

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FİLAMENLİ BAKTERİLERİN SEBEP OLDUĞU
KABARMA VE ŞİŞME PROBLEMLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Müh. Aslıhan ÖZTÜRK

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Nurtaç ÖGLENİ

Ağustos 2007

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FİLAMENLİ BAKTERİLERİN SEBEP OLDUĞU
KABARMA VE ŞİŞME PROBLEMLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Müh. Aslıhan ÖZTÜRK

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 24/08/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Yrd. Doç. Dr. Nurtaç ÖĞLENİ
Jüri Başkanı**

**Prof. Dr. Recep İLERİ
Üye**

**Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KARACA
Üye**

ÖNSÖZ

T.C. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Çevre Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada; Adasu Atıksu Arıtma Tesisi'nden alınan çamur numuneleri üzerinde yapılan mikroskobik araştırmalar ve bunlardan alınan fotoğraflarla çamurdaki flok yapısı ve mikroorganizma türleri belirlenmiş, bunlar tesisten alınan analiz sonuçlarıyla birleştirilerek; aktif çamurda meydana gelen veya gelebilecek çamur kabarması ve şişmesi problemlerine ışık tutulmuş, sonuçlarla su kalitesi arasındaki bağlantı kurulmuştur.

Günümüzde gelişen teknoloji ve çevresel problemlerin artışı ile arıtma tesislerine verilen önem artmıştır; çamurdaki mikroorganizmalar ve meydana gelebilecek sorunlarla ilgili tüm dünyada birçok çalışma yapılmıştır. Fakat Türkiye'de bu konuyla ilgili çalışmalar hala oldukça sınırlıdır.

Yaptığım çalışmalar süresince benden desteğini esirgemeyen, bilgileriyle bana ışık tutan, öğrencisi olmakla gurur duyduğum danışmanım Yrd. Doç. Dr. Nurtaç ÖĞLENİ'ye çok teşekkür ederim.

Tezimin hazırlanmasında desteğini gördüğüm, bilgilerinden faydalandığım; İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Öğretim Görevlisi Süleyman ÖVEZ'e teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca beni her konuda destekleyen aileme ve sevgili eşim İnşaat Yüksek Mühendisi Ertuğrul ÖZTÜRK'e tezime ve hayatıma kattığı her şey için teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
RESİMLER LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xxii
SUMMARY.....	xxiii

BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
1.1. Aktif Çamur Sürecine Genel Bakış.....	1
1.2. Aktif Çamurda Meydana Gelen Kabarma Problemleri.....	2
1.3. Çalışma Alanı.....	4
1.4. Çalışma Amacı.....	4
1.5. Çalışma Yöntemi.....	5

BÖLÜM 2.

ATIK SULARIN ÖZELLİKLERİ, PARAMETRELERİ VE AKTİF

ÇAMUR SİSTEMLERİ.....	6
2.1. Atıksuların Özellikleri.....	6
2.1.1. Fiziksel özellikler.....	6
2.1.2. Kimyasal özellikler.....	6
2.1.3. Biyolojik özellikler.....	8
2.2. Atıksu Çeşitleri.....	9
2.2.1. Evsel atıksular.....	9

2.2.2. Endüstriyel atıksular.....	10
2.3 Atıksu Kirlilik Ölçüm Parametreleri.....	10
2.4. Aktif Çamur Sistemi.....	10
2.5. Aktif Çamurun Tanımı.....	12
2.5.1. Aktif çamurun özellikleri.....	12
2.6. Çamur Kalitesinin Tespiti.....	13
2.7. Çamur Hacim İndeksi Hesaplama.....	13
2.7.1. Analizin yapılışı.....	14
2.8. Aktif Çamur Sisteminde Meydana Gelen Problemler.....	14
2.8.1. İşletimsel problemler.....	14
2.8.1.1. Tipik problemler.....	14
2.8.1.2. Tesis değişiklikleri.....	16
2.8.2. Aktif çamur sisteminde kabarma ve köpürme.....	18
2.8.3. Çamur kabarması.....	19
2.8.3.1. Filamentli kabarma.....	21
2.8.4. Septik çamur.....	25
2.8.5. Toksik maddeler.....	26
2.8.6. Çamur yükselmesi.....	26
2.8.7. Köpük oluşumu (Köpüklenme).....	27
BÖLÜM 3.	
AKTİF ÇAMUR FLOKLARI VE MİKROORGANİZMALARİ.....	29
3.1. Aktif Çamur Floklarının Karakteristikleri.....	29
3.2. Morfolojik Karakteristikler.....	29
3.2.1. Şekil.....	29
3.2.2. Yapı.....	30
3.2.3. Direnç.....	30
3.2.4. Boyut.....	31
3.3. Flok Kompozisyonu.....	32
3.3.1. Çeşitlilik.....	32
3.3.2. Monokoloniler.....	33
3.4. (İn) organik Partiküller.....	34
3.5. Bağımsız Yaşayan Bakteriler, Spirochaeteler ve Spirilliler.....	34

3.5.1. Bağımsız yaşayan hücreler.....	34
3.5.2. Spirochaeteler.....	35
3.5.3. Spirilliler.....	35
3.6. Flok Tipleri.....	36
3.6.1. Flok tipi 1.....	36
3.6.2. Flok tipi 2.....	37
3.6.3. Flok tipi 3.....	37
3.7. Endüstriyel Arıtma Sistemleri.....	38
3.8. Aktif Çamur Mikroorganizmaları.....	39
3.8.1. Filamentli mikroorganizmalar.....	39
3.8.2. Filament indeksi.....	40
3.8.3. Filamentli organizmaların tanımlanması.....	41
3.8.4. Teşhis karakteristikleri.....	42
3.8.4.1. Hareketlilik.....	42
3.8.4.2. Dallanma.....	42
3.9. Filament Şekilleri.....	43
3.9.1. Bitişik büyüme.....	44
3.9.2. Filament çapı.....	44
3.9.3. Bölmeli ve geçirimli duvarlar.....	44
3.9.4. Hücre şekli.....	44
3.9.5. Kılıf.....	45
3.9.6. Granüller.....	45
3.9.7. “Predominant” ve “Secondary” lerin konseptleri.....	46
3.10. Teşhis (Tanımlama) Prosedürü.....	46
3.11. Filamentlilerin Çeşitlerinin Teşhisi.....	47
3.11.1. Aktinomisetler.....	47
3.11.1.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	48
3.11.2. Beggiatoa.....	49
3.11.2.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	50
3.11.3. ‘Cyaphyceae’.....	50
3.11.3.1 Aktif çamur içindeki varlıkları.....	52
3.11.4. Flexibacter.....	52
3.11.4.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	53

3.11.5. Haliscomenobacter hydrosis.....	53
3.11.5.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	54
3.11.6. Leucothrix.....	55
3.11.6.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	56
3.11.7. Microthrix parvicella.....	56
3.11.7.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	58
3.11.8. Nostocoida limicola I.....	59
3.11.8.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	61
3.11.9. Nostocoida limicola III.....	61
3.11.9.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	62
3.11.10. Fungi.....	63
3.11.10.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	64
3.11.11. Sphaerotilus natans.....	64
3.11.11.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	65
3.11.12. ‘Streptococcus’.....	66
3.11.12.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	67
3.11.13. Thiothrix.....	68
3.11.13.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	69
3.11.14. Tip 0041 / 0675.....	70
3.11.14.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	72
3.11.15. Tip 0092.....	72
3.11.15.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	73
3.11.16. Tip 0211.....	74
3.11.16.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	75
3.11.17. Tip 021 N.....	75
3.11.17.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	76
3.11.18. Tip 0411.....	77
3.11.18.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	78
3.11.19. Tip 0581.....	78
3.11.19.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	79
3.11.20. Tip 0803.....	80
3.11.20.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	81
3.11.21. Tip 0914.....	82

3.11.21.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	83
3.11.22. Tip 0961.....	84
3.11.22.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	85
3.11.23. Tip 1701.....	85
3.11.23.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	86
3.11.24. Tip 1702.....	87
3.11.24.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	87
3.11.25. Tip 1851.....	88
3.11.25.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	89
3.11.26. Tip 1852.....	89
3.11.26.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	90
3.11.27. Tip 1863.....	90
3.11.27.1. Aktif çamur içindeki varlıkları.....	91
3.12. Protozoalar ve Metezoalar.....	91
3.12.1. Protozoalar.....	93
3.13. Siliatlar.....	93
3.13.1. Sapsız siliatlar.....	95
3.13.1.1. Carchesium.....	96
3.13.1.2. Epistylis.....	97
3.13.1.3. Opercularia.....	97
3.13.1.4. Stentor.....	98
3.13.1.5. Suctoranlar.....	98
3.13.1.6. Vaginicola.....	99
3.13.1.7. Vorticella.....	100
3.13.2. Yavaş hareket eden siliatlar.....	101
3.13.2.1. Aspidisca.....	101
3.13.2.2. Chilodonella.....	102
3.13.2.3. Trachelophyllum.....	103
3.13.3. Serbest yaşayan siliatlar.....	103
3.13.3.1. Blepharisma.....	104
3.13.3.2. Colpidium.....	105
3.13.3.3. Euplotes.....	105
3.13.3.4. Litonotus (Lionotus).....	106

3.13.3.5. Paramecium.....	107
3.13.3.6. Spirostomum.....	108
3.14. Flagellatlar.....	108
3.14.1. Bodo.....	109
3.14.2. Heixamitus.....	109
3.14.3. Peranema.....	110
3.14.4. Monosiga.....	110
3.14.5. Pleuromonas.....	111
3.14.6. Poteriodendon.....	111
3.14.7. Trepomonas.....	112
3.15. Amoeba, Testate amoeba, Heliozoa.....	112
3.15.1. Amoeba.....	113
3.15.2. Testate amoeba.....	113
3.15.3 Heliozoa.....	114
3.16. Metezoa.....	115
3.16.1. Rotifer.....	116
3.16.2. Nematodlar.....	117
3.16.3. Tardigradeler.....	118
3.16.4. Solucanlar.....	118
BÖLÜM 4.	
ADASU ATIKSU ARITMA TESİSİ.....	120
4.1. Tesiste Planlanan Uygulamalar.....	120
4.2. Arıtma Kademeleri.....	120
4.2.1. Fiziksel arıtma.....	121
4.2.2. Biyolojik arıtma.....	121
4.2.3. Çamur susuzlaştırma.....	121
4.3. Giriş ve Çıkış Değerleri.....	121
4.4. Tesiste Yapılan Günlük Periyodik Çalışmalar.....	122
4.5. Tesiste Yapılan Haftalık Periyodik Çalışmalar.....	123
4.6. Tesiste Yapılan Aylık Periyodik Çalışmalar.....	123
4.7. Tesiste Karşılaşılan Sorunlar.....	123
4.7.1. Giriş suyu.....	123

4.7.2. Giriş suyundan gelen yağ ve gres miktarı.....	124
4.7.3. Biyolojik hayat.....	125
4.7.4. Arıtma çamurunun bertarafı.....	125
4.7.5. Dezenfeksiyon ünitesi.....	125
BÖLÜM 5.	
ÇALIŞMADA KULLANILAN MATERYAL VE METOTLAR.....	126
5.1. Materyaller.....	126
5.2. Metotlar.....	126
5.2.1. Gram boyama.....	127
5.2.1.1. Gerekli çözeltiler.....	127
5.2.1.2. Boyama prosedürü.....	127
5.2.1.3. Boyamanın değerlendirilmesi.....	128
5.2.1.4. Boyamada dikkat çeken hususlar.....	128
5.2.2. Neisser boyama.....	130
5.2.2.1. Gerekli çözeltiler.....	130
5.2.2.2. Boyama prosedürü.....	130
5.2.2.3. Boyamanın değerlendirilmesi.....	131
5.2.2.4. Boyamada dikkat çeken hususlar.....	131
5.2.3. Sülfür depolama testi.....	132
5.2.3.1. Yöntemi.....	132
5.2.3.2. Testin değerlendirilmesi.....	132
5.2.4. Adasu Atıksu Arıtma Tesisinde uygulanan analiz yöntemleri.....	132
BÖLÜM 6.	
LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	136
BÖLÜM 7.	
SONUÇLAR.....	143
BÖLÜM 8.	
TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	191

KAYNAKLAR.....	193
EKLER.....	199
ÖZGEÇMİŞ.....	224

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

μm	: Mikrometre
AKM	: Askıda katı madde miktarı
B	: Çamur yükü
BOD	: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı
BOİ	: 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 ₂ S	: Hidrojen sulfur
k _d	: Toplam biyokütlenin bozulma oranı
KI	: Potasyum iyodür
KOİ	: Kimyasal oksijen ihtiyacı
K _s	: Substrat katsayısı
MLSS	: Havalandırma havuzundaki mikroorganizma sayısı
MLVSS	: Yaşayan bakterilerin yaklaşık ölçüsü
N ₂	: Azotoksit
NA	: Nitrifikasyon aktivite testi
NH ₄ -N	: Amonyum azotu
NH ₄	: Amonyum
NO ₃ -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.....	11
Şekil 2.2.	Çamur hacim indeksi kartı.....	13
Şekil 2.3.	Filamentli bakterilerin ve flok yapıcıların substrat giderimi.....	23
Şekil 3.1.	Aktif çamurdaki sapsız siliatlar için bir teşhis anahtarı.....	95
Şekil 4.1.	AKM için giriş ve çıkış değerleri (1: Giriş, 2: Çıkış).....	121
Şekil 4.2.	KOİ için giriş ve çıkış değerleri (1: Giriş, 2: Çıkış).....	122
Şekil 4.3.	BOİ için giriş ve çıkış değerleri (1: Giriş, 2: Çıkış).....	122

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Orta derecede kirli evsel atık suyun özellikleri.....	9
Tablo 2.2.	Çamur hacim indeksi.....	14
Tablo 3.1.	Aktif çamurdaki mikroorganizmaların büyüklük düzeni.....	92
Tablo 5.1.	KOİ aralığına göre BOİ değerleri ve faktörler.....	133
Tablo 7.1	Ocak ve Şubat ayında tespit edilen türlerin karşılaştırılması.....	188
Tablo 7.2	Mart ve Nisan ayında tespit edilen türlerin karşılaştırılması.....	189
Tablo 7.3	Mayıs ve Haziran ayında tespit edilen türlerin karşılaştırılması...	190

RESİMLER LİSTESİ

Resim 3.1.	Aktinomiset' e ait bir örnek.....	48
Resim 3.2.	Sülfür granülleri içeren Beggiatoa.....	50
Resim 3.3.	Cyanophyceae' nin virgüle benzeyen bölmeli görüntüsü.....	51
Resim 3.4.	Floğa yapışık haldeki süzülme hareketi gözlenmeyen tipik bir Flexibacter.....	53
Resim 3.5.	Biyokütle olarak gelişen H. hydrosisler.....	55
Resim 3.6.	Leucothrix' e ait bir örnek.....	56
Resim 3.7.	Neisser boyama uygulanmış bir M. parvicella örneği.....	57
Resim 3.8.	Gram boyama ile boyanmış M. parvicella örneği.....	58
Resim 3.9.	Nostocoida limicola I örneği.....	59
Resim 3.10.	N. limicola I' in M. parvicella' ya olan benzerliği.....	60
Resim 3.11.	N. limicola III' e ait bir örnek.....	62
Resim 3.12.	Fungiye ait bir örnek.....	63
Resim 3.13.	Sphaerotilus natans' a ait bir örnek.....	64
Resim 3.14.	'Streptococcus' a ait bir örnek.....	66
Resim 3.15.	Gram pozitif haldeki 'Streptococcus'.....	67
Resim 3.16.	Thiothrix' e ait bir örnek.....	68
Resim 3.17.	Floklara bağlı Thiothrix' e ait örnek.....	69
Resim 3.18.	Tip 0041' e ait bir örnek.....	70
Resim 3.19.	Tip 0041 ile Tip 021N' nin bir arada görünüşü.....	71
Resim 3.20.	Tip 0092' ye ait bir örnek.....	72
Resim 3.21.	Tip 021 N' ye ait bir örnek.....	75
Resim 3.22.	Tip 0411' e ait bir örnek.....	77
Resim 3.23.	Tip 0581' in diğer bazı bakteriler ile görünümü.....	78
Resim 3.24.	Tip 0803' e ait bir örnek.....	80
Resim 3.25.	Neisser negatif haldeki görünümü.....	81

Resim 3.26.	Baskın haldeki Tip 0914' e ait bir örnek.....	82
Resim 3.27.	Tip 0961' e ait bir örnek.....	84
Resim 3.28.	Gram negatif haldeki Tip 1701' e ait bir örnek.....	85
Resim 3.29.	Tip 1851' e ait bir örnek.....	88
Resim 3.30.	Tip 1863' e ait bir örnek.....	90
Resim 3.31.	Carchesium' a ait bir örnek.....	96
Resim 3.32.	Epistylis' e ait bir örnek.....	97
Resim 3.33.	Opercularia' ya ait bir örnek.....	97
Resim 3.34.	Stentor' a ait bir örnek.....	98
Resim 3.35.	Vaginicola' ya ait bir örnek.....	99
Resim 3.36.	Vorticella' ya ait bir örnek.....	100
Resim 3.37.	Aspidisca'nın sili yapısını gösteren bir örnek.....	101
Resim 3.38.	Chilodonella'nın ağız açılığını çevreleyen boru şekilli kısmını gösteren bir örnek.....	102
Resim 3.39.	Trachelophyllum'a ait bir örnek.....	103
Resim 3.40.	Blepharisma'nın pembe renkli hücrelerini gösteren bir örnek.....	104
Resim 3.41.	Colpidium'un böbrek şeklindeki yapısı.....	105
Resim 3.42.	Euplotes'in yalancı ayaklarla oluşan yapısı.....	106
Resim 3.43.	Litonotus'un yay şeklindeki boyun yapısı.....	106
Resim 3.44.	Paramecium'un terliğe benzeyen yapısına bir örnek.....	107
Resim 3.45.	Spirostomum'un karakteristik yapısına bir örnek.....	108
Resim 3.46.	Bodo'ya bir örnek.....	109
Resim 3.47.	Peranema'ya bir örnek.....	110
Resim 3.48.	Monosiga'ya bir örnek.....	110
Resim 3.49.	Floklara bağlı durumda görülen bir Pleuromonas.....	111
Resim 3.50.	Saydam huniler içinde yer alan Poteriodendron'lar	112
Resim 3.51.	Bir çamur floğu büyüklüğündeki Amoeba.....	113
Resim 3.52.	Sarı – kahverenginde Arcella.....	114
Resim 3.53.	Yalancı ayakları görülmekte olan bir Heliozoa.....	115
Resim 3.54.	Kafasındaki zırha benzer yapıyla dikkat çeken bir rotifer.....	116
Resim 3.55.	Belirgin şekilde uzun nematodlar.....	117

Resim 3.56.	Küçük tırnaklar ve yalancı ayaklarıyla dikkat çeken Tardigradeler.....	118
Resim 3.57.	Bir Oligochaeta sp. örneği.....	119
Resim 3.58.	Bir Aelosoma sp. örneği.....	119
Resim 7.1.	Tardigrade'ye ait bir örnek.....	143
Resim 7.2.	Arcella sp'ye ait bir örnek.....	144
Resim 7.3.	Peranema'ya ait bir örnek.....	144
Resim 7.4.	Amoeba'ya ait bir örnek.....	145
Resim 7.5a.	22.01.07 tarihli numuneden çekilen flok yapısını gösteren bir fotoğraf.....	145
Resim 7.5b.	31.01.07 tarihli numuneden çekilen flok yapısını gösteren bir fotoğraf.....	146
Resim 7.6.	22.01.07 tarihli numuneden Flexibacter sp.'e ait bir fotoğraf (Gram boyama, 100x).....	146
Resim 7.7.	31.01.07 tarihli numuneden N. limicola III'ün bölmeli yapısına bir örnek (Gram boyama, 100x).....	147
Resim 7.8.	22.01.07 tarihli numuneden Tip 021'e ait bir fotoğraf (Gram boyama, 100x).....	147
Resim 7.9.	22.01.07 tarihli numuneden Thiothrix sp.'nin sülfür depolama özelliğini gösteren bir fotoğraf (40x).....	148
Resim 7.10.	Lecane sp.'nin limona benzer şekline bir örnek.....	150
Resim 7.11.	Aspidisca sp.'ye ait bir örnek.....	150
Resim 7.12.	Amoeba sp'nin floğu andıran yapısına bir örnek.....	150
Resim 7.13.	Solucanlar için bir örnek.....	151
Resim 7.14a.	08.02.07 tarihli numuneden flok yapısının gevşediğini gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x).....	151
Resim 7.14b.	14.02.07 tarihli numuneden flok yapısının gevşediğini gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x).....	152
Resim 7.14c.	20.02.07 tarihli numuneden parçalanmış flok yapısını gösteren bir örnek (Neisser boyama, 10x).....	152
Resim 7.15.	08.02.07 tarihli numuneden Tip 021 N'e ait bir fotoğraf.....	153

Resim 7.16.	08.02.07 tarihli numuneden <i>Flexibacter</i> sp.'e ait bir fotoğraf (Gram boyama, 100x).....	153
Resim 7.17.	28.02.07 tarihli numuneden <i>Flexibacter</i> sp.'nin kılcal şekilli yapısına bir örnek (Gram boyama, 10x).....	154
Resim 7.18.	28.02.07 tarihli numuneden <i>Neisser</i> boyamayla tespit edilen <i>Flexibacter</i> sp. (100x).....	154
Resim 7.19.	14.02.07 tarihli numuneden <i>M. parvicella</i> 'ya ait bir örnek (Gram boyama, 100x).....	155
Resim 7.20.	14.02.07 tarihli numuneden <i>M. parvicella</i> 'nın floklardan çıkıntı yapma özelliğine bir örnek (Gram boyama, 100x).....	155
Resim 7.21.	28.02.07 tarihli numuneden <i>M.parvicella</i> 'ya ait bir örnek (<i>Neisser</i> boyama, 40x).....	156
Resim 7.22.	14.02.07 tarihli numuneden <i>N. limicola</i> II'ye ait bir örnek (Gram boyama, 100x)	156
Resim 7.23.	28.02.07 tarihli numuneden <i>Neisser</i> boyama uygulanmış bir <i>Thiothrix</i> sp. Örneği.....	157
Resim 7.24.	20.02.07 tarihli numuneden floklardan dışa doğru çıkıntı yapan <i>Thiothrix</i> sp. (<i>Neisser</i> boyama, 40x).....	157
Resim 7.25.	08.02.07 tarihli numuneden sülfür depolayan bir <i>Thiothrix</i> sp. görüntüsü (40x).....	158
Resim 7.26.	<i>Arcella</i> sp.'nin analizlerde görülen yapısına bir örnek.....	159
Resim 7.27.	<i>Paramecium</i> 'a ait bir örnek.....	159
Resim 7.28a.	12.03.07 tarihli numuneden flok yapısına ait bir örnek (Gram boyama, 10x).....	159
Resim 7.28b.	12.03.07 tarihli numuneden flok yapısındaki gevşemeye bir örnek (Gram boyama, 10x).....	160
Resim 7.29.	12.03.07 tarihli numuneden <i>Thiothrix</i> sp.'nin floktan çıkan görüntüsüne bir örnek (Gram boyama, 10x).....	160
Resim 7.30.	12.03.07 tarihli numuneden <i>N. limicola</i> II'nin bölmeli yapısına bir örnek (Gram boyama, 40x).....	161
Resim 7.31.	20.03.07 tarihli numuneden Aktinomisetler ve Tip 0092'ye bir örnek (Gram boyama, 40x).....	161

Resim 7.32.	20.03.07 tarihli numuneden Tip 0914'e ait bir örnek (Gram boyama, 100x).....	162
Resim 7.33.	30.03.07 tarihli numuneden Tip 0914 ile Aktinomisetlerin bir aradaki görüntüsü (Gram boyama, 100x).....	162
Resim 7.34.	30.03.07 tarihli numuneden Sphaerotilus natans'ın ince dalsı yapılarıyla bir görüntüsü (Gram boyama, 100x).....	163
Resim 7.35.	12.03.07 tarihli numuneden Tip 0092'ye ait bir örnek (Neisser boyama, 40x).....	163
Resim 7.36.	12.03.07 tarihli numuneden Beggiatoa'nın kılıflı yapısına ait bir örnek (Neisser boyama, 100x).....	164
Resim 7.37.	20.03.07 tarihli numuneden N. limicola III'e ait bir örnek (Neisser boyama, 40x).....	164
Resim 7.38.	20.03.07 tarihli numuneden N. limicola I'e ait bir örnek (Neisser boyama, 100x).....	165
Resim 7.39.	30.04.07 tarihli numuneden Arcella'ya ait bir örnek (10x).....	166
Resim 7.40.	11.04.07 tarihli numunede gözlenen Aspidisca'nın görüntüsü (Neisser boyama, 10x).....	166
Resim 7.41.	Trachelophyllum'un fiziki yapısını gösteren bir örnek.....	167
Resim 7.42.	05.04.07 tarihli numuneden flok yapısının Tip II'ye uygunluğunu gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x).....	168
Resim 7.43.	11.04.07 tarihli numuneden Aktinomiset'lerin flok görünümünü bozmasını gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x).....	168
Resim 7.44.	30.04.07 tarihli numuneden Aktinomiset'lerin flok görünümünü bozmasını gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x).....	169
Resim 7.45.	05.04.07 tarihli numuneden Aktinomisetin rozet formunu gösteren bir örnek (Gram boyama, 100x).....	169
Resim 7.46.	05.04.07 tarihli numuneden M. parvicella'nın sarmal yapısını gösteren bir örnek (Gram boyama, 100x).....	170
Resim 7.47.	05.04.07 tarihli numuneden Aktinomisetle M. parvicella'nın birlikte bulunmasına bir örnek (Gram boyama, 100x).....	170

Resim 7.48.	05.04.07 tarihli numuneden Tip 1851'in dik açılı hücre yapısına bir örnek (Gram boyama, 100x).....	171
Resim 7.49.	05.04.07 tarihli numuneden <i>N. limicola</i> III' ün bölmeli yapısına bir örnek (Gram boyama, 100x).....	171
Resim 7.50.	05.04.07 tarihli numuneden Tip 021 N' in bölmeli yapısına bir örnek.....	172
Resim 7.51.	05.04.07 tarihli numuneden Fungi' ye ait bir örnek (Gram boyama, 100x).....	172
Resim 7.52.	11.04.07 tarihli numuneden Tip 09142 e ait bir örnek (Gram boyama, 100x).....	173
Resim 7.53.	11.04.07 tarihli numuneden <i>Beggiatoa</i> ' nın kılıflı yapısına bir örnek (Gram boyama, 100x).....	173
Resim 7.54	11.04.07 tarihli numuneden Tip 0092' ye ait bir örnek (Neisser boyama, 100x).....	174
Resim 7.55.	30.04.07 tarihli numuneden Tip 0803' e ait bir örnek (Neisser boyama, 40x).....	174
Resim 7.56.	30.04.07 tarihli numuneden Tip 021 N' nin sülfür depolama özelliğini gösteren bir örnek (40x).....	175
Resim 7.57.	03.05.07 tarihli numuneden <i>Arcella</i> ' ya ait bir örnek (Gram boyama, 40x).....	176
Resim 7.58.	03.05.07 tarihli numuneden <i>Chilodonella</i> ' ya ait bir örnek (Gram boyama, 40x).....	176
Resim 7.59.	03.05.07 tarihli numuneden <i>Epistylis</i> 'e ait bir örnek (100x)...	177
Resim 7.60.	03.05.07 tarihli numuneden flok yapısını gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x).....	177
Resim 7.61.	25.05.07 tarihli numuneden flok yapısındaki gevşekliği gösteren bir örnek (Neisser boyama, 10x).....	178
Resim 7.62.	18.05.07 tarihli numuneden Aktinomisetlerin flok üzerindeki yoğunluğunu gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x).....	178
Resim 7.63.	03.05.07 tarihli numuneden Tip 1701'e ait bir örnek (Gram boyama, 100x).....	179
Resim 7.64.	03.05.07 tarihli numuneden <i>Beggiatoa</i> 'ya ait bir örnek (Gram boyama, 100x).....	179

Resim 7.65.	18.05.07 tarihli numuneden Aktinomisetlere ait bir örnek (Gram boyama, 100x).....	180
Resim 7.66.	25.05.07 tarihli numuneden Tip 0092'e ait bir örnek (Neisser boyama, 100x).....	180
Resim 7.67.	25.05.07 tarihli numuneden Tip 021 N'in sülfür depolama özelliğine ait bir örnek (40x).....	181
Resim 7.68.	07.06.07 tarihli numuneden Arcella'ya ait bir örnek (10x).....	182
Resim 7.69.	22.06.07 tarihli numuneden Euglena'ya ait bir örnek (10x)...	182
Resim 7.70.	29.06.07 tarihli numuneden flok yapısının daha dayanıklı hale gelişini gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x).....	183
Resim 7.71.	29.06.07 tarihli numuneden Aktinomisetlerin flok üzerindeki varlıklarını gösteren bir örnek (Gram boyama, 40x).....	183
Resim 7.72.	22.06.07 tarihli numuneden Aktinomisetleri gösteren bir örnek (Gram boyama, 40x).....	184
Resim 7.73.	22.06.07 tarihli numuneden düz şekilli formuyla görülen Tip 0092'ye ait bir örnek (Gram boyama, 40x).....	184
Resim 7.74.	22.06.07 tarihli numuneden Tip 1863'ün bölmeli yapısını gösteren bir örnek (Gram boyama, 100x).....	185
Resim 7.75.	22.06.07 tarihli numuneden flok arasında serbest haldeki Tip 0914'e ait bir örnek (Gram boyama, 100x).....	185
Resim 7.76.	29.06.07 tarihli numuneden Tip 0961'in yapısını gösteren bir örnek (Gram boyama, 100x).....	186
Resim 7.77.	29.06.07 tarihli numuneden Tip 0803'ün bölmeli yapısını gösteren bir örnek (Gram boyama, 100x).....	186
Resim 7.78.	22.06.07 tarihli numuneden N. limicola'nın floklardan çıkıntı yapan görüntüsüne ait bir örnek (Neisser boyama, 100x).....	187
Resim 7.79.	22.06.07 tarihli numuneden Thiothrix'in sülfür depolama özelliğine ait bir örnek (40x).....	187

ÖZET

Anahtar kelimeler: Adasu Atıksu Arıtma Tesisi, kabarma ve şişme problemleri, filamentli mikroorganizmalar, aktif çamur süreci

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışmada; incelenecek tesisi olarak seçilen Adasu Atıksu Arıtma Tesisi'nin aktif çamur ünitesinden haftalık olarak 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.

Sonuç bölümünde tesis numunelerinin mikroskopik incelemeleri yapılmış, inceleme metotları ve tür teşhisi için gerekli boyama yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir. 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.

THE BULKING AND BULGING PROBLEMS THAT CAUSING BY FILAMENTOUS MICROORGANISMS

SUMMARY

Key words: Adasu 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 Adasu 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 microscopy. 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. Aktif Çamur Sürecine Genel Bakış

Aktif çamur süreci, arıtımı gerçekleştiren mikroorganizmaların askıda büyüme özelliklerine sahip olduğu bir aerobik biyolojik arıtma yöntemidir. Arıtım olgusu, oksijen ihtiyacına sahip olan maddelerin mikroorganizmaların metabolik faaliyetleri ile son ürünlere dönüştürülmesi ve yüksek kalitede çıkış suyunun elde edilmesine yöneliktir.

İkincil arıtım amacı ile kullanılan bu arıtma yöntemi, azot ve fosfor giderimi sağlayabilmesi nedeniyle, aynı zamanda bir ileri (üçüncül) arıtım süreci olma özelliklerini de taşır. Aktif çamur süreçleri genellikle kendisinden önce yer alan bir ön çöktürme havuzuna sahiptir, fakat atık suyun özelliklerine ve süreç tasarımına bağlı olarak ön çökeltme havuzu kullanılmayabilir. Bu durumda, uzun havalandırmalı aktif çamur süreci özelliğini taşıdığından, yukarıdaki N ve P giderim işlevlerini yerine getirebilmektedir.

Aktif çamur süreci ilk defa 1900'li yılların başında İngiltere' nin Manchester kentinin atık sularının arıtılması ile uygulanmıştır. Yaygın olarak kullanılması ise 1940'lı yıllara dayanmaktadır. Aktif çamur süreci, atık suyun bünyesindeki çözünmüş, partiküler ve kolloidal yapıdaki organik maddelerin arıtılmasında en yaygın kullanılan yöntem olma özelliğine sahiptir. Sürecin temel tasarım parametreleri oldukça iyi bilinmektedir fakat uygun olmayan işletme koşulları süreç verimini etkilemektedir.

Aktif çamur sürecinin bir modifikasyonu (uzun havalandırmalı) günümüzde atık suyun bünyesindeki yüksek konsantrasyondaki sucul yaşam için toksik özellik

gösteren amonyağın azaltılması amacı ile bir nitrifikasyon süreci olarak da uygulanmaktadır [1].

1.2. Aktif Çamurda Meydana Gelen Kabarma Problemleri

Aktif çamur prosesine dayalı biyolojik arıtmalarda yetişen mikroorganizmalar tipik olarak %95 bakteri ve %5 ise yüksek mertebeli canlılardan (protozoa, rotifer vb.) meydana gelir.

Biyolojik arıtma tesislerinde en sık yaşanan problemler ağırlıklı olarak çamur kabarması ve köpürmesidir. Çamur kabarması denilince akla gelen ilk unsur filamentli bakterilerin aşırı miktarda bulunmasıdır. Oysa aktif çamur dahilinde bir miktar filamentli bakteri bulunması flok oluşumu için oldukça faydalıdır. Filamentli bakteri eksikliği küçük, kolay parçalanabilen (toplu – iğne başı şeklinde) flok oluşmasına neden olur. Yaklaşık 20' ye yakın filamentli organizma türü vardır ve her biri arıtma tesisi işletilmesinde sorun yaşatabilir.

Arıtma tesislerinde köpürmeye neden olan “Nocardia” ve “M. parvicella” gibi mikroorganizmalar da filamentlidir. Bu organizmaların sebep olduğu köpük; kalıcı, koyu kahverengi olup taziksiz suyla veya kimyasal köpük kesicilerle yok edilmesi olanaksızdır. Zaman zaman köpük seviyesi 180 cm' e kadar ulaşabilir ayrıca soğuk hava şartlarında bu köpük katılarak temizlenmesini daha zor bir hale getirir.

Pek çok durumda aktif çamur mikrobiyolojisinin yavaş bir değişim gösterdiği düşünülürse, filamentli bakteriden kaynaklanabilecek köklü değişim için 2 – 3 günlük (Çamur Yaşı) bir süre yeterli olacaktır.

Çamur kabarmasına neden olan 5 ana unsur aşağıda listelenmiştir;

- Havalandırma havuzundaki düşük çözülmüş oksijen konsantrasyonu: Çözülmüş oksijen konsantrasyonunun 0.01 – 0.03' e kadar düşmesi durumunda filamentli bakteriler (özellikle Tip 1701) yüksek bir üreme hızına kavuşur. Bu gibi durumlarda hava sağlayan cihazların kapasitesi artırılarak çözülmüş oksijen konsantrasyonu

2.0-4.0 mg / lt aralığına getirilmelidir. İdeal değer için 2.0 mg / lt denilebilir ayrıca havalandırma havuzunda MLSS miktarı da arttırılabilir.

- Organik yükün azalması (düşük F : M oranı): F / M oranı arttırılmalıdır. Böylece çamur yaşı düşer F / M ya da çamur yaşının arttırılması / azaltılması, geri devir oranı ve / veya fazla çamur miktarının değiştirilmesi ile sağlanabilir. Havalandırma havuzundaki MLSS miktarı da arttırılabilir. PFR (plug flow reactor) aktif arıtma dönüşüm yapabilir veya selektör kullanılabilir [2].

- Ham atık suyun septikleşmesi / sülfid: Bazı tür filamentli organizmalar hetetrofik olmalarına rağmen aynı zamanda inorganiklerin oksidasyonu veya indirgenmiş sülfürden de enerji kazanarak diğer katı hetetrofik olan flok yapıcı rakiplerine karşı üstünlük sağlamış olurlar. Bu gibi filamentli organizmaların sebep olduğu çamur kabarmaları durumunda SVI değerlerinin 500 ml/g'yi aştığı görülmüştür. Havalandırma kapasitesi arttırılmalı ve septiklik kimyasal olarak giderilmelidir (ön arıtma).

- Besi maddesi eksikliği: Bu durum evsel atıksudan ziyade daha çok endüstriyel atıksuların arıtılmasında görülür. BOİ₅ / N / P oranı 100 / 5 / 1'e getirilerek bu durum düzeltilebilir. Çıkış suyundan alınan numune üzerinde yapılan analizde en az 1.0 mg/lt inorganik azot – N (NH₃ ve NO₃ – N) ve 0.2 mg/lt çözülebilir PO₄ – P olmalıdır.

- Düşük pH (> 6.0): Havalandırma havuzu pH değeri sülfirik asit veya kireçle 6.5 – 8.5 aralığına çekilmelidir.

Optimum aktif çamur performansı; serbest yüzen siliatlar, askıda siliatlar ve rotiferlerin beraberliğinde meydana gelir. Yapılan araştırmalarda PFR tipi havalandırma havuzlarındaki çamur kabarmasının CSTR (tam karışım) tipi havalandırma havuzlarına nazaran daha az olduğu tespit edilmiştir. Özetle çözünmüş oksijen konsantrasyonu 1 mg / lt' nin altına asla düşmemelidir. Çamur kabarmalarını önlemek için başvurulan en popüler yöntemin RAS (Geri Devir Çamur) hattına klor ilavesi olduğu tespit edilmiştir. Dozaj miktarı dezenfeksiyonda kullanılan miktardan daha az olmalı ve kademeli olarak arttırılmalıdır. Farklı bir dozaj aralığı ise

1000 kg MLVSS – gün için 1 – 10 kg klor (sodyum hipoklorit) kullanılabilir. Klor miktarının yeterli olup olmadığı en geç 3 – 5 gün içerisinde belli olur. RAS klorinasyonunu takip eden en popüler yöntem hava miktarının artırılması, WAS (fazla çamur hattı) miktarı arttırılıp / azaltılarak F / m oranının kontrolüdür. Ayrıca RAS miktarının değiştirilmesi ve RAS hattı dağıtımının havalandırma havuzuna farklı noktalardan yapılması da çözüm olabilir.

Çökeltme havuzuna polimer ilavesi ile çamurun kolay çökmesi sağlanabilir. Bunun için polimer satıcısı firma tarafından uygun polimerin Jar Testi ile tespit edilmesi gerekir.

Çamur kabarmasında; kullanılan bir başka yöntem ise selektördür. Selektör; RAS ve ham atık suyun havalandırma havuzuna girmeden önce karıştığı ayrı bir hazne / havuz yapısıdır. Selektörde özellikle F / M oranı üzerinde değişiklikler yapılır [2].

1.3. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Adapazarı Adası Atıksu Arıtma Tesisi seçilmiştir. Tesiste hem evsel hem de endüstriyel nitelikli atıksuların arıtımı yapılmaktadır. Tesis kuru havalarda 198.800 m³/h, yağışlı havalarda 271.941 m³/h atıksuyu arıtabilecek kapasitededir.

Tesiste uygulanan arıtımın kademeleri; Fiziksel, Biyolojik Arıtma ve Çamur Susuzlaştırma şeklindedir.

Tesiste T (sıcaklık), pH (asit – bazlık derecesi), AKM (askıda katı madde miktarı), KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı), BOİ (biyolojik oksijen ihtiyacı), NH₄-N (amonyum azotu), PO₄ – P (fosfat fosforu), NO₃ – N (nitrat azotu), DS (kuru madde miktarı), SVI (çamur hacim indeksi), SSV (çökebilir çamur hacmi) ve ORG. (organik madde miktarı) yapılan günlük, haftalık ve aylık analizlerle takip edilmektedir.

1.4. Çalışma Amacı

Çalışmaya Adası Atıksu Arıtma Tesisi aktif çamur ünitesinden alınan numunelerindeki için mikroorganizma çeşitliliğinin takip edilmesiyle başlanmıştır.

Mikroorganizma çeşitliliğinin belirlenmesinin sebebi; atıksuyun karakteri ile mikroorganizma kompozisyonu arasındaki ilişkinin belirlenmesidir.

Çalışmanın amacı; başta filamentli mikroorganizmalar olmak üzere, tüm mikroorganizmaları gözlemleyip, tür teşhislerini yaparak hangi mikroorganizmaların aktif çamurda daha fazla bulunduğunu ve hangilerinin aktif çamur kabarması ve şişmesini tetiklediğini tespit etmektir.

1.5. Çalışma Yöntemi

Çalışma için kullanılan numuneler başta haftada bir kez; daha sonra ise haftada iki kez olmak üzere Adapazarı Adasu Atıksu Arıtma Tesisi aktif çamur ünitesinden temin edilmiştir.

Alınan numuneler; günü gününe Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Atıksu Laboratuvarı'nda mikroskopik olarak incelenmiştir. Öncelikle alınan numuneler lam üzerine serilmiştir ve bu numunelere Gram Boyama, Neisser Boyama ve Sülfür Depolama Testi uygulanmıştır ve tür tespiti yapılmıştır.

Gram boyamada mor (ya da koyu mavi) renk alan bakteriler Gram pozitif (+); kırmızı renkte boyanan bakteriler ise; Gram negatif (-) olarak adlandırılır [3].

Neisser Boyamada ise; sarı boyalı bakteriler (daha çok uç ve orta kısımlarında) koyu kahverengi – mor boyalı metakromatik cisimcikler görülür. Neisser negatif bakteriler az miktarda renge sahiptirler. Bazen sarı – kahverengine boyanırlar. Neisser pozitif bakteriler ise; gri – violet veya mavi – siyah renge boyanabilirler [3].

Sülfür Depolama Testi ise; bazı bakterilerin sülfürü depolama özelliklerinden faydalanılarak tür tespitlerinin yapılması amacıyla uygulanır.

Daha sonraki aşamada; üzerinde bu metotlar uygulanan lamlardaki örnekler saklanıp; İstanbul Teknik Üniversitesi'ne götürülerek; orada bulunan mikrobiyoloji laboratuvarında türlerin incelemesi yapılmıştır; bu türlerin boyut analizleri yapılarak ve fotoğrafları çekilerek hangi tür mikroorganizmalar oldukları teşhis edilmiştir. Bu teşhislerin ışığında çamur kabarması ve şişmesi ile mikroorganizmalar arasındaki ilişki kurulmaya çalışılmıştır.

BÖLÜM 2. ATIK SULARIN ÖZELLİKLERİ, PARAMETRELERİ VE AKTİF ÇAMUR SİSTEMLERİ

2.1. Atıksuların Özellikleri

Atıksu fiziksel, kimyasal ve biyolojik unsurları içermektedir.

2.1.1. Fiziksel özellikler

Atık suyun fiziksel özellikleri; toplam katı madde, koku, ısı ve renk olarak sıralanabilir.

Toplam Katı Madde: Ortalama olarak evsel atıksular 720 mg/lt toplam katı madde içerir. Toplam katı maddenin yaklaşık 500 mg/lt'si çözünmüş halde, geri kalanı ise askıda katı durumdadır. Çözünmüş ve askıdaki katılar sabit ve uçucu halde olabilirler. Arıtma işlemlerinin çoğu, askıdaki katı madde ve uçucu çözünmüş katı maddelerin uzaklaştırılması için tasarlanır.

Koku: Atıksuda bulunan organik maddelerin bozulmasıyla oluşan gazlar kokuya neden olmaktadır. Havalandırmaz ortamda kalan atıksu kısa süre içerisinde septik hale gelir. Septik suyun en belirgin kokusu hidrojen sülfür gazının meydana getirdiği kokudur. Yağlar, petrol ve organik çözücüler de atıksuyun kokmasına neden olur.

Sıcaklık: Genellikle atıksu sıcaklığı, kış aylarında hava sıcaklığından daha yüksektir. Yaz aylarında ise hava sıcaklığından daha düşüktür [4].

2.1.2. Kimyasal özellikler

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ₅): Atıksudaki organik maddelerin biyokimyasal

oksidasyonu sırasında mikroorganizmalar tarafından kullanılan çözünmüş oksijenin miktarıdır. Biyokimyasal oksidasyon yavaş bir işlemdir ve teorik tamamlanma süresi sonsuzdur. 20 günlük bir süre içerisinde, oksitlenme % 95-99 tamamlanır, BOİ testi için kullanılan 5 günlük sürede ise oksitlenme % 60-70 arasında gerçekleşir.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ): KOİ testi atıksuların organik madde içeriğini ölçmek için yapılmaktadır. Oksitlenebilen organik madde kimyasal oksitleyici olan potasyum dikromat kullanılarak ölçülmektedir. Bir atıksuyun KOİ' si genel olarak BOİ' sinden daha yüksektir. Çünkü biyolojik olarak oksitlenemeyen birçok bileşik kimyasal olarak oksitlenebilmektedir. KOİ testi 3 saatte yapılabilirken, BOİ testi 5 gün içinde sonuçlanmaktadır. Bu nedenle KOİ ile BOİ arasında bağlantı kurulabilir. Aradaki bağlantı bir kere belirlendiğinde KOİ ölçümleri atıksu karakterizasyonunda da kullanılabilir. Ülkemizde yapılan deneysel çalışmalara göre KOİ/BOİ oranının 1,6-2,5 arasında değiştiği belirlenmiş olup, bu değer ortalama 2 olarak kabul edilebilir [4].

pH: Atıksudaki hidrojen iyonu konsantrasyonunun parametresidir. Atıksuyun pH değeri biyolojik ve kimyasal arıtma işlemlerinin belirlenmesinde önemlidir. İçme suyunun pH değeri 6-8 arasında, deniz suyunun 8, doğal suların 7 ve evsel atıksuyun ise 7-8 arasındadır.

Klorür: Evsel atıksularda, klorürlerin belli başlı kaynağı insan idrarıdır. Su sertliğinin yüksek olduğu yörelerde, su yumuşatıcılarının kullanılması ile büyük miktarda klorür atıksuya karışmaktadır. Alıcı ortamda yüksek miktarda klorür konsantrasyonlarının bulunması, alıcı ortamın atıksu deşarjına maruz kaldığının bir göstergesidir.

Alkalinite: Atıksuda alkalinite; kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum gibi elementlerin hidroksit, karbonat ve bikarbonatlarının varlığından veya amonyaktan oluşmaktadır. Atıksu genelde alkalidir.

Azot: Atıksudaki mikroorganizmalar için bir besin maddesidir. Azot yeterli olmadığı durumlarda, atıksuyun arıtılması için azot ilavesi gerekebilir. Evsel atıksuda azot biyolojik arıtım için gerekli miktarda vardır. Alıcı ortama deşarj edilen arıtılmış suda

azot varsa, alıcı ortamda hem oksijen tüketimine hem de ötrifikasyona sebep olabilir. Atıksudaki azot başlıca, proteinli maddelerden ve üre'den kaynaklanmaktadır. Bakteriler tarafından parçalanan bu bileşikler amonyak oluşumuna sebep olurlar. Oksijenli bir ortamda bakteriler amonyağı nitrit ve nitrata oksitlerler. Nitrat azot atıksudaki azot bileşiklerinin son oksidasyon kademesidir.

Fosfor: Atıksudaki mikroorganizmalar için bir besin maddesidir. Alıcı ortama deşarj edilen arıtılmış atıksuda fosfor varsa, alıcı ortamda ötrifikasyona sebep olabilir.

Kükürt: Sülfat iyonu doğal olarak atıksuda mevcuttur. Sülfatlar, kimyasal olarak, anaerobik (oksijensiz) koşullarda, bakteriler tarafından süfürlere ve hidrojen süfüre (H_2S) indirgenir. Daha sonra H_2S biyolojik olarak süfürik aside oksitlenir.

Ağır Metaller ve Zehirli Bileşikler: Nikel, kuşun, krom, kadmiyum, çinko, bakır ve cıva gibi ağır metaller ve oluşturdukları bileşikler mikroorganizmalar için zehirlidir. Bu nedenle atıksuyun biyolojik arıtımı safhasında sorunlar yaratırlar. Evsel atıksularda ağır metaller ve zehirli elementler bulunmaz. Fakat endüstriyel atıksularda görülmeleri muhtemeldir.

Gazlar: Evsel ve endüstriyel atıksularda bulunan gazlar genellikle; azot, oksijen, CO_2 , H_2S , amonyak ve metandır. Çözünmüş oksijen, aerobik mikroorganizmaların ve diğer aerobik canlıların solunumu için gereklidir [5]. Atıksulardaki oksijen miktarı, mikroorganizmaların oksijen tüketimi sebebi ile çok düşüktür, Atıksuda bulunan organik maddelerin anaerobik parçalanmasının yan ürünlerinden biri metan gazıdır. Bu gaz çabuk alev alan ve patlama tehlikesi olan bir gazdır. H_2S gazının ise toksik etkisi çok fazladır [4].

2.1.3. Biyolojik özellikler

Evsel ve endüstriyel atıksularda bulunan belirgin organizma grupları; bitkiler, hayvanlar, fungi, protozoa, virüsler, bakteriler ve algler gibi mikroorganizmalardır. Evsel ve endüstriyel atıksulardaki mikroorganizmaların birçoğu insanlar ve hayvanlar için hastalık yapıcı özelliktedir. Evsel atıksulardaki koliform bakterileri

insan atıklarından kaynaklanan kirlenmenin bir göstergesi olmaktadır. Algler de tat ve koku problemlerine yol açmaktadır. Atıksuyun arıtımı esnasında organik maddeler bakteriler aracılığıyla ayrıştırılmaktadır [4].

2.2. Atıksu Çeşitleri

2.2.1. Evsel atıksular

Evsel atıksular insan ve hayvan dışkısı ve idrarı ile (siyah su, black water), gri su (grey water) denilen banyo, lavabo ve yıkamadan gelen sulardan oluşmaktadır [6].

Tablo 2.1. Orta derecede kirli evsel atık suyun özellikleri [7]

Bileşen	Konsantrasyon (mg/L)
Toplam katı madde	980
Toplam uçucu katı madde	260
Toplam inorganik madde	720
Toplam askıda katı madde	200
Toplam uçucu askıda katı madde	160
Toplam inorganik askıda katı madde	40
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	400
Askıda KOİ	250
Çözünmüş KOİ	150
Biyolojik olarak ayrışabilir KOİ	300
Askıda biyolojik olarak ayrışabilir KOİ	150
Çözünmüş biyolojik olarak ayrışabilir KOİ	150
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ)	200
Askıda BOİ	100
Çözünmüş BOİ	100
Kalsiyum	60
Magnezyum	24
Sodyum	80
Potasyum	8
Fosfat	30
Sülfat	80
Silikat	26
Klorür	100
Bikarbonat	280
Amonyum azotu	30
Organik azot	20

2.2.2. Endüstriyel atıksular

Endüstriyel atıksu diğer bir ifadeyle de; evsel atıksu dışında kalan endüstrilerin, imalathanelerin, küçük ticari işletmelerin ve küçük sanayi sitelerinin her türlü üretim, işlem ve prosesinden kaynaklanan sulardır [6].

2.3. Atıksu Kirlilik Ölçüm Parametreleri

Atıksudaki “ Organik Kirlenmeyi” ölçen en önemli parametreler:

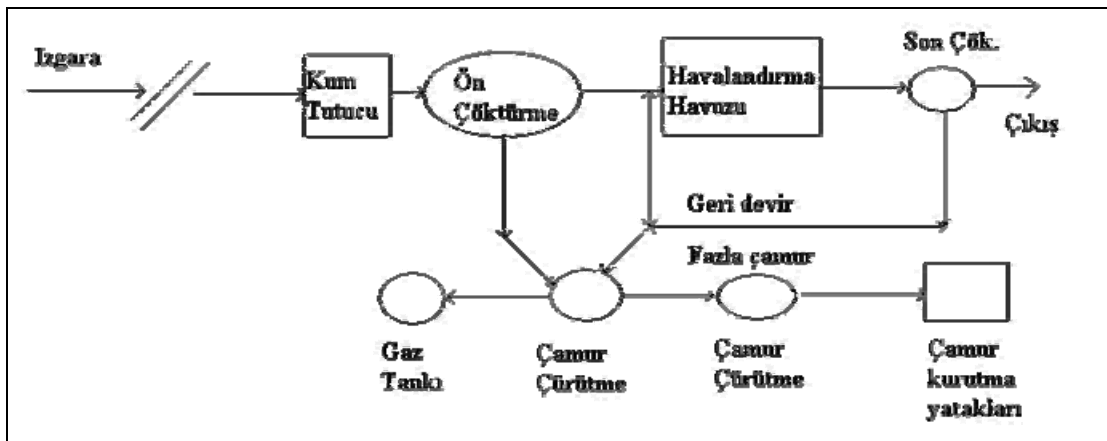
- Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ)
- Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)
- Toplam Organik Karbon (TOK)
- Toplam Oksijen İhtiyacı (TOİ)
- Azot Oksijen İhtiyacı (NOİ)

2.4. 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 [8].

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 [6].



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 [6].

2.5. Aktif Çamurun Tanımı

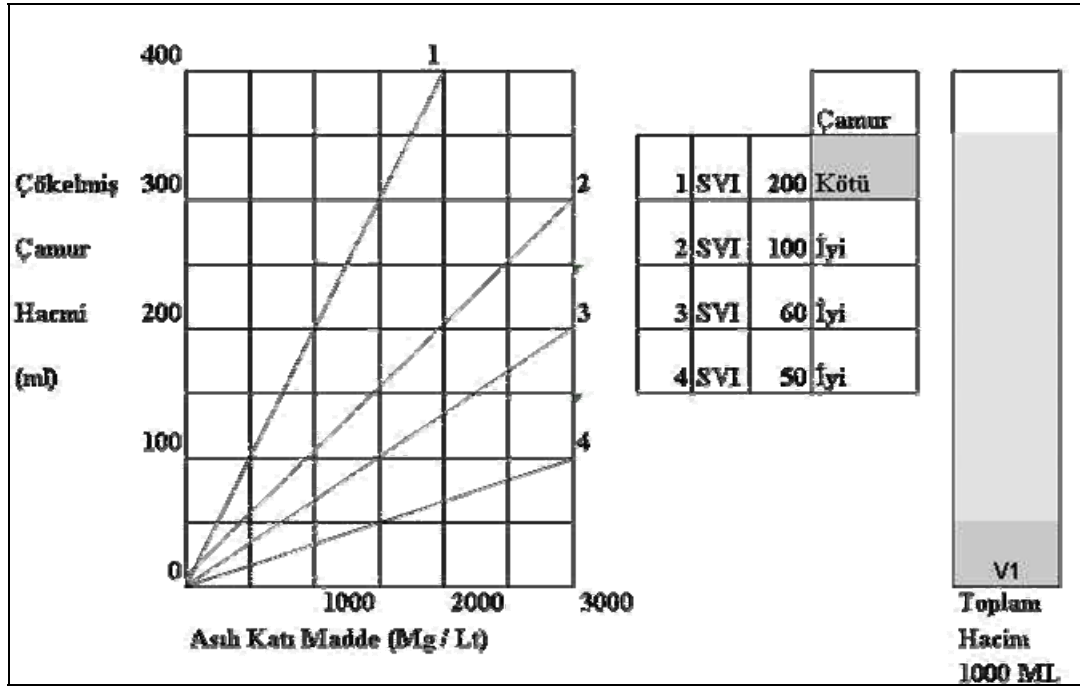
Aktif çamur organik ve inorganik maddeler içeren atıksu ile hem canlı hem de ölü organizmaların karışımıdır. İçinde çok değişik türde mikroorganizmalar bulunmaktadır. Organik madde cinsine, konsantrasyonuna ve diğer çevre faktörlerine (pH, sıcaklık, oksijen konsantrasyonu, toksik madde v.s.) bağlı olarak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

2.5.1. Aktif çamurun özellikleri

Aktif çamur prosesi yaşayan bir biyolojik prosestir. 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.) [6].

2.6. Çamur Kalitesinin Tespiti

Çamurun kalitesi çamur hacim indeksi hesaplanarak tespit edilir (Şekil 2.2). Çamur kalitesinin tespiti ile sistem hakkında yorum yapılır ve müdahale edilebilir [9].



Şekil 2.2. Çamur hacim indeksi kartı

2.7. Çamur Hacim İndeksi Hesaplama

Çamur hacmi (çökelen çamur hacmi) " VS_R " çamur kuru madde miktarı ve çamur hacim indeksi aktif çamurun fiziksel parametrelerindedir. Aktif çamur havuzundan alınan 1 lt çamur-su karışımının ml olarak hacmidir.

Çöken çamur hacmi kuru madde miktarı hakkında sınırlı bir ifade gücüne sahiptir. Bu yüzden çamur hacim indeksinin önemi daha büyük olmaktadır. Çamurun yoğunluğunu SVI (çamur hacim indeksi) olarak tanımlanmaktadır.

Çöktürme deneyi sırasında eğer numune sıcaklığı ile çevre sıcaklığı arasındaki ± 2 °C ise, çökeltme mezürü içinde numune suyu bulunduran bir kovanın içine konulur.

Çamur hacmi tayininde alet olarak iç çapı 6–7 cm bir mezür yeterlidir [10].

2.7.1. Analizin yapılışı

Mezürün 1 lt'lik işaret yerine kadar temsili örnekten (çamur-su karışımı) doldurulur ve çalkalamadan, 30 dakika sakın çökmeye bırakılır. Zaman dolunca çamur ve üzerindeki kısım arasındaki ayırıcı düzlemi mezürden okunur. Eğer çamur hacmi 250 ml/lt'yi geçmişse; deney tekrarlanır. Bunun için aynı örnekten bir kovaya konular, çökmesi beklenir, çöken kısmının üzerindeki sudan veya son arıtma havuzunun çıkış suyundan alınacak seyreltme faktörü 2, 3 veya 4 ile çarpılır [10].

Çamur Hacmi İndeksinin Hesabı:

$$SVI \text{ (ml/L)} = \text{Çöken çamur hacmi (ml/L)} / \text{Çamur katı madde miktarı (g/L)}$$

Tablo 2.2. Çamur hacim indeksi [10]

	İyi Çamur	Kötü Çamur
ÇAMUR HACİM İNDEKSİ; SVI	40 – 50	> 200

2.8. Aktif Çamur Sisteminde Meydana Gelen Problemler

2.8.1. İşletimsel problemler (Anormal işletim)

2.8.1.1. Tipik problemler

Bir aktif çamur tesisi, sisteme olumsuz etkileri olmadan ani bir şok yüklemeyi kabul edebilir ancak bu şok yüklemeler sürekli olursa tesis çalışmayabilir. Operatörün önceden tahmin edemediği bazı faktörlerin, işletimsel kontrolleri ayarlamak için bedelleri karşılanmalıdır. Örneğin; konvansiyonel bir aktif çamur tesisi birkaç hafta verimli bir şekilde çalıştırılmıştır. Son çöktürme havuzunda berraklık, Seki diskiyle 1.7 m ve çıkış BOİ'si ve askıda katı maddeler 5 ile 18 mg/L arasındadır. Havalandırma tankında, çamur yaşı 5 gün ve askıda katıdaki uçucu içeriği % 78.5 olan 6000 kg karışmış likör bulunmaktadır.

Minimum Ç.O. , son ikinci – üçüncü havalandırıcılarda 2.8 mg/L olarak ölçülmüştür. Sistemde çamur arıtımı 900 kg / gün hızda gerçekleşmiştir.

İkinci hafta durum değişmiş, ikinci tanktaki berraklık 0.5m'ye düşmüştür. İkinci çöktürme çıkışındaki askıda katılar aynı civarda kalmasına rağmen BOİ testine 5 gün önce başlanmış ve 38 mg / l'nin üzerinde çıkmıştır. Eğer KOİ testi, BOİ ölçümü ile aynı zamanda başlasaydı işletimsel düzeltme zamanında yapılacaktı. Her şeyin ötesinde, tesis çıkışı önceki haftaya göre net bir şekilde kötüleşmiştir [11].

Sebeup veya muhtemel sebebi belirledikten sonra, değişiklik yapılabilir. Bu, operatörün tesis prosesinin her şeyini mükemmel bilmesine bağlıdır. Eğer olağan dışı bir durumla karşılaşırsa, sadece son iki günde yapılacak küçük değişiklikler çıkış kalitesini arttıracaktır. Ancak, geçmiş kayıtlara göre, son birkaç hafta ve daha önce meydana gelmiş bir durum varsa, proses değişikliği yapmak, onu karşılamak için zorunlu olabilir. Tesis hakkındaki gözlemler ve kayıtlar, aktif çamur işletmesinde önemli bir rol oynar.

Doğru ve tam kayıt tutarak ve bunları doğru bir şekilde kullanarak tesisi işletme maliyeti ve arıtma giderim verimi bakımından uygun bir işletme aralığında çalışmak mümkündür. Genellikle her tesisi, belirli bir MLSS konsantrasyonunda en iyi işletme fonksiyonuna sahip olur. Bu konsantrasyonda, tesis çıkışında BOİ'si 8 – 20 mg / L olan temiz bir çıkış sağlanabilir. Ancak, mevsime, atık tipine ve tesis dizaynına bağlı olarak bir işletmede MLSS konsantrasyonu her yerde 1000 – 4000 mg / L aralığında bulunmalıdır. Belli şartlar altında spesifik bir tesis için yeterli bir MLSS konsantrasyonu bulunduğu zaman, operatör bu seviyeyi sürdürebilmek için bazı değişiklikleri deneyebilir. Eğer MLSS ayarlanmaya başlanırsa; son çıkış suyu karışım nedeniyle kötüleşmeye başlayabilir. Konvansiyonel aktif çamur tesislerinde MLSS'nin çok fazla yükselmesine izin verilirse; diğer bazı problemler ortaya çıkabilir. Tesis akımı için geri devir hızı yeterli olmayabilir. Geri devir hızları oldukça yükselecektir. Eğer çamur geri devir hızı artmazsa son çöktürmedeki aktif çamur tabakası daha yukarıda oluşacaktır. Son tanktaki alt tabaka, pik debi sırasında savakların üzerinden katıların süpürülmesine sebep olmaktadır.

Diğer sınırlayıcı faktör havalandırma ekipmanıdır. Havalandırma havuzu tarafından sağlanan oksijen miktarı, aerobik durumda istenilen mikroorganizma kütlesini sınırlandırır. Havalandırma havuzundaki yüksek oksijen ihtiyacı, tesis girişindeki yüksek katı miktarına göre belirlenir.

Diğer faktör, organizmaların kendileridir. Eğer yetersiz beslenme mevcutsa, sadece sınırlı sayıda organizmanın çoğalması oluşacaktır. Bu hayatta kalmak için uğraşmaktır. Besin desteği düşük olduğu zaman, mikroorganizmalar kendi kendilerini yemeğe başlarlar. Bu tam bir oksidasyon periyodu olup, bu halde yeni çamur üretimi minimumdadır. Uzun havalandırılmalı tesisler, tesis çıkışında katıların artmasına yönelik şartlar altında işlemek için dizayn edilirler [11].

2.8.1.2. Tesis değişiklikleri

Eğer, tesis bozulursa bazı değişiklikler yapmadan önce ilk iş, en az üç hafta öncesinden itibaren verilerin kontrol edilmesidir. Problem muhtemelen son hafta veya daha erken başlamıştır.

Durum 1: (Çürütücü duru suyundaki katılar)

Çürütücü duru suyundaki yüksek katı içeriği, operatör için bir problem oluşturabilir. Çürütücü duru suyundaki katılar genellikle yüksek oksijen ihtiyacındadırlar ve yüksek kolloidal, aynı zamanda havalandırma sistemine kaçan düşük uçucu içeren katıların miktarı fazlaysa, bazı istenmeyen durumlar meydana gelebilir. Duru su katıları, havalandırma havuzundaki aktif çamur tarafından toplanır ve sistem boyunca taşınır. Bu ekstra oksijen ihtiyacı gerektirir ve hava verimi arttırılmak zorundadır. Çürütücü hava verimi, aktif çamurun çökmesini iyileştirir ancak flokların rengi daha da koyulaşacaktır. Havalandırma havuzundaki katıların toplam ağırlığı, duru su katılarından dolayı artacaktır ve operatör normal olarak belirlenen çamur veya katıların yaş ağırlığını tutturabilmek için atık çamur hızını yükseltecektir. Sonuç olarak tesis çıkışı bozulur. Laboratuvar testleri, havalandırma havuzundaki katıların istenilen seviyede olduğunu gösterir ve havuz sıvısının ÇO'su 2 mg / L'de tutulmuştur (muhtemelen daha fazla hava gerektirir) [11].

Mikroorganizmaların bazıları, çürümüş veya inert katılar tarafından havalandırma havuzunda yerleşmiştir. Onlar, AKM olarak numunelendirilir ve havalandırma altındaki toplam katıların ağırlığını gösterirler. Bu nedenle bazı tesislerin, havalandırma yükleri UAKM'ye dayandırılır.

Proses uygun işlendiği zaman, evsel atıklar için, havalandırma havuzu MLSS'nin uçucu içeriği % 70 – 80 aralığında kalmaktadır. Bunun anlamı, eğer 5 günlük çamur yaşı tutturulmak istenirse, havalandırma tankında uygulanan her beslenme aralığı için uygun miktardaki mikroorganizma sayısı tutturulmalıdır. 5 günlük çamur yaşı, havalandırma havuzundaki her 100 kg organizma için 20 kg besin maddesi verilmesi demektir. Havalandırma tankına çürütücü duru suyu verildiği zaman havalandırma havuzundaki katıların ağırlığı artar. Çamur, 5 günlük çamur yaşında arıtıldığında, arıtma için gelen atıklarda ihtiyaç duyulan organizmaların bazıları inert duru su katıları tarafından karşılanmıştır [11].

Yağışlı havalarda arıtma tesisine inert madde girişi artar (birleşik kanal sistemlerinde). Katılar kesin olarak yükselir ancak katıların uçucu yüzdesi, toplam katılar içinde % 50'ye düşebilir. Eğer sadece bu tipte katılar ölçülürse; fazla katıları arıtma ihtiyacı olduğu gözlenir. Ancak bu noktada katıların arıtılması organizma kayıpları meydana getirebilir [11].

Durum 2: (Debi veya Atık Yükleri Değişiklikleri)

Giriş debisini veya atık karakteristiklerini değiştirebilen; yağışlı hava debilerine, kaza artıklarına, olabilecek toksik boşaltmalara ve diğer akımı bozan faktörlere karşı daima dikkatli olunmalıdır.

En sık görülen problem, aşırı yağışlardan ve diğer kaynaklardan dolayı meydana gelen debideki yükselmelerdir. Bu debiler, daha kısa havalandırma süreleri gerektirir ancak aşırı hidrolik yüklenmeden dolayı son çöktürmede aktif çamur katılarının azalmasına sebep olabilir. Bu şartları eski haline getirmek için ve havalandırma havuzunda katıları tutturabilmek için uygun atık çamur hızları sağlanmalıdır.

Atık karakteristiklerindeki değişikliklere, döküntü ve artıklar sebep olabilir. Bazı endüstriler mevsimsel problemler oluşturabilir [11].

Durum 3 : (Sıcaklık Değişiklikleri)

Aktif çamur sistemi, damlatmalı filtrelerin ilkbahar ve sonbahardaki sıcaklık değişimlerine gösterdiği tepkiye benzer şekilde sıcaklık değişikliklerinden etkilenir.

Yaz boyunca, aktif çamur tesisi, belli bir yükleme aralığında ve hava şartlarına uygun şekilde işletilebilir. Ancak, kışın, en iyi yükleme aralıkları ve hava şartları değişir ve tesis, havalandırma altında daha az hava ve daha çok katı gerektirir. Genellikle atıksu sıcaklığı 6°C 'den daha fazla yükselmedikçe veya daha az düşmedikçe bir sıcaklık değişikliği gerekmez.

Sıcaklık, çamur akümülyasyonuna bağlı olarak oksidasyonda önemli bir faktördür. Yüksek sıcaklık, mikroorganizma büyüme hızını artırır ve daha az oksidasyonda organizma hücrelerinde daha çok atık depolanır. Bunun sonucu olarak, daha fazla biyolojik aktivite, daha fazla çamur üretimine sebep olacaktır ancak çamur alışılmıştan daha ince olabilir [11].

Durum 4: (Numuneleme Programında Değişiklikler)

Sistem verimi dataları, numune alma programındaki değişikliklerden çok fazla etkilenebilir. Eğer, yanlış numune alma yerleri veya laboratuvar prosedürleri kullanılırsa, laboratuvar sonuçları önemli ölçüde değişebilir. Laboratuvar verileri bir günden diğer güne çok geniş ölçüde değiştiği zaman numune alma yeri, zamanı ve laboratuvar prosedürleri hatalar karşı kontrol edilmelidir.

Büyük proses değişikliği düşünüldüğünde, ilk önce tesis datalarına bakılmalıdır. Daha sonra, sadece o anda, bir büyük değişiklik yapılmalıdır. Eğer iki değişiklik yapılırsa; düzelme olayının bir değişiklikten mi yoksa iki değişiklikten mi sağlandığını bilmek gerekmektedir. Bir değişiklik yapıldığı zaman, diğer değişiklik veya modifikasyon denemeden önce, bir hafta sisteme uygulanmalıdır. Çok hızlı olarak değişiklik yapılmamalıdır [11].

2.8.2. 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 [12].

Filamentli olmayan kabarma: Bu olgu bazen “zoogelal kabarma” olarak adlandırılır ve exopolisakkaritlerin aşırı ürünleri tarafından meydana getirilirler. Aktif çamurda bakteriler ile birlikte bulunmaktadır. Bu sonuçlar çökeltme 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 [12].

Çamur yükselmesi: Çamur yükselmesi aşırı denitrifikasyonun sonucudur, bu çökeltme 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 çökeltme 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 [12].

2.8.3. 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 çıkıştan 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 bentotit ilavesi kabarma kontrolünde kullanılabilir [11].

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 CaCO/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 [11].

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 koagülasyonla 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 [11].

2.8.3.1. 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 biyodegrasyon ile kolayca görülmesine yardım etmektedirler, ancak diğerleri (*M. Parvicella*, Tip 0041) biyodegrasyon substratlarını yavaş kullanabilmektedirler [14].

- Substrat konsantrasyonu: Bu filamentli kabarmanın çok önemli ve yaygın sebeplerinden biridir. Filamentli organizmalar yavaş yetişen organizmalardır ve flok yapıcılardan daha düşük yarı – doygunluk 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 2.3), yüksek substrat konsantrasyonlarında yenilmektedirler [14].

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

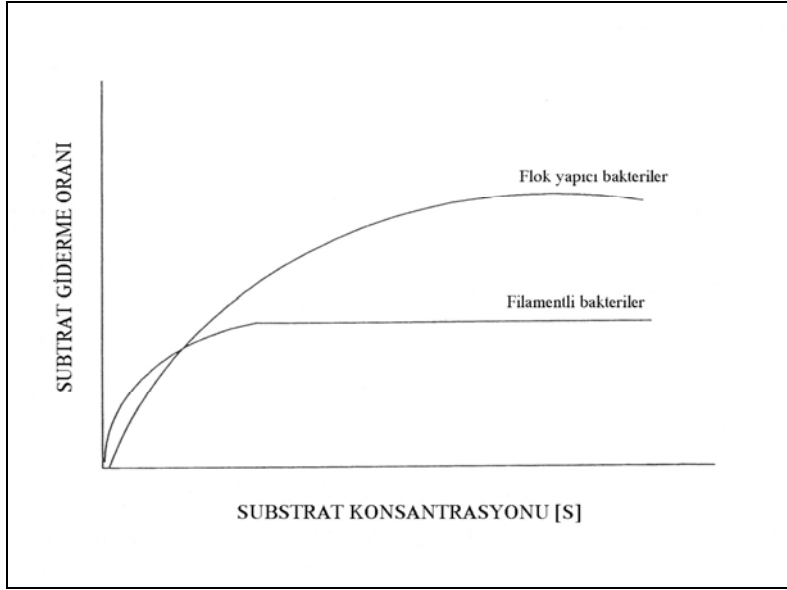
$$1 / \theta = Y * B - k_d$$

θ = Çamur yaşı

Y = Yield sabiti

B = Çamur yükü

k_d = Toplam biyokütlenin bozulma oranı



Şekil 2.3. Filamentli bakterilerin ve flok yapıcıların substrat giderimi [13]

Bu ilişki reaktörün tamamen karışmasına bağlıdır. Tamamen karışmış sistemlerde çamur yükünün yükselmesi SVI' nın 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' nın altındayken bu durum fungi (Geotrichum, Candida, 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 [16].

- Sülfid konsantrasyonu: Havalandırma tankındaki yüksek sülfid konsantrasyonları Thiolithrix, Beggiatoa ve Tip 021N gibi filamentli sülfür bakterilerinin aşırı gelişimine neden olmaktadır. Bu mikroorganizmalar sülfidi 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 [17].

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 [18].

- Nutrient gereksinimi: Nitrojen, fosfor, demir veya iz elementlerin eksikliği kabarmaya neden olabilmektedir. Bu faktör çok fazla dikkat çekmemektedir. S. natans, Thiolithrix ve Tip 021N' nin büyümesi nitrojen ve fosfor gereksinimiyle ortaya çıkabilmektedir. Bu durumda C / M / P oranının 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 çözülmüş 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.

2.8.4. Septik çamur

Septik çamur, kanallar ve depolar gibi yerlerde çok uzun kalan çamur tipinin bir ürünü olabilir. Genellikle, yavaş yavaş ve bazen yumak şeklinde yükselen bu çamur kötü bir kokuya sebep olur. Küçük miktarlarda olmasına rağmen, bir havalandırma havuzunun biyolojik yapısını bozabilir.

Septik çamur; boru sistemlerinin, kanalların, tankların ve foseptik kuyularının eksik dizaynından ve inşasından meydana gelebilir. Septik çamur, aktif çamurun birikmesine (depolanmasına) izin verildiğinde meydana gelir ve anaerobik dekompozisyon başlar. Septik çamur depozitleri aynı zamanda, tankın tamamen karışmasını sağlamayan yetersiz hava hızları yüzünden havalandırma havuzu yüzeyinde de gelişebilir. Aşırı katı yüklemesi de, septik problemlere sebep olabilir [11].

Septik çamuru etkili bir şekilde kontrol etmek için, havalandırma havuzları tam olarak çalıştırılmalı ve çamur sık sık pompalandırılmalıdır. Boru hatlarında ve kanallardaki 0,45 m/sn 'nin üzerindeki bir hız, septik hale gelen çamur depozit formasyonlarını önleyecektir. İkinci çöktürmedeki çamurun septik hale geçmesi 4 sebepten ileri gelebilir:

- Geri devir çamur hızı çok düşüktür, bu yüzden son çöktürmede katılar çok uzun süre tutulur ve onların septik hale geçmesine imkan verir.

- Çöktürücü toplama mekanizması (çöktürmeden çıkan borular) tıkalıdır. Bu yüzden çamur, biriktirme yapısına gidemez.
- Çamur emme (çekme) boruları tıkalıdır, kapalıdır veya sık sık kullanılmamaktadır.
- Geri devir çamuru pompalamıyordur veya vana kapalıdır. İyi bir operatör, sistemi günde birkaç kez kontrol eder. Bir çok yeni aktif çamur tesislerinin ikinci çöktürmelerinde, tankla çamur tabaka seviyesini belirlemek için fotoseller veya samper'leri kullanılmaktadır. Son çöktürmedeki çamur tabaka seviyesi değişir değişmez hemen bir araştırmaya başlanmalıdır [11].

2.8.5. Toksik maddeler

Toksidite, çalışan organizmaların ölmesine veya ciddi bir şekilde azalmasına sistemin ve çıkışın bozulmasına sebep olur. Ağır metaller, asitler, insektisitler ve pestisitler gibi toksit materyaller uygun kontrol yapılmadan kanalizasyon sistemine boşaltılmamalıdır [11].

2.8.6. Çamur yükselmesi

Çamur yükselmesi, çamur kabarmasıyla karıştırılmamalıdır. Çamur çöker ve çöktürmenin dibinde uygun olarak sıkışır ancak daha sonra bu çökelti, bezelye büyüklüğünde küçük partiküller veya yama büyüklüğünde partiküller halinde çöktürme tankının yüzeyine yükselirler. Çamur yükselmesi genellikle, ikinci tankın ve havalandırma yüzeyinde ince bir tabakası ve köpük (kahverengi renkte) meydana getirir.

Çamur yükselmesine, denitrifikasyon ve seplisite sebep olur ve ikinci çürütücüdeki bekletme süresinin çok uzun olmasının bir sonucudur. İkinci çöktürme, tesis çıkışından bir tabakasının ve köpüğün kaçmasını önlemek için, kir tabakasını sıyıran ve köpükleri toplayan ekipmanlarla donatılmalıdır [11].

Denitrifikasyon, çamur yaşı büyük (uzun havalandırma) olduğunda çok yaygın olarak oluşur. Bu tip aktif çamur havalandırma havuzundan, ikinci çöktürmeye akarken eksik oksijen olur. Organizmalar ilk önce, ortamdaki ÇO'yu kullanılır daha sonra azot bileşiklerindeki oksijeni kullanırlar. Denitrifikasyon, iyi arıtmanın belirtisidir. Bu halde bir çökeltme testi yapılır. Bu teste 1 saat içinde çöken çamur, 2. saat sonucunda yüzmeye başlar. Çökeltme deneyinde, çamurun çok erken yüzmeye başlamasını önlemek için sistemin çamur yaşı azaltılmalı veya F / M oranı arttırılmalıdır. Bu uygulama ile ortamdaki azot bakterileri ortamdan uzaklaştırılabilir. Böylece problem çözülmüş olur. Eğer ikinci çöktürmede problem devam ediyorsa geri devir çamur hızını arttırarak çökeltme havuzu çamurları boşaltılmalıdır. Bazen bunun da faydası olmayabilir. Bu takdirde daha düşük geri devir hızları faydalı olur. Çamur yükselmesi, havalandırma havuzu yükünün arttırılmasıyla da kontrol edilebilir. Eğer birden fazla çöktürme tankı varsa bir çöktürme servisten çıkarılarak havalandırma havuzu yükü arttırılabilir [11].

2.8.7. 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 [11].

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 yüzeylelerinde biriken kaygan olan bu yağ depozitleri yürümeyi zorlaştırır. Bundan başka operatör, önceden köpükle kaplanmış yerlerde yürüyemez [11].

Bu depozit sadece güvenliksiz 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 [11].

BÖLÜM 3. AKTİF ÇAMUR FLOKLARI VE MİKROORGANİZMALARI

3.1. Aktif Çamur Floklarının Karakteristikleri

Aktif çamur flokları yaşayan ve ölü bakteriyel hücrelerin konglomeratlarıdır, genellikle filamentli türler, yoğunlaşmış tuzlar, tutulmuş inorganik partiküller (kum) ve organik lifler içerirler. Bir çamur matriksi tarafından bir arada tutulurlar, hücre çevresinde polimerik elemanlar bulundurulur ve bunu sağlayan kimyasal bağlı kütlelerdir. Bu bağlı kütleler Ca^{+2} gibi 2 değerli katyonlar alabilirler ve önemli bir rol oynarlar serbest yaşayan bakteriler, protozoalar ve yüksek sayıdaki organizmalar floklar çevresinde ve su ile floklar arasında ortaya çıkarlar.

Yaşayan hücrelerin yüzdesi yüksek yüklü arıtma tesislerinde çamur yükünü yükseltir. Yaşayan ve ölü hücreler arasındaki fark genellikle görüntü ya da diğer hiçbir yolla ayırt edilemezler. Bu yalnızca gelişmiş araştırmalar uygulanarak sağlanabilir.

Proses operatörleri hızlı çöken, kuvvetli yoğunlaşmış flokları tercih ederler. Pratikte bu “ideal flok” daima sağlanamaz. Flok kalitesinin izlenmesi, mikroskobik çamur araştırmasının önemli bir görüşüdür [19].

3.2. Morfolojik Karakteristikler

3.2.1. Şekil

Aktif çamur floklarının şekilleri düzensizliği gidermek için daha fazla ya da daha az dairesel olarak değiştirilebilir. Floklarının çökme hızının azalması düzensiz şekilli olmalarına bağlıdır. Daireleşmiş floklar genellikle çok zor sağlanır. Birçok tesiste

floklar dairesele yakın ya da daha azdır. Bu çoğunlukla rastlanan flok tipidir. Floklar bazen belirgin ve düzensiz şekillenmektedir [19].

3.2.2. Yapı

Flok yapısını tanımlarken en önemli noktalar şu şekilde belirlenebilir;

- Yoğun floklar; içlerinde kapalı bir yığından diğerine giden bakteriler bulunur. Floklar genellikle kahverengidir.

- Açık floklar; içinde su akışı olan flok partikülleri vardır. Eğer daha seyrekse, floklar daha hızlı çöker.

Havalandırma kombinasyonu ve 0,3 kg BOI / kg MLSS.gün den küçük bir çamur yükü ile yoğun floklar sağlanmaktadır, bu durumda filamentli bakteriler ortaya çıkmaktadır. Yüksek çamur yükü ve bu havalandırma sistemi ile floklar genellikle düzensiz şekillenmiştir ve sonuç olarak daha açıktırlar.

Eğer yüzey aeratörleri uygulanmaktaysa daha az yoğun flok oluşmaktadır. Bunlar genellikle belirgindir. Çeşitli küçük flok partiküllerinin içeriği ana floğu oluşturur. Bu aeratör yanındaki bölgedeki türbülansın sonucudur. Böylece floklar daha küçük parçalara ayrılmaktadır [19].

3.2.3. Direnç

Mikroskobik çamur araştırması gerçekleştirilirken; dayanıklı ve zayıf floklar arasında bir ayırım yapılmalıdır. Dayanıklı bir flok bir yere bağlıdır; floğun kendindeki ve çevresindeki sıvı farklı biçimde ayrılmıştır. Bu ayırım zayıf bir flokta yapılamaz; flokla sıvı arasındaki ara yüzeyin yeri kesinlikle tanımlanamaz; çünkü eğer bakteri floklarla sınırlanırsa; bu kesin bir durum değildir ve birçok hücre flok kenarlarında ortaya çıkar. Zayıf floklar kolaylıkla zarar görebilirler.

Bakteriler flokları şekillendirir; bu yüzden onlar zayıf nutrientlerin bulunduğu bir çevrede yaşamlarını sürdürebilirler. Flokların direnci temelde çamur yükü uygulamasına dayanmaktadır: yüksek çamur yükü daha zayıf flok oluşturmaktadır. Popülasyondaki bu çözüm Gram boyama sonuçları tarafından kanıtlanmaktadır. Yüksek yüklü tesislerden kaynaklanan floklar en çok Gram negatif bakterileri içermektedir. Birçok Gram pozitif hücreleri oluşmuşsa; düşük bir çamur yükü uygulanmış demektir. Gram pozitif bakteriler hidrofobik hücre yüzeyi içermektedir. Bunun sonucu olarak; onlar bir diğer bakteriye bağlı olarak tercihen de su fazı içinde asılı şekilde bulunmaktadırlar [19].

3.2.4. Boyut

Bir çamur floğunun boyutu yerine bağlıdır. Makroskobik çamur floklarının boyutu çamur çöktüğü zaman şekillenmektedir fakat bu hedeflenen bir durum değildir. 10 mm'lik makroskobik çaplar hiç kohezyon olmadığında zorluk gösteriler ve kolay parçalanmazlar. Düşük miktardaki konglomeratlar; daha küçük partikül miktarlarını içerirler (gerçek aktif çamur flokları gibi). Bu flokların boyutları 10 µm'den 20 µm'ye kadar değişebilir; bazen mm'den daha da küçük olurlar. Flokların çapları standart bir mikrometre tarafından belirlenmektedir. Üç boyut sınıfı ayırt edicidir:

- Küçük floklar: çap < 25 µm
- Orta boyutlu floklar: çap 25-250 µm
- Geniş floklar: çap > 250 µm

Eğer genişlerse; yoğun flokların çökmesi daha hızlıdır. Verilen aktif çamur içindeki flok boyutları uyuşmazlık gösterir. Küçük floklar neredeyse her zaman ortaya çıkarlar. Eğer yüzdeleri çok yüksek değilse; çamur battaniyesi içinde tutularak sudan uzaklaştırılmaktadırlar (son arıtma). Küçük flokların yüksek bir yüzdesi (%25) çamur içindeki boşaltmayla ve akışla sonuçlanabilir [19].

Havalandırma sistemi kullanımı arıtma tesisi içindeki flok boyutu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yüzey aeratörleri kullanıldığı zaman flokların boyutu 25 µm'den

250 μm 'ye ulaşabilir. Havayla temas etmek flokları genişletir (oran: 25-1000 μm ; genellikle $> 500 \mu\text{m}$) [19].

Küçük flokların yüksek yüzdesi (% 20-30) herhangi bir arıtma tesisi için farklı nedenlere sahip olabilir:

- Akış içindeki kompleks etmenler. Her bileşen floktan iki değerli katyonları çeker, onların daha küçük partiküllere ayrılmasına neden olur.
- Aşırı derecede düşük bir çamur yükü ($< 0.025 \text{ kg BOİ} / \text{kg MLSS.gün}$). Floklar; flok içindeki hücrelerin çevresindeki polimerik kapsüllerin indirgenmesi/ tüketiminden dolayı parçalara ayrılır.
- Havalandırma tankı içindeki aşırı türbülanslı şartlar.
- Al tuzlarının eklenmesi. Alüminyum iyonları flok içindeki (hidrofobik) hücrelerin yüzey özelliklerini büyük olasılıkla değiştirir.
- Çamurun zehirlenmesi.

3.3. Flok Kompozisyonu

3.3.1. Çeşitlilik

Bir çamur floğu genellikle mikro-organizmaların belli bir oranını içermektedir. Bu geniş tür çeşitliği sayesinde, bir aktif çamur sistemi çok değişkendir ve birçok farklı bileşen aynı anda tespit edilebilmektedir. Tür çeşitliliği mikroskopik (x100 objektif) olarak görülebilmektedir [19].

Çeşitliliğin küçük bir oranı ile tesis daha yararlanılabilir hale gelmektedir, çünkü işletim performansı tamamen bakteriyel yükün sınırlı bir miktarının fonksiyonuna bağlıdır. Eğer türlerin geniş bir oranı varsa; fonksiyona son veren bakterinin rolü sıklıkla diğer organizmalar tarafından üstlenilebilmektedir.

Düşük çeşitlilik yalnızca dengesiz bir akış (spesifik nutrientlerin eksikliği) ile beslenmiş endüstriyel arıtma tesislerinin yüksek yüklerinde sağlanmaktadır. Bu seyrek olarak gerçekleşen bir durumdur ve bu yüzden analiz şekillerinden bahsedilmemektedir [19].

3.3.2. Monokoloniler

Konglomeratlar bazen çamur flokları arasında ortaya çıkmaktadır. Bunlar çamur matriksi tarafından hücrelerin çevresinde tutulmaktadır ve monokoloniler olarak bilinmektedirler. Özellikle nutrient giderimi işlemlerinde gözlenmektedirler. Monokolonilerin boyut ve şekilleri değişkendir ve aktif çamur floklarının boyutunu uzatabilirler. Dört gruplarına rastlanabilmektedir [19]:

- Zoogloea kolonileri genellikle parmak gibi bir şekle sahiptir. Onların varlığı yükün $> 0.1\text{kg BOİ} / \text{kg MLSS.gün}$ ve/veya genç yaştaki belirgin nutrient durumuna bağlıdır. Ek olarak; Zoogloea kolonileri yalnızca taze çamur içinde net bir şekilde gözlenebilmektedir. Eğer çamur bir buzdolabında saklanırsa 2-3 gün süreyle görülmektedirler.
- Biyolojik fosfat içeren bakterilerin yoğunlukları giderilebilir; bunlar kolonilerin etrafında bulunmaktadır. Flok içinde özellikle su fazında iyice ortaya çıkabilmektedirler. Monokoloniler daha geniş oluşları nedeniyle flok içinde farklı biçimdedirler; çapları $10\ \mu\text{m}$ ile $20\ \mu\text{m}$ arasından daha fazla değildir. Bio-P monokolonileri Neisser ile koyu lekeli dirler.
- Monokoloniler; Bio-P bakterilere benzer ve sarı-kahverengiye boyanmaktadır. Denitrifikasyon bakterilerinin de monokolonileri olduğu şeklinde belirtiler vardır.
- Dördüncü grup; içinde yığın halinde kapalı hücrelerin birlikte bulunmadığı bakterileri kapsamaktadır. Burada, hücreler çamurun zayıf bir çizgisi tarafından çevrilidir. Belirtileri Zoogloeaları oluşturması, yüksek bir çamur yükü ve/veya kesin nutrientlerin küçük yaşlarıdır.

Monokoloni numaralarının kaydı için 0 (yok) ile 3 (koloni/lam miktarı) arasında değişen bir skala kullanılmaktadır [19].

3.4. (İn)organik Partiküller

Bir aktif çamur floğunun en iyi bölümü yaşayan ve ölü hücrelerin içeriğidir. Ek olarak; makro-moleküller, (in)organik partiküller, bakteriyel orijin olarak net değildir fakat bunun yanında sık sık ortaya çıkarlar. Bunlar; akım ile transfer edilmiş partiküllerdir ve çamur flokları tarafından sonradan kapsanmışlardır. Boyutlarından ayrı olarak, organik partiküller özellikle lif yapıları ile de farklı olabilmektedirler. İnorganik partiküller; özellikle kum tanecikleri v.b. diğer flok materyallerinden daha geniş bir reaktif indekse sahiptirler [19].

3.5. Bağımsız Yaşayan Bakteriler, Spirochaeteler ve Spirilliler

3.5.1. Bağımsız yaşayan hücreler

Bağımsız yaşayan hücrelerin yaşam koşulu hücrelerle ilgilidir; floklara bağlı değildirler fakat su fazı içinde yok olmaktadır. Son arıtımda çökmezler. Bağımsız yaşayan hücreler final akışının kalitesini aksi yönde etkilerler [19].

Bağımsız yaşayan hücrelerin numaralarını (miktarlarını) kaydetmek için; 0 (yok) ile 3 (hücreler/alanların yüzdeleri) arasında değişen bir skala kullanılmaktadır. Akış flokları “aşındırmasının” yanı sıra bağımsız yaşayan hücrelerin de kaynağıdır. Bağımsız hücreler yaygın olarak partikül içindeki siliatlar tarafından uzaklaştırılmaktadır. Protozoalar temiz bir akış için kaçınılmazdır. Eğer çamur yükü yükselirse, bağımsız yaşayan hücrelerin mevcut miktarı da yükselir (akıştan daha fazla temin ve düşük dayanıklı flok). Bunun sonucu olarak protozoa popülasyonunun boyutu da artar. Düşük çamur yaşı ile protozoalar daha fazla genişlik sağlayamayabilir. Yeterince hızlı büyüyemezler. 0,3 kg ile 0,4 kg BOI/kg MLSS.gün arası çamur yükü bir limittir. Eğer bu yük aşılsa çamurda bağımsız hücre zor bir şekilde ortaya çıkar, hiç yok edici canlı ortaya çıkamaz. Birçok bağımsız hücrenin

düşük yüklü çamurda var oluşu oksijen yokluğunun belirtisi veya akışta toksik bileşenlerinin varlığının belirtisidir [19].

3.5.2. Spirochaeteler

Spirochaeteler aşırı derecede değişken bir bakteridir, “kıvrılmak” su içinde en karakteristik davranışdır. Hücre bir uzun ve bir kısa yay ile bir çift spiralden oluşur. Hücreler genellikle 0,5 µm lik bir çapa ve 20 µm ile 30 µm arasında bir uzunluğa sahiptir. Spirochaeteler’in miktarını kaydetmek için, 0 (yok) ile 3 (hücre/lam miktarı) arasında değişen bir skala kullanılmaktadır.

Spirochaeteler genellikle düşük yüklü aktif çamur tesislerinde gözlenmektedir. Her alanda ilk bakışta çok sayıda hücre ortaya çıkar. Miktarları mikroskopik araştırma sırasında yükselmektedir. Çünkü Spirochaeteler genellikle flok içinde saklıdır. Eğer çamur örneği birkaç gün buzdolabında saklanırsa Spirochaeteler kaybolur.

Spirochaeteler özellikle tesis içinde anoksik şartlar ile (denitrifikasyon) flok merkezinde veya havalandırma tankının ayrılmış bir bölümünde gözlenmektedir [19].

3.5.3. Spirilliler

Spirilliler su boyunca hızla hareket eden referans hücrelerdir. Düz-uzun bir hat içinde birçok karakteristik ile hareket ederler, tirbuşona benzeyen hareketleri aniden durabilmektedir. Çapları 0,2 µm ile 1,7 µm arasında değişebilir ve boyları 20-30 µm arasında uzamaktadır. Aktif çamur içindeki Spirillilerin miktarını kaydetmek için 0 (yok) ile 3 (hücreler/lam) arasında değişen bir skala kullanılmaktadır.

Tesis işletimi içindeki oksijenin eksikliği aktif çamurda Spirillilerin varlığının belirtisidir [19].

3.6. Flok Tipleri

Büyük akımlar; flok karakterlerinin sağlanmasında paya sahiptir. Benzer tesislerden gelen çamurlar tamamen birbirlerine benzemektedir. Bu durum ayrıca metezoa ve protozoa popülasyonlarının kompozisyonu içinde geçerlidir. Bu mikroskobik araştırma sırasında belirlenmelidir. Flok tipinin belirlenmesi tesis karakteristiklerini kapsamaktadır. Evsel arıtma tesislerinde tüm çamurun %90'ından fazlası 3 flok tipine aittir [19].

3.6.1. Flok tipi 1

Flok tipi 1; 0,2 kg BOI/kg MLSS.gün lük bir çamur yükü ve yüzey aeratörlerinin oksijen temini ile bir tesis işletmesinin karakteristiğidir.Eğer filamentli bakteriler fazla miktarda değilse floklar şu karakteristiklere sahiptir:

- Orta boyut (25-250 µm)
- Dayanıklı (az miktarda bağımsız yaşayan hücreler)
- Açısal olarak çevrenmiş
- Çevrenmiş
- Sıkışmış
- Gerçek olarak yoğunlaşmamış. Genellikle net olarak görülürler bu floklar ayrılmış yoğunluğun içinde “öncü-floklar” dır.

Filamentli bakteri varlığı (özellikle *M. parvicella*), aglomeratların biçimlenmesinin sonucu olarak belirmektedir ve ortalama flok boyutunun yükselmesine neden olurlar. *M. parvicella*nın gelişimi belirli bir mevsimsel özellik göstermektedir, yazın minimum miktarda kış sonunda maksimum miktarda ortaya çıkarlar. Bunun anlamı şudur: Bir yaz ve kış görüntüsü Flok 1 için farklılık göstermektedir [19].

Biyolojik nutrient giderimi, özellikle yazın monokolonilerin miktarının artışı ile sonuçlanabilmektedir. Bağımsız yaşayan hücrelerin miktarı genellikle nutrient giderimi şartları, özellikle de uzun anoksik periyotların sonunda yükselmektedir.

İyon tuzlarının eklenmesi ile kimyasal fosfat giderimi, kahverengine sahip floklar ile sağlanır. Bu amaç için alüminyum tuzları ile dozlama ortalama flok boyutunda bir reaksiyona neden olmaktadır [19].

3.6.2. Flok tipi 2

Flok tipi 2 0,2 BOI/kg MLSS.gün'lük çamur yükünden küçük tesislerde belirgindir ve oksijen temini için havalandırmaya nüfuz etmektedir. Bu flokların karakteristikleri şunlardır:

- (Orta) Geniş; 25-1000 µm arasında, sıklıkla > 500 µm
- Dayanıklı (birkaç bağımsız yaşayan hücre)
- Çevreleyici
- Yoğun
- Bazen bir aşındırıcı ağız

Sudaki az miktardaki türbülansın açıklaması olarak floklar geniştir yani ortalamanın üzerindedir ve Flok tipi 1'dekilerden daha yoğundur. Bu farklılık Flok Tipi 2 nin daha koyu bir renge sahip olması sonucunu doğurmaktadır [19].

Filamentli bakteriler genel anlamda bir zorlama ile flok morfolojisini etkilemektedir. Temel olarak flokların ağızlarında ya da su fazı ile floklar arasında yetişmektedirler. Eğer filamentliler bağlı bir biçimde yetişirlerse daha düzensiz floklar ortaya çıkar. Flokların morfolojik özellikleri üzerinde nutrient gideriminin etkileri konusunda daha fazla bilgi için Flok Tipi 1 tercih edilmektedir [19].

3.6.3. Flok tipi 3

Flok tipi 3; 0.2 ile 0.3 kg BOI/kg MLSS.gün'den küçük bir çamur yükü ile ortaya çıkan bir tesis işletme karakteristiğidir. Floklar tamamen dayanıklı değildir, bir çok bağımsız yaşayan hücrenin ortaya çıkışına neden olmaktadır. Düşük çamur yaşı ile en önemli bakteriler ve protozoaların tüketimi (siliatlılar) tesis içinde

sağlanamayabilir çünkü onlar yeterince hızlı gelişemezler. Ayrıca bu durum bağımsız yaşayan hücrelerin miktarının yükselişine de katkıda bulunmaktadır [19].

Bu durumda monokoloniler ortaya çıkabilir, özellikle de çok karakteristik olarak Zoogloea kolonileri ortaya çıkmaktadır. Boyut ve flokların şekilleri havalandırma sistemi uygulaması ile ortaya çıkmaktadır. Floklar genellikle geniş fakat düzensiz şekillidirler, arıtma tesisi içinde havalandırma ile nüfuz ettirilmektedirler. Bu tür floklar daha küçük ve yüzey aeratörleri ile daha çevreleyicidirler. Eğer filamentliler yoksa; floklar genellikle açık yapıdadırlar. Flok şekillerini ortaya çıkaran mikroskobik araştırmalar yapılmaktadır. Flok tipi numaraları analiz şekilleri üzerine kaydedilmektedir [19].

3.7. Endüstriyel Arıtma Tesisleri

Endüstriyel arıtma tesislerinden gelen çamurlardaki flok morfolojisinde geniş varyasyonlar sıklıkla görülmektedir ve küçük bir sınıf içinde sınıflandırılmayabilmektedir. Bunu yapmak için belirli bileşenler kullanılmaktadır:

- Çeşitli endüstriyel tesislerdeki floklar (tamamen kimyasal atıksulardan kaynaklanan) gerçekten dayanıklı değildir. Yüzey aeratörlerinin kullanımı küçük floklar ve flok fragmentleri için genel olarak önemlidir. Çamur sıklıkla “karmaşık” halde gelmektedir.

- Filamentli bakteri topluluklarının yetiştirme sıklığı geniş bir sonuç vermektedir, fakat düzensiz şekilli floklar belirlenmektedir.

- Normal flok kalitesi her endüstriyel arıtma tesisi için özel olarak belirlenmelidir. Bu kriterin belirlenmesini aşağıdakiler sağlamaktadır:

- Şekil
- Yapı
- Boy
- Boyut

- Diğer karakteristikler

Bunlar tesis içindeki aktif çamurun rutin izlenmesi için referans olarak kullanılır ve flok kalitesinin belirlenmesini sağlarlar [19].

3.8. Aktif Çamur Mikroorganizmaları

3.8.1. Filamentli mikroorganizmalar

Filamentli mikroorganizmalar; bakteri, mantar ve alglerdir; bunların hücreleri diğer hücre yapılarından bağımsız olamazlar. Filamentlilerin içerdiği birçok hücre bu davranışa sahiptir. Bazen hücreler; çevrili oldukları kılıf ile (kaplamanın bir kısmı) çözölemeyebilir. Transfer duvarları ve bölmeleri daima hücreler arasında bir filament içinde ortaya çıkmaktadır [20].

Bir filament türü içinde yetişmek, bakteri türleri için bir karakteristiklerdir. Bir bakteri pratik olarak filamentli bir şekilde tüm şartlar altında şekillenir. Konuyla ilgili zaman zaman varsayımlar ileri gelmektedir; buna göre farklı şartlar altında yaşayan hücrelerden meydana gelen bir çok filamentli bakteri vardır fakat bir filamentlinin gelişimi anormal bir durum olarak ortaya çıkabilir, ancak bu henüz doğrulanmamıştır.

30 farklı filamentli türün bazıları aktif çamur içinde gözlenmiştir. Bunlar öncelikli bakterilerdir. Bu 30 türden 10'yla sık sık karşılaşılmalıdır. Bilinmeyen türlerin endüstriyel arıtma tesislerinde orta çıkması beklenmektedir fakat bunların envanteri henüz tamamlanmamıştır. Birçok filamentlinin ismi yoktur fakat numaraları vardır, çünkü onların karakteristikleri henüz (tam olarak) bilinmemektedir. Türleri genel olarak belirleyebilmek için bir teşhis anahtarı geliştirilmiştir, bu anahtar ile kimlikleri kolaylıkla belirlenebilmektedir [20].

Filamentli türler aktif çamur içinde daima ortaya çıkan normal mikroorganizmalardır ve arıtma prosesinde rol almaktadırlar. Sıvı içinde bağımsız olarak veya floklara bağlı olarak ortaya çıkabilirler. Filamentli mikroorganizmaların yetişen bir topluluğu

çamur kabarmasının, kötüye giden bir çamur olduğunun habercisidir. Çökelmenin ve çamur özelliklerinin belirlenmesi ve çamurdan su alınması gerektiğinin belirtisidir. Ek olarak; bazı türler de köpürme habercisidir [20].

3.8.2. Filament indeksi

Filamentli mikroorganizma popülasyonunun boyutu değişebilmektedir. Prosesi kontrol edebilmek için, popülasyonun boyutunun birkaç yolla belirlenmesi gerekmektedir. Esas olarak; filamentlilerin miktarının ve uzunluklarının verilen çamur içinde hesap ve ölçümle belirlenmesi uygundur. Bu aşırı bir zaman gerektirmez fakat; eğer filamentlilerin akrabalıkları karşılaştırılmazsa; tek başına bu belirleme yeterli olmaz. Halka (yaysı) filamentliler genellikle düğüm içinde şekillenmektedir ve flok boyunca hızlı hareket etmektedirler, bu davranış içinde ölçülemeyebilirler. Filament indeksinin belirlenmesi ile karşılaştırma ve türlerin diğer miktar belirleme metotları literatürde belirtilmiştir, bunlar ayrıca rutin aktif çamurun araştırılması için de çok gereklidir [20].

Filament indeksi aktif çamurdaki filamentli mikroorganizmaların miktarının bir ölçütüdür. 0'dan 5'e kadar bir skala kullanılmaktadır (bulunmadıkları halden bir çok filamentli bulunması haline kadar). 10 farklı faktörle FI sınıfları arasında bir ilişki vardır. Çamurun mikroskopik çamur görüntülerinin karşılaştırılması, çamur görüntülerinin düşük seviyede büyütülmesi, çeşitli FI sınıflarının referans fotoğrafları ile sağlanmaktadır. Mikroskopik görüntüdeki filamentlilerin miktarları ve çamur yapısı birleştirilmiş fotoğraf çeşitleri ile elde edilmektedir. Filament miktarı, FI belirlendiği zaman belirlenmektedir. Bu çok gerçek görünmemektedir, fakat pratikte bu metot çabuk olarak görüntü vermiştir; ayrıca konuyla ilgili birçok bilgi sağlanmaktadır [20].

FI 1 veya 2 ile filamentlilerin çökelme hızı üzerindeki etkileri henüz tam olarak belirlenmemektedir. Eğer FI 3 kullanılırsa; çökelme özellikleri genel olarak fark edilir düzeyde bozulmaktadır. Eğer özellikle de dayanıklı filamentliler bulunuyorsa; bu durum söz konusu olmaktadır. Kabarmış çamur genellikle çok yüksek FI değerlerinde ortaya çıkmaktadır [20].

Flokaların çökelme hızı; şuanda filamentlilerin miktarı ile belirlenmemektedir; fakat filamentlilerin tipleri, çamurun kül kapsamı v.b. ile belirlenmektedir. FI ve SVI arasındaki korelasyon daima tutarlı değildir; özellikle farklı tesislerden gelen sonuçların kombinasyonu yapılmışsa, bu durum söz konusu olmaktadır. Sonuç olarak FI belirlenmesi yapılacağı zaman, önemli noktalar vardır:

- Bu filamentli miktarının bir tahminidir. Hızlı şekilde hazırlanan lamın görüntüsünün dakikalık detaylarının sınanması anlamındadır.
- 3^+ ve 4^- arasındaki fark küçüktür. Verilen bir FI'nın seçimi bazen keyfidir. Bu analiz şeklinin 3,5 olarak doldurulması için uygun bir nedendir.
- Eğer lam üzerinde az sayıda filamentli ortaya çıkarsa; FI yükselir. Eğer çok sayıda filamentli varsa; FI düşer.
- FI ayırma genellikle 100-200x'lik büyütmede yapılmış olan özelliklere dayandırılmaktadır. Bazen çamura yüksek büyütmede bakılmaktadır; ancak bu sınıflandırma yapmak için gerekli görülmemektedir. Zayıf filamentliler bazen düşük büyütmelerde kaybolmaktadır; çıkarılması gereken sonuç budur.
- Filamentliler yüksek dereceli flokları bazen sağlayamayabilirler. Filamentlilerin flokların çökelme hızı üzerindeki etkisi sınırlanmaktadır (yalnızca direkt olmayan akıştaki flok yapısında). Bu filamentliler Gram boyama sırasında net olarak görülebilirler. Bu boyamada bazı filamentlilerin ilk boyamadan sonra ortaya çıktıkları görülmektedir [20].

3.8.3. Filamentli organizmaların tanımlanması

Aktif çamur popülasyonu dinamik bir karaktere sahiptir. Bunun anlamı; filamentli mikroorganizma popülasyonunun kompozisyonlarının proses şartları içindeki değişimlerle ilişkisi olduğudur. Proses kontrolünde filamentli mikroorganizmaların varlığının bilinmesini sağlayan üç neden önemlidir:

- Problemlerin varlığı ve doğallığı proses dengesi ile filament türlerinin varlığına bağlıdır. “Natorious” filamentli organizmalarının gelişimi mümkün olduğunca çabuk belirlenmelidir.

- Genel çamur kabarması kontrol metotları yoktur. Bu yüzden ilk olarak var olan türler kanıtlanmalıdır.

- Proses şartları için kesin olan türler indikatör organizmalar olarak kullanılabilir [20].

3.8.4. Teşhis karakteristikleri

Filamentli mikroorganizmaları teşhis etmek için yapılan düzenlemede toplam 11 karakteristik belirlenmiştir [20].

3.8.4.1. Hareketlilik

Yalnızca birkaç filamentli bakteri (Beggiatoa ve Flexibacter) serbestçe hareket edebilmektedir. Bu; bir solucanın kendi kendini itelemesine benzer olan “kayma hareketi” tarafından sağlanmaktadır. Bu kesin olarak düşünülmelidir ki; eğer bir filamentli hareketi görülseyse; ağız boyunca suyun evaporasyonundan dolayı lam üzerinde sıvı akışı yoktur [20].

3.8.4.2. Dallanma

Dallanmanın varlığı ya da yokluğu aktif çamur içinde filamentli bakteri teşhisi için önemli bir karakteristiktir. Gerçek veya gerçek olmayan (hatalı) dallar ayırt edilmelidir.

Aktinomisetler ve funguslar gerçek dallanma gösterir. Gerçek dallanma ile olaydaki hücre iki yönetici içinde yetişmektedir.

Kılıflı şekillenen bakteriler, özellikle *Sphaerotilus natans* ve Tip 1701, gerçek olmayan (hatalı) dallar ile şekillenmektedir [20].

Yığılan hücreler filamentleri sonuna kadar veya geçici olarak bulunan hücrelerdir, bunun yanında bitişik büyümeyle şekillenmeye başlamışlardır, çamur içinde bağımsız yaşayan hücreler olarak bulunmaktadır. Hatalı dallanmada; çok küçük bir boşluk içinde hücreler arasında temel dallanma da görülmektedir. Bu boşluk gerçek (real) dallanmada yoktur. Hatalı dallar daima “V” şeklindedir, bu sırada gerçek dallar genellikle temel dal üzerinde “sabit diklik”te durmaktadırlar (fakat Aktinomisetler’den *Skermania piniformis*; bu şekilde değildir). Aktinomisetler daima gerçek dallarla şekillenmektedir. Bazı dallı filamentliler net bir şekilde bir araya gelmektedirler ve çubuklarla dallanmaya benzemektedirler. Fungiler; kılıflı bakterilerden kolaylıkla ayrılmaktadırlar ve onların daha dayanıklı filamentlileri bulunmaktadır [20].

Çamurdaki filamentliler; birbirleriyle aynı kökten oluşmaktadır. Bu filamentlilerin rozeti olarak bilinmektedir. *Thiothrix* ve *Leucothrix* rozetlilerden gelen temsilcilerdir [20].

3.9. Filament Şekilleri

Filament şekilleri üç grupta ayırt edilmektedir:

- ‘Düz’
- Yay / bükülmüş
- İkiz şekilli / halka

‘Düzgün’ kelimesi ters çevrilmiş virgül şekli olarak burada yer almıştır, buna göre yalnızca *Haliscomenobacter hydrosis* çok düzgün bir filamentli olarak yer almaktadır. Düzgün şekilli örnekler bükülmüştür, özellikle uzun filamentlilerin olduğu yerlerde bu durum belirlenmektedir. Mikroskobik araştırma sırasında, düzgün hareketli bükülenler ve yay şeklinde bükülen filamentliler arasında bir ayırım yapılabilmektedir [20].

3.9.1. Bitişik büyüme

Filamentli mikroorganizmaların yüzeyi (duvarın dışı) genellikle 'temiz'dir. Diğer hücreler veya flok partikülleri bazen yüzeye bitişiktir, bunun yanında kısmen de kaplıdır. Bu 'bitişik büyüme' olarak bilinmektedir. Hücrelerin çevresindeki kılıfa sahip bakterilerin filamentleri, bitişik büyüme tarafından oluşturulmaktadır.

Filamentliler teşhis edilirken; küçük veya bitişik büyümeli olmayanlar ve bitişik büyümeliler arasında bir ayırım yapılmalıdır [20].

3.9.2. Filament çapı

Filamentli mikroorganizmalar; temel çaplarına göre üç gruba ayrılmaktadır:

- Çap $< 1 \mu\text{m}$
- Çap $1-2,5 \mu\text{m}$
- Çap $> 2,5 \mu\text{m}$

Bazı filamentliler için (Tip 021 N ve Thiothrix türleri), hücre çapları bazen filament tipi doğrultusunda derecelendirilmektedir [20].

3.9.3. Bölmeli ve geçirimli duvarlar

Transfer duvarları veya bölmeleri bir filamentin ardışık hücreleri arasındaki duvarlardır. Bölmeler bir ışık mikroskopuyla daima net görülmezler. Filamentli organizmalar teşhis edileceği zaman, net görünenler (1) ve zayıf görünenler/hiç görünmeyenler (2) arasında bir ayırım yapılmalıdır [20].

3.9.4. Hücre şekli

Bağımsız (serbest) yaşayan hücreler içinde aşağıdaki hücre tipleri ayırtılmaktadır:

- Küresel veya kokus: Hücreler hemen hemen yuvarlaktır.

- Çubuk şekilli: Bu düz hücrelerin uzunluğu hücre çapından daha büyüktür.
- Spiral şekilli: Spiral olarak oluşan hücrelerin uzunluğu daima hücre çapından daha büyüktür. Spirochaetes (esnek hücre) ve spiriller (esnek olmayan hücre) bundan dolayı ayırt edilebilmektedir.
- Vibrio şekilli: Bu hücreler yay şeklindedir.

Filamentli mikroorganizmalar koküs veya çubuk şekilli veya onların şekillerinden kaynaklanan diğer hücre şekillerini içerirler. Bunun anlamı; eğer transfer duvarı konum olarak umumi bir durum ve dış duvarın daralmaları yoksa bu hücrelerin kare ya da dik açılı bir filament içinde bulunmalarıdır. Eğer bölmeler net şekilde görülürse; hücre tipi kolaylıkla belirlenebilmektedir. Bilinen bir filament içindeki hücrelerin uzunluğu genellikle yüksek değerlidir. Bazı filamentli türlerin (Tip 021 N, S. natans ve Thiothrix) hücre uzunlukları filamentin tipine göre yükselebilmektedir [20].

3.9.5. Kılıf

Kesin filamentli türlerin hücreleri saydam bir örtü olarak bilinen bir kılıf ile çevrilidir, bu genellikle ışık mikroskobu ile görülmemektedir.

Bazı türlerin kılıfları gram boyama ile görülebilmektedir. Eğer çamur örneği buzdolabında birkaç gün tutulursa; kılıf bazen daha kolay görülmektedir. Birçok birleşik büyümenin genellikle belirtisi kılıfın var olmasıdır.

Ek olarak; bir filament bazen kılıf için hatalıdır; bu boş hücre olarak not edilmelidir. Saydam boş hücreler genellikle çok kısadır [20].

3.9.6. Granüller

Granüller; hücre içindeki güçlü materyallerin kürecikleridir. Granüllerin üç tipi mikroskobik araştırma ile ayırt edilmektedir:

- Polifosfat granülleri. Neisser boyama olmadan bu granüller çok zayıf ya da tamamen görünmezdirler.
- Sülfür granülleri. Bu kürecikler küçükken koyudurlar. Diğer yandan, geniş olanları güçlü ışık kırıcılarıdır ve sonuç olarak net şekilde görülürler.
- Diğer güçlü materyaller. Bunlar genellikle Poly- β -hidroksibutrat içerirler (PHB). PHB granülleri evsel atıksu arıtma tesislerinde filamentli organizmaların içinde görülmektedirler. Sülfür granülleri gibi, PHB granülleri de güçlü ışık kırıcılarıdır. Sülfür granülleri mavi-sarı bir renkteyken, PHB granülleri sarımsıdır. Renk farkını ayırt etmek çok kolay değildir. Alkolle işleme tabi tutulduklarında sülfür granülleri kaybolur ve PHB granülleri tespit edilebilir [20].

3.9.7. “Predominant” ve “Secondary”lerin konseptleri

Verilen bir aktif çamur içinde, filamentli mikroorganizma türleri genellikle bulunmaktadır; bunun sonucu olarak hepsini tespit etmek zordur. Bu problem genellikle ilk izlemede daha az karışıktır çünkü türlerin çeşitleri çoğunlukla aynı özellikte var olmaktadır. Üstün türler ve ikincil türler ortam içinde daima var olmaktadır. Bir veya iki üstün tür ve ikincil türlerin görülebilir bir miktarı genellikle düşük yüklü evsel işletmelerde bulunmaktadır. Üstün (baskın) türlerin miktarı yüksek çamur yükünde artmaktadır ($> 0,1$ kg BOİ / kg MLSS.gün). Baskın ve ikincil türler arasındaki ayırım FI sınıflandırmayla sağlanabilmektedir. Ayırım baskın ve ikincil türler arasında her FI ile yapılmalıdır [20].

3.10. Teşhis (Tanımlama) Prosedürü

Teşhis; lam üzerinde boyama ile sağlanan içerik ve sonraki birkaç adımı içermektedir. Filamentlilerin var oluş şartları; hücre şekilleri veya filamentlerin çapları gibi karakteristiklerine bağlı olarak çeşitlendirilebilmektedir. Bilinen türlerin birkaç filamentlisi karakteristikler belirlenmeden önce gözlenmektedir. Mikroskopistler için tüm türlerin varlığının aynı anda tanımlanması kolay değildir.

Bu durum da kolayca hata yapılmaktadır. Bu metotlarla önce bir türün sonra diğerinin tanımlanması sağlıklıdır.

Düşük büyütme kullanımı; ilk etapta kaç tane filamentli tür görüldüğünü belirlemek için yapılmaktadır. Baskın ve ikincil türler ayırt edilmektedir. Filamentlilerin morfolojik karakteristikleri belirlenmektedir. Ayrıca filamentlilerin su içinde serbest halde mi yoksa flok ağzında mı buldukları da belirlenmektedir. Şekillerin belirlenmesi için ise yüksek büyütme kullanılır.

Tanımlama için üç teşhis anahtarı geliştirilmiştir (Ek B1, Ek B2, Ek B3). Her iki anahtar da 21 tür içermektedir. Boyama sonuçlarına göre (Gram ve Neisser) temel veriler ikinci anahtarda verilmektedir [20].

3.11. Filamentlilerin Çeşitlerinin Teşhisi

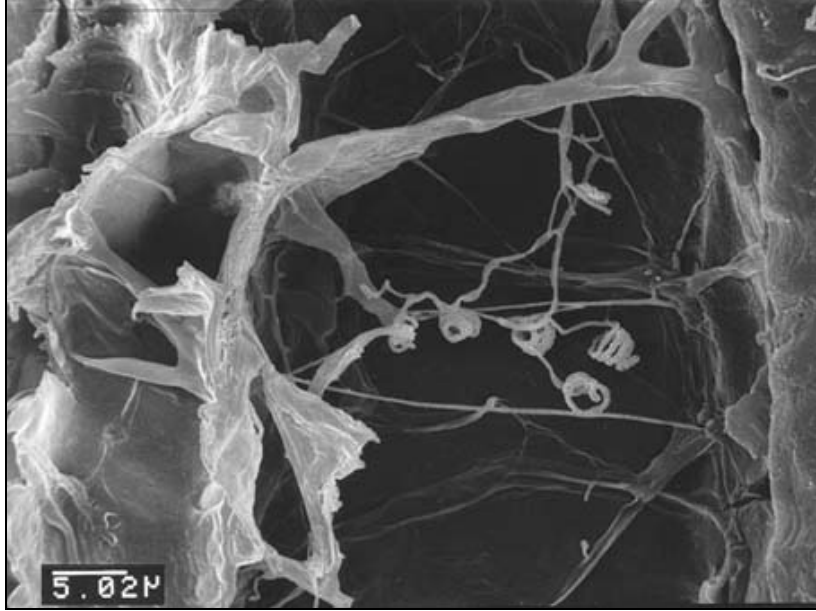
3.11.1. Aktinomisetler

Aktinomisetler aşağıdaki karakteristiklere sahiptirler:

- Gerçek dallanma
- Hareketsiz
- Flok içinde ve çevresinde 'bükülmüş' filamentliler (çubuk demetleri)
- Filament uzunluğu < 200 µm
- Hücre çapı < 1.0 µm (genellikle 0.5-0.7 µm)
- Bitişik büyüme yok
- Kılıfsız
- Görünmez bölmeli
- Sülfür deposu yok
- Gram pozitif
- Bazen Neisser pozitif (poly-P granülleri)

Aktinomisetler birkaç farklı türü içermektedir, bunlar diğerlerinden ileri araştırma ile ayırt edilebilmektedirler. Aşırı belirgin özelliği olan dallanma ile diğer türlerle

karıştırılması imkansızdır. *M. parvicella* aktinomisetlerle ilişkilidir. Aşağıda tipik bir Aktinomiset türü görülmektedir (Resim 3.1) [19].



Resim 3.1. Aktinomiset' e ait bir örnek [21]

3.11.1.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

Aktinomisetler köpük oluşumu açısından kötüdür. Yüzen materyallerin çamur sindirme tankına taşınması bu tank içinde köpüğe neden olabilmektedir. SVI üzerindeki negatif etkileri sınırlıdır. Aktinomisetlerin köpük içindeki popülasyonu, süspansiyon içindeki bir popülasyonundan daha geniştir. Aşağıdaki proses şartları uygun olursa; aktinomisetler büyümektedir:

- Akış içindeki şişkinlikler veya diğer hidrofobik bileşenler.
- Hiçbir yüzen materyalin doğal geri dönüşümünün olmaması.
- Su sıcaklığının 15 °C'den fazla olması.

Mevcut bilgiler henüz tamamlanmamıştır. Gram pozitif bakteriler genellikle yağlar v.b. ile ilişki içinde bulunan bir yüzeye sahiptirler, bu davranışları nedeniyle su fazından yağları seçip tutabilmektedirler. Yağlar ve yüzey aktif materyaller daima evsel atıksu içinde bulunmaktadır. Buna bağlı olarak aktinomisetler de evsel atıksu içinde daima bulunurlar, fakat bu yüksek su sıcaklıkları için geçerli değildir. Bu

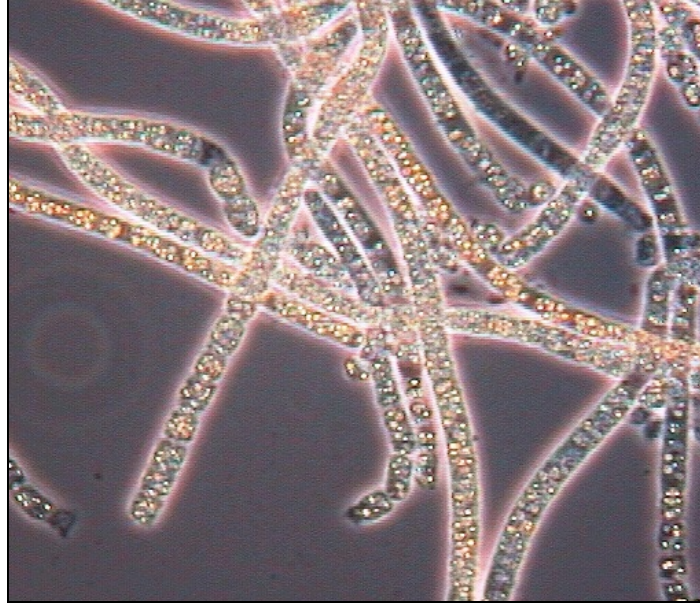
durum yüksek çamur yükü uygulaması ile açıklanabilmektedir. Aktinomisetler genellikle yüksek çamur yükü seviyelerinde bulunmaktadırlar (0.1-0.7 kg BOİ / kg MLSS.gün). Diğer Gram pozitif bakterilerden akıştan gelen yağ parçaları üzerinde yetişen *M. parvicella* gibi bakteriler; genellikle düşük yüke sahip tesislerde bulunmaktadırlar. Flok yapıcılar bu substratı kullanabilir ve bu şekilde var olabilirler. Bu substrat için hangi faktörlerin belirleyici olduğu henüz bilinmemektedir [19].

3.11.2. Beggiatoa

Beggiatoa aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketli (süzülme hareketi)
- Düz/yay gibi, su içindeki floklar arasında serbest
- Tutarsız filament uzunluğu
- Hücre çapı 1.5-2.5 µm
- Bitişik büyüme yok
- Bölmeler ara sıra mevcut
- Dik açılı hücreler
- Sülfür depolama
- Gram negatif
- Neisser negatif

Filamentliler içindeki sülfür granüllerinin kombinasyonu ve süzülme hareketleri oldukça karakteristiktir. Bu fonksiyonları diğer türlere benzememektedir (Resim 3.2) [19].



Resim 3.2. Sülfür granülleri içeren Beggiatoa [22]

3.11.2.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

Beggiatoa; tesislerde birçok sülfür bileşiminin akımdan azaltılması (H_2S) ve/veya oksijen eksikliğine neden olmaktadır. Filamentliler aslında flokların çökme hızını etkilememektedir. Beggiatoa fonksiyonları bir indikatör mikroorganizma gibidir[19].

3.11.3. ‘Cyaphyceae’

‘Cyaphyceae’ filamentli organizmaların bir grubunu kapsamaktadır ve aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Düz/yay şekilli; sudaki floklar arasında serbest yaşam
- Filament uzunluğu $> 200 \mu m$
- Hücre çapı $> 2.5 \mu m$

- Bitişik büyüme yok
- Bazen kılıflı
- Bölmeleri net şekilde, birkaç filamentlisi depo materyaller içerir. Eğer birkaç gün buzdolabında saklanırsa; bu depo materyaller genellikle yok olmaktadır
- Değişken hücre şekli
- Sülfür depolama yok
- Genellikle Gram negatif
- Genellikle Neisser negatif

Filamentlilerden bazıları çarpıcı şekilde büyük olan hücre çapları nedeniyle bu grup içinde sınıflandırılmaktadır. Hücre şekli ve boyanması değişebilmektedir; bu grubun belirgin özelliği farklı türler içermesidir. Baş aşağı virgüllerin çevresinde yer alması bu filamentlilerin morfolojilerinin Cyaphyceae'ye benzediğini göstermektedir (Resim 3.3). Fakat metabolik proseslere bağlı olarak birbirlerinden tamamen ayrılmaktadırlar. Güneş enerjisine bağlı olarak (fotosentez), organik bileşikleri büyüme için kullanmaktadırlar [19].



Resim 3.3. Cyanophyceae' nin virgüle benzeyen bölmeli görüntüsü [23]

3.11.3.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

'Cyaphyceae' aktif çamurda sıkça gözlenmektedir. Aşağıda proses şartları bu filamentliler için uygundur:

- Çamur yükü > 0.1 kg BOİ / kg MLSS.gün;
- Atıksu; yüksek oranda organik asit içerir, asetik ve propionik asit gibi;
- Havalandırma tankında tamamen bir karışım oluşur;
- Bunun yanında nutrientler az miktardadır.

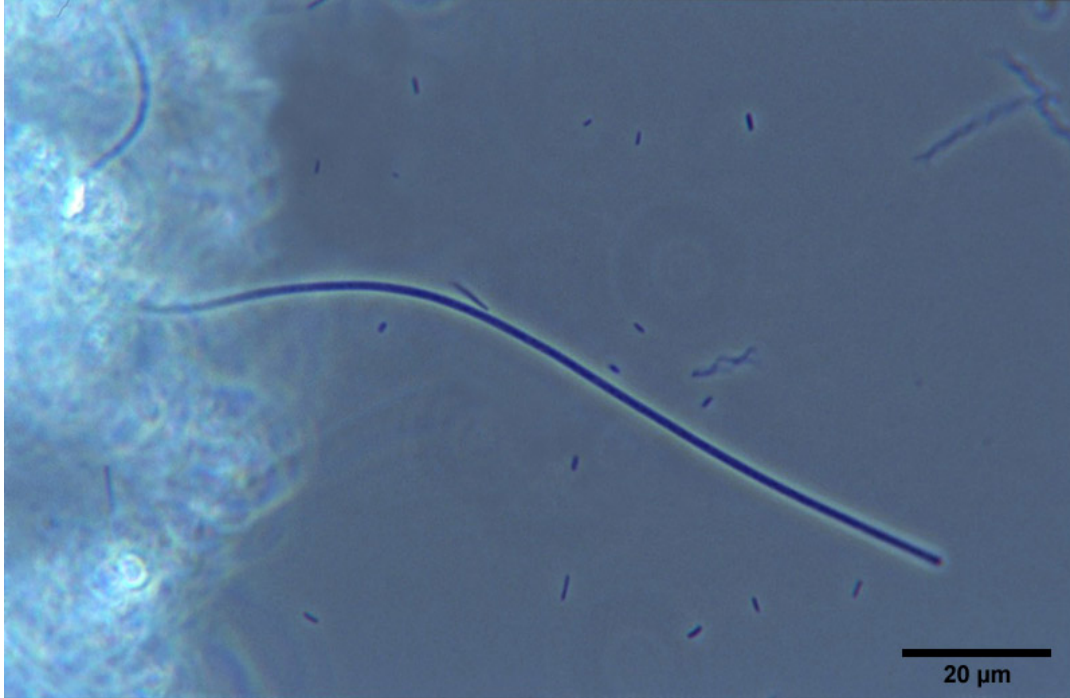
Buna göre; bu filamentliler, nutrient giderimiyle evsel atıksu arıtma tesislerinde ortaya çıkmaktadırlar. Endüstriyel tesislerde; 'Cyaphyceae' akış içinde organik asitlerin aşırı miktarı ve yüksek SVI değerleri ile gelişebilmektedir [19].

3.11.4. Flexibacter

Flexibacter aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Süzülme hareketi
- Yay şekilli filamentliler, sıvı içinde serbest hareket ederler
- Filament uzunluğu < 200 µm
- Hücre çapı 0.7 µm
- Bitişik büyüme yok
- Kılıf yok
- Bölmeleri net şekilde görülebilir değil
- Sülfür depolama yok
- Gram negatif
- Neisser negatif

Süzülme hareketleri ve sülfür granüllerini bulundurmaması, diğer filamentli türlere göre fonksiyonları için küçük bir şanstır (Resim 3.4) [19].



Resim 3.4. Floğa yapışık haldeki süzülme hareketi gözlenmeyen tipik bir Flexibacter [24]

3.11.4.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

Flexibacter filamentliler bazen yüksek çamur yükü seviyelerinde gözlenmektedir. Başka hangi faktörlerin bu filamentli türlerin büyümesini sağladığı bilinmemektedir. Flexibacter filamentlileri flokların çökme hızı üzerinde etkiye sahip değildir [19].

3.11.5. Haliscomenobacter hydrosis

Haliscomenobacter hydrosis filamentli bir bakteridir ve aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Düz filamentliler, floklardan dışa doğru çıkıklar
- Filament uzunluğu < 200 µm

- Hücre çapı 0.3-0.4 µm
- Kılıf var
- Bölmeleri görünmez
- Sülfür depolama yok
- Gram negatif
- Neisser negatif

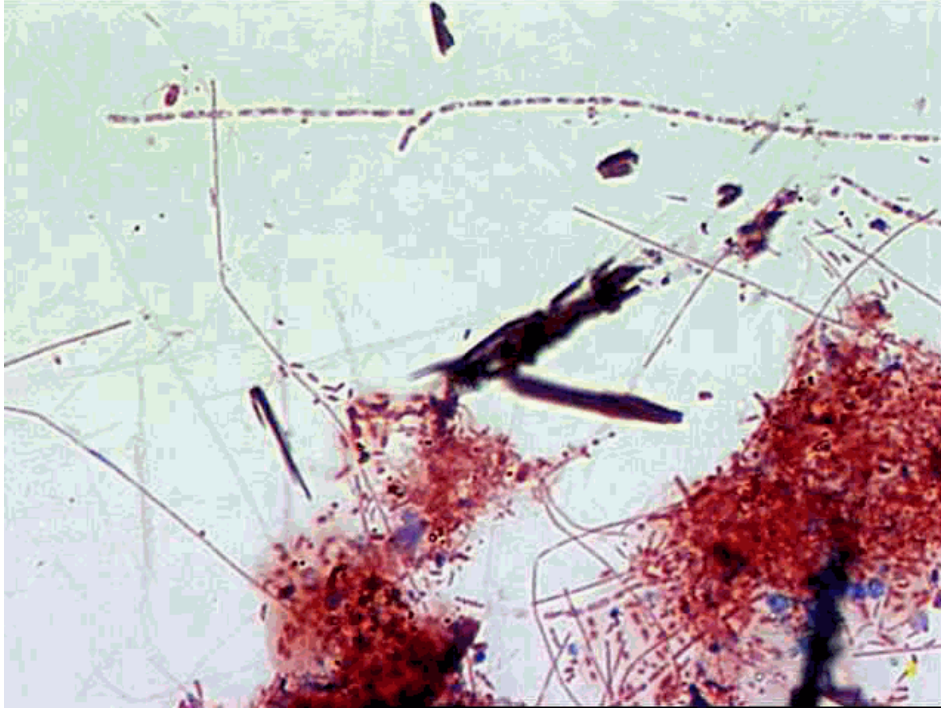
H. hydrosis'in zayıf fakat dayanıklı filamentleri oldukça karakteristiktir; bunlar diğer filamentli türlerle kolay kolay karıştırılmazlar. Hyphomicrobium hücrelerinin zayıf gövdeleri (filamentli değil), H. hydrosis filamentlileri için sorun yaratabilir [10].

3.11.5.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

H.hydrosis genellikle aktif çamur tesislerinde gözlenmektedir. Bu filamentlilerin büyümesi için aşağıdaki proses şartlarının mevcut olması gerekmektedir:

- Çamur yükü (evsel atıksuda) > 0.12 kg BOİ / kg MLSS.gün H.hydrosis endüstriyel tesislerde düşük çamur yüklerinde gelişebilir
- Akış içindeki çok küçük moleküler bileşenler (toprak endüstrisi)
- Nitrojen bileşiklerinin yüksek konsantrasyonları
- Tamamen karışmış havalandırma tankı
- Havalandırma tankı içindeki düşük bir oksijen konsantrasyonu
- Fosfattan yoksunluk

H. hydrosis popülasyonu nutrient giderimi ile evsel arıtma tesislerinde daima küçüktür. Bakterilerden ayrışabilen bileşenlerin akış içinde çoğunlukla kolayca bulunduğu yerlerde bu türler biokütle olarak gelişmektedirler (Resim 3.5) [19].



Resim 3.5. Biyokütle olarak gelişen H. Hydrosisler [25]

3.11.6. Leucothrix

Tipik karakteristik özellikleri aşağıdadır:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Yay şekilli/ikiz filamentliler, su içindeki floklar arasında serbest halde
- Filament uzunluğu $\gg 200 \mu\text{m}$
- Yüksek görünürlükteki hücre çapı (1.5 ile $3.5 \mu\text{m}$)
- Bitişik büyüme yok
- Kılıf yok
- Bölme/daralmalar net şekilde görülür, depolanan birçok materyaller yok
- Değişken hücre şekli (disk şeklinde, yuvarlak, düz şekilli)
- Sülfür depolama yok

- Gram negatif
- Neisser negatif

Leucothrix ileri araştırmalar gerçekleştirilerek benzer türlerden ('Cyaphyceae', Tip 021 N) ayırt edilebilir. Leucothrix taksonomik anahtarda bulunmamaktadır. Aşağıda tipik bir rneği görülmektedir (Resim 3.6) [19].



Resim 3.6. Leucothrix' e ait bir rnek [26]

3.11.6.1. Aktif amur içindeki varlıkları

Leucothrix genellikle endüstriyel tesislerde görülmektedir. Bu filamentlinin yetişmesi yüksek SVI değerlerinin sonucu olabilir. Leucothrix varlığı için olması gereken proses şartları şunlardır:

- Çamur yükü > 0.1 kg BOİ / kg MLSS.gün;
- Atıksuyun yağlı asitler v.b. gibi bakterilerle ayrışabilen bileşenleri içermesi;
- Havalandırma tankının tamamen karışması;
- Yüksek tuz konsantrasyonu (10-40 g/l) [19].

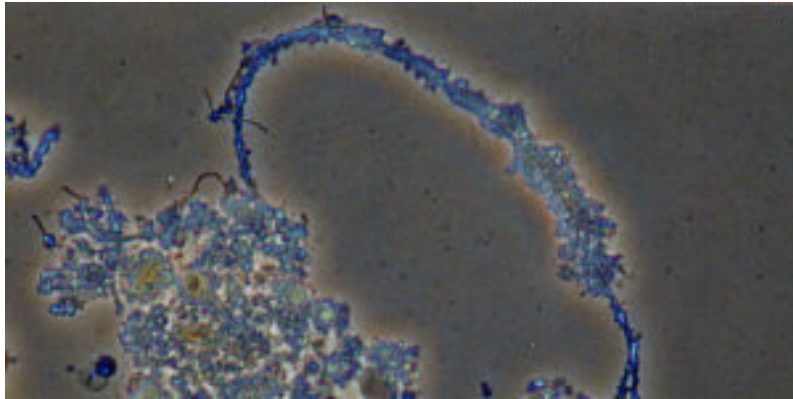
3.11.7. Microthrix parvicella

Microthrix parvicella; filamentli bir bakteridir ve aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallarınma yok
- Hareketsiz

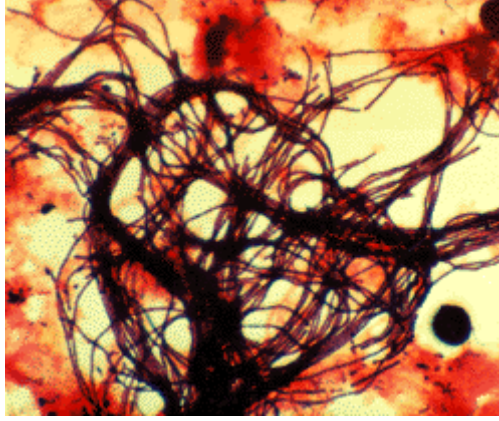
- Yay şekilli/ikiz filamentliler, su içinde veya flokların çevresinde serbest
- Filament uzunluğu genellikle $< 200 \mu\text{m}$
- Hücre çapı $0.5 \mu\text{m}$
- Bazen az miktarda bitişik büyüme
- Kılıf yok
- Bölmeler net şekilde görülebilir değil. Poly-P bazen bölmeler için hatalıdır
- Sülfür depolama yok
- Gram pozitif
- Neisser pozitif (Poly-P granülleri). Bu granüller büyüme yavaşladığı zaman küçülürler (yaz mevsiminde)

M. parvicella; *N. limicola* I'e benzemektedir. Bu organizma daha dirençli filamentliler olarak şekillenmektedir ve Neisser boyama ile mavi-yeşile boyanmaktadır (Resim 3.7) [27].



Resim 3.7. Neisser boyama uygulanmış bir *M. parvicella* örneği [28]

Eğer Gram boyamada bir hata gerçekleşirse; bu filamentlilerin kırmızı ya da mavi dışında bir renge boyanmasına neden olur, bu da teşhis anahtarında Tip 0581'i gösterir. Resim 3.8'de hatasız Gram boyama uygulanmış *M. parvicella* görülmektedir [29].



Resim 3.8. Gram boyama ile boyanmış *M. parvicella* örneği [30]

3.11.7.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

M. parvicella genellikle düşük yüklü evsel arıtma tesislerinde görülmektedir. Bu filamentli türlerin en önemli belirtisi tesislerde çamur kabarmasına neden olmalarıdır ve bunun yanında köpük oluşumuna da neden olabilirler. Çok miktarda *M. parvicella* içeren fazla çamurun, çamur uzaklaştırma tankına transferinde bu tankta bir köpük hattının oluşmasına neden olabilmektedir: popülasyon kış sonunda maksimum yazın ise minimumdur. *M. parvicella*'nın büyümesi için aşağıdaki proses şartları gereklidir [31]:

- Çamur yükü $< 0.2 \text{ kg BOİ} / \text{kg MLSS.gün}$
- Yüksek yağlı asitlerin besleyici bir konsantrasyonunu içeren atıksu, örneğin oleik asit gibi. Bu daima normal evsel atıksularda mevcuttur.
- Akış içindeki yağların [trigliserin v.b.] özellikle havalandırma tankına ulaşmadan önce hidroliz edilmektedir. Bu yüksek yağlı asitleri serbest bırakmaktadır [31].

Kanalizasyon sisteminde uzun bir bekleme süresi, ön çöktürme tankı veya Bio-P prosesiyle oluşan anaerobik bölgede *M. parvicella* yetiştirir:

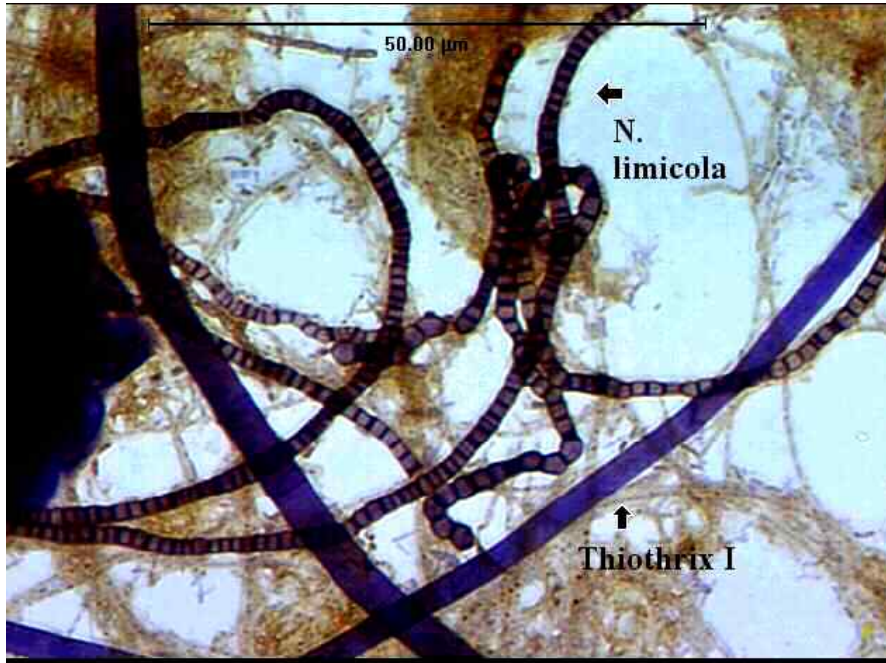
- Havalandırma tankında düşük bir oksijen konsantrasyonu ve/veya geniş bir anoksik bölge; (havalandırma tankı bileşiminin > %40)

- Su sıcaklığı < 15 °C. *M. parvicella* genellikle sonbahar sonu ve kışın yetişmektedir.

- İndirgenmiş sülfür varlığı ve nitrojen bileşikleri olası sebeptir. Bu nedenle; çamurdan gelen suyun geri dönüşümünde su alınma ünitesi 'şüpheli'dir. Bu kombinasyonların anlamı şudur; evsel ve nutrient giderimi olan tesisler içinde *M. parvicella*'nın büyümesi aşırı şekilde gerçekleşmektedir. Bu türler endüstriyel arıtma tesislerinde hemen hemen hiç görülmemektedir [32].

3.11.8. *Nostocoida limicola* I

Nostocoida limicola I filamentli bir bakteridir (Resim 3.9).

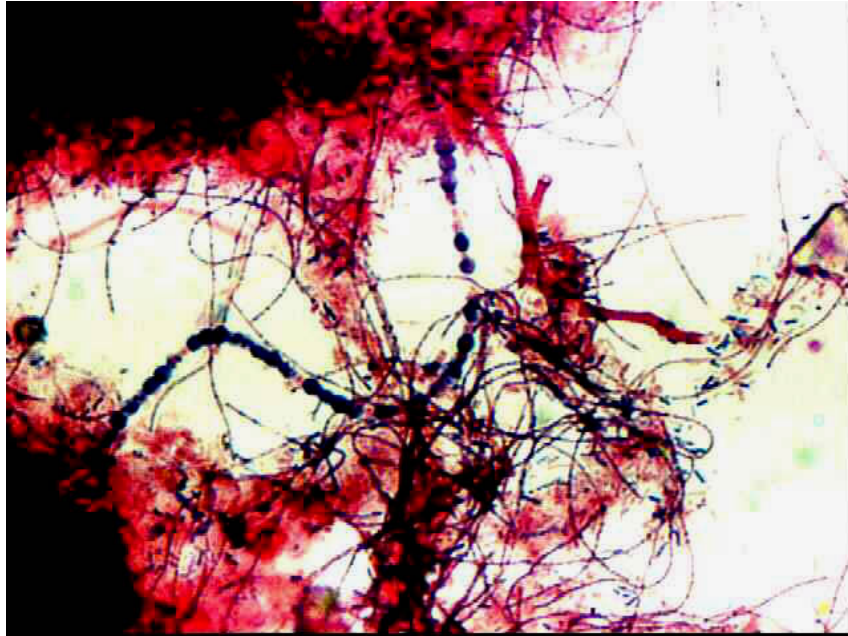


Resim 3.9. *Nostocoida limicola* I örneği [33]

Nostocoida limicola aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- 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 $0.6-0.7 \mu\text{m}$
- Bitişik büyüme yok
- Kılıf yok
- Bölmeler net şekilde görülür değil
- Sülfür depolama yok
- Gram pozitif
- Neisser pozitif

N. limicola I; *M. parvicella*'ya benzemektedir. Kolaylıkla onunla karıştırılmaktadır (Resim 3.10) [19].



Resim 3.10. *N. limicola* I' in *M. parvicella*' ya olan benzerliği [34]

N. limicola'nın filamentlileri aslında daha dayanıklıdır ve Neisser boyamanın sonucu bu filamentliler için farklıdır.

3.11.8.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

N. limicola I genellikle bir evsel akışla muamele edilen düşük yüklü tesislerde (yağmur suyu kanalı oksidasyon şartları) gözlenmektedir. Bu türlerin gelişimini hangi faktörlerin belirlediği bilinmemektedir. N. limicola'nın varlığı çamur flotasyonunun bir sonucu olabilmektedir; bunun anlamı bir köpük çizgisinin oluşmasıdır. SVI üzerindeki olumsuz etkisi sınırlıdır [19].

3.11.9. Nostocoida limicola III

Nostocoida limicola III; filamentli türlerin bir grubu için ortak addır, sahip olduğu aşağıdaki karakteristiklerle özellikle Nostocoida limicola II'dan ayrılmaktadır:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Yay şekilli ikiz filamentliler; bunlar bazen flokların içinde dolaşık
- Değişken filament uzunluğu, ama genellikle $> 200 \mu\text{m}$
- Hücre çapı $0.8-2.0 \mu\text{m}$
- Bitişik büyüme yok
- Kılıf yok
- Bölmeler görülür
- Hücrelerin etrafında disk şeklinde
- Sülfür depolama yok
- Genellikle Gram pozitif
- Genellikle Neisser pozitif

N. limicola III tayininde problem boyama metotlarının sonuçlarının tutarsızlığında ortaya çıkmaktadır. Özellikle endüstriyel atıksu arıtma tesislerinden gelen çamur içindeki bütün kombinasyonlar gözlenebilmektedir. Çap olarak aşırı şekilde değişkendirler, N.limicola III karşılıklı olarak ilişkili bir grubu da içermektedir.

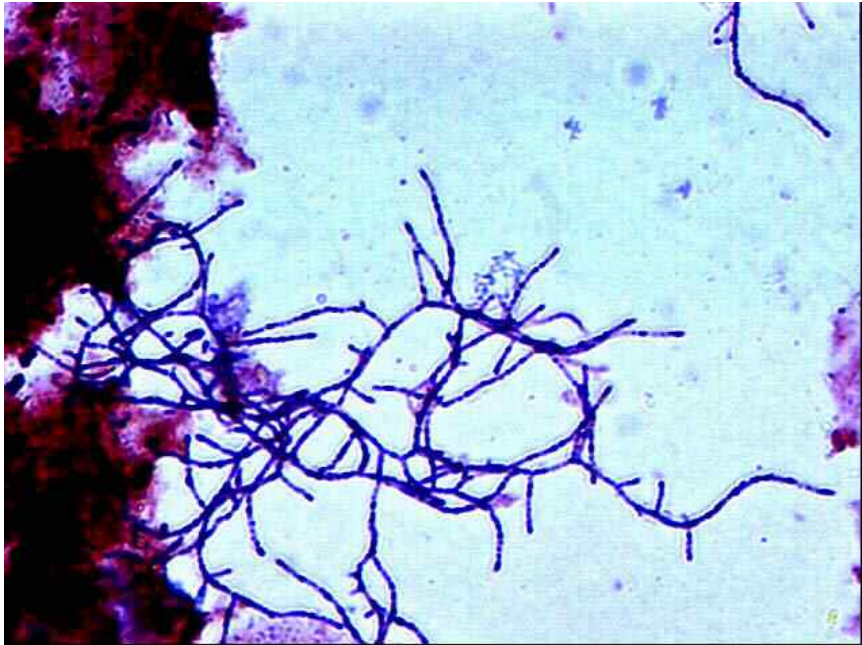
Morfolojik karakteristiklerinin toplamına göre; bu türler diğer filamentli türlerden kolaylıkla ayırt edilebilmektedirler [19].

3.11.9.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

N. limicola III aktif çamur içinde sıkça gözlenmektedir. Eğer yüksek yükler uygulanırsa ve endüstriyel tesisler içindeyse; geniş popülasyonlar görülebilmektedir. Filamentliler genellikle flokların içinde yer almaktadır, SVI üzerindeki etkileri sınırlıdır, fakat varlıkları köpük oluşumu ile sonuçlanabilmektedir. Aşağıdaki proses şartları *N. limicola* III için uygundur:

- 0.1-0.3 kg BOİ / kg MLSS.gün'lük bir çamur yükü;
- Bakterilerle kolaylıkla ayrışabilen bileşenleri içeren endüstriyel atıksular;
- Akışın ön çöktürülmesi;
- Olası düşük miktardaki nutrientler;
- Havalandırma tankının tamamen karışması;

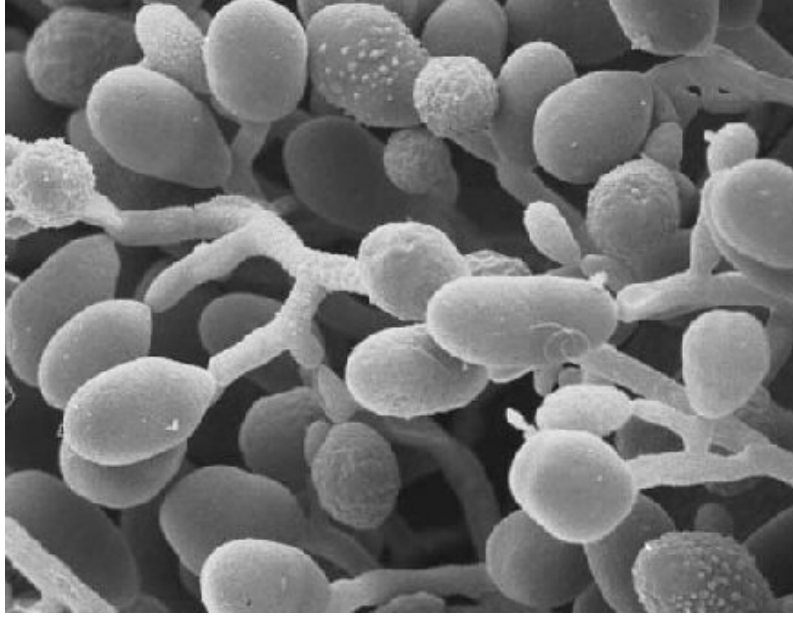
Gerekli bilgiler henüz tam olarak edinilememiştir (Resim 3.11) [19].



Resim 3.11. *N. limicola* III' e ait bir örnek [35]

3.11.10. Fungi

Fungiler filamentli mikro-organizmalardır (Resim 3.12).



Resim 3.12. Fungiye ait bir örnek [36]

Aşağıdaki özelliklere sahiptirler:

- Gerçek dallanma
- Hareketsiz
- Düz/yay şekilli
- Filament uzunluğu $> 200 \mu\text{m}$
- Hücre çapı genellikle $> 2.5 \mu\text{m}$
- Bitişik büyüme yok
- Kılıf yok
- Bölmeler net olarak görülebilir
- Dik açılı hücreler
- Sülfür depolama yok
- Gram 'negatif': mantar filamentliler genellikle eşit olarak boyanmaz
- Neisser negatif

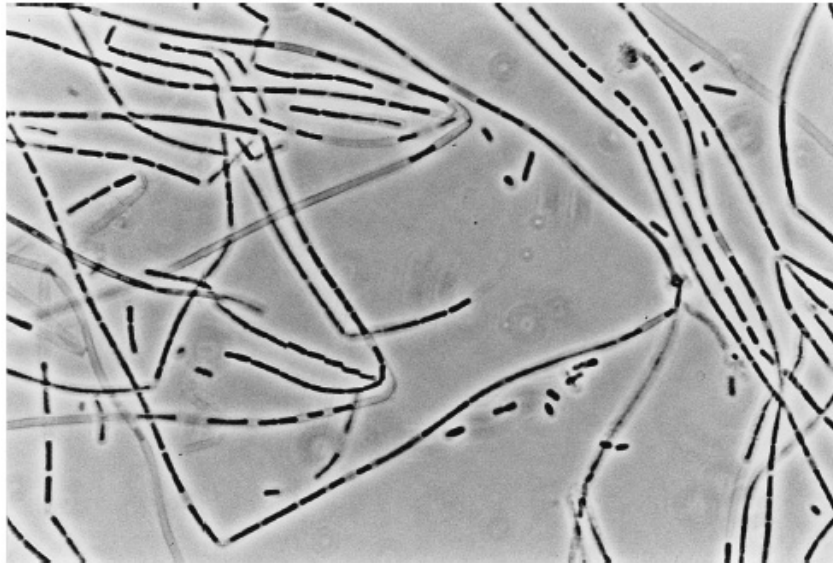
Dayanıklı formdaki mantar, düşük büyütmadaki dallanmış filamentliler ve diğer filamentli mikroorganizmalardan kolaylıkla ayrılabilir [19].

3.11.10.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

Fungiler evsel arıtma tesislerinde seyrek olarak gözlenmektedir, asla baskın değildirler. Fungiler neredeyse hiçbir zaman endüstriyel arıtmalarda çamur kabarmasına neden olmamaktadırlar. Eğer fungusler çamur popülasyonunda baskın duruma gelirse; bunun nedeni genellikle çok düşük bir PH seviyesidir.

3.11.11. Sphaerotilus natans

Sphaerotilus natans filamentli bir bakteridir (Resim 3.13).



Resim 3.13. Sphaerotilus natans' a ait bir örnek [37]

Aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Sıklıkla hatalı dallanma
- Hareketsiz
- Belli belirsiz yay şekilli filamentliler ise düz
- Filament uzunluğu $> 200 \mu\text{m}$
- Filament çapı: $1.0-1.5 \mu\text{m}$

- Nadiren görülen bitişik büyüme
- Kılıf var (sıklıkla yalnızca Gram boyamadan sonra görülebilir)
- Bölmeler net olarak görülebilir
- Çubuk şekilli hücreleri dik açılı
- Sülfür depolama yok. Diğer depolama materyaller endüstriyel arıtma tesislerinde bulunabilir.
- Gram negatif
- Neisser negatif

Eğer dallanma yoksa bu türler, Tip 0041(Gram negatif, küçük hücreler), Tip 021 N (küçük hücreler, bitişik büyüme yok, kılıf yok) veya Tip 0961 (hücreleri oldukça uzun ve belirgin şekilde saydam) ile karıştırılabilmektedir [19].

3.11.11.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

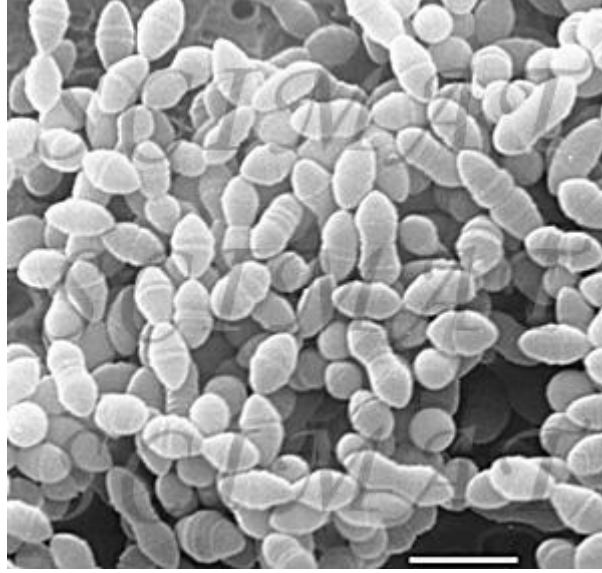
Aşağıdaki proses şartları S. natans için uygundur:

- O₂, N veya P'nin düşük miktarı;
- Akış içindeki düşük moleküler bileşenlerin geniş bir fraksiyonu;
- Çamur yükü > 0.2 kg BOİ / kg MLSS.gün;
- Havalandırma tankının tamamen karışması.

S. natans modern arıtma tesislerinde, biyolojik nutrient giderimi ile seyrek olarak gözlenebilmektedir. Bu akış içindeki bakterilerle kolaylıkla ayrışabilen bileşenlerin geniş bir fraksiyonunu içeren endüstriyel arıtma tesislerinde kabaran çamura neden olmaktadır. Genellikle pilot tesislerde (sentetik akış) yetişmektedirler. S. natans'ın yetişmesi aşırı şekilde yüksek SVI'nın sonucudur [19].

3.11.12. 'Streptococcus'

'Streptococcus' filamentli bir bakteridir (Resim 3.14).



Resim 3.14 'Streptococcus' a ait bir örnek [38]

Aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Yay şekilli/ikiz filamentliler, su içindeki floklar arasında serbestler
- Filament uzunluğu $< 200 \mu\text{m}$
- Hücre çapı $0.7 \mu\text{m}$
- Bitişik büyüme yok
- Kılıf yok
- Bölmeler/boğumlar görülebilir
- Çevrelenmiş hücreler
- Sülfür depolama yok
- Gram pozitif
- Neisser negatif

Bu filamentlilerin özellikleri Streptococi'ye benzemektedir ve Gram pozitifdir (Resim 3.15) [19].



Resim 3.15. Gram pozitif haldeki 'Streptococcus' [39]

Bu adlandırma doğru olsa bile; kesin olarak henüz belirlenmemiştir. 'Streptococcus' taksonomik anahtarda yer alamamaktadır.

3.11.12.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

'Streptococcus' aktif çamur içinde seyrek olarak gözlenmektedir ve çökelme hızı üzerinde etkileri yoktur. Arıtma tesisi içindeki büyümelerini etkileyen faktörler henüz tam olarak bilinmemektedir [19].

3.11.13. Thiothrix

Thiothrix filamentli bakterilerin bir grubu kapsamaktadır (Resim 3.16).

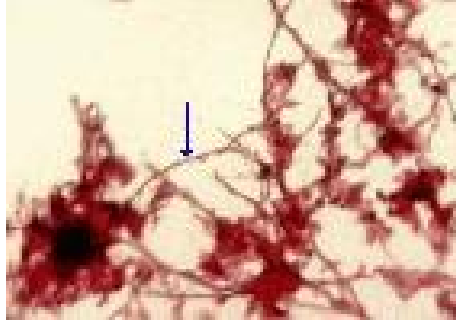


Resim 3.16. Thiothrix' e ait bir örnek [40]

Aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Düz/yay şekilli filamentliler, çoğunlukla floklardan çıkıntı yaparlar
- Filament uzunluğu: aşırı derecede değişkendir
- Hücre çapı da değişkendir (0.5-1.5 μm), bazen filament ucuna doğru daralır (gittikçe sivrilen)
- Bitişik büyüme yok
- Bölmeler net görülecek kadar sülfür granülleri ile dolu değildir
- Kare şekilli dik açılı hücreler
- Sülfür granülleri var (in vivo veya S testinden sonra)
- Genellikle Gram negatif
- Neisser negatif

Thiothrix filamentlileri genellikle floklara bağlıdır (Resim 3.17) [19].



Resim 3.17. Floklara bağlı Thiothrix' e ait örnek [41]

Sülfür kabarcıkları çok karakteristiktir. Eğer küçük S granülleri; sadece sülfür çökeltme testinden sonra tespit edildiyse; Thiothrix kolaylıkla Tip 021 N ile karıştırılmaktadır.

Düşük moleküler bileşenlerin yağlı asitler olarak kullanımının yanı sıra; Thiothrix büyümek için indirgenmiş sülfür de kullanmaktadır. Sülfidler okside edilmektedir ve saf sülfür geçici olarak bir ara ürün olarak hücre içinde depolanmaktadır. Bunlar mikroskobik olarak gözlenebilen parlak küreciklerdir. Eğer çamur birkaç gün buzdolabında bekletilirse, kaybolurlar [10].

3.11.13.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

Aşağıdaki proses şartları Thiothrix için uygundur:

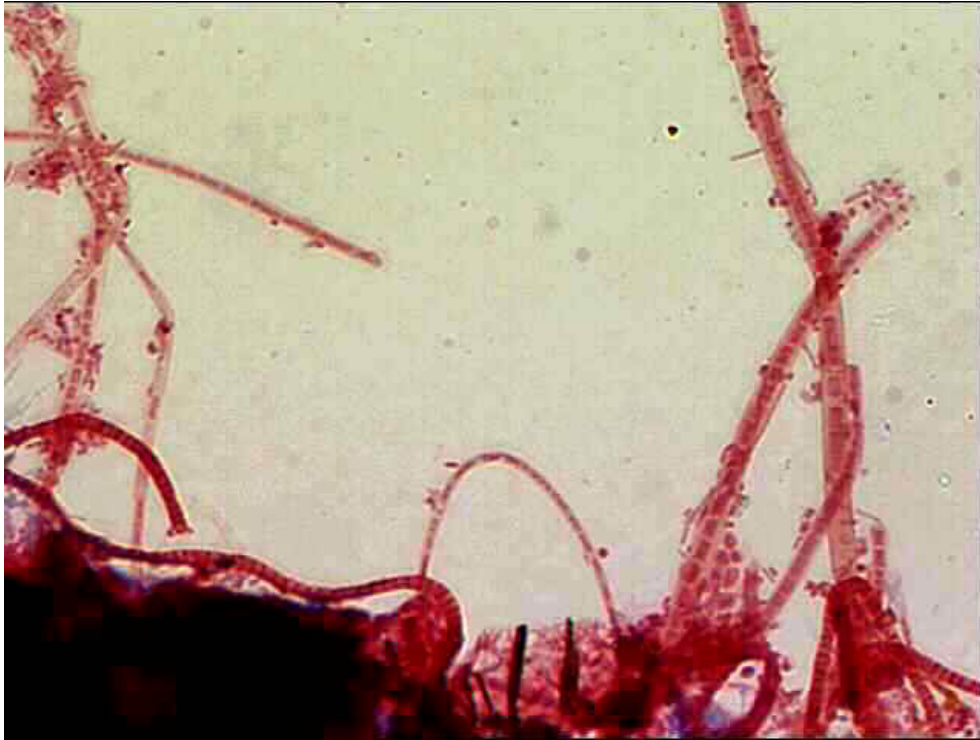
- Akış içindeki indirgenmiş sülfür bileşenleri;
- Akış içindeki düşük moleküler karbon bileşiklerinin yüksek bir konsantrasyonu;
- Çamur yükü > 0.1 kg BOİ / kg MLSS.gün;
- O₂, N veya P'nin yokluğu;
- Havalandırma tankının tamamen karışması;

Thiothrix düşük yüklü modern arıtma tesislerinde hemen hemen hiç görülmez (biyolojik nutrient giderimi). Kabaran çamura neden olan geniş Thiothrix

popülasyonları, yüksek çamur yükü seviyeleri ve endüstriyel arıtma tesislerinde görülmektedir [19].

3.11.14. Tip 0041 / 0675

Tip 0041 filamentli bir bakteridir (Resim 3.18).



Resim 3.18. Tip 0041' e ait bir örnek [42]

Aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Düz/belli belirsiz yay şekilli filamentliler, su içinde serbest olarak gözlenseler de floklara da tutunabilirler
- Filament uzunluğu değişkendir
- Hücre çapı değişkendir (0.6-1.5 μm)
- Bitişik büyüme evsel tesislerde daima var, 'temiz' filamentliler bazen endüstriyel tesislerde de var

- Kılıf var
- Bölmeler görülür (eğer çok fazla bitişik büyüme varsa; yalnızca bir filamentli tipinde görülür)
- Kare hücreler
- Sülfür depolama yok
- Gram pozitif
- Neisser negatif

Tip 0041; Gram pozitifdir, kılıf içindedir, öncelikle Tip 0675'in tanımını içerir fakat bundan Tip 1851 hariç tutulmaktadır. Bu türler Gram boyama ile açık mavidir ve çok uzun olarak meydana gelmektedir. Tip 0041; diğerlerinden hücre çapları ile farklılık gösteren birkaç türü içermektedir.

Tip 0041'in biraz kalın filamentlileri *S. natans* (Gram negatif ve dikdörtgen biçimli hücreler), Tip 021 N (Gram negatif) veya *Thiothrix* filamentlileri ile karıştırılabilmektedir (Resim 3.19) [19].



Resim 3.19. Tip 0041 ile Tip 021N' nin bir arada görünüşü [43]

3.11.14.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

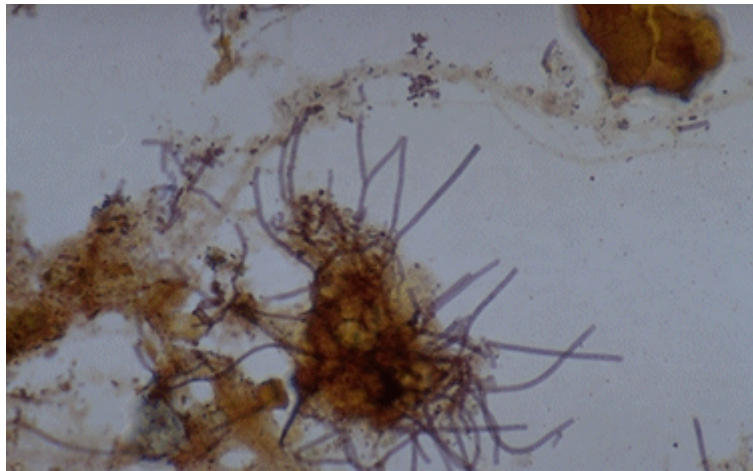
Tip 0041 aktif çamur içinde genellikle gözlenmektedir. Aşağıdaki proses şartları bu filamentliler için uygundur:

- Çamur yükü > 0.2 kg BOİ / kg MLSS. gün;
- İşlenmemiş kentsel akışın ön karıştırılması ve çamurun havalandırma tankına girmeden önce geri dönüşümü. Bunun anlamı; Tip 0041'in evsel atıksu arıtma tesislerinde akış içinde bulunan partikül parçaları üzerinde yetişmekte olmasıdır. Bunun endüstriyel tesisler için geçerliliği bilinmemektedir. Henüz bu türlerin yetişmesini belirleyen çok az faktör bilinmemektedir. Eğer ön-karıştırma gerçekleşmezse; evsel tesislerdeki nutrient giderimi ile Tip 0041 popülasyonu daima küçük kalır. Ön karıştırma Tip 0041'in gelişimini canlandırır. Bu pratikte asla yüksek SVI değerlerine (stabilizasyon genellikle 120-130 mg/L'dir) neden olmaktadır.

Tip 0041'in endüstriyel arıtma tesislerinde gelişimi aslında yüksek SVI değerlerinin sonucu olabilmektedir [19].

3.11.15. Tip 0092

Tip 0092 filamentli bir bakteridir (Resim 3.20).



Resim 3.20. Tip 0092' ye ait bir örnek [44]

Aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- 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
- Kılıf yok
- Bölmeler net şekilde görülebilir değil
- Sülfür depolama yok
- Gram negatif
- Neisser pozitif (gri-mavi filamentliler)

Tip 0092'nin büyük bir parçası evsel arıtma tesisleri içindeki floklar içerisinde saklanmıştır, sonuç olarak yalnızca filamentlilerin kısa uzantıları temiz lamlar üzerinde görülebilir. Tip 0092; H. hydrosis (Neisser negatif ve filamentlileri genellikle uzundur) ile karıştırılabilmektedir. Tip 0092'nin filamentlileri geniş ölçüde floklar içinde gizlenmektedir, bu türlerin içinde popülasyon boyutu görmezden gelinebilir. Ne kadar geniş popülasyonları olduğunu yalnızca Neisser boyamadan sonra görmek mümkündür [19].

3.11.15.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

Tip 0092 aktif çamur içinde genellikle görülmektedir. Bu türler için aşağıdaki proses şartları uygundur:

- Çamur yükü $> 0.1 \text{ kg BOİ} / \text{kg MLSS. gün}$;
- İşlenmemiş akış;
- Su sıcaklığı $> 15 ^\circ\text{C}$.

Bu türlerin büyümesini kontrol etmek için etkili faktörler henüz tam olarak bilinmemektedir. Popülasyon boyutu evsel atıksu içinde mevsimsel bir ritme göre tanımlanmaktadır; maksimum oldukları yaz/sonbahar'dır.

Filamentlilerin flokların içinde geniş bir varlıkları bulunmaktadır, SVI üzerindeki etkileri sınırlıdır. Birçok arıtma tesisinde, *M. parvicella*'nın Nisan/Mayıs'ta yok olması Tip 0092'nin yükselişinin sebebidir. Buna göre her iki filamentli organizmanın da aynı substratı kullandıkları tahmin edilmektedir. Bu teori henüz kanıtlanmamıştır. Pratik olarak bu bakterinin fizyolojisi ile ilgili hiçbir şey bilinmemektedir.

Tip 0092 "en masse (biyokütle)" olarak gözlenmektedir, endüstriyel tesislerde su ile floklar arasında serbesttirler [19].

3.11.16. Tip 0211

Tip 0211 filamentli bir bakteridir ve aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Yay/ikiz filamentliler (flokların içinde ve çevresinde)
- Filament uzunluğu < 200 μm
- Hücre çapı 0.2-0.3 μm
- Bitişik büyüme yok
- Kılıf yok
- Bölmeler/boğumlar net şekilde görülür
- Çubuk şekilli hücreler
- Sülfür depolama yok
- Gram negatif
- Neisser negatif

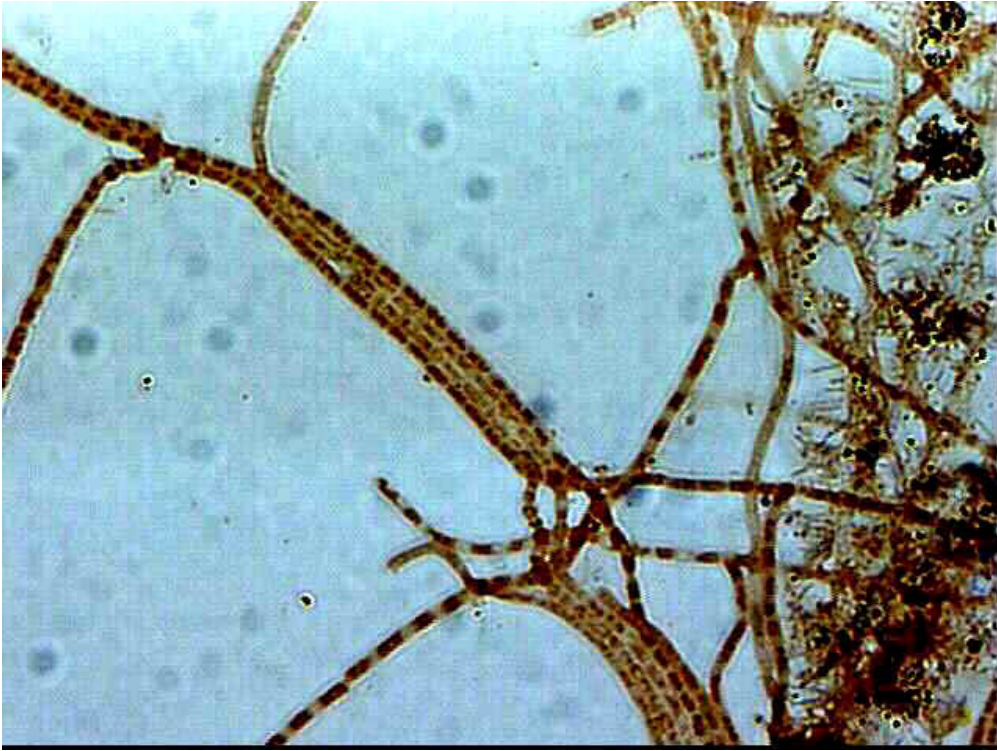
Tip 0211; Tip 1863 ile karıştırılabilmektedir, buna rağmen fark edilebilir kalınlığı ayırt edicidir. Tip 0211 taksonomik anahtarda yer almamaktadır [19].

3.11.16.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

Tip 0211 yüksek yüklü aktif çamur içinde gözlenmektedir. Bu filamentli türlerin arıtma tesislerinde büyümesini etkileyen faktörler bilinmemektedir [19].

3.11.17. Tip 021 N

Tip 021 N filamentli bir bakteridir (Resim 3.21).



Resim 3.21. Tip 021 N' ye ait bir örnek [45]

Aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Düz/yay şekilli filamentliler, genellikle floklar arasındaki sıvı içinde serbestler
- Filament uzunluğu $> 200 \mu\text{m}$

- Hücre çapı değişken, genellikle 1.5 - 2.0 μm , fakat bazen filament ucuna doğru azalmakta
- Bitişik büyüme yok
- Kılıf yok
- Bölmeler net şekilde görünür
- Hücre şekli değişken (disk şeklinde, çoğunlukla kare ve çubuk şekilli). Küçük bir miktarı genellikle siyah hücreler ve bunlar bazen filament içerir
- Sülfür depolama biraz ya da hiç yok
- Gram negatif
- Neisser negatif

Tip 021 N kolaylıkla Thiothrix ile karıştırılabilmektedir. İki tür de birbiriyle ilişkilidir. Thiothrix birçok sülfür granülüyle (in vivo veya S testi sırasında) şekillenmektedir, fakat Tip 021 N'in sülfür depolaması zordur [19].

3.11.17.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

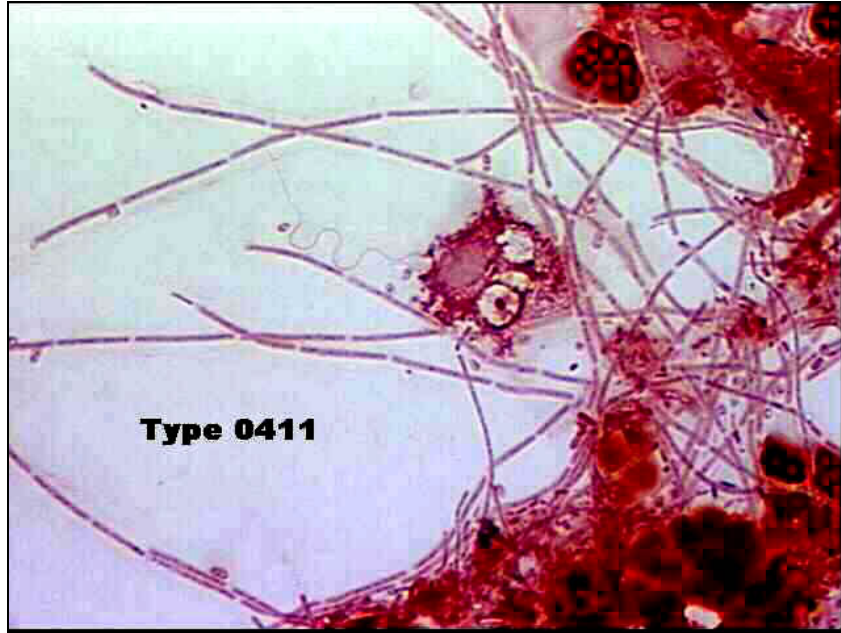
Tip 021 N aktif çamur içinde genellikle gözlenmektedir. Bu türler için aşağıdaki proses şartları uygundur:

- Çamur yükü seviyelerinin geniş bir spektrumu (0.05-0.4 kg BOİ / kg MLSS. gün), biyokütle gelişiminin en büyük şansı çamur yükü > 0.1 kg BOİ / kg MLSS.gün olmasıdır
- Akış bakterilerle kolayca ayrışabilen bir bileşeni içermelidir (yağlı asitler v.b.). Bu bileşikler özellikle endüstrilerden gelen lağım sularından (eskimiş lağımlardan) ortaya çıkabilmektedir
- Oksijen içeren nutrientlerin azlığı
- Tamamen karışmış havalandırma tankı

Tip 021 N'in düzenli büyümesi için substrat gerekmektedir. Bu biyolojik nutrient giderimi ile evsel atıksu arıtma tesislerinde anoksik/anaerobik şartlar altında flok yapıcı bakteriler tarafından sudan taşınmaktadır. Tip 021 N, tamamen aerobiktir, sadece yukarıdaki şartlar altında ikincil türler olarak ortaya çıkmaktadır. Tip 021 N nutrient giderimi olmadığında endüstriyel arıtma tesisleri ve evsel tesislerde çamur kabarmasına neden olmamaktadır [19].

3.11.18. Tip 0411

Tip 0411 filamentli bir bakteridir (Resim 3.22).



Resim 3.22. Tip 0411' e ait bir örnek [46]

Aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Yay/ 'ikiz' filamentliler, genellikle flokların ağızları boyunca görülür
- Filament uzunluğu $< 200 \mu\text{m}$
- Hücre çapları $0.5-0.7 \mu\text{m}$
- Kılıf yok

- Bölmeler / daralmalar net şekilde görülür
- Çubuk şekilli hücreler
- Sülfür depolama yok
- Gram negatif
- Neisser negatif

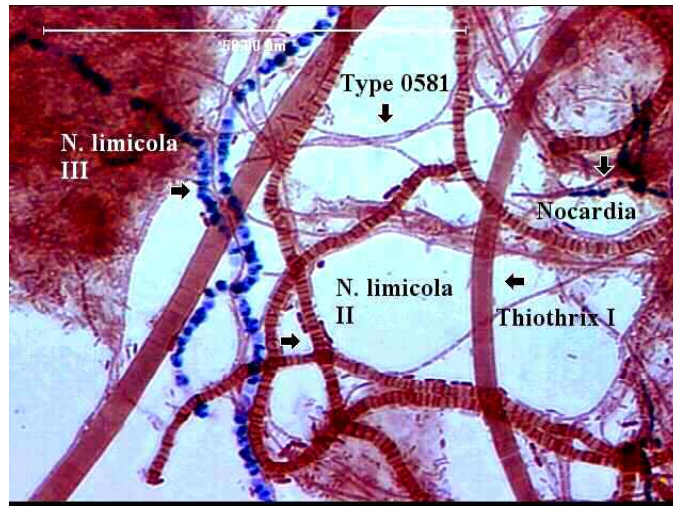
Tip 0411 taksonomik anahtarda yer almamaktadır [19]

3.11.18.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

Tip 0411 genellikle yüksek yüklü arıtma tesislerinde (> 0.3 kg BOİ / kg MLSS. gün) gözlenmektedir. Tip 0411'in aktif çamur içindeki büyümesini belirleyen faktörler bilinmemektedir. Bu türler çamur floklarının çökme hızı üzerinde yalnızca küçük bir etkiye sahiptir [19].

3.11.19. Tip 0581

Tip 0581 filamentli bir bakteridir (Resim 3.23).



Resim 3.23. Tip 0581'in diğer bazı bakteriler ile görünümü [47]

Aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Yay/ 'ikiz' filamentliler, su içinde ve floklar boyunca serbestler
- Filament uzunluğu < 200 µm
- Hücre çapları 0.3-0.4 µm
- Bitişik büyüme yok
- Kılıf yok
- Bölmeler görünmez
- Sülfür depolama yok
- Gram negatif
- Neisser negatif

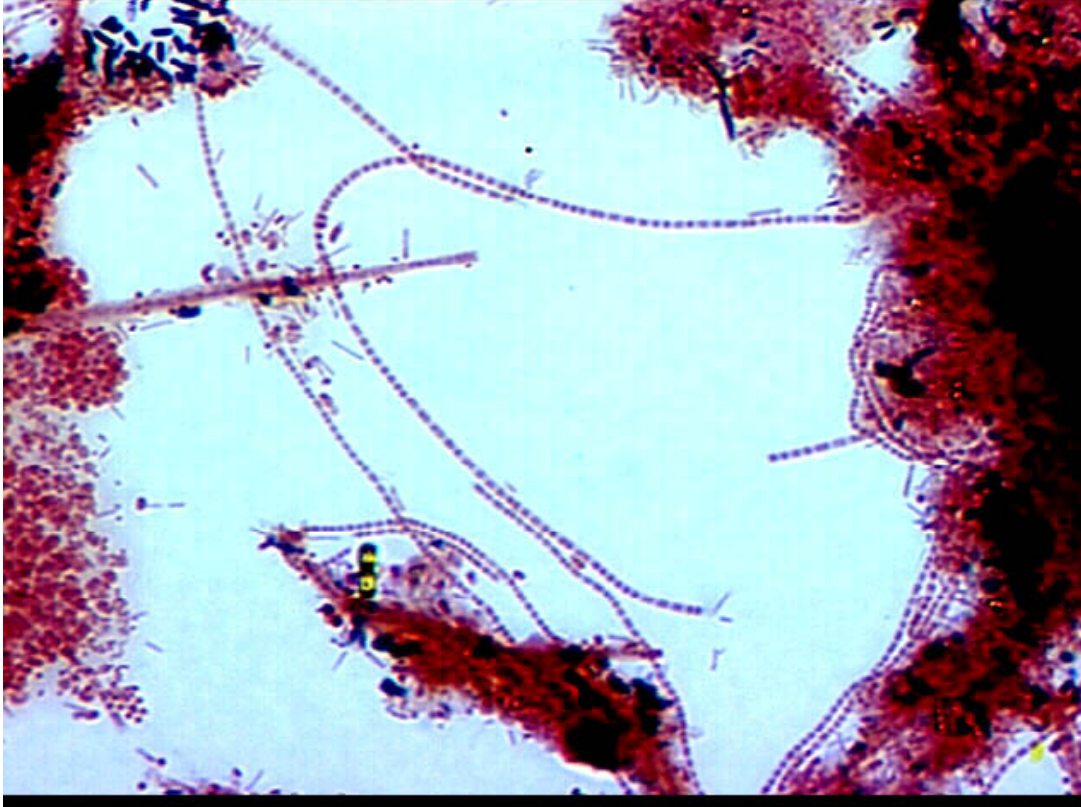
Tip 0581 morfolojik olarak *M. parvicella*'ya benzemektedir. İki organizma arasındaki net ayrımlar Gram ve Neisser boyama ile gözlenebilmektedir. Tip 0581 biraz daha kalındır. Bu farklılıklara bağlı olarak aynı türlerin 2 büyüme şekli arasında ilişki olması mümkündür [19].

3.11.19.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

Tip 0581 düşük yüklü evsel atıksu tesislerinde gözlenmektedir ve kesikli bir akışta mevcuttur [19].

3.11.20. Tip 0803

Tip 0803 filamentli bir bakteridir (Resim 3.24).



Resim 3.24. Tip 0803' e ait bir örnek [48]

Aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Düz / belli belirsiz yay şekilli filamentliler. Genellikle bir parça inorganik materyale (kum zerrecikleri v.b.) tutunurlar
- Filament uzunluğu $< 200 \mu\text{m}$
- Hücre çapı $0.7-0.8 \mu\text{m}$
- Bitişik büyüme yok;
- Kılıf yok
- Bölmeler net şekilde görülür, boğumlar yoktur
- Kare hücreler

- Sülfür depolama yok, fakat küçük, koyu granüller bazen hücre içinde bulunur. S testindeki reaksiyonu negatiftir
- Genellikle Gram negatif, fakat bazen Gram pozitif
- Neisser negatif

Aşağıda Neisser negatif halde görülmektedir (Resim 3.25) [19].



Resim 3.25. Neisser negatif haldeki görünümü [48]

Eğer analiz sırasında bölmeler net bir şekilde gözlenemiyorsa; teşhis anahtarının kullanımı Tip 1851 (Gram boyamadan sonra açık mavi ve bölmeli büyüme sıklıkla mevcut), H.hydrossis (zayıf, genellikle ölü duruşlu filamentliler) veya Tip 0092'i (Neisser pozitif) belirtmektedir.

3.11.20.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

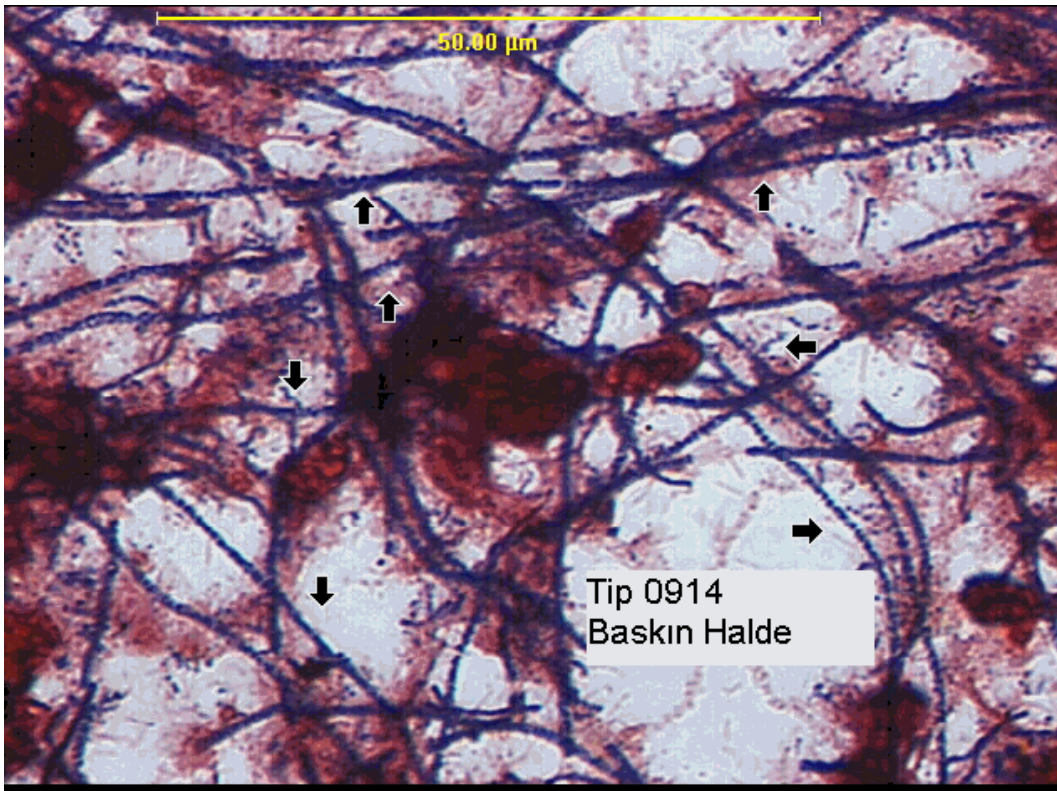
Tip 0803 aktif çamur içinde seyrek olarak gözlenmektedir. Bu türler için aşağıdaki proses şartları uygundur:

- Çamur yükü > 0.2 kg BOİ / kg MLSS.gün;
- Endüstriyel atıksu (tekstil, ilaç sanayi);
- Uygun anaerobik atıksu ön işleme tesisleri.

Tip 0803 mevcudiyeti kesindir; fakat evsel atıksu arıtma tesislerinde asla “en masse (biyokütle)” değildirler. Ön-denitrifikasyon Tip 0803’ün yok olmasına neden olur (ayrıca Tip 0914’ün de). Popülasyon Bio-P prosesleri ile Tip 0914’e doğru değişmektedir. Tip 0830 bazen “ en masse” olarak da var olabilmektedir ve endüstriyel akışla arıtma tesislerinde çamur kabarmasına neden olmaktadır [19].

3.11.21. Tip 0914

Tip 0914 filamentli bir bakteridir (Resim 3.26).



Resim 3.26. Baskın haldeki Tip 0914’ e ait bir örnek [49]

Aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Yay/ 'ikiz' filamentliler, su içinde ve floklar boyunca serbestler
- Filament uzunluğu < 200 μm
- Hücre çapı 0.6-0.8 μm
- Bitişik büyüme yok;
- Kılıf yok
- Bölmeler ya çok zayıf görülür ya da hiç görülmez
- Sülfür granülleri var
- Gram pozitif
- Neisser negatif

Küçük, içi dolu sülfür kürecikleri Tip 0914 filamentlilerinin çok önemli bir karakteristiğidir. Türlerin bozulması, sülfür depolanmasına neden olabilir, fakat fazla miktarda değildir. Thiothrix genellikle uzun filamentliler olarak şekillenmektedir ve Gram negatiftirler, bunun yanında Beggiatoa süzülme hareketi karakteristiğine sahiptir.

Eğer sülfür granülleri Tip 0914'ten uzaklaştırılırsa; bu filamentliler Tip 0803'e benzemektedir. Her iki türün popülasyonları da sık sık bir diğerine tamamlayıcı olmaktadır. Eğer bunlardan biri yok olursa; diğeri ortaya çıkmaktadır. Tip 0914 ve 0803 aynı bakterinin formlarının gelişimini temsil etmektedir [19].

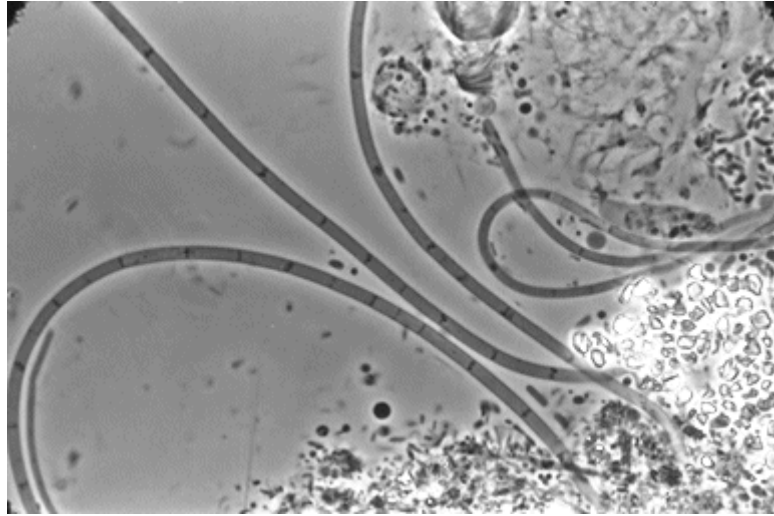
3.11.21.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

Tip 0914 arıtma tesisleri içinde indirgenmiş sülfür içeren akışın olduğu yerlerde ve çamur yükünün 0.2 kg BOİ / kg MLSS. gün'den az olduğu uygulamalar yapılmaktaysa gözlenmektedir. Sülfür bileşenleri akış ile taşınabilmektedir; fakat bunlar arıtma tesisi içinde de şekillenmiş olabilirler. Akışın ön çöktürülmesi ve Bio-P proseslerinin kullanımı (anaerobik periyot) Tip 0914'ün gelişimini canlandırmaktadır. Bunun yanında popülasyon evsel akış olan tesislerde daima

küçüktür. Birçok Tip 0914 filamentlileri genellikle endüstriyel tesislerde bulunmaktadır [19].

3.11.22. Tip 0961

Tip 0961 filamentli bir bakteridir (Resim 3.27).



Resim 3.27. Tip 0961' e ait bir örnek [50]

Aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Düz / belli belirsiz yay şekilli bunala genellikle çarpıcı şekilde saydam
- Filament uzunluğu $>200 \mu\text{m}$
- Hücre çapı $1.0-2.0 \mu\text{m}$
- Bitişik büyüme yok
- Kılıfları olup olmadığı kesin değil
- Bölmeler net olarak görünür, boğumlar yok
- Kare / dik açılı hücreler
- Sülfür depolama yok
- Gram negatif
- Neisser negatif

Tip 0961; dayanıklı Thiothrix filamentlileri (dayanıklı ve çok saydam olmayan) ve Tip 1852 (hücre çapı $0.7 \mu\text{m}$) ile karıştırılabilmektedir [19].

3.11.22.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

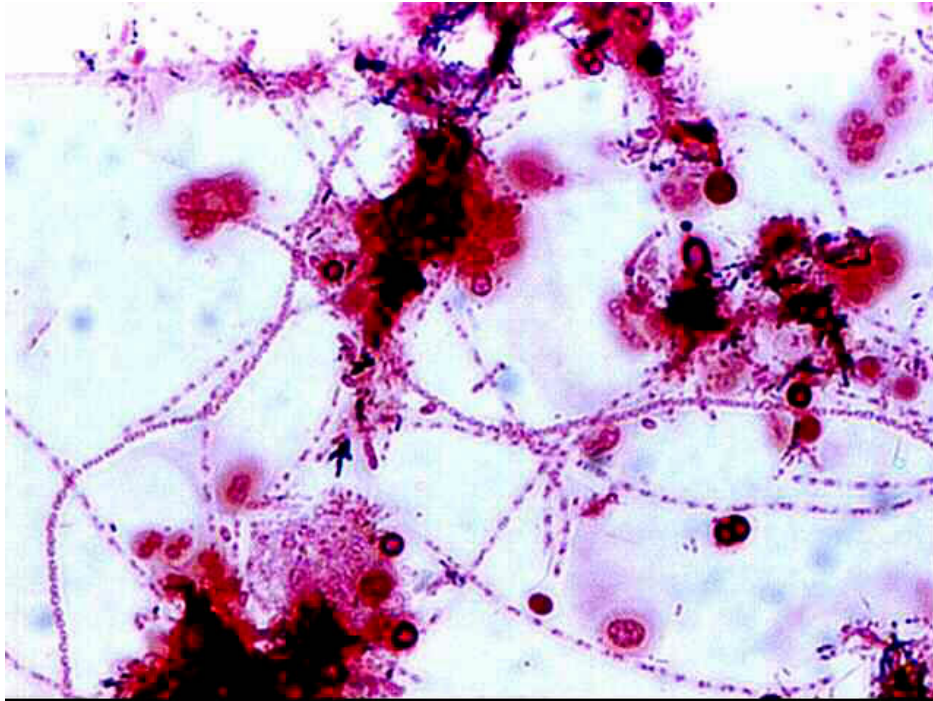
Tip 0961 çok fazla aktif çamur içinde gözlenmemektedir. Aşağıdaki proses şartları bu türler için uygundur:

- Çamur yükü $> 0.2 \text{ kg BOİ} / \text{kg MLSS. gün}$
- Atıksu bakterilerce kolay ayrışabilen bileşenlerin geniş bir bölümünü içerir

Bu türle ilgili bilgiler hala sınırlıdır. Tip 0961 bazen endüstriyel tesislerde “en masse” olarak gelişmektedir, nutrient giderimi olan tesislerde bu bakteri neredeyse hiç gözlenmemektedir [19].

3.11.23. Tip 1701

Tip 1701 filamentli bir bakteridir (Resim 3.28).



Resim 3.28. Gram negatif haldeki Tip 1701' e ait bir örnek [51]

Aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Nadiren hatalı dallanma
- Hareketsiz
- Düz / belli belirsiz yay şekilli filamentliler, genellikle floklara tutulu
- Filament uzunluğu < 200 µm
- Hücre çapı 0.7-0.9 µm
- Bitişik büyüme genellikle var
- Kılıf var
- Bölmeler görünür (eğer bitişik büyüme varsa, bu filamentin temiz tipindedir)
- Çubuk şekilli hücreler
- Sülfür depolama yok
- Gram negatif
- Neisser negatif

Eğer dallanma gözlenmekteyse; teşhis anahtarı S. natans'ı (oldukça yoğun filamentliler) belirtmektedir. Eğer bölme gözlenmemekteyse; Tip 1701; Tip 1851 (Gram pozitif), H. hydrossis (bitişik büyüme olmadan kalın filamentliler) veya Tip 0092 (Neisser pozitif) ile karıştırılabilmektedir [19].

3.11.23.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

Tip 1701 aktif çamur içinde çok sık gözlenmemektedir. Aşağıdaki proses şartları bu filamentli bakteri için uygundur:

- Çamur yükü > 0.2 kg BOİ / kg MLSS.gün
- Atıksuyun karbonhidratların yüksek bir seviyesini içeren, özellikle nişastalı olması
- Havalandırma tankı içerisindeki düşük oksijen seviyeleri
- Havalandırma tankının tamamen karışmış olması
- Yüksek su sıcaklıkları (> 15 °C)

Bunun anlamı şudur; Tip 1701 pratik olarak nutrient gideriminin uygulandığı evsel atıksu arıtma tesisleri içerisinde asla gözlenmemektedir. Tip 1701 temel olarak zirai-

endüstrilerden kaynaklanan atıksuyun işlenmesinde yetişmektedir ve yüksek SVI değerlerine neden olabilmektedir [19].

3.11.24. Tip 1702

Tip 1702 filamentli bir bakteridir ve aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Düz / belli belirsiz yay şekilli filamentliler ve bunlar floklardan çıkmış durumda
- Filament uzunluğu $< 200 \mu\text{m}$
- Hücre çapı $0.6 \mu\text{m}$
- Bitişik büyüme yok
- Kılıf var
- Bölmeler görünmez
- Sülfür depolama yok
- Gram negatif
- Neisser negatif

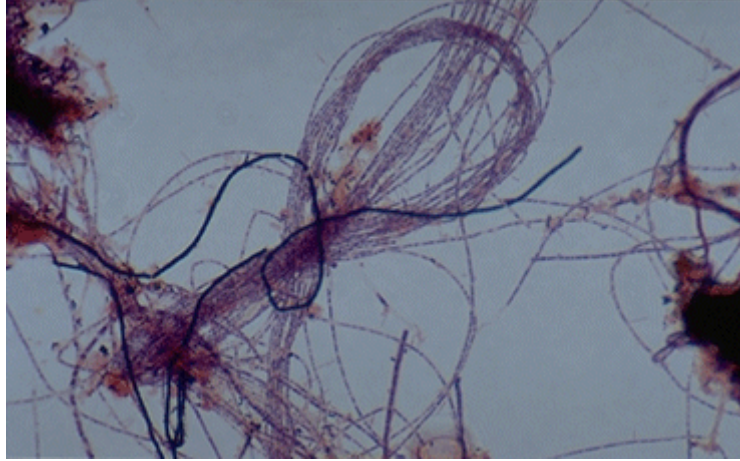
Tip 1702, H. hydrossis (yoğun filamentliler) ve Tip 0092 (Neisser pozitif) için zararlı olabilmektedirler. Tip 1702 taksonomik anahtarda yer almamaktadır [19].

3.11.24.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

Tip 1702 yalnızca arada sıra aktif çamurda gözlenmektedir. Hangi proses şartlarının bunun gelişimini canlandırdığı bilinmemektedir [19].

3.11.25. Tip 1851

Tip 1851 filamentli bir bakteridir (Resim 3.29).



Resim 3.29. Tip 1851' e ait bir örnek [52]

Aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Floklardan ve bazen de yığınlardan çıkıntı yapan düz filamentliler
- Filament uzunluğu değişken, fakat genellikle $> 200 \mu\text{m}$
- Hücre çapı $0.5 - 0.7 \mu\text{m}$
- Genellikle bitişik büyüme fazla, fakat bazen endüstriyel arıtma tesislerinde filamentliler temiz
- Kılıf var
- Bölmeler genellikle net olarak görünebilir değil
- Dik açılı hücreler
- Sülfür depolama yok
- Gram pozitif, açık mavi renk çok karakteristik
- Neisser negatif

Tip 1851; zayıf filamentli Tip 0041 (Gram boyamadan sonra koyu mavi ve küçük hücreler) ile karıştırılabilmektedir. Eğer Tip 1851'in içinde bölmeler

gözlenmekteyse; teşhis anahtarı Tip 1701'i (çubuk şekilli hücreler ve Gram negatif) belirtebilmektedir [19].

3.11.25.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

Tip 1851 düşük yüklü tesislerde seyrek olarak gözlenmektedir, ama neredeyse asla evsel atıksu arıtma sistemlerinde baskın olmazlar. Tip 1851'in geniş popülasyonları endüstriyel arıtma tesislerinde (zirai endüstri) var olabilmektedirler. Aşağıdaki proses şartları bunun için uygundur:

- Çamur yükü < 0.15 kg BOİ / kg MLSS. gün
- Düşük moleküler bileşenler (zirai endüstri)

Bu türlerin içeriği hakkında bilinenler hala çok sınırlıdır [19].

3.11.26. Tip 1852

Tip 1852 filamentli bir bakteridir ve aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz
- Genellikle saydam görünen düz filamentliler
- Filament uzunluğu > 200 µm
- Hücre çapı 0.6 - 0.8 µm
- Bitişik büyüme yok
- Kılıf var
- Bölmeler net şekilde görünür
- Dik açılı hücreler
- Sülfür depolama yok
- Gram negatif
- Neisser negatif

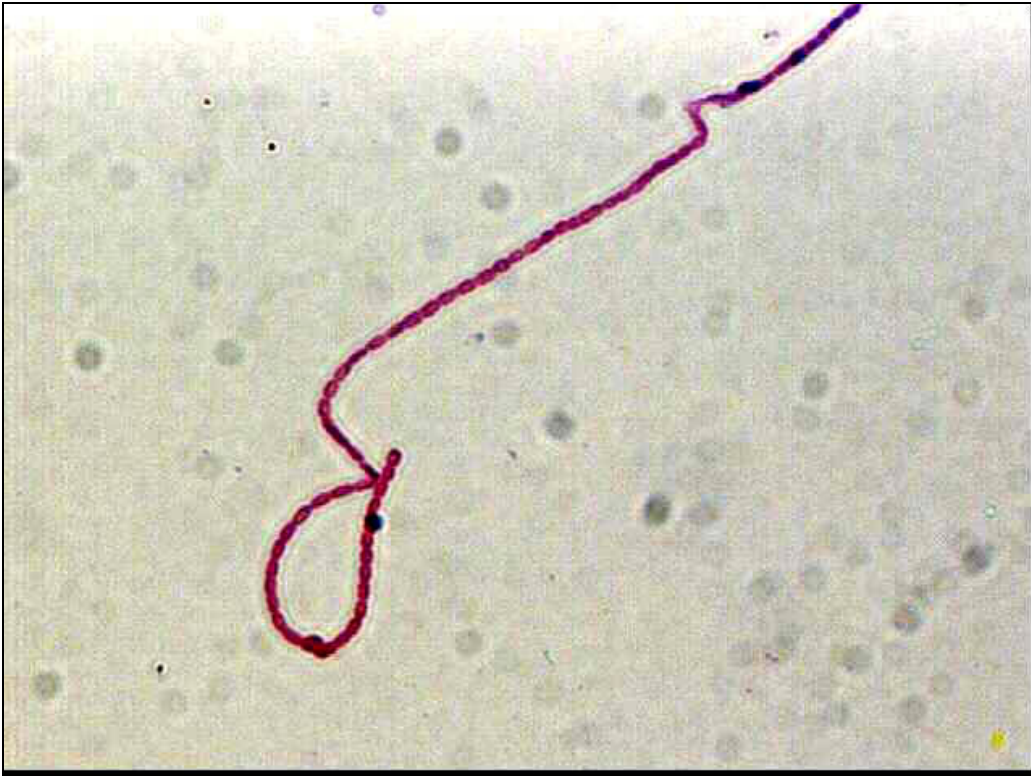
Tip 1852; zayıf Thiothrix türleri (sülfür depolayan) ve Tip 0961 (hücre çapı > 10 µm) ile karıştırılabilmektedir [19].

3.11.26.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

Tip 1852 yalnızca seyrek olarak gözlenmektedir ve teşhis anahtarında yer almamaktadır. Tip 1852'nin gelişimini canlandıran proses şartları bilinmemektedir [19].

3.11.27. Tip 1863

Tip 1863 filamentli bir bakteridir (Resim 3.30).



Resim 3.30. Tip 1863' e ait bir örnek [53]

Aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

- Dallanma yok
- Hareketsiz

- Yay / ikiz filamentliler, sıvı içinde serbestler
- Filament uzunluğu < 200 µm
- Hücre çapı 0.5-0.8 µm
- Bitişik büyüme yok
- Kılıf yok
- Bölmeler net şekilde görünür
- Çevrelenmiş hücreler
- Sülfür depolama yok
- Gram negatif
- Neisser negatif

Tip 1863'ün küçük zincirleri 'Streptococci' (Gram pozitif) ve Tip 0211 (zayıf filamentliler) için hatalı olabilmektedirler.

Buna göre; belirtilmelidir ki; Tip 1863 birkaç morfolojik teşhisi içerir fakat bunun yanında fizyolojileri türler arasında değişmektedir [19].

3.11.27.1. Aktif çamur içindeki varlıkları

Tip 1863 yüksek çamur yükü seviyelerinde (0.3 – 0.6 kg BOİ / kg MLSS. gün) gözlenmektedir. Hangi proses şartlarının filament gelişimini tetiklediği bilinmemektedir. Tip 1863 flokların çökelme hızı üzerinde hiçbir etkiye sahip değildir, fakat eğer filamentliler Gram negatif ise, köpük oluşumuna neden olabilmektedir [19].

3.12. Protozoa ve Metezoalar

Protozoalar, ayrıca bunun yanında metezoalar 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 [54].

Tablo 3.1. Aktif çamurdaki mikroorganizmaların büyüklük düzeni [54]

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 metezoa temel olarak; sıvı içinde serbesttir ve flokların ağızlarında bulunan bakteriyel hücrelerle beslenmektedirler. Buna göre; floklara bağlı olarak şekillenmeyen bakteriyel hücrelerin yerine geçmektedirler. Serbest bakteriyel hücreler son arıtmada çökeltilmeyle atıksudan ayrılamayabilmektedirler. Protozoalar uygun COD reaksiyonunu yakalamak ve temiz bir akış için zorunludurlar.

Bunun yanında, protozoa / metezoa çamur floklarının oluşumuna neden olmaktadır (→çamur üretim reaksiyonu) veya diğer protozoaların var olmasına neden olmaktadır [54].

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 [54].

3.12.1. 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 [19].

Protozolar 4 ana gruba ayrılmaktadır:

- Siliatlar
- Filagellatlar
- Amoeba
- Testate amoeba
- Helizoa

3.13. Siliatlar

Siliatlar; hücre yüzeyleri üzerindeki silikanın varlığı (titreşen saçlar) ile karakterize edilmektedir. Bazı siliatlarda yüzey tamamen silika ile kaplıdır, ancak bazılarınının (diğer türlerin) sadece bir kısmı silika (sil) ile kaplıdır. Yaşam fazları sırasında kesin olarak bulunan sillerle var olmaktadır.

Birçok türde; ağız çevrelerindeki hareketi siller sağlamaktadır. Sonuç olarak; bu siller suyu çevrelerinde hareket ettirmektedirler. Onlara havayı da siller sağlar ve yiyeceklerin ağız açıklığından alınmasına yardımcı olurlar. Nutrient partikülleri filtrasyonla sudan alınmaktadır. Ek olarak; sillerin birçok türün hareketinde de payı vardır [55].

Siliatlar yiyecek partiküllerini ağız boşluklarından almaktadırlar. Organizmanın çeşidine bağlı olarak bu yiyecekler bakteriyel hücreler veya diğer protozoalar gibi organik hücreleri içerebilmektedir. Buna göre; karışık her bir popülasyon içinde önemli rol oynamaktadırlar. Birkaç örnek aşağıda verilmektedir:

- Bakteri yiyen siliatlar: *Aspidisca*, *Blepharisma*, *Carchesium*, *Colpidium*, *Chilodonella*, *Epistylus*, *Opercularia*, *Vorticella*
- Bakterileri hatta filegellatlar ve küçük siliatları yani her şeyi yiyen türler: *Euplotes*, *Stentor*
- Genellikle diğer siliatları yiyen etçil türler: *Litonotus*, *Trachelophyllum*, *Hemiophrys*, *Suctorea*

Akışla taşınan bakteriyel hücreler siliatlar için önemli bir besin kaynağıdır. Kanalizasyon bakteriyel hücre materyallerinin mg/l cinsinden bazılarını içermektedir, belli bir seviyedeki kanalizasyon suyu tipi; hava şartları, yıl cinsinden zaman v.b. bağlı olarak belirgin şekilde değişmektedir. Hücrelerin miktarı tamamen tükenmektedir, bu durum organizmanın formatına bağlıdır. Bu hareketlerine göre; küçük siliatlar 10 hücre / dak., geniş olanlar (Ör: *Opercularia*) ve 10 kat daha büyük olanlar yani bazı Nematot türlerini 5000 hücre / dakika tüketmektedirler. Siliatlar yiyeceklerini yeni hücrelerin üretimi için kullanmaktadırlar. Hareket için çok az enerji harcamaktadırlar. Ana kural şu olarak belirlenmiştir; uygun yiyeceklerin % 50'sini hücre sentezi için kullanmaktadırlar [55].

Eğer oksijen konsantrasyonu uygun ise; popülasyon boyutu çamur yükü uygulaması ve çamur yaşıyla ilgili olarak belirlenebilmektedir. Popülasyon 0.3 kg BOİ / kg MLSS. gün'lük (sıralama: 10^{-3} – 10^{-4} her mililitredeki hücreler) çamur yükünde maksimumdur. Küçük miktarda bakteriyel hücreler düşük çamur yükü seviyelerinde görülürler (floklar daha dayanıklıdır ve akışla daha az taşınırlar), buna bağlı olarak bir küçük siliat popülasyonu oluştururlar. Yüksek çamur yükü seviyelerinde, çamur yaşı çok küçüktür bu nedenle yavaş-büyüyen siliatlar çamur içinde çok fazla kalıcı olmayabilirler.

Her mililitrenin yüzdelik miktarı fikir vericidir ve toplam arıtma prosesindeki siliatların bileşiminin yüksek miktarını tespit etmek kolaydır. Organizmaların verilen bir grubunun tesirinin tespiti büyük miktarlarla sağlanmaktadır, fakat onların bulunduğu bölüm içinde arıtma tesisi için biyokütlenin toplam miktarı belirlenmektedir. Birkaç türün kütlesi aktif çamur içinde sıkça gözlenmektedir, bu 0.1 ng ile 10 ng arasında değişmektedir, en yüksek miktar Stentor roselli için 80 ng'dir, bunlar 'dev' siliatlardır. 1 ng ve 5000 türler / ml ile ve 4 g / l'lik bir toplam çamur konsantrasyonu ile, toplam biyokütlenin yalnızca % 0.5'i siliatları içermektedir. Siliatların (ve diğer protozoaların) arıtma tesisi performansına asıl yardımları sonuç olarak bakterilere çok bağlıdır. Siliatlar; bir kez daha kendi aralarında ağır sürünen ve bağımsız türlere ve sapsızlara ayrılmaktadır [55].

3.13.1. Sapsız siliatlar

Sapsız siliat hücreleri genellikle bir sap (gövde) üzerinde yerleşmektedirler, bu gövde genellikle bir çamur floğuna bağlanmaktadır. Bazı türlerde gövde dallanmaktadır, çok sayıda hücrenin kolonilerinde bu durum ortaya çıkmaktadır. Şekil 3.1' de aktif çamur içinde var olan sapsız siliatlar için bir teşhis anahtarı verilmektedir [55].



Şekil 3.1. Aktif çamurdaki sapsız siliatlar için bir teşhis anahtarı [55]

3.13.1.1. Carchesium

Carchesium çan şeklinde oluşan hücreler ile oluşan bir sapsız siliattır (Resim 3.31). Bu hücreler 50 – 125 μm 'lik bir çap aralığına sahiptir [55].



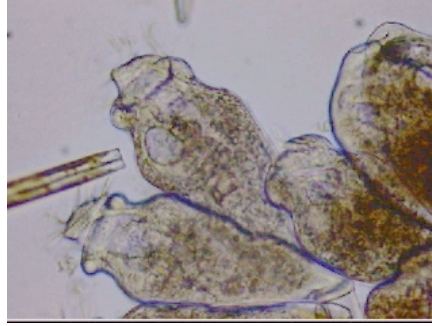
Resim 3.31. Carchesium' a ait bir örnek [56]

Çelenk / halkalı siller ağız açıklığı çevresinde bulunmaktadır ve hücrelerin yüzeyinde açılmaktadırlar. Gövdeler kasılan 'kaslar' içermektedirler. Gövdeler çoğunlukla dallanmaktadır, dolayısıyla koloniler yaratmaktadırlar. Bu koloniler düşük mm'lik çaplar içermektedirler. Dallamanın ortaya çıktığı yerlerdeki noktalarda gövde içindeki 'kaslar' kesilmektedir.

Carchesium sp. genel olarak aktif çamur içindeki 0.2 kg BOİ / kg MLSS. gün'den daha az çamur yükünde ortaya çıkmaktadır [55].

3.13.1.2. Epistylis

Epistylis genelde ‘vazo’ şekilli hücelere sahiptirler (Resim 3.32).

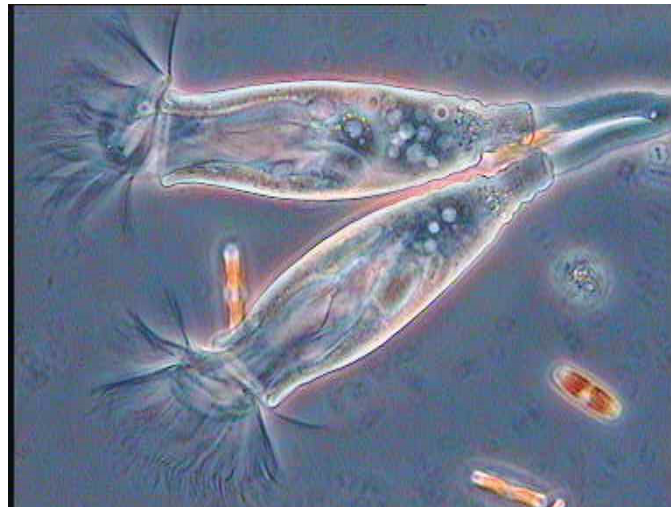


Resim 3.32. Epistylis’ e ait bir örnek [57]

70 – 100 μm ’lik \mathcal{C} ap aralığına sahiptirler. Gövdeleri genellikle dallanmaktadır, bu kolonilerin ortaya \mathcal{C} ıkmasına neden olmaktadır, fakat bir ‘kas’ içermezler. Dolayısıyla; gövdeler kasılmayabilirler (bunun yanında hücreler yapabilir). Koloniler makroskobik boyutlandırmalar (mm) ile elde edilebilmektedir. Epistylis sp. aktif \mathcal{C} amur içinde özellikle 0.1’den 0.2 kg BOİ / kg MLSS. gün’lük \mathcal{C} amur yükü seviyelerinde gözlenmektedir [55].

3.13.1.3. Opercularia

Opercularia \mathcal{C} an şekilli hücelere sahiptir (Resim 3.33).

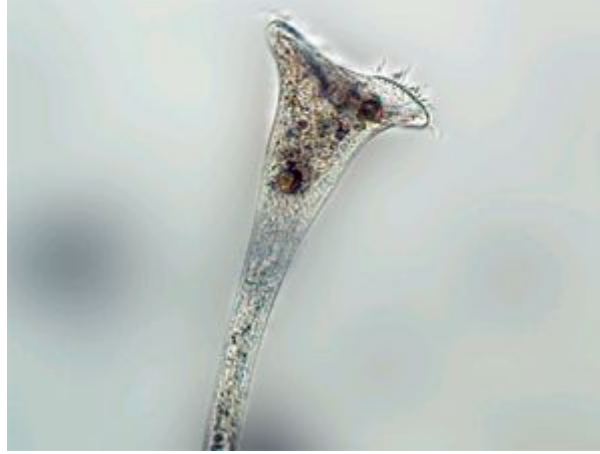


Resim 3.33. Opercularia’ ya ait bir örnek [58]

Hücre çapları 140 µm civarındadır. Gövdeleri dallanmaktadır; bu koloni şekli oluşturmalarına neden olmaktadır. Gövdelerinin içinde kasılmayan ‘kaslar’ bulunmaktadır. Diğer sapsız siliatlarla iletişim halindedirler, Opercularia küçük bir ağız açıklığına sahiptir. Opercularia sp. genellikle yüksek çamur yükü seviyelerinde (0.2 ile 0.3 kg BOİ / kg MLSS. gün arasında) ortaya çıkmaktadır [55].

3.13.1.4. Stentor

Stentor, boru şekilli hücrelerden oluşan çok karakteristik bir siliattır (Resim 3.34).



Resim 3.34. Stentor' a ait bir örnek [59]

Genellikle floklara bağlanmaktadır, fakat bu daima değildir. Su ve nutrient partikülleri transferi için ağız aralığındaki sil halkası aşırı şekilde açık durumdadır. Hücre uzunluğu 150'den 500 µm'ye kadar değişebilmektedir. Dolayısıyla geniş bir siliattır. Stentor gövdesine hakim olamamaktadır.

Stentor; en çok düşük yüklü arıtma tesislerinde gözlenmektedir [55].

3.13.1.5. Suctoreanlar

Suctoreanlar siliattır, fakat bunun yanında yetişkin hücrelerinde siller yoktur. Siller hücre kendi kendine örneğin aktif çamur floğu gibi bir yüzeyle birleştiğinde yok olmaktadır. Yetişkinler daha sonra sapsız olurlar. Bazıları çok karakteristik olarak; düz ercik sapını (dokunaç) ölü hücre yüzeyi üzerinde bulundurmaktadırlar.

Bu dokunaçlar; heliozoanın ayaklarından daha zayıftırlar. Birçok Suctorean'nın tüm dokunaçlarının uzantılarında birer topuz bulunmaktadır. Boş bir girdap şeklinde protozoaları yakalamaya özgü ağız tipleri vardır. Protozoalar Suctorean'lar için çok önemli bir besin kaynağıdır; türe bağlı olarak her ikisi de çevrenelebilen ve vazo şeklinde olan hücreler aktif çamur içinde gözlenebilmektedir. Aktif çamurdaki hücreler genellikle 50–100 µm uzunluğunda ölçülmektedirler.

Suctorean'lar devamlı olarak aktif çamur içinde gözlenmektedirler. Popülasyonları genel olarak küçüktür [55].

3.13.1.6. *Vaginicola*

Vaginicola boru şekilli sapsız bir siliattır. Hücre transfer edici bir huni tarafından kaplanmıştır (Resim 3.35).



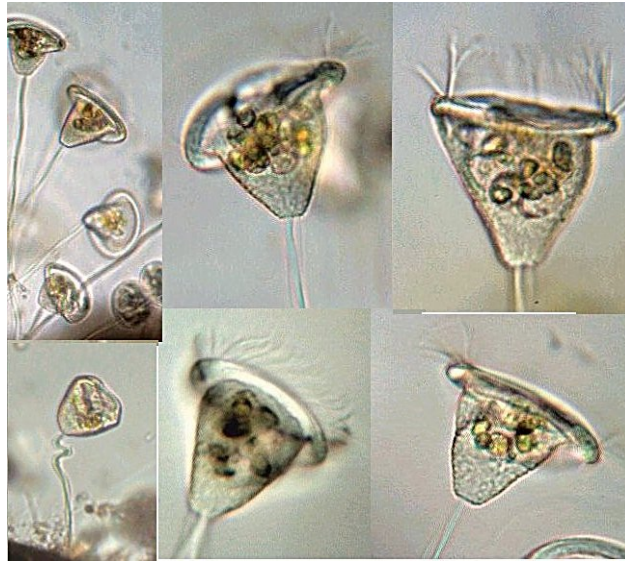
Resim 3.35. *Vaginicola*' ya ait bir örnek [60]

Huni içinde genellikle iki hücre bulunmaktadır. Hücre kasılabilmektedir, bunun anlamı; hücrenin huni içinde tamamen kaybolabileceğidir. Halka şeklinde bir sil suyu ve nutrient partiküllerini ağız açıklığından transfer eder, bu sil hücrenin kafası üzerinde bulunmaktadır. Hücre aşağı yukarı 100 µm uzunluğunda ölçülmektedir.

Vaginicola düşük yüklü tesislerde (yağmur suyu kanalındaki oksidasyon şartları) gözlenmektedir [55].

3.13.1.7. Vorticella

Vorticella hücreleri 50 – 150 µm arasında ölçülen sapsız siliatlardır. Çan şeklindedirler. Halka şekilli bir sil ağız boşluğunun çevresinde bulunmaktadır, bunun sayesinde organizmalar sudan (nutrientleri içeren) ağız açıklığına doğru alınmaktadır. Gövde asla dallanmaz, bunun anlamı Vorticella'nın yalnız bir organizma olduğudur. Kasılan bir kas gövde içinde bulunmaktadır (Resim 3.36).



Resim 3.36 Vorticella' ya ait bir örnek [61]

Vorticella sp. genellikle çamur yükü < 0.4 kg BOİ / kg MLSS. gün ise gözlenmektedir [55].

3.13.2. Yavaş hareket eden siliatlar

Bu grubun temsilcileri çamur flokları üzerinde ağır ilerler ve onların yüzeylerinden sıyrılırlar. Floklara bağlı olarak şekillenen bakteriyel hücreler bu davranış içinde hareket etmektedirler [55].

3.13.2.1. Aspidisca

Aspidisca yavaş ilerleyen bir siliattır, genellikle flokların üzerindeyken yüksek hızdadırlar. Yukarıdan bakılınca; çevrelenmişlerdir, yandan bakılınca ise; daha oval şekillidirler. Farklı bir ağız açıklıkları yoktur. Arkasında beş tepecik bulunmaktadır. Siller bireysel olarak vücut üzerinden nakil yapmaktadırlar, fakat bunlar kıvrılan bacaklar olarak bulunmaktadır. Kıvrılan bacaklar sillerin küçük demetleridir, bunlar bir noktada birleşir ve küçük ayaklar olarak gözüktürler. Karın bölgesinde yedi adet kıvrılan ayak önde bulunmaktadır, beş veya daha fazlası da hücrenin arkasında bulunur. Siller bir zardan şekillenmektedirler (sillerin 'çubukları' birlikte bulunur)(Resim 3.37).



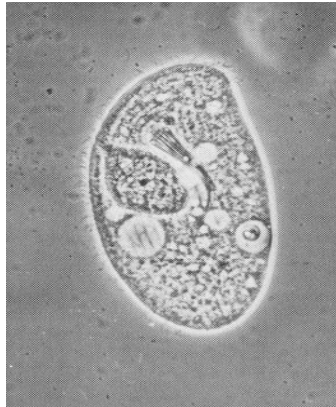
Resim 3.37. Aspidisca'nın sili yapısını gösteren bir örnek [62]

Farklı *Aspidisca* türlerinin boyutları 30'dan 50 μm 'ye kadar değişmektedir. En çok rastlanan *Aspidisca costata* türleri 30 μm 'lik bir çapa sahiptir. *Aspidisca costata*, *Euplotes*'e benzemektedir, fakat bunlar daha geniştirler (30 – 100 μm) ve floklar üzerinde yavaş şekilde hareket edemezler.

Aspidisca çok sık gözlenmektedir. Çamur yükünün fazla yüksek ($< 0.4 \text{ kg BOİ} / \text{MLSS. gün}$) olmaması durumunda, bu siliat hemen hemen her aktif çamurda gözlenebilmektedir [55].

3.13.2.2. Chilodonella

Chilodonella yavaş ilerleyen / sıyrılan bir siliattır, bu çok önemli bir karakteristiktir. Ön bölgelerinde saydam kanat gibi bir uzuvları bulunur. Bu kanat genellikle, organizma flok üzerinde yavaş ilerlerken kullanılmaktadır. Yandan bakıldığında bu basık kanat net olarak ayırt edilmektedir. Ağız açıklığı kısa bir boru şekli içinde bir şişkinlik tarafından çevrelenmiştir (Resim 3.38) .



Resim 3.38. *Chilodonella*'nın ağız açıklığını çevreleyen boru şekilli kısmı gösteren bir örnek [63]

Hücre uzunluğu 40'dan 125 μm 'ye kadar değişebilmektedir. *Chilodonella*, eğer çamur yükü $< 0.2 \text{ kg BOİ} / \text{kg MLSS. gün}$ ise; genellikle aktif çamur içinde gözlenmektedir [55].

3.13.2.3. Trachelophyllum

Trachelophyllum türleri, kanat kısımları ve uzatılmış hücreleri ile karakterize edilmektedir, bu türler tamamen sillerle kaplıdır. Siller ağız boşluğunun çevresinden uzanmaktadır ve bu karakteristik bir davranış (yay şekilli 'bıyıklar') içinde düzenlenmektedir (Resim 3.39).



Resim 3.39. Trachelophyllum'a ait bir örnek [64]

Trachelophyllum genellikle su ile floklar arasında hızlı hareket eder, fakat bunun yanında floklar üzerindeyken yavaş ilerledikleri gözlenmektedir. Bu türün en önemli genel temsilcisi Trachelophyllum pusillum'dur, bu tür 30 ile 50 μm arasında bir hücre uzunluğuna sahiptir.

Trachelophyllum genellikle çamur yükü seviyelerinin 0.4 kg BOİ / kg MLSS. gün'den az olduğu durumlarda gözlenen siliattır [55].

3.13.3. Serbest yaşayan siliatlar

Bu siliatlar su ile floklar arasında serbestçe hareket etmektedirler. Bu hız, onların hareketlerine göre aşırı şekilde değişkendir [55].

3.13.3.1. Blepharisma

Blepharisma'nın (açık) pembe hücreleri çok karakteristiktir (Resim 3.40).



Resim 3.40. Blepharisma'nın pembe renkli hücrelerini gösteren bir örnek [65]

Bu serbest hareket eden silliatlar 200 μm 'lik uzunluğunda oval hücrelere sahiptirler. Uzun sillerin çubuklarının olduğu bir bölge ağız açıklığının yanında bulunmaktadır. