

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PAMUKLU TEKSTİL ENDÜSTRİSİ ATIKSULARININ ARITIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Müh. Ergin Erol

Anabilim Dalı : Çevre Mühendisliği

Danışman :Prof. Dr. Savaş AYBERK

KOCAELİ, 2007

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PAMUKLU TEKSTİL ENDÜSTRİSİ ATIKSULARININ ARITIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Müh. Ergin Erol

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 27 Mart 2007

Tezin Savunulduğu tarih:11 Mayıs 2007

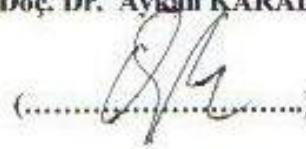
Tez Danışmanı

Prof Dr. Navaş AYBERK



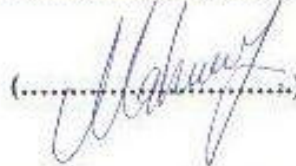
Üye

Yrd. Doç. Dr. Aykan KARADEMİR



Üye

Yrd. Doç. Dr. Mahnaz GÜMRÜKÇÜOĞLU



KOCAELİ, 2007

ÖNSÖZ

Çalışmalarım sırasında değerli vaktini bana ayıran , bilgi ve tecrübelerini her fırsatta aktaran çok değerli hocam Prof. Dr. Savaş AYBERK'e, tüm çalışma boyunca bana yol gösteren ve değerli bilgilerini benimle paylaşan sayın hocam Yrd. Doç. Mithat BAKOĞLUNA'na, bütün sorularıma sabırla yanıt veren ve çalışmam boyunca yardımını benden esirgemeyen kıymetli hocam Yrd. Doç Dr. Aykan KARADEMİR'e, Çalışmanın ortaya çıkmasında büyük katkıları olan değerli arkadaşım Çevre Y. Müh. Tuğba ÖLMEZ'e çok teşekkür ederim.

Çalışmam boyunca beni yalnız bırakmayarak destek olan bütün arkadaşlarıma ayrıca teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
TABLolar DİZİNİ	v
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM2.TEKSTİL ENDÜSTRİSİNİN GENEL TANIMI VE KATEGORİZASYONU	3
2.1. Tekstil Endüstrisinin Tanımı	3
2.2. Tekstil Endüstrisinin Türleri	3
2.3.Endüstrinin Ülkemizde Gelişimi ve Durumu	4
2.4. Tekstil Endüstrisinde Ham Maddeler	5
2.5. Üretim Prosesleri	6
2.5.1 Pamuklu tekstil endüstrisi	7
2.5.2. Yünlü Tekstil Endüstrisi	7
2.5.3. Sentetik Tekstil Endüstrisi.....	7
2.5.4 İpekli Mamul Üretimi	7
BOLUM 3. TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE ATIKSU KARAKTERİZASYONU ve DEŞARJ LİMİTLERİ	8
3.1. Tekstil endüstrisi için kirletici parametreler	8
3.2. Deşarj Standartları.....	11
BÖLÜM 4. TEKSTİL SANAYİ ATIKSULARININ ARITMA YÖNTEMLERİ	12
4.1. On Arıtma Yöntemleri	12
4.1.1. Tekstil atıksularının arıtılması ve dengelenmesi	12
4.1.2. Tekstil atıksularının nötralizasyonu	13
4.2. Kimyasal Arıtma Yöntemleri (Koagülasyon ve Flokülasyon)	13
4.3. Biyolojik Arıtma Yöntemleri	14
4.3.1. Aerobik aktif çamur sistemi	14
4.3.2. Anaerobik Arıtma	15
4.3.3. Ardışık anaerobik – aerobik aktif çamur sistemi	15
4.4. İleri Arıtma Yöntemleri	16
4.4.1. Fenton reaktanı	17
4.4.2. Elektroliz	18
4.4.3. Fotokataliz	18
4.4.4. Ozonlama	19
4.4.5. Adsorbsiyon	20
4.4.6. Adsorbsiyon ve ozonun birlikte kullanılması	21
4.5. Tekstil Atıksuyunda Renk giderimi	22
4.6. Membran filtrasyon ve Atıksuyun Geri Kazanımı	24
4.7. Pamuklu Tekstil Sanayii Atıksularının Arıtım Yöntemleri	26

BOLUM 5 DENEYSEL ÇALIŞMA	30
5.1. Deneysel Çalışmanın Planlanması	30
5.2. Materyal ve Metot	31
5.2.1. Atıksuyun Kaynakları ve Özellikleri	33
5.2.2. Tasarım Esasları	40
5.2.3 Kullanılan mekanik ekipman listesi, özellikleri ve seçilme nedenleri	50
5.2.4 İzlenen Parametre ve analiz metodu	54
5.2.5. Biyolojik arıtma çıkışına uygulanan jar testler	56
BÖLÜM 6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	59
KAYNAKLAR	62
EK-A	66
EK-B	67
EK-C	68
EK-D	69
EK-E	70
EK-F	71
EK-G	72
ÖZGEÇMİŞ	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 5.1.	Ersan Tekstil Arıtma tesisinin Akım şeması ve proses İşleyişi görülmektedir	32
Şekil 5.2.	Tesiste hammadde ürün atıksu ilişkisi	37
Şekil 5.3.	Ersan Tekstil atıksu arıtma tesisinin plan ve kesitleri	39
Şekil 5.4.	Dengeleme havuzu havalandırma havuzu , durultucu ve diğer üniteler	41
Şekil 5.5.	Dengeleme havuzu havalandırma havuzu, durultucu, nötralizasyon havuzu ve kum filtresinin kesitleri	42
Şekil 5.6.	Çamur yoğunlaştırma havuzu, nötralizasyon ve kireç hazırlama üniteleri	43
Şekil 5.7.	Havalandırma havuzunun kesiti dip kısım pahları ve su kotları ...	46
Şekil 5.8.	Ersan Tekstil arıtma tesisi biyolojik durultucu havuzu	47
Şekil 5.9.	Ersan Tekstil arıtma tesisi, çamur yoğunlaştırma havuzu ve kum filtresi terfi havuzunun görünümleri	48
Şekil 5.10.	Ersan Tekstil arıtma tesisi borulama projesi	49
Şekil 5.11	Hidrolik profil	54
Şekil 5.12	Jar testlerin yapılışı	57
Şekil 5.13	Jar testlerin sonucunda elde edilen su ve çökelen çamurlar	57

TABLolar DIZINI

Tablo 4.1	Arıtma sistemlerindeki proseslerin kirletici giderim verimleri	23
Tablo 5.1	Üretimde Kullanılan hammadde ve kimyasallar	36
Tablo 5.2	Üretim Faaliyetleri sonucu ortaya çıkan ürünler.....	36
Tablo 5.3.	Atıksu Kirletici Konsantrasyonları	38
Tablo 5.4	Arıtma tesisinde seçilen ünitelerin boyutları	49
Tablo 5.5	Arıtma tesisi giriş ve çıkışından alınan numunelerin analizleri	55
Tablo 5.6	Çeşitli numunelerin analiz sonuçlarının karşılaştırılması.	
Tablo 5.7	Jar testler sonucunda elde edilen değerler	56
Tablo 5.8	Jar test sonuçlarının karşılaştırılması.	56
Tablo 6.1.	KOI Tesisin tabii olduğu yasal limitlerle numunelerin KOI parametresi açısından karşılaştırılması	59
Tablo 6.2.	KOI giderim verimleri	60
Tablo 6.3.	Kum filtresi çıkışında Havalandırma havuzuna geri yıkama yapılması ve yapılmaması durumlarında KOI giderim verimleri ..	60

PAMUKLU TEKSTİL ENDÜSTRİSİ ATIKSULARININ ARITIMI

Ergin EROL

Anahtar kelimeler: Pamuklu tekstil, atıksu, arıtım, aktif çamur, koagülasyon, filtrasyon

Özet: Bu çalışmada pamuklu tekstil endüstrisinden kaynaklanan atıksular ve bu atıksulardaki kirletici parametrelerin konsantrasyonları incelenmiştir. En uygun arıtım yöntemleri deşarj standartları ışığında ele alınmıştır. Örnek bir pamuklu tekstil fabrikası arıtma tesisi projelendirilmiş ve geleneksel kimyasal ve biyolojik arıtma tesisi yerine birbiri içine geçen bir proses tasarlanmıştır.

TREATMENT OF COTTON TEXTILE INDUSTRY'S WASTEWATERS

Ergin Erol

Keywords: Cotton textile, wastewater, treatment, active sludge, cogulation, filtration

Abstract: The aim of this study is to examine the concentrations of contaminating parameters in the wastewaters which arise from cotton textile industry. It's treated the optimum treatment methods in the frame of discharge standarts. One of the cotton textile factory is treated and projected a treatment plant, contains biological and chemical units crowded each other instead of conventional treatment plant.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzde tekstil endüstrisi gerek ekonomik büyüklük ve gerekse sağladığı istihdam kapasitesi ile dünya sanayileri arasında önemli bir yer tutmaktadır. Ülkemizde de tıpkı dünyada olduğu gibi tekstil endüstrisi sağladığı istihdam, ekonomik büyüklük ve ihracat kapasitesi ile önemli ve başlıca sektörler arasındadır. Tekstil endüstrisi büyük ve yaygın olmasının yanı sıra kullanılan elyaflara, hammaddelere ve üretim süreçlerine bağlı olarak çok çeşitli kategorilere ayrılmıştır. Bu kategorilerin hepsinden değişik konsantrasyonlarda kirleticileri ihtiva eden atıksular oluşmaktadır. Bu da çok çeşitli arıtma metotlarının uygulanmasını gerekli kılmaktadır.

Bu çalışmada tekstil sektörü içinde önemli ve geniş bir yer tutan pamuklu tekstil sanayinden kaynaklanan atıksuların arıtılması teorik bilgilerin yanı sıra pratikteki uygulamalarla da ele alınmıştır.

Bu doğrultuda yapılan çalışmalar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Bölüm 2 de Tekstil Endüstrisi genel tanımlarıyla ortaya konmuş, kendi içindeki sınıflandırılmasına ve ülkemiz açısından anlam ve önemine de değinilmiştir.

Bölüm 3 de Tekstil Endüstrisindeki su kullanımı ve çıkan atıksu miktarları incelenmiştir. Bununla paralel olarak ortaya çıkan atıksuların ihtiva ettiği kirletici parametreler de genel hatlarıyla incelenmiştir. Bununla birlikte ekte tekstil atıksularının deşarjı ile ilgili standartlar verilmiştir

Bölüm 4 de Tekstil endüstrisi atıksularının arıtımı ile ilgili genel bilgiler verilmiş, arıtma yöntemleri kısaca anlatılmıştır. Pamuklu tekstil atıksularının arıtılması için uygulanacak yöntemler yine bu bölümde açıklanmıştır.

Son kısımda bir Pamuklu Tekstil işletmesine ait atıksu arıtma tesisi pamuklu tekstil atıksularının arıtımına uygun bir arıtma metodu seçilerek projelendirilmiştir. Bu projelendirme esnasında projelendirilen sistemin verimli çalışmasının yanı sıra ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin de ekonomik olması hedeflenmiştir. Seçilen ardışık biyolojik ve kimyasal arıtma üniteleri iç içe geçmiş olarak ve birbirinin verimini arttıracak şekilde tasarlanmıştır. Son kısımda bu çalışmadan elde edilen sonuçlar verilerek değerlendirilmesi yapılmıştır.

BÖLÜM 2.TEKSTİL ENDÜSTRİSİNİN GENEL TANIMI VE KATEGORİZASYONU

2.1 Tekstil Endüstrisinin Tanımı

Tekstil endüstrisi tabii ve fabrikasyon elyafları kullanarak kumaş ve diğer tekstil ürünleri imal eden bir endüstri dalıdır. Tabii elyafların temizlenmesi ve iplik haline getirilmesi bu endüstri kapsamında olmakla birlikte "çırçırılama" bu kategorinin dışında bırakılmıştır. Fabrikasyon elyafların üretimi de bu endüstrinin kapsamı dışındadır. Fabrikasyon ve tabii ipliklerin hazırlanması, dokuma, örme veya başka metotlarla tekstil ürünleri haline getirilmesi, iplik ve kumaşlar baskı, boya, apre gibi terbiye işlemlerinin uygulanması tekstil endüstrisinin faaliyetlerindedir. Giyim sanayii de bu kategori kapsamı dışında kalır.

2.2. Endüstrinin Türleri

Türk tekstil endüstrisi bugünkü aşamasında aşağıda belirtilen alt üretim konularından oluşmaktadır:

Pamuk ipliği

Pamuklu dokuma

Yün ipliği

Yün dokuma

Suni ve sentetik iplik

Suni ve sentetik dokuma

Tabii ve suni ipek ipliği ve dokuma

Örme mamulleri

Hali, kilim ve benzeri eşya

Diğerleri

Tekstil endüstrisi üretim teknolojisinde meydana gelen gelişmeler, ürünlerin de bu gelişmeye paralel olarak çeşitlenmesine yol açmıştır. Pamuk ipliği yün ipliği karışımı ürünlerin, pamuk ipliği suni ve sentetik iplik karışımı ürünlerin, yün ipliği suni ve sentetik iplik karışımı ürünlerin gelişen teknolojiler ile üretimine başlanması sektörün ürün kapsamını genişletmiştir. İstatistiksel güçlükler nedeniyle bu tür ara ve son ürünler, karışımında yüzde olarak en fazla bulunan ürüne göre tanımlanmaktadır. Tekstil sanayiinin aşağıda verilen alt üretim kollarına göre tanımlanması ve sınırlanmasında endüstrinin yukarıda verilen genel sınıflandırılması esas alınmıştır.

Pamuklu Sanayi

Yünlü Sanayii

İpek, Suni ve Sentetik Dokuma Sanayii

Örme Sanayii

Hali, Kilim ve Benzeri Eşya Üretimi

Diğer Tekstil Eşyası Sanayii

2.3 Endüstrinin Ülkemizdeki Gelişimi Ve Durumu

Tekstil endüstrisi tarihi hüviyeti teknik gelişmeleri ve çok yönlü katkı ve verim imkânları ile Türkiye ekonomisi içinde en ağırlıklı payı oluşturmaktadır. 1982 yılı sonuçları itibarı ile Türkiye'nin toplam imalat sanayiindeki istihdam miktarında bu sanayiinin payı % 24,1'i bulmakta ve bu oranla en yüksek katkıyı sağlamaktadır. (Halit Göknil ve diğ.)

Tekstil endüstrisi Türkiye'nin ekonomik kalkınmasında başta gelen sektörlerinden biridir. Ülkemiz toplam ihracat gelirlerinin % 36-39'u tekstil ürünlerinin ihracatından sağlanmaktadır (Eremektar vd, 1997).

Tekstil sektörü GSMH'nin yaklaşık yüzde 11'ini ihracatın yaklaşık yüzde 37'sini toplam sanayi üretiminin yaklaşık yüzde 10'unu, toplam işgücünün doğrudan 2 milyonunu dolaylı olarak da 6 milyonunu bünyesinde barındıracak bir büyüklüğe ve etkinliğe ulaşmıştır.

Ayrıca sektörde yüzde 25'i ihracatçı olmak üzere toplam 40.000 civarında işletme bulunmakta ve bunların yaklaşık yüzde 92'si KOBİ niteliğindedir.

Dünya tekstil sektöründe sadece Çin ve G. Kore'de olan entegre altyapı ülkemizde de bulunmaktadır. Böylece sektör pamuktan, iplikten, dokumadan, örmeden, terbiyeden konfeksiyona dağıtım zincirinin son halkasına kadar entegre olmuş durumdadır. Bu sektörler arasında sinerjiyi artırdığı gibi tedarik sorunlarını da minimuma indirmektedir. Sektör, birbiriyle bağlantılı çalışarak hem kapasite planlamasının daha sağlıklı olması sağlanmakta ve hem de sektörün birbirine ivme kazandırmaları, teknolojik gelişmeleri birbirine daha kolay ve hızlı yansıtmaları mümkün olabilmektedir. Bu entegre altyapı sektör için oldukça büyük bir fırsat olarak değerlendirilmelidir.

2.4. Tekstil Endüstrisinde Hammaddeler

Tekstil endüstrisinde hammadde olarak kullanılan elyaflar, başlıca iki gruba ayrılır; tabii elyaflar, fabrikasyon elyaflar. Bu gruplardaki elyaflar aşağıda verilmiştir.

Tabii Elyaflar

Pamuk

Keten

Kenevir

Yün

İpek

Mohair

Kıl

Fabrikasyon Elyaf lar

Reyon

Kazein

Asetat-Selüloz ester

Naylon-Poliamid

Dacron-Polyester

Orlon-Akri lik

Dynel-Akri lik

Teflon - vinil

Bunlar arasında en çok kullanılan elyaf lar pamuk, yun, reyon, naylon ve polyesterdir.

2.5. Üretim Prosesleri

Tekstil endüstrisinde üretimde yer alan proses ve işlemler, endüstri bazında ele alındığında islenen elyafa bağlı olmaksızın tanım olarak birbirine benzerdir. Mesela yıkama boyama ve baskı gibi temel üretim proseslerine tekstil endüstrisinin hemen hemen bütün elyaf hazır kumaş üretim sistemi içerisinde yer alır. Ancak kullanılan elyafın özelliğine bağlı olarak bazı farklı üretim proseslerine de rastlanmaktadır. Yünlü mamullere uygulanan karbonizleme ve dinkleme, pamuklu mamullere uygulanan merserizasyon işlemleri farklı üretim proseslerini oluşturan uygulamalardır. Ayrıca farklı elyaf lar için aynı anlamda kullanılan proseslerde elyafın özelliğinden dolayı farklı kimyasal maddelerin kullanılması, endüstride yer alan proses ve işlemleri en çok kullanılan elyaf türlerine göre ayrı ayrı ele alıp incelemeyi zorunlu kılmaktadır. Buna göre, aşağıdaki kısımlarda pamuklu, yünlü, sentetik ve ipek elyaf ların islenmesinde kullanılan temel üretim prosesleri ayrı ayrı incelenmiştir.

2.5.1 Pamuklu Tekstil Endüstrisi

Pamuk elyaf hazır kumaş haline gelinceye kadar, başlıca üç temel üretim safhasından geçirilir. Pamuk elyafı, belirtilen her bir üretim safhasında ayrı işlemlere tabi tutulur:

İplik yapımı

Dokuma hazırlık

Pamuklu mamullerin terbiyesi

2.5.2. Yünlü Tekstil Endüstrisi

Yünlü tekstil endüstrisinde yün elyafının hazır kumaş haline getirilinceye kadar geçirdiği aşamalar pamuklularda olduğu gibi başlıca üç ana başlık altında toplanır.

İplik üretimi, Dokuma Hazırlık ve dokuma, Terbiye prosesleri.

2.5.3. Sentetik Tekstil Endüstrisi

Sentetik elyaflar başlıca iki şekilde elde edilir;

- Reyon ve selüloz asetat gibi selülozik maddelerden,
- Naylon, polyester, akrilik ve modaakrilik gibi organik maddelerden selülozik olmayan sentetik olarak.

2.5.4. İpekli Mamul üretimi

İpek iplik üretimi: İpekli mamul üretimine başlangıç teşkil eden ipek ipliklerinin üretimine, krizalitin öldürülmesi ve kozanın kurutulması ile başlanır. Diğer üretim prosesleri pişirme, ipek çekimi ve ipek liflerinin terbiyesidir.

BOLUM 3 TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE ATIKSU KARAKTERİZASYONU ve DEŞARJ LİMİTLERİ

3.1. Tekstil Endüstrisi İçin Seçilen Kirletici Parametreler

Tekstil endüstrisi atıksularını kontrolüne temel oluşturacak parametrelerin seçiminde aşağıda belirtilen faktörler göz önüne alınmıştır.

Kirletici parametrelerin kontrol açısından kaynağı belirli olmalıdır.

Seçilen kirletici parametre o atıksu için karakteristik olmalıdır.

Kirletici parametrelerin çevreye etkisi ve zararları belirlenmiş olmalıdır.

Kirletici parametreler geliştirilmiş yöntemler ile arıtılabilir olmalıdır.

Seçilen kirletici parametreler belirli bir duyarlılıkla ölçülebilmelidir.

Tekstil endüstrisi atıksularının kontrolü için, en uygun arıtma teknolojisine bağlı olarak deşarj kalite limitlerine temel oluşturacak parametreler belirlenmelidir. Bu aşamada, tekstil endüstrisinin birbirinden oldukça farklı üretim yapan, bu sebeple de atıksu karakteristikleri çok farklı olan ve büyük sınırlar arasında değişen bir endüstri dalı olduğu göz önüne alınmalıdır. Tekstil endüstrisi için kontrole esas oluşturmak üzere seçilen kirletici parametreler sırasıyla aşağıda verilmektedir.

Biyokimyasal oksijen İhtiyacı

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) organik maddeye ait oksijen tüketiminin bir ölçüsüdür. BOİ kendi başına doğrudan doğruya su sistemine zararlı bir etki göstermez. Ancak suyun oksijen içeriğini düşürerek dolaylı bir etkisi söz konusudur. Kanalizasyon atıkları ve diğer organik atıksular bozunma prosesleri sırasında oksijen tüketerek ekosistemin üzerine ters etki yaparlar.

Kimyasal oksijen ihtiyacı

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI), atıksu numunesinde bulunan maddelerin oksidasyonu için gereken oksijen ekivalenin bir ölçüsüdür. Organik maddenin oksidasyonu asidik şartlarda, potasyumbikromat gibi kuvvetli bir yükseltgeyicinin ve bir katalizörün (Gümüş sülfat) yardımıyla gerçekleştirilir. KOI testinin en büyük avantajı analiz için üç saatten kısa bir zamanda neticelendirilmesidir. Ancak bu parametrenin en büyük dezavantajı ise KOI testinin biyolojik olarak bozunabilen ve bozunamayan organik madde arasında bir ayırımı yapmamasıdır. Buna ek olarak, numunede bulunan inorganik indirgeyici kimyasal maddeler (sülfür, indirgenebilen metal iyonları v.s) ve klorürler KOI testine girişim yaparlar.

Askıda katı madde

Toplam askı maddesi suda çözülmüş halde bulunmayan maddeleri kapsar. Bu maddeler çeşitli tür ve yapıda olabilir. Askıda maddeler çevre sularında dipte birikimlere ve bulanıklığa yol açar. Ayrıca balıkların solunum yollarını da tahriş ederler. Bu etki askı maddesinin türüne ve dane büyüklüğüne bağlıdır. Özellikle metalik yapıdaki askı maddelerinin balıklara zararlı etki yaptığı, bazı hallerde ise öldürücü olduğu belirlenmiştir.

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 olabilir. Her tür maddenin etki sınırı birbirinden farklı olacaktır. Genelde yağ ve gresler su yaşamına, kanalizasyon sistemine ve alıcı ortama zararlı maddelerdir. 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 hayati özellikle balık yumurtalarını tahrip eder.

Sülfür

Çözünmüş sülfür tuzları, suyun PHını düşürürler, demir veya diğer metallerle reaksiyona girerek siyah bir çökeleğe, koku problemlerine sebep olurlar ve sudaki yaşama toksik etki ederler. Sülfürlü çözeltilerin balıklara olan toksisite etkisi, PH değeri düştükçe artar. Sülfürler suda bulunan çözünmüş oksijen ile kimyasal olarak reaksiyona girerek suyun çözünmüş oksijen seviyesini düşürürler.

Fenolik Bileşikler (AAAP)

Fenolik Bileşikler fenol ve benzenin hidroksi türevlerini taşıyan diğer bileşikleri içerir. Derişik fenol çözeltilerinin bakteriler üzerine toksik etkisi vardır ve birçok fenolik bileşiğin toksisitesi saf fenolden daha fazladır.Suda bulunan fenol iki önemli probleme sebep olur. Yüksek konsantrasyonda, fenol bakterizid olarak rol oynarlar. Çok düşük konsantrasyonda, klor ile birlikte klorofenollerini oluşturarak koku ve tat problemi yaratırlar.

Fenol ve fenollü Bileşikler balıkların ve suda yasayan diğer canlıların üzerine akut ve kronik zehirlilik etkisi gösterirler. Klorofenoller de balığın tadını bozarak, bunların ticari değerini düşürürler.

Krom

Krom doğada yaygın şekilde bulunan bir element olmasına karşın doğal sularda çok nadiren bulunabilir. Bulunan konsantrasyonlarda 1 mg/l'nin altındadır. Krom, tuzlarında Çeşitli değerliklerde bulunabilir. Bunlardan en çok rastlanılan krom (VI) ve krom (VI) tuzlarıdır. Krom su yaşamına zararlıdır. Krom tuzlarının zehirli etkisi sıcaklık, PH ve kromun değeri ile değişmektedir. Kromun zehirliliğinin çözünmüş oksijen ve ortamdaki organik madde konsantrasyonuyla da ilgili olduğu

öne sürülmüştür. Kromun fotosentez üzerine etkili olduğu ve fitoplanktonlar ile su bitkilerine zararlı etki yaptığı bilinmektedir. Diğer su canlılarında, besin zincirinde birikim yoluyla ve doğrudan etkili olduğu saptanmıştır. Krom için verilen kalite kriterleri su yasamı için 0.10 mg/l, içme suyu için 0.05 mg/l'dir.

PH

Sudaki asitliğin veya bazikliğin bir ölçüsüdür. Özellikle düşük PH'a sahip sular korozyona neden olur. Su hayatında da PH önemli bir parametredir. PH'ın 5-9,5 arasında öldürücü etkisi olmamasına karşın organizmaların üretkenliklerine etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca ani PH değişimleri zararlı etkilere ve balık ölümlerine yol açabilir.

3.2. Deşarj Standartları

Bu bölümde tekstil atık sularının deşarj standartları aşağıda verildiği gibidir. İSKİ kanala deşarj limitleri Tablo 3.1 de görülmektedir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre saptanan sektörle ilgili deşarj standartları Tablo 3.2 – 3.8 de görülmektedir. İlgili tabloların tamamı Eklerde verilmiştir.

BÖLÜM 4 TEKSTİL SANAYİİ ATIKSULARININ ARITMA YÖNTEMLERİ

Tekstil endüstrisi atıksuları yüksek konsantrasyonda boyar madde, BOI, KOI ve AKM ihtiva eden atıksulardır (Mckay, 1984). Bu yüksek oranda KOI ve renk verici maddeler atıksuyu estetik olarak kötüleştirerek, normal hayat için gerekli olan çözünmüş oksijen miktarını azaltmakta ve atıksuyun arıtımını güçleştirmektedir. (Asfour ve diğ, 1985).

Tekstil endüstrisi atıksularında kirletici parametrelerinin çok çeşitli olması, bu sektöre ait atıksuların arıtılmasında farklı arıtma yöntemlerinin kullanılmasını gerekli kılar. Atıksu arıtma tesislerinin ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin en aza indirilebilmesi için en uygun arıtma tipinin belirlenmesi gerekir. Tekstil atıksularının arıtımı için fiziksel, kimyasal ve biyolojik metotların çeşitli bileşimlerinden meydana gelen geleneksel metotlar mevcuttur (Abo ve diğ, 1988). Yaygın olarak kullanılan biyolojik arıtma proseslerinin çoğu, boya, KOI ve bulanıklık gideriminde etkili olmalarına rağmen renk gidermede etkisiz kalmaktadırlar (Lin and Chen, 1997). Ancak renk parametresi Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde ilgili tablolarda parametre olarak bulunmamaktadır.

4.1. Ön Arıtma Yöntemleri

4.1.1. Tekstil atıksularının ayrılması ve dengelenmesi

Tekstil endüstrisi, oldukça fazla su tüketimi yapan endüstrilerden biri olmakla birlikte özellikle boyama ve son işlemler proseslerinden çıkan atıksular, günden güne hatta kesikli boyama işlemleri dolayısıyla gün içerisinde de farklı karakterde olabilmektedir. Özellikle PH, renk ve KOI konsantrasyonlarında değişim dolayısı ile atıksuların, uygulanacak Arıtma metotlarına göre farklı akımlar ve prosesler olarak ayrılması ve debide, PH değerinde, sıcaklık ve kirletici yüklerindeki bu salınımı engellemek için dengeleme tanklarında depolanması gerekmektedir. Ayrıca,

kariştırma ve havalandırma işlemleri ile kötü kokunun giderimi ve diğer kirletici yüklerinin de azaltılması sağlanmış olmaktadır.

4.1.2 Tekstil atıksularının nötralizasyonu

Kimyasal ve biyolojik Arıtma sistemleri belli bir PH toleransına sahip oldukları için, PH salınımı Arıtma tesisinde olumsuz etki yapmaktadır. Sonuçta PH ayarlaması yapmadan Arıtma proseslerin devamı mümkün olmamaktadır. Suyun PH değerine göre asit veya baz ilavesi yapılmalıdır.

4.2 Kimyasal Arıtma Yöntemleri (Koagülasyon ve Flokülasyon)

Tekstil atıksularının kimyasal yöntemlerle arıtılması uzun yıllardan beri en çok rağbet gören yöntem olmuştur. Bunun en büyük nedeni şüphesiz atıksu kalitesinde meydana gelen değişikliklerin kullanılan kimyasalda veya uygulanan dozda yapılan değişikliklerle kolayca tolere edilebilir olmasıdır (Socha, 1991).

Boyama tesislerinden çıkan renkli atıksu arıtımı için kimyasal koagülasyon, ön, son veya ana Arıtma yöntemi olarak uygulanmaktadır. Kimyasal çöktürme ile askıda katı maddeleri, yağ ve gres, renk, krom ve organik maddeler arıtılabilmektedir. Tekstil atıksularının kimyasal çöktürme prosesiyle arıtılması konvansiyonel, hızlı kariştırma, yumaklaştırma, çökeltme düzeninde gerçekleşmektedir. Baslıca kimyasal maddeler arasında $\text{Ca}(\text{OH})_2$, FeCl_3 , FeSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ve CaCl_2 yer almaktadır. Her koagülant için, maksimum çökelmenin gözlendiği PH değerinin yani optimum izoelektrik noktasının belirlenmesi gerekmektedir. Kimyasal çöktürme işleminin verimi büyük oranda çökeltme verimine bağlı olduğundan, yumaklaştırma yardımcısı olarak polielektrolit uygulaması yaygındır. Tekstil atıksularında uygulanan konvansiyonel arıtma yöntemleri içerisinde kimyasal çöktürme, atıksulardan rengin giderilmesi açısından ilk sıralarda yer almaktadır. Kimyasal çöktürme prosesi yoluyla dispers ve vat boyalar gibi çözünmüş olmayan boyaların neden olduğu renk kolaylıkla uzaklaştırılmaktadır. Reaktif boyalar ve bazı asidik boyaların flokülasyonu ancak %20 arıtım verimi ile gerçekleştiği için yeterli renk giderimine ulaşılamamaktadır. (Babürşah S, 2004)

4.3 Biyolojik Arıtma yöntemleri

Kimyasal koagülasyon ve biyolojik arıtma yöntemleri, ön arıtma proseslerini takiben, atıksu içerisinde toksik maddelerin eliminasyonu sağlandığı hallerde esas arıtma yöntemleridir

Biyolojik aktif çamur arıtma sistemleri, günümüzde en yaygın kullanım alanına sahip arıtma yöntemi olmakla beraber damlatmalı filtreler ile döner diskler de, tekstil atıksularının arıtımında yaygınlık kazanmaktadır; bu sistemlerin alan ve enerji gereksinimlerinin aktif çamur sistemine oranla daha düşük olması, önemli bir avantaj olarak nitelendirilmektedir. Biyolojik arıtım için yeterli azot ve fosforun atıksuda bulunmaması durumunda, di amonyum fosfat ve tire gibi ucuz kimyasal maddelerin ilavesiyle bu eksikliğin giderilmesi amaçlanmaktadır. atıksu alkali karakterde ise, fosforik asit ilave edilebilmektedir.

4.3.1. Aerobik aktif çamur sistemi

Tekstil atıksuları güçlü atıksular olarak sınıflandırılabilir. Atıksu içindeki birçok çözülmüş inorganik katı madde kimyasal arıtmaya gereksinim duyar. Biyolojik olarak parçalanabilen bazı organik katılar da biyolojik arıtmaya ihtiyaç duymak tadırlar. Tekstil atıksuyunun doğal PH değeri 9 ile 10,3 arasındadır. Mikro organizmalar 9- 9,5 arasında PH değerine sahip olan atıksuları kolaylıkla parçalayabilmektedirler. Daha önceki çalışmalar gösterdi ki hem uzun havalandırılmalı aktif çamur hem de havalandırılmalı lagün sistemleri 9- 10,5 arasındaki PH değerlerinde başarıyla çalışmaktadır. Buda şunu gösterir ki tekstil atıksuları ön PH ayarlaması olmadan biyolojik olarak arıtılabilir. (Abu-Ghunmi L.N. Jamrah A.I. 2006)

Tekstil atıksuyu ile evsel atıksu karıştırılarak arıtılsa bile konvansiyonel aktif çamur sistemlerinde etkili bir renk giderimine ulaşamamaktadır. On çöktürme işlemi, çözünmeyen dispers ve vat boyalan iyi bir verimle arıtırken, aktif çamur da adsorpsiyona dayalı olarak bazik ve direkt boyaların orta halde arıtılmasını sağlamaktadır. Bununla beraber en yaygın kullanılan reaktif ve asit boyalar çok az

artılmaktadır. Diğer bir problem ise, Nocardia ve filamentli bakterilerden kaynaklanan kabarma olayıdır. Bu olayın kompleks yapısı tam olarak anlaşılmasa da yüksek konsantrasyonda nişasta ve yüzey maddeleri buna sebep olabilmektedir.

Azo boyar maddeler gibi sentetik boyaların aerobik şartlar altında mikrobiyal parçalanmaya karşı dirençli olmasının nedeni boya malzemelerinin, kimyasal ve ışık kaynaklı oksidatif etkiler sonucu renklerinin solmamasını sağlayacak şekilde sentezlenmeleridir. Boyar maddelerin aerobik biyodegradasyonunu zorlaştıran diğer bir faktör ise moleküler ağırlıklarının yüksek olması nedeniyle biyolojik hücre zarından geçişlerinin zor olmasıdır (Willmott ve diğ, 1998).

4.3.2. Anaerobik Arıtma

Anaerobik biyolojik arıtmanın harici karbon kaynağı olarak 2 g/l'lik glukozu ihtiyaç duyması pratik uygulamada bir sorun olarak görülse de fiziko kimyasal arıtma yöntemlerine kıyasla maliyetinin geçerli düzeyde olduğu akılda tutulmalıdır. (Şen S. ve Demirel G.N, 2003)

4.3.3. Ardışık anaerobik - aerobik aktif çamur sistemi

Anaerobik ön arıtma, renk, organik halojenler ve ağır metaller giderimine olumlu etki yapmaktadır. Yüksek renk konsantrasyonuna sahip atıksuların anaerobik arıtmayı takiben, aktif çamur sistemine beslenmesi ile % 90 KOİ ve % 96 renk giderimine ulaşılmıştır. Yağ ve deterjanlar gibi organikleri içeren kuvvetli yün yıkama atıksularında zayıf biyolojik ayrışabilir organikler de yüksek oranda giderilmektedir. Anaerobik / aerobik prosesleri takiben ileri arıtma yöntemleri, quartz yatak filtrasyonu ve UV sterilizasyonu ile % 30–40 oranında yeniden kullanıma izin verilmektedir. Ayrıca köpük ve kabarma probleminin giderilmesi ile de daha iyi bir P giderimi ve düşük TAM konsantrasyonuna ulaşılmaktadır.

Yapılan alışmalar sonucunda anaerobik arıtma ile renk giderimin sağlandığı aerobik arıtma ile renk giderilemediği görülmüştür. Sadece aerobik arıtma ile %35 KOI %71 BOI giderimine ulaşılmış, kombine edilmiş ardışık metotla %57 KOI giderimi %86 BOI giderimi elde edilmiştir. (O'neill ve diğ, 1999)

Ardışık anaerobik ve aerobik biyolojik arıtma sistemleri atıksudan liflerdeki reaktif azo boya renklerinin giderilmesinde geleneksel aerobik işlemlerden daha etkilidir. Hem anaerobik hem de aerobik ortamlarda yaşayabilen bir biokütle yetiştirilebilir. Aslında ardışık anaerobik aerobik prosesin KOI giderimi geleneksel aerobik ynteminkiyle aynıdır. Aerobik kontrol ve ardışık sistemde sergilenen aerobik fazdaki KOI giderim oranı anaerobik fazdakinden çok daha fazladır. Anaerobik faz ise renk giderimi konusunda daha yüksek bir yüzde sergilemektedir. (Smith B. ve diğ, 2007)

4.4 İleri Arıtma Yöntemleri

Tekstil endüstrisinde boya atıksularının arıtımında konvansiyonel biyolojik arıtma yöntemleri ile yeterli renk giderimine ulaşılamamakla birlikte, fizikokimyasal koagülasyon ve flokülasyonu metotları da etkisiz kalmaktadır. Tekstil endüstrisinin üretiminde kullanılan boya ların, kimyasal özellikleri, molekül büyüklüğü ve yapılarının çeşitliliğinden dolayı biyolojik arıtma yöntemleri rengin giderilmesinde etkili olamamaktadır. Az sayıdaki uygulamanın dışında boya lar, aerobik koşullar altında biyolojik olarak ayrışmamaktadır, örneğin kuvvetli renge sahip atıksuların oluşumuna neden olan reaktif boya lar, reaksiyonlara katılmadan ve arıtma tesislerine giriş. Konsantrasyonları değişmeden biyolojik arıtma proseslerinden çıkmaktadır. Reaktif boya lar, diğer boya türlerine oranla suda çok daha fazla çözünmekte ve biyolojik ayrışabilirliklerinin az olması nedeniyle konvansiyonel aktif çamur tesislerinde çok zor arıtılabilmektedir. Bazık boya lar, neredeyse tamamıyla lif üzerinde tutulurken reaktif boya ların kullanımı halinde, boya konsantrasyonunun yaklaşık % 40 ı atıksuya taşınmaktadır. Bu durum, biyolojik arıtmayı ayrışmaksızın veren reaktif boya ların konsantrasyonunu arttırmaktadır.

Sonuç olarak fizikokimyasal-biyolojik arıtma tesislerinde neredeyse M9 giderilemeyen tekstil boyalarının arıtımı için "ileri Arıtma Teknolojileri" geliştirilmiştir.

Aşağıda sıralanmış, olan ileri arıtma teknolojileri ile atık suyun tamamen renk içeriğinden ve kalıcı organiklerden arıtılabilirliği ve yeniden kullanım amaçlı uygulanabilirliği açıklanmaktadır.

4.4.1 Fenton reaktanı

Son yıllarda farklı endüstriyel atıksuların arıtımında ve tekstil endüstrisinde dispers, asidik, bazik, direkt ve reaktif boyaların etkili bir renk ve KOI giderimi için Fenton reaktanı kullanılmaktadır. Fenton prosesi ile Fe^+ iyonları Fe^{2+} iyonlarına okside olurken, aynı anda H_2O_2 hidroksit iyonları ve hidroksil radikallerine ayrılır. Bu son ürünler, etkili bir organik madde oksidasyonu için kullanılmaktadırlar. Genellikle demirin çözünürlüğünü sağlamak amacı ile $PH = 3-4$ aralığında uygulanması tercih edilmektedir. Tekstil atık suyunun kimyasal çöktürme, Fenton ayırıcıları ve aktif çamurun ardışık olarak uygulanması ile çok iyi bir performansta arıtıldığını kanıtlamışlardır. Fenton reaktanı kullanımından sonra tam bir renk giderimi olurken, aktif çamur sistemi ile de KOI son değerine ulaşılmaktadır. Ayrıca biyolojik arıtmayı takiben aktif karbon adsorpsiyonu ve Fenton proseslerinin kullanılması çözünmüş organik karbon ve KOI değerinde yüksek bir düşüşe sebep olmaktadır. Fenton prosesleri ile KOI, renk ve toksik maddelerin arıtımı gerçekleşmesine karşı kirleticilerin su içerisinden katı fazına atık taşınımı ile Fenton çamuru oluşmaktadır. Çıktı, suyu standartlarını sağlamak için kullanılan fiziksel kimyasal ve aktif çamur arıtımı, yeniden kullanım söz konusu olunca yetersiz kalmaktadır. Bu amaçla da boya moleküllerinin kromoforik gruplarını okside edebilme kapasitesine sahip Fenton prosesleri kullanılabilir. Fenton reaktanı kullanımında yatırım ve işletme maliyetleri ile enerji tüketimi çok düşüktür fakat kimyasal tüketimi çok yüksektir.

Fenton ayırıcı ($Fe(II)$ tuzlarıyla aktive edilmiş hidrojen peroksit) biyolojik arıtmayı inhibe edici ya da toksik atıksuların oksidasyonu için çok uygundur. Fenton ayırıcı

ile yapılan arıtım ön oksidasyon ve koagülasyon olmak üzere iki adımda gerçekleşir. Yapılan bir çalışmada fenton ayırıcısıyla yapılan ön oksidasyon prosesinde renk giderim hızının KOI giderim hızına göre daha yüksek olduğu ve renk ile KOI gideriminin büyük bir kısmının ön oksidasyon basamağında gerçekleştiği belirlenmiştir (Kang&Chang, 1997)

Atıksuların fenton ayırıcı ile arıtılmasında renk yok edildiği gibi adsorbe olabilir organohalidler de giderilebilmektedir. Ayrıca, metal-kompleks türündeki boyalardan kaynaklanan ağır metaller, demir oksitlerle birlikte nötralizasyon basamağında çöktürülebilmektedir. Fenton ayırıcı ile arıtma bu açıdan H₂O₂ kullanılan yöntemlere göre daha avantajlı konumdadır (Sewekow, 1993).

KOI, renk ve toksisite giderimi gibi avantajları yanında prosesin bazı dezavantajları da mevcuttur: Proses floklaşma işlemini de içerdiği için atıksudaki kirleticiler çamura transfer olurlar ve çamur problemi ortaya çıkar (Robinson ve diğ, 2001).

4.4.2 Elektroliz

Bu yöntemde, Fe(OH)₂ oluşumu ile asit boyaların giderilmesi etkili bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Bu proses çöktürülen demir üzerine sorpsiyon veya azo boyaların Fe(II) ortamında arilaminlere indirgenmesi ile olmaktadır. Laboratuvar ölçekli çalışmalarda % 80 renk giderimi sağlanmış ve pamuklu ve polyester boyama ile son işlemler atıksu çıkışlarına uygulanmıştır Koagülasyon, elektroliz ve aktif çamur sistemlerinin toplamı konvansiyonel yöntemlere göre daha ucuz ve daha etkili KOI giderimine sahiptir

4.4.3 Foto kataliz

UV ışınları, H₂O₂ ve TiO₂ heterojen katalizörlerin birlikte kullanımı ile boya çözeltilerinde renk giderimi üzerine çalışılmıştır. UV/H₂O₂ prosesi çok yavaş, maliyetli ve tam ölçekli uygulamalarda UV/TiO₂ prosesine göre daha az etkilidir. UV/H₂O₂ prosesi dolayısıyla kısa reaksiyon sürelerinde etkili bir KOI giderimine ulaşır iken çamur ve tuz oluşumu da olmamaktadır. UV geçirimsizliğinin belli boya

çözeltilerinde limitleri olduğu için UV teknolojisinin en iyi kullanımının ozondan sonra son arıtım olduğu kanıtlanmıştır. Yalnızca rengin tamamen giderimi sağlanmaz iken, yaklaşık % 90 toplam organik karbon giderimine ulaşılmaktadır. Biyolojik arıtılmış, tekstil endüstrisi çıkış suyuna uygulanan $H_2O_2/TiO_2/Fe^{3+}$ fotokatalitik oksidasyon prosesleri ile biyolojik arıtmaya ilave olarak % 97 KOI giderimine ulaşılmaktadır UV/ H_2O_2 prosesi için yatırım maliyeti ve işletme maliyetleri yüksek olmakla birlikte kimyasal tüketimi çok düşük olsa da enerji tüketimi çok yüksektir.

4.4.4 Ozonlama

Ozonla kimyasal oksidasyon yöntemi ise, tekstil endüstrisi atıksularındaki rengin etkin bir şekilde giderimi sağlamaktadır Gaz formunda kullanıldığından atık suyun hacmini arttırmama ve çamur meydana getirmeme, ozonun en önemli avantajları arasında yer almaktadır. Biyolojik olarak ayrışamayan, diğer bir deyimle refrakter maddelerle tepkimelere girmesi ozonun bir diğer önemli özelliğidir.

Bununla birlikte tekstil endüstrisi atıksularında ozonla kimyasal oksidasyon mekanizmasının uygulanması, KOI gideriminden çok atıksulardan renk gidermeyi ve biyolojik ayrışabilirliği arttırmayı amaçlamaktadır. Reaktif boyaların ozonlanması, atık suyun toplam organik karbon konsantrasyonunda belirgin bir düşüş yaratmamaktadır (Gaelr ve diğ, 1994). Özellikle asidik ve reaktif boyalarda, ozonla kimyasal oksidasyon aracılığıyla PH değerinden bağımsız olarak yüksek renk giderme verimlerine ulaşılmaktadır. Ozon, disperse boyalar ile suda çözünmeyen boyaların dışındaki boyaların renginin gideriminde çok etkindir. Kükürtlü, disperse, küp ve pigment boyalar ise reaktif boyalara oranla çok daha yavaş bir şekilde ozonla tepkimeye girmektedir. Ozon, çok kuvvetli tekstil atıksularının direkt arıtılması için yeterli olmadığı için, ozonun son arıtma işlemi olması ya da kimyasal koagülasyonu takiben uygulanması önerilmektedir. Renk gideriminin yanı sıra ozonlama ile organik halojenler ve yüzey aktif maddelerinin de giderimi sağlanmaktadır. Açık ozonlama ürünleri olan dikarboksilik asit ve aldehitler ile düşük bir KOI giderimi (%0–20) ve BOI konsantrasyonunda artış gözlenmektedir. Ozonlama işlemi, renk ve kalıcı organiklerin giderilmesi için son arıtma adımı olarak yaygın olarak

kullanılmaktadır. Aldehit oluşumunu düşürmek için de flokulasyon ünitesi uygulanabilmektedir.

Ozon oksidasyon potansiyelinin yüksek olmasından dolayı diğer oksidanlara iyi bir alternatif olmakla beraber, uygun çevresel koşullar sağlandığı takdirde, çoğu bileşiği en yüksek oksidasyon kademesine çıkarabilmektedir. Fakat çok yavaş, reaksiyon verebildiği veya reaksiyona giremediği organik maddeler de bulunmaktadır. Bu şartlar altında, kuvvetli bir oksidan olan hidroksil radikalının oluşumuna yönelik UV/O₃, H₂O₂/O₃ ve H₂O₂/UV-C gibi ileri oksidasyon prosesleri geliştirilmiştir (Arslan ve diğ, 1999).

4.4.5 Adsorbsiyon

Biyolojik olarak ayrışmayan çözünmüş organik maddelerin giderimi için, adsorpsiyon kademesinden yararlanılmaktadır. En etkin adsorpsiyon maddesi, aktif karbondur. Aktif karbon adsorpsiyonu, renk gideriminde en verimli işlemlerden biridir. Aktif karbon ya bir son işlem olarak temel arıtma yöntemlerinden sonra bir yatak içerisinde uygulanmaktadır, ya da aktif çamur içerisinde havalandırma havuzuna ilave edilmektedir. Bir son işlem olarak uygulandığında, filtrasyondan geçen sularda kalan artık organik maddeler ile renk giderimizi sağlamaktadır; aktif çamur sistemine ilave edildiğinde ise, renk gideriminin yanında aktif çamurun organik madde giderme verimini de arttırmaktadır. Ancak bu maddenin pahalı oluşu, kullanımında geri kazanma yöntemlerine başvurulmasını gerektirmektedir.

Reaktif boyaların, inorganik adsorbanlar ile arıtılması ile ilgili referanslar bulunmaktadır. İnorganik adsorban olarak sentetik kil kullanılması halinde, aynı sıcaklık ve PH koşullarında aktif karbondan daha yüksek adsorpsiyon kapasitesine ulaşılmıştır (Lambert ve diğ, 1996). Biyolojik adsorbanlar olarak, mısır kocağı, pirinç kabuğu ve tahta gibi sor bentlerin kullanılmasının, asit boyalara göre bazik boya gideriminde daha etkili olduğu gözlenmiştir. Bazik boyalara olan bu çekimin sebebi, adsorbana negatif yüzeyi ile boyanın pozitif yüklü iyonları arasındaki Coulombic etkileşimden kaynaklanmaktadır. Tekstil endüstrisinde, bazik boyaların kullanımı çok yaygın olmadığı için, biyolojik sorbanlar kullanarak renk giderimi

sınırlı kalmaktadır. Tekstil boyama atıksularında bulunan reaktif boyaların giderimi için ise, en uygun adsorban olarak yüksek adsorpsiyon kapasitesine sahip olan aktif karbon adsorpsiyonudur. Sonuç olarak boya atıksularında etkili bir renk giderim yöntemi de Granüler Aktif Karbon adsorpsiyonudur (McKay ve diğ, 1985).

Günümüzde hala en yaygın olarak kullanılan biyolojik arıtma sistemi, aktif çamur ünitesidir. Aktif çamur ünitesine PAC ilavesi ile renk, fenol ve krezol gibi klasik aktif çamur sistemlerinde giderimi zor olan maddelerin arıtımında oldukça olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Lee ve diğ, 1989; Marquez ve Costa, 1996; Nayar ve Sylvester, 1979; XIOAJIAN ve diğ, 1991). PAC aktif çamur olarak isimlendirilen bu sistemde, toz aktif karbon ilavesi ile toksik olan ve biyolojik parçalanabilirliği az olan organik maddeler aktif karbon üzerine adsorplanarak biyolojik sistemi etkilemeden giderilmekte ve sistem performansında artış meydana gelmektedir. Ayrıca, adsorplanan maddenin sistem içerisindeki kalış süresi artarak bakteri tarafından biyodegradasyonu da sağlanmaktadır. Ancak, toz aktif karbonun maliyetinin yüksek olmasından dolayı PAC-aktif çamur sisteminin uygulanabilirliği tartıma konusudur. Toz aktif karbon yerine daha ucuz adsorbanların bulunması bu sistemin gelişmesini sağlayacaktır. (Kapdan İ.K. Ve Kargı F., 1998)

4.4.6 Adsorbsiyon ve Ozonun Birlikte kullanılması

Ozonlama ve granüle aktif karbon adsorpsiyonu belirtildiği üzere etkili olmasına rağmen, bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Ozonlama prosesi, büyük yapılı boya moleküllerinin daha küçük organik moleküllere parçalanmasını sağladığından, etkili bir renk giderimi gerçekleşse de oluşan küçük moleküllü organik maddelerin varlığı KOI gideriminde olumsuz etki yapmaktadır. Sonuçta arıtılmış olan atıksu, yasal deşarj standartları da sağlayamayabilmektedir. KOI giderimi söz konusu olduğunda, GAK filtrasyonu, ozonlama prosesinden daha baskın bir metot olarak kullanılmaktadır. GAK kullanıldığı proseslerde çok kısa sürede doymuluğa ulaştığı için, rejenere edilmesi veya değiştirilmesi gerekmektedir. Kullanılmış olan granüler aktif karbonun iyileştirilmesi ve yeniden kullanılabilirliği avantaj olarak nitelendirilirken, rejenerasyon işlemleri için gerekli işletme maliyetleri GAK adsorbsiyonunu pahalı bir sistem haline dönüştürmektedir. Ayrıca, GAK

adsorbsiyonu, kirleticilerin katı yüzeyinde birikimi esasına dayandığı için harcanan yüksek miktarda adsorban ve rejenerasyon çözeltileri de zararlı atık olarak nitelendirilebilmektedir.

Ozonlama ve GAK adsorpsiyon metotlarının tek bir proseste toplanması iki sistemin dezavantajların gidermek için oldukça çekici bir alternatif olarak düşünülmektedir. Yapılan çalışmalar da, birleşik arıtım prosesinin tek basına ünitelerin sağlayamadığı verimi gerçekleştirdiğini kanıtlamıştır

Ozonun kirleticilerle reaksiyonları sonucu oluşan oksidasyon ürünleri ozon ile reaksiyona girmese de aktif karbon tarafından adsorplanabilir. Aynı zamanda ozonu bozundurarak radikal tipi reaksiyonların da önem kazanması, ozonun seçici bir oksidan olarak parçalayamadığı ara ürünleri parçalanmasını da sağlayabilir. İlâveten aktif karbon ve ozonlama prosesinin birlikte olması ile aktif karbonun yüzeyine adsorplanan kirleticileri ozonun parçalaması ile aktif karbonu rejenere etmesi beklenebilir. GAK'ın ozon ile şartlandırılması sonucunda yüzey özelliklerini geliştirmek ve GAK adsorbsiyonunun kapasitesinin ve yoğunluğunun değiştirilmesine çalışılmıştır. (Babürşah S, 2004)

GAK üzerinde adsorplanmış olan kirleticiler GAK yüzeyinde katalitik olarak son ürünlere okside olduktan sonra (heterojen reaksiyon) GAK yüzeyinden sıvı faza ayrılmaktadırlar (Lin ve diğ., 2000). (Bianchi ve diğ., 1998), Tablo 4.1'de ise proseslerin kirletici giderme verimleri verilmektedir (Kocaman ve diğ., 1998).

4.5. Tekstil Atıksuyunda Renk giderimi

Tekstil endüstrisinde boyama işlemi kumaşa renk vermek için yapılır. Boyalı atıksuların karakterizasyonu, boyaların kimyasal yapısındaki farklılıklardan ve boyama prosesinin değişim göstermesinden dolayı oldukça zordur. (Correia ve diğ.,1994).

Parlak renkli olan ve suda çözünebilen reaktif ve asit boyar maddeler konvansiyonel arıtma sistemlerinden etkilenmeden çıktıkları için çevresel açıdan en sorunlu boyalar

olarak kabul edilirler. Bu boyaların belediye arıtma sistemlerindeki aerobik gideriminin yetersiz kaldığı bilinmektedir (Correia ve diğ.,1994).

Boyalar genel olarak aerobik koşullarda parçalanmaya karşı direnç gösterirler. Geleneksel aerobik sistemlerde ana giderim mekanizması biyolojik çamura adsorbsiyon yoluyla. Bununla birlikte reaktif boyaların çamura adsorbsiyonu oldukça azdır ve bu deşarj suyundaki renk sorunuyla ilişkili olarak soruna neden olmaktadır. (Delee W. ve diğ, 1998)

Azo boyalar reaktif kırmızı ve reaktif mavi anaerobik koşullar altında renksizleştirilebilir. Kırmızı boyada % 75 KOI ve % 99 renk giderimi başarılmıştır. Mavi boyada KOI giderimi % 80 ve reaktörün 50 günlük çalışmasından sonra %90 dan fazla renk giderimi sağlanmıştır. İndigo boya içeren bir reaktörde % 95 e kadar renk giderimi ve % 90 a kadar KOI giderimi başarılmıştır. (Manu B., Chaudhari S., 2003)

PAC ve DEC içeren bazı maddelerin Aktif çamur sürecine ilavesiyle tekstil endüstrisi atıksuyundan etkili bir biçimde renk giderimi sağlanmakla beraber bentonit aktif kil, makrosorblar vs ilavesiyle etkin renk giderimi sağlanmadığı yapılan çalışmalarda görülmüştür. (Pala A. Ve Tokat E.,2002)

Tekstil endüstrisi atıksuları, PH değişimlerine duyarlılığı yüksek olan konvansiyonel biyolojik arıtma tesislerinde önemli zorluklara sebep olmaktadır. Endüstriyel atıksuların arıtılmasında yaygın olarak kullanılan konvansiyonel aktif çamur sistemleri için tekstil endüstrisindeki birçok boya bileşiği ya biyolojik olarak çok zor indirgenebilmekte ya da inert kalmaktadır. Suda iyi çözünen bazik, direkt ve bazı azo boya atıklarının olması durumunda mikroorganizmalar bu tür bileşikleri biyolojik olarak indirgeyememekle birlikte boyanın bir kısmını adsorbe ederek atıksuyun rengini almakta ve renk giderimi sağlanabilmektedir. (Kocaer F.O. ve Alkan, 2002)

4.6. Membran filtrasyon ve Atıksuyun Geri Kazanımı

Laboratuar çalışmaları göstermiştir ki uygun seçilmiş membranlar pamuk boyamada kullanılan reaktif boyar maddeleri pamuk-polyester boyamada kullanılan reaktif ve dispers boyaları içeren atıksularda kullanılabilir. Pilot ölçekli çalışmalar laboratuar ölçekli çalışmaları doğrulamakla beraber, sıcaklık, basınç, geçirimsizlik gibi mühendislik verilerinin değişim oranlarının da bulunmasını sağlamıştır. Polonya da tekstil atıksuların yeniden kullanılması için kurulacak bir membran filtrasyon tesisinin maliyet değerini yaklaşık 3 yılda amorti edeceği tahmin edilmiştir. (Jadviga S. Ve diğ.,1998)

Diğer yöntemlere göre en önemli üstünlüğü sistemin sıcaklığa, beklenmedik bir kimyasal çevreye ve mikrobiyal aktiviteye karşı dirençli olmasıdır. Ters osmoz membranları çoğu iyonik türler için %90'nin üzerinde verim gösterir ve yüksek kalitede bir permeat eldesi sağlar. Boya banyoları çıkış sularındaki boyalar ve yardımcı kimyasallar tek bir basamakta giderilmiş olur. Ancak yüksek ozmotik basınç farklılığı ters osmoz uygulamalarını sınırlandırmaktadır. Nanofiltrasyon membranları negatif yüzeysel yüklerinden dolayı iyon seçicidirler. Yani, çok valanslı anyonlar tek valanslı anyonlara göre daha sıkı tutulurlar. Membranların bu karakteristiğine bağlı olarak boyalı atıksularda bulunan bir kısım yardımcı kimyasal membrandan geçebilmektedir (Machenbach, 1998). Yapılan çalışmalar, membran filtrasyonu ile çıkış suyunda düşük konsantrasyonda boyar madde içeren tekstil endüstrilerinde suyun tesise geri kazandırılmasının mümkün olduğunu göstermektedir (Rozzi ve diğ., 1999). Ancak yöntem, suyun yeniden kullanımı açısından önemli bir parametre olan çözünmüş kati madde içeriğini düşürmez. Membran teknolojileri, ayırmadan sonra kalan konsantre atığın bertaraf problemlerine neden olması, sermaye giderlerinin yüksek olması, membranın tıkanma olasılığı ve yenilenme gerekliliği gibi dezavantajlara da sahiptir (Robinson ve diğ., 2001).

Tablo 4.1 Arıtma sistemlerindeki proseslerin kirletici giderme verimleri

Arıtma Prosesi	BOİ5	KOI	TAM	Yağ-Gres	Renk
On Arıtma	0-5	40-70	20-5-20	90-97	0-70
Izgaradan geçirme	0-20	40	30-90	50-90-98	
Dengeleme			60		
Nötralizasyon	40-70				
Kimyasal Pıhtılaştırma					
Flotasyon	30-50				
Biyolojik Arıtma	70-95	50-70	85-95	0-15	0-10
Konvansiyonel aktif çamur ve	70-94	50-70	85-95	0-10	-
96ktürme	60-90	45-60	50-80		
Uzun havalandırmalı sistem ve	50-80	40-60	35-60	20-50-80	
çöktürme			30		
Havalandırmalı lagün ve Çöktürme					
Aerobik Lagün Damlatmalı Filtre					
Üçüncü Kademe Arıtma	40-70	25-40	25-40-70	30-90	90-97
Kimyasal Pıhtılaştırma Karışık Ortamlı	40	0-5	25-40	80	0-5
Filtrasyon Karbon Adsorbsiyonu			25-60	25-40	80-90
Klorlama Ozonlama			0-5	50-70	0-5
			30-40		70-80
İleri Arıtma	90-95	98-99	95-80-90	95-98	-
Sprey sulama Evaporasyon Ters Osmos	99	98	90-95	99	-
				95-98	

4.7. Pamuklu Tekstil Sanayii Atıksularının Arıtım Yöntemleri

Literatür çalışmaları pamuklu tekstil atıksularının arıtılmasında birçok yöntemi ortaya koymaktadır. Yüzebilen maddeler ve inorganik katı maddelerin giderilmesi için ön arıtma, dengeleme ve nötralizasyon, kimyasal pıhtılaştırma , çökeltme ve biyolojik arıtma tekstil atık sularının arıtımı için en temel yöntemleri oluşturmaktadırlar. Havalandırmalı lagünler ve sığ stabilizasyon havuzları da ümit verici sonuçlar vermektedir. (Arcievala and Mohanrao, 1969; Sastry, 1972; Rao and Datta, 1987).

Boya artıkları ayrıştırılabilir, nötralize edilebilir ve başarılı bir şekilde kimyasal oksidasyon ve çöktürmeyle arıtılabilir. Birincil ve ikincil arıtma yöntemlerinin uygulanmasıyla tekstil atıksuyundan % 45 KOİ ve % 75 BOİ giderimi sağlandığı tespit edilmiştir. Ayrıca aktif karbon uygulamasıyla KOİ 250 mg/l nin altına, alıcı ortam standartlarına getirilebilir. (Babu B.V ve diğ, 2000)

Pamuklu tekstil sanayiinde önce tekstil atıklarının hacmini ve kirlilik yükünü azaltacak tesis içi önlemlerin alınması gereklidir. Temiz çalışma, kapalı devre kontrolü, başka kimyasal işlemler uygulama, geri kazanma ve benzeri yöntemlerle atıkların miktarı azaltılabilir. Kaynatma ve haşılamanın kapalı devre kontrolü, işlemlerde kullanılan bazı kimyasal maddelerin değiştirilmesi kirlilik yükünü maksimum %30 oranında azaltır. Yüksek BOİ'li sabunlar yerine düşük BOİ oluşturan sentetik deterjanların kullanımı BOİ oranını büyük oranda düşürür. Pişirme işlemlerinde daha az kostik soda kullanımı ile BOİ %10–20 oranında kostik soda miktarı da %10–30 oranında azaltılır. Düşük BOİ'li dispergator, emülgator kullanılması BOİ'nin %5–15 oranında azalmasına neden olur. Pamuklu tekstil fabrikalarında yüksek BOİ'li haşılama maddeleri yerine düşük BOİ'li haşılama modellerini (karboksimetil selüloz gibi) kullanmak suretiyle toplam BOİ yükü %40–90 oranında azaltılmış olur. anorganik tuzlarla boyamada asetik asit yerine başka bir asidin kullanılması da kirlilik yükünü etkiler, ancak BOİ'de azalma sağlamaz.

Pamuklu tekstil atıklarının fazla BOİ miktarını istenen seviyelere kadar arıtmak üzere kimyasal arıtma ve biyolojik arıtma uygulanır.

Kimyasal arıtmada alum, demir sülfat, demir klorür koagulant olarak kullanılır. Kireç ve sülfürik asit ile PH kontrolü yapılarak pıhtılaşma ve yumaklaştırma sağlanır.

Tekstil atıksuları arıtılarak alıcı su ortamlarına deşarj edilebilmeleri için atıksulara şü arıtma işlemleri uygulanması gereklidir: 1- Dengeleme 2- Nötralizasyon 3- Oranlama 4- Renk giderme 5- Organik madde miktarını azaltma (BOİ ve KOİ giderme). Evsel atıksu-boyahane atıksularında alum ile yapılırken kimyasal arıtmada renk tamamen giderilmiş ve BOİ miktarı %63 oranında azalabilmiştir. Kullanılan alum dozu PH= 8.3'te 200 mg/1 olmuştur.

Boya atıklarının kimyasal olarak pıhtılaştırılması yerine klor bileşikleri ile kimyasal oksidasyon yöntemi de uygulanmaktadır. Atıkların klor ihtiyacı 100–205 mg/1 dir. Klor, organik boyaları oksitlemek ve renksiz son ürünleri elde etmek üzere kullanılmaktadır. Son yıllarda oksidasyon amacı ile ozon kullanılmaktadır.

Tekstil atıksularının biyolojik arıtımında aktif çamur yöntemi ve damlatmalı filtreler kullanılmaktadır. Damlatmalı filtrelerin kullanımı daha ekonomik bir arıtma sağlamakla beraber, aktif çamur yöntemi ile arıtmanın verimi çok daha yüksektir.

Uzun havalandırılmalı aktif çamur yönteminde BOİ giderme verimi çok daha fazladır. Uzun havalandırma süresi (12–48 saat) gerektirmesi ve kalifiye eleman ihtiyacı göstermesi bu yöntemin en önemli dezavantajlarıdır. Tekstil atıksularının biyolojik arıtmadan önce PH'ının kontrolü zorunludur. Optimum BOİ giderimi için gereken PH sınırı 7–9 arasındır. Bu aralığın aşılması durumunda atıkların dengelenmesi ve nötralizasyonu gereklidir. Eğer PH 11.5' u aşarsa BOİ giderme durur. PH kontrolü genellikle sülfürik asit ilavesiyle CO₂ ile veya baca gazları ile yapılabilir. İlk iki yöntem çok etkili ancak çok pahalı yöntemlerdir. Buna karşılık baca gazları ile nötralizasyon daha ekonomik ve daha kolay bir yöntemdir. Alkali tekstil atıklarının biyolojik yöntemle arıtılabilmesi için baca gazları ile nötralizasyon işlemi zorunlu bir işlemdir (Nemerow, N. L. , 1978).

Babu ve diğ. 2000, pamuklu tekstil endüstrisi atıksularında KOİ giderimi üzerine yaptıkları çalışmada, stabilizasyon havuzu, aerobik tank ve aerobik biyolojik

arıtmayı laboratuvar ortamında uygulayarak sırasıyla % 80, % 90 ve % 62 oranlarında KOI giderim verimi elde etmişlerdir. Bu üç arıtma çıkışından alınan atıksuda aktif karbon kullanarak adsorpsiyon yöntemini uyguladıklarında ortalama olarak % 81 oranında KOI giderimi sağlamışlardır. Bu çalışmada, incelenen tekstil endüstrisi atıksuları, yüksek oranda KOI içerdiğinden ve biyolojik olarak arıtılması zor olduğundan kimyasal arıtma, ozon, ozon/UV oksidasyon prosesleri denenmiş ve bu yöntemler istenen deşarj kriterini sağlayamadığından, kimyasal arıtma çıkışı atıksuyunda 0,5–1 mm boyutunda Jacobi marka GAC kullanılarak adsorpsiyon prosesi uygulanmış ve istenen 200 mg/L deşarj kriteri sağlanmıştır. (Kestioğlu K. ve diğ,2005)

Tekstil atıklarının baca gazları ile nötralizasyonu konusunda Beach tarafından yapılan araştırmada bazı boya atıklarının PH'ının 2–11 arasında değişebildiği ve 30 ppm sülfür içerdiği bulunmuştur. Ticari duman sıyrıcıları kullanarak PH 9.0'dan 6.1'e dūřürölür. Ve H₂S'in %98'i elimine edilir.

Yüksek miktarda çözünmüş organik madde içeren tekstil atıksularında süspanse büyüme-havalandırma prosesleri uygun sonuçlar vermiştir. Pamuklu tekstil atıksuları ile yapılan pilot tesis çalışmaları bu arıtmanın, tekstil atıksularının biyolojik arıtımı için başarılı bir yöntem olduğu gösterilmiştir.

Damlatmalı filtre ve aktif çamur kombinasyonu bir tekstilde %40 tekstil atıksuyu ve %60 evsel atıksu karışım oranında karıştırılmış atıksuların başarılı bir şekilde arıtıldığı belirtilmektedir. Kaba biyolojik arıtma adımı olarak damlatmalı filtreler kullanıp ikinci kademedede daha iyi biyolojik arıtma yapmak mümkün olmuştur. Böyle bir damlatmalı filtrede PH'ı 10.5 olan bir atıksu arıtıldığında PH'ı 9.1'e kadar dūřmektedir. Bu nedenle damlatmalı filtre bir kaba arıtma veya ön biyolojik arıtma ve nötralizasyon görevi görmektedir. İkinci kademe olarak kullanılan aktif çamur tesisinin verimi böylece çok daha fazla artmaktadır. Bu yöntemle %40–45 oranında renk giderme sağlanabilir.

Pamuklu tekstil atıksularının arıtımında son kademe olarak granüle aktif karbon içeren adsorbsiyon işlemi uygulanabilmekte ve böylece renk giderimi gerçekleştirilebilmektedir

BOLUM 5 DENEYSEL ÇALIŞMA

5.1. Deneysel Çalışmanın Planlanması

Deneysel çalışmalar İndigo Boyama yapan bir tekstil fabrikasının kaynak bazında alınan gerçek numuneleri üzerinde çeşitli ölçüm ve arıtılabilirlik çalışmaları olarak yürütülmüştür. Literatür bilgilerine dayanılarak yapılan kabullerle atıksuyun arıtılabilmesi için kimyasal ve biyolojik yöntemlerin her ikisi de kullanılmıştır. Yapılan tasarım bu bilgiler ışığında yapılmıştır.

Atıksuların aktif çamur sistemleri ile aerobik şartlarda biyolojik arıtımı atıksuyun bileşiminde bulunan organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından giderilmesi prensibine dayanır. İdeal bir aktif çamur sisteminin tasarlanmasında sadece reaktör özelliklerinin değil, aynı zamanda prosesin kinetik ve stokiometrik parametrelerinin de iyi seçilmesi ve uygunluğunun kontrol edilmesi gerekir. Atıksularda bulunan organik madde içeriğinin hesap ve tanımlama işlemleri arıtma tesislerinin tasarımı açısından önem taşır. Bu nedenle organik maddeler çeşitli parametreler kullanılarak belirlenir. Bu parametreler içerisinde en yaygın olarak kullanılanı ise KOI parametresidir.

Aktif çamur tesisi çıkışında bir miktar organik madde arıtılmadan inert olarak kalmaktadır. Bu organik madde aktif çamur sisteminde kesinlikle ayrıştırılamamaktadır. Kalan organik madde KOI parametresi ile ifade edildiğinde "kalıcı (inert) KOI" adını alır ki bu parametre arıtma tesisi projelendirmesinde, deşarj standartlarının sağlanmasının kontrolünde göz önünde bulundurulmalıdır.

Partiküler atıksu bileşenlerinin çamura geçerek sistemden ayrılması nedeniyle arıtma tesisi çıkış suyunda girişteki toplam KOI'nin %21'lik bölümü çözülmüş bileşenler olarak kalmaktadır. Buna göre, 1400 mg/l'lik toplam KOI'ye sahip atıksu arıtma tesisinde ancak 293mg/l'ye düşürülebilmektedir.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre çıkış suyunda ortalama olarak (24 saatlik kompozit numune esasına göre) 200 mg/l'lik KOI değerinin sağlanması gerekmektedir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 1988). Kullanılan kot boyama tekstil atıksuyu için bu limite sadece biyolojik arıtma ile ulaşılması oldukça zor görülmektedir. (Çalışkan M. Ve diğ.,2002)

Yapılan çalışmada kimyasal ve biyolojik arıtma metotları iç içe geçmiş ve birbirleri ile etkileşim içinde tutularak buna bağlı olarak verimdeki artış ve değişimler gözlenmiştir. Deneysel çalışma boyunca sektör tanımlamasında ve birçok atıksu karakterizasyonunda en yaygın olarak kullanılan parametre olan KOI parametresinin değişimleri ve KOI giderim verimleri izlenmiştir. Bunun yanı sıra Sülfat Renk ve AKM parametrelerinin değişimleri de takip edilmiştir.

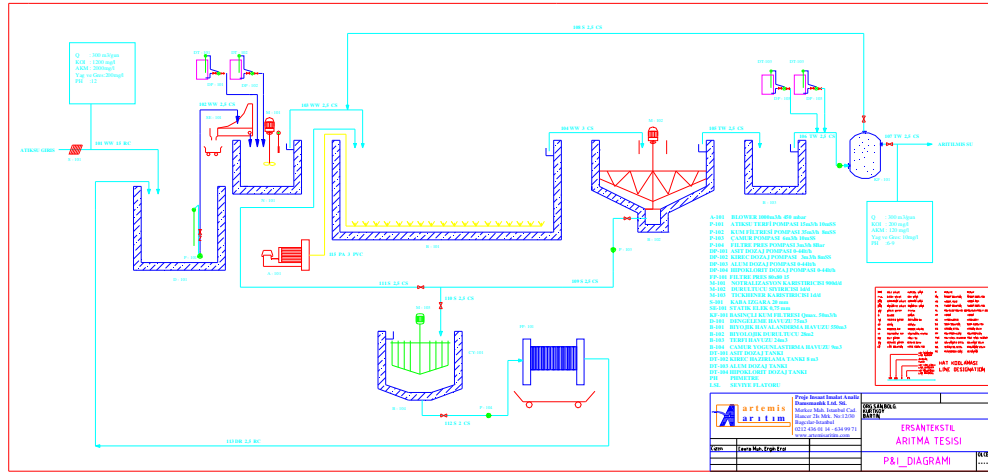
İşletme kolaylığı sağlaması ve ilk yatırım aynı zamanda işletme maliyetlerinin uygun olmasının yanı sıra SKKY çıkış değerlerine göre verimli sonuç alınmasını sağlayabilecek bir tasarım yapılması amaçlanmıştır. Çalışmalar sırasında renk giderimi bir ölçüde takip edilmiş ancak SKKY'de renkle ilgili bir parametre olmadığı için optimum tasarım amacı göz önünde tutularak renk giderimi tali çalışma olarak bırakılmıştır. Ancak yine de yapılan çalışma sonucu aerobik biyolojik arıtma da ve kimyasal arıtmada renk giderim verimleri gözlenmiştir.

5.2. Materyal ve Metot :

İndigo boyama yapan bir tekstil firmasından kaynaklanan gerçek atıksular üzerinde çalışılmış ve bu atıksuların arıtılabilirliği için çalışmalar yapılmıştır.

Mevcut atıksuyun arıtılabilmesi için Uzun havalandırmalı aktif çamur ve kimyasal koagülasyon yöntemleri seçilmiştir. Sisteme giren suyun PH ı 10,8–11,5 dolaylarında olduğu için uzun havalandırmalı aktif çamur ünitesinden önce bir nötralizasyon ünitesi uygun görülmüştür. Aktif çamur ünitesinden sonra durultucu ve daha sonra kum filtresi, bu kum filtresinden hemen öncede koagülasyon kimyasalının dozlanması uygun görülmüştür.

İşletmeden kaynaklanan atıksuların içerdiği kirletici parametrelerin konsantrasyonlarına bakıldığında KOI' nin ortalama 1200 – 1400 mg/l BOI' nin de 700 mg/l olduğu görülmektedir. Literatür bilgilerinden de faydalandığında Mevcut Tekstil Fabrikasından kaynaklanan atıksuların arıtılması için, kimyasal arıtma ve biyolojik arıtma ünitelerinin her ikisinin de yapılması uygundur. Böylece kirletici parametre değerlerinin alıcı ortam sınır değerlerine çekilmesinin yanı sıra renk giderimi de sağlanır.



