve bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi amaçlanmıştır. 11/01/2010 tarihinden itibaren ayda bir kez olmak üzere bir yıl süre ile arıtma tesisinin altı farklı yerinden su örnekleri alınarak, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), alüminyum, yağ ve gres ve pH parametreleri standard metotlarla ölçülmüştür. Ayrıca, alüminyum kutu endüstrisi çıkış suyuna uygulanan kimyasal, fiziksel ve ileri arıtma prosesleri incelenmiştir. Bu amaçla koagülasyon-flokülasyon, kum filtresi ve aktif karbon prosesleri atık suya uygulanmış ve her bir sistem özellikle KOİ ve alüminyum giderimi açısından ayrı ayrı, yağ-gres ve pH açısından ise sadece deşarj suyunda incelenmiştir. Koagülasyon-flokülasyon prosesinde % 81, kum filtresinde % 82, aktif karbon tankları çıkışında % 87 KOİ giderim verimi elde edilmiştir. Aynı sistem proseslerinde sırasıyla %97, %98 ve %98 alüminyum giderim verimi söz konusudur. Yapılan ölçümlerde kimyasal kirliliği limit değerlerin üstünde olduğu gözlemlenen arıtma tesisi giriş suyunun doğru arıtım basamakları ile arıtıldığı gözlenmiş ve deşarj noktasında KOİ, Al, yağ-gres ve pH parametrelerinin Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve İSU Atıksuların Kanala Deşarj Yönetmeliğince belirlenmiş limit değerlerin altına çekildiği saptanmıştır.

INVESTIGATION AND TREATMENT OF WASTEWATER FROM AN ALUMINIUM SECTOR

Özge BESLİ

Key Words: Wastewater, aluminium box manufacturing plant, chemical oxygen demand (COD), aluminium, oil-grease, pH

Abstract: The main aim of this study is treatment and investigation of several parameters from an aluminium box manufacturing plant. Wastewater samples from six different points of treatment plant were taken every month during a year starting from 11/01/2010. Several parameters including chemical oxygen demand (COD), aluminium, oil-grease and pH were measured according to the standard methods. In addition, chemical, physical and advanced treatment processes applied for treatment plant were investigated. In respect to that, coagulation-flocculation, sand filter and active carbon processes were used in the treatment plant. While COD and aluminium removal were determined after each process, oil-grease and pH were only determined at the discharge point. The results showed that 81, 82 and 87% of COD removals were obtained at the coagulation-flocculation, sand filter and active carbon processes, respectively. The aluminium removals obtained at the same processes above were 97, 98 and 98%, respectively. The measurements showed that the influent wastewater was higher than the acceptable limit values given by the Water Pollution Control Regulation as well as the ISU Industrial Wastewater Discharge regulation. However, the effluent of treated wastewater in terms of COD, Al, oil-grease and pH were within the discharge limits.

1. GİRİŞ

Alüminyum, canlı organizması için pek çok formunda zarar teşkil etmese de, düşük pH gibi bazı ortamlarda toksik türler oluşturma eğilimine sahiptir. Dolayısıyla oluşan bu türler insan yapısı dahil canlı organizmalarına zararlı hale gelebilir. Uzun süre zehirli olduğu düşünülmeyen alüminyumun zararları son yıllarda yapılan çalışmalarla ortaya çıkmış ve alüminyumun toksikliğinin küresel bir sorun olduğu farkedilmiştir.

Alüminyumun canlı organizmalarında birikim etkisi çeşitli faktörlerle ortaya çıkar. Bunlar, inşaat ve paketleme malzemeleri, gıda ve tekstil boyaları, uzun dönemli endüstriyel tüketimler, pişirme ve ambalajlama malzemesi olarak kullanımı şeklindedir (Yenigül, 2006).

Ambalaj malzemesi olarak kullanılan alüminyum kutunun üretimi esnasında alüminyumun kolay şekillendirilebilmesi için sisteme yüksek miktarda yağ verilir. İçine gıda maddesi doldurulacak olan kutunun hijyenik açıdan güvenilir olması için üretimde yıkama safhalarının titizlikle yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı alüminyum kutu üreten bir işletmenin atık sularının Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), alüminyum, yağ-gres ve pH parametrelerinin arıtılmasına yönelik örnek bir tesisin incelenmesidir.

2. ENDÜSTRİYEL ATIKSULARIN OLUŞUMU

2.1. Endüstride Kirlilik Kaynakları

2.1.1. Kimyasal kirlilik

Endüstrinin sebep olduğu kirlilik, sularda organik ve inorganik maddelerin bulunmasıyla meydana gelen kirliliktir. En çok karşılaşılan tipi ise proteinler, yağlar, gıda maddeleri ve karbonhidratlar nedeni ile oluşan organik kirliliktir. Zamk ve jelatin imal eden fabrikaların atıklarında, mezbahaların atık sularında oldukça fazla protein bulunmakta, kağıt ve tekstil fabrikalarının atıklarında ise fazla miktarda karbonhidrat bulunmaktadır (Tan, 2006).

2.1.2. Fiziksel kirlilik

Bu kirlilik suyun rengi, bulanıklılığı, sıcaklığı gibi özelliklere etki eden kirlilik tipidir. Termal kirlenme ise, fiziksel kirlenmenin diğer bir tipi olup, son senelerde daha yaygın bir duruma gelme özelliğini göstermektedir. Bilindiği gibi termal enerji üreten istasyonlar, oldukça fazla miktarda soğutma suyuna ihtiyaç duyarlar. Bu istasyondan çıkan sular, göllerin ve akarsuların sıcaklıklarını yükseltmekte, çevre koşullarını değiştirmektedir. Bunun sonucu olarak da su, bitki ve hayvan hayatını etkilemektedir (Tan, 2006).

2.1.3. Fizyolojik kirlilik

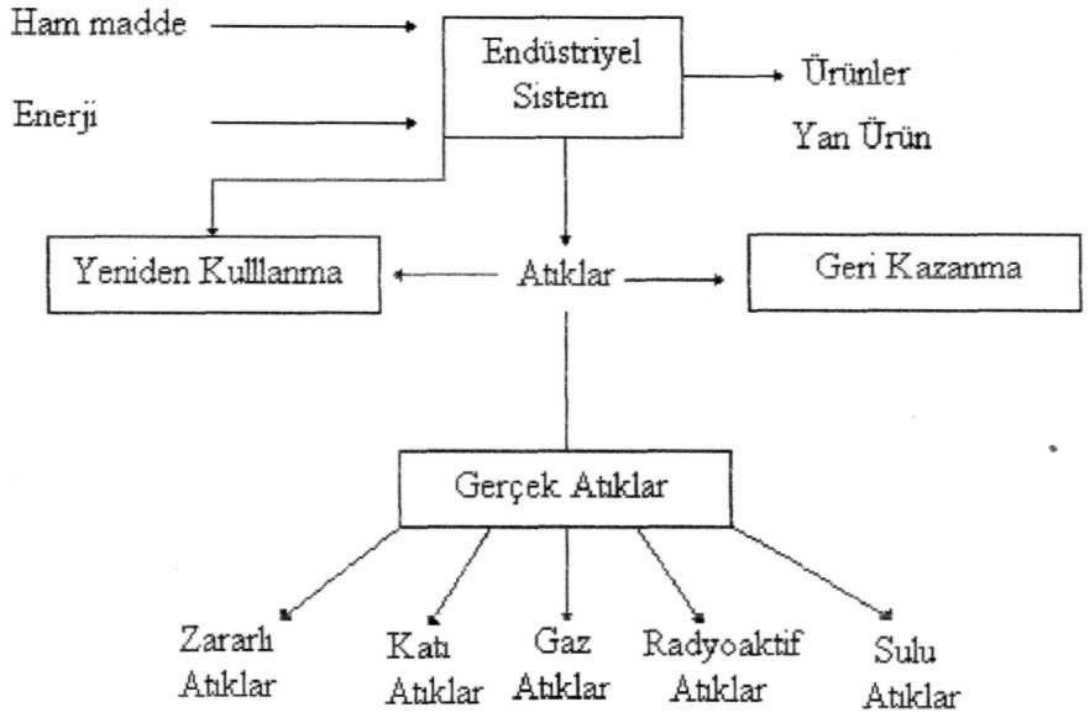
Suyun tadını ve kokusunu etkileyen bir kirlilik tipidir. Gıda sanayi atıkları ve şehir kullanma suyu atıkları, azotlu maddelerle zengin olduğundan son derece kötü kokuya sahip olabilmektedirler. Endüstri atık suları demir, mangan, fenoller vb. kimyasal maddeler ihtiva edenleri suya, özel hoş olmayan bir koku ve tat verirler (Tan, 2006).

2.1.4. Biyolojik kirlilik

Bu kirlilik, sularda patojenik bakteri, mantar, alg, patojenik protozoa vb. bulunması ile meydana gelen kirlilik tipidir. Diğer bir deyişle suların tifo, kolera, amipli dizanteri vb. çeşitli hastalıklar yapan organizmalarla kirlenmesidir (Tan, 2006).

2.2. Endüstriyel Atık Sular

Tekdüze bir sanayi atık suyundan söz edilemez. Her bir sanayi türüne göre atık suyun kirlilik durumu ve içeri çok değişiklik gösterir. Bir demir çelik işletmesiyle, tekstil, mobilya, kağıt, bakır sanayilerinin atık suları farklı olur. Maden işletmeciliğinde de metaller zenginleştirilir, artılır. Endüstriyel sistem ve bu sistemden en genel halde kaynaklanan atık türleri Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1: Endüstriyel sistem ve atıklar (Tan, 2006)

2.2.1. Atık su parametreleri

Atık su özellikleri fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak gruplandırılabilirler. Bu özellikleri gösteren parametreler aşağıda açıklanmıştır.

2.2.1.1. Fiziksel parametreler

Atık suda bulunan katı maddelerin derişimi, suyun sıcaklığı, pH değeri, kokusu, rengi ve bulanıklığı atık suyun en önemli fiziksel parametrelerini oluşturur. Atık suda bulunan toplam katı madde, çökebilir katıları, askıda katılar ve çözülmüş katıları içerir. Askıda katılar kaba kirleticilerin göstergesi olup basit fiziksel arıtım yöntemleri ile arıtılabilirler. Çökebilir katılar, yer çekimi etkisi ile çöker ve atık suyun membran filtrelerden süzülmesi esnasında filtre üzerinde tutunurlar. Çözülmüş maddeler ise atık suların membran filtreden geçirilmesinden sonra atık sularda kalan maddelerdir.

Sıcaklık ve pH nehirlerde ve göllerdeki bitkisel ve biyolojik hayatı etkileyen önemli parametrelerdir. Bu iki parametre, çözülmüş oksijen ve biyolojik oksijen ihtiyacı gibi birçok kalite parametresinin değerini belirleyici rol oynar.

Suyun bulanıklık derecesi (türbiditesi), çok güvenilir olmakla beraber suyun içerdiği katı maddenin derişimi hakkında bilgi verebilir. Bulanıklık derecesi, sudaki katıların belli şiddetteki ışığı absorbe etme derecesi veya ışığı dağıtma derecesi cinsinden ifade edilir. Suyun içindeki askıda kolloidal katıların suya verdiği renge "zahiri renk" denir ve bu renk genellikle gridir. Atık sularda görülen diğer renkler suya endüstriyel atıkların katıldığının göstergesidir (Tan, 2006).

2.2.1.2. Kimyasal Parametreler

Atık suyun kimyasal özelliklerini, içerdiği çözülmüş organik maddeler, toksik madde azotlu ve fosforlu maddeler belirler. Atık sularda biyolojik olarak bozunabilen organik maddeler üç grupta toplanırlar.

- Proteinler (yüksek molekül ağırlıklı aminoasitler)
- Karbonhidratlar (seker, nişasta, selüloz)
- Lipitler (sıvı ve katı yağlar)

Tipik bir evsel atık suyun organik kısmı, %40-60 protein ve %25-30 karbonhidrat içerir. Atık suyun içerdiği organik maddeler BOİ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı), KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı), TOİ (Toplam Oksijen İhtiyacı), TOK (Toplam Organik Karbon) gibi kimyasal parametreler cinsinden ifade edilir.

Atık suların içerdiği inorganik bileşikler toksik olmayıp, ancak çok yüksek dozlarda kirletici olarak düşünülebilirler. Kum, çakıl ve mineral tuzlar inorganik katılar arasında sayılırlar.

Fenol ve türevleri önemli kirleticilerdendir. Zehirleyici etkiye sahip olmaları nedeni ile biyolojik bozunmayı kısıtlandırmaktadırlar. Sularda kötü tat ve kokmaya neden olurlar. Ayrıca atık sularda çeşitli derişimlerde çözülmüş gazlar da bulunur. Oksijen yüzey havalanma sonucu suya geçer ve atık su arıtımında çözülmüş oksijen miktarı önemli bir kimyasal parametredir (Tan, 2006).

2.2.1.3. Biyolojik Parametreler

İçme ve kullanma suyunun güvenilir olup olmadığını ve kalite kriterini sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek için bakteriyolojik testler yapılır. Sularda bulunabilecek tek hücreli veya çok hücreli patojenik organizmaların miktarı bu testlerle belirlenir. En çok rastlanan patojen türleri koli basili ve streptokoktur. Sağlığa zarar vermeden suyun kullanılabilmesi açısından bu ölçümler büyük bir önem taşır (Tan, 2006).

2.2.2. Atık sulardaki organik maddelerin arıtımı

Atık sulardan organik bileşiklerin gideriminde çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler kullanılmaktadır. Arıtım için kullanılacak yöntem organik bileşiklerin derişimine bağlı olarak saptanır. Tablo 2.1'de endüstriyel atık suların arıtımında kullanılan başlıca arıtım yöntemleri gösterilmektedir.

Tablo 2.1: Endüstriyel atık suların arıtımında kullanılan başlıca arıtım yöntemleri(Tan, 2006)

KONVANSİYONEL YÖNTEMLER		
FİZİKSEL	KİMYASAL	BİYOLOJİK
Debi ölçümleri Izgaralar Öğütücüler Dengeleme Karıştırma Yumaklaştırma Çökeltme Yüzdürme Mikroelekler Gaz transferi Uçurma ve gaz ile sıyırma	Kimyasal çöktürme Adsorpsiyon Dezenfeksiyon Klor ile giderme Klor ile dezenfeksiyon Klordioksitle dezenfeksiyon Brom klorür ile dezenfeksiyon Ozon ile dezenfeksiyon	AEROBİK PROSESLER •Askıda büyüyen prosesler •Yüzeyde büyüyen proses •Birleşik-askıda ve yüzey büyüyen prosesler ANOKSİK PROSESLER •Askıda büyüyen prosesle •Yüzeyde büyüyen proses ANAEROBİK PROSES •Askıda büyüyen prosesle •Yüzeyde büyüyen proses BİRLEŞİK AEROBİK ANOKSİK VE ANAEROBİK PROSESLER •Askıda büyüyen prosesle •Birleşik askıda ve yüze büyüyen prosesler STABİLİZASYON HAVUZLARI
İLERİ YÖNTEMLER		
Mikroelekler Gaz transferi Uçurma ve gaz ile sıyırma Filtrasyon Hava ile sıyırma Ultrafiltrasyon Ters osmoz Elektrodiyaliz İyon değiştirme Karbon adsorpsiyonu	Kimyasal oksidasyon Ultraviyole ışığı ile kimyasal oksidasyon Kırılma noktası klorlaması Metal tuzlan ile kimyasal çöktürme Kireç ile kimyasal çöktürme	Biyolojik nitrifikasyon Biyolojik nitrifikasyon/denitrifikasyo Biyolojik denitrifikasyon Biyolojik fosfor giderme Aktif çamur-toz aktif karbon

2.2.3. Su kirleticilerin sağlığa etkileri

Su kirleticileri, belirlenen standartların üzerinde olduğu zaman insan yaşamını tehdit ederler. Suyun kalite standartları suda bulunmasında sakınca olmayan kirlilik çeşidi ve miktarına göre belirlenir. EPA'nın belirlediği (evresel koruma ajanı) tüm dünyada toplam 80 çeşit kirletici Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2: Su kirleticilerinin sağlığa etkileri (Tan, 2006)

Kirletici	Kesin Etkileri	Muhtemel Etkileri
Bakteriler	Mide Bağırsak Enfeksiyonları (kolera, tifüs vs.)	Kötü beslenme, sudaki
Virüsler	Epidemi, hepatit (Bulaşıcı sarılık) Viral Enfeksiyonlar	Yüzde göz ve deri iltihapları
Protozoa ve metoaza (omurgasız hayvanlar)	Parazital enfeksiyonlar	
Metaller	Pb- Zehirlenmesi Hg-Zehirlenmesi (Besin zincirinden oluşur) Cd-Zehirlenmesi As-" " Cr-" "	Tuz dengesinde bozulmalar tat bozukluđu Epidemik nefrit
Nitratlar	Bakterilerle etkileşim Sulardaki bitkilerin anormal büyümesi, oksijen tüketimi sonucu canlıların lm	Kalp ve damar hastalıklarında artış
Fosfatlar Sülfatlar	Mide, bađırsak hipermobile bitkilerin anormal büyümesi (O ₂ tüketimi)	
F ⁻ , I ⁻	Ařırđ flor nedeniyle dişlerde kırılmalar, sisfloro	
Kanalizasyon	Tenya, kurtlar, bađırsak parazitleri ve diğer enfeksiyonlar	enfeksiyonların taşınmasıyla çeşitli bulaşıcı hastalıklar

3. ALÜMİNYUM

3.1. Alüminyum'un Tarihçesi

Alüminyum, yeryüzünde oksijen ve silisyumdan sonra en yaygın bulunan üçüncü element olmasına rağmen, endüstriyel çapta üretimi 1886 yılında elektroliz yönteminin kullanılmaya başlanması ile gerçekleşmiştir. Alüminyum, diğer çok kullanılan metaller olan demir, kurşun ve kalay gibi, doğada bileşikler halinde bulunur. Alüminyumu oksit halindeki bileşiğinden ilk ayıran ve elde eden kişi, 1807 yılında, Sir Humprey Davy olmuştur. Daha sonra, Hans Christian Oersted, Frederick Wöhler ve Henry Sainte-Clairre Deville, alüminyum eldesinde yenilikler getirmişlerdir. Alüminyumun endüstriyel çapta üretimi ise, 1886 yılında ABD'de Charles Martin Hall ve Fransa'da Paul T. Heroult'un birbirlerinden habersiz olarak yaptıkları elektroliz yöntemi ile başlamıştır. Bu, günümüzde halen kullanılan yöntem olduğundan, 1886 yılı alüminyum endüstrisinin başlangıç yılı olarak kabul edilir. 1886 yılında Werner von Siemens'in dinamoyu keşfi ve 1892 yılında K.J.Bayer'in, boksitten alümina eldesini sağlayan Bayer prosesini bulması ile alüminyumun endüstriyel çapta üretimi çok kolaylaşmış ve bu en genç metal, demir çelikten sonra dünyada en çok kullanılan ikinci metal olmuştur (Gedik, 2008).

3.2. Alüminyum'un Özellikleri

Tablo 3.1'de verilen özellikler alüminyuma ilave elementlerin etkisi ile değiştirilebilir. Alüminyumun metal olarak özellikleri bir çok durumda onun ideal ve ekonomik bir malzeme olmasını sağlar. Alüminyumun genel özellikleri aşağıda özetlenmiştir:

- Alüminyum hafiftir. Aynı hacimdeki bir çelik malzemenin ağırlığının ancak üçte biri kadar ağırlıktadır.
- Alüminyum, hava şartlarına, yiyecek maddelerine ve günlük yaşamda kullanılan pek çok sıvı ve gazlara karşı dayanıklıdır.
- Alüminyumun yansıtma kabiliyeti yüksektir. Gümüşü beyaz renginin bu özelliğe olan katkısı ile beraber gerek iç gerekse dış mimari için cazibeli bir görünüme sahiptir. Alüminyumun bu güzel görünümü, anodik oksidasyon (eloksal), lâke maddeleri vs. gibi uygulamalar ile uzun müddet korunabilir. Hatta, birçok uygulamada tabii oksit tabakası bile yeterli olur.
- Çeşitli alüminyum alaşımlarının mukavemeti, normal yapı çeliğinin mukavemetine denk veya daha yüksektir.
- Alüminyum elastik bir malzemedir. Bu nedenle ani darbelere karşı dayanıklıdır. Ayrıca, dayanıklılığı düşük sıcaklıklarda azalmaz. (Çeliklerin, düşük sıcaklıklarda ani darbelere karşı mukavemeti azalır.)
- Alüminyum, işlenmesi kolay bir metaldir. Öyle ki, kalınlığı 1/100 mm. den daha ince olan folyo veya tel haline getirilebilir.
- Alüminyum ısı ve elektriği bakır kadar iyi iletir.
- Alüminyuma şekil vermek için döküm, dövme, haddeleme, presleme, ekstrüzyon, çekme gibi tüm metotlar uygulanabilir.

Tablo 3.1: Saf alüminyumun özellikleri

Kimyasal sembol	Al
Atom numarası	13
Atom Ağırlığı	26.98
Yoğunluğu	(20 °C) 2.6989 gr/cm (660 °C de sıvı) 2.37 gr/cm
Kaynama sıcaklığı	2300 °C
Ergime sıcaklığı	660.24 °C
Ergime ısısı	94.6 cal/g

Alüminyum 40-540 N/mm² ortalama mukavemeti ile bir çok kullanım alanı için optimum çözümler sunmaktadır. Alüminyum gerek ısı, gerekse elektrik açısından çok iyi bir iletkenidir. Saf halde iken iletkenlik amacından başka uygulamalarda kullanılmaz. Buna karşın, Al alaşımları mutfak eşyalarından uçak ve uzay araçlarına dek sayısız uygulama alanlarında kullanılır.

3.3. Alüminyum'un Doğada Bulunuşu

Yerkabuğunda bol miktarda (%7,5 - 8,1) bulunmasına rağmen serbest halde çok nadir bulunur ve bu nedenle bir zamanlar altından bile daha kıymetli görülmüştür.

Alüminyum, yer kabuğunda en çok bulunan üçüncü elementtir. Bunun anlamı, insan var oldukça, yeterli alüminyum her zaman var olacaktır. Günümüzün en geçerli alüminyum hammaddesi olan boksitin bilinen rezervleri, halihazır tüketim hızına göre 3000 yıl yetecek miktardadır. Tüketim hızının iki misli miktarda yeni boksit rezervleri bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, kaolin esaslı yeni cevherlerden alüminyum eldesi için de çalışmalar devam etmektedir. Boksit, açık alan maden yataklarından çıkarılır. Daha sonra doğanın eski görünümünü alması için açılan yerler kapatılır ve ağaçlandırılır (Gedik, 2008).

3.4. Alüminyum'un Eldesi

Alüminyum, yüzyıldan beri, tüm dünyada aynı yöntemle elde edilmektedir. Alüminyum eldesi, iki aşamada gerçekleşir. Birinci aşamada, Bayer metodu ile boksit cevherinden alümina elde edilir. İkinci aşamada ise, elektroliz ile alümina'dan alüminyum elde edilir.

Boksit madeni yeryüzünde en bol bulunan madenlerden biridir. Alüminyum üretimi için boksit madeni önce yıkanarak kil gibi kaba kirleticilerden arındırılır. Parçalanmış ve öğütülmüş boksit madeni, sodyum hidroksitle karıştırılır.

Elde edilen pastaya, otoklavda daha fazla miktarda sodyum hidroksit ve soda ilave edilerek karıştırılır. İstenen alkali şartlar sağlanır.

3,6 atm. basınç ve 140 °C sıcaklık altında çözelti tutularak alüminanın kostik soda ile hidratlı alüminada dönüşmesi ve çözünmesi sağlanır. Boksitteki alüminanın %30-70'i çözeltiye geçer. Böylece alüminadan sodyum alüminat elde edilir ve alüminyum çözeltiye geçer. Safsızlıklar çökeltiliye geçer.



Bakiyeler veya "kırmızı çamurlar" temel olarak demir oksit, silisyum oksit ve titanyum oksit içerir. Bu maddeler çöktürme ve filtrasyonla giderilir. İnert kırmızı çamur kimyasal metotla bertaraf edilir.

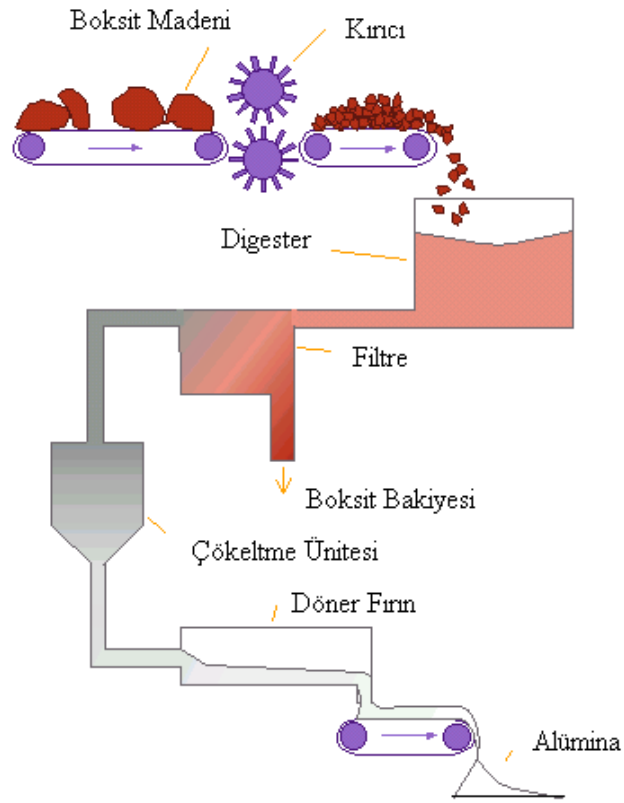
Sodyum alüminat çözeltisi çok incedir. Saf alümina hidrat, aşılandıktan sonra dik tanklara pompalanır. Çalkalayarak ve çözeltide bulunan alümina trihidratlar, tedrici olarak yavaş yavaş soğutarak çöktürülür. Sonra trihidrat katıları, kostik soda çözeltisinden çöktürerek ve vakum filtrasyonu ile ayrıştırılır. Kostik soda çözeltisi geri kazanılarak tekrar kullanılır.



Trihidrat çözeltisi yüksek sıcaklıkta yani 900-1100 °C'de kalsine edilerek su ekstrakte edilir. Hidroskopik olmayan saf Al₂O₃ alümin beyaz tozu elde edilir.

4-5 ton boksit madeninden yaklaşık 2 ton alümina elde edilir.

Şekil 3.1'de boksit madeninden alümina üretimi gösterilmektedir.



Şekil 3.1: Boksit mineralinden alümina üretimi (Öztürk, 2005)

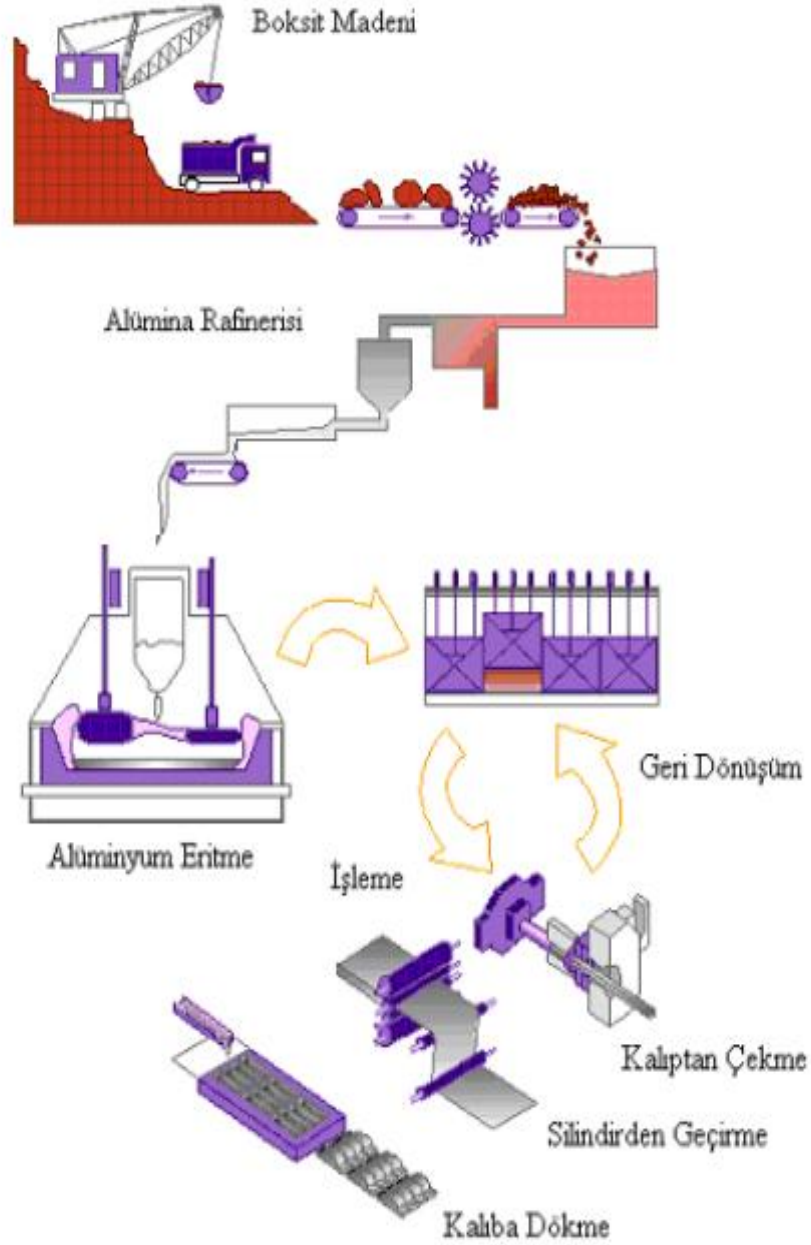
Saf alüminyum ise elektroliz metodu ile elde edilir. Elektroliz hücresi karbon ile astarlanmış bir çelik kaptan ibarettir. Anot karbondur. Elektroliz esnasında katotta erimiş alüminyum üretilirken anotlar okside olarak CO_2 meydana getirirler. Hücrenin kendisi katot görevi görür.



Elektroliz hücresine erimiş alümina doldurulur. Anot ile katot arasında 20.000–50.000 amperlik akım uygulanır ve alümina maddesi sıvı halde tutulur.

Çalışma şartlarında sıcaklık $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ 'nin biraz altındadır. Alüminanın erime sıcaklığını düşürmek ve alışkanlığı sağlamak için bir miktar CaF_2 ilave edilir. Erimiş hale gelen alüminyum hücrenin tabanında toplanır ve buradan alınarak kalıplara dökülür.

3970 kg. boksit madeninden 910 kg. alüminyum metali üretilmektedir. Bu üretim esnasında 460 kg. petrol koku kullanılır. Şekil 3.2’de boksit madeninden alüminyum eldesi gösterilmektedir.



Şekil 3.2: Alüminyum metali üretimi (Öztürk, 2005)

3.5. Alüminyum Ürünlerin Üretim Yöntemine Göre Sınıflandırılması

Alüminyum, ekstrüzyon, haddeleme ve döküm işlemleri ile çeşitli yarı- ürün ve ürünler haline dönüştürülür.

- Ekstrüzyon ürünleri

Ekstrüzyon yöntemi ile çeşitli kesitlerde profil, çubuk, boru, lamalar ve filmanın elde edilir. Alüminyum, ekstrüzyon işlemine çok uygun bir metaldir. Böylece, kullanım amacına uygun şekil ve ölçülerde pek çok ürün, başka bir biçimlendirme işlemine gerek kalmadan ekonomik bir şekilde üretilir.

- Yassı Ürünler

Sıcak ve soğuk haddeleme yöntemi ile alüminyumdan plaka, levha ve folyo gibi yassı ürünler elde edilir.

- Döküm Ürünleri

Alüminyumdan, kokil, basınçlı veya kum döküm yöntemleri ile çeşitli büyüklük ve şekilde parçalar üretilir.

- Alüminyum İletkenler

Bakırdan daha hafif olan alüminyum, elektrik enerjisinin nakledilmesinde büyük avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle günümüzde enerji nakil hatları alüminyumdan yapılmaktadır. Alüminyum iletkenler, kontinü döküm ile filmanın eldesi, filmanın haddede çekilerek tel haline getirilmesi ve tellerin örülmesi, ile oluşan üç aşamalı proses ile üretilirler.

3.6. Alüminyumun Çeşitli Ortamlardaki Korozyonu

Alüminyum ve alüminyum alaşımlarının korozyona karşı metalin yapısından doğan bir dayanıklılık özelliği vardır. Alüminyum periyodik cetveldeki konumuna göre aktif bir metal olmakla birlikte yüzeyindeki koruyucu, yüzeye sıkıca bağlı, belli belirsiz oluşmuş koruyucu bir oksit filmi nedeniyle kararlı bir elementtir. Bu film tabakası bozulsa bile birçok ortamda yeniden oluşur.

Alüminyum alaşımları, sulu ortamlarda oksijenden fazla etkilenmemekle beraber, bol miktarda çözülmüş oksijen özellikle asitli çözeltilerde metalin çözünmesine sebep olur. CO₂ ve H₂S fazla etkin olmamakla beraber, su içinde çözülmüş olan SO₂ alüminyumun bir miktar çözünmesine neden olur. Bu miktar, bakır ve çeliğe kıyasla oldukça azdır. Oksijensiz ortamda H₂ ve N₂ zararsızdır.

Alüminyumun çözünmesinin pH'ya bağımlılığını veren genel bir bağıntı mevcut değildir. Ortamda bulunan özel iyonlar duruma etkir. Genel olarak alüminyum alaşımları, kuvvetli HNO₃ ve CH₃COOH 'e karşı dayanıklıdır. Fakat sulandırılmış HCl, H₂SO₄ ve HNO₃ 'de çözünürler. Diğer taraftan ortamda Si bulunduğu pH=11,7'de bile dayanıklı olan Al, Si'un olmadığı hallerde pH=9'u altında çözünebilir. Cl⁻ ihtiva eden çözeltilerde alüminyum pH=5,5 – 8,5 aralığında çözünür.

Saf suyun 180 °C'a kadar alüminyuma gözle görülür bir etkisi olmaz. Nötr suyun fazla etkin olmaması yanında, bazı sular alüminyumun oyuk korozyonuna sebep olurlar.

Sulu asitler alüminyum alaşımları için koroziftir. HF, HCl ve HBr konsantrasyonunun %0,1'in altındaki değerler hariç, alüminyum alaşımları için oldukça korozif olup aşınma hızı da sıcaklıkla artmaktadır. Borik asit çözeltileri bütün konsantrasyonlarda ihmal edilecek kadar az etkirler. Kromik ve fosforik asit karışımı, büyük bir konsantrasyon aralığında, yüksek sıcaklıklarda bile aktif değildir.

Alüminyum alaşımları oda sıcaklığında, pek çok organik asitlere karşı dayanıklıdır. Alüminyum meyve asitlerine karşı da dayanıklıdır.

Alkali çözeltilerde; NaOH ve KOH, %0,01'den daha küçük konsantrasyonlar haricinde, metalin süratle çözünmesine sebep olurlar. Alkali sulu çözeltilerin aşındırıcı etkisi bazı inhibitörler aracılığı ile azaltılabilse de, derişik çözeltiler için genel inhibitörler etkili olmamaktadır. NH₃ veya NH₄OH'e ve aminlere karşı alüminyum alaşımları son derece dayanıklıdır.

Tuz çözeltilerinde; nötr veya nötre yakın tuz çözeltileri (pH=5-8,5) alüminyum alaşımlarına oda sıcaklığında fazla etki etmezler. Cl⁻ ihtiva eden çözeltiler daha koroziftir. Alkali ve asidik tuz çözeltileri koroziftir (Gedik, 2008).

3.7. Alüminyum Bileşikleri

Alüminyum hidrür (AlH₃)_n, trimetil-alüminyum ve aşırı oksijen kullanarak üretilen ve havada patlayarak yanan bir bileşiktir. Alüminyum klorürün eter çözeltisi içinde lityum hidrürle muamelesi sonucu da üretilir. Ancak çözücünden ayrıştırılamaz.

Alüminyum karbür (Al₄C₃) elementlerin oluşturduğu karışımın 1000°C nin üzerine ısıtılması ile üretilir. Açık sarı renkli kristallerinin kompleks bir kafes yapısı vardır. Su veya seyreltik asitle metan gazı verirler. Asetilit (Al₂(C₂)₃), ısıtılmış alüminyum üzerinden asetilen geçirmek suretiyle üretilir.

Alüminyum nitrür (AlN), elementlerinden 800°C. de üretilir. Su ile hidrolize olarak amonyak ve alüminyum hidroksit verir.

Alüminyum fosfit (AlP), benzer şekilde yapılı ve fosfin vererek hidrolize olur.

Alüminyum oksit (Al₂O₃), alüminyumun oksijenle yakılması; hidroksit, nitrat veya sülfatının ısıtılmasıyla elde edilir. Sertliği elmas, bor ve nitrürden sonra gelir. Suda hemen hemen hiç çözünmez.

Alüminyum hidroksit, bir alüminyum tuzunun sulu çözeltilisine amonyak ilavesi yoluyla jelatinimsi bir çökelek şeklinde elde edilebilir. Amfoteriktir; hem çok zayıf bir asit olup hem de alkalilerle alüminatlar yapar. Değişik kristal formlarında bulunur.

Alüminyum sülfür (Al_2S_3), alüminyum tozu üzerinden hidrojen sülfür geçirerek üretilir.

Alüminyum florür (AlF_3), hidroksitinin HF ile muamelesi sonucu veya elementlerinden üretilir. $1291^\circ C$ de ergimeksizin gaz fazına geçen dev bir molekül yapısına sahiptir. Çok inerttir. Diğer üç değerli halojenürleri dimerik ve köprü benzeri yapıdadırlar.

Ampirik formülü AlR_3 olan organo-metalik bileşikleri vardır ve dev yapılı moleküller değilse de en azından dimerik veya trimeriktirler. Organik sentez alanında (örneğin, trimetil alüminyum) kullanılırlar.

Alümino-hidrürler bilinen en elektropozitif yapılardır. İçlerinde en kullanışlı olan lityum alüminyum hidrürdür ($Li[AlH_4]$). Isıtıldığında lityum hidrür, alüminyum ve hidrojene parçalanır ve su ile hidrolize olur. Organik kimyada pek çok kullanım alanı vardır. Alümino-halojenürler de benzer yapıya sahiptirler (Yenigül, 2006).

3.8. Alüminyumun Kimyasal Reaksiyonları

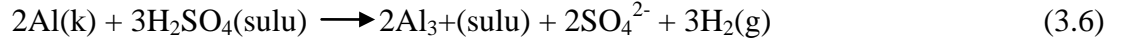
Alüminyumun Hava ile Reaksiyonu: Alüminyum, dış yüzeyi metali havanın etkileşiminden koruyan ince bir oksit tabakası olan gümüş beyazı bir metaldir. Dolayısıyla, normal olarak alüminyum metali hava ile doğrudan reaksiyona girmez. Oksit tabakası zarar gördüğünde, havanın reaksiyonuna maruz kalır. Alüminyum oksijen ile çok parlak beyaz bir alev oluşturmak suretiyle reaksiyona girer ve Al_2O_3 meydana gelir.



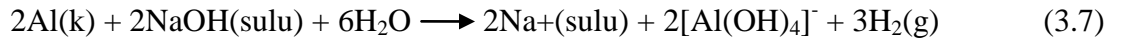
Halojenlerle Reaksiyonu: Alüminyum bütün halojenlerle alüminyum halojenürleri oluşturmak üzere kuvvetle reaksiyona girer. Örneğin,



Asitlerle Reaksiyonu: Alüminyum metali asitlerle H₂ gazı açığa çıkarmak üzere hızlı bir şekilde tepkimeye girer. Konsantre nitrik asitin alüminyum pasifleştirme etkisi vardır. Al seyreltik sülfürik asitle aşağıdaki gibi reaksiyona girer.



Bazlarla Reaksiyonu: Alüminyum sodyum hidroksit içerisinde hidrojen gazı ve [Al(OH)₄]⁻ tipi alüminat oluşumunu takip edecek şekilde çözünür (Yenigül,2006).



3.9. Alüminyum Kullanımının Endüstrilere Göre Gruplandırılması

- Alüminyum ve İnşaat

İnşaat sektörü, yılda Avrupa'da 1.2 milyon ton, ABD'de 1.05 milyon ton, Japonya'da 915.000 ton alüminyum kullanmaktadır. Alüminyum, binaların çatı ve cephe kaplamalarında, kapı ve pencerelerinde, merdivenlerde, çatı iskeletinde inşaat iskelelerinde ve sera yapımında büyük miktarda kullanılır. Alüminyumun sağlamlığı yanında sahip olduğu dekoratif görünüm, eloksal (anodik oksidasyon) kaplama ile bir bakıma ölümsüzleşir. Gerek natürel veya renkli eloksal kaplama, gerek ise lake (elektrostatik toz veya sıvı) boyama ile alüminyum; mimar ve mühendislere inşaat sektöründe zengin seçenekler sunar. İnşaat sektöründe; alüminyum ekstrüzyon, yassı-ürünler ve döküm ürünleri kapı/pencere doğramaları, cephe/çatı kaplamaları ve aksesuarların yapımında kullanılır.

- Alüminyum ve Ambalaj

Alüminyum, en kullanışlı ambalaj malzemelerinden birisidir. Alüminyum, konteyner imalatından ilaç kutularına kadar çok çeşitli ambalaj uygulamalarına mükemmel cevap verir. Banyoda diş macunu tüpünden, marketlerdeki sayısız ürünler (çikolata vb.) mutfakta folyoya sarılı fırın yemekleri ve buzdolabındaki soğuk meşrubatlara kadar, alüminyum pek çok ürünü sarar ve korur. Alüminyumun homojen yapısı, ince

folyo (alüminyum kağıt) şeklinde üretilmesi, hava geçirmezliği ve kolay şekillenebilmesi onu ideal bir ambalaj malzemesi yapar. Alüminyum folyo, hava ve mor-ötesi ışınları geçirmediğinden, gıdaları doğal renk ve tadları ile birlikte korur.

Alüminyum, folyo olarak vakumlu ambalajlarda, metalize film (alüminyum kaplı plastik) olarak da ısı ile kapanan ambalajlarda (yoğurt, ilaçlar vb) en tercih edilen malzemedir.

Alüminyumun en yaygın kullanıldığı alanlardan birisi de, meşrubat ve bira kutulandır. Dünyada kullanılan tüm içecek kutularının % 80'i alüminyum kutularıdır. Bunun nedeni, hafif açılması kolay, darbeye dayanıklı, sağlam, çabuk soğutma özelliği ve geri kazanılabilir (recycable) olmalarıdır. Kullanılmış alüminyum içecek kutularının yüksek hurda değeri, geri kazanma için kutulann toplanmasını kolaylaştırır. Kullanılmış alüminyum kutuların tüketiciden satın alınması ile başlayan geri kazanma işlemi sonucunda, yeni kutular üretilmektedir. 1989 yılında kullanılan alüminyum meşrubat kutularının geri kazanma oranı ABD'de % 61, Avustralya'da % 60, Kanada'da % 45, Japonya'da % 42, Avrupa'da % 16 olmuştur. Bu oranlar, her yıl artmaktadır. Alüminyumdan yapılan diğer ambalajların atıklarından enerji elde eden yeni bir proses bulunmuş ve Avrupa'da kullanılmaya başlanmıştır.

• Alüminyum ve Taşıt Araçları

Alüminyum, ulaşım sektöründe taşıt araçlarının üretiminde kullanılan en önemli malzemelerden birisidir. Alüminyum kullanımının yaklaşık % 25'i taşıt araçlarının üretimine aittir. Taşıt araçları ne kadar hafif olursa, hareket etmeleri için daha az enerjiye gerek duyulur. Günümüzde bir otomobilde 50 kg alüminyum kullanılmaktadır. Bu sayede, yaklaşık 100 kg demir, çelik ve bakır malzeme tasarrufu yapılmaktadır. Yapılan hesaplar ve deneyimler sonucunda, alüminyum kullanılan bir otomobilin, yeterince alüminyum kullanılmamış bir otomobile kıyasla, ekonomik ömrü boyunca 1500 litre daha az yakıt harcadığı anlaşılmıştır. Bu durumun gerek sürücülerin akaryakıt masraflarına sağlayacağı ekonomi ve çevre sağlığı açısından atmosfere yayılan atık ekzos gazının düşürülmesi yönünden çok büyük faydası bulunmaktadır.

Otobüs ve tren gibi sık sık hareket eden ve duran araçlarda, aracın hafif olması daha da fazla önem kazanmaktadır. Günümüzde otobüs, tren, kamyon gibi büyük kara araçlarında alüminyum kullanımı ile önemli yakıt tasarrufu sağlanmaktadır. Dayanımı ve işleme kolaylığı, alüminyumun üstün özellikleridir. Hafifliği Ayrıca karayolları trafik ve yön işaret sistemlerinde, otoyol parafet ve köprülerinde alüminyum kullanımı artmaktadır. Deniz araçlarında, özellikle teknelerde alüminyum süper-yapı sistemleri ile ağırlık merkezi daha aşağıya çekilmekte ve böylece teknenin dengesi artırılmakta ve daha çok kullanım hacmi sağlanmaktadır. Küçük teknelerin ve yatların yelken direkleri alüminyumdan yapılmaktadır. Bir uçağın ağırlıkça % 70'i alüminyumdan oluşmaktadır. Alüminyum alaşımlarının hafifliği yanısıra sağlamlığı, uçakların ve dolayısı ile havacılık sektörünün gelişmesine en büyük katkıyı yapmıştır. Duralüminyum (alüminyum-bakır) alaşımlarından sonra gelecekte en önemli uçak malzemesi alüminyum-lityum alaşımları olacaktır. Alüminyum-lityum alaşımları ile, uçakların % 15 hafiflemesi mümkündür.

• Alüminyum ve İletkenler

Alüminyum son derece iletken bir metaldir. Bu nedenle, tüm alüminyum kullanımının Avrupa'da % 10'u, ABD'de % 9'u, Japonya'da % 7'si elektrik ve elektronik sektöründe kullanılmaktadır. Alüminyumun bu alandan çok kullanıldığı yer, elektrik nakil hatlarıdır. Çelik özlü alüminyum iletkenler, yüksek voltajlı elektrik nakil hatlarında tercih edilen tek malzeme olmuştur. Alüminyum, yeraltı kablolarında, elektrik borularında ve motorbobin sarımında yaygın şekilde kullanılmaktadır. Elektronikte, alüminyum kullanım yerleri arasında, şaseler, yongalar, transistör soğutucuları, data kayıt diskleri ve elektronik cihazların kasaları bulunmaktadır.

• Alüminyum ve Diğer Mühendislik Uygulamaları

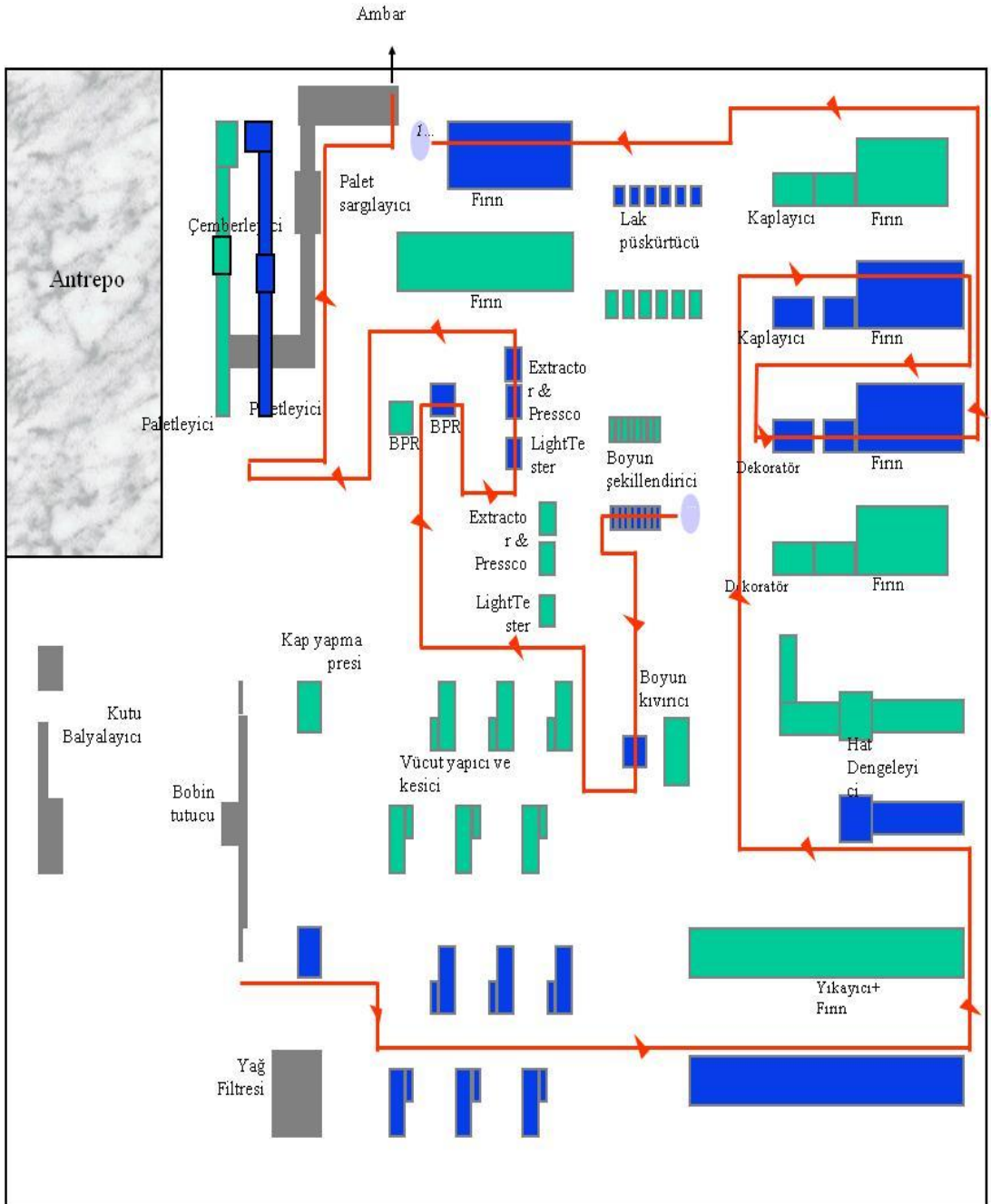
Makina elemanları uygulamalarında, yüksek dayanım/ağırlık oranı, korozyona nedeniyle, büyük ve tek parçaların manüplasyonu mümkün olur. Hassas toleranslarda işleme kolaylığı sayesinde, standart birimlerden büyük parçaların

yapılması mümkün olur. Karmaşık kesitli parçaların üretiminde, alüminyum ekstrüzyonu büyük avantajlar sağlar.

Vites kutulan, motor blokları ve silindir kafaları kolaylıkla alüminyum döküm ile yapılır. Son uygulamalarda krankmili yataklarında alüminyum kullanılması, bu parçaların uzun ömürlü olmasını sağlamıştır. Son yıllarda otomotiv piyasasında yanlışlıkla "çelik jant" denilen gösterişli, parlak, boya ve bakım gerektirmeyen "hafif alaşımli" jantlar "alüminyum"dur (Gedik, 2008).

4. ALÜMİNYUM KUTU ÜRETİMİ

Şekil 4.1’de örnek bir alüminyum kutu üretim süreci akış şeması ayrıntılı olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.1: Üretim süreci akış şeması

4.1. Kap Yapma Presi

Üretimin hammaddesi olan coiller, yaklaşık 9 ton ağırlığında, 1.70 cm eninde ve yaklaşık 7 km sarım uzunluğunda alüminyum bobinlerdir. Coiller stok alanında depolanır.



Şekil 4.2: Alüminyum coiller

Downender ve Coilcar; iki hattın Dreeler'ları arasında bulunur ve her iki hat tarafından ortak kullanılırlar. Downender makinası alüminyum coilleri üretim hattında kullanabilmek için, sevk edildiği ve stoklandığı pozisyona göre 90 derece döndürme işlemini yapar. Coil; Downender üstünden coil arabası 'coil car' tarafından taşınarak Dreeler koluna getirilir.



Şekil 4.3: Coil'in dreeler'a takılışı için kullanılan downender

Aluminyum bobin Dreeler'in üzerindedir ve Lubricatör'den geçirilerek kap yapma presine beslenir. Kap presi, alüminyum bobini lubrikatörden çeker. Presin bir komple vuruş stoku ile bobinden bir disk kesilir ve çekme işlemi ile kap şekline getirilir.



Şekil 4.4: Lubrikatör



Şekil 4.5: Kap yapma presi



Şekil 4.6: Kap

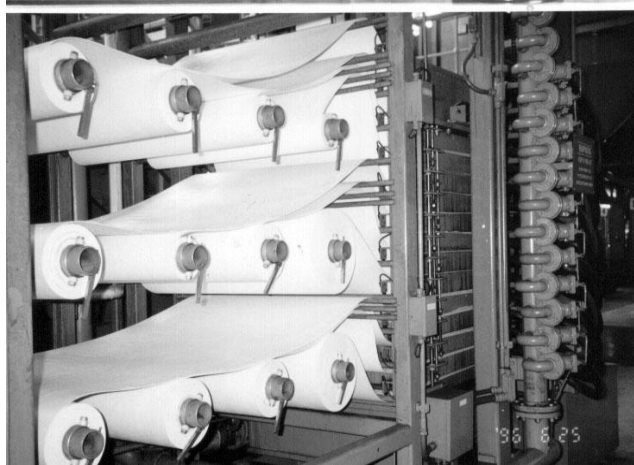
4.2. Vücut Yapıcı ve Kesici

Preste kap şekline getirilen alüminyum daha sonra cidar sıvama makinalarına geçer. Bu cidar sıvama makinaları Bodymaker (Vücut Yapıcı) olarak bilinir. Bodymaker'lara gelen kap, çeşitli cidar sıvama aşamalarından geçerek kutu şekline gelir. Üretilen kutuların belirtilen toleranslar dahilinde olabilmesi için Bodymaker'ların hassas set edilmesi gerekir.



Şekil 4.7: Bodymaker

Schneider Filter (filtre), kutu şekillendirmesini kolaylaştırmak için Bodymaker'da cidar sıvama Ringlerinde kullanılan soğutma suyunu temin eder. Proseste alüminyum parçacıkları ve yağ ile kirlenen soğutma suyu, devamlı olarak temizlenir ve devirdaim yapar.



Şekil 4.8: Schneider filtre

Kutu Bodymaker'dan sonra kutular Trimmer'a (Kesici) gelir. Kutunun açık kısmı istenen yüksekliğe göre kesilir. Kesim işlemi Alüminyum tozu artışına sebep olur.

4.3. Yıkayıcı

Kutu, Cupping Pres ve Bodymakerdaki işlemler sırasında yağlanır. Washer, üretim hattının bundan sonraki aşamalarında istenmeyen bu yağın kutunun üzerinden yıkanarak atılmasını ve kutu yüzeyinin alt kaplama baskısına hazır olmasını sağlar.

Tipik olarak proses sırası aşağıdaki gibidir.

- Ön yıkama
- Kimyasal ile temizleme
- Su ile durulama
- Kimyasal ile kaplama
- Su ile durulama
- Kimyasal ile son durulama
- Fırında kurutma

4.4. Dış Kaplama ve Baskı

Coater, kutunun dış yüzeyini beyaz renkli veya şeffaf renkli baskı alt boyası ile kaplar. Baskı altı kaplaması yapılan kutular daha sonra sıcak hava fırınlarında kurutulur.

Coater (dış kaplama makinası) ve oven (fırın)'dan geçen kutular Decorator (Baskı makinası)'a gelir. Burada müşterinin dizaynı olan şekiller kutunun yüzeyine basılır. Çeşitli renklerdeki mürekkeplerle kaplanan kutular daha sonra sıcak hava fırınlarında kurutulur.

Bottom Rim Coater ünitesinde, kutu tabanının 'rim' ve 'chime' kısımlarını dış etkilerden korumak ve kutunun konveyörlerde taşınmasını kolaylaştırmak için dış kaplama ve baskı işlemlerinden sonra renksiz lak tatbik edilir.

Mcpo Pin Zincirli Fırın ünitesinde, dış kaplama ve baskı işlemlerinden operasyonlarından sonra kutular kurutma fırınlarından geçirilir. Fırında sıcak ve soğuk olmak üzere iki bölge vardır. Pimli zincirler, kutuları coater ve decorator'dan sonra fırın boyunca taşırlar.

4.5. Spray

Daha sonra Spray Makinasında, kutunun içi, içine koyulan meşrubat ile reaksiyona girmemesi için koruyucu lakla kaplanır. Lak kaplamasının dağılımı, homojenliği, kaplama kalitesi için çok önemlidir. Bu uygulamalar testler ile kontrol edilir.

Ibo (Internal Bake Oven) ünitesinde, iç spreyleme makinasından çıkan kutular, içinde sıcak hava dolaşan fırından geçirilir. Böylece kutu içine tatbik edilen lak kurutulmuş olur.

4.6. Ön-boğaz Şekli Verme ve Flanşlama

Necker makinası kutunun uç kısmına ön-boğaz şeklini verir. Necker toolingleri ile kutunun boynunun istenilen speklere göre daraltılması sağlanır. 9 basamaklı bu makinada her basamakta kutu boynu kademe kademe daraltılarak işlem yapılır.

160-240 Flanger / 595 Necker Flanger makinası ile 202 çaplı kutuların açık ucundaki boyuna son şekli verilir ve flanş yapılır. Flanş işleminin speklere uygun olarak şekillenmesi, kutunun sızdırmazlığı açısından çok önemlidir. 595 Necker Flanger ise 206 çaplı kutuların boyun oluşumu işleminden sonra, flanşlama işlemini yapar.

4.7. Test Cihazları

Light tester bölümünde son şekli verilmiş kutu, düşük yoğunluklu ultraviyole (U.V) ışın kontrolünden geçirilir. Işığı geçiren, yani bozuk ve delik kutular dışarıya aktarılır.

Pressco/Extractor ünitesinde Pressco, video kameralı test cihazıdır. Bitmiş kutuların kalite kontrollerini yapar. Bilgisayar, cihazın hafızasındaki hatasız kutu görüntüsü ile kameralar önünden geçen kutuların görüntülerini karşılaştırarak farklı olan kutuları red eder. Extractor sistemi ise kutu dış yüzeyindeki baskı farklılıklarını kontrol eder. Farklı dizaynı ya da yüzey baskısı bozuk olan kutuları ayırır.

4.8. Paletleme ve Sevkiyat

Palletiserda değişik ölçülerde palet ve layer pad kullanılır. Kutu boyuna göre, palet yükseklikleri değişir.

Strapper-Stretch Wrapper bölümünde Palletiserdan gelen paletler sevkiyat sırasında hasar görmemesi için dört bir tarafından şerit kuşaklar ile bantlanır. Ardından bantlanan paletlerin dış etkilerden korunması, tozlanması ve dağılmaması için etrafı selefona ile kaplanır. Daha sonra ambara alınıp stoklanır veya sevk edilir.

5. ALÜMİNYUM KUTU ÜRETİMİ ATIKSULARININ KAYNAK VE ÖZELLİKLERİ

İşletmenin, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği kapsamınca Tablo 15:14 Metal Sanayii (Laklama-Boyama) sınıfında değerlendirilen atık suyu washer ünitesinde kutuların yıkanması esnasında oluşmakta öncesinde Coil'in cupper'a verişilinden itibaren de sisteme yağ girişi söz konusu olmaktadır.

5.1. Yağ Oluşumu

Şekillendirmenin rahat ve en az kayıpla yapılabilmesi Alüminyumun çeşitli amaç ve miktarlarda yağ ile beslenmesi ile mümkün olmaktadır.

Atık suda 5 çeşit yağ bulunmaktadır.

- Coil'de varolan sentetik yağ.
- Cupper'ın mekanik parçaları için kullanılan kendi mineral makine yağı.
- Alüminyumun rahat kalıba girmesi amacıyla coil'in cupper'a girişi esnasında verilen sentetik yağ.
- Cupper'dan çıkan cup'ın bodymaker'dan geçerken mekanik parçaların fazla ısınmasını önlemesi amacıyla kullanılan soğutucu sentetik yağ.
- Bodymaker'ın mekanik parçaları için kullanılan mineral makine yağı.

Alüminyum, üzerinde var olan coil yağı ve Alüminyum tozu ile üretime girer. Cupper'da şekil almaya yardımcı sentetik yağ ve makinenin kendi yağıyla birlikte 3 çeşit yağ ve alüminyum tozu cup'taki toplam kirliliği oluşturur.

Cup'dan Bodymaker'a geçen kutu şekil alırken mekanik parçaların fazla ısınmasını önleyici soğutucu yağ ve bodymaker'ın makine yağı ile toplam 5 çeşit yağ ve Trimmer çıkışı Alüminyum tozunun artışı kirliliği artırır.

5.2. Alüminyum Kutu Üretimi Atık Sularında Alt Kategorizasyon

Alüminyum kutu gıda sektörüne hizmet ettiğinden kaynaklı şekillendikten sonra kutunun kirlilik giderimi amaçlı yıkama safhası çok hassas ve önemlidir.

Şekil alan kutunun baskıya hazırlanabilmesi için ardışık yıkama safhalarından geçmesi gerekmektedir:

- Safha 1: Bu evrede ön durulama yapılarak kutuya yapışmış alüminyum tozları ve kaba kirin atılması, fiziksel kirliliğin seyreltilmesi veya giderimi amaçlanır.

Ön durulama suyu kullanımı, Safha 6'ten verilen ham suyun Safha 4'e oradan da Safha 1'e transferi ile sağlanır. Yıkamanın en kirli durulama suyudur.

- Safha 2: Kutunun ön temizliğinin yapıldığı % 30'luk sülfürikasit banyosunun kullanıldığı safha kutu yüzeyinde tutunan Alüminyuma yapışmış coolant yağı ve diğer kirlerin bir kısmını yüzeyden parçalayarak uzaklaştırıp bir sonraki safhaya geçişini engellemektir. İyi bir ön temizlik yapılmazsa bir sonraki temizleme safhasının işini zorlaştıracığından temizlenmemiş yağlı kutu problemine sebep olabilir.

- Safha 3: Bu safhada iki kimyasal kullanılır. 55 +/- 2°C bir sıcaklıkta PH 2.0 +/- 0.2 de suda çözünen sülfürik asidin ve iyonik olmayan yüzey aktif maddeler içerikli kimyasalın kontrollü ilavesi yağı parçalayarak kutu yüzeyinde kalan organik kirlerin (çözünbilir yağlar, hadde yağları, parmak izleri, tesisten gelen kirler, makine yağları) tamamen uzaklaştırılmasını sağlarken birlikte kullanıldığı surfactant yani ıslatıcı parçalanmış yağ moleküllerinin tekrar yapışmasını engellemek adına yağ molekülleri ile bağ oluşturup etrafını sarar.

Hidroflorik asit içerikli suda çözünen kimyasal ise temizlenmiş yüzeyde rahat kaplama yapılabilmesi için kutu yüzeyindeki inorganik kirlerin (Alüminyum partikülleri, kutu yüzeyindeki doğal oksitler, korozyon ürünleri) yüzeyden

uzaklaştırılmasını, Alüminyum'un aşındırılmasını ve gözenekli hale getirilmesini sağlar.

- Safha 4: Çözünmüş Alüminyum kaynağı olan bu durulama safhasında sodyum hipoklorit kullanılarak kutuların dezenfekte edilmesi amaçlanır.
- Safha 5: Suda tamamen çözünen Hidroflorik asit, Nitrik asit, Hekzoflorozirkonik asit içerikli renksiz bu kaplama kimyasalının kullanım amacı zirkonyum moleküllerini yüzeye tutturup zirkonyum fosfat molekülü oluşturarak kutunun iç ve dışının kaplanarak astar, boya, vernik gibi kaplamaların yapışma etkinliğini artırmak, pastörizasyon esnasında kutu dış yüzeyinin bozulmasına direnç göstermek, Alüminyum korozyon direncini artırmaktır.
- Safha 6: Ön arıtmadan geçen ham suyun washer'a ilk verildiği en temiz durulama safhasında kalan son kirliliği atılması sağlanır.

Kuyu'dan çekilen ham suyun üretim prosesi ve lavabolarda kullanılabilmesi için ön arıtma yapılır.

Ön Arıtma prosesi kuyudan çekilen suya anyonik polielektrolit ve alüminyumsülfat dozajlaması yapılarak lamella tankında oluşan çamurun çöktürülmesi esasına dayanır.



Şekil 5.1: Ön arıtma kimyasal çöktürme tankı

Çamuru çöktürülen kuyu suyu AKM giderimi için kum filtrelerinden geçirildikten sonra Sodyumhipoklorit dozajlaması yapılarak suyun dezenfekte edilmiş ham su borular vasıtası ile washer'ın 5. safhasında durulamada kullanılmak üzere gönderilir.



Şekil 5.2: Ön arıtma kum filtreleri



Şekil 5.3: Ön arıtmada sodyum hipoklorit dozajı

- Safha 7: Zirkonyum kaplama dolayısıyla kutular bu safhada saf su ile yıkanarak iyon dengesi kurulmalıdır.

Bu sebeple belirli bir aşamaya kadar değişik arıtma kademelerinden geçirilen suda kalan iyonların da alınarak deiyonize saf su elde edilmesi için temiz su arıtma tesisinden geçişi sağlanır.

Ham suyla birlikte gelen tortu, kum, askıda katı madde ve bulanıklığa neden olan istenmeyen maddeleri sudan arındırarak kullanıma uygun hale getirmek için su kum filtresinden geçirilir. İstenmeyen tat, koku, renk, klor, asbest maddeler, pestisitler, kuyu suyunun ihtiva ettiği ağır metallerin giderimi ve bakteriler için uygun yaşama ortamı oluşturan birçok organik maddeleride yüzey alanında absorbe ederek muhtemel bakteriyolojik kirliliklerin önüne geçmek amaçlı su aktif karbondan geçirilir.

Kirlilik yükü giderilen suda iyon dengesinin sağlanabilmesi için ilk kolonda hidrojen bazlı 3 adet katyonik reçine, ikinci kolonda ise yine 3 adet OH⁻ bazlı anyonik reçine kullanılır. İyon dengesi sağlanmış suda bulunan tortu, pas askıda katı maddelerin filtrasyonu antibakteriyel elyaftan üretilen iplik filtreden geçirilerek sağlanır.

Temiz su arıtma tesisinde son işlem olarak su, doğal ultraviyole ışık enerjisini kullanarak mikrobiyolojik çoğalmayı engellemek için UV dezenfeksiyon sisteminden geçirilir ve yıkama ünitesi 6. Safhaya gönderilir.

- Safha 8: Son safhada su içersinde tamamen çözünebilen renksiz bir sıvı olan surfactantın kullanım amacı konveyör üzerinde kutuların rahat hareket etmesini sağlamak, kutu yüzeyine kayganlık vererek kutuların birbirini çizmesini engellemek ve ıslak kutuların fırın içerisinde kurutulmasına yardımcı olmaktır.

Sonuç olarak arıtılacak atık suyun karakterizasyonunda genel olarak;

- 5 çeşit yağ,
- Çözülmüş Alüminyum
- Yıkama kimyasalları mevcuttur.

5.3. Alüminyum Kutu Üretim Atık Suları Kirletici Parametrelerinin Özellikleri

İşletme, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği kapsamınca Tablo 15:14 Metal Sanayii (Laklama-Boyama) sınıfında ve İSU Atık suların Kanala Desarj Yönetmeliği Atık suların Atık su Altyapı Tesislerine Desarjında Öngörülen Atık su Standartları Desarj Limitleri Tablosu kapsamında değerlendirilmektedir.

5.3.1. Kimyasal oksijen ihtiyacı

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), atık su numunesinde bulunan maddelerin oksidasyonu için gereken oksijen ekivalenin bir ölçüsüdür. Organik maddenin oksidasyonu asidik şartlarda, potasyum bikromat gibi kuvvetli bir yükseltgeyicinin ve bir katalizörün (gümüş sülfat) yardımıyla gerçekleştirilir. KOİ testinin en büyük avantajı analiz için üç saatten kısa bir süre sonunda neticelendirilmesidir. Ancak bu parametrenin en büyük dezavantajı, KOİ testinin biyolojik olarak bozunabilen ve bozunamayan organik madde arasında bir ayırım yapamamasıdır. Buna ek olarak, numunede bulunan inorganik indirgeyici kimyasal maddeler (sülfür, indirgenen metal iyonları v.b.) ve klorürler KOİ testine girişim yaparlar (Birgül, 2006).

5.3.2. Toplam askıda katı madde

Toplam askıda katı madde suda çözülmüş halde bulunmayan maddeleri kapsar. Bu maddeler çeşitli tür ve yapıda olabilir. Askıda maddeler çevre sularında dipte birikmelere ve bulanıklığa yol açarlar. Ayrıca batıkların solunum yollarını da tahriş ederler. Bu etki askı haldeki maddelerin türüne ve dane büyüklüğüne bağlıdır. Özellikle metalik yapıdaki askıda maddelerin balıklara zararlı etki yaptığı, bazı hallerde ise öldürücü olduğu belirlenmiştir.

5.3.3. Krom

Krom doğada yaygın şekilde bulunan bir element olmasına karşın doğal sularda çok nadiren bulunabilir. Bulunan konsantrasyonlar 1 mg/l nin altında olmaktadır. Krom, tuzlarında çeşitli değerlikte bulunabilir. Bunlardan en çok rastlanılanları Cr^{+3} ve Cr^{+6} tuzlarıdır. Krom su yaşamına zararlıdır. Krom tuzlarının zehirli etkisi, pH ve kromun değeri ile değişmektedir. Kromun zehirliliğinin çözülmüş oksijen ve ortamdaki organik madde konsantrasyonu ile de ilgili olduğu öne sürülmektedir. Kromun fotosentez üzerine etkili olduğu ve fito planktonlar ile su bitkilerine zararlı etki yaptığı bilinmektedir. Diğer su canlılarına da, besin zincirinde birikim yoluyla ve doğrudan etkili olduğu saptanmıştır. Krom için verilen kalite kriterleri su yaşamı için 0,1 mg/l, içme suyu için 0,05 mg/l'dir (Öner,2008).

Pasifik okyanusunda yapılan çalışmalarda 0.5 µg/L çözülmüş kromun %15 anorganik krom(III), %25 anorganik krom(VI), %60 organik bağlı krom olduğu ifade edilmektedir. Deniz sedimentlerinde anorganik krom(III) çözülmüş oksijen ile krom (VI)'ya yükseltgenmez. Bu arada krom (VI) belirli organizmalar ile biyolojik olarak indirgenir.

5.3.4. Yağ ve Gres

Yağ ve gres parametresi yağ ve gres sınıfına girebilen serbest ve emülsiyon halinde bulunabilen çok çeşitli maddeleri içerir. Bu maddeler evsel, petrol türevleri veya diğer orijinli olabilirler. Her tür maddenin etki sinin birbirinden farklı olacaktır. Genelde yağ ve gresler su yaşamına, kanalizasyon sistemine ve alıcı ortama zararlı maddelerdir (Birgül, 2006).

Yüzücü yağ ve gres su üstünde bir film oluşturur. Ayrıca özellikle petrol orijinli olan yağlar çok düşük konsantrasyonda koku da oluşturabilmektedir. Yüzücü yağ ve gres ışık ve oksijen transferine etki eder. Canlılara ve suda kullanılan araçlara bulaşarak onları kirletir. Emülsiyon haldeki yağlar balıklara zehir etkisi yapar. Bu etki daha çok balıkların solunum yollarının yağla kaplanması sonucu oluşur. Yağ ve gres dibe çökerse dipteki canlı hayatı özellikle balık yumurtalarını tahrip eder.

5.3.5. Kurşun

Doğada serbest halde ender bulunan Pb, birçok mineralde bileşik olarak bulunur. Saf kurşunun mekanik özellikleri zayıftır, daha dayanıklı olması istendiğinde başka elementlerle alaşımlandırılır.

Kurşun deniz suyunda (+2) ve (+4) yükseltgenme basamaklarında olabilir. Yüksek pHlarda hidroliz nedeniyle PbO_2 hatta Pb_3O_4 şeklinde bulunabilir. Sularda klinik olaylara neden olacak kadar kurşun bulunmaz. Amerikan Sağlık Teşkilatının (PHS) sularda kabul ettiği maksimum kurşun konsantrasyonu 0.005 mg/L'dir. Metal endüstrilerine yakın sularda tespit edilen kurşun konsantrasyonu, öteki sularınkinden daha yüksek bulunmuş yakın geçmişte Avrupa Ülkelerinde kurşun zehirlenmelerine rastlanmıştır (Öner, 2008).

5.3.6. Kadmiyum

Kadmiyum ve bileşikleri yüksek derecede zehirli maddelerdir. Kadmiyumun doğada tek başına bulunduğu minerali yoktur. Çinko mineralinde $CdCO_3$ veya CdS halinde çok az miktarda bulunur. Kadmiyum hemen hemen bütün çinko filizlerinde bulunduğu için çinko elde ederken yan ürün olarak kadmiyum elde edilir. Kadmiyum mineral asitlerle hemen birçok organik asitle daha yavaş tepkimeye girer. Amfoterik olmadığından alkali hidroksitlerde çözünmez ve bu yüzden çinko'dan ayırt edilebilir. Kadmiyumun organik komplekslerinin doğal sularda bulunduğuna ilişkin bilgi yoktur. Deniz sularındaki bu kompleksler kararsız olarak görünmektedir. Klorür kompleksleri ise orta derecede kararlıdır. En çok bulunan şekli $CdCl_2$ 'dür. Kadmiyum karbonat az çözünür, deniz sularındaki (Cd^{2+} ve CO_3^{2-}) derişimleri çok ağır kirli alanlarda bile $CdCO_3$ çökeğinin oluşması için yeterli değildir. Çözeltideki karbonat komplekslerinin kararlılıkları bilinmemektedir.

Kadmiyum diğer ağır metaller içinde suda çözünme özelliği en yüksek olan elementtir. Bu nedenle doğada yayılım hızı yüksektir ve insan yaşamı için gerekli elementlerden değildir.

Suda çözünebilir özelliğinden dolayı Cd^{2+} halinde bitki ve deniz canlıları tarafından biyolojik sistemlere alınır ve akümüle olma özelliğine sahiptir.

5.3.7. Bakır

Cu doğada daha çok bileşikleri şeklinde ve soy metal olması nedeniyle metalik durumda bulunur. En çok bulunan mineralleri oksit, karbonat ve sülfürleridir. Bakır endüstriyel öneme sahip pek çok mineralin önemli bir bileşenidir. Bakır(II) klorür kimya sanayide katalizör olarak, sabun ve yağlar için yoğunlaştırıcı olarak kullanılır. Bakır kromat pigmenttir. Amonyak içerisindeki bakır hidroksit çözeltisi selüloz için iyi bir çözücüdür.

Göz taşı (bakır vitriolü) olarak adlandırılan ve bağ hastalıklarını önlemek amacıyla bağlara atılan mavi renkli hidrate bakır (II) sülfat $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ vücuda fazla miktarda geçerse akut zehirlenmelerine sebep olabilir. Bakır fabrikalarından çevreye geçer, içeceklerde en çok 0,3 mg/L olmalıdır (Camcı, 2008).

5.3.8. Çinko

Düşük kaynama sıcaklığı dikkat çekicidir. 120 °C'de şekillendirilebilir. Çinko bileşiklerinde (2+) değerlikli olarak bulunur. Amonyak, amin, siyanür ve halojen iyonları ile kompleks bileşikler meydana getirir. Mineral asitlerinde H_2 çıkışıyla çözünür. Normal sıcaklıkta havada bırakılan metalin yüzeyinde koruyucu bir tabaka oluştuğundan bu sıcaklıkta halojenlere bile dayanıklıdır. HCl gazı çinkoyu çok çabuk korozyona uğratar. Toz çinkonun reaksiyona girme kabiliyeti oldukça fazla ise de yanıcı değildir.

Yüksek sıcaklıkta oksijen, klor ve kükürt gibi elementlerle şiddetle reaksiyona girer. Normal bir beslenme düzeninde çinkodan dolayı herhangi bir zehirlenme oldukça düşük bir olasılıktır. Keskin bir çinko zehir etkisinin ortaya çıkması ancak galvanizlenmiş kaplarda bulunan yiyecek ve içeceklere bu kaplardan çinkonun bulaşması ve bu kontamine olan gıdaların tüketilmesiyle mümkündür. İçeceklerde 15 mg/L'den az olmalıdır. Bünyede %8 – 1.4 mg/kg bulunmalıdır.

5.3.9. Demir

Demir yüzde miktarı bakımından yerkabuğunu oluşturan metaller arasında dördüncü sıradadır. Demir insan ve hayvan kanında bulunan hemoglobini oluşturan elementlerden biridir. En çok bilinen mineralleri: hematit, Fe_2O_3 , magnetit Fe_3O_4 , siderit $FeCO_3$ 'tür. Hayati öneme sahip biyokimyasal reaksiyonlar için demirin gereği, elektron taşıma özelliğinden kaynaklanır (Camcı, 2008).

5.3.10. Nikel

Nikel alaşımları endüstri ve laboratuvar cihazlarının ve madeni paraların imalinde kullanılır. İnce toz haline getirilen nikel, hidrojenasyon tepkimelerinde (özellikle nebati yağların hidrojenasyonla katılaştırılmasında) katalizör rolü oynar. Oksidasyona karşı dayanıklılığı nedeniyle özellikle demir eşyanın kaplamasında kullanılır (Öner, 2008).

5.3.11. pH

pH sudaki asitliğin veya bazikliğin bir ölçüsüdür. Özellikle düşük pH a sahip sular korozyona sebep olur. Su hayatında da pH önemli bir parametredir. pH'ın 5-9,5 arasında öldürücü etkisi olmamasına karşın organizmaların üretkenlikleri üzerine etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca ani pH değişimleri zararlı etkilere ve balık ölümlerine yol açabilir. pH bunun yanında, birçok maddenin de zehirlilik derecesini etkilemektedir (Birgül, 2006).

5.3.12. ZSF

Atık suların indikatör organizma olarak kullanılan türden balıklar üzerindeki zehirlilik etkisini saptamaya yarayan, atık suların değişik seyreltilerinde 48 saat, 72 saat, 96 saat gibi belirli süreler sonunda balıkların sağ kalma yüzdelerinin belirlenerek; zehirliliğin, seyrelti oranları ile ilişkili olarak ifade edilmesini sağlayan parametredir.

6. MATERYAL VE METHOD

6.1. Alüminyum Ambalaj Üretim İşletmesi Atık Su Arıtma Tesisi

İşletmenin atık su arıtma tesisinde kuyudan çekilip üretim prosesine verilen suyun tamamı arıtılmaktadır. Alüminyum kutu atık sularının ortak özellikleri; yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı, yüksek yağ-gres miktarı, düşük pH, yüksek Alüminyum ve askıda katı maddelerdir. Alüminyum sektöründe gerek oluşum miktarı gerekse içerdiği kirleticiler bakımından önem taşıyan atık suların büyük bir çoğunluğu, kimyasal yıkama işlemlerinden kaynaklanmaktadır. Yıkama işlemleri sonucu oluşan atık suların en karakteristik kirletici parametreleri KOİ, yağ-gres ve Alüminyum olup, bu tür atık sularda çözülmüş ve koloidal yapıda olabilen Alüminyum hammadde olarak kullanılmasından dolayı başlıca kaynak olarak belirlenmiştir.

Kutu üretimi 2 ayrı hatta gerçekleştirildiği için washer 1 ve washer 2 bölgelerinden ayrı ayrı gelen ve washer çukurunda toplanan yıkama suları seviyeye bağlı olarak 2 adet dönüşümlü çalışan pompa ile atık su arıtma tesisindeki arıtma tanklarına basılır.



Şekil 6.1: Washer atık su tankları

Washerden gelen pH dengesi bozuk suların ($pH < 2$ ve $pH > 4$) depolanıp düşük debiyle arıtma sistemine verilebilmesi için oluşturulabilecek çeşitli kombinasyonlar mevcuttur.

Temiz su arıtma ünitesi reçinelerinin regenerasyon suları da ($pH = 10-12$) atık su arıtma bölgesindeki Regenerasyon Tankına gelir. Burada dijital pH ölçerin ölçümüne bağlı olarak asit ve kostik tanklarından otomatik dozajlama yapılır. Sistem deşarj edileceği pH seviyesine gelince ($pH \sim 7$) deşarja verilir.

Bakımlar ve kimyasal yıkamalar sonucu oluşmuş olan sular, proses sırasında oluşmuş atık sular ile beraber, düşük debiyle sisteme verilerek fazla yüklemenin önüne geçilmiş olur.

Washer arıtma tanklardaki atık su yeterli seviyeye geldiğinde seviyeye bağlı olarak otomatik olarak devreye giren pompa vasıtasıyla yağ-su ayırıcıya basılır.

Su yağ-su ayırıcıya üstten girerek önce birinci kademe lamella plakalardan, sonra ikinci kademedeki plastik dolgu malzemelerinden geçer. Atık su buradan geçerken yağ yüzeyde birikir. Ayarlı taşkanlar vasıtasıyla yüzeyde biriken yağ, yağ haznesine, buradan da varille yağ bidonuna alınır. Yağ-su ayırma sistemi 15 günde bir temizlenir.



Şekil 6.2: Yağ-su ayırıcı



Şekil 6.3: Yağ-su ayırıcı

Yağ-su ayırıcıdan geçen atık su, Transfer 1 tankına geçer. Arıtma tesisinde proses kesikli çalıştığından atık su belirli bir seviyeye ulaştığında dönüşümlü olarak çalışan iki adet pompa vasıtasıyla asidifikasyon tankına basılır.

Asidifikasyon tankında, atık suyun pH değeri ortalama 2.8-3.2 olacak şekilde kostik ve asit tanklarından otomatik olarak HCl veya NaOH dozlaması yapılır ve mikserle karıştırılır. Burada amaç yıllık veya aylık bakımlarda boşaltılan asit tankları ve kostikle yıkama sonucu değişim gösteren pH'ı belirli bir aralıkta tutmaktır.

Asidifikasyon tankında pH ayarlaması yapılmış olan atık su polielektrolit reaksiyon tankına geçer. Katyonik polielektrolit, polielektrolit dozlama tankından pompa vasıtasıyla polielektrolit reaksiyon tankına dozlanır ve mikserle suya karıştırılır.



Şekil 6.4: Katyonik polielektrolit dozajı

Reaksiyon Tank-1'e geçen atık suya bu tankta, pH ortalama 6-9 arasında tutulacak şekilde kostik tankından otomatik olarak NaOH dozlanır ve mikserle karıştırılır. Aynı zamanda Bentonit hazırlama tankında kesintisiz olarak mikserle karıştırılan bentonit pompa vasıtasıyla Reaksiyon Tank-1'e dozlanır ve mikserle suya karıştırılır.



Şekil 6.5: Bentonit ve kostik dozajı

Reaksiyon Tank-1'den Reaksiyon Tank-2'ye gelen atıksuya, hazırlanmış ve anyonik polielektrolit dozaj tankına gönderilmiş anyonik polyelektrolit dozlaması yapılır.



Şekil 6.6: Anyonik polielektrolit dozajı

Burada poli verilen suya boruyla hava verilerek suyun anyonik poliyle karışması sağlanır. Reaksiyon Tank-2'den Daf tanka polielektrolit ile muamele edilmiş suyu taşıyan boruya aynı zamanda su hava karışımı verilmektedir ($\approx 60-62$ kPa).



Şekil 6.7: DAF tankı

Hava verilmiş atıksu, reaksiyon tankı 2'den DAF tankına, tankın alt merkezinden boruyla girer. Burada basınçlı hava verilmiş sudaki polielektrolit etkisiyle oluşmuş olan flogların yüzdürülmesi sağlanır. Tank yüzeyine toplanan floglar sıyrıcı vasıtasıyla çamur tankına alınır.

Çamur tankındaki çamur, filtre prese basılır. Filtre pres dolma basıncına (10-12 bar) ulaştığında, açılarak biriken çamur taşıma arabalarına alınır. Atık çamur depolama alanına götürülür.

DAF tankında floglardan temizlenen atıksu, tankın önündeki savaktan geçerek Transfer Tank-2'ye geçer. Buradan da dönüşümlü çalışan pompalar vasıtasıyla kum filtresine 1-2,5 bar basınçla basılır.



Şekil 6.8: Kum filtresi

Kum filtresinde filtre edilen su Transfer Tankı-3'e aktarılır. Arıtılmış su kum filtresinden geçerek transfer tankı 3' e aktarılır. Burdan vanalar ayarlanarak tüm su pompalar vasıtasıyla UV filtresinden geçirilir.



Şekil 6.9: UV filtresi

Ardından Karbon A ve / veya B filtrelerine geçer. Karbon A ve B filtreleri paralel ve seri çalışabileceği gibi tek de çalıştırılabilir.



Şekil 6.10: Aktif karbon filtreleri

Son arıtım basamağı olan aktif karbon filtrelerden geçen su deşarj edilerek İSU kanalına verilir.

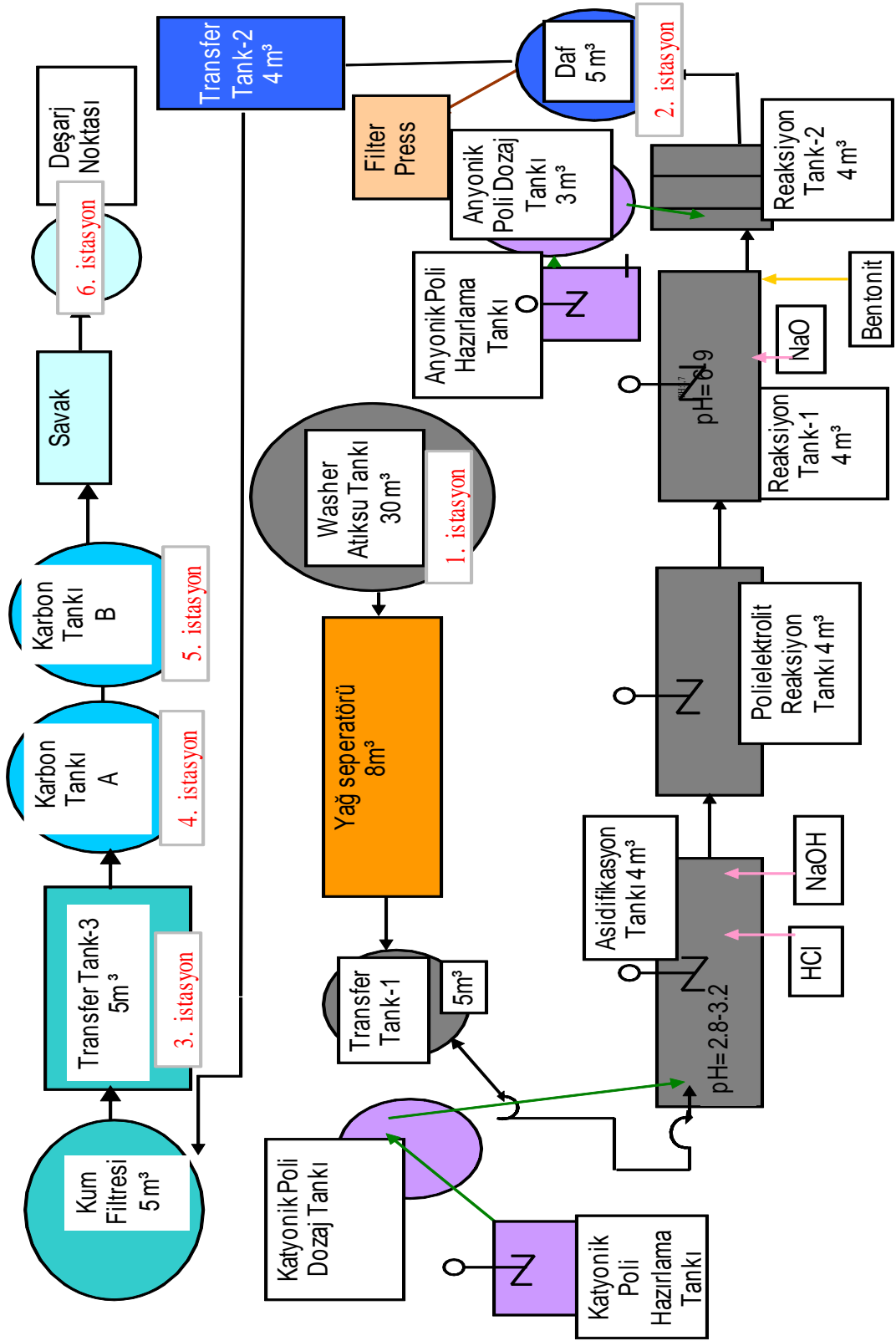


Şekil 6.11: Deşarj noktası

Kum Filtresinde ters yıkama ile kum sürekli olarak yıkanır ve geri yıkama suyu arıtma sistemine geri verilir.

Frontend bölgesinden çıkan atık yağlar, seviye kontrollü pompa ile atık yağ tanklarına alınır. Buradaki yağlar atık yağ alanındaki ısıtıcı tanka alınır. Isıtıcı tankta yağ-su ayırımı için kimyasal ilavesi yapıp karıştıktan sonra çıkan yağ toplara, su ise yeraltı tankına alınır. Yeraltı tanklarında biriken sular pompa vasıtası ile effluent treatment bölgesindeki sump çukuruna basılır.

Şekil 6.12’de atıksu arıtma tesisi basamakları, mevcut tankların hacimleri gösterilmiş, analizleri yapılacak olan numunelerin alındığı bölgeler kırmızı çarpılar ile belirtilmiştir. Arıtma giriş suyu, arıtım basamakları ve deşarj suyu arasındaki bağıntı gözlenebilmektedir.



Şekil 6.12: Atıksu arıtma tesisi akış şeması

6.1.1. Arıtmada kullanılan kimyasalların hazırlanması

KOSTİK (NaOH): NaOH çözeltisi hazır olarak gelir.

ASİT (HCl): HCl çözeltisi hazır olarak gelir.

6.1.1.1. Katyonik polielektrolit hazırlama

0.5 m³ lük tank içerisinde 500 gr granül katyonik polielektrolit 1 saat boyunca otomatik olarak karıştırılarak % 0.1 lik çözelti hazırlanır. Hazırlanan karışım 0.5 m³ lük dozaj tankına boşaltılır.

Üretim durumuna göre (yani gelen su debisindeki azalma ya da çoğalma) günde 12 ila 16 saatte 1 kez katyonik polielektrolit hazırlanır. 30-40 lt/sa olarak sisteme basılır. Dozaj tankından polielektrolit reaksiyon tankına poli karışımı basan pompa %40-60 seviyesinde çalıştırılmaktadır.

6.1.1.2. Anyonik polielektrolit hazırlama

% 0.1 lik çözelti kullanılır. Üretim durumuna göre 1 m³ lük tank içerisinde 0.5 m³ suya 500 gr granül anyonik polielektrolit 1 saat boyunca karıştırılarak hazırlanır.

Daha sonra karışım 3m³ lük dozaj tankına boşaltılır. Üretim durumuna göre 18 ila 24 saatte 1 anyonik polielektrolit hazırlanır. 20-25 lt/sa olarak sisteme basılır.

6.1.1.3. Bentonit hazırlama

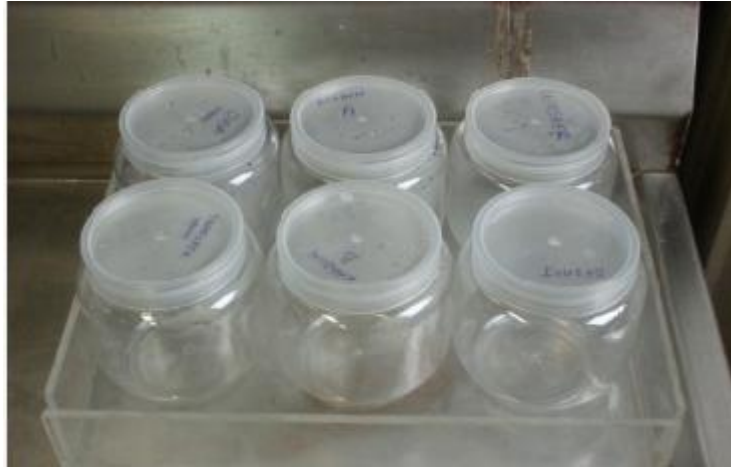
2,1 lt'lik tank içerisinde 50 kg bentonit durmaksızın mikserle karıştırılarak %2,38'lik çözelti hazırlanır. Hazırlanan çözelti ortalama 72lt/sa olarak pompa vasıtasıyla sisteme basılır.

6.2. Su Numunelerinin Alınması

Atık su arıtma tesisinin altı farklı yerinden dört ay boyunca nokta numune alınmıştır. Nokta numune istasyonlarının yerleri Şekil 5.12’de gösterilmiştir ve özellikleri aşağıdaki gibidir.

1. istasyon: Washer atık su tank çıkışı
2. istasyon: DAF tankı çıkışı
3. istasyon: Kum filtresi çıkışı
4. istasyon: Karbon A tankı
5. istasyon: Karbon B tankı
6. istasyon: Deşarj noktası

Yapılan her analizde alınan su örneğinin, alındığı yerin bütün özelliklerini taşıması için polietilenden yapılmış temiz numune kapları kullanıldı.



Şekil 6.13: Numune kapları

Örnek alınan kap, örnek su ile birkaç defa çalkalandı. Kap içinde hava kalmayacak şekilde ağzına kadar dolduruldu.

Alınan numunelerde aşağıdaki parametreler analiz edilmiştir:

- 1-KOİ
- 2- Alüminyum
- 3- Yağ-Gres
- 4- pH tayini

ZSF, toplam Krom, Cr⁺⁶, Pb, Cd, Fe, Cu, Ni, Zn parametrelerinin analizleri ise TÜBİTAK ve İSU'ya yaptırılmıştır. Analiz sonuçları bu kirlilik parametrelerinin eser miktarda bulunduğu veya hiç bulunmadığını göstermiştir.

6.3. Kullanılan Analiz Yöntemleri

6.3.1. Spektrofotometrik ve kolorimetrik yöntem

Bir solüsyonun renk yoğunluğunu ölçerek elde edilen değeri belirli bir maddenin yoğunluğu ile ilişkilendirme prensibine dayanır. Analiz edilecek bazı maddelerin kendileri renkli olmakla birlikte birçok maddenin bu tekniklerle analiz edilebilmesi için ortama bazı kimyasalların ilave edilmesi ve sonuçta ölçüme olanak verecek renkli kimyasal bileşiklerin oluşturulması gerekir. Var/yok şeklinde sonuç veren kimyasal analizlerin bir çoğu incelenecek maddelerin kimyasal reaktiflerle renk oluşturma prensibine dayanmaktadır ve geçmişte ye olarak kullanılmıştır. Halen cihaz sıkıntısı çekilen durumlarda da kullanılabilir. Bu prensipten yola çıkılarak geliştirilen kolorimetreler ve bu kolorimetrelere uygun olarak geliştirilen kimyasal reaktifler kimyasal su analizini son derece pratik hale getirmiş yine bilgisayar sektöründeki gelişmelerin kolorimetrelere uyarlanması ile standart solüsyonlara ihtiyaç duyulmadan örneğinizdeki ilk kimyasalın tam değeri çok kısa sürede ve herhangi bir hesaplama ihtiyacı duyulmadan belirlenebilmektedir.

Ancak sonuçta koloni denilen cihaz görünebilen renkler üzerinde ölçüm yapan bir yapıya sahiptir ve solüsyonda kimyasal reaktiflerinizin oluşturacağı renkle interferans verecek bir madde bulunuyorsa sonuçlar güvenilir olmayacaktır. Daha güvenilir sonuçlar elde etmek için spektrofotometre kullanılabilir.

Spektrofotometreler tıpkı kolorimetreler gibi renk yoğunluğunu ölçmekte ancak ışık kaynağı ölçüm yapılacak sıvıya ulaşmadan önce spektrumlarına (gökkuşağının renklerine) ayrılarak renkler arası etkileşim ortadan kaldırılmaktadır. Kimyasal analizlerin bir çoğu görülebilir ışık kullanılarak yapılmakla birlikte ultraviyole veya infrared ışık gerektiren analizler için daha geniş dalga boyuna sahip spektrofotometreler gerekmektedir. Bu tür analizler genel olarak eser elementlerin saptanması için kullanılır. Genelde ısıtılarak gaz haline getirilmiş olan örneğin içinden geçirilen belirli özelliğe sahip ısı absorpsiyon değeri verir ve elde edilen sonuç sıvı örnekteki eser elementin miktarını yansıtır: bu yöntem atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) adı verilir. Ancak günümüzde en popüler, pratik ve doğru ölçüm veren yöntem olarak inductively couple plasma spectrometry (ICP) kullanılmaktadır. ICP atomik emisyon temeline dayanır. Bu teknikte incelenecek örnek etrafı radyo dalga yayan bobinlerle çevrili olan argon gazı içerisine aktarılır ve burada radyo dalgaları aracılığı ile çok yüksek bir ısı elde edilerek örnek iyonize hale geçirilir. Bu yöntemin en büyük avantajı aynı anda ve lamba değiştirmeye gerek kalmadan çok sayıda elementin analiz edilebilmesidir.

6.3.2. Gravimetrik yöntem

Basit olarak ağırlığına dayalı analizler olarak adlandırılabilir. Genelde hassas teraziler kullanılarak yapılır. Ve hassasiyetleri mg'ın onda birine kadar inebilir. Askıda katı madde, yağ-gres ve sudaki toplam katı analizleri ile suyun özgül ağırlığının ölçümü gravimetrik analizler grubuna girer. Özellikle çevresel su örneklerinin, içme suyu ve atık suların arıtım aşamalarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılır.

6.4. Analizlerde Kullanılan Kimyasal Maddeler

1. NaOH (sodyum hidroksit) (MERCK)
2. H₂SO₄ (sülfirik asit) (ALBAR)
3. Hekzan (MERCK)
4. CaCl₂ (kalsiyum klorür) (MERCK)
5. Alüminyum test kiti (NANOCOLOR)
6. COD test kiti (NANOCOLOR)

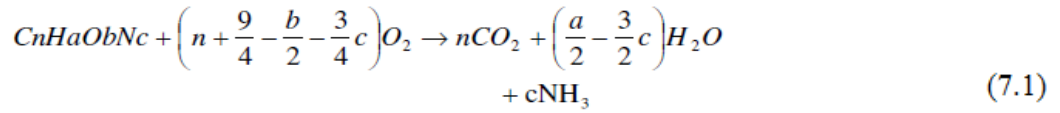
6.5. Deneysel Çalışmalarda Kullanılan Aletler

1. Etüv: Elektro-mag marka 0-240oC termostatlı.
2. Rotavapor: Buchi Laboratoriums teknik AGCH9200
3. pH metre: Wtw pH330
4. Terazî: Sartorius virgülden sonra 4 haneli max 330 gramlık hassasiyetli
5. Termoreaktör: Wtw CR-2010
6. Spektrofotometre: Nanocolor 300D
7. Vakum Desikatörü: Sampletec Corp. Marka

7. ANALİZ ÇALIŞMALARI

7.1. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), evsel ve endüstriyel atık suların organik kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden biridir. Tabiatta organik maddeler aşağıdaki denklemdeki gibi karbonlu maddeler oksitlenerek kararlı maddeler olan karbondioksit ve suya dönüşmektedirler.



Bu test sulardaki karbonlu maddelerin karbondioksite dönüşene kadar ilave edilecek oksijeni ifade etmektedir. Testte oksijen yerine yüksek oksitleyici özellikle oksidant kimyasal kullanılır. Oksidasyonun hızlandırılması ve tamamlanması için kuvvetli asidik ve yükseltilmiş sıcaklık şartlarında, katalizörlerinde mevcudiyetinde reaksiyon gerçekleştirilir. Testte elde edilen bilgi ise, sudaki kirletici maddedeki karbonu gidermek için harcanan oksidant miktarıdır. Sonuçta testle elde edilen oksijen ihtiyaç atık suyun içindeki C miktarının dolaylı bir ölçüsü olur. Ancak bu testte organik bileşikler yukarıda ifade edilen yüksek oksitleyici şartlara direnç gösterirler. Dolayısıyla bu test suyun içindeki tüm karbonun bir ölçüsü olamaz. Ancak kimyasal oksidantla oksitlenebilen karbonları kapsar.

Sularda bulunan karbonu doğrudan ölçmenin yolu TOK ölçümleridir. KOİ, nehir ve endüstriyel atıkların incelenmesi çalışmalarında önemli ve çabuk sonuç veren bir parametredir.

Öncelikle numuneler süzülerek cam şişelere alındı. Her bir kit tüpüne 2'şer ml numune alınarak çalkalandı.

Kitlerde numunenin potasyumdikromatın ($K_2Cr_2O_7$) sıcak H_2SO_4 'lü çözeltisiyle okside edilmesi sağlandı. bu kitlerin içinde katalizör olarak gümüş sülfat kullanılmıştır. Gümüş sülfatın kullanım sebebi, numunelerdeki Cl^- iyonlarını maskeleyerek içindir.

Kitler $148^\circ C$ 'de 2 saat süreyle termoreaktörde ısıtıldıktan sonra, oda sıcaklığına gelmeleri için bekletildi. Oksidasyon sonucu oluşan Cr^{+3} iyonlarının derişimi fotometrede ölçüldü. Bu metodun ölçüm aralığı 100-1500 mg/lt $KOİ$ olup, dalga boyu 539 nm'dir.

7.2. Alüminyum Tayini

Alüminyum toprak yüzeyinde minerallerin oluşumunda kayalar ve killerin yapısında en çok bulunan üçüncü elementtir. Alüminyum miktarı yer kabuğunda 8.1, toprakta %0.9-6.5 ve akarsularda 400 mg/l'dir. Bu geniş dağılımı nedeniyle çözünebilir tuz bir kolloid veya çözünmeyen bir bileşen olarak bütün doğal sularda bulunur. Alüminyum içme suyunda bulunması istenmeyen bir elementtir.

Numunenin pH'ı 3-5 olacak şekilde asit veya kostik ilavesi yapılır. 20 ml numune üzerine R1 kodlu reaktiften pipet ile 0.2 ml konur. 1 spatül R2 kodu toz reaktif eklenir. Ard arda R3 ve R4 kodlu reaktiflerden 2'şer ml ilave edilerek karıştırılır. Numunenin 25 ml'ye tamamlanabilmesi için üzerine 0,8 ml distile su eklenir. Numune ile aynı koşullarda ancak yerine distile su kullanılarak şahit hazırlanır ve cihaz sıfırlanır. Ölçüm 620 nm dalga boyunda gerçekleşir. Numunedeki alüminyum miktarı fotometrede direk olarak mg/L cinsinden okunur. Fotometre Al için ölçüm aralığı 0,1 - 1,0 mg/L'dir. Kirlilik yükünün fazla gözlendiği sularda numune seyreltilerek hazırlanır ve cihazda gözükken sonuç seyreltme oranıyla çarpılarak gerçek sonuç elde edilir.

7.3. Gravimetrik Yağ ve Gres Tayini

500 ml numune alınarak, 5 ml sülfirik asit ilave edilip bir süre bekletildi. Daha sonra numune 1 lt'lik ayırma hunisine alınıp, üzerine 150 ml n-hekzan ilave edildi ve çalkalandı. Hekzanlı kısım kuru bir kaba alınarak numune tekrar ayırma hunisine konularak 150 ml. N-hekzan ilavesi yapıldı. Hekzanlı kısım yeniden ayrılarak üzerine CaCl₂ yapışmayıncaya kadar ilave edildi. 15-20 dk. suyu çekmesi için beklendi. Darası alınmış 500 ml'lik silifli balona süzgeç kağıdı ile süzülerek alındı. Rotaevaporatörde n-hekzan uçuruldu. 100 °C'de bir saat kurutulularak, desikatöre alınıp soğutuldu ve tartımı yapıldı. Altı numune için aynı çalışmalar yapılarak numunelerdeki yağ ve gres değerleri bulundu.

Yağ-gres mg/lt=(son tartım- ilk tartım/ ml numune hacmi)*1000

Yukarıdaki formülle her bir numunenin yağ ve gres tayini mg/lt cinsinden hesaplandı.

7.4. pH Tayini

pH, sudaki serbest H⁺ iyonlarının konsantrasyonu ile ölçülmektedir.

8. ÖLÇÜMLER VE DEĞERLENDİRME

İşletme, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği kapsamınca Tablo 15:14 Metal Sanayi (Laklama-Boyama) sınıfında ve İSU Atık Suların Kanala Deşarj Yönetmeliği Atık suların Atık su Altyapı Tesislerine Deşarjında Öngörülen Atıksu Standartları Deşarj Limitleri Tablosu kapsamında değerlendirilmektedir.

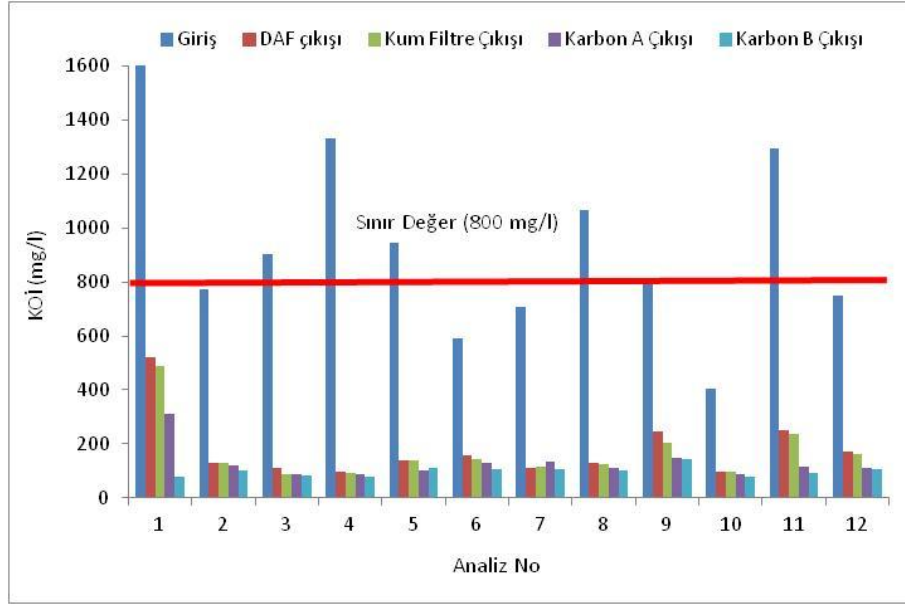
8.1. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayin Sonuçları

İşletmenin değerlendirildiği standartlara göre atık sudaki KOİ sınır değer 800mg/l'dir. 2010 yılı itibari ile arıtma tesisinin belirli 6 noktasından alınan numunelere göre arıtma tesisi giriş numunesinin KOİ değeri limit değerinin üstünde iken arıtma sonrası çıkış değerlerinin limit değerlerinin oldukça altındadır. Veriler mg/l cinsindedir ve arıtmanın KOİ parametresi bakımından verimli çalıştığını göstermektedir. Tablo 8.1'de KOİ ölçüm sonuçları verilmektedir.

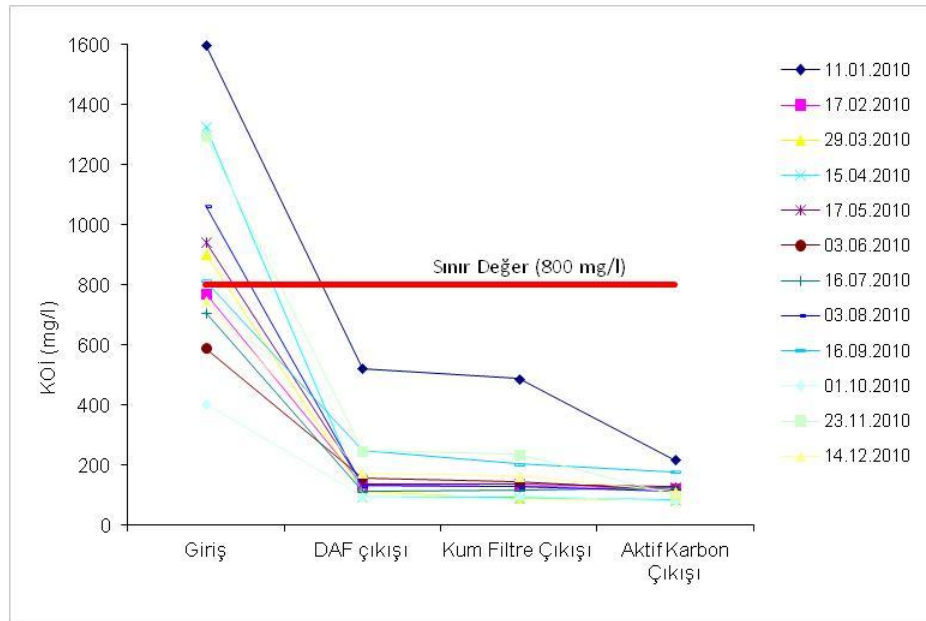
Tablo 8.1: KOİ ölçüm sonuçları

No	Tarih	KOİ (mg/l)					
		Giriş	DAF Çıkışı	Kum Filtre Çıkışı	Karbon A Çıkışı	Karbon B Çıkışı	Deşarj
1	11.01.2010	1600	522	487	311	80	218
2	17.02.2010	773	132	130	121	103	125
3	29.03.2010	905	111	90	88	85	86
4	15.04.2010	1329	95	92	87	80	83
5	17.05.2010	945	138	138	100	110	129
6	03.06.2010	590	158	144	131	106	117
7	16.07.2010	708	111	115	134	106	124
8	03.08.2010	1065	132	127	111	100	113
9	16.09.2010	814	247	204	148	144	178
10	01.10.2010	405	95	95	86	80	82
11	23.11.2010	1295	249	237	115	93	99
12	14.12.2010	748	174	164	111	108	113

Şekil 8.1’de 2010 yılı içerisinde arıtma basamaklarındaki değer farklılıklarını gözlemlemek amacıyla alınan numunelerin analizleri sonucu elde edilen KOİ değerleri verilmiştir. Şekil 8.2’de 12 farklı tarihte alınan atık su numunelerinin arıtmaya girişinden başlamak üzere deşarja kadar süregelen KOİ değerlerinin her arıtma basamağındaki davranışı gözlenebilmektedir.

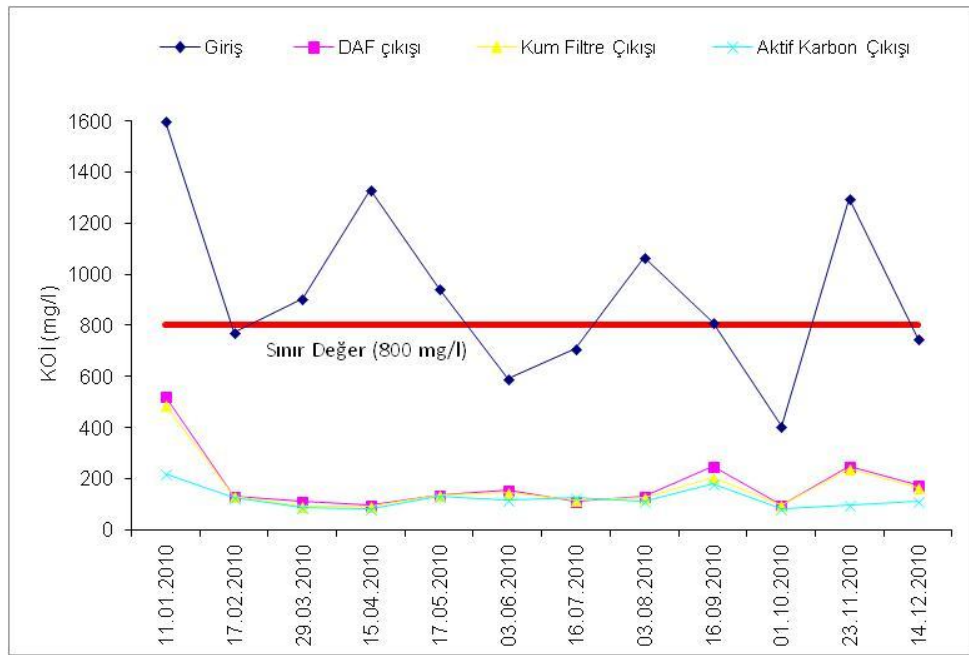


Şekil 8.1: Art arda arıtma girişi, DAF, kum filtresi ve karbon çıkışlarından alınan numunelerin 12 farklı tarihteki KOİ değerleri



Şekil 8.2: 12 farklı tarihte alınan atık su numunelerinin KOİ açısından arıtma tesisi basamaklarındaki değerleri

Arıtma giriş numuneleri KOİ değerleri arasındaki önemli farkların sebepleri washer tanklarının yeni boşaltılması veya uzun süreli kullanımları sonucu oluşan kirlilik yüküdür. Kimyasal arıtma DAF çıkışı numuneleri sınır değer olan 800 mg/l'nin çok altındadır. Kum filtresi çıkışının KOİ açısından çok etkisi olmasa da askıda katı madde gideriminde yüksek verimi sözkonusudur. Son olarak aktif karbonlardan geçen atıksuda kalan organik kirlilik bu aşamada sınır değerlerin çok altına düşmektedir. Şekil 8.3 'de atıksuyun farklı 12 tarihteki arıtma giriş-çıkışı KOİ değerleri verilmektedir.



Şekil 8.3: Her bir arıtım basamağının KOİ açısından 12 farklı tarihteki değerleri

2010 yılında alınan 12 adet numunenin ortalaması alınarak hesaplanan KOİ giderimi açısından, sırası ile kimyasal arıtma sonucu elde edilen DAF çıkışında % 81, fiziksel arıtma sonucu kum filtresi çıkışı % 82 ve son basamakta ileri arıtma yöntemlerinden aktif karbon kullanılması ile % 87 gibi oldukça yüksek kabul edilen arıtma verimi elde edilmektedir.

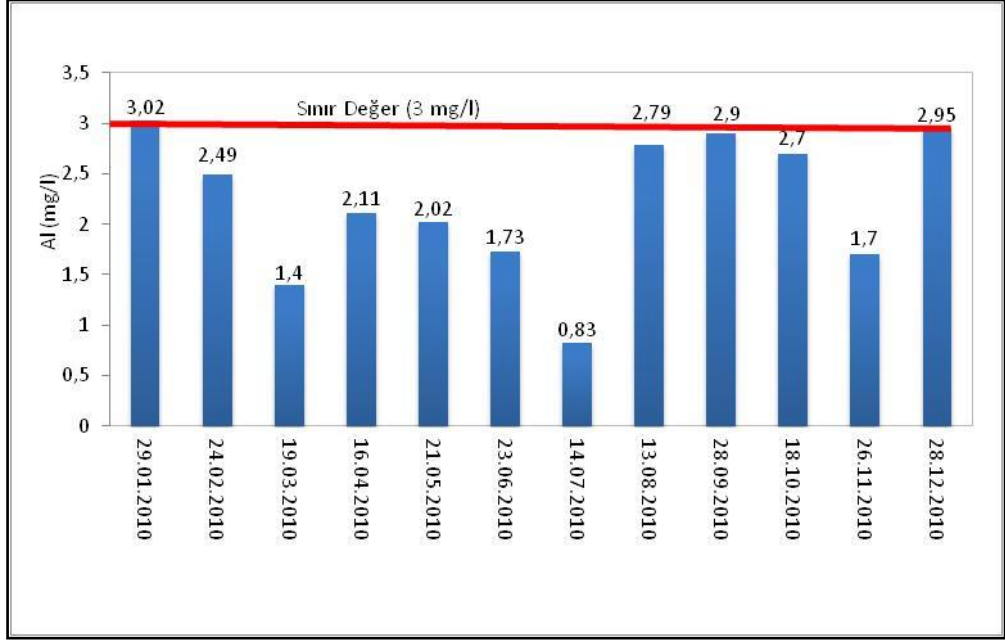
8.2. Alüminyum Tayin Sonuçları

İşletmenin değerlendirildiği standartlara göre atık sudaki yağ-gres sınır değeri 3 mg/l'dir. Deşarj noktasından alınan numunelerdeki ölçümlerde tayin edilen miktarların çoğu limit değerinin altındadır, sadece bir desarj ölçümü limiti aşmıştır ve bu durumun atık suya ani bir kimyasal ile yapılan yıkamanın oluşturduğu kirlilik yükünün sebep olduğu saptanmıştır. Tablo 7.2'de Alüminyum ölçüm sonuçları mg/l cinsinden verilmiştir.

Tablo 8.2: Alüminyum ölçüm sonuçları

No	Tarih	Al (mg/l)
1	29.01.2010	3,02
2	24.02.2010	2,49
3	19.03.2010	1,4
4	16.04.2010	2.11
5	21.05.2010	2,02
6	23.06.2010	1,73
7	14.07.2010	0.83
8	13.08.2010	2,79
9	28.09.2010	2,9
10	18.10.2010	2.7
11	26.11.2010	1.7
12	28.12.2010	2,95

Şekil 8.4'te deşarj suyunda yapılan Alüminyum ölçüm değerleri verilmektedir.



Şekil 8.4: Deşarj suyu alüminyum değerleri

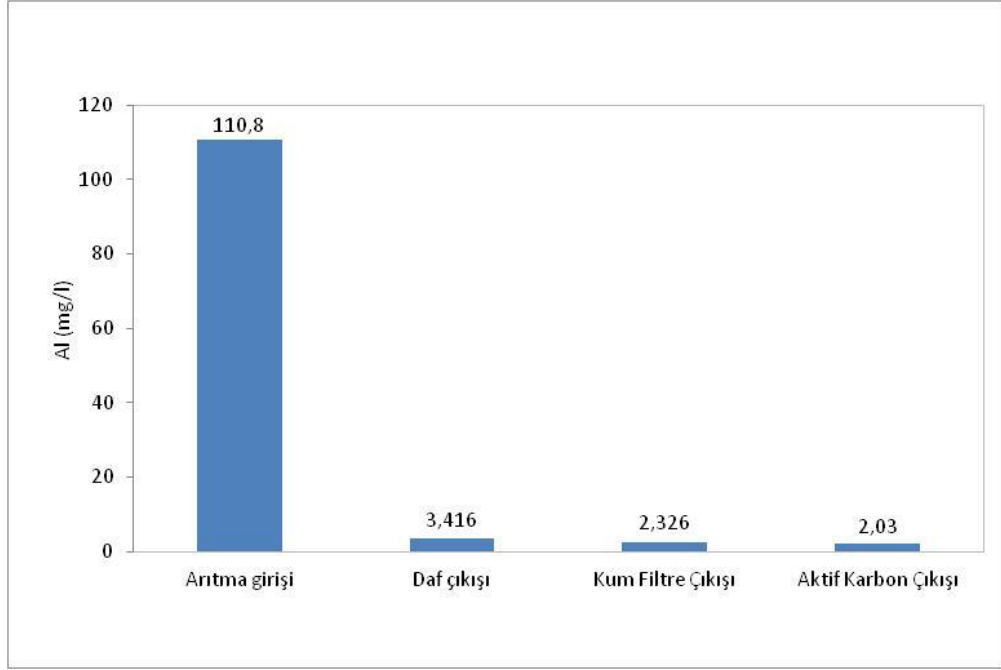
İşletmeye kimyasal tedarik eden özel bir kuruluşun 01.11.2010 tarihinde ICP-OES cihazı ile arıtmanın her basamağında yapmış olduğu Al analizleri ışığından bakılacak olursa arıtma suyundaki Al miktarının çok yüksek olduğu görülmektedir. Kimyasal arıtım sonucu alınan DAF çıkışı numunesinde organik kirliliğin ciddi seviyede önü kesilmiş ardından gelen fiziksel ve ileri arıtım yöntemleri ile deşarj suyunda Al miktarı sınır değerlerin altına çekilmiştir. Tablo 8.3’de Arıtma basamaklarındaki alüminyum değerleri verilmektedir.

Tablo 8.3: Arıtma basamaklarında alüminyum değerleri

Tarih	Al (mg/l)					
	Giriş	DAF Çıkışı	Kum Filtre Çıkışı	Karbon A Çıkışı	Karbon B Çıkışı	Deşarj
01.11.2010	110,8	3,416	2,326	2,14	1,92	2,03

Arıtma basamaklarında atıksudaki alüminyum miktarının davranışı sistem verimi açısından incelendiği takdirde ilk basamak olan kimyasal arıtma çıkışında % 96,9 iken fiziksel arıtım sonrası kum filtresi çıkışında % 97,9 ve ileri arıtım tekniklerinden

aktif karbon ile alüminyum giderimi % 98,2 'ye ulaşmıştır. Şekil 8.5'de arıtma basamaklarındaki alüminyum değerleri gösterilmektedir.



Şekil 8.5: 01.11.2010 tarihinde arıtma basamaklarında yapılan analizlerin alüminyum değerleri

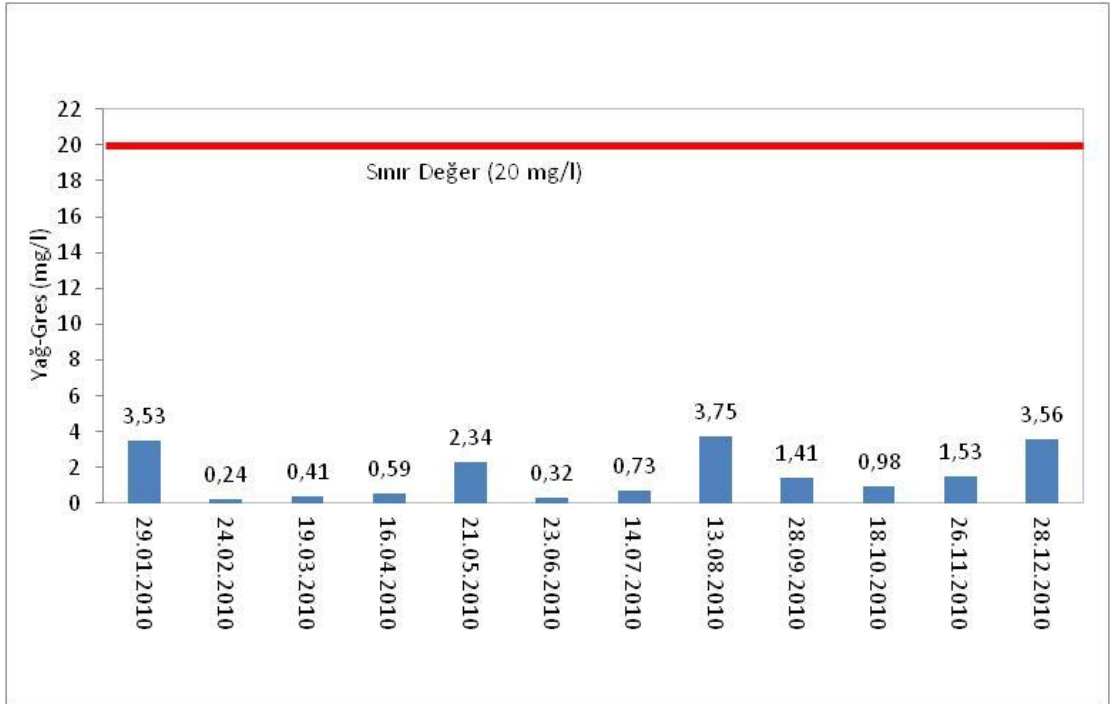
8.3. Yağ-Gres Tayin Sonuçları

İşletmenin değerlendirildiği standartlara göre atık sudaki yağ-gres sınır değeri 20 mg/l'dir. Arıtmada giderimi ilk basamakta yağ seperatörü ile yapılan yağ-gres parametresi deşarj noktasından alınan numunelerdeki ölçümlerde tayin edilen miktarlar limit değerinin altındadır bu değerlere göre yağ ve gres parametreleri yönünden endüstriyel atık su kanalına arıtılmış su gönderildiği söylenebilir.

Tablo 8.4: Yağ-gres ölçüm sonuçları

No	Tarih	Yağ-Gres (mg/l)
1	29.01.2010	3,53
2	24.02.2010	0,24
3	19.03.2010	0,41
4	16.04.2010	0,59
5	21.05.2010	2,34
6	23.06.2010	0,32
7	14.07.2010	0,73
8	13.08.2010	3,75
9	28.09.2010	1,41
10	18.10.2010	0,98
11	26.11.2010	1,53
12	28.12.2010	3,56

Arıtma tesisinden alınan 12 farklı tarihteki desarj suyu yağ-gres sonuçları şekil 8.6’da verilmiştir.



Şekil 8.6: Deşarj suyu yağ-gres değerleri

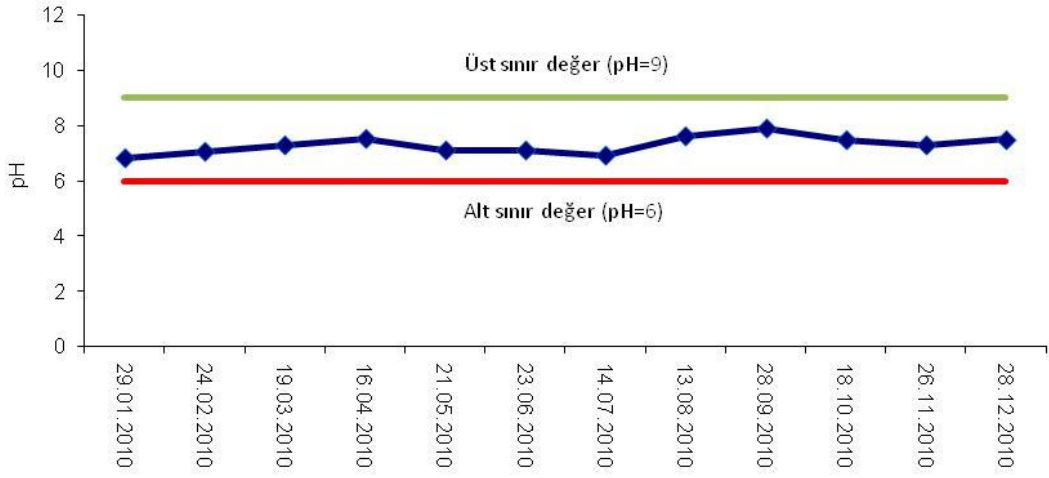
8.4. pH Tayini Sonuçları

İşletmenin değerlendirildiği standartlara göre atık sudaki pH değeri 6-9 arasında olmalıdır. Alınan numunelere tayin sonucu pH'ların $6.83 < \text{pH} < 7.89$ aralığında olduğu görülmüş atık su kanalına desarjin pH yönünden sakıncalı olmadığı kanısına varılmıştır.

Tablo 8.5: pH tayin sonuçları

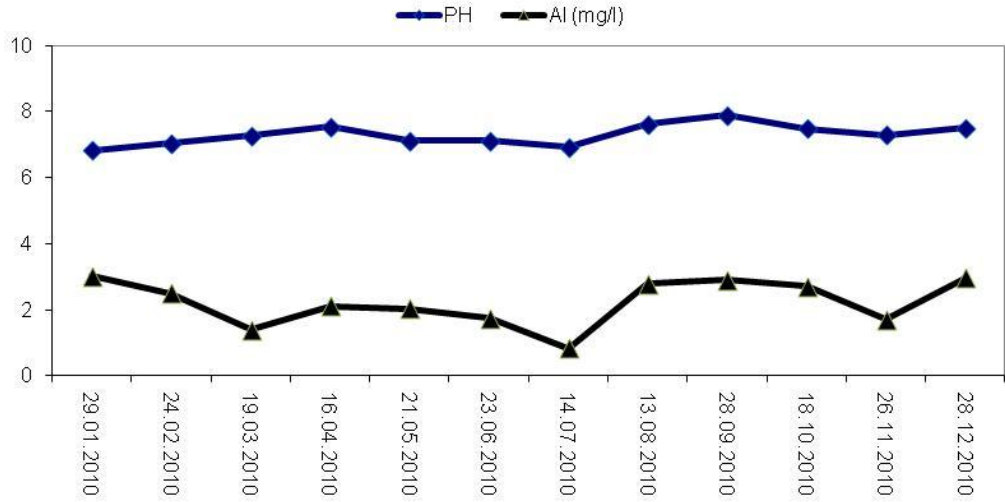
No	Tarih	pH
1	29.01.2010	6,83
2	24.02.2010	7,04
3	19.03.2010	7,27
4	16.04.2010	7,53
5	21.05.2010	7,11
6	23.06.2010	7,11
7	14.07.2010	6,92
8	13.08.2010	7,61
9	28.09.2010	7,89
10	18.10.2010	7,47
11	26.11.2010	7,29
12	28.12.2010	7,5

Arıtma tesisinden alınan 12 farklı tarihteki desarj suyu pH sonuçları şekil 8.7'de verilmiştir.



Şekil 8.7: Deşarj suyu pH değerleri

Atıksuda alüminyum miktarına pH'ın etkisi bazı numunelerde farklılık gösterse bile genel bağlamda bir ilişki içinde bulunduğu şekil 8.8'de görülmektedir.



Şekil 8.8: Deşarj suyu pH-Al korelasyonu

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sularda bulunan organik maddelerin parçalanması sırasında oksijen harcanmaktadır. Harcanan oksijenin yeniden kazanılması yüzey sularında oldukça yavaştır. Sulardaki organik maddeler renk oluşumu, tat ve koku problemleri, oksijen miktarının azalması gibi problemler ortaya çıkarmaktadır. Bu gibi problemler sebebiyle kirletici parametreler genel olarak ele alındığında atık suda kimyasal oksijen ihtiyacının değeri önemli yer teşkil etmektedir. Arıtma girişinde yüksek KOİ değerlerine sahip olan bir atık suyun deşarjında KOİ değeri yönetmeliklerce belirlenmiş limit değerlerin altına düşürüldüğünde verimli bir arıtmanın gerçekleştirildiği ortaya çıkmaktadır.

11/01/2010 ile 14/12/2010 tarihleri arasında arıtma tesis basamaklarının belirlenen 6 istasyonundan ve 29.01.2010 ile 28.12.2010 tarihleri arasında alınan atık su deşarj noktasından ayda birer defa olmak üzere 12 ay alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde arıtma tesisi girişindeki istasyon verileri kimyasal kirliliğin limit değerlerin oldukça üstünde olduğunu göstermektedir.

Yükseltgenebilen organik atıkların çokluğunu gösteren kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) parametresi bazı ölçümlerde 1500 mg/l'ten yüksek iken bazılarında 400 mg/l gözükmektedir. Arıtma giriş ölçümlerindeki farklılıklar dışında diğer arıtma basamaklarında farklı tarihlerde yapılan ölçümlerde önemli değişimlerin olmadığı gözlenmiş, kimyasal arıtma sonrası ölçüm değerlerinin limitlerin oldukça altında olduğu görülmüştür.

Bazı arıtma giriş KOİ ölçümleri yönetmeliklerce istenen limitlerin altındadır. Düşük ölçümlerin sebebi analizin gerçekleştiği gün 2 yıkama hattının da bakımlarının yeni yapıldığı için tanklardaki kirlilik yükünün azalmış olması olarak açıklanabilir. Her tarihte istisnasız olarak kimyasal arıtmadan sonra DAF tankı çıkışında KOİ kirletici parametresinin limitler altına düşürülebildiği açıkça gözlenmektedir.

pH sudaki (H_3O^+) hidronyum iyonunun bir ölçüsüdür ve sudaki asit baz arasındaki dengeyi gösterir. Sudaki karbonat, hidroksit bikarbonat iyonları suyun bazikliğini, serbest mineral asitler ve karbonik asit ise suyun asitliğini artırır.

Yüksek pH değeri içme sularında hafif koku oluşturur. Suların renk yoğunluğu pH yükselmesiyle artar.

Tesis deşarj pH değerleri birbirine yakın ölçülmüştür ve genelinde pH'lar nötr'dür. Proses esnasında kullanılan yıkama kimyasallarının genelinde asit içerikli olduğundan dolayı arıtma girişi pH değeri bakımlar sırasındaki yıkamalar haricinde 2.8-3.5 değerleri arasında seyrederek. Deşarj pH ölçüm sonuçlarına bakıldığında sistem nötralizasyonunun başarılı olduğu söylenebilir.

Tesisin en riskli parametresi olan Alüminyuma işletmenin kimyasal tedarikçisi olan firmanın yaptığı analizler ışığında bakılacak olursa ciddi bir kirlilik yükü oluşturan parametrenin yüksek verimde arıtıldığı ortaya çıkmaktadır.

Yapılan 12 deşarj suyu ölçümünden 1 tanesinin limit değerlerinin az üzerinde seyrettiği görülmüştür. Bunun sebebi olarak bakım zamanlarında yıkayıcı tanklarına yapılan kimyasal yıkamalar veya üretim malzemelerinin arıtma tesisi sınırlarında kimyasallarla yıkanması sonucu atıksu tanklarına gönderilen suyun genelde benzer karakterizasyona sahip atık suyun kirlilik yükünü artırmış olduğu söylenebilir.

Üretimde alüminyum kolay şekillendirmek amacıyla yüksek miktarda yağ kullanılmaktadır. Ve bu yağların bir kısmı olan coolant sürekli filtrelenerek devir daim yapmaktadır. Diğer yağlar ise ayrı bir kanal vasıtası ile toplanarak atıksuya karışmadan yağ ayırıcı tanka gönderilmektedir fakat kutuya yapışmış yağ yıkayıcıda atıksuya karışır.

İşletmenin tedarikçi firmasının arıtma giriş suyuna yaptığı analizde arıtma giriş suyunda 189 mg/l yağ-gres olduğu görülmektedir. Yapılan 12 deşarj suyu analizinde ise yönetmelik limitlerini aşan herhangi bir bulguya rastlanmamıştır. Bu durum sistemin verimini yağ-gres parametresi tarafından desteklemektedir.

Sonuç olarak alüminyum kutu üretim işletmesi atık su arıtma tesisinin kirlilik yükünü artırıcı herhangi bir olağandışı durum söz konusu değilken deşarj edilen suda herhangi bir limit aşımı olmadığı tespit edilmiştir. Bu durumda işletmenin atık su deşarjı hususunda etrafındaki yaşamın ekolojik açıdan tehdit altında olmadığı sonucuna ulaşılabilir.

KAYNAKLAR

Ballice, L., Yüksel, M. Ve Sağlam, M., ‘Kolloidal sistemli su kirliliklerinin giderilmesinde kimyasal çöktürme (yumaklaştırma) işleminin uygulanması, *Ekoloji*, Cilt No:7 Sayı:25,4, (1997)

Başbuğ, M., ‘Bentonit ve ponza ile sulu çözeltiden ve tekstil atıksuyundan boya adsorpsiyonunun incelenmesi’ Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, 15, (2008)

Birgül, A., ‘Tekstil endüstrisi atıksu arıtımında ileri oksidasyon proseslerinin kullanımı’, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 42-45, (2006)

Camcı, S., ‘Metal kaplama atıksuyunun elektrokoagülasyon yöntem ile arıtılması’ Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, 32-36, (2008)

Gedik, D., ‘Alüminyum yüzeyindeki oksit tabakasının sodyum dikromatve sülfürik asit anodizing yöntemiyle geliştirilmesi’ Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 1-16, (2008)

Öner, Ö., ‘Gediz nehri aşağı Gediz havzası’ndan alınan su ve sediment örneklerinde bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi’, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa, 25-29, (2008)

Öztürk, İ., Timur, H. ve Koşkan U., ‘Atıksu arıtımının esasları’, 434-450, (2005)

Öztürk, M., 2008, Alüminyum atıklarından alüminyum üretimi (online), [http://www.mozturk.net/Upload/alum\(3\).pdf](http://www.mozturk.net/Upload/alum(3).pdf), (Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2011).

Tan, A., ‘Atıksularda bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi’, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Edirne, 20-42, (2006)

Yenigül, E., ‘Alüminyum ve bazı organik asitlerin etkileşiminin spektrometrik ve kromatografik yöntemlerle tayini’, *Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 3-8, (2006)

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Bursa'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Bursa'da tamamladı. 2004 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden 2008 yılında Çevre Mühendisi olarak mezun oldu. 2008 yılında, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda başlamış olduğu Yüksek Lisans öğrenimini sürdürmektedir. 2010 yılından beri Alüminyum kutu üreten bir işletmede Çevre Mühendisi olarak görev yapmaktadır.