

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEKSTİL ENDÜSTRİSİ BİYOLOJİK ATIKSU
ARITMA TESİSİ MİKROBİYOLOJİK
KARAKTERİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Müh. İpek SANAL

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Nurtaç ÖĞLENİ
Ortak Danışman : Doç. Dr. Süleyman ÖVEZ

HAZİRAN 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL ENDÜSTRİSİ BİYOLOJİK ATIKSU
ARITMA TESİSİ MİKROBİYOLOJİK
KARAKTERİZASYONU


YÜKSEK LİSANS TEZİ

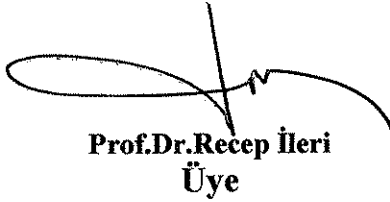
Çevre Müh. İpek SANAL

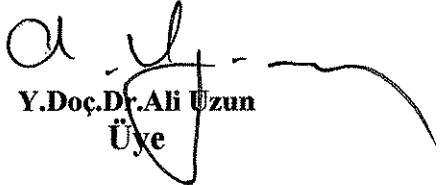
Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : ÇEVRE

Bu tez .. / .. /2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Y.Doç.Dr.Nurtaç Ögleni
Jüri Başkanı


Prof.Dr.Recep İleri
Üye


Y.Doç.Dr.Ali Uzun
Üye

TEŞEKKÜR

Yaptığım alıŐmalar süresince benden desteğini esirgemeyen, bilgileriyle bana ışık tutan, öğrencisi olmakla gurur duyduğum danışmanım Yrd. Doç. Dr. Nurtaç ÖĞLENİ ve ortak danışmanım Doç. Dr. Süleyman ÖVEZ'e teşekkürü borç bilirim.

Tüm hayatım boyunca beni her konuda destekleyen aileme, tezime ve hayatıma kattıkları her şey için teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
SUMMARY.....	xii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
1.1. Türkiye’de Tekstil Endüstrisi	1
BÖLÜM 2.	
AKTİF ÇAMUR SİSTEMLERİ.....	3
2.1. Endüstriyel Atıksular	3
2.2. Atıksu Kirlilik Ölçüm Parametreleri.....	3
2.3 Aktif Çamur Sistemi	3
2.4. Aktif Çamurun Tanım	5
2.4.1. Aktif çamurun özellikleri.....	5
2.4.1.1. Protozoa ve Metazoalar.....	6
2.4.2. Aktif çamur sisteminde kabarma ve köpürme.....	8
2.4.2.1. Çamur kabarması.....	9
2.4.2.2. Köpük oluşumu (Köpükleme), (Foaming/Frothing)..	15
BÖLÜM 3.	
TEKSTİL ENDÜSTRİSİ.....	17
3.1. Tekstil Endüstrisinin Tanımı.....	17

3.2. Tekstil Endüstrisi Genel Prosesleri.....	18
3.2.1. Haşılama.....	18
3.2.2. Yıkama ve haşıl giderme.....	19
3.2.3 Ağartma.....	19
3.2.4. Mercerize etme.....	19
3.2.5. Boyama.....	20
3.2.6. Apreleme.....	20
3.3. Tekstil Endüstrisinin Sınıflandırılması.....	20
3.3.1. Yünlü tekstil endüstrisi.....	20
3.3.2. Pamuklu tekstil endüstrisi	23
3.3.3. Sentetik tekstil endüstrisi	26
BÖLÜM 4.	
MATERYAL VE METOD.....	29
4.1. Materyal.....	29
4.2. Metod.....	33
4.2.1. Mikrobiyolojik karakterizasyon.....	34
4.2.1.1. Gram boyama.....	35
4.2.1.2. Neisser boyama.....	37
4.2.1.3. Sülfür depolama testi.....	39
4.2.2. Aydın Örme Atıksu Arıtma Tesisinde uygulanan analiz yöntemleri.....	39
BÖLÜM 5.	
BULGULAR.....	41
5.1. Flok Yapıları.....	41
5.2. Filamentli Mikroorganizmalar.....	43
5.2.1. Microthrix parvicella.....	44
5.2.2. Type 0092.....	45
5.2.3. Noscoida limicola I.....	47
5.2.4. Type 021N.....	48
5.2.5. Thiotrix.....	49
5.2.6. Type 0803.....	50

5.2.7. Type 1851	51
5.2.8. Bilinmeyen tür	52
5.3. Protozoa ve Metazoalar.....	54
5.3.1. Protozoalar.....	54
5.3.1.1. Siliatlar.....	54
5.3.1.2. Flagellatlar.....	61
5.3.2. Metazoalar.....	62
5.3.2.1. Rotiferler.....	62
5.4. Serbest Bakteriler.....	63
5.5. Nitrifikasyon Bakterileri.....	64
BÖLÜM 6.	
TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	66
KAYNAKLAR.....	68
EKLER.....	70
ÖZGEÇMİŞ.....	75

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

μm	: Mikrometre
AKM	: Askıda katı madde miktarı
B	: Çamur yükü
BOD	: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı
BOI	: Biyolojik oksijen ihtiyacı
CO_2	: Karbondioksit
CSTR	: Tam karışımli havalandırma havuzu tipi
Ç.O.	: Çözünmüş oksijen
DS	: Kuru madde miktarı
DSVI	: Seyreltik çamur hacim indeksi
F / M	: Besi / Mikroorganizma oranı
FI	: Filament indeksi
H_2S	: Hidrojen sulfur
k_d	: Toplam biyokütlenin bozulma oranı
KI	: Potasyum iyodür
KOI	: Kimyasal oksijen ihtiyacı
K_s	: Substrat katsayısı
MLSS	: Havalandırma havuzundaki mikroorganizma sayısı
MLVSS	: Yaşayan bakterilerin yaklaşık ölçüsü
N_2	: Azotoksit
NA	: Nitrifikasyon aktivite testi
$\text{NH}_4\text{-N}$: Amonyum azotu
NH_4	: Amonyum
$\text{NO}_3\text{-N}$: Nitrat azotu
NOİ	: Azot oksijen ihtiyacı
O_2	: Oksijen

ORG.	: Organik madde miktarı
OUR	: Oksijen kavrama oranı
P	: Fosfor
PCR	: Gerçek zaman
PFR	: Plug Flow Reaktörü
pH	: Asitlik - bazlık derecesi
PHB	: Poly – β – Hidroksibutrat
PLC	: Programlanabilir lojik control sistemleri
PO ₄ -P	: Fosfat fosforu
Poly-P	: Poly fosfat
RAS	: Geri devir çamuru
S	: Kükürt
SO ₄ ⁻²	: - 2 Değerlikli Sülfat
SS	: Sızıntı suyu
SSV	: 30 Dakikada çökebilin çamur hacmi
SVI	: Çamur hacim indeksi
T	: Sıcaklık
TAKM	: Toplam askıda katı madde miktarı
TKN	: Toplam Kjeldahl azotu
TOİ	: Toplam oksijen ihtiyacı
TOK	: Toplam organik karbon
TSP	: Trisodyum fosfat
UAKM	: Uçucu askıda katı madde miktarı
UV	: Ultra Viole
V _{SR}	: Çamur kuru madde miktarı
WAS	: Geri devir hattı
Y	: Yield Sabiti
θ	: Çamur yaşı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Klasik bir aktif çamur tesisinin şeması.....	5
Şekil 2.2.	Filamentli bakterilerin ve flok yapıcıların substrat giderimi.....	13
Şekil 3.1.	Yünlü tekstil endüstrisi akım şeması ve oluşacak atıksu.....	22
Şekil 3.2.	Pamuklu tekstil endüstrisi akım şeması ve oluşacak atıksu.....	25
Şekil 3.3.	Sentetik tekstil endüstrisi üretim prosesleri.....	27
Şekil 4.1.	Tekstil endüstrisine ait atıksu arıtma tesisinin akım şeması.....	30
Şekil 4.2.	Tekstil endüstrisinde çalışma yapılan aylara ait çıkış KOİ değerleri.....	32
Şekil 4.3.	Tekstil endüstrisinde çalışma yapılan aylara ait çıkış pH değerleri.....	32
Şekil 4.4.	Tekstil endüstrisinde çalışma yapılan aylara ait çıkış MLSS değerleri.....	33
Şekil 4.5.	Tekstil endüstrisinde çalışma yapılan aylara ait çıkış ÇHİ değerleri.....	33
Şekil 5.1.	Mart ayı ilk numunesinden alınan flok yapısı.....	41
Şekil 5.2.	Mart ayında alınan ikinci numunenin flok yapısı.....	42
Şekil 5.3.	Nisan ayında alınan ilk numunenin flok yapısı.....	42
Şekil 5.4.	Mayıs ayında alınan ilk numunenin flok yapısı.....	43
Şekil 5.5.	06.05.2009 tarihli numuneden Microthrix Parvicella'ya ait bir örnek.....	45
Şekil 5.6.	30.03.2009 tarihli numuneden Type 0092' ye ait bir örnek.....	46
Şekil 5.7.	15.03.2009 tarihli numuneden Nostocoida I' e ait bir örnek.....	47
Şekil 5.8.	25.06.2009 tarihli numuneden Type 021N' ye ait bir örnek.....	48
Şekil 5.9.	22.04.2009 tarihli numuneden Thiothrix' e ait bir örnek.....	49
Şekil 5.10.	09.04.2009 tarihli numuneden Type 0803' e ait bir örnek.....	50

Şekil 5.11.	30.03.2009 tarihli numuneden Type 1851' e ait bir örnek.....	51
Şekil 5.12.	17.07.2009 tarihli numuneden Bilinmeyen tür'e ait bir örnek.....	52
Şekil 5.13.	17.07.2009 tarihli numuneden Bilinmeyen tür'e ait bir örnek.....	53
Şekil 5.14.	17.07.2009 tarihli numuneden Bilinmeyen tür'e ait bir örnek...	53
Şekil 5.15.	30.09.2009 tarihli numuneden Epistylis e ait bir örnek.....	55
Şekil 5.16.	06.05.2009 tarihli numuneden Opercularia'ya ait bir örnek.....	56
Şekil 5.17.	09.04.2009 tarihli numuneden Vorticella'ya ait bir örnek.....	57
Şekil 5.18.	30.07.2009 tarihli numuneden Carchesium' a ait bir örnek.....	58
Şekil 5.19.	06.05.2009 tarihli numuneden Chilodonella' ya ait bir örnek.....	59
Şekil 5.20.	09.04.2009 tarihli numuneden Euplotes' e ait bir örnek.....	60
Şekil 5.21.	06.05.2009 tarihli numuneden Lionotus' a ait bir örnek.....	61
Şekil 5.22.	06.05.2009 tarihli numuneden Peranema' ya ait bir örnek.....	62
Şekil 5.23.	30.07.2009 tarihli numuneden Rotifer' e ait bir örnek.....	63
Şekil 5.24.	30.03.2009 tarihli numuneden Çubuk Şeklindeki Serbest Bakteriler' e ait bir örnek.....	64
Şekil 5.25.	1.5.03.2009 tarihli numuneden Nitrifikasyon Bakterileri' ne ait bir örnek.....	64

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Aktif çamurdaki mikroorganizmaların büyüklük düzeni.....	6
Tablo 3.1. Yünlü tekstil atıksularındaki kirleticilerin üretim proses ve metodlarına göre değişimi.....	23
Tablo 3.2. Pamuklu tekstil işletmelerinden gelen proses atıksularının karakteristiği.....	26
Tablo 3.3. Pamuklu tekstil terbiyesi atıksularına ait atıksu karakterizasyonu..	26
Tablo 4.1. Tekstil endüstrisi atıksu arıtma tesisi giriş konsantrasyonları.....	29
Tablo 4.2. Su kirliliği kontrol yönetmeliğinde yer alan deşarj kriterleri.....	31
Tablo 4.3. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	31
Tablo 5.1. Belirlenen filamentlilerin aylara göre dağılımı.....	44
Tablo 5.2. Belirlenen türlerin aylara göre dağılımı.....	54

ÖZET

Anahtar kelimeler: Aydın Örne Atıksu Arıtma Tesisi, kabarma ve şişme problemleri, filamentli mikroorganizmalar, aktif çamur süreci, mikroorganizma karakterizasyonu

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışmada; incelenecek tesis olarak seçilen Aydın Örne Atıksu Arıtma Tesisi'nin aktif çamur ünitesinden ayda iki kez olmak üzere alınan numunelerin flok yapısı, filamentli ve filamentli olmayan mikroorganizmaları incelenmiştir. Tesisten alınan analiz sonuçları ile su ve çamur kalitesi arasındaki bağlantılar kurulmuştur.

Öncelikle; atıksu özellikleri, arıtma yöntemleri, kirlilik parametreleri ve kirlilik analizi parametreleri hakkında bilgi verilmiş ve atıksuda bulunan mikroorganizmalara değinilmiştir.

Ardından; aktif çamur süreci ve tez konusunu teşkil eden çok önemli mikroorganizmalardan bahsedilmiştir. Kabarma ve şişme problemlerinin nedenleri ve önlemleri hakkında bilgi verilmiştir.

Bulgular bölümünde tesis numunelerinin mikroskobik incelemeleri yapılmış, tespit edilen türler fotoğraflanarak; elde edilen sonuçlarla analiz sonuçları arasındaki ilişkiler kurulmuştur. Son kısımda da bu konuyla ilgili yapılabilecek araştırmalar ve alınabilecek önlemlerle ilgili öneriler sunulmuştur.

TEXTILE INDUSTRY MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT PLANT

SUMMARY

Key words: Aydın Örne Wastewater Treatment Plant, the bulking and bulging problems, filamentous microorganisms, activated sludge process.

In this master's thesis, the floc structure, the filamentous microorganisms and not filamentous microorganisms of the samples which is taken from Aydın Örne Wastewater Treatment Plant have been investigated. With the analysis results between water and sludge quality have been made a contact.

First; Some information have been given about the characteristics of the wastewater, the treatment methods and the pollution parameters and the pollution analysis parameters. The microorganisms in the wastewater have been referred.

Afterwards; the activated sludge process and the important microorganisms in the thesis subject have been discussed and some information about the reasons and precautions of the bulking problems have been given.

In the conclusion chapter, the samples of the treatment plants have been investigated by microscopically. The information have been given about the investigation methods and the stains methods which are applied and the photos of the types which are fixed and the flocs have been taken. With this results between the analysis results have been made a contact. Some information have been given about that will make about this topic and the precautions will take.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1 . Türkiye’de Tekstil Endüstrisi

Tekstil endüstrisi ülkemizdeki endüstri dallarının en önemlilerinden biri olduğundan, bu endüstride üretim ve atık su karakterizasyonu arasındaki ilişkileri doğru kurabilmek, tesis içi kontrol uygulamalarını sağlıklı belirleyebilmek çevre kirlenmesi kontrolüne önemli katkılar sağlayacaktır. Tekstil endüstrisi kullanılan hammadde ve kimyasal maddelerin, gerçekleştirilen işlemlerin, her işlem için uygulanan teknolojilerin çeşitliliği nedeniyle son derece değişken yapıya sahip bir endüstridir.

Türkiye son yirmi yıl içinde tekstil boyama ve apreleme endüstrisinde önemli bir büyüme gerçekleştirmiştir. Bu büyüme sonucunda, farklı boyalarla yardımcı kimyasalları içeren, kompleks yapılarından dolayı biyolojik ve fizikokimyasal arıtma prosesleri ile arıtılamayan atık sular ortaya çıkmıştır [1]. Boyama, diğer tekstil prosesleri olan hazırlama, yıkama ve aprelemeye nazaran oldukça fazla miktarda su ve kimyasal madde tüketen bir prosestir. Boyama işleminden gelen atık suların içerisinde önemli miktarda boya banyo kalıntıları ve fikse olmamış boyarmaddeler bulunmaktadır [2]. Boyama sırasında kullanılan birçok kimyasal madde, kalıcı ve biyolojik olarak ayrışmasının zor olması nedeniyle biyolojik ve fizikokimyasal (adsorpsiyon, koagülasyon ve çöktürme) arıtma proseslerine karşı dirençli olup bu tip arıtma yöntemleri ile giderilememektedir [3]. Ayrıca, eğer yeteri kadar arıtılamazlarsa, bu tür kimyasal maddeleri içeren atık sular sadece kentsel kanalizasyon sistemlerinin ya da ikincil arıtma ünitelerinin performansının inhiye olmasına neden olmakla kalmaz alıcı ortamdaki sucul yaşamın olumsuz yönde etkilenmesine ve estetik açıdan problemlerin oluşmasına neden olurlar. Sonuç olarak boyalı atık suların etkili ve uygun yöntemlerle arıtılması tekstil sektörü için önemli bir konu olup deşarj standartları ile ilgili olarak konulan kısıtlamalar da günden güne daha katı hale gelmektedir[4].

Tekstil atık suları genellikle yüksek pH ve renk içeriği, düşük biyolojik parçalanabilirlik gibi özellikleri ile kirli atık sular arasında yer almaktadır [5]. Tekstil ürünlerinin çeşitliliğindeki artış ve buna bağlı olarak yüksek değişkenlikte kimyasal özelliklere sahip birçok boyarmaddenin kullanılması, bu sektörün atık sularının arıtılmasını daha zor hale getirmektedir [6].

Tekstil, deri ve boya endüstrisi gibi farklı endüstrilerden kaynaklanan atık sular potansiyel kanserojen olarak bilinen tehlikeli ve toksik bileşikleri içermektedirler. Hacmi ve kompozisyonu göz önüne alındığında tekstil endüstrisinden kaynaklanan atık sular diğer endüstriyel sektörlere oranla daha fazla kirletici özelliğe sahiptir [7].

Ülkemizde tekstil endüstrisi atık suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleriyle ilgili birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen, literatürde tekstil endüstrisi biyolojik arıtma tesisi aktif çamurunun mikrobiyolojik karakterizasyonuna ait çok fazla çalışmaya rastlanmamaktadır.

Buradan yola çıkılarak yapılan çalışmada; tekstil endüstrisi biyolojik atıksu arıtma tesisi aktif çamurunda protozoa-metazoa ve filamentli bakteri çeşitliliği incelenmiş, atıksuyun karakteri ile mikroorganizma kompozisyonu arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2. AKTİF ÇAMUR SİSTEMLERİ

2.1. Endüstriyel Atıksular

Endüstriyel atıksu diğerk bir ifadeyle de; evsel atıksu dışında kalan endüstrilerin, imalathanelerin, küçük ticari işletmelerin ve küçük sanayi sitelerininin her türlü üretim, işlem ve prosesinden kaynaklanan sulardır [8].

2.2. Atıksu Kirlilik Ölçüm Parametreleri

Atıksudaki “ Organik Kirlenmeyi” ölçen en önemli parametreler:

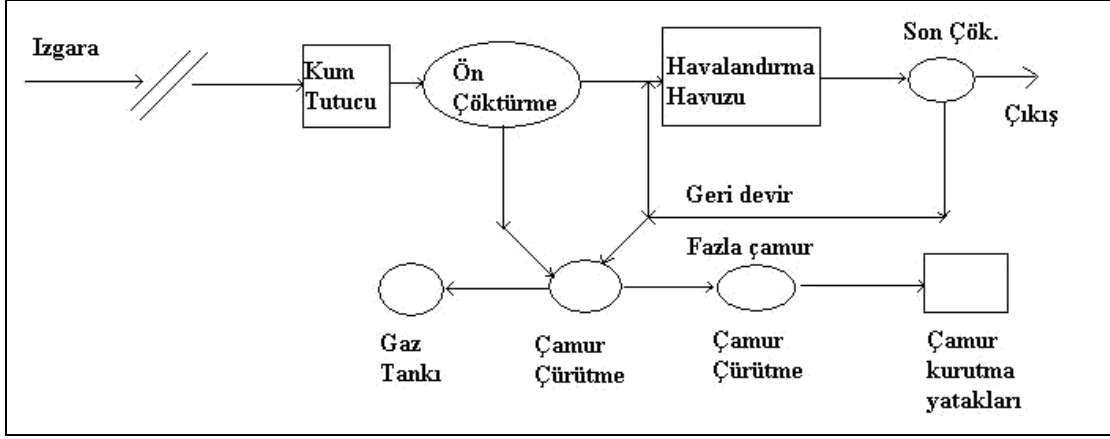
- Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ)
- Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)
- Toplam Organik Karbon (TOK)
- Toplam Oksijen İhtiyacı (TOİ)
- Azot Oksijen İhtiyacı (NOİ)

2.3. Aktif Çamur Sistemi

Aktif çamur sistemi; dengeleme, havalandırma, çöktürme ve dezenfeksiyon ünitelerinden oluşmaktadır. Aktif çamur tekniğine göre çalışan sistemler, uygulamada en çok kullanılan sistemlerdir. Aktif çamur koloidal çözünmüş maddelerin mikroorganizmalar ile çökebilir, biyolojik floklara dönüştürüldüğü prosestir ve bu proseste havalandırma havuzu içindeki mikroorganizmaların tutulması esastır. Biyolojik arıtma ünitesi havalandırma sonucu, organik maddelerin askıda büyüyen mikroorganizmalar tarafından parçalanması prensibiyle çalışır. Askıda büyüyen mikroorganizmalar suyun içerisinde bulunan organik maddeleri parçalayarak H₂O ve CO₂'ye çevirirler. Mikroorganizmaların organik maddeleri

oksitlemesi sonucu organik maddeler ya okside olur ya da biyokütleyle dönüşür. Havalandırma havuzundan gereken arıtma veriminin sağlanması amacıyla havuz içerisinde faaliyet gösteren mikroorganizma sayısını (MLSS) sabit bir değerde tutmak gerekmektedir. Bu nedenle biyokütlenin bir kısmı çöktürme kademesinde fazla çamur olarak sistemden atılırken diğer kısmı havalandırma bölümüne geri devrettirilir. Aktif çamur sistemlerinde bakteriler en önemli mikroorganizmalardır. Çünkü organik maddelerin parçalanmasından sorumludurlar. Aktif çamur sistemlerinin dizaynında çeşitli parametreler kullanılır. Bu parametrelerden bazıları çamur yükü, çamur yaşı ve bekletme süresidir .