Şekil 5.1 Ersan Tekstil Arıtma tesisinin Akım şeması ve süreç işleyişi görülmektedir

Burada tarafımızda uygulanan süreç akışı şu şekildedir. Atıksular dengeleme havuzunda toplandıktan sonra $15 \text{ m}^3 / \text{h}$ sabit debiyle nötralizasyon ünitesine terfi ettirilir. Nötralizasyon ünitesinde kireç ve Sülfürik asitle nötralizasyon ünitesinde biyolojik havalandırma ünitesine cebri akışla geçer biyolojik havalandırma ünitesinde uzun havalandırılmalı aktif çamur prosesi ile havalandırılan atıksular durultucu havuzuna geçecektir. Burada durulan ve çamurlarından ayrılan sular kum filtresi terfi havuzuna cebri akışla geçer. Basınçlı kum filtresinden önce hat üzerinde suya alüminyum sülfat ve hipoklorit dozlanarak renk giderimi ve yumaklaşma elde edilmiştir. Yumaklar kum filtresinin de tutularak sudan uzaklaştırılır böylece sudaki kirletici parametre değerleri SKKY Tablo 10.3 ü sağlar. Buna ilaveten renk giderimi de sağlanır ve sudaki koyu lacivert ve siyah renk yok edilerek berrak açık mavi bir görünüm elde edilir. Basınçlı kum filtresinin geri yıkama suları da biyolojik havalandırma havuzunun başına verilerek mikroorganizmalar için yaşam alanı oluşturulması ve biyolojik arıtmanın veriminin artırılması tasarlanmıştır..

5.2.1 Atıksuyun kaynakları ve özellikleri

Çalışmada kullanılan atıksu numuneleri Ersan Tekstil firmasından kaynaklanan atıksulardan alınmıştır. Atıksuyun özellikleri ve atıksuyun kaynaklandığı firmanın üretimi ve atıksuyun ortaya çıkışıyla ilgili bazı bilgiler aşağıda verilmiştir.

Örnek olarak seçilen tekstil firması ile ilgili bilgiler

Adı : Ersan Tekstil San. Ve Tic. Ltd. Şti.

Fabrika Adresi: Organize sanayi Bölgesi Kurtköy/Bartın

Koordinatları: 452000/4604000

Ersan Tekstil ; Bartın İli Merkez İlçe Geriş ve Yanaz Mevkiindedir. Bartın İl Merkezine yaklaşık 12 km. uzaklıktadır. Coğrafi olarak ; Bartın İlinin güney doğusunda , Bartın-Ulus- Safranbolu Karayolu üzerinde yaklaşık 10. km. 'de ki Kurt Köyün kuzeydoğusunda yer almakta ve bu yola yaklaşık 2 km.' lik tali yol ile bağlanmaktadır. Fabrika sahasına giriş-çıkış yolu mevcut olup , ulaşım bu yolla sağlanacaktır.

İplik boyama

İpliğin tel adeti ve bobin metrajı belirlenir ve seri çözgü makinesi ile dokumaya hazır hale getirilir. İplik leventlere sarılarak boyamaya hazır hale getirilir. Ortalama 12 levent bir araya getirilerek (bu sayı için kalitesine ve belirlenen tel sayısına göre değişebilir) boyamaya girer. İki tür boyama vardır :

Siyah Kükürt Boyama

İndigo Mavi Boyama

Yıllık % 20 siyah kükürt boyama, % 80 indigo mavi boyama yapılması düşünülmektedir. Bu değerler arz- talebe göre değişebilir.

Siyah kükürt boyama

Ön işlem olarak kostikleme yapılır. (kostikleme; 48 Bome NaOH piyasadan satın alınır). 50–60 gr/lit -yaklaşık 4 bome - suya konularak ön işlem ıslatma veya kostikleme adı altında ipliğe tatbik edilir. Teknede hazırlanır, iplik tekneden geçerken ağırlığının %70' i kadar bu kimyeviden alır. (Sonra yıkama teknelerine girer.) Sonra taşmalı yıkamalardan geçirilir (taşmalı yıkama; Kostiklemeden geçen iplikler yıkama teknelerinden geçerler, bu proses esnasında tekneye bağlı olan su fiskiyeleri açılarak bol su ile yıkama yapılır, beslenen su sürekli tekneden taşırılarak kanala dökülür.) ve siyah boyamaya girer. Sonra tekrar taşmalı yıkama ile sabitlenmeyen boya ve kimyasallar kanala atılır. Bu işlemden sonra kurutma için tambura geçer. Kurutma tamburundan sonra haşıl teknesine (nişasta türevi bir malzeme ile iplik üzerinde bir zar oluşturulur, bu dokumada tüylenmeyi önler ve ipliğin mukavemetini arttırır) verilir. Haşıldan sonra tekrar kurutma işlemi yapılır ve dokuma leventlerine sarılarak dokumaya hazır hale getirilir.

İndigo mavi boyama

Ön işlem olarak isteğe bağlı olarak siyah zemin boyası (%2) veya sadece ıslatıcı ve kostik verilir. (siyah zemin boyama; Ön işlem olarak kostikleme yerine bazı proseslerde siyah boya 30 gr/lit suya hazırlanır ve iplik bu kimyeviden geçirilir, iplik gri bir renk alır, sonra yıkama teknelerinden geçirilerek fikse olmayan boya ve kimyeviler yıkanarak atılır.)Sonra 2 tekne taşmalı yıkama yapılır. (taşmalı yıkama ; kostiklemeden veya siyah zemin boyadan geçen iplikler yıkama teknelerinden geçerler bu proses esnasında tekneye bağlı olan su fiskiyeleri açılarak bol su ile yıkama yapılır beslenen su sürekli tekneden taşırılarak kanala dökülür.) 7 tekne indigo boyama (iplik ağırlığına göre %2.5 indigo boyama) yapılır. Sonra son 3 teknede taşmalı yıkama yapılarak sabitlenmeyen kimyevi madde ve boyalar atılır. Kurutulan ipler haşıla gider, sonra yine kurutmaya verilir ve dokuma leventlerine sarılarak dokumaya hazır hale getirilir.

İndigo Mavi Boyama' da kullanılan siyah zemin boyasının içeriği : Clariant Dyes And Chemicals-Ispanya firmasına ait % 3–4 kükürt içeren Diresul Black Rtd-D

markalı ürün kullanılmaktadır. Bu ürün içerisinde 10 gr/lt Sodyum Sülfid ve 10 gr/lt kostik bulunmaktadır.

Aprede kullanılan yumuşatıcı maddeler

Henkel-Cognis Menşeli Ürün İçerisinde:

Repellan Neu : Noniyonik Polietilen Emülsiyonu

Belsoft 200 Konz: Yağ Asidi Türevi- Noniyonik

Belfasin 2015: Yağ-Poliamin Kondenzasyon Ürünü – Katyonik

Defindol Konz. : Alkılpoliglükoleter – Noniyonik’ dir.

Personel ve çalışma vardiyaları

Tesiste çalışan personel sayısı	: 200
Vardiya sayısı	: 3
Vardiya saatleri	:24–08, 08–16,16–24
Çalışanların en fazla olduğu aylar ve sayıları	: değişmiyor
Çalışanların en az olduğu aylar ve sayıları	: değişmiyor

Üretimde kullanılan hammadde ve kimyasallar

Üretimde kullanılan hammadde ve kimyasallar, yıllık kullanım miktarları ile aşağıda Tablo 5.1 de verilmiştir.

Tablo 5.1 Üretimde Kullanılan hammadde ve kimyasallar.

<u>Kullanılan Hammadde ve Kimyasallar</u>	<u>Yıllık Kullanım Miktarı</u>
Pamuk İpliği	210 ton/yıl
Polyester İplik	600 ton/yıl
Siyah kükürt boya	84.000 kg/yıl
İndigo boya	48.000 kg/yıl
Nişasta	170.000 kg/yıl
Kostik	360.000 kg/yıl
Hidrosülfite	24.000 kg/yıl
Antioksidant	4.000 kg/yıl

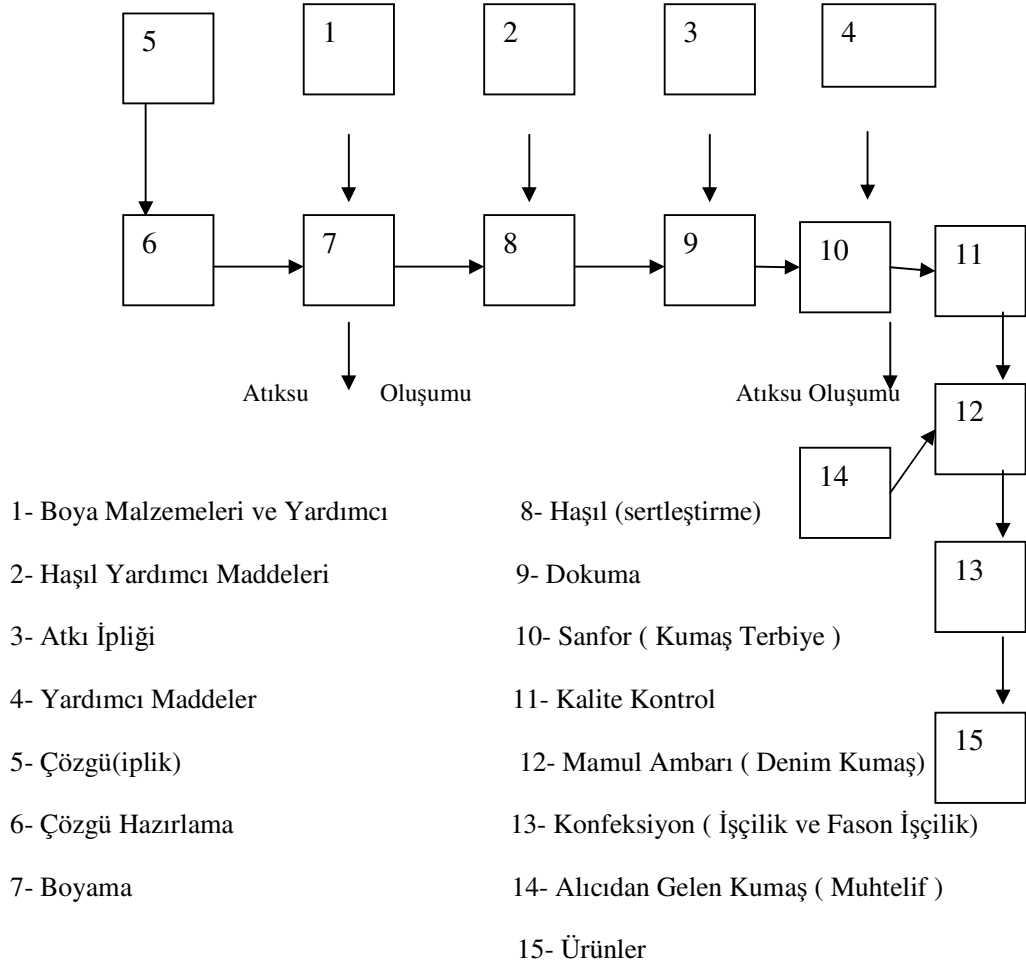
Ürünler

Üretim Faaliyetleri sonucu ortaya çıkan ürünler ve bu ürünlerin yıllık veya aylık miktarları aşağıda Tablo 5.2 de verilmiştir.

Tablo 5.2 Üretim Faaliyetleri sonucu ortaya çıkan ürünler

<u>Üretilen Maddelerin Adı</u>	<u>Yıllık Üretim Miktarı</u>
İplik boyama	1750 ton/yıl çözgü ipliği
Dokuma	4.800.000 m/yıl iplik
Dikim	31.200 m/ay kumaş

Tesiste atıksu oluşumu



Şekil 5.2 Tesiste hammadde ürün atıksu ilişkisi

Tesisteki toplam su tüketimi $300 \text{ m}^3 / \text{gün}$ dür. Bu tüketim sonucu $300 \text{ m}^3 / \text{gün}$ atıksu oluşmakta bu atıksuyun $200 \text{ kişi} \times 150\text{lt/gün} = 30 \text{ m}^3 / \text{gün}$ ü evsel kullanımlardan kaynaklanmaktadır. $270 \text{ m}^3 / \text{gün}$ lük kısmı ise prosesten kaynaklanan endüstriyel nitelikteki atıksulardır. Tesisteki endüstriyel atıksu çıkış noktaları Şekil 5.1 de verilmiştir.

Atıksu özellikleri arıtılmış su kalitesi

Tesiste mevsimsel ve günlük debi değişimleri olmamaktadır. Gün içerisinde meydana gelen salınımlar dengeleme havuzunda tolere edilmektedir.

Q: Günlük Debi $m^3 / gün$

Qp:Proje debisi $m^3 / saat$

h: Çalışma süresi

h: 20 saat kabul edilmiştir.

$Qp=Q/tesis\ çalışma\ süresi = 300 / 20 = 15\ m^3 / h$

$Q=300\ m^3/gün$

$Qp=15\ m^3/h$

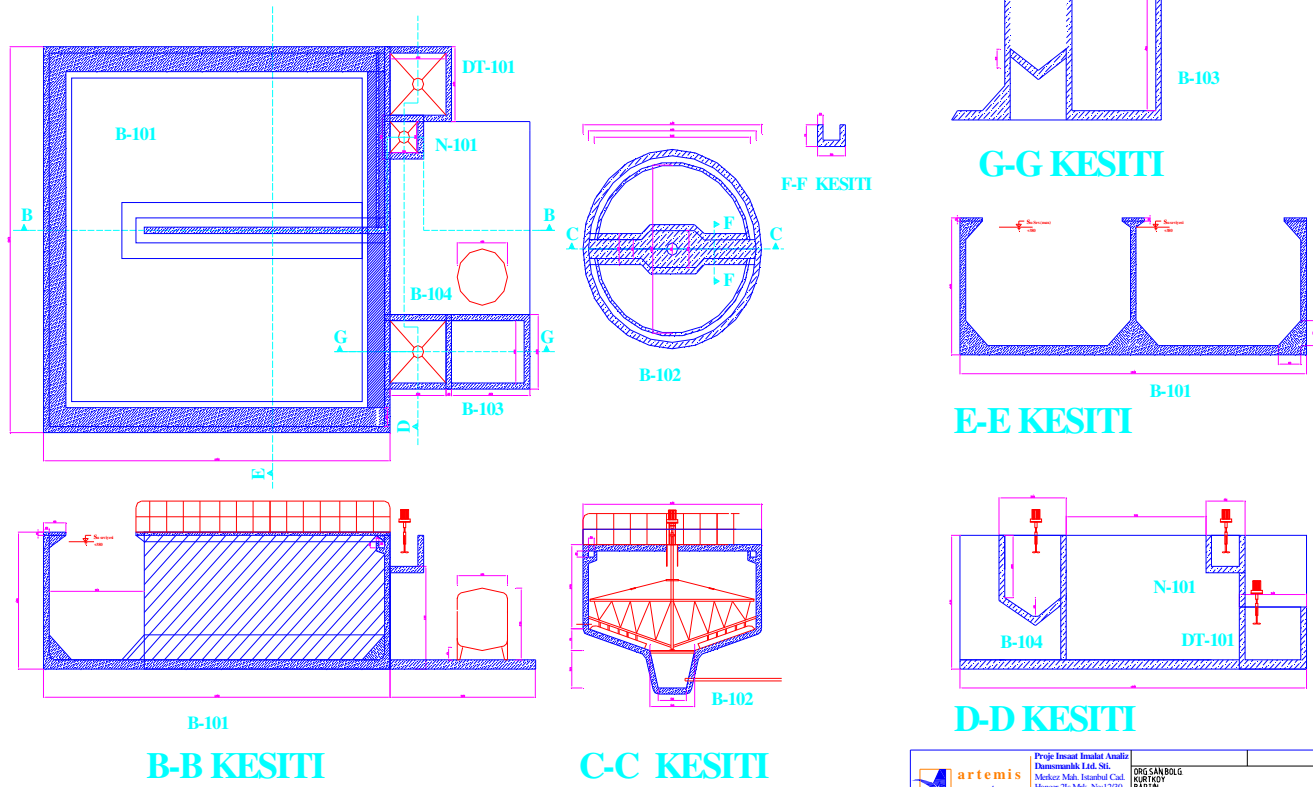
Tablo 5.3. Atıksu Kirlenici Konsantrasyonları

Debi	300 $m^3/gün$
Proje Debisi	15 m^3 / h
PH	6–12
BOİ	700 mg/l
KOİ	1200 mg/l
AKM	2000 mg/l
Toplam Klor	10 mg/l
Sülfat	2500 ppm
Demir	10 mg/l
Yağ ve Gres	>200 mg/l

Arıtılmış su kalitesi

Arıtılmış sular tesis yakınından geçen **Gök Irmak Akarsuyuna** verilecektir. Arıtma Tesisi, SKKY Tablo 10.3: Sektör: Tekstil Sanayii (Pamuklu Tekstil ve Benzerleri) 'ni sağlamak durumundadır. (bkz Tablo 3.4) Tesisin tasarımı bu debi, giriş değerleri ve yasal deşarj limitlerine göre yapılmıştır

Şekli 5.3 Ersan Tekstil atıksu arıtma tesisinin plan ve kesitleri



 artemis Proje İncelik Analiz Danışmanlık Ltd. Şti. Merkez Mah. İstanbul Cad. Hürriyet 26. Blok. No:12/30 Beşiktaş-İstanbul 0212 436 01 34 - 624 99 71 www.artemisartim.com	ORGANİZASYON KURUCU BAŞTAN	ERSAN TEKSTİL ARITMA TESİSİ	
	Çizen: Leyla Muht. Ergin Erel	PLANVEKESİTLER	ÖLÇEK 1/4

5.2.2 Tasarım Esasları

Pamuklu Tekstil atıksularındaki fazla KOI miktarını azaltmak için kimyasal ve biyolojik arıtma uygulanır. Burada uygulanan proses biyolojik ağırlıklı olmakla beraber aynı zamanda kimyasal arıtım da gerçekleşir. Hem ilk yatırım hem de işletme maliyeti olarak uygun olan sistemin verimi de oldukça yüksektir. Bu sistemle KOI giderimin yanı sıra renk giderimi de sağlanır. Tesis gerek havalandırma havuzu tasarımı gerek diğer ünitelerin yerleşimi ile son derece derli toplu bir yerleşim teşkil ettirmektedir bu da hem borulama ve betonarme giderlerini azaltmakta hem de tesisin işletilmesi esnasında kontrol ve müdahale kolaylığı sağlamaktadır. Suyun tamamının basınçlı kum filtresinden geçirilmesi ve kum filtresinin tıkanabilme ihtimali ile kimyasal ünitelerden kaynaklanan çamurun biyolojik durultucuya getireceği ekstra yük sistemin dezavantajları arasında sayılabilirse de tesis bunları tolere edebilecek şekilde tasarlanmıştır. Buradaki arıtma sisteminde otomasyon için; seviye, zaman ve PH kontrollü ekipmanlar seçilerek insan müdahalesi en az seviyeye indirilmiş ayrıca maliyet de düşürülmüş olmaktadır. Bu otomasyon kumanda panosunda gerekli ekipmanlar kullanılarak yapılmıştır. Şekil 5.3 de tasarlanan arıtma tesisinin plan ve kesitleri verilmiştir.

Arıtma Sisteminde Seçilen Üniteler

Izgara S-101

Çubuk ızgara şeklinde imal edilecek olan ızgaranın çubuk aralıkları 20 mm olarak seçilmiş ve atıksuyun ızgaradan geçiş hızı 0,7 m/sn olacak şekilde kanal inşa edilecektir.

Dengeleme havuzu D-101

Tesisten çıkan atıksuyun, atıksu arıtma tesisine girmeden önce debi dalgalanmalarının önlenmesi ve kirletici konsantrasyonlarında olabilecek değişkenlikleri dengelemek amacıyla kullanılacaktır. Tesiste meydana gelebilecek durma durumlarında gelen atıksuyu biriktirmek için gerekli şekilde tasarlanmıştır.

Ayrıca havuzun dibinde bir pompa haznesi yapılarak havuz içinde atıksu bekleme süresi minimize edilmiştir. Dengeleme havuzunun planı Şekil 5.4 de görülmektedir.

$$V=Q \times t$$

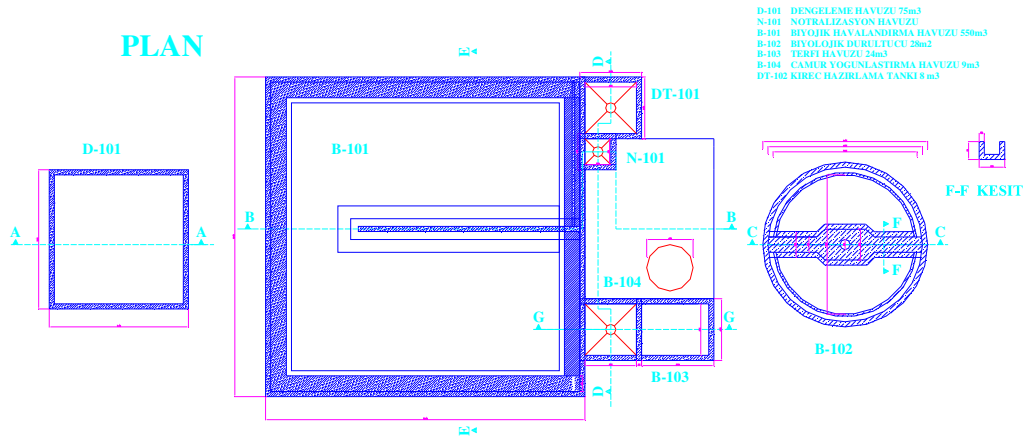
$$Q=15 \text{ m}^3/\text{h}$$

$T=Q_p$ 'ye bağlı olarak giriş suyunun 3 saat bekletilmesi esas alınmıştır

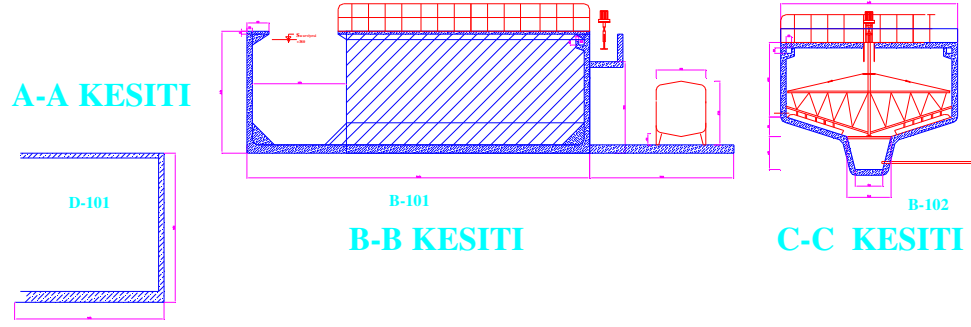
$$V=15 \times 3 = 45 \text{ m}^3(\text{su hacmi})$$

Aşırı yüklemelere karşı önlem olarak 8 saatlik atıksu miktarını kapsayacak şekilde dengeleme havuzu aşağıda hesaplanan şekilde projelendirilmiştir.

$$\text{Havuz Ebatları: en x boy x derinlik} = 5\text{m} \times 5\text{m} \times 5\text{m}=125 \text{ m}^3$$



Şekil 5.4 Dengeleme havuzu havalandırma havuzu , durultucu ve diğer üniteler



Şekil 5.5 Dengeleme havuzu havalandırma havuzu , durultucu, nötralizasyon havuzu ve kum filtresinin kesitleri.

Statik elek SE-101

Dengeleme havuzundan terfi pompası ile stabil bir debide gelen atıksu statik elekten geçirilerek AKM yükü azaltılması planlanmıştır. İthal paslanmaz malzemeden imal, özel kesite sahip ızgara yapısı ile su geçirimi yüksek katı geçirimi düşük olan bir elek kullanılmıştır.

Elek aralığı 1 mm olarak kabul edilen statik eleğin yüzey alanı

$A=130 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}=7800 \text{ cm}^2$ seçilmiştir.

Literatürde elek aralığı olarak 0,254–2,54 mm arası seçilmesi önerilmektedir.

Nötralizasyon havuzu N-101

Atıksuyun PH değerlerinde meydana gelebilecek salınımları düzenlemek ve atıksuyun PH'ını nötr seviyelere çekerek, arıtma tesisine nötr PH'la besleme yapılmasını sağlamaktır. Bu amaçla atıksuya %98'lik Sülfürik asit ve %5'lik Kireç kontaklı PH metre kontrollü olarak dozladır. Şekil 5.6 te Nötralizasyon havuzu ve karıştırıcısı görülmektedir.

$$Q_{\text{proje}}=15 \text{ m}^3/\text{h}$$

Bekleme süresi=3,5 dakika kabul edilirse

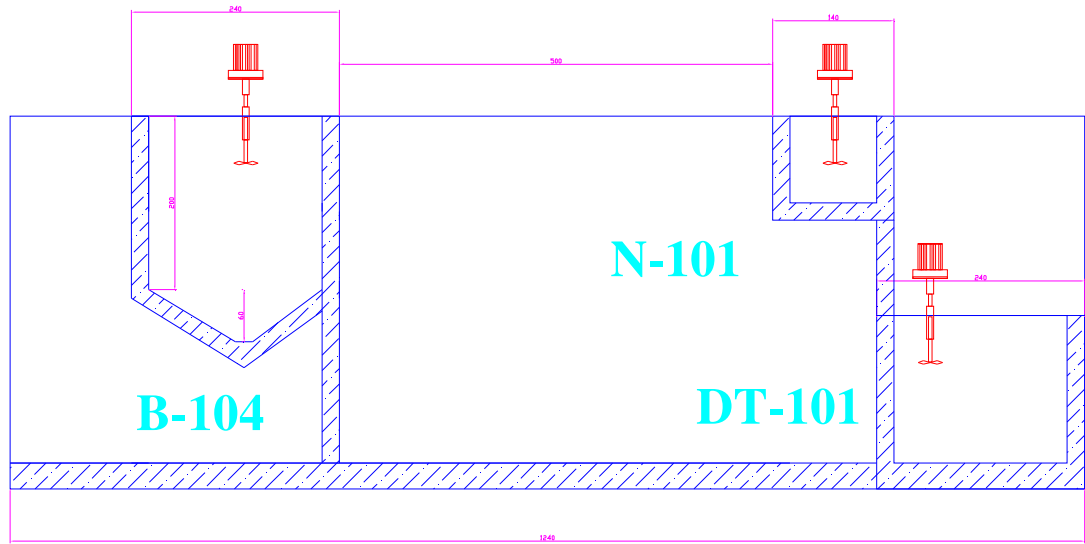
$$V=Q \times t$$

$$V=15 \times 0,058$$

$$V=0,87 \text{ m}^3$$

Havuz Ebatları: en x boy x derinlik = 1m x 1m x 1m=1 m³

Bu ünite de 0,55 kw lik bir karıştırıcı, 0,1 kw lik iki adet dozaj pompası bulunmaktadır.



Şekil 5.6 Çamur yoğunlaştırma havuzu, nötralizasyon ve kireç hazırlama üniteleri

Biyolojik havalandırma havuzu

Uzun havalandırmalı Aktif Çamur sistemi olarak dizayn edilen sistemin havalandırma kısmı olarak seçilmiş olan ünite dir. Blower'dan gelen hava ile difüzörler vasıtasıyla havalandırma yapılır. Havalandırma havuzunun dip kısmında

ölü noktaların olmaması ve suyun homojen ve düzgün bir şekilde karışımını sağlamak için yapılan pahlar Şekil 5.7 de görülmektedir.

$\theta = 28,8$ saat (uzun havalandırmalı aktif çamur sistemleri için kabul)

$$V = Q \times \theta$$

$$V = 15 \times 28,8$$

$$V = 432 \text{ m}^3$$

$$\text{Ebatları: en} \times \text{boy} \times \text{derinlik} = 12\text{m} \times 12\text{m} \times 3\text{m} = 432 \text{ m}^3$$

F/M= Çamur Yüğü

Q= debi

Si=BOI kons

X=Mikroorganizma Kons.

V=Hacim

$$F/M = Q \times Si / X \times V$$

$$F/M = 300 \times 700 / 3000 \times 432$$

$$F/M = 0,16$$

θ_c = Çamur Yaşı

Kd=Biokütle ölme hızı (0,06 sabit,kabul)

€=verim

Y=Dönüşüm oranı

$$1 / \theta_c = Y \times \epsilon \times F/M - Kd$$

$$1 / \theta_c = 0,6 \times 0,95 \times 0,16 - 0,06$$

$$1 / \theta_c = 0,0312$$

$$\theta_c = 32 \text{ gün}$$

$$Y_{obs} = Y / (1 + K_d \times \theta_c)$$

$$Y_{obs} = 0,6 / (1 + 0,06 \times 32) = 0,03$$

P_x = Çamur Miktarı

$$P_x = Y_{obs} \times Q \times (S_i - S) 10^{-3}$$

$$P_x = 0,03 \times 300 \times (700 - 35) 10^{-3}$$

$$P_x = 200 \text{ kg VAKM/gün}$$

Oksijen hesabı

R_o = oksijen miktarı

$a = 0,5$ katsayı kg O₂/kg BOI

E = verim

$$L = \text{yük kg BOI/gün} = Q \times S_i \times 10^{-3} = 300 \times 700 \times 10^{-3} = 210$$

$$L_s = \text{Çamur yükü} = L / (M \times V) = 210 / (3 \times 432) = 0,16$$

Çamur yüküne bağlı olarak $K_r \tau = 0,13$

V = hacim

$$R_o = a \times E \times L + K_r \tau \times M \times V$$

$$R_o = 0,5 \times 0,95 \times 210 + 0,13 \times 3 \times 432$$

$$R_o = 99,75 + 168,48$$

$$R_o = 268 \text{ kg O}_2/\text{gün}$$

$$A_r = O_c / (n \times C_a)$$

A_r = Hava ihtiyacı

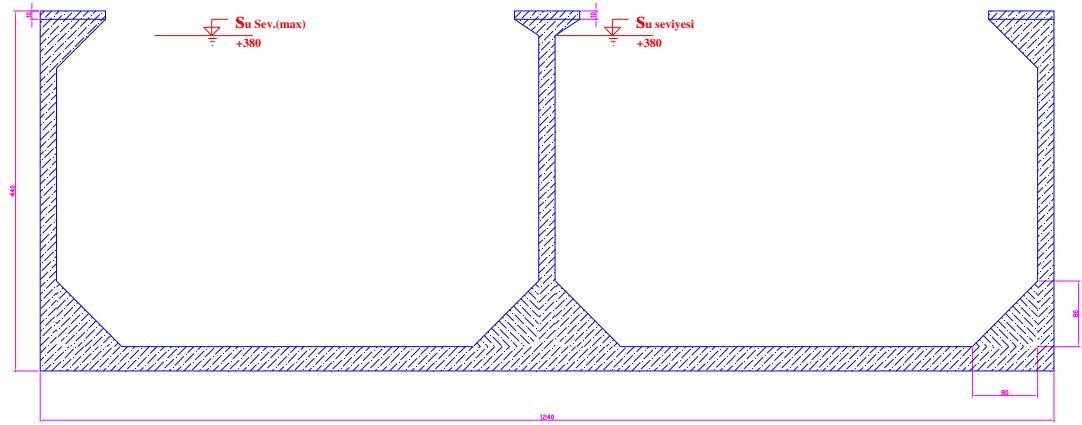
$$O_c = \text{Oksijen kapasitesi} = 238 / 24 = 11,2$$

$C_a = 1 \text{ m}^3$ havadaki O₂ miktarı = 0,28 sabit

$n =$ O₂ iletim verimi (0,05-0,3 arası kabul) = 0,1 kabul

$$A_r = 11,2 / (0,1 \times 0,28) = 400 \text{ m}^3/\text{saat}$$

Bu üniteye 22 kw gücünde bir blower ile hava verilmektedir.



B-101

Şekil 5.7 Havalandırma havuzunun kesiti dip kısmındaki pahlar ve su kotları görülmektedir.

Biyolojik durultucu B-102

Dairesel tip, sıyrıcı yapıya sahip bir havuzdur. Çamur orta kısımdan beslenerek bir perde vasıtası ile aşağı yönlendirilirken durulanan su üst kısımdaki savak yapısından alınmaktadır. Karıştırıcı ve sıyrıcı üstte yer alan sabit köprünün ortasında bulunan motor tarafından tahrik edilmektedir.

$$So = \text{Yüzey yükü} < 0,6-0,7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$$

$$So = 0,5 \text{ m/h kabul edilirse}$$

$$A = Q/So$$

$$A = 15 / 0,5$$

$$A = 30 \text{ m}^2$$

$$H = 3 \text{ m için}$$

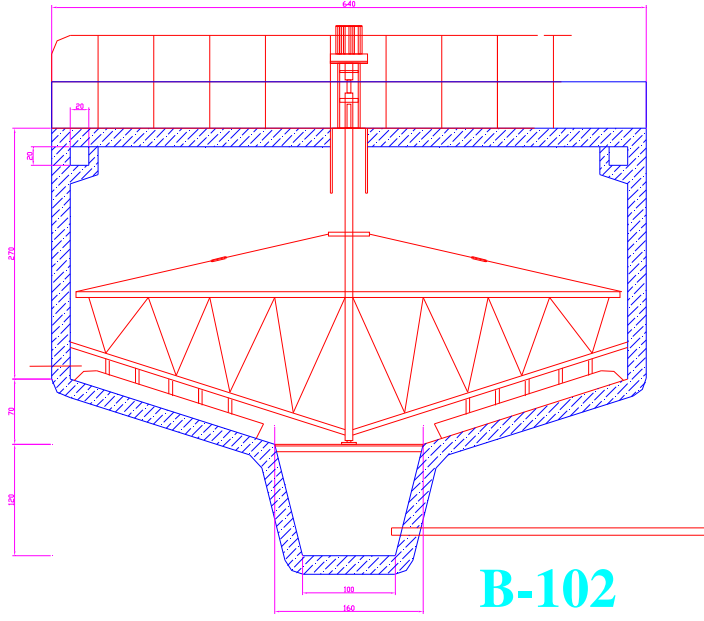
$$t > 3,5 \text{ saat}$$

$$V = A \times H$$

$$V = 30 \times 3$$

$$V = 90 \text{ m}^3$$

Bu ünite de bir adet 0,75 kw lik çamur pompası bulunmaktadır.



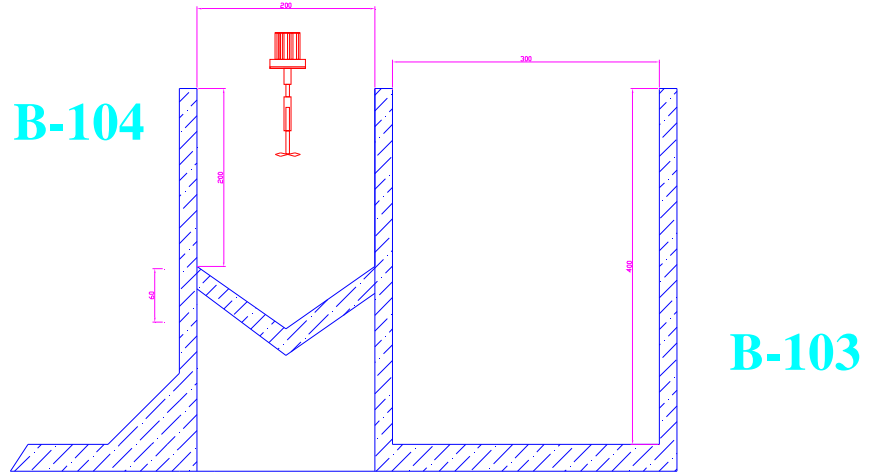
Şekil 5.8 Ersan Tekstil arıtma tesisi biyolojik durultucu havuzu.

Yoğunlaştırıcı

Yoğunlaştırma havuzu çökeltme havuzundan gelen çamurun yapısında bulunan fazla suyu ayırmak amacıyla kullanılan yer çekimi esasıyla çalışan bir sistem olarak planlanmıştır. İçerisinde çamur içinde bulunan su ve havayı yukarı yönlendirmek amaçlı bir karıştırıcı bulunmakta, çok yavaş hareket eden bu karıştırıcı çamurun üst kısmına yakın yerleştirilmektedir.

$$\text{Havuz ebatları} = 2\text{m} \times 2\text{m} \times 2\text{m} = 8 \text{ m}^3$$

Bu ünite de 1,5 kw lik bir adet karıştırıcı bulunmaktadır.

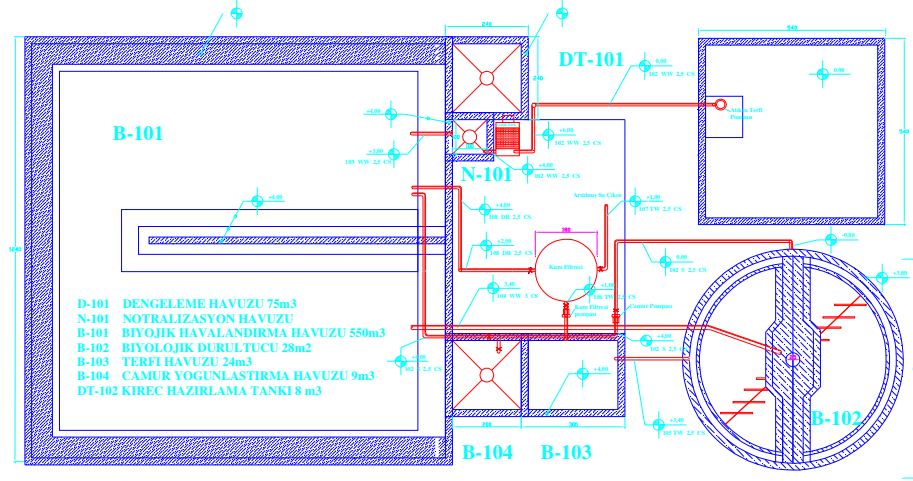


Şekil 5.9 Ersan Tekstil arıtma tesisi, çamur yoğunlaştırma havuzu ve kum filtresi terfi havuzunun görünümü

Basınçlı kum filtresi terfi havuzu

Amacı sistemde yer alan kum filtresinden önce kum filtresinin çalışması için gerekli hacmi yaratmak ve geri yıkama süresinde gelecek havuzdan terfi ettirilen sular hatta alum dozlaması yapıldıktan sonra basınçlı kum filtresine verilecektir. Kum filtresinden çıkan arıtılmış sular alıcı ortama verilecektir.

$$\text{Havuz ebatları} = 2\text{m} \times 3\text{m} \times 4\text{m} = 24 \text{ m}^3$$



Şekil 5.10 Ersan Tekstil arıtma tesisi borulama projesi

Tesisin bütün üniteleri ayrı ayrı hesaplanarak boyutlandırılmış (Tablo 5.4) ve projelendirilmiştir. Bütün üniteler akım şemasına uygun biçimde yerleştirilerek boru geçişleri ile birbirlerine bağlantıları yapılmıştır. Borulama ve geçiş elemanları Şekil 5.10 da görülmektedir.

Tablo 5.4 Arıtma tesisinde seçilen ünitelerin boyutları

ÜNİTE	BOYUTLAR (m)
Dengeleme havuzu (enxboyxderinlik)	5 x 5 x 5
Nötralizasyon tankı (enxboyxderinlik)	1 x 1 x 1
Biyolojik havalandırma havuzu (enxboyxderinlik)	12 x 12 x 4
Çökeltme havuzu (çapxderinlik)	6 x 3
Yoğunlaştırma havuzu (enxboyxderinlik)	2 x 2 x 2
Klor temas havuzu (enxboyxderinlik)	2 x 3 x 4

5.2.3 Kullanılan mekanik ekipman listesi, özellikleri ve seçilme nedenleri

Atıksu terfi pompası P-101

miktar	1 adet
tip	dalgıç
kapasite	15 m ³ /h 10 mSS
malzeme	fan, santrifüj, gövde komple paslanmaz
aksesuar	seviye flatörü, giriş ve çıkış yapılarıyla komple
Seçilme nedeni	atıksuları sabit bir debiyle sisteme tefi ettirmek

Hızlı karıştırıcı M-101

miktar	1 adet
tip	türbin
güç	0,55 kW
devir sayısı	900 d/d
malzeme	mil pervane SS 304
Seçilme nedeni	nötralizasyon havuzunda tam karışımı sağlamak

Asit dozaj pompası DP-101

miktar	1 adet
kapasite	0–44 l/h
tip	piston ve diyafram
malzeme	çık döküm
Seçilme nedeni	Nötralizasyon için asit dozlamak

Kireç dozaj pompası DP-102

miktar	1 adet
kapasite	1-3 m ³ /h
tip	santrifuj
malzeme	çık döküm
Seçilme nedeni	Nötralizasyon için kireç dozlamak

Hipoklorit dozaj pompası DP-103

miktar	1 adet
kapasite	0- 44 l/h
tip	piston ve diyafram
malzeme	çık döküm
Seçilme nedeni	Hipoklorit dozlamak

Al₂SO₄ dozaj pompası DP-104

miktar	1 adet
kapasite	0-44 l/h
tip	piston ve diyafram
malzeme	çık döküm
imalatçı	Seko veya muadili
Seçilme nedeni	Alum dozlamak

Blower A-101

miktar	1 adet
tipi	kayışlı kasnaklı root tipinde
kapasite	1000 m ³ /h, 450 mbar
aksesuar	125 adet difüzör, boru, vana, manometre, susturucu vs
Seçilme nedeni	Gerekli havalandırmayı sağlamak

Çamur pompası P-102

miktar	1 adet
kapasite	5 m ³ /h
tip	Santrifuj
malzeme	Çık döküm
Seçilme nedeni	çamur geri deviri ve fazla çamuru uzaklaştırmak

Filtre pres Pompası P-104

miktar	1 adet
kapasite	3 m ³ /h
Tip	Pistonlu
malzeme	SS304 piston, çık döküm gövde epoksi boyalı st
Seçilme nedeni	filtre prese çamur beslemek

Filtre pres FP-101

miktar	1 adet
kapasite	3 m ³ /h
ebatlar	80x80, 12 plaka
malzeme	plakalar PP, gövde epoksi boyalı st
Seçilme nedeni	oluşan çamuru susuzlaştırmak

Kum filtresi pompası P-103

miktar	1 adet
kapasite	10 m ³ /h, 20mSS
tip	santrifuj
malzeme	st 37 epoksi boyalı
Seçilme nedeni	kum filtresine besleme yapmak

Kum filtresi KF-101

miktar	1 adet
kapasite	30–40 m ³ /h
tip	otomatik ters yıkamalı
malzeme	st 37 epoksi boyalı
Seçilme nedeni	renk giderimine yardımcı olmak

Ph metre Ph-101

miktar	1 adet
tip	Çift kontaklı
besleme	220 V
aksesuar	bir adet elektrot ve tutucusu
Seçilme nedeni	ph seviyesini kontrol etmek

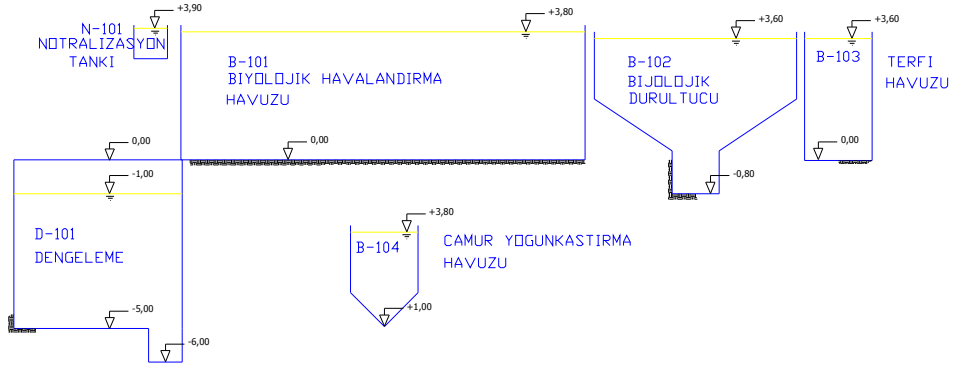
Kumanda panosu

miktar	1 adet
koruma sınıfı	IP 65
malzeme	TSE'li
aksesuar	Trifaze ana şalter, sigorta ve termik sistemi
Seçilme nedeni	sistem içindeki ekipmanları kontrol ve kumanda etmek

Hidrolik profil

Tesiste mevsimsel debi değişimleri olmamaktadır. Günlük debi salınımları dengeleme havuzunda stabil hale getirilecektir. Şu şekildeki; 125 m³ lük dengeleme havuzunun içinde yer alan 15 m³/saat'lik pompa ile tesisin 300m³/günlük atıksuyu sürekli arıtması sağlanacaktır. Burada görüleceği üzere tesis sabit debi ile beslenmekte olup, giriş debisinde değişiklik olmamaktadır.

Hidrolik hesaplamalar giriş debisine göre yapılmış olup, sistem dolu savak sürekli olarak çalışacaktır. Hidrolik profilde su seviyeleri gösterilmiştir.



Şekil 5.11. Hidrolik profil

Tesisin atıksu giriş ve arıtılmış su çıkış değerlerini saptamak için tesisin faal durumda olduğu beş ayrı zamanda numuneler arıtma tesisine girişten biyolojik durultucu çıkışından ve kum filtresi çıkışından alınmıştır. Arıtmanın verimleri ile ilgili bilgiler Tablo 5.5'te ve Tablo 5.6 da verilmiştir. Kum filtresinden kaynaklanan geri yıkama sularının biyolojik havalandırma havuzunun başına verilmesi ile mikroorganizmaların şartlanması için uygun ortam yaratılmaya çalışılmıştır. Belirgin bir değişiklik gözlenmemekle birlikte geri yıkamanın biyolojik reaktöre verildiği süreçlerin sonunda alınan numune 2,5,6 ve7 in biyolojik arıtma verimlerinin nispeten yüksek olduğu görülmüştür.

5.2.4 İzlenen parametre ve analiz metodu

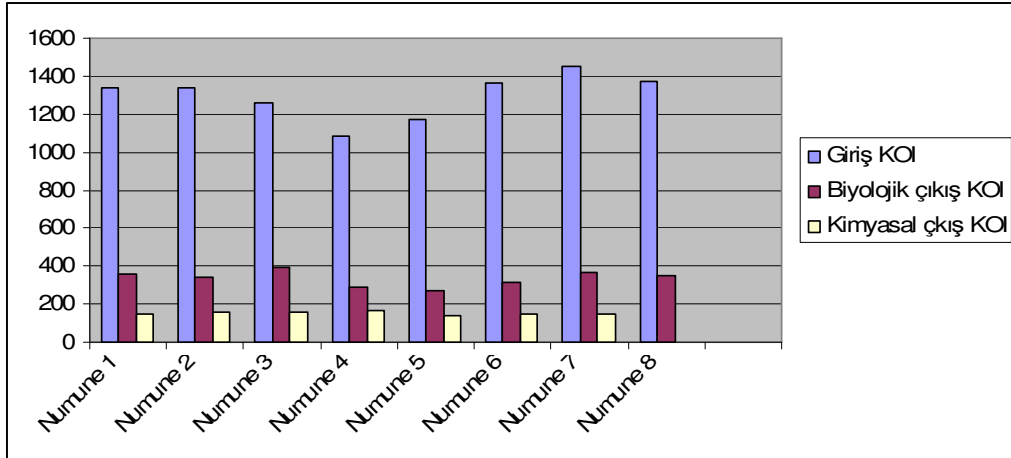
Daha önce vurgulanan öneminden ve belirleyici özelliğinden dolayı KOI parametresi çalışma sürecinde takip edilmiştir. KOI parametresinin analizleri Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 20 th. Ed.(1998) SM 5220:B göre yapılmış ve sonuçlar elde edilmiştir. AKM testleri SM 2540:D , Sülfat parametresinin analizleri SM 4500 – SO_4^{2-} -:C/E , renk analizleri ise Pt-Co biriminde olmak üzere SM 2120:B e göre yapılmıştır. Analizlerde Merck SQ Nova 400 Spektrofotometre kullanılmıştır.

Tablo 5.5 Arıtma tesisi giriş ve çıkışından alınan numunelerin analiz sonuçları ve KOI giderim verimleri

KOI mg/l	Giriş	Biyolojik çıkış	Verim %	Kimyasal çıkış	Verim %
Numune 1	1335	360	73	148	58
Numune 2	1340	345	75	160	53
Numune 3	1260	390	69	154	60
Numune 4	1080	290	73	168	42
Numune 5	1170	270	77	142	47
Numune 6	1362	312	77	148	52
Numune 7	1455	366	75	151	58
Numune 8	1376	350	74	103*	70*

* Jar test yapılarak elde edilmiş olan sonuçlar.

Tablo 5.6 Çeşitli numunelerin analiz sonuçlarının karşılaştırılması.



5.2.5 Biyolojik arıtma çıkışına uygulanan jar testler

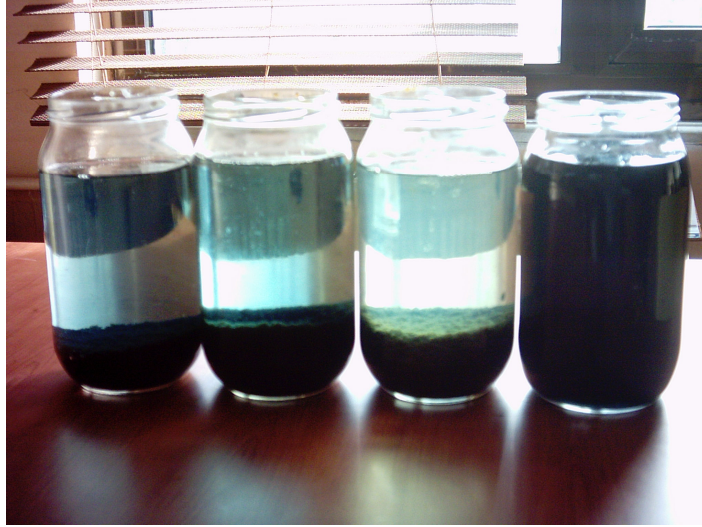
Uzun havalandırmalı biyolojik arıtma çıkışından alınan numunelerle jar testler yapılmıştır. Bu jar testlerin yapılışı ve neticesi aşağıda verilmiştir. Her bir kavanoz testi için 1000 ml numune uzun havalandırmalı aktif çamur ünitesinden çıkan ve durultucudan geçerek savaklanan çıkış suyundan alınmıştır. Ph 11,5 oluncaya kadar yüzde 5 lik hazırlanan kireç çözeltisinden atıksuya ilave edilmiştir. Şekil 5.12 de Jar testin yapılışı görülmektedir. Daha sonra Ph değeri 7,5 olana kadar Alum demir sülfat ve Demir üç klorür ilave edilmiştir. PH 8 olana kadar demir üç klorür ilavesiyle üçüncü bir deneme yapılmıştır. Numunelere 1/1000 lik çözelti şeklinde hazırlanmış anyonik polielektrolitten 6' şar ml ilave edildiğinde ideal floklaşma olduğu gözlenmiş ve numuneler çökmeye bırakılmıştır. Jar test yapılan numuneler Şekil 5.13 de görüldüğü gibi sırasıyla örnek 1 örnek 2 ve örnek 3 olarak adlandırılmış ve sonuçlar aşağıda Tablo 5.7 de verilmiştir.

Tablo 5.7 Jar testler sonucunda elde edilen değerler.

	Biyolojik Arıtma Çıkışı	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 2
Ph	7.3	7.5	7.5	8
KOI mg/l	350	116	103	122
AKM mg/l	32	6	2	5
Sülfat mg/l	1612	1730	1842	1680
Renk Pt-Co	150	14	8	18

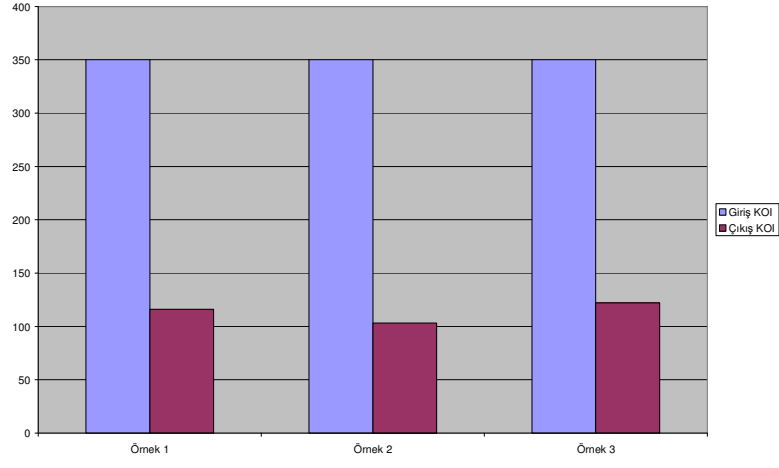


Şekil 5.12. Jar testlerin yapılışı



Şekil 5.13. Jar testlerin sonucunda elde edilen su ve çökelen çamurlar.

Tablo 5.8 Jar test sonuçlarının karşılaştırılması.

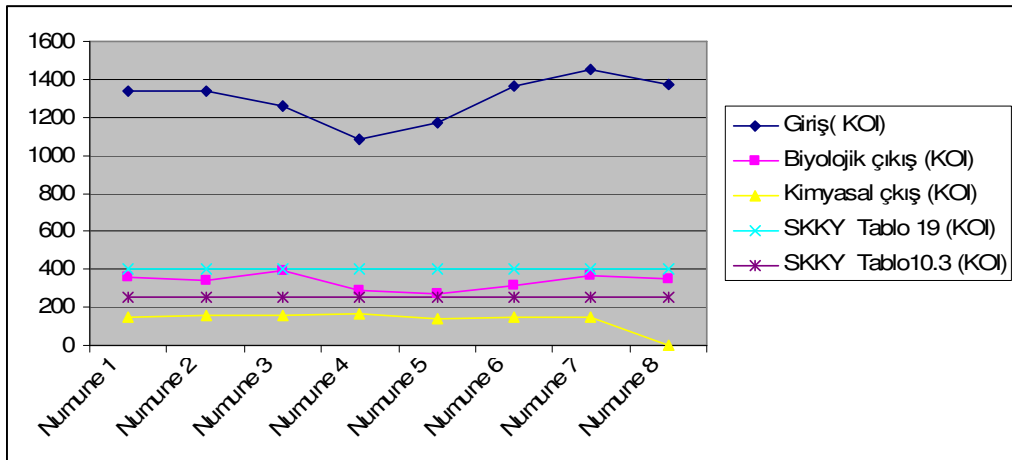


SONUÇ ve TARTIŞMA

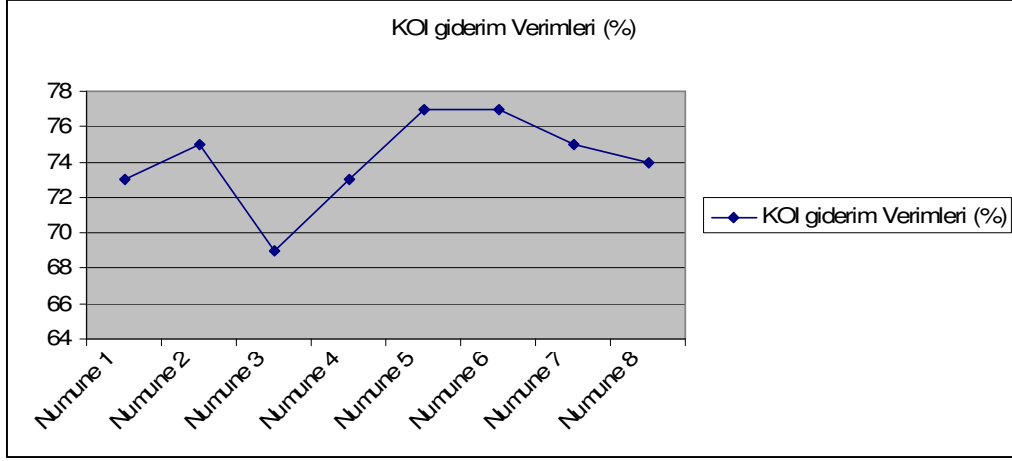
Tekstil Endüstrisi tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde çok önemli bir sanayii dalıdır. Ekonomiye katkılarının yanı sıra sağladığı istihdam ile de ön plandadır. Bununla birlikte teknolojik değişiklikler, maliyetlerin düşürülmesi ve hızla artan küresel rekabet sektörü çok çabuk etkilemektedir. Bu durumda sürekli şekilde maliyetleri düşürücü tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Pamuklu tekstil atıksularının arıtımı için bilinen konvansiyonel yöntemlerin en etkili olanı ardışık olarak kimyasal ve biyolojik arıtım yapılmasıdır. Böylece atıksudaki kirletici parametreler istenilen düzeye çekilirken aynı zamanda renk giderimi de sağlanabilir. Ancak bu yöntemde ilk yatırım maliyeti çok fazla olmaktadır. Bunun yerine bir nötralizasyon sonrasında uzun havalandırmalı aktif çamur prosesi ve durultucudan çıkan suya alüminyum sülfat ve hipoklorit dozlayarak kimyasal koagülasyon, renk giderimi sağlayan ve filtrasyonla sonuçlanan bir kimyasal ünite tasarımı yapılmıştır. Böylece ilk yatırım maliyetleri düşürülmüştür.

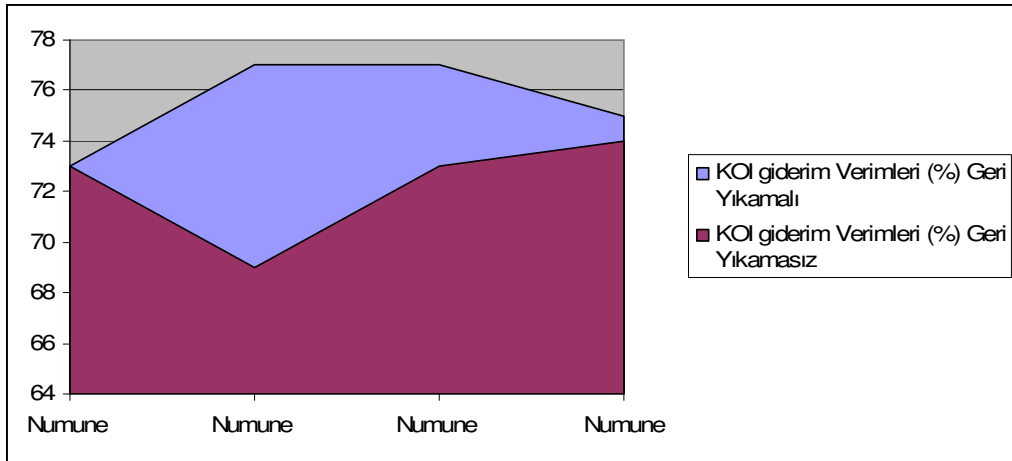
Tablo 6.1. KOI Tesisin tabii olduğu yasal limitlerle numunelerin KOI parametresi açısından karşılaştırılması.



Tablo 6.2. KOI giderim verimleri.



Tablo 6.3. Kum filtresi çıkışında Havalandırma havuzuna geri yıkama yapılması ve yapılmaması durumlarında KOI giderim verimleri.



Deneyisel çalışmada ele alınan ve atıksu arıtma tesisi projelene firmının kendi özel koşulları ve ülke ekonomik koşullarından dolayı birçok defa üretimini durdurup yeniden başlamasından dolayı Atıksu Arıtma Tesisi birçok defa durup yeniden devreye alınmak durumunda kalmıştır. Bu nedenle tesisin çalışmasını uzun soluklu olarak sürekli biçimde izlemek çok güç olmakla beraber çalıştığı süreler içerisinde

giriş çıkış kontrol ve analizleri muhtelif defalar da yapılmıştır. Tesis yalnız biyolojik olarak gerçekleştirdiği arıtma verimi ile yasal limitler olan *SKKY Tablo 10.3* deki değerleri sağlayamamakla birlikte, çıkış suyuna uygulanan kimyasal arıtma ile başarıya ulaşmış ve arıtma tesisi çıkış değerleri *SKKY Tablo 10.3* ü sağlamıştır. Ancak Firma sonradan Organize Sanayi bölgesi sınırları içerisinde olması vesilesiyle *SKKY Tablo 19* a tabi tutulmuş ve böylece yalnız aerobik biyolojik arıtma ile deşarj standartlarını sağlar duruma gelmiştir. Bununla ilgili karşılaştırmalar Tablo 5.9 de görülmektedir.

Biyolojik durultucu havuzundan gelen sulara hat üzerinde alüminyum sülfat dozlanarak koagülasyon işlemi gerçekleştirilmiş oluşan floklar Basınçlı kum filtresinde tutularak sudan ayrılmıştır. Böylece suyun çıkış değerleri ilgili deşarj standartları sağlanmıştır. Basınçlı kum filtresinden geri yıkama ile çıkan floklu atıksular biyolojik havalandırma havuzunun başına verilerek mikroorganizmalar için yaşam alanı oluşturulması ve biyolojik arıtmanın veriminin artırılması düşünülmüş verimin zamanla *olumlu yönde* etkilendiği de görülmüştür. Tablo 5.10 ve Tablo 5.11 de görüldüğü gibi kum filtresi geri yıkama suyunun aktif çamur ünitesine verildiği sürelerde KOI giderim verimlerinde bir miktar artış sağlandığı tespit edilmiştir. Tablo 5.11 de görülen mavi taralı bölgeler kum filtresi geri yıkama sularının aktif çamur sürecinin başına verilmesi ile elde edilen verim artışını net bir şekilde göstermektedir. Buradaki verim artışı, geri yıkama ile verilen flokların mikroorganizmalar için uygun yaşam ortamı oluşturmaları ve bunun sonucunda çamurun dolayısıyla arıtma veriminin artmasıdır.

Kimyasal dozlama ünitesinin çalışmadığı dönemde Pilot ölçekli kimyasal arıtım, kimyasal koagülasyon ve flokülasyon yapılmıştır. Burada elde edilen verim daha fazla olmakla birlikte ilk yatırım maliyeti ve ortaya çıkan çamur yükünün fazlaşması gibi dezavantajlar doğurduğu tespit edilmiştir. Yalnız Biyolojik arıtma ile renk giderimi sağlanamamakla birlikte kimyasal arıtma ile renk gideriminin etkin bir şekilde yapıldığı görülmüştür ancak ülkemiz deşarj standartlarında hâlihazırda renk parametresi ve bununla alakalı limit değerler bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

ABO-ELELA, S.I., El-Gohary, F.A., Ali, H.L. and Abdel Wahaab, RSh. Treatability Studies Of Textile Wastewater, *Environ. Technol. Letts*, **9**: 101-8. 1988

ABU-GHUNMI L.N. JAMRAH A.I. ,Biological treatment of textile wastewater using sequencing batch reactor technology *Environmental Modeling and Assessment II*: 333Y343 2006

ARCIEVALA, S.J. and MOHANRAO G.J..Design, Construction, and Operation waste stabilisation ponds in India., CPHERI, Nagpur. (1969).

ASFOUR, H.M., NASSAR, M.M., FADALİ, O.A. and EL-GUENDİ, M.S., Color Removal from Textile Effluents Using Hardwood Saw Dust as an Adsorbent, *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, **35 (A)**, 28-35. 1985

BABU, B. ve diğ *C.O.D.* Reduction of Reactive Dyeing Effluent from Cotton Textile Industry, Department of Chemical Engineering, *Journal of the Institution of Public HealthEngineers India*, Vol. 2000 (No.4), pp5-11. (2000),

BABURŞAH S, Tekstil Endüstrisi Atıksularının Geri Kazanım ve Yeniden Kullanılması Yüksek Lisans Tezi *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü* 10-20 Ocak 2004

BÜYÜKMURAT S, Tekstil Endüstrisi Atıksularının Biyolojik Arıtılabilirliği Yüksek Lisans Tezi , *İTU Fen Bilimleri Enstitüsü* 4-13 Temmuz 1991

CORREIA ve Diğ. Characterisation of Textile Wastewaters -A Rewiev, *Environmental Technology*, **15**, 917-929. 1994

ÇALIŞKAN M. Ve diğ. Kot Boyama Tekstil Atıksuyunda Kalıcı KOİ'nin Belirlenmesi *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi Cilt: 4 Sayı: 1 SHP. 1-9 Ocak 2002*

DELEE W. ve diğ. , Anaerobic Treatment of Textile *Effluents J. Chem. T Technol. Biotechnol.* **73**, 32335 1998

EPA, "Wastewater Treatment Systems" *Upgrading Textile Operations to reduce Pollution Vol 2 EPA Technology Transfer Seminar puplication* 1977

EREMEK TAR ve diğ, Tekstil Endüstrisi Atıksularında Inert KOİ-Örnek Uygulama, *Su Kirliliği Kontrolü Dergisi* , *Cilt 7, Sayı 2* , s.25-31. 1997

GÖKNİL H, ve Diğ Endüstriyel Atıksuların Kontrol ve Kısıtlama Esasları Projesi, *İTÜ Çevre ve Şehircilik Uygulama Merkezi* , 5-142 Aralık 1984

GOKNIL H, Saatçi A. , Çevre Kirlenmesi Yönünden Tekstil Endüstrisi. *Sakarya DMMA dergisi Sayı: MMA-1* Ağustos 1976

JADVIGA S. Ve diğ, Membrane filtration of textile dyehouse wastewater for technological water reuse *Elsevier Desalination* 119 (1998) 1-10 July 1998

KANG S.F. ve CHANG, H.M. Coagulation of Textile Secondary Effluents With Fenton's Reagent, *Water Science and Technology*, **36(12)**, 215-222. 1997

KAPDAN İ.K. VE KARGI F., Atıksulardan Tekstil Boyar Maddelerinin Adsorpsiyonlu Biyolojik Arıtım ile Giderimi *Türk J Engin Environ Sci* **24 (2000)** , 161 - 169. *Tübitak* 1998

KESTİOĞLU K. Ve Diğ. Yüksek KOI içeren tekstil atıksularının fizikokimyasal, Ozon/uv ve adsorpsiyon yöntemleriyle Arıtılabilirliğinin araştırılması *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 10, Sayı 1*, 2005

KOCAER F.O. VE ALKAN U. Boyar Madde İçeren Tekstil Atıksularının Arıtım Alternatifleri, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 7, Sayı 1*, 2002

LEE, S. E., SHIN, H. S., PAIK, B. C. Treatment of Cr(VI)-Containing", *Wat. Res.*, **23 (1)**, 67-72, 1989.

LIN, S.H. and CHEN, M.L. Treatment of Textile Wastewater by Chemical Methods for Reuse, *Water Res.*, **31:868-76**. 1997

MACHENBACH, I. (Membrane Technology for Dyehouse Effluent Treatment), *Membrane Technology*, **96**, 7- 11. 1998

McKAY, G., Two-Resistance Mass Transfer Models For The Adsorption of Dyestuffs from Solutions Using Activated Carbon, *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, **34 (A)**, 294-310. 1984

MANU B., CHAUDHARI S., Decolorization Of İndigo And Azo Dyes İn Semicontinuous Reactors With Long Hydraulic Retention Time *Elsevier Process Biochemistry* **38 1213_ 1221** 2003

MARQUEZ, M. C., COSTA, C. \Biomass Concentration in PACT Process", *Wat. Res.*, **30 (9)**, 2079-2085, 1996.

NAYAR, S. C., SYLVESTER, N. D. Control of Phenol in Biological Reactors by Addition of Powdered Activated Carbon", *Wat. Res.*, **13**, 201-205, 1979

NEMEROV NL, "Scientific Stream Pollution Analysis", *McGraw-Hill, New York* 1978

O'NEILL ve diğ., Anaerobic and aerobic treatment of a simulated textile effluent *Journal of Chemical Technology and Biotechnology J Chem Technol Biotechnol* **74:993±999** 1999

ÖLMEZ T, Tekstil Endüstrisinde Reaktif Boya Banyolarında Ozon ile Renk Giderimi .Yüksek Lisans Tezi , *İTÜ Fen bilimleri Enstitüsü*, 28-32 Haziran 1999

PALA A. Ve TOKAT E. , Color Removal from Cotton textile Industry wastewater in an Activated sludge sys. with various additives *Water Research* **36 2920–2925** 2002

RAO M. Narayana, and DATTA Amal K. Wastewater treatment-Rational methods of Design and Industrial practices., Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, 2nd edition. (1987)..

ROBINSON, T. MCMULLAN, G. MARCHANT, R. and NIGAM, P. Remediation of Dyes in Textile Effluent: A Critical Rewiev on Current Treatment Technologies With a Proposed Alternative, *Bioresource Technology*, **77**, 247-255., 2001

ROZZİ, A., ANTONELLİ, M. and ARCARI, M., Membrane Treatment of Secondary Textile Effluents For Direct Reuse, *Water Science and Technology*, **40(4-5)**, **409-416**. 1999

Sastry C.A. (Ed.). Proceedings of symposium on low cost wastewater treatment., Central Public Health Engineering Research Institute, Nagpur. 1972

SMITH B. Ve diğ., Decolorizing textile dye wastewater by anoxic/aerobic treatment *Journal of Chemical Technology and Biotechnology J Chem Technol Biotechnol* **82:16–24** (2007)

ŞEN S.ve DEMİRER G.N, Anaerobic treatment of real textile wastewater with a fluidized bedreactor *Water Research* **37 1868–1878** 2003

ŞENGÜL F, Endüstriyel Atıksuların Özellikleri ve Arıtılması DEÜ *Çevre Mühendisliği Bölümü Yayınları no:172* , 388-401, 1991

SEWEKOW, U. (Treatment of Reactive Dye Effluents with Hydrogen Peroxide/Iron(II) Sulphate), *Melliand Textilberichte*, **74**, **153-156**. 1993

SKKY (Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği) *Resmi Gazete Tarih 31 Aralık Cuma 2004 Sayı :25687 30-31 2004*

SOCHA, K., Treatment of Textile Effluents, *Textile Monta*, **12**, **52-56.**, 1991

WILLMOTT, N., GUTHRIE, J. and NELSON, G. ,The Biotechnology Approach to Colour Removal from Textile Effluent, *Journal of the Society of Dyers and Colorists*, **114**, **38-41**. 1998

XIOAJIAN Z., ZHANSHENG W., XASHENG, G. Simple Combination of Biodegradation and Adsorption: The Mechanism of the Biological Activated Carbon Process", *Wat. Res.*, 25 (2), 165-172, 1991.

EK-A

Tablo 3.1 ISKI kanal deşarj limitleri

Parametre	Birim	Standart
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	mg/l	800
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	mg/l	350
TOPLAM AZOT(TN)	mg/l	100
TOPLAM FOSFOR(P)	mg/l	10
YAĞ-GRES (YAĞ-GRES)	mg/l	100
ANYONİK YÜZEY AKTİF MADDELER		
ARSENİK(AS)	mg/l	10
ANTİMON(SB)	mg/l	3
KALAY(SN)	mg/l	5
BOR(SN)	mg/l	3
KADMİYUM(CD)	mg/l	2
TOPLAM KROM(CR)	mg/l	5
BAKIR(CU)	mg/l	5
KURŞUN(PB)	mg/l	3
NİKEL(Nİ)	mg/l	5
ÇİNKO(ZN)	mg/l	10
PH	mg/l	6-10
CİVA (HG)	mg/l	0.2
GÜMÜŞ(AG)	mg/l	5
TOPLAM SİYANÜR(CN)	mg/l	10
FENOL	mg/l	10
TOPLAM SÜLFÜR		2
BALIK BİYODENEYİ 48 SAAT TOLERANS LİMİTİ (TL 50) %100		
SÜLFAT (SO4)	mg/l	1700

EK-B

Tablo 3.2 Tekstil Sanayii açık elyaf iplik üretimi ve terbiyesi atık sularının alıcı ortama deşarj standartları (SKKY Tablo 10.1: Sektör: Tekstil Sanayii (Açık Elyaf, İplik Üretimi ve Terbiye)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	350	240
AMONYUM AZOTU (NH ₄ -N)	(mg/L)	5	
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3	
TOPLAM KROM	(mg/L)	2	1
SÜLFÜR (S ⁻²)	(mg/L)	0.1	-
SÜLFİT	(mg/L)	1	-
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10	-
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4	3
pH	-	6-9	6-9

EK-C

Tablo 3.3 Tekstil Sanayii, dokunmuş kumaş terbiyesi ve Benzerleri atık sularının alıcı ortama deşarj standartları (*SKKY Tablo 10.2: Sektör: Tekstil Sanayii (Dokunmuş Kumaş Terbiyesi ve Benzerleri)*)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	400	300
ASKIDA KATI MADDE(AKM)	(mg/L)	140	100
AMONYUM AZOTU (NH ₄ -N)	(mg/L)	5	-
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3	-
TOPLAM KROM	(mg/L)	2	1
SÜLFÜR (S ⁻²)	(mg/L)	0.1	-
SÜLFİT	(mg/L)	1	-
FENOL	(mg/L)	1	0.5
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4	3
pH	-	6-9	6-9

Tablo 3.4 Pamuklu Tekstil Sanayii atık sularının alıcı ortama deşarj standartları (*SKKY Tablo 10.3: Sektör: Tekstil Sanayii (Pamuklu Tekstil ve Benzerleri)*)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	250	200
ASKIDA KATI MADDE(AKM)	(mg/L)	160	120
AMONYUM AZOTU (NH ₄ -N)	(mg/L)	5	-
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3	-
TOPLAM KROM	(mg/L)	2	1
SÜLFÜR (S ⁻²)	(mg/L)	0.1	-
SÜLFİT	(mg/L)	1	-
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10	-
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4	3
pH	-	6-9	6-9

EK-D

Tablo 3.5 Yünlü Tekstil Sanayii atık sularının alıcı ortama deşarj standartları (SKKY Tablo 10.4: Sektör: Tekstil Sanayii (Yün Yıkama, Terbiye, Dokuma ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	400	300
ASKIDA KATI MADDE(AKM)	(mg/L)	400	300
AMONYUM AZOTU (NH ₄ -N)	(mg/L)	5	-
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3	-
TOPLAM KROM	(mg/L)	2	1
SÜLFÜR (S ⁻²)	(mg/L)	0.1	-
SÜLFİT	(mg/L)	1	-
YAĞ VE GRES	(mg/L)	200	100
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)		4	3
pH		6-9	6-9

EK-E

Tablo 3.6 Tekstil Sanayii örgü kumaş terbiyesi ve benzerleri atık sularının alıcı ortama deşarj standartları (SKKY Tablo 10.5: Sektör: Tekstil Sanayii (Örgü Kumaş Terbiyesi ve Benzerleri))

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	300	200
AMONYUM AZOTU (NH ₄ -N)	(mg/L)	5	-
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3	-
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10	-
TOPLAM KROM	(mg/L)	2	1
SÜLFÜR (S ⁻²)	(mg/L)	0.1	-
SÜLFİT	(mg/L)	1	-
FENOL	(mg/L)	1	0.5
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4	3
pH	-	6-9	6-9

EK-F

Tablo 3.7 Tekstil Sanayii Halı terbiyesi ve Benzerleri atık sularının alıcı ortama deşarj standartları (SKKY Tablo 10.6: Sektör: Tekstil Sanayii (Halı Terbiyesi ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	300	200
ASKIDA KATI MADDE(AKM)	(mg/L)	160	120
AMONYUM AZOTU (NH ₄ -N)	(mg/L)	5	-
SERBEST KLOR	(mg/L)	0.3	-
TOPLAM KROM	(mg/L)	2	1
SÜLFÜR (S ⁻²)	(mg/L)	0.1	-
SÜLFİT	(mg/L)	1	-
FENOL	(mg/L)	1	0.5
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10	-
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	4	3
pH	-	6-9	6-9

EK-G

Tablo 3.8 Sentetik Tekstil Sanayii atık sularının alıcı ortama deşarj standartları (SKKY

Tablo 10.7: Sektör: Tekstil Sanayii (Sentetik Tekstil Terbiyesi ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	400	300
SÜLFÜR (S ⁻²)	(mg/L)	0.1	-
FENOL	(mg/L)	1	0.5
ÇİNKO (Zn)	(mg/L)	12	10
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	3	2
pH		6-9	6-9

ÖZGEÇMİŞ

Ergin Erol 1977 yılında İstanbul'da doğmuştur. İlk ve orta öğrenimini İstanbul'da tamamlamıştır. 1994 yılında Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde Lisans öğrenimine başlamış ve 1998 yılında tamamlamıştır.