Aktif çamur prosesinde de amaç damlatmalı filtrelerde olduğu gibi atık suyun içinde bulunan organik maddeleri, karbondioksit, su ve yeni bakterilere dönüştürmek olmasına rağmen, bu amacın gerçekleştirilmesi için kullanılan yöntem oldukça farklıdır. Klasik bir aktif çamur tesisinin akım şeması Şekil 2.1’de gösterilmiştir. Bu proseste, aktif çamur tankına giren atıksu havalandırılmakta ve bu şartlar altında organik kirleticiler aerobik bakteriler tarafından parçalanmaktadır. Bu prosesin sonucunda oluşan yeni bakteriler havalandırma tankını takip eden çöktürme tankında çöktürülmekte ve bunun bir kısmı tekrar havalandırma tankına geri gönderilmektedir. Çöktürülen çamurun bir kısmının havalandırma tankına geri gönderilmesinin amacı tanka belirli bir mikroorganizma konsantrasyonunu muhafaza etmektedir. Bu sistemde konvansiyonel aktif çamur prosesinde havalandırma tankındaki bekletme süresi 2–4 saat civarındadır. Uzatmalı havalandırmalı aktif çamur modifikasyonunda ise bu süre 18–32 saat civarında olmaktadır. Aktif çamur prosesinin değişik safhalarında birbirleri ile olan ilişkileri görülebilirse bütün sistem daha iyi bir şekilde anlaşılabilir [8].



Şekil 2.1. Klasik bir aktif çamur tesisinin şeması [6]

Aktif çamur arıtım sistemi; (1) mikrobik bir süspansiyonun atıksu içerisinde havalandırılması; (2) havalandırmayı izleyen katı – sıvı ayrımı işlemi; (3) arıtılmış suyun uzaklaştırılmasını; (4) çamur fazlasının sistemden uzaklaştırılarak geri kalanların havalandırma tankına geri döndürülmesi safhalarını kapsamaktadır. Aktif çamur sisteminin başarısı, bu dört safhanın esasları anlayarak uygulanmasının yapılmasına bağlıdır [8].

2.4. Aktif Çamurun Tanımı

Aktif çamur organik ve inorganik maddeler içeren atıksu ile hem canlı hem de ölü organizmaların karışımıdır. İçinde çok değişik türde mikroorganizmalar bulunmaktadır. Organik madde cinsine, konsantrasyonuna ve diğer çevre faktörlerine (pH, sıcaklık, oksijen konsantrasyonu, toksik madde v.s.) bağlı olarak aktif çamur içindeki madde türleri değişmektedir. Aktif çamur içinde bakteri, fungus (mantar), protozoa, rotifer gibi türler çok yaygın olarak bulunan belli başlı mikroorganizmalardır.

2.4.1. Aktif çamurun özellikleri

Aktif çamur prosesi yaşayan bir biyolojik procestir. Aktif çamur, karışık kültür olarak isimlendirilen birçok farklı türdeki mikroorganizmalardan oluşmaktadır. Saf kültür ise; aynı türden birçok mikroorganizma içermektedir. Sadece havalandırma havuzunda hangi tür mikroorganizmaların yaşadığını bilmemiz yeterli değildir. Aynı

zamanda mikroorganizmaların onlar için hazırlanan böyle bir ortamda nasıl yaşadıklarını bilmemiz gerekir. Mikroorganizma hakkında ne kadar çok bilgi sahibi olunursa, mikroorganizmalar o derece iyi kontrol altına alınmış olur. Aktif çamur prosesine dayalı biyolojik arıtmalarda yetişen mikroorganizmalar tipik olarak % 95 bakteri ve %5 ise yüksek mertebeli canlılardan meydana gelir (Protozoa, Rotifer v.b.) [8].

2.4.1.1. Protozoa ve Metazoalar

Protozoalar, ayrıca bunun yanında metazoalar da hemen hemen her zaman aktif çamur içinde var olmaktadır. Bazı türler floklara bitişik büyümekte; diğerleri su ile floklar arasında serbest olarak bulunmaktadır. Bu organizmalar bakterilerden (daha) geniştirler, uzunlukları 10 ile 10,000 μm arasında değişmektedir. Ek olarak; ayrıca karakteristik şekle sahiptirler. Karakteristiklerinin kombinasyonunun miktarı; bir mikroskopik lam üzerinde çok dikkat çekicidir [9].

Tablo 2.1. Aktif çamurdaki mikroorganizmaların büyüklük düzeni [9]

Grup	Hücre uzunluğu (μm)	Yorumlar
Bakteriler	1 - 5	Nadiren koloniler veya filamentliler
Protozoa		
- flagellatlar	10 – 30	Nadiren koloniler
- amoeba	30 – 400	
- testate amoeba	30 – 200	
- heliozoa	40 – 200	
- siliatlar	25 – 400	Nadiren koloniler
Metazoa		
- rotiferler	100 – 500	
- nematodlar	500 – 3000	
- tardigradeler	200 – 1200	
- solucanlar	3000 – 10000	

Birçok protozoa ve metazoa temel olarak; sıvı içinde serbesttir ve flokların ağzlarında bulunan bakteriyel hücrelerle beslenmektedirler. Buna göre; floklara bağlı olarak şekillenmeyen bakteriyel hücrelerin yerine geçmektedirler. Serbest bakteriyel hücreler son arıtmada çökeltmeyle atıksudan ayrılamayabilmektedirler.

Protozoalar uygun COD reaksiyonunu yakalamak ve temiz bir akış için zorunludurlar.

Bunun yanında, protozoa / metazoa çamur floklarının oluşumuna neden olmaktadır (→çamur üretim reaksiyonu) veya diğer protozoaların var olmasına neden olmaktadır [9].

Türlerin varlığı arıtma tesisindeki proses şartları ile alakalıdır. Popülasyonun kompozisyonunu belirleme mikroskobik çamur araştırmasının önemli bir görüşüdür.

Aktif çamur içinde 200'den fazla farklı tür gözlenmektedir. Bu organizmaların teşhisi çok kolay değildir ve özel bilgi gerektirmektedir. Tüm türleri belirleme ve prosesi izleme, ayırt etme için yeterli değildir, öncelikle çok önemli ana gruplar belirlenmelidir [9].

Protozoalar:

Bakteriler gibi protozoalar da tek hücreli organizmalardır. Çamur yükü seviyesi aşırı derecede yüksek olmadıkça; genellikle her aktif çamurda mevcuttur. Popülasyonları, daima bakterilerden çok daha küçüktür. Protozoa biyokütlesinin arıtma tesisi içeriğindeki varlığı çoğunlukla toplam biyokütlenin küçük bir yüzdesidir [10].

Protozolar 5 ana gruba ayrılmaktadır:

- Siliatlar
- Filagellatlar
- Amoeba
- Testate amoeba
- Helizoa

Metazoa:

Bakteri ve protozoalarla karşılaştırıldığında, metazoalar çok hücreli mikroorganizmalardır; bunun anlamı şudur metazoalar ‘çok yüksek’ organizmalardır. Farklı türlerin boyutları 100 µm’den bazen 1 – 2 cm’e kadar değişebilmektedir. Aşağıdaki metazoa grupları aktif çamur içinde bulunabilmektedirler:

- Rotiferler
- Nematodlar
- Solucanlar
- Tardigradeler

İstisnai durumlar haricinde; metazoalar aktif çamur arıtma tesislerinde yardımcı bir rol oynamaktadırlar. Genellikle 0.15 kg BOİ / kg MLSS.gün’den daha düşük çamur yükü seviyelerinde gözlenmektedirler. Metazoların numaralarını kaydetmek için, 0 (yok)’dan 3’e (mikroorganizmaların miktarı / lam) kadar değişmekte olan bir skala kullanılmaktadır [10].

2.4.2. Aktif çamur sisteminde kabarma ve köpürme

Çamur kabarması biyolojik arıtma sistemini etkileyen en büyük problemlerden biridir. Aktif çamurdaki katı ayrıştırma problemlerinin birçok tipi vardır:

Dağınık büyüme: İyi işlenmiş aktif çamur içindeki bakteriler; genellikle protozoalar tarafından tüketilen floklar ile benzememektedir. Onların yüksek miktarlardaki dağınık hücreler olarak varlıkları bulanık bir akış içinde sonuçlanmaktadır [11].

Filamentli olmayan kabarma: Bu olgu bazen “zoogelal kabarma” olarak adlandırılır ve exopolisakkaritlerin aşırı ürünleri tarafından meydana getirilirler. Aktif çamurda bakteriler ile birlikte bulunmaktadırlar. Bu sonuçlar çökelme ve yoğunlaşmayı azaltmaktadır. Kabarmanın bu tipi nadir görülür ve klorlama ile giderilebilir.

Noktasal floklar: Noktasal floklar çok küçük parçalar içindeki çamur floklarının bozulması nedeniyle meydana gelmektedir, bu durum aktif çamur akışı içinde gerçekleşebilmektedir. Bazı gözlemciler göre; filamentli bakteriler aktif çamur floklarının temelini oluşturmaktadır ve onların düşük miktardaki varlıkları bile floklara neden olabilmektedir. Aktif çamur yapısını yok edebilir, az miktarda çökelmeye neden olabilir ve bulanık akışa sebebiyet verebilirler [11].

Çamur yükselmesi: Çamur yükselmesi aşırı denitrifikasyonun sonucudur, bu çökme tankı içindeki anoksik şartlardan kaynaklanmaktadır. Çamur partikülleri nitrojen baloncuklarını artırmakta ve arıtmanın yüzeyine çamur battaniyesi gibi bir şekil vererek dikkat çekmektedirler. Final sonucu; yükselen BOI_5 ile meydana gelen bulanık bir akıntıdır.

Filamentli kabarma: Kabarma bir problemdir, bu problem yavaş çökme meydana getirir ve aktif çamur sisteminin arıtımında katıların yoğunlaşmasını zayıflatır. Filamentli kabarmaya genellikle filamentli mikroorganizmaların aşırı büyümesi neden olmaktadır.

Köpürme / köpük oluşumu: Köpük oluşumu problemi *Nocardia* ve *Microthrix*' in aktif çamur ünitelerinin havalandırma tankları içinde çoğalmasına bağlıdır [11].

2.4.2.1. Çamur kabarması

Kabarma, dikkat edilmesi gereken önemli bir parametredir. Bu terim, çok düşük çökme hızını ve sınırlı bir derecede sıkışmayı gösterir. Sıvı, katılardan genellikle temiz, berrak bir şekilde ayrılır ancak genellikle ikinci çöktürmede katılardan tamamen giderilmesi için yeterli zaman yoktur. Çöktürmedeki çamur tabakası daha diptedir ve yüzeye yükselir, savaklara gelir ve çığıştan deşarj edilir.

Düşük pH, düşük $Ç.O.$ ve düşük azot konsantrasyonları, kabarmayla ilişkilidir. Mikroorganizmaların yüksek beslenme hızları (düşük çamur yaşları), tekrarlanan kabarmanın en büyük sebebidir. Hızlı büyüyen organizmalar örtü şeklinde yayılırlar ancak büyüme hızları düşmedikçe yumak veya bir flok kütlesi oluşturmazlar. Çamur

yoğunluğunu yükseltmek için, flokülasyonsuz, mikroorganizma besleme yükü oranını düşürmek için (veya çamur yaşını yükseltmek) yeterli düşük yoğunluklu çamuru alıkoymak zordur. Yağmur, çamur yoğunluğunu yükseltmek için yeterli çamuru sağlayabilir. Hatta sonundaki düşük yükler yardımcı olabilir. Bazı ön havalandırmalara yapılmış çürümüş çamur ilavesi, kabarmanın azalmasına yardım eder. Bazı polielektrolit flokülantları, aktif çamur kabarması kontrolünde oldukça etkilidir. Çamur, flok oluşması için yeterli olarak havalandırılmışsa havalandırma tankının yükü azaltılarak kabarma düşürülebilir. Kil veya bentonit ilavesi kabarma kontrolünde kullanılabilir [12].

Birçok kabarma kontrol prosedürlerinin ana objektifi, çamur yaşını yükseltmek veya havalandırma havuzundaki birim UAKM başına birim günde ilave edilen atık yük oranını düşürmektir. Havalandırma altında katı maddeleri tutmak için güzel metotlardan bazıları alüminyum sülfat veya ferik klorid ilavesidir. Aynı zamanda ferik sülfat, alkalinitenin 50-100 mg CaCO₃/L 'nin altına düşmesini önlemek için kireç ilavesiyle birlikte bir flokülant olarak kullanılabilir. Uygun bir polielektrolit, diğer kimyasallardan daha pahalı olabilir ancak alkaliniteyi yükseltmek için alkali ilavesi gerektirmeyebilir.

Klorlama etkili bir uygulama değildir çünkü klor atıkları arıtmada ihtiyaç duyulan organizmaları inaktif hale getirir. Klor uygulamasından sonraki birkaç gün için çıkış bulanıklığı yükselebilir. Kabarmanın sebebi tanımlanıp, daimi olarak düzeltilmedikçe, muhtemelen tekrarlanır [12].

Kabarma meydana geldiğinde, mutlaka çamur yaşı veya yükleme oranı ile ilişkilendirilecektir. Problemin sebebini bulmak için tesis kayıtlarına göz atılmalıdır. Sebebini tanımlamak, var olan kabarma olayının çaresi olmayabilir ancak önemli bir fikir verebilir ve aynı şartlarda tekrar meydana gelmesini önlemek için ölçümler yapılmalıdır. Çamur kabarması meydana gelmesini önlemek için, aşağıdaki maddeler aktif çamur tesisinde dikkatli bir şekilde incelenmelidir:

- Uygun Çamur Yaşı: Tesis kayıtları dikkatli bir şekilde incelenmeli ve en iyi çıkış kalitesini veren bir çamur yaşı belirlenmelidir. Giriş katı yüklemeleri izlenmeli,

havalandırma havuzunda istenilen katıların seviyesi temin edilmeli ve atık çamur hızları dikkatli bir şekilde düzenlenmelidir.

- Düşük Ç.O: Gelişme süresinde düşük Ç.O. seviyeleri önlenmelidir. Karışmış sıvı Ç.O. testleri çabuk ve basit olmalıdır. Yeterli oksijen kapasitesi mevcutsa ve atığın ham kısmı aşırı oksijen ihtiyacı gerektirmedikçe, normal şartlar altında düşük Ç.O. konsantrasyonları geçerli bir mazeret değildir.

- Kısa Havalandırma Periyodu: Operatör geri devir çamurunun büyük bir hacimde geri devrettirmeyi alışkanlık yapmamışsa, genellikle bir dizayn problemi olan havalandırma periyodunun çok kısa olması kabarmaya sebep olur. Bu problemi düzeltmek için geri devir çamur hızını azaltmak ve eğer gerekliyse koagulasyonla geri devir çamur katıları yoğunlaştırılmalıdır. Bu yolla havalandırma havuzu girişinde yeni atıkla buluşacak, yine aynı sayıda organizma geri devrettirilecektir ancak toplam debi, havalandırma havuzu ve çöktürme boyunca belirgin şekilde azalır.

- Filament Büyümesi: Filamentli organizmaların büyümesine, düzeltilmemiş çamur yaşı veya karbon, fosfat ve azotun çokluğu veya yokluğu gibi nütrijental farklılıklar sebep olabilir. Eğer filamentlerin büyümesine izin verilirse bu iyi bir şekilde belirlenmelidir. Yoksa onlar, çözülmesi zor bir problem meydana getirebilirler [12].

Filamentli kabarma:

Kabarma aktif çamurdaki filamentli bakterilerin aşırı büyümesine bağlı olarak gerçekleşmektedir. Filamentli mikroorganizmalar aktif çamur mikro florasının normal bileşenleridir. Bunların aşırı büyümesi aşağıdaki bir veya birkaç faktörün kombinasyonuna bağlı olabilmektedir:

- Atık kompozisyonu: Yüksek karbonhidratlı atıklar (bira fabrikaları ve ıslak tahılların değirmencilik ile işlendiği endüstriler) çamur kabarmasına neden olarak görülmektedir. Karbonhidratlar; glikoz, maltoz ve laktoz bileşikleridir fakat glaktoz filamentli bakteri gelişimine yardım etmemektedir [13].

Bazı filamentliler (*S. natans*, *Thiothrix* sp., Tip 021N) organik substratların biyodegradasyon ile kolayca görülmesine yardım etmektedirler, ancak diğerleri (*M. Parvicella*, Tip 0041) biyodegradasyon substratlarını yavaş kullanabilmektedirler [14].

- Substrat konsantrasyonu: Bu filamentli kabarmannın çok önemli ve yaygın sebeplerinden biridir. Filamentli organizmalar yavaş yetişen organizmalardır ve flok yapıcılardan daha düşük yarı – doyumluk sabiti K_s ve μ_{max} ' a sahiptirler. Tip 021N (bir filamentli bakteri) ve *Zooglea ramigera* (tipik bir flok yapıcı bakteri) arasındaki etkileşimin bir çalışması göstermiştir ki; düşük substrat konsantrasyonu altında (düşük F/M oranı) Tip 021N; onun substrat (K_s) ve düşük bozulma oranına göre yüksek benzerlik göstererek *Z. Ramigera*'yı geçmektedir. Tam tersi şekilde; yüksek substrat konsantrasyonu altında *Z. Ramigera* filamentli bakterileri geçmektedir [13]. Bunun nedeni onun sahip olduğu yüksek maksimum büyüme oranıdır. Böylece düşük substrat konsantrasyonlarında filamentli mikroorganizmalar flok yapıcılardan daha yüksek bir substrat giderme oranına sahiptir (Şekil 2.2), yüksek substrat konsantrasyonlarında yenilmektedirler [14].

- Çamur yükü ve çamur yaşı: Bu iki parametre aşağıdaki formülle ilişkilidir [13]:

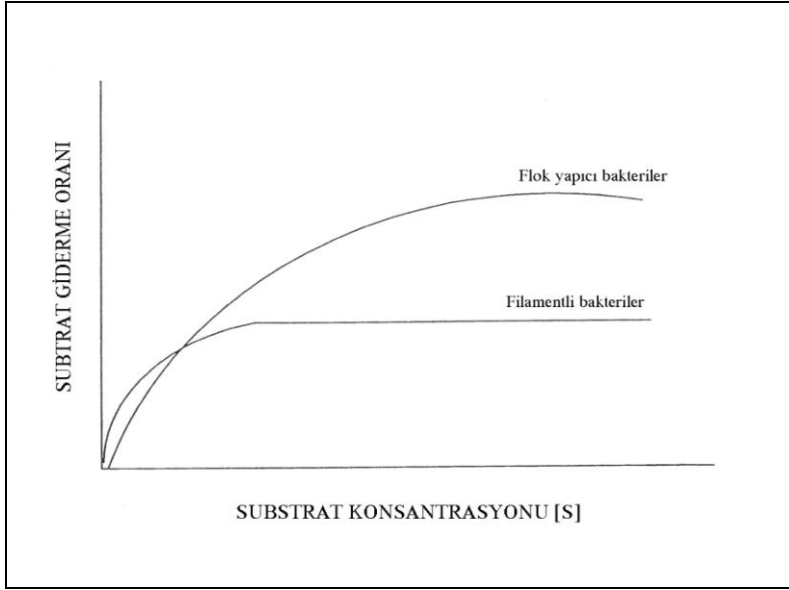
$$1 / \theta = Y * B - k_d$$

θ = Çamur yaşı

Y = Yield sabiti

B = Çamur yükü

k_d = Toplam biyokütlenin bozulma oranı



Şekil 2.2. Filamentli bakterilerin ve flok yapıcıların substrat giderimi [13]

Bu ilişki reaktörün tamamen karışmasına bağlıdır. Tamamen karışmış sistemlerde çamur yükünün yükselmesi SVI' nin azalmasına önder olmaktadır ve böylece filamentli mikroorganizmalarda da bir azalma olmaktadır. Yüksek B değerlerinde (düşük çamur yaşı değerleri), filamentli mikroorganizmalar yıkanıp gider ve bu zayıf kaliteli akışlara örnektir. "Plug - Flow" numunesinde, flok yapıcı bakteriler yaklaşık olarak $0.3 \text{ g g}^{-1} \text{ gün}^{-1}$ (BOI_5 gibi) optimum B değerlerinde predominanttır. B' nin yükselmesi SVI için de bir yükselmeye liderlik etmektedir. Dolayısıyla; B değerlerinde filamentli mikroorganizmalar tamamen karışmış sistemlerden arınıp gitmektedirler [13].

Bazı filamentli organizmalar (*Thiothrix*, Tip 1701, *S. natans*) hariç diğerleri yalnızca düşük (Tip 1863) veya yüksek (*M. parvicella*, Tip 0092) değerler arasındayken; çamur yaşı (MCRT' nin veya hücrelerin yenilenmesi) değerlerinin geniş aralıkları üzerinde bulunmuştur [14].

- pH: Havalandırma tankındaki optimum pH 7 – 7.5 tur. pH değerleri 6' nin altındayken bu durum fungi (*Geotrichum*, *Condida*, *Trichoderma*) gelişimine yardımcı olabilmekte ve filamentli kabarmaya neden olabilmektedir [15].

Laboratuardaki aktif çamur ünitelerinde, kabarmaya pH = 4.0 ve pH = 5.0 da 30 günden sonra gözlenen, funginin etkili gelişimi neden olmaktadır [15].

- Sülfit konsantrasyonu: Havalandırma tankındaki yüksek sülfit konsantrasyonları Thiothrix, Beggiatoa ve Tip 021N gibi filamentli sülfür bakterilerinin aşırı gelişimine neden olmaktadır. Bu mikroorganizmalar sülfiti enerji kaynağı olarak kullanmaktadırlar ve bunu elemental sülfür olarak okside ederler, bunlar sülfür granülleri olarak depolamaktadırlar. Beggiatoa gelişimi çoğunlukla birleşik – film bioreaktörlerde gözlenmektedirler [14].

- Çözünmüş oksijen seviyesi: Filamentli bakterilerin gelişimi (Sphaerotilus natans, Tip 1701, Haliscomenobakter hydrosis) havalandırma tankındaki düşük çözünmüş oksijen seviyeleri ile desteklenmektedir [16].

Havalandırma tankları Sphaerotilus natans adındaki spesifik filamentli mikroorganizmaların predominantlığını önlemek için 2 mg O₂ / L' lik minimum bir seviye ile işletilmelidir [13].

Sphaerotilus natans ve onun etkilediği flok yapıcı bakterinin (Citrobakter sp.) yetiştirme kinetikleri laboratuvar şartları altında devam eden bakteri kültürü teknikleri kullanılarak çalışılmıştır. Bu göstermiştir ki; çözünmüş oksijenlerini düşük bir seviyesi aktif çamur içindeki filamentli bakterilerin poliferasyonuna katkıda bulunmak için büyük bir faktördür. Sphaerotilus; flok yapıcı bakterilerden (K_{DO}=0.15 mg / L) daha düşük bir K_{DO}' ya (K_{DO}=0.01 mg / L) sahiptir ve böylece düşük DO' da karışmış bir sıvı içinde gelişebilmektedir.

Oksijen seviyesi ile filament arasında ilişki yoktur. Bu durum dominant filamentli bakteriler Microthrix parvicella veya Tip 0041' de görülmüştür [17].

- Nutrient gereksinimi: Nitrojen, fosfor, demir veya iz elementlerin eksikliği kabarmaya neden olabilmektedir. Bu faktör çok fazla dikkat çekmemektedir. S. natans, Thiothrix ve Tip 021N' nin büyümesi nitrojen ve fosfor gereksinimiyle ortaya çıkabilmektedir. Bu durumda C / M / P oranınının 100 / 5 / 1 olması gerektiği önerilmiştir.

Ayrıca demir ve iz elementlerin yokluğunda kabarmaya neden olabilmektedir. Çamur kabarması için tamamlanmış bir hipotez geliştirilmiştir. Bu hipoteze bağlı olarak aktif çamur “model” mikroorganizmaların 3 kategorisinden oluşmaktadır: (1) hızlı – büyüyen “zooglear” tipte mikroorganizmalar; (2) yüksek substrat benzerliği ile (düşük K_s) yavaş – büyüyen mikroorganizmalar ve (3) yüksek çözünmüş oksijen ile hızlı – büyüyen mikroorganizmalar (düşük K_{DO}).

Yüksek substrat konsantrasyonlarında; kategori (1) yeterli çözünmüş oksijen varlığına yardımcı olmaktadır. Kritik bir konsantrasyon S altında düşük substrat konsantrasyonları kategori (2)’ nin poliferasyonuna yardımcı olur. Kategori (3) düşük DO şartları altında etkili olmaktadır.

2.4.2.2. Köpük oluşumu (Köpükleme), (Foaming/Frothing)

Havalandırma havuzu köpüklenmesi, bazı tesisler için bir problem oluşturur. Köpüklenmenin; deterjanlar, polisakkaritler ve aşırı havalandırmalar gibi sebeplerden meydana geldiği üzerine bazı teoriler vardır. Ne sebeple olursa olsun köpüklenme, MLSS miktarı ve havalandırma miktarı arasında açık bir ilişki vardır [12].

Kontrol için:

- Daha yüksek MLSS konsantrasyonlarında çalışmak,
- Düşük debi periyotları boyunca hava teminini azaltmak,
- Düşük debiler boyunca havalandırma tankına süpernatant geri devrettirmek.

Bu çözümler sadece deterjan köpüğü için uygulanır. Bazı uzun havalandırma sistemlerinde veya nitrifikasyon sistemlerinde köpüklenme oluşursa bazı zamanlar bu durum daha yüksek çamur arıtım hızları tarafından kontrol edilir. Birçok tesis, köpüklenmeyi gidermek için havalandırma havuzu boyunca su spreyleri yerleştirmektedir. Eğer MLSS’nin azalmasına izin verilirse düşük su spreyleri köpüklenmeyi gidermek için yeterli olmayacaktır. Bu meydana geldiğinde 2 problem ortaya çıkar. Bakım ve güvenlik şu şekilde gerçekleşir:

Bir havalandırma havuzunda oluşan köpüklenme, çok küçük zerreciklerin yağlanmasına sebep olur ayrıca Y duvarları ve yüzeylerinde biriken kaygan olan bu yağ depozitleri yürümeyi zorlaştırır. Bundan başka operatör, önceden köpükle kaplanmış yerlerde yürüyemez [12].

Bu depozit sadece güvenli değil aynı zamanda da çirkin görüntü verir ve hemen temizlenmelidir. Sudaki bu tip depozitleri gidermenin en iyi yolu trisodyum fosfat (TSP) ve hazır sert kıllı bir fırçayla süpmektir. Islak alana granül TSP hafifçe serpilir ve daha sonra alana yayılmış TSP ve çözülmüş yağ süpürülür. Böylece ıslak alan temizlenmiş olur. Bu işlem beş dakikada yapılır ve sulama kesilir [12].

BÖLÜM 3. TEKSTİL ENDÜSTRİSİ

3.1. Tekstil Endüstrisinin Tanımı

Tekstil, doğal ve yapay liflerin önce eğrilerek düzgün ve kesintisiz bir ipliğe sonra dokunarak kumaş, bez, halı ...vb. ürünlere dönüştürülmesini kapsayan işlemler dizisidir. Çok eski çağlarda bir el sanatı olarak doğan, sonradan iplik eğirme ve dokuma makinelerinin yapılması ile önemli bir sanayi dalına dönüşen tekstilin hammaddesi doğal ve yapay liflerdir.

Doğal lifler elde edildikleri doğal kaynaklara göre üç kategoride incelenir:

- Bitkisel Lifler : Pamuk , keten, jüt, kenevir
- Hayvansal Lifler : Yün, ipek, tiftik
- Mineral Lifler : Asbest (amyant)

Asbest veya diğer adıyla amyant, 2-5 cm uzunluğunda ipek gibi parlak ve yumuşak lifler halinde dizilebilen tek mineraldir. İplik gibi eğrilip dokunabilen veya örülebilen bu lifler çok yüksek sıcaklıklarda bile erimediğinden itfaiyeci elbisesi , fırın eldivenleri gibi ısıya dayanıklı malzemelerin yapımında kullanılır.

Bunun yanında ; bilinen doğal liflerin niteliğini ve üretimini artırmak için çeşitli kimyasal maddelerle üretilen naylon, orlon, terilen gibi ticari marka adlarıyla tanınan ve bugün yüzlerce çeşidi üretilmiş olan sentetik lifler de vardır.

Sentetik liflere bir örnek de selülozun asetik asit ile oluşturduğu selüloz asetat çözeltisinin sıcak hava içine püskürtülmesiyle oluşan asetat ipliği lifleridir.

Sentetik lifler günümüzde tekstilin hammaddesi olarak oldukça rağbet görmüşlerdir. Tekstil endüstrisi kategorisi , tıbbi ve fabrikasyon elyafları kullanılarak kumaş ...vb. ürünleri üreten tesisleri kapsar. Fabrikasyon elyafları üretimi ve giyim sanayii bu kategori dışındadır.

Ülkemizde ve Dünya'da tekstil endüstrisi, liflerin kullanım şartlarına ve özelliklerine göre 3 dala ayrılır:

- Pamuklu Tekstil Endüstrisi
- Yünlü Tekstil Endüstrisi
- Sentetik Tekstil Endüstrisi

3.2. Tekstil Endüstrisi Genel Prosesleri

Tekstil endüstrisinde üretimde yer alan proses ve işlemler, işlenen elyafa bağlı olmaksızın tanım olarak birbirine benzerler. Endüstride uygulanan ana işlemler, haşillama, haşıl sökme, ağartma, merserize etme, boyama, apreleme olmak üzere gruplanabilirler [18].

Tekstil endüstrisinde işlenen genel elyaf çeşitleri ise pamuklu, yünlü ve sentetik elyaflardır. Kullanılan elyafın özelliğine bağlı olarak bazı farklı üretim işlemlerine de rastlanmaktadır; örneğin, yünlü ürünlere uygulanan karbonizasyon işlemi pamuklu ürünlerde merserizasyon adını alır yada pamuk ve sentetik elyaflarda başlangıçta yıkamayı gerektirecek bir kirlilik bulunmamasına karşılık, yün elyafların çok kirli olmasından dolayı elyafın iplik haline getirilebilmesi için önceden yıkama işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Yünlü dokuma endüstrisini kirleticilik bakımından diğer tekstil guruplarından ayıran en önemli fark bu yıkama işlemidir [18].

3.2.1. Haşillama

İnce kumaşların dokunması esnasında çok ince iplik kullanılır. Fakat bu incelikteki iplik, dokuma sırasında maruz kalacağı gerilimlerin etkisiyle kopar. Bu tür

durumlarda, nişasta ve dekstrin gibi maddeler kullanılarak kumaş geçici olarak sağlamlaştırılır. Bu işleme haşılama denir [19].

Haşıl maddesi, dokuma sırasında meydana gelebilecek aşınma ve kopmaları önlemek için çözgü ipliklerine uygulanır. Böylece çeşitli mekanik zorlamalarla karşı karşıya kalan lifler birbirine daha iyi yapışarak, daha kapalı, daha sağlam bir hale gelir ve kayganlıklarının artması sağlanarak dokumada performans artırılır.

3.2.2. Yıkama ve haşıl giderme

Boyama ve apreleme kumaş hazırlamak için, haşılama operasyonundan gelen haşıl maddelerinin giderilmesi gerekir. Bu işlem, tekstil atıksularında toplam kirlilik yükünün yaklaşık %50'sini oluşturur. Boyama ve apreleme için temiz kumaş hazırlamak amacıyla sodyum hidroksit, klor, silikatlar, sodyum bisülfid ve deterjanlar, nişastanın hidrolizi için asitler ve enzimler kullanılır. Uygulanan elyafın cinsine göre; kullanılacak kimyasal, suyun sıcaklığı ve temas süreleri değişir. Yıkama toplam atık yükünün %30 artmasına sebep olur. Boyama proseslerinden önce haşıl maddelerinin giderilmesi önemlidir. Aksi halde haşıl maddeleri boyanın elyafa nüfus etmesini engeller veya boyanın rengini değiştirir [19].

3.2.3. Ağartma

Haşıl sökme ve yıkama ile giderilemeyen renk verici maddeleri gidermek için ağartma prosesi uygulanır. Doğal renklendiricileri gidermek için bu aşamada hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit, sodyum klorür ve SO₂ gazı gibi maddeler kullanılır. Bunlardan hidrojen peroksit özellikle pamuklu kumaşların ağartılmasında kullanılır. Peroksit su ve oksijene bozunur ve çözünmemiş katı parçalar yada gözlenebilen artıklar bırakır. Peroksit ilavesi atık akımında oksijen miktarını artırır [19].

Merserizasyon işleminin asıl amacı pamuk elyafının parlaklığını düzenlemektir. Merserizasyon sonucu, pamuklu lifleri daha pürüzsüz bir görünüm kazanır. Doğal pamuklu elyaftan %20 daha kuvvetli bir hal alır ve boyamada affinitesi artar.

Pamuklu dokumaların arıtılması NaOH çözeltisi ile yapılmaktadır. Bu uygulama, daha çok dokumanın boyanabilmesi ve absorblama karakterini düzeltebilmek içindir. Merserizasyondan çıkan atıksular yüksek alkalinite ihtiva eder [19].

3.2.5. Boyama

Boyama işlemi bir çok yolla ve yeni boyalar, yardımcı kimyasallar eklenerek yapılır. Kirlilik yükünün %20 - %40 ' mı oluşturmasına karşılık yüksek derecede renklilik ve çok miktarda atık oluşturur [19].

3.2.6. Apreleme

Fiziksel ve kimyasal özellikleri değişen "kumaşın işlenmesi apreleme olarak adlandırılır. Apreleme işlemi ile görünüş, yumuşaklık, sağlamlık, pürüzsüzlük ve parlaklık gibi özelliklerin daha iyi olması sağlanır. Kullanılan maddeler; nişasta (kola) ve dekstrin kolası, doğal ve sentetik balmumu, sentetik reçineler, amonyum ve çinko klorit, yumuşatıcı maddeler ve çeşitli özel kimyasallar içerir. Bu kimyasalların kullanımı ile aşınma kalitesi düzelir, su geçirmeme, yanmama ve küflenmeme gibi özellikler sağlanır [19].

3.3. Tekstil Endüstrisinin Sınıflandırılması

3.3.1. Yünlü tekstil endüstrisi

Yünlü kumaş üretiminde hammadde, koyun yünüdür. Ancak koyun yününe çoğunlukla viskoz ipeği veya sentetik lif katılarak karışım iplikler hazırlanır. Endüstride kullanılan yünün özelliği, hayvanın cinsi, yaşı, sıhhati ve yaşadığı yerin iklim şartlarına göre değişir. Hayvan üzerindeki yün, incelik - kalınlık, uzunluk - kısalık, elastikiyet ve mukavemet açısından farklılık gösterir. Yün mikroskopta incelendiğinde üç kısım göze çarpar: En dışta pullu bir tabaka, ortada nesiç ve en dışta ilik bulunur. Yün elyafı 15-50 mikron kalınlığında ve 5 - 30 cm uzunluğundadır. Her bir santimetresinde 2-12 arası kıvrım vardır. Hayvanlardan gelen ham yün, ter ile oluşan ifrazat, toz, kum gibi maddeler içerebileceğinden

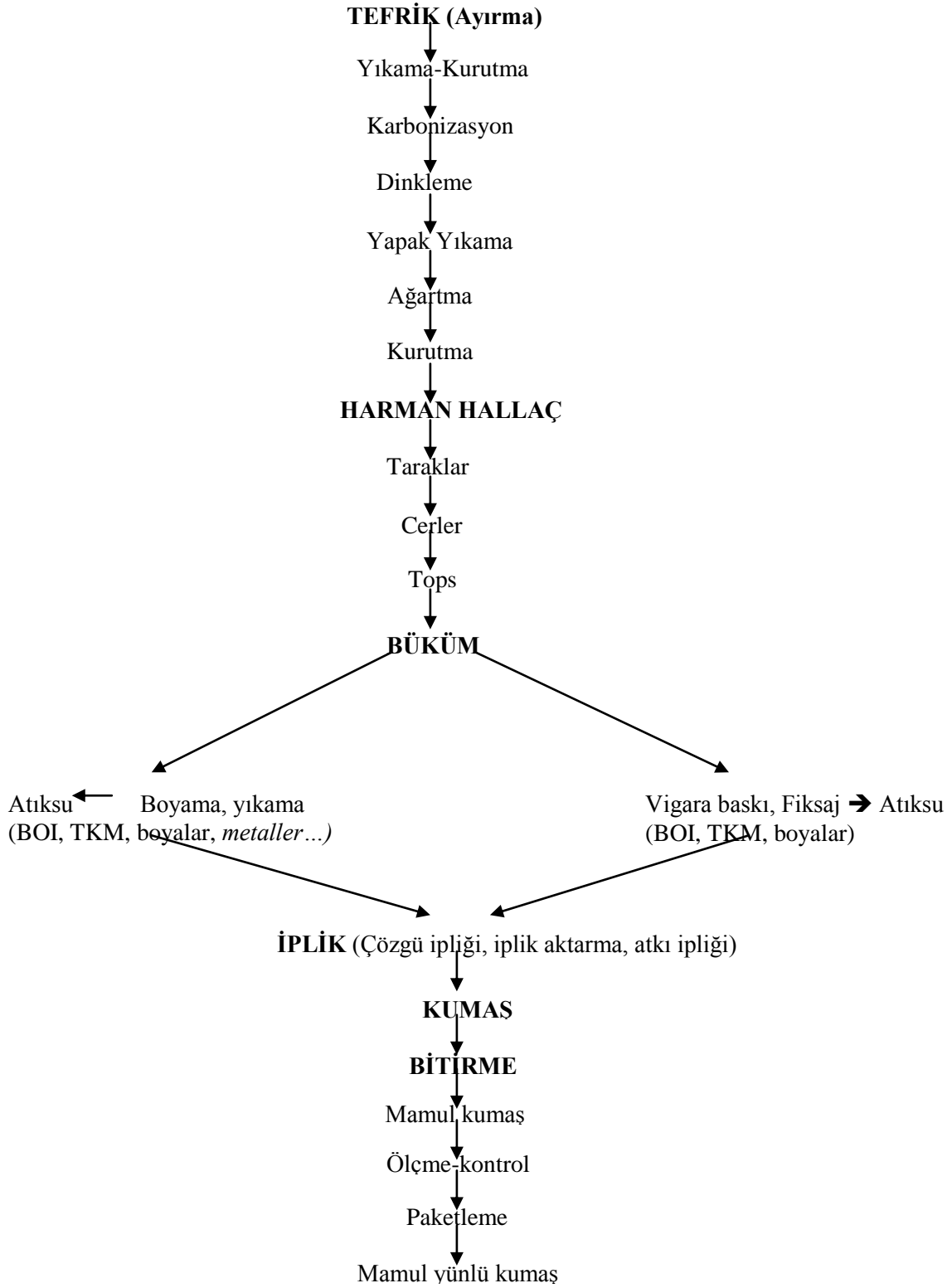
üretime katılmadan önce temizlenmesi gerekir. Bu temizleme, soda ve sabunlu sularla yıkanarak yapılır. Yıkanan her 100 kg ham yünden elde edilen temiz yün miktarına tekstil literatüründe randıman denir. Türkiye için yün randımanı %50 dir [20].

Ham yünün bileşiminde şu maddeler bulunur [20].

<u>Madde</u>	<u>Miktar %</u>
Su	2-24
Yağ	7 - 47
Ter	3-24
Pislik	2-23
Yün lifi	20-50

Bu sektörün üretim prosesi 10 kadar operasyondan oluşur. Ancak, bu operasyonların yalnızca birkaçından atıksu çıkışı gözlenir. Öncelikle sektörün ham maddesi olan yün, kırıldıktan sonra temizlenir. Temizleme 2 temel kademede olur. İlk aşamada sıcak suda eriyen yabancı maddeler yünden uzaklaştırılır. Sonra yün, sabun ve soda çözeltisinde yıkanır ve sıkılarak suyu uzaklaştırılır. Bu aşamadan sonra yün makinelerle parçalanır, taranır, eğilir, dokunur ve boyanır. Boyamadan sonra yün deterjan ve su banyolarında yıkanarak artık boyası uzaklaştırılır. Yün prosesi sırasında bir ara bitkisel maddelerin karbonizasyonu için yün, zayıf sülfürik asit çözeltisine batırılıp kuruyuncaya kadar sıkıştırılır Kullanılmış sülfürik asidin zamanla dışarı atılması bu aşamada çıkan yegane atıktır [20].

Yünlü tekstil endüstrisinin ayrıntılı üretim şeması Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Yünlü Tekstil Endüstrisi Akım Şeması ve Oluşacak Atıksu (Vardar ve Şar, 1998; Şengül, 1991; Başer, 1992)

Tablo 3.1. Yünlü Tekstil Atıksularındaki Kirleticilerin Üretim Proses ve Metodlarına Göre Değişimi

PROSES	pH	BOI		TKM
		mg/L	Toplamın	mg/L
Yıkama				
*Sabun- Alkali Metodu	9,5-10,5		63-71	
1. Tekne		11900-27000		42116-76950
2. Tekne		2340-7350		16650-32532
3. Tekne		115-260		834-1424
*Deterjan-Na ₂ SO ₄ Metodu	6,4-9,1			
1. Tekne		11000-25000		47108-91456
2. Tekne		775-1560		5024-7856
3. Tekne		115-260		1052-2406
*Dinkleme ve Yıkama	9,0-10,7		21-27	
1. Sabunlama		3900-240000		11270-23120
2. Sabunlama		4000-40000		4516-5144
*Karbonizasyon ve Nötralizasyon			0,6-1	
1. Durulama	1,9-2,4	20-35		494-1988
1. Soda banyosu	7,9-9,0	21-36		8678-10884
Ağartma	6,0	390	0,4-1	908
Boyama			6-9	2418-5880
Asetik asit	4,8-8,4	1440-3450		
Amonyum sülfat	5,0-8,3	- 140-1020		
TOPLAM	6-11		100	7344-9160

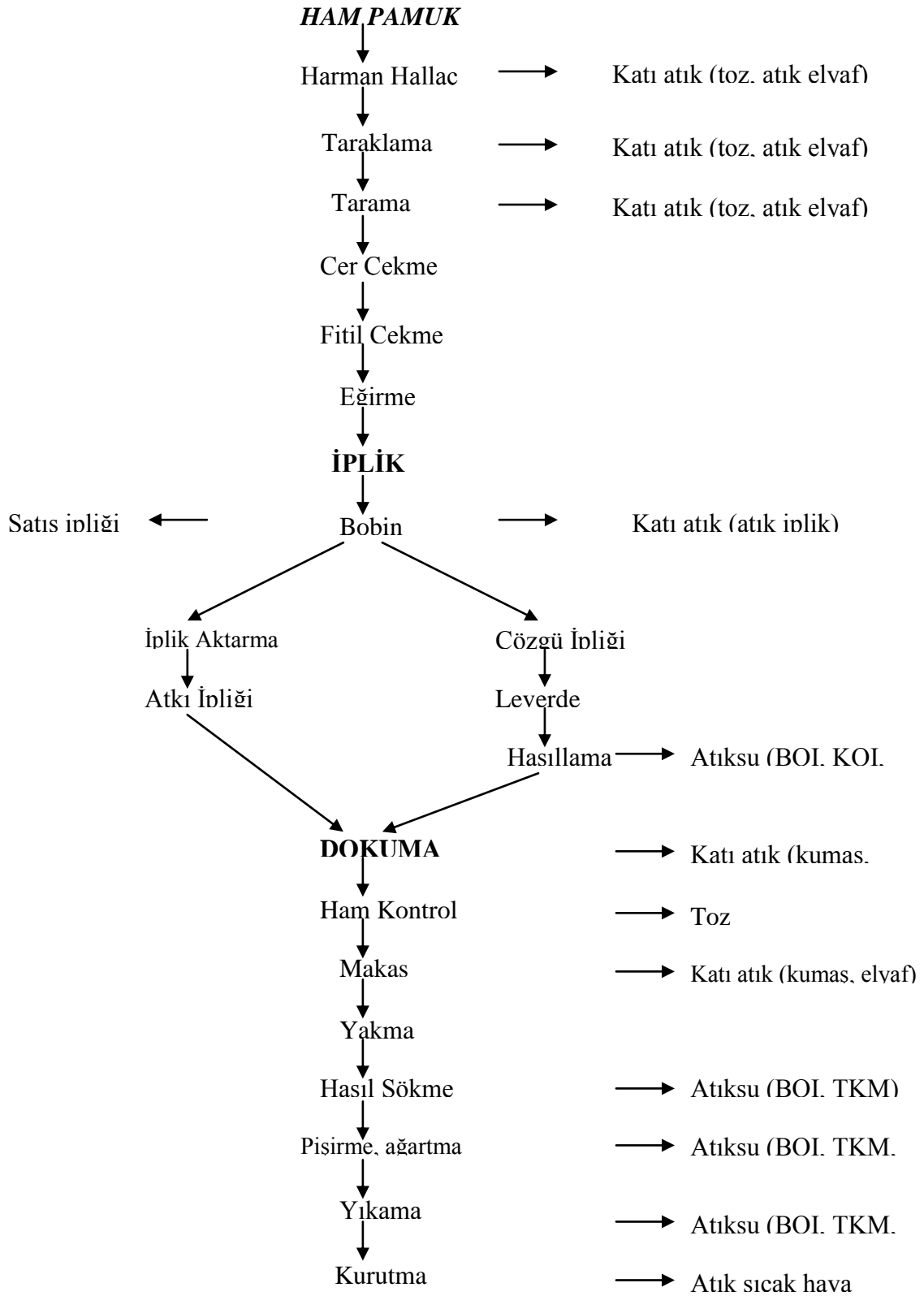
3.3.2. Pamuklu tekstil endüstrisi

Pamuklu tekstil ürünleri ülkemiz ekonomisinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Bu önem ham madde olan pamuğun ülkemizde bolca yetiştirilmesinden kaynaklanmaktadır. Ülkemizin başta gelen dış satım ürünlerinden olan pamuklu dokuma ürünleri, A.T. ülkelerinin her türlü kısıtlamalarına rağmen hala Avrupa'da alıcı bulmaktadır. Bunda pamuğun ülkemizde bolca yetişmesinin ve işgücünün payı

büyüktür.

Pamuk lifleri, çırçır makinelerinde liflerinden ayrıldıktan sonra balyalar halinde iplik fabrikalarına gönderilir. Burada iplik haline getirildikten sonra, dokuma veya örme işlemlerin yolları. Her pamuklu kumaş, dokuma veya örme işleminden sonra tüketiciye sunulmadan önce, terbiye işlemlerinden geçer. Bu işlemlerle kumaşın kusurları düzeltilir, kullanışlı hale getirilir, boyama veya baskı şeklinde renklendirme yapılır ve aprelenir. Pamuklu kumaşlarda terbiye işlemleri sırasıyla; yakma, haşıl sökme işlemi, pişirme işlemi, ağartma işlemi, merserizasyon işlemi, boyama ve baskı işlemi, apre (bitirme) işlemleri şeklindedir [21].

Pamuklu tekstil proses akım şeması ve oluşacak atıklar Şekil 3.2' de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.2. Pamuklu Tekstil Proses Akım Şeması ve Oluşacak Atıklar

Tablo 3.2. Pamuklu tekstil işletmelerinden gelen proses atıksularının karakteristiği

PARAMETRE	GEÇERLİ ARALIK (ppm)	NEQS* (ppm)
pH	8-11	6-10
BOI ₅	120-440	80
KOI	300-1100	150
TCK	200-5000	3500
TAKM	50-120	150
Yağ-Gres	11- 45	10
Krom	0,5-2,5	0,1

*NEQS; Ulusal Çevre Kalite Standartları

Tablo 3.3. Pamuklu Tekstil Terbiyesi Atıksularına Ait Atıksu Karakterizasyonu

PROSES	PH	BOI (ppm)	TOPLAM KATI MADDE (ppm)
Haşıl sökme	4-8	1700-5200	16000-32000
Kaynatma	10-13	680-2900	7600-17400
Piştirme	11-13	50-110	-
Ağartma	9-11	90-1700	2300-14400
Merserizasyon	9-12	45-100	600-1900
Boyama	6-12	80-500	2000-20000
Baskı	6-11	100-600	500-1000

3.3.3. Sentetik tekstil endüstrisi

Bu tekstil endüstrisinin ham maddesi, çeşitli kimyasal reaksiyonlar sonucunda üretilmiş olan sentetik liflerdir. Tekstil sektöründe kullanılan sentetik lifler genel olarak ikiye ayrılırlar;

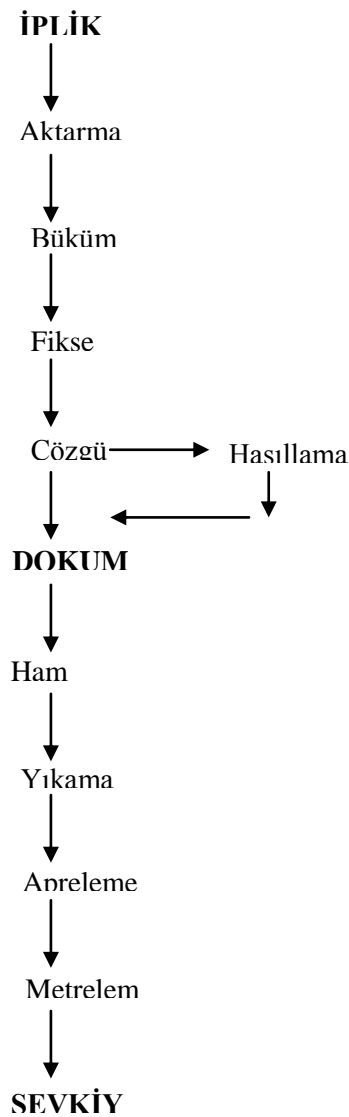
1- Selülozik Elyaflar : Rayon, selüloz, asetat

Selülozik Olmayan Elyaflar : Naylon, polyester, akrilikler [20]

Üretim sırasında, sentetik maddelerin çok az nemlenebilmesi nedeniyle, işlemler sırasında statik elektrik problemi olabilir. Bunu azaltma amacıyla antistatik yağlar kullanılmaktadır. Bu yağlar aynı zamanda yağlama ve apreleme maddelerinin de yerini tutarlar [20].

Bunların başlıcaları şunlardır; polivinil alkol, stiren esaslı reçineler, polialkilen glikoller, poliakrilik asit ve polivinil asetatdır. Bu maddeler temizleme esnasında ürünlerden uzaklaştırıldığında kirliliğe neden olurlar (Vardar ve Şar 1998).

Genel olarak sentetik tekstil endüstrisi prosesleri ayrıntılı akım şeması Şekil 3.3' te verilmiştir [20].



Şekil 3.3. Sentetik Tekstil Endüstrisi Üretim Prosesleri

Sentetik tekstil endüstrisi atıksularında bulunan kirleticilerin başlıcaları: boya, sentetik deterjanlar, antistatik yağlayıcılar, yumuşatıcılar, kloritler, hidrojen peroksit, esterler, sülfolanmış yağlardır [20].

BÖLÜM 4. MATERYAL VE METOD

4.1. Materyal

Çalışılan tekstil endüstrisi atıksu arıtma tesisi Sakarya İli, Akyazı ilçesinde bulunmaktadır. Tekstil endüstrisine ait biyolojik atıksu arıtma tesisinin akım şeması Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Tekstil endüstrisi atıksu arıtma tesisi giriş konsantrasyonları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Tekstil Endüstrisi Atıksu Arıtma Tesisi Giriş Konsantrasyonları

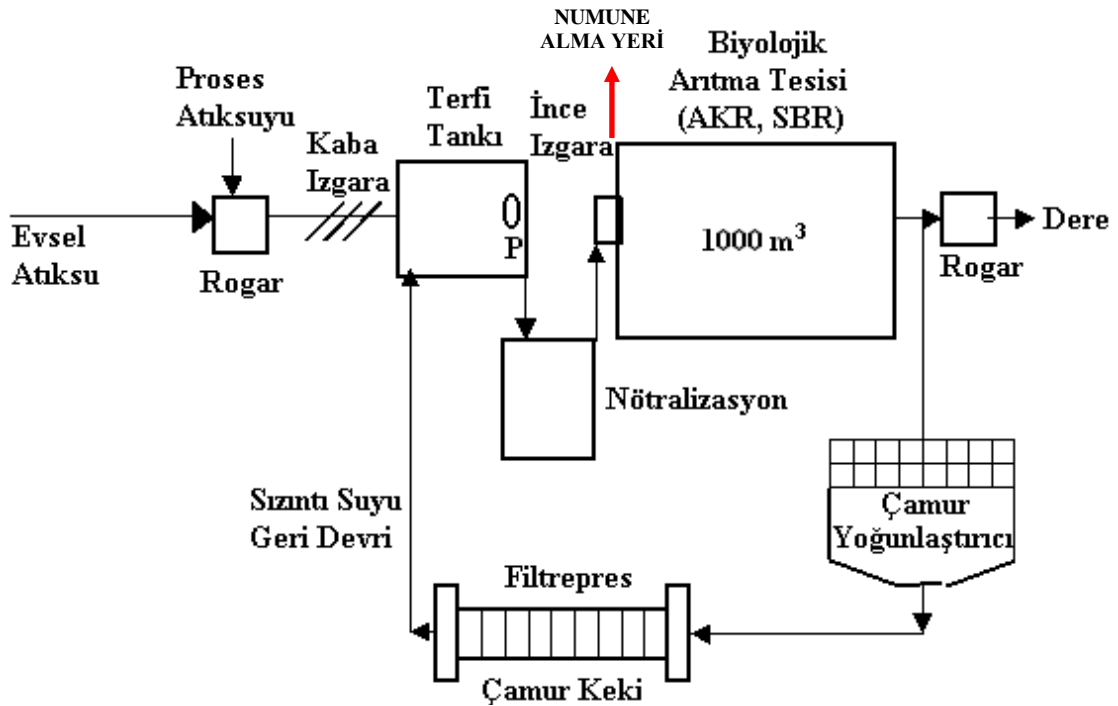
Parametre	Değeri
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅), mg/L	200-3000
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOl), mg/L	350-5000
Askıda Katı Madde (AKM), mg/L	10-50
Sülfür, mg/L	2
pH	4-12
Sıcaklık, °C	40

Arıtma tesisinin optimum şartlarda işletilmesi; 0.5 saat doldurma/havalandırma, 1.5 saat havalandırma, 1.5 saat çökelme ve 0.5 saat boşaltma süresi şeklindedir. Dolayısıyla bir devir (seans) için toplam 4 saat gerekmektedir. Günde 6 seans yapılmaktadır. Arıtma tesisine, endüstriyel (900-1900 m³/gün) ve evsel (40-100 m³/gün) atıksular gelmektedir.

Ardışık Kesikli Biyoreaktör (AKR, SBR), gerek endüstriyel ve gerekse evsel atıksuların arıtılmasında kullanılan ve son zamanlarda yaygınlaşan, havalandırma (reaksiyon) ve çökelme işleminin tek tank içerisinde yapıldığı biyolojik arıtma sistemidir. Ardışık Kesikli Biyoreaktör sistemi, sürekli piston akımlı (PF) ve tam karışım (CM) sistemlerin bazı karakteristik özelliklerini taşıyan hibrit sistemdir

Fabrikada, üç adet ardışık kesikli biyoreaktör mevcut olup, siparişe göre üretim yapan bir firma olduğundan arıtma tesisi ihtiyaca göre çalıştırılmaktadır. Bir adet ardışık kesikli biyoreaktörde, her seansta 160 m^3 olmak üzere, toplam günde 960 m^3 atıksu arıtılmaktadır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde gerçek tesisin deşarj kriterleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tekstil endüstrisine ait atıksu arıtma tesisi tecrubeli elemanlar tarafından kontrol edilmektedir. Acil bir durumda otomatik kontrol panelinden ilk müdahalenin ardından gerçek ölçekli tesiste gerekenler yapılmaktadır.



Şekil 4.1. Tekstil Endüstrisine Ait Atıksu Arıtma Tesisinin Akım Şeması

Tesise ait arıtma tesisinden çıkan atıksuyun karakteristikleri; KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı)=110-180 mg/L, BOİ (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı)=50-60 mg/L, Fenol=0.4-0.5 mg/L dir.

Son olarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği(SKKY)'nde Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı parametresi olmadığından çalışmanın her etabında Kimyasal Oksijen İhtiyacı parametresi ölçülmüş ve modellemede besi maddesi konsantrasyonu olarak Kimyasal Oksijen İhtiyacı değerleri kullanılmıştır.

Geliştirilmek üzere incelenen tekstil endüstrisi Sentetik tekstil üretimi yapan ve sipariş ile bu ve benzer ürünlerin boyanması üzerine çalışmaktadır.

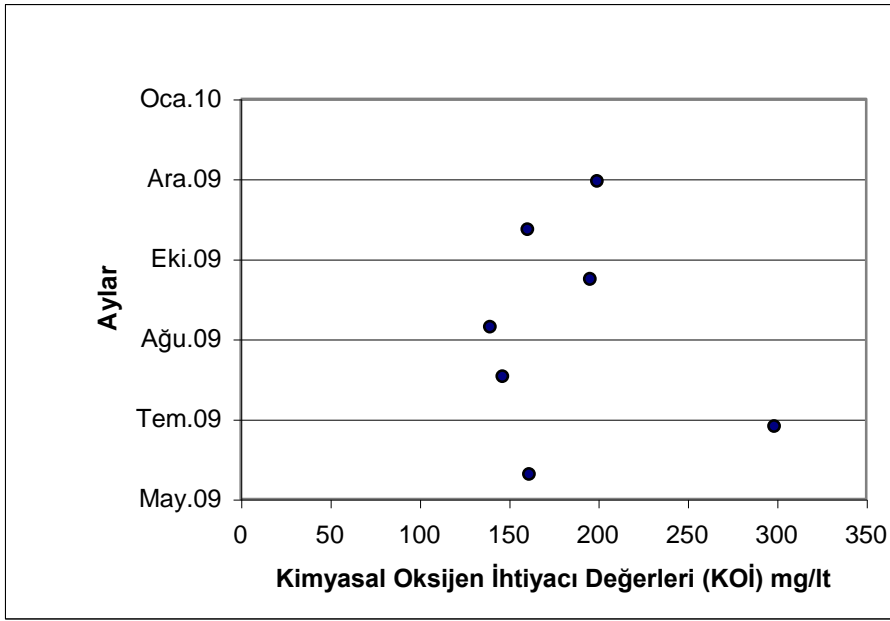
Tablo 4.2. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde Yer Alan Deşarj Kriterleri

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/lt)	400	300
SÜLFÜR	(mg/lt)	0,1	-
FENOL	(mg/lt)	1	0,5
ÇİNKO	(mg/lt)	12	10
BALIK BİYODENEYİ	-	3	2
PH	-	6 - 9	6 - 9

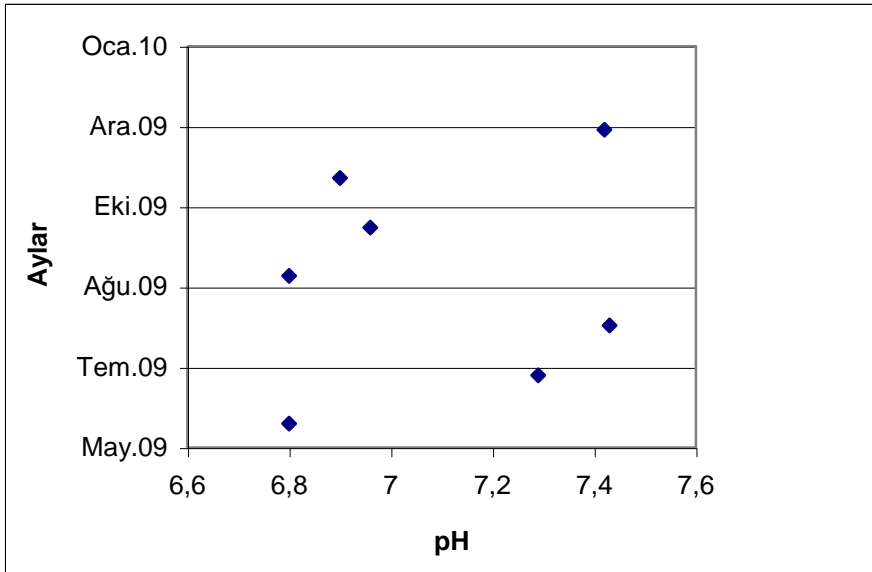
İncelenen tekstil endüstrisinde çalışma yapılan aylara ait KOİ değerleri Şekil 4.3'de gösterilmiştir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)'nde Tablo 10.7'de KOİ parametresi için deşarj standardını aşan herhangi bir değer görülmektedir. Tekstil endüstrisinin yine aynı aylara ait pH değerleri Şekil 4.4'de gösterilmiştir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)'nde Tablo 10.7'de pH parametresi için standartları sağladığı görülmektedir. Söz konusu işletmede günlük olarak yapılan fiziksel ve kimyasal analizlere ait sonuçlar genel itibarıyla Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

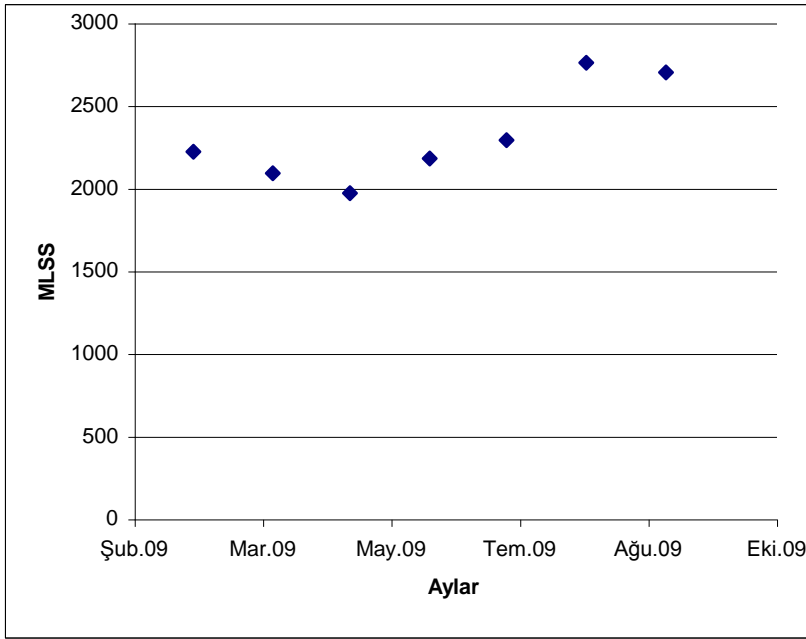
Parametreler	Ortalama Değer	Aralık (min.-maks.)	Olması gereken değer
MLSS	2360	1400-3300	2500-3500
Çİİ	640	241-800	
pH	7,3	7,1-7,9	6-9
KOİ	195	77-381	400
Fenol	0,02	<0,001-0,119	1



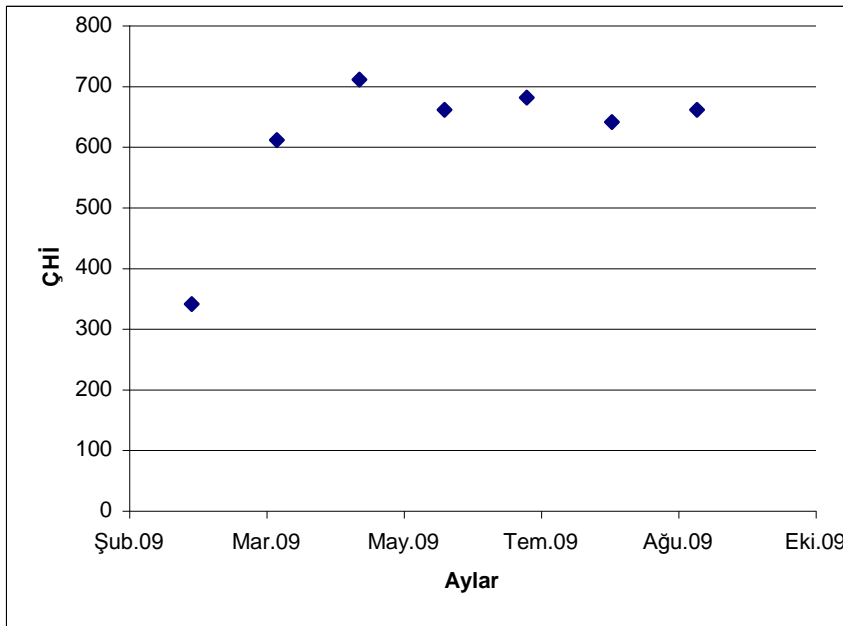
Şekil 4.2. Tekstil Endüstrisinde Çalışma Yapılan Aylara Ait Çıkış KOİ Değerleri



Şekil 4.3. Tekstil Endüstrisinde Çalışma Yapılan Aylara Ait Çıkış pH Değerleri



Şekil 4.4. Tekstil Endüstrisinde Çalışma Yapılan Aylara Ait Çıkış MLSS Değerleri



Şekil 4.5. Tekstil Endüstrisinde Çalışma Yapılan Aylara Ait Çıkış ÇHI Değerleri

4.2. Metod

Aydın Örme Atıksu Arıtma Tesisi'nden alınan numuneler gerek atıksu arıtma tesisinin laboratuvarında yapılan fiziksel ve kimyasal metodlarla, gerekse Sakarya

Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi' nin Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında mikrobiyolojik karakterizasyon açısından incelenerek atıksuyun özellikleri belirlenmiştir.

4.2.1. Mikrobiyolojik karakterizasyon

Mikrobiyolojik çalışma için; Aydın Örne Atıksu Arıtma Tesisi aktif çamur ünitesinden ayda iki kez olmak üzere alınan numuneler kullanılmıştır. Bu numuneler alınmalarından hemen sonra Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Atıksu Laboratuvarı'na getirilmişlerdir. Lamlar üzerine bir cam çubuk yardımıyla alınan çamur serilmiştir. Daha sonra ilk serilen lamlar hiçbir işleme tabi tutulmadan Olympus marka, Bx51 model faz kontrast mikroskop ile Olympus Analysis programı kullanılarak incelemiştir. Görüntüler üzerinde 100, 400 ve 1000'lik büyütme uygulanmıştır. İncelenen lamlarda protozoa-metazoa çeşitliliği tespit edilmiş ve fotoğraflanmıştır.

Ardından diğer lamlardaki numuneler kurutulularak; çalışmayı sağlıklı hale getirebilmek, net görüntüler elde etmek ve tür tayini yapmak adına çeşitli boyama metotları kullanılmıştır. Özel boyama metotları kullanarak çeşitli hücre parçalarının görünebilirliğini iyileştirmek mümkündür.

Boyama işlemine tabi tutulan lamlar; ilk lamlarda olduğu gibi mikroskopla incelenmiş ve notlar alınmıştır. Daha sonra boyanan lamlar; İstanbul Teknik Üniversitesi Mikrobiyoloji Laboratuvarına götürülerek burada ayrıntılı incelemeleri yapılmış ve flok yapıları incelenerek tespit edilen filamentli mikroorganizmalar fotoğraflanmıştır. Yapılan incelemelerde; Olympus BX50 faz kontrast mikroskobu ile İkegami kamera ve Spot analiz programı kullanılmıştır. Görüntüler üzerinde 100, 400 ve 1000'lik büyütme uygulanmıştır. Her bir büyütme için ayrı fotoğraflar çekilmiştir. Bu sayede flok yapısı, canlı türleri ve çamur karakteristiği hakkında net sonuçlar elde edilebilmiştir.

4.2.1.1. Gram boyama

Gram boyama bakteriler teşhis edilirken kullanılan zorunlu bir yardımcıdır. Bu boyamada; bakteri ilk olarak “carböl gentian violet” kullanılarak maviye boyanır. Hücreler daha sonra alkol çözeltisi ile yıkanır. Bazı bakteriyel boyamaların hücreleri, bu proses sırasında absorblanan mavi boyayı serbest bırakır. Bu bakteriler “gram negatif” olarak bilinmektedir. Gram pozitif bakteriler ise absorbladıkları “carböl gentian violet” i alkolle yıkama ile geri vermezler. Renksiz gram negatif bakteriler sonradan safranin ile yıkanır. Bu onlara kırmızı bir renk verir. Bu gram pozitif ve gram negatif bakterilerin hücre duvarı kompozisyonlarının bir sonucudur [10].

Gerekli çözeltiler

A. Korbongentialviolet çözeltisi: %5 lik fenol çözeltisinin 90 ml si ile stok çözeltisinin 10 ml’si

Stok çözeltisi: 10 gram Carböl gentian violet, 90 ml (%96) alkol

B. Lugol’s iodin çözeltisi: Birkaç ml lik saf suda çözülmüş 3 gr KI, 1 gr I₂ karıştırılır. 300 ml saf su ile seyreltilir.

C. Alkol çözeltisi: 1000 ml (%96) alkol ile seyreltilmiş 7 ml stok çözeltisi

Stok çözeltisi: I₂ 100 gr

KI 40 gr

(%96) Alkol 1250 ml

Saf su 100ml

D. Safranin çözeltisi: 100 ml saf su ile seyreltilmiş 10 ml (%96) alkol içinde çözülmüş 0,25 gr safranin

Boyama prosedürü

- Numune hazırlanır.

- Çözelti A 60 saniye boyunca uygulanır, daha sonra fazla boyanın lamdan akmasına izin verilir.

- Çözelti B 60 sn boyunca uygulanır, daha sonra fazla boyanın lamdan akmasına izin verilir.

- Lam 30 saniye boyunca çözelti C ye daldırılır. Lam çözelti içinde usulca hareket ettirilir.
- Lamı temizlemek için saf su ile durulanır. Lam eski haline gelene kadar suyu akıtılır.
- Çözelti D 120 saniye boyunca uygulanır. Lam saf su ile durulanır.
- Lam kurumaya bırakılır ve x100 büyütme alanlı objektif ile bakılır. Güçlendirmek için mavi bir filtre kullanılabilir. Kuruma; ilk giderimde suyun çoğunun filtre kağıdı ile kurulanması ile hızlandırılabilir [10].

Boyamanın değerlendirilmesi

Gram negatif ve gram pozitif bakteriler sırası ile kırmızı ve maviye boyanır. Mavi renk; mavi ışıkla hemen hemen siyaha değiştirilebilir. Birçok gram pozitif boyama; düşük yüklü tesislerden gelen çamurlarda ortaya çıkarken, yüksek yüklü tesislerden gelen çamurlarda çoğunlukla gram negatif bakteriler belirlenmektedir. Gram pozitif bakteri türlerinin varlığı daha kuvvetli flokların oluşumuna katkıda bulunmaktadır.

Bazı filamentli bakteriler özellikle Type 0041 için; bir filamentin tüm parçaları oluşamaz ve boyamada aynı davranışları göstermesi beklenemez. Bu genellikle filamentlilerle diğer bakteriler arasındaki ilişkiden dolayı oluşmaktadır. “Her bir durumda da boyamanın sonucunu belirleyeceğimiz zaman; özellikle dikkat edilmesi gereken filament tipinin doğru belirlenmesidir.”

Boyamanın sonucu bazı türler için hücrenin yaşına bağlıdır. Genç hücreler kırmızıya boyanırken, yaşlı hücreler maviye boyanmaktadır. Bu bir filamentli için 2 renk sağlanabileceği sonucunu verebilir [10].

Boyamada dikkat çeken hususlar

- Çözeltiler önceden hazırlanmış olarak getirilebilir.
- Literatürde gram boyama için sözü geçen çok sayıda farklı tarif vardır. Tarifler filamentli organizmaları iyi bir kontrast ile sağlamak için tanımlanmaktadır.

- Birçok çözelti sınırsız bir zaman için tutulabilir. Çözelti C (bir stok çözeltisi değildir.) ayda bir yenilenmelidir.
- Lamlar yağlanmamış olmalıdır.
- Lamlara aydınlık bir alanda bakılmalıdır. Kırmızı ve mavi arasındaki fark faz kontrast ile biraz daha nettir.
- Lamlar çok fazla çamur partikülü içermemelidir. Fazla boya durulama ile uzaklaştırılabilir. Boyanın geniş damlaları inceleme safhasında görülebilmektedir. Eğer böyle bir durum varsa; boyama daha az çamur partikülü ile lam üzerinde tekrarlanmalıdır [10].

4.2.1.2. Neisser boyama

Neisser' e göre boyama hücre içinde depolanan polifosfatların (depolanan materyaller) ortaya çıkışı için bir testtir. Bu metot filamentli bakterilerin kesin boyanmasının tanımlanmasında gerekli bir destektir. Ayrıca, bu boyama metodu Bio-P bakterileri ortaya çıkarabilir ve biyolojik fosfat giderimi için uygundur [10].

Gerekli çözeltiler

- A.** Metilen Mavisi: 0,1 gr
Glacial asetik asit: 5 ml
%96 lık Etenol: 5 ml
Saf su: 100 ml
- B.** Crystal violet, %96 etenol içinde %10: 3,3 ml
%96 Etenol: 6,7 ml
Saf su: 100ml
- C.** Chrysoidin Y, %1 lik sıvı çözelti: 33,3 ml
Saf su: 100 ml

Boyama prosedürü

- Numune hazırlanır.

- 2 parça taze A çözültisi ve 1 parça taze B çözültisi 10-15 saniyelik temas için lam üzerine yerleştirilir. Sonra aşırı boya lam üzerinden akıtılır.
- 45 sn süre ile C çözültisi eklenir.
- Lam saf su ile durulanır. (lam eski haline dönene kadar su akıtılır.)
- Lam kurumaya bırakılır ve X100 aydınlatıcı olan bir objektif ile bakılır. Kurutma filtre kağıdı ile suyun çoğu giderilerek hızlandırılabilir [10].

Boyamanın değerlendirilmesi

Neisser ile negatif hücreler zor boyanmaktadır. Hatta çoğu boyanmayabilir. (belli belirsiz kahverengi veya sarı.). Neisser ile pozitif bakterilerin 3 ana grubu belirlenebilir:

- Filamentli bakteriler tamamen gri-violete boyanır. Bu hemen hemen her zaman *Nostocoida limicola* veya Type 0092 ye uygulanır.
- Filamentli bakteriler mavi-siyah renkli polifosfat kürecikleri içerir.boyama olmadan bu kürecikler bir ışık mikroskobu ile net olarak belirlenemeyebilir. Eğer daha yüksek bir görüntüleme (elektron mikroskop) kullanılırsa; onları net olarak görmek mümkündür. Bu kürecikler; çiftler içinde oluşmaktadır, ayrıca *Microthrix parvicella* için önemli bir tanımla karakteristiğidirler.
- Mavi-siyah kolonileri hücreleri renklendirmektedir. Bunlar Bio – P bakterileri içerir. Buna göre bazı varyasyonlar vardır. Bu tip koloniler Neisser ile boyanmaktadır. Bazen bu tipler için gölgeler daha aydınlıktır veya hücrelerin yalnızca bir kısmı koyu olarak boyanır [10].

Boyamada dikkat çeken hususlar

- Çözelti A; C ye süresi belirsiz olarak tatbik edilebilir. Bunların ikisi de hazır olarak alınabilir.
- Neisser negatif filamentliler az miktarda renge sahiptir, bu yüzden bir boyanmış lam üzerinde onları bulmak zordur.

- *M. parvicella* için polifosfat granülleri belirli bir mevsimde daha geniştir. Bu mevsim bakterinin en iyi yetiştiği zamandır (kış).
- Bazen güçlü ışık kırıcı sülfür kürecikleri Neisser ile koyu boyanmaktadır.
- Birkaç gün buzdolabında bekletilmiş çamur Neisser boyamanın sonucu üzerinde küçük bir etkiye sahiptir. Ayrıca boyama gerçekleşmeden önce havalandırma ile çamurun temizlenmesine gerek yoktur [10].

4.2.1.3. Sülfür depolama testi

Eğer onlar sülfür olarak; sülfür elemanlarının içinde yetişmekteyseler bazı filamentli bakteriler sülfür küreciklerine kendi hücrelerinde depolayabilirler. Bu kürecikler birincil sülfür içerirler. Bunlar bir orta ürün olarak depolanmaktadır. (depo materyal). *Beggiatoa*, *Thiothrix*, Tip 021N (bazen) ve Tip 0914 S – Granüllerini hücrelerinin içinde depolayabilirler. Sülfür kürecikleri daim ortaya çıkmazlar, bu durum doğru bir taramayı zorlaştırır. Aktif çamura Na_2S eklenerek özellikle *Thiothrix* boyanır ve birçok S granülünü kısa bir zaman periyodu içinde depoladığı görülür [10].

Boyama Yöntemi

Aktif çamurun belirli bir hacmi benzer bir hacimdeki Na_2S çözeltisi (her 100 ml ye 200 mg $\text{Na}_2\text{S} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ile karıştırılır). Karışım 15-30 dakika havalandırılır. Daha sonra hücrelerin sülfür küreciklerini depolayıp depolamadıkları mikroskopik olarak kontrol edilir. Bu kürecikler minimum 400 lük büyütmede net olarak görülür [10].

Testin değerlendirilmesi

Thiothrix sp. Geniş, güçlü ışık kırıcı granülleri depolar, küçük kürecikleri siyahtır. Type 021N bazen sülfür depolar fakat bu bir istisnadır [10].

4.2.2. Aydın Örne Atıksu Arıtma Tesisinde uygulanan analiz yöntemleri

Aydın Örne Atıksu Arıtma Tesisi Laboratuvarında yapılan analizler aşağıda sıralanmıştır:

- Askıda Katı Madde Tayini (AKM)
- Çamur Hacim İndeksi (ÇHI)
- Çökebilir Katı Madde Tayini (ÇKM)
- Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)
- Fenol Tayini
- pH

Ayrıca belirli periyotlarla Adasu'dan gelen yetkililerce alınan numunelerle yapılan incelemeler sonucu oluşturulan Adasu Atıksu Kontrol Laboratuvarı Analiz Raporları'ndan elde edilen neticeler Ek B' de belirtilmiştir.

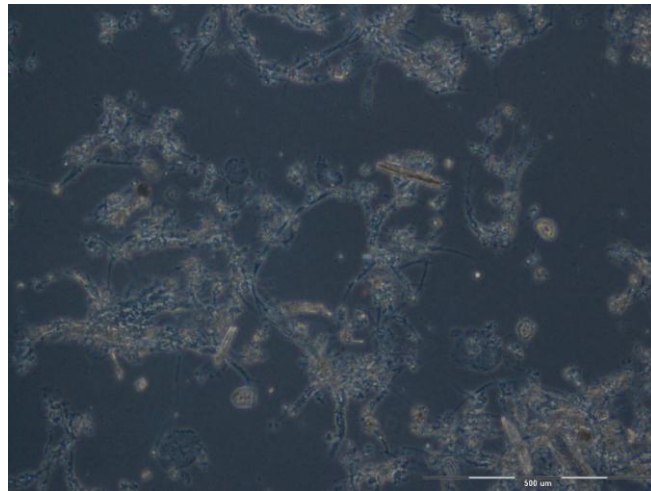
BÖLÜM 5. BULGULAR

Sekiz aylık periyotta laboratuvar ortamında incelenen ve fotoğraflanan numunelerden faydalanılarak; protozoa-metazoa ve filamentli bakteri çeşitliliği, aktif çamur flok yapıları ve atıksu kalitesiyle gözlenen mikrobiyolojik canlıların çeşitliliği arasındaki ilişki, Aydın Örne Atıksu Arıtma Tesisi'nden alınan analiz sonuçları da göz önünde bulundurularak incelenmiştir.

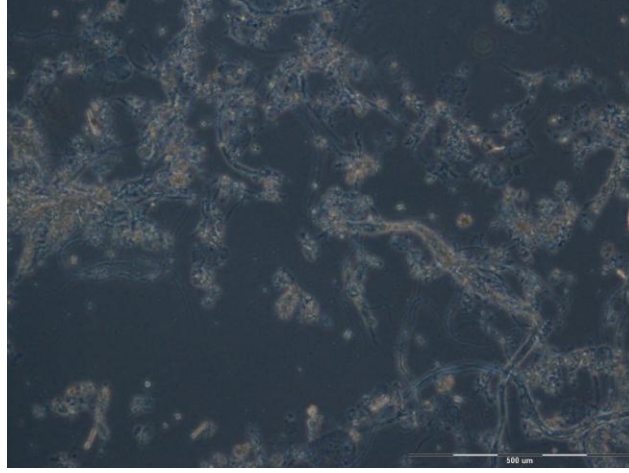
5.1. Flok Yapıları

Sekiz aylık dönemde alınan numuneler mikroskop altında incelendiğinde, flok yapısının olması gerekenden çok daha zayıf olduğu, zaman zaman floklaşmanın yok denecek kadar az olduğu ve var olan flokların filamentli mikroorganizmaların yardımıyla oluşmuş olduğu tespit edilmiştir.

Mart ayında alınan ilk numunede de görüldüğü üzere floklar son derece zayıftır (Şekil 5.1).

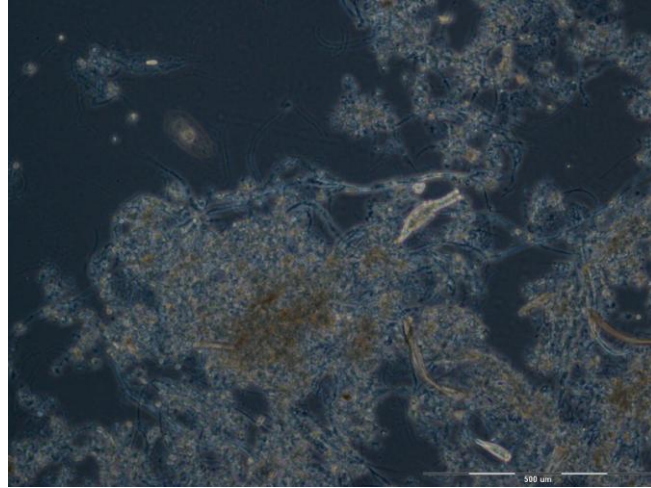


Şekil 5.1. Mart ayı ilk numunesinden alınan flok yapısı (100'lük büyütme)



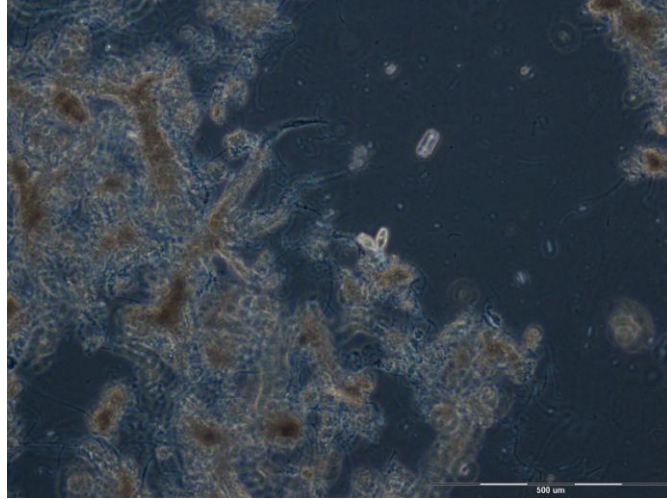
Şekil 5.2. Mart ayında alınan ikinci numunenin flok yapısı (100'lük büyütme)

Şekil 5.3'te istenene yakın bir flok ile flok başına ortalama 2-3 mikroorganizmanın varlığı dikkat çekmektedir.



Şekil 5.3. Nisan ayında alınan ilk numunenin flok yapısını gösterir fotoğraf (100'lük büyütme)

Tekstil endüstrisinde flokların karakteristiğinin değişmediği fotoğrafların geneli dikkate alındığında anlaşılmaktadır. Flok başına düşen mikroorganizma sayısının ise tesisin çalışma yüküne ve SVI değerlerindeki artış ve düşümlere göre azalma gösterdiği ancak flok çevresinde ortalama 2-3 adet canlı mikroorganizma bulunduğu görülmüştür.



Şekil 5.4. Mayıs ayında alınan ilk numunenin flok yapısı (100'lük büyütme)

5.2. Filamentli Mikroorganizmalar

Ayda iki kez alınıp lamlara serilen numuneler kurutulduktan sonra gram boyama, neisser boyama ve sülfür depolama testine tabi tutulmuştur. Yapılan boyamalar sonucu filamentli mikroorganizmaların görünürlüğü ve türlerinin teşhis edilebilirliği kolaylaştırılmıştır. Fotoğraflanan filamentli mikroorganizmaların “Filamentli Mikroorganizmaların Belirlenmesinde Kullanılan Teşhis Anahtarları” yardımıyla türlerinin tespiti yapılmıştır. Aylara göre toplanan neticeler sonucunda tekstil endüstrisi atıksuyunda ortalama 5 çeşit filamentli mikroorganizma türünün varlığı tespit edilmiştir. Bu türlerin yoğunluğunun aylara ve tesis şartlarına göre değişim gösterdiği gözlenmiştir.

Çalışmalar süresince en çok rastlanan türler; *Microthrix parvicella* ve *Type 0092* baskın olmak üzere, *Nostocoida limicola I*, *Type 021N*, *Thiothrix sp*, *Type 0803* ve *Type 1851* olarak tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak literatürde karşılığı bulunamayan, uzunluk ve hücre genişliği bakımından hiçbir türe benzemeyen dolayısıyla tanımlanamayan bir türe rastlanmıştır. Çalışmada türü belirlenemeyen bu filamentli mikroorganizma için *Bilinmeyen tür* adı kullanılmıştır. Belirlenen türlerin aylara göre dağılımı Tablo 5.1’de verilmiştir.

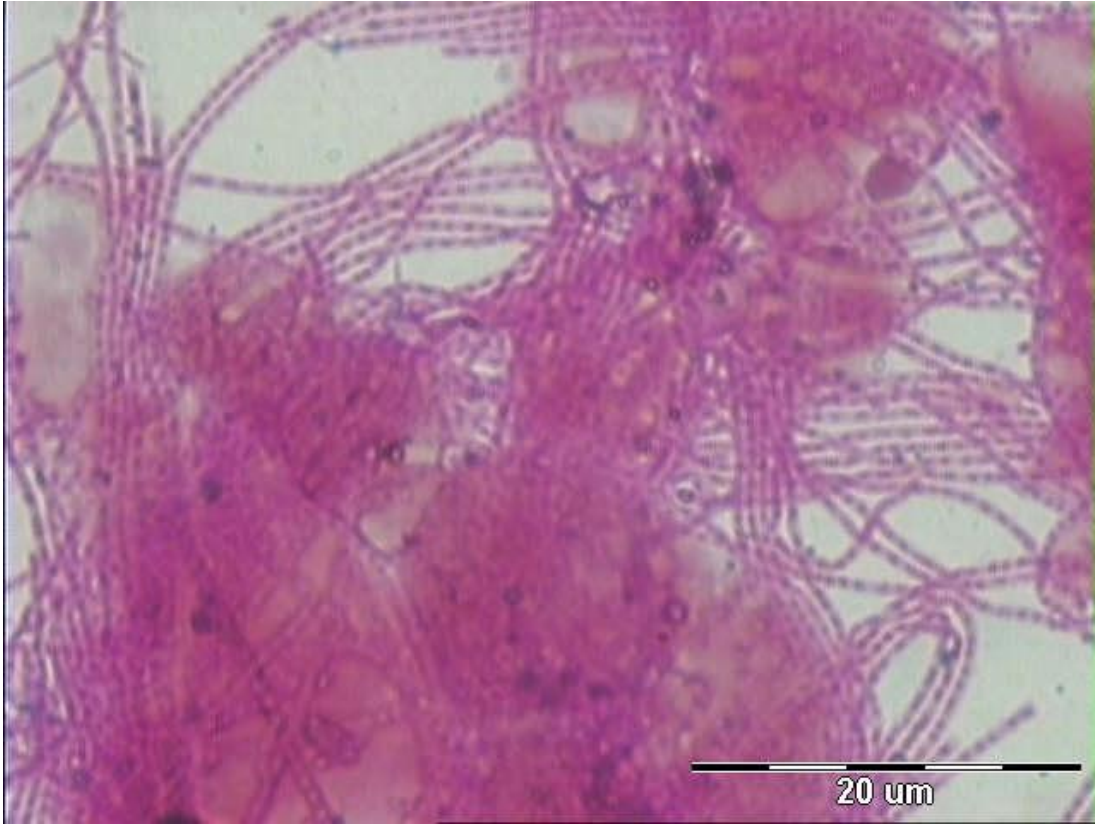
Tablo 5.1. Belirlenen Filamentlilerin Aylara Göre Dağılımı

	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
<i>Mikrothrix parvicella</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
Type 0092	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nostocoida limicola I</i>	X		X	X		X		
Type 021N	X			X	X		X	
<i>Thiotrix sp.</i>	X		X			X	X	
Type 0803	X	X		X	X			
Type 1851	X				X			X
<i>Bilinmeyen tür</i>	X	X	X	X	X	X	X	X

5.2.1. *Microthrix parvicella*

Microthrix parvicella'nın aşağıdaki karakteristikleri tespit edilmiştir:

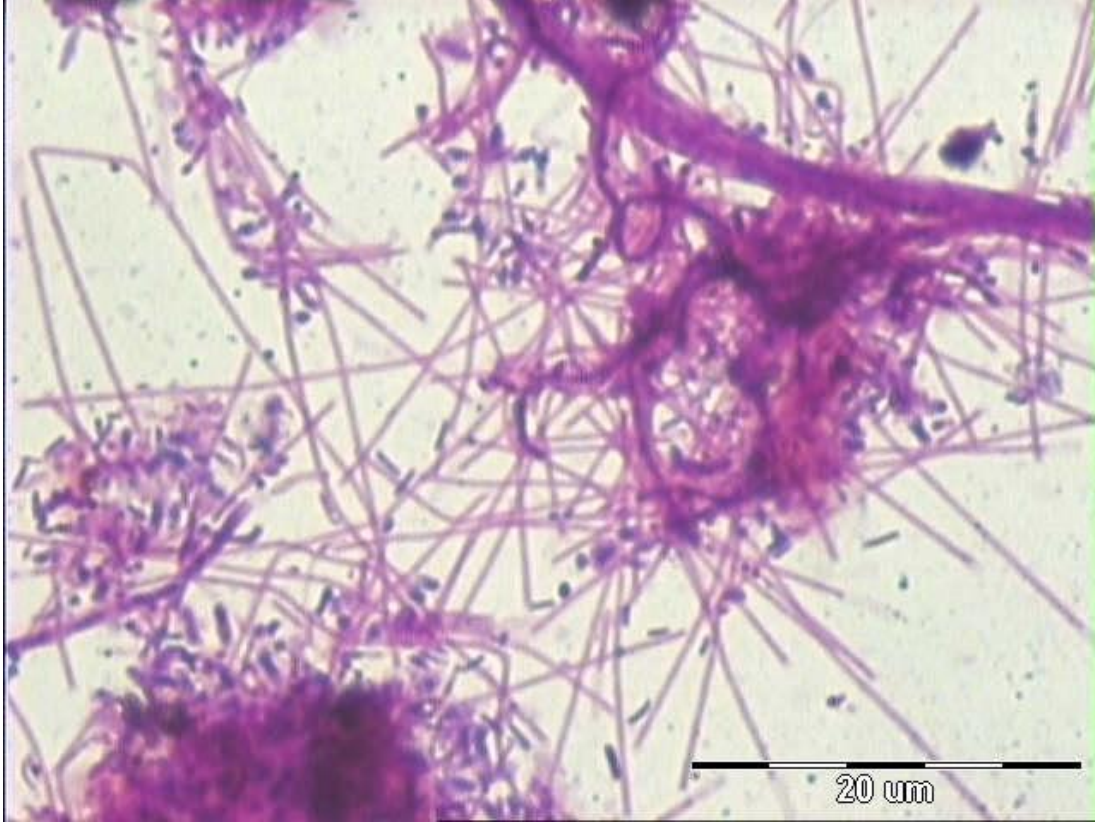
- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Filament uzunluğu genellikle < 200 µm
- Hücre çapı 0.5 µm
- Bazen az miktarda bitişik büyüme
- Bölmeler net şekilde görülebilir.
- Sülfür depolama yok
- Gram negatif
- Neisser pozitif



Şekil 5.5. 06.05.2009 tarihli numuneden *Microthrix Parvicella* sp.'ye ait bir örnek (Gram boyama, 1000'lik büyütme)

5.2.2. Type 0092

Type 0092 filamentli bir bakteridir (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. 30.03.2009 tarihli numuneden *Type 0092*' ye ait bir örnek (Gram boyama, 1000'lik büyütme)

Aşağıdaki karakteristikleri tespit edilmiştir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Düz/belli belirsiz yay şekilli
- Filament uzunluğu $< 200 \mu\text{m}$
- Hücre çapı $0.5-0.7 \mu\text{m}$
- Bitişik büyüme yok
- Bölmeler net şekilde görülebilir değil
- Sülfür depolama yok
- Gram negatif
- Neisser pozitif

5.2.3. *Nostocoida limicola I*

Nostocoida limicola I filamentli bir bakteridir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7. 15.03.2009 tarihli numuneden *Nostocoida limicola I* e ait bir örnek (Gram boyama, 1000'lik büyütme)

Nostocoida limicola I 'in aşağıdaki karakteristikleri tespit edilmiştir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Değişken filament şekli. Filamentleri flokların içinde bulunmanın yanı sıra sıvı fazı içinde serbest halde de bulunur
- Filament uzunluğu genellikle $< 200 \mu\text{m}$
- Hücre çapı $0.6-0.7 \mu\text{m}$
- Bölmeler net şekilde görülür değil
- Sülfür depolama yok
- Gram pozitif

- Neisser pozitif

5.2.4 Type 021N

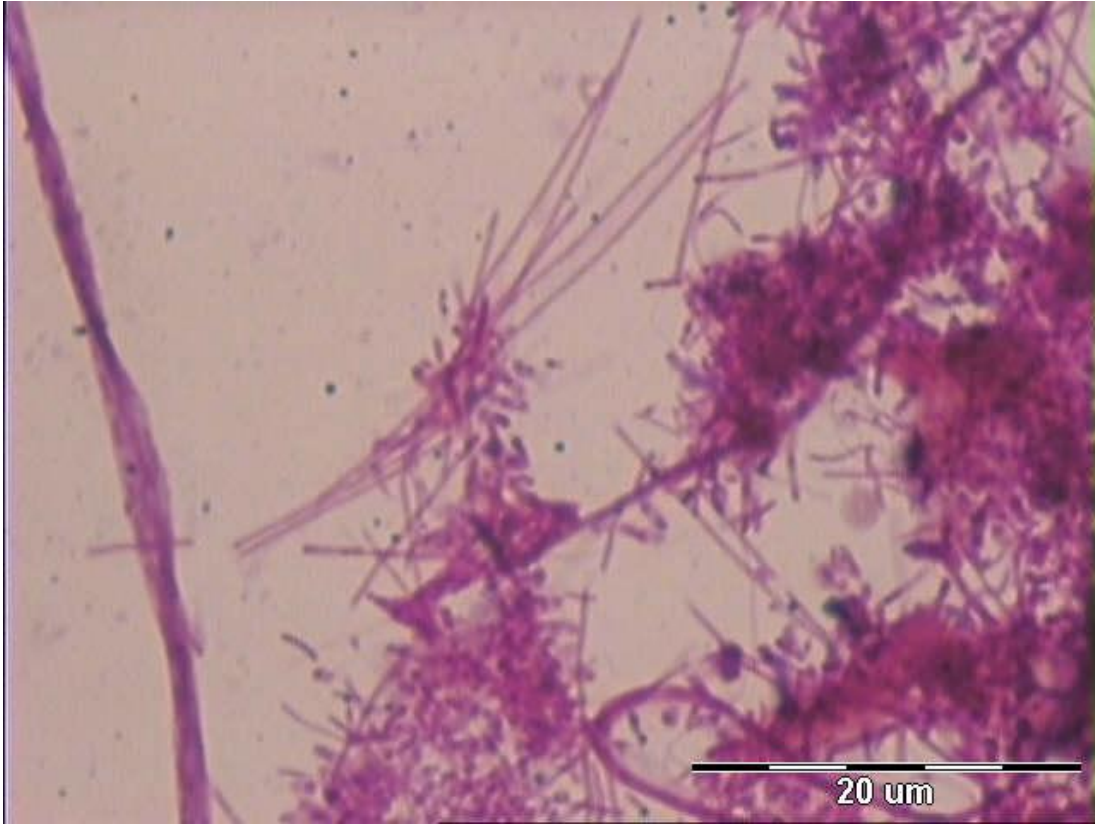


Şekil 5.8. 25.06.2009 tarihli numuneden *Type 021N*' ye ait bir örnek (Gram boyama, 1000'lik büyütme)

Aşağıdaki karakteristikleri tespit edilmiştir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Düz/yay şekilli filamentliler, genellikle floklar arasındaki sıvı içinde serbestler
- Hücre çapı değişken, genellikle 1.5 - 2.0 µm, fakat bazen filament ucuna doğru azalmakta
- Bitişik büyüme yok
- Bölmeler net şekilde görünür
- Sülfür depolama biraz ya da hiç yok
- Gram negatif
- Neisser negatif

5.2.5. *Thiothrix* sp.



Şekil 5.9. 22.04.2009 tarihli numuneden *Thiothrix* sp.' ye ait bir örnek (Gram boyama, 1000'lik büyütme)

Aşağıdaki karakteristikleri tespit edilmiştir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Düz/yay şekilli filamentliler
- Filament uzunluğu: aşırı derecede değişkendir
- Hücre çapı da değişkendir (0.5-1.5 µm)
- Bitişik büyüme yok
- Bölmeler net görülecek kadar sülfür granülleri ile dolu değildir
- Gram negatif
- Neisser negatif

5.2.6. Type 0803

Type 0803 filamentli bir bakteridir (Şekil 5.10).



Şekil 5.10. 09.04.2009 tarihli numuneden Type 0803' e ait bir örnek (Gram boyama, 1000'lik büyütme)

Aşağıdaki karakteristikleri tespit edilmiştir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Düz / belli belirsiz yay şekilli filamentliler.
- Filament uzunluğu < 200 µm
- Hücre çapı 0.7-0.8 µm
- Bölmeler net şekilde görülür, boğumlar yoktur.
- S testindeki reaksiyonu negatiftir
- Genellikle Gram negatif, fakat bazen Gram pozitif
- Neisser negatif

5.2.7. Type 1851

Type 1851 filamentli bir bakteridir (Şekil 5.11).



Şekil 5.11. 30.03.2009 tarihli numuneden *Type 1851*' e ait bir örnek (Gram boyama, 1000'lik büyütme)

Aşağıdaki karakteristiklere sahip olduğu belirlenmiştir:

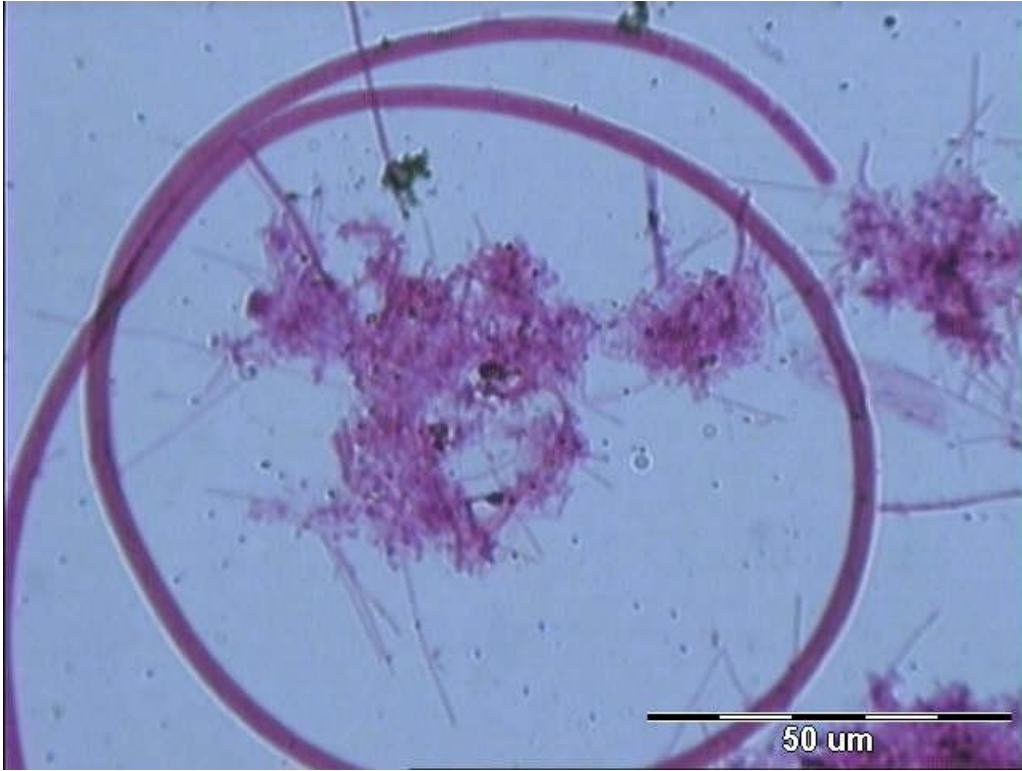
- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Filament uzunluğu $> 200 \mu\text{m}$
- Hücre çapı $0.5 - 0.7 \mu\text{m}$
- Bitişik büyüme fazla
- Bölmeler genellikle net olarak görünebilir değil
- Sülfür depolama yok
- Gram negatif
- Neisser negatif

5.2.8. Bilinmeyen tür

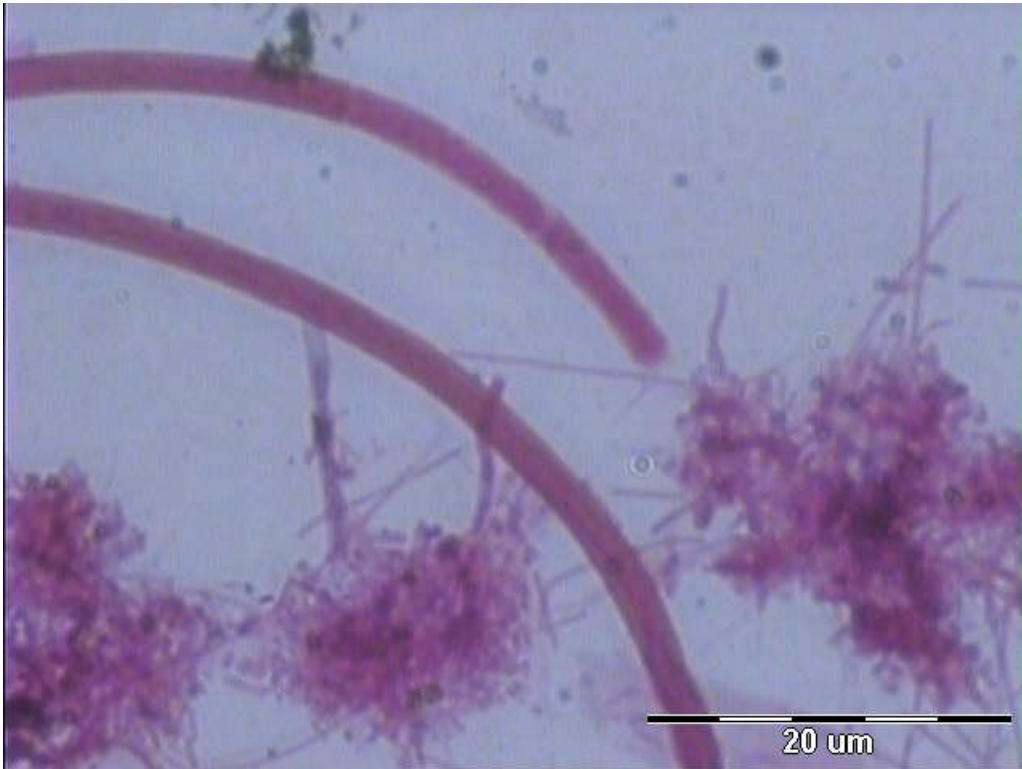
Uzunluk, hücre genişliği ve belirleyici özellikler göz önüne alındığında literatürde karşılığı bulunamayan bu türün farklı büyütmelerdeki görünümü aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.12. 17.07.2009 tarihli numuneden *Bilinmeyen tür*' e ait bir örnek (Gram boyama, 100'lük büyütme)



Şekil 5.13. 17.07.2009 tarihli numuneden *Bilinmeyen tür'* e ait bir örnek (Gram boyama, 400'lük büyütme)



Şekil 5.14. 17.07.2009 tarihli numuneden *Bilinmeyen tür'* e ait bir örnek (Gram boyama, 1000'lik büyütme)

5.3. Protozoa ve Metazoalar

Protozoalar ve metazoaların aktif çamur içindeki varlıkları gözlenmiş ve bunların tür teşhisleri yapılmıştır. Belirlenen türlerin aylara göre dağılımları Tablo 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.2. Belirlenen Türlerin Aylara Göre Dağılımı

	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
<i>Epistylis sp.</i>	X	X			X	X	X	X
<i>Vorticella sp.</i>		X						X
<i>Opercularia sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Charcesium sp.</i>			X		X		X	
<i>Chilodonella sp.</i>			X					
<i>Euplotes sp.</i>		X	X	X	X	X		
<i>Litonotus sp.</i>			X					
<i>Peranema sp.</i>	X		X	X				
<i>Rotiferler</i>	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Serbest Bakt.</i>	X		X	X	X	X		X
<i>Nitrifikasyon Bakt.</i>	X	X				X		X

5.3.1. Protozoalar

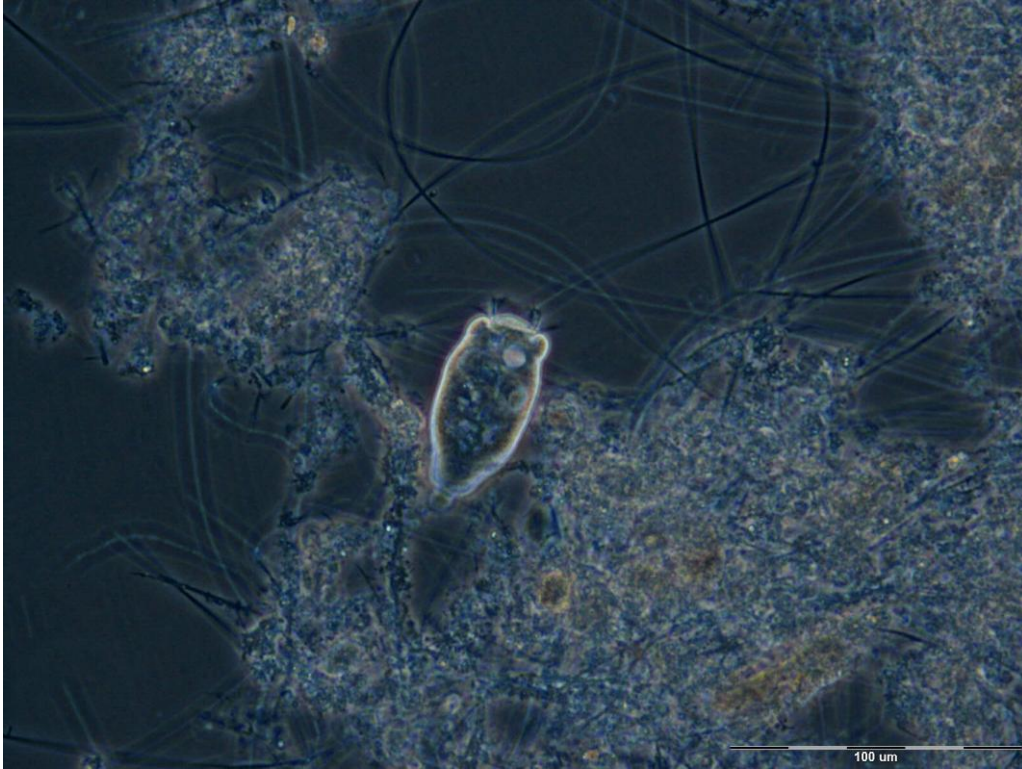
Yapılan çalışmada dört protozoa türünden siliatların baskın olarak tekstil endüstrisi aktif çamurunda bulunduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında az da olsa flagellatların varlığı tespit edilmiştir.

5.3.1.1. Siliatlar

Çalışma süresince siliatlar grubundan *Epistylis sp.* ve *Opercularia sp.* sıklıkla olmak üzere; *Vorticella sp.*, *Carchesium sp.*, *Chilodonella sp.*, *Euplotes sp.* ve *Litonotus sp.*’ye rastlanmıştır.

Epistylis sp.

Epistylis genelde vazo şekilli hücelere sahiptirler (Şekil 5.15). 70 – 100 µm'lik çap aralığına sahip olduğu tespit edilmiştir. *Epistylis*ler genellikle dallı gövdeleriyle tanınıyor olmalarına rağmen bu çalışmada hep tek halde gözlenmiştir.

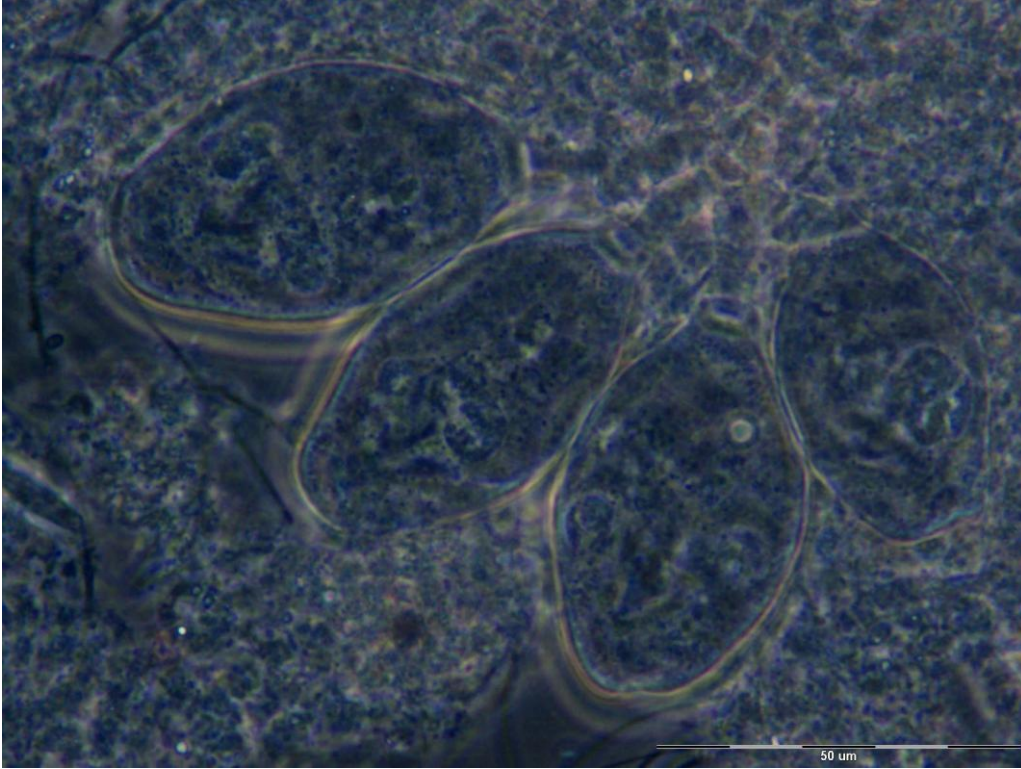


Şekil 5.15. 30.09.2009 tarihli numuneden *Epistylis* e ait bir örnek (400'lük büyütme)

Opercularia sp.

Opercularia çan şekilli hücelere sahiptir (Şekil 5.16).

Opercularia 'nın küçük bir ağız açıklığına sahip olduğu ve hücre çaplarının 140 µm civarında olduğu belirlenmiştir. Gövdelerinin dallandığı; böylelikle koloni şekli oluşturmuş olduğu görülmüştür.



Şekil 5.16. 06.05.2009 tarihli numuneden *Opercularia*'ya ait bir örnek (1000'lik büyütme)

Vorticella sp.

Vorticella hücreleri 50 – 150 μm arasında ölçülmüştür. Çan şeklinde olduklar ve halka şekilli bir silin ağız boşluğunun çevresinde bulunduğu, gövdelerinin dallanma yapmadığı tespit edilmiştir (Şekil 5.17).



Şekil 5.17. 09.04.2009 tarihli numuneden *Vorticella*'ya ait bir örnek (400'lük büyütme)

Carchesium sp.

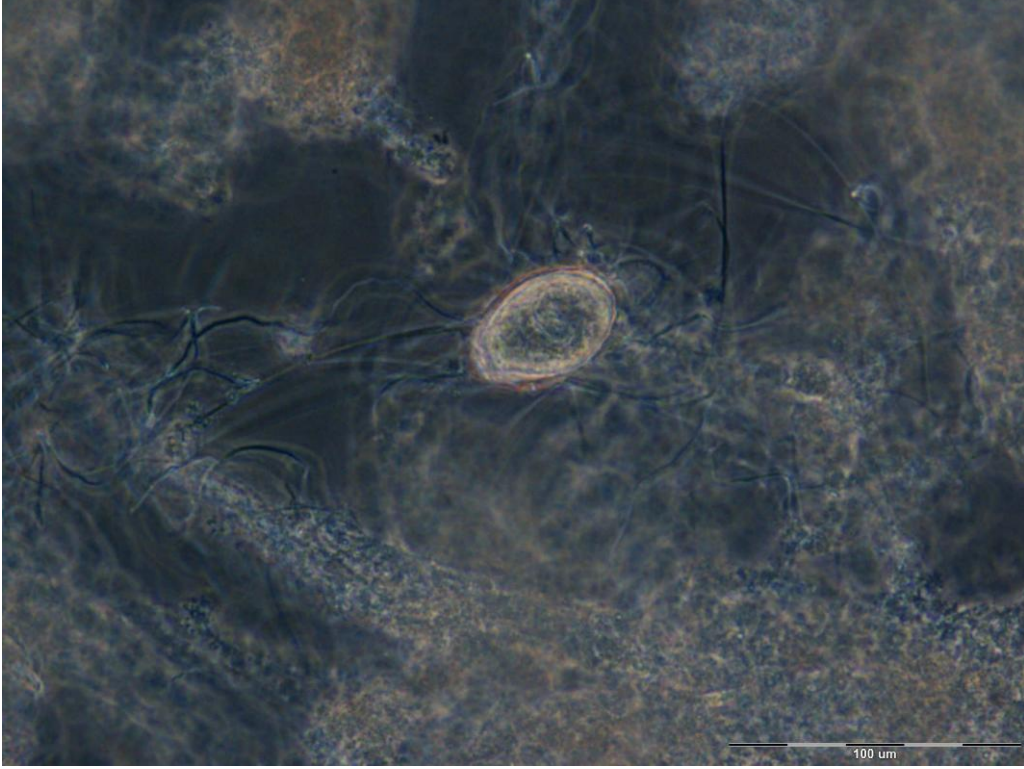
Carchesium'un çan şeklindeki hücre yapısına sahip sapsız bir siliat olduğu, çoğunlukla dallanma yapan gövdeleri dolayısıyla koloniler oluşturuyor olduğu ve 50-125 μm'lik hücrelere sahip olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.18).



Şekil 5.18. 30.07.2009 tarihli numuneden *Carchesium*' a ait bir örnek (400'lük büyütme)

***Chilodonella* sp.**

Chilodonella'nın yavaş hareketleri, hücre uzunluğunun 40 ile 125 μm arasında değişiyor olması ayırdedici özellik olarak belirlenmiştir (Şekil 5.19) .



Şekil 5.19. 06.05.2009 tarihli numuneden *Chilodonella*' ya ait bir örnek (400'lük büyütme)

Euplotes sp.

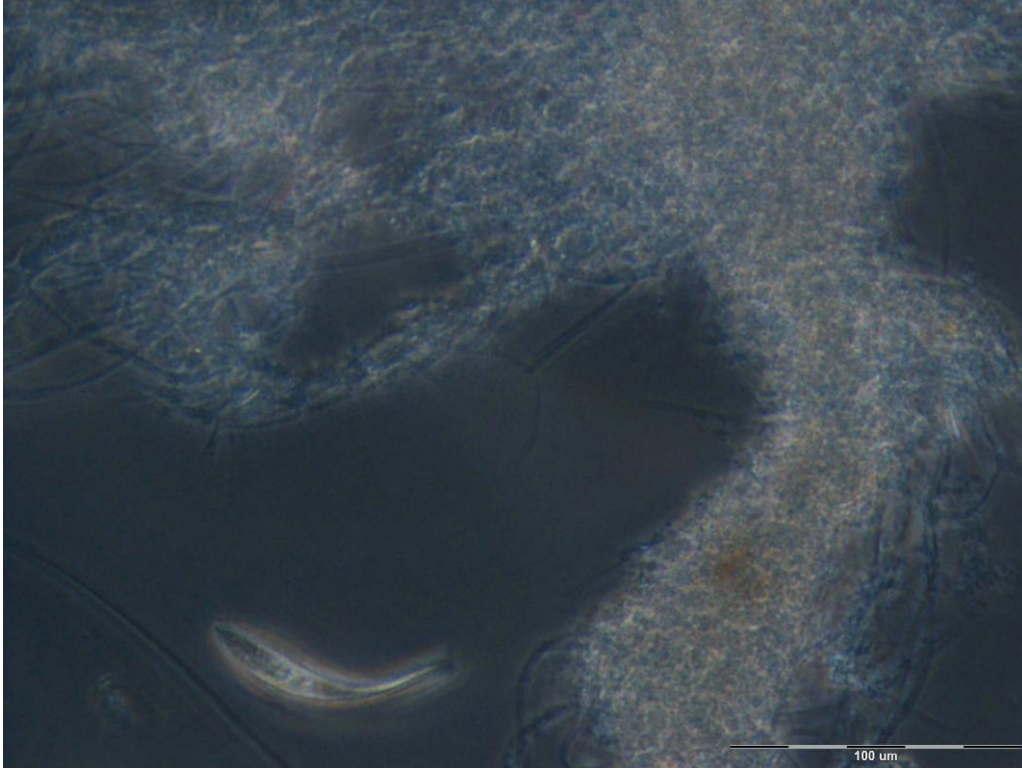
Euplotes'in oval hücrelere sahip, serbest – yüzen, çok hızlı hareket eden bir siliat olduğu gözlenmiştir. Sillerin kıvrılan ayaklar olarak birlikte bulunduğu, önde dokuz arkada ise beş adet kıvrılan ayağın bulunduğu, boyutlarının 30 ile 100 μm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 5.20).



Şekil 5.20. 09.04.2009 tarihli numuneden *Euplotes*' e ait bir örnek (400'lük büyütme)

Litonotus (Lionotus) sp.

Litonotus'un hücreleri bir şişe (amfora) gibi şekillendiği ve boyun kısmının hücrenin belli belirsiz yay şeklinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.21).



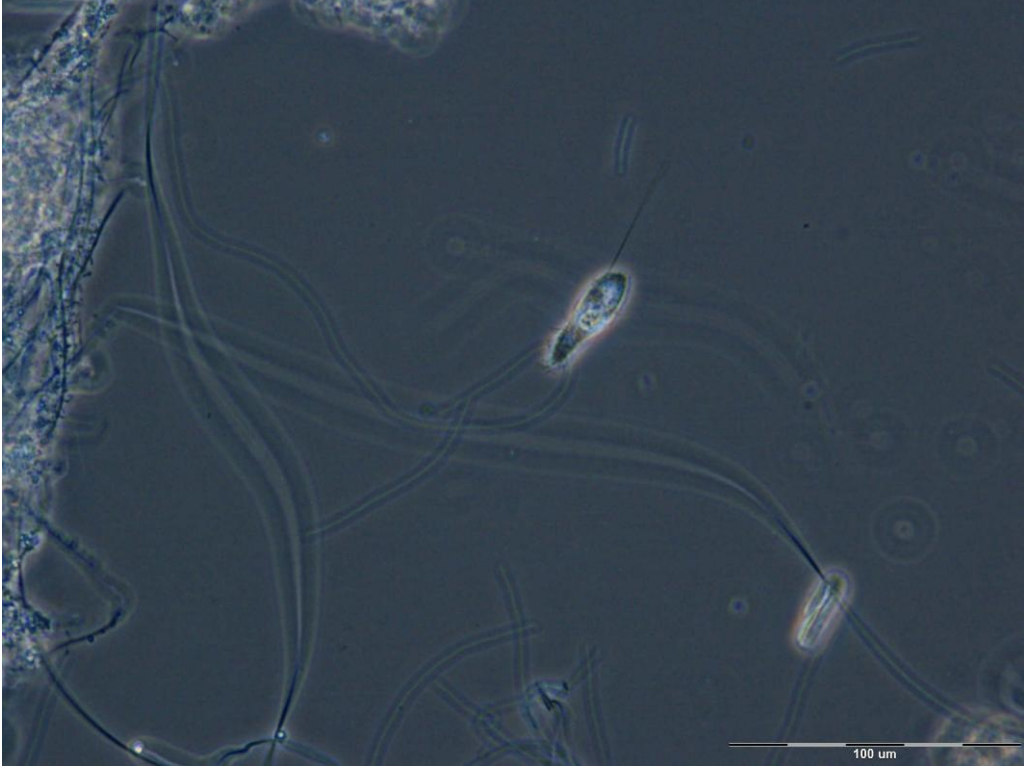
Şekil 5.21. 06.05.2009 tarihli numuneden *Lionotus*' a ait bir örnek (400'lük büyütme)

5.3.1.2. Flagellatlar

Tekstil endüstrisi atıksu arıtma tesisi aktif çamurunda yapılan çalışmada flagellatlar grubundan sadece *Peranema* ile karşılaşılmıştır.

Peranema sp.

Peranema çok karakteristik özelliği olan uzun, zayıf flagellumu ile serbest-yüzücü bir flagellat olduğu ve İkinci bir, daha zayıf olan flagellumu olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.22).



Şekil 5.22. 06.05.2009 tarihli numuneden *Peranema*' ya ait bir örnek (400'lük büyütme)

5.3.2. Metazoalar

Bu çalışmada metazoa gruplarından sadece, fakat sıklıkla rotiferlere rastlanmıştır.

5.3.2.1. Rotiferler

Rotiferler; geniş, farklı biçimde hareketli ve ince-uzun çok hücreli organizmalar olduğu gözlenmiştir. Vücut uzunluğu 100'den 500 µm'ye kadar değişebilmektedir ve kafa ile içe dönük olan bir kuyruktan oluşan bir zırh tipiyle çevrelenmektedirler (Şekil 5.23).

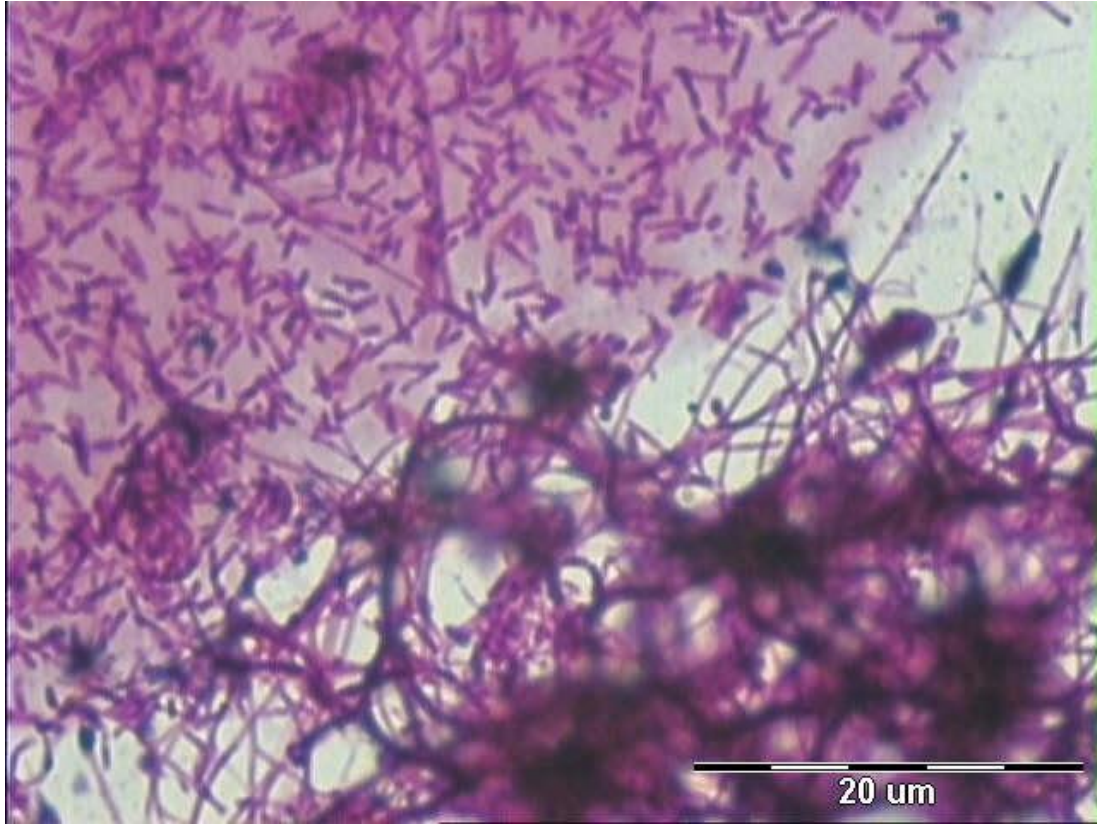


Şekil 5.23. 30.07.2009 tarihli numuneden *Rotifer*' e ait bir örnek (400'lük büyütme)

Küçük miktardaki sillerin dalları başı üzerinde bulunmaktadır. Bu siller; ağız açıklığı içinde bir çıkıntı yaratabilmektedirler. Ağız açıklığının çevresinde çökebilen partikülleri sudan filtre eden bir dizi ağız bulunmaktadır. *Rotiferler*, serbest yaşayan bakteri hücreleri ve küçük flok partiküllerini tüketmektedir.

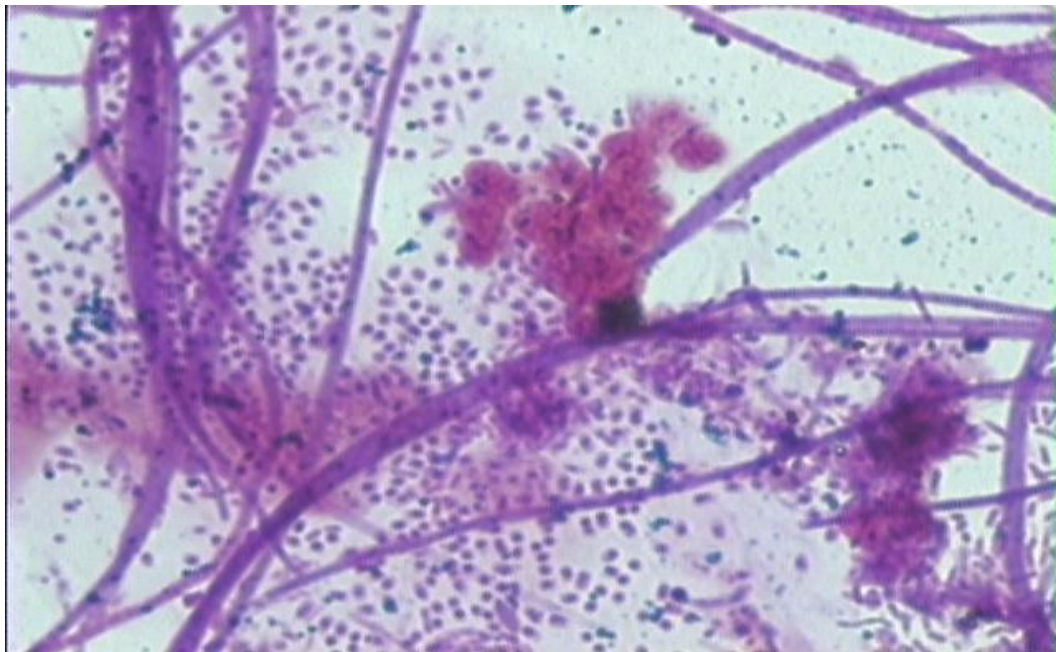
5.4. Serbest Bakteriler

Tekstil endüstrisi atıksuyunda yuvarlak ve çubuk şeklinde olmak üzere iki çeşit serbest yaşayan bakteriye rastlanmıştır.



Şekil 5.24. 30.03.2009 tarihli numuneden Çubuk Şeklindeki Serbest Bakteriler' e ait bir örnek (400'lük büyütme)

5.5. Nitrifikasyon Bakterileri



Şekil 5.25. 15.03.2009 tarihli numuneden Nitrifikasyon Bakterileri'ne ait bir örnek (400'lük büyütme)

Çok sık rastlanılmamasına karşın, aktif çamur içersinde nitfikasyon bakterilerinden sarsina ve tetratların varlığı dikkat çekmiştir.

BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

- Seçilen tesiste fiziksel, biyolojik arıtma ve çamur susuzlaştırma üniteleri bulunmaktadır. Tez kapsamında bu tesisin aktif çamur ünitesinden alınan çamurun karakterizasyonu belirlenmiştir.

- Tesisten alınan numunelerin laboratuvar ortamında incelenmesi neticesinde çamur yapısında bazı bozukluklar ve fazla sayıda filamentli mikroorganizmalar tespit edilmiştir.

- Numunelerin genelinde flok yapısı ve çamur karakterinde bozukluklar tespit edilmiştir. Filamentli mikroorganizmalar ortama hakim olmuştur. Bu durum tesisten alınan analiz sonuçlarına yansımamıştır. Ayrıca filamentli bakterilerde de Şubat ve Mart aylarında fark edilir düzeyde bir artış meydana gelmiştir. Flok yapısındaki bozuklukların çalışma periyodunun tamamında devam ettiği gözlenmiş; bunun yanında filamentlilerdeki çeşitlik sürmüştür ve bunu suyun karakterine bağlamak da mümkün olmuştur.

- Bunun neticesinde; tesisin aktif çamur ünitesinde kabarma ve şişme problemleri meydana gelebileceği tespit edilmiştir. Bu tesis için istenmeyen ve tehlikeli bir durumdur. İncelenen aylarda belirlenen; ortamdaki koşulların kabarma ve şişme problemleri için uygun olduğudur.

- Bu nedenle; çamur yapısının en azından haftalık olarak incelenmesi gerektiği sonucuna varılabilir. Şuanda tesiste bu konuyla ilgili herhangi bir çalışma yapılmamaktadır. Ancak en azından flok yapısının takibi tesis için çok önemlidir.

- Çamur kabarması ve şişmesinin şuan tesiste mevcut olmaması, gelecekte olmayacağını düşünmek için yeterli değildir. Her an böyle bir sorunla

karşılaşılabileceği unutulmamalı, bu nedenle de konunun takibi ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır. Tesiste bu çalışmaları yapabilmek için gerekli ekipmanlar temin edilmelidir.

- Filamentlilerin mikroorganizmaların aktif çamurda yoğun olarak bulunması tesis için problem teşkil edecek bir durum olmasına rağmen floklaşmanın filamentli mikroorganizmalar sayesinde olduğu göz önüne alındığında filamentli mikroorganizmaların çokluğu tesis için faydalı bir durum teşkil etmiştir. Ancak bu filamentlilerin aşırı büyümesi; su analizlerinin takibi, çamurun incelenmesi, flok yapısının araştırılması ve tesise giren kirlilik yükü fazla debilerin göz ardı edilmemesi ve mevsimsel şartların değerlendirilmesi ile önlenmelidir.

- Tespit edilen türlerin bazılarının literatürde karşılığının bulunamamış olması boyama yöntemleriyle yapılan çalışmaların yetersiz olduğunu göstermiştir. Bu türler hakkında daha fazla bilgiye sahip olabilmek için ilerleyen dönemlerde moleküler çalışmaların yapılması bu türlerin belirlenmesine faydalı olacaktır. Bu açıdan bu çalışmanın yapılacak diğer çalışmalara ışık tutması hedeflenmiştir.

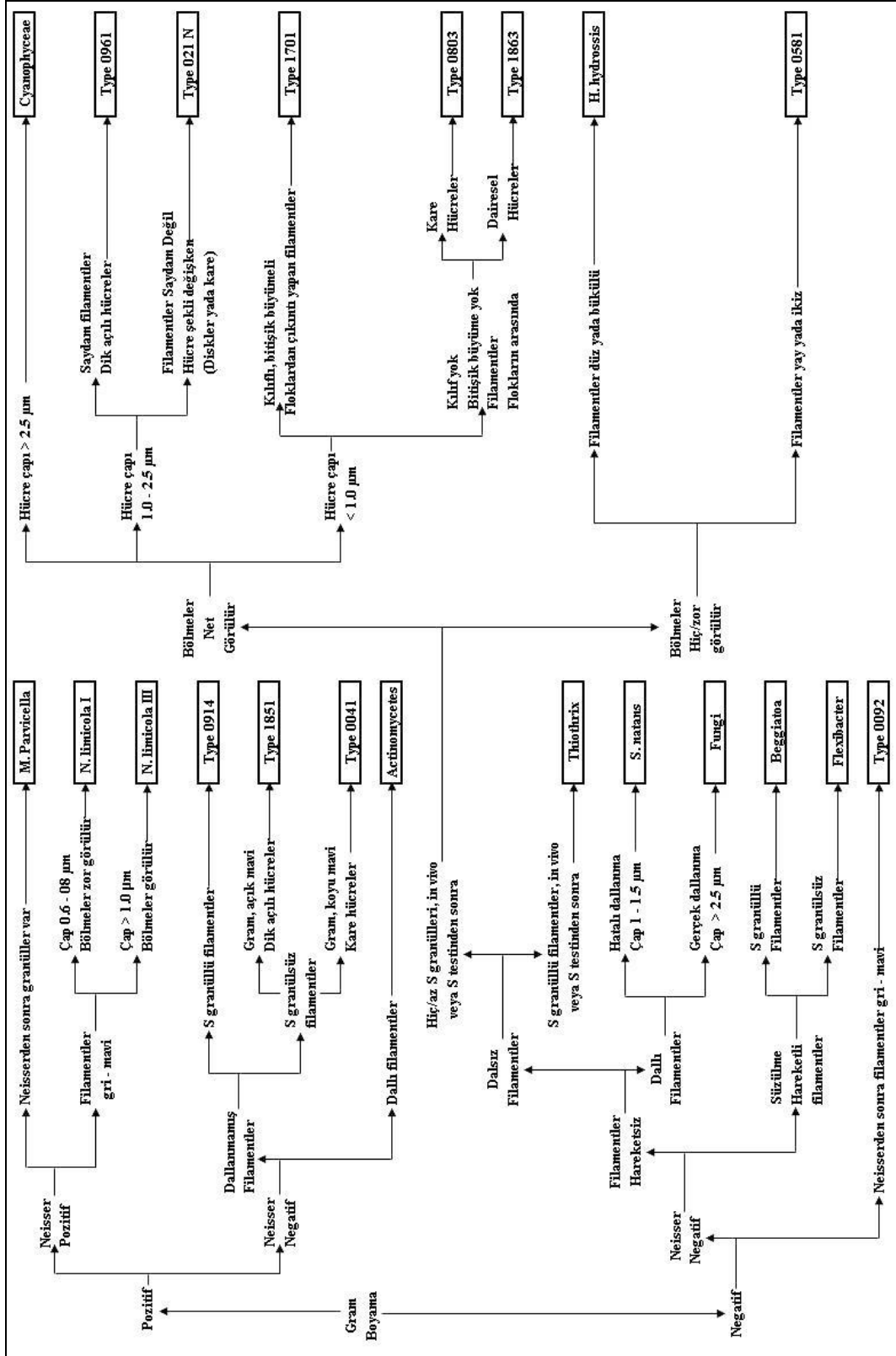
KAYNAKLAR

- [1] Correia ve ark. 1994, Easton 1995.
- [2] Grau 1991.
- [3] Pagga ve Brown 1986, İnce ve Gönenç 1987.
- [4] ADAV, S.S., LEE, D-J.,SHOW, K.-Y., TAY, J.-H., Aerobic granular sludge: Recent advances, Biotechnology Advances 26, 411–423, 2008.
- [5] Lin ve Chen, 1997.
- [6] Vandervivere ve ark. 1998.
- [7] O’neill vd., 1999.
- [8] İLERİ, R., Çevre Biyoteknolojisi, 168-174, 271-272
- [9] EIKELBOOM, D. H., Extra toepassingsmogelijkheden voor protozoa en metazoa bij de zuivering van afvalwater, MT-TNO, Delft, Report R, 1988; 88:286
- [10] EIKELBOOM, D. H., Process control of activated sludge plants by microscobic investigation, 2000.
- [11] JENKINS, D., RICHARD, M. G., DAIGGER, G. T., Manual on the causes and control of activated sludge bulking and foaming, Water Research Commission, Pretoria, South Africa
- [12] EIKELBOOM, D. H., The Microthrix parvicella puzzle, Water Science & Technology, 1994; 29(7):271-279
- [13] CHUDOBA, J., Control of activated sludge filamentous bulking, Water Research 19, 1985.
- [14] CHUDOBA. J., Control of activated-sludge filamentous bulking-III, Water Research 8, 1973.

- [15] HU, P., STROM, P. F., Fungal bulging of activated sludge at low pH, Research J. Water Population Control Fed 63, 1991.
- [16] SEZGİN, M., JENKINS, D., PARKER, D. S., Aunified-lheory of activated sludge bulking, J. WPCF 50, 1978.
- [17] FORSTER, C. F., DALLAS-NEWTON, J., Activated sludge settlement-some suppositions and suggestions water pollut control 79, 1980.
- [18] Kırdar 1995.
- [19] Kırdar 1995, EPA 1997, EPA 2000.
- [20] Vardar ve Şar 1998, Şengül 1991.
- [21] Şengül 1991, Başer 1992.
- [22] EIKELBOOM, D. H., The Microthrix parvicella puzzle, Water Science & Technology, 1994; 29(7):271-279
- [23] SLIJKHUIS, H. & DEINEMA, M. H., Effect of environmental conditions on the occurrence of Microthrix parvicella in activated sludge, Water Research 22, 1988; 825-828
- [24] BLACKALL, L. L., STRATTON, H., BRADFORD, D., SJÖRUP, C., DEL DOT, T., SERVIOUR, E. M. & SERVIOUR, R. J., Candidatus Microthrix parvicella - a filamentous bacterium from activated sludge sewage plants, International Journal of Systematic Bacteriology 4, 1996; 344-346,
- [25] <http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/doc98-3.htm> 2010.
- [26] CURDS, C., R., An illustrated key to the British fresh water ciliated protozoa commonly found in activated sludge, Water pollution Research Tech. Paper No. 12, London, 1969.

EKLER

EK A. FİLAMEN TLİ MİKROORGANİZMALARIN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN TEŞHİS ANAHTARLARI



Ek A2: Aktif çamurdaki filamentli organizmaların teşhis anahtarı 2

	Faz Kontrast Mikroskop													Işık Mikroskobu					
	Dallanma	Hareket	Filament Şekli		Filament Uzunluğu < 200 µm	Bitişik Büyüme	Kılıflı	Bölmeler Net Görülür	Hücre Çapı			Hücre Kare veya Dik Açılı	Hücre Disk yada Çubuk Şekli	S Granülleri		Gram Boyama		Neisser Boyama	
			Düz veya Bükülü	Yaylı veya İkiz					< 1.0 µm	1.0 - 2.5 µm	> 2.5 µm			In vivo	Sülfür Testinden Sonra	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif
Actinomycetes	+			+	+				+			∞	∞			+		±	+
Beggiatoa		+	+		±				+	+	+	∞	∞	+			+		+
Cyanophyceae			+				±	+			+	+	+			+	+		+
H. hydrossis			+		+		+		+			∞	∞				+		+
Flexibacter		+	+		+			±	+			∞	∞				+		+
M. parvicella				+	+				+			∞	∞				+		+ ⁶⁾
N. limicola I				+	±			±	+				+				+		+ ⁷⁾
N. limicola III				+	±			+	+	+			+				+	9)	+ ⁷⁾ 9)
Fungi	+		+					+		+	+					4)	4)		+
S. natans	+ ¹⁾		+			±	+	+		+			+				+		+
Thiotrix	2)		+		±		±	+ ³⁾	+	+		+ ³⁾	+ ³⁾	±	+		+		+
Type 0041			+		±	+	+	+	+	+		+					+		+
Type 0092			+		+				+			∞	∞				+		+ ⁷⁾
Type 021 N			+		±			+	±	+		+	+		± ⁸⁾		+		+
Type 0581				+	+				+			∞	∞				+		+
Type 0803			+		+			+	+			+					±	+	+
Type 0914			+		+			+ ³⁾	+			+ ³⁾		+			+		+
Type 0961			+					+		+		+					+		+
Type 1701			+		+	+	+	+	+				+				+		+
Type 1851			+		±	+	+		+			∞	∞						+ ⁵⁾
Type 1863				+	+			+	+				+				+		+

±: Bazen, ∞: Hücre şekli faz kontrastla farkedilemeyebilir, 1): Hatalı dallanma, 2): Bazen rozetler, 3): S granülleri çözülmesinden sonra hücreler farkedilebilir, 4): Fungi bu metotla boyanamayabilir, 5): Açık mavi, 6): Granüller, 7): Filamentler gri-maviye boyanır, 8): Küçük granüller, 9): Gram ve Neisser negatif türler de vardır

Ek A3: Filamentli mikroorganizmaların karakteristiklerini içeren teşhis anahtarı

EK B. ADASU ATIKSU KONTROL LABORATUARI ANALİZ RAPORLARI' NDAN ELDE EDİLEN NETİCELER

Adasu Atıksu Kontrol Laboratuari Analiz Raporu

Tarih	pH	KOİ	Fenol	Çinko	Sülfür*
19.06.2009	7	192	<0,001	<0,001	0,04
24.06.2009	6,6	132	<0,001	0,009	0,024
01.07.2009	7,86	371	<0,001	0,057	0,035
06.07.2009	7	381	<0,001	0,014	0,048
24.08.2009	6,8	186	0,007	0,045	0,053
29.07.2009	7,02	145	<0,001	0,035	0,034
24.08.2009	6,8	186	0,007	0,045	0,053
25.08.2009	8,05	108	0,003	0,045	0,034
14.09.2009	6,8	202	<0,001	0,032	0,025
24.09.2009	6,8	77	0,004	0,048	0,04
05.10.2009	6,7	164	0,012	0,044	0,051
12.10.2009	6,38	205	0,009	0,079	0,032
14.10.2009	6,7	165	<0,001	0,091	0,019
21.10.2009	7,6	272	0,002	0,04	0,03
26.10.2009	7,43	174	0,03	0,05	0,04
06.11.2009	6,6	152	<0,001	0,028	0,026
16.11.2009	7,4	238	0,119	0,018	0,034
18.11.2009	6,7	93	0,03	0,185	0,025
10.12.2009	7,65	190	0,034	<0,01	0,033
23.12.2009	6,6	148	0,018	0,019	0,04
28.12.2009	7,72	269	0,014	0,012	0,072
31.12.2009	7,72	195	0,014	<0,005	0,036

*Bu analiz parametresinden laboratuvarımızın Çevre Analizleri Yeterlilik Belgesi bulunmamaktadır.

ÖZGEÇMİŞ

İpek SANAL 09.02.1985 tarihinde Bandırma'da doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini Bandırma'da tamamlamıştır. 2003 yılında Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimi almaya hak kazanmıştır. 2007 yılında lisans eğitimini tamamlamıştır ve yine 2007 yılında Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisansa başlamıştır.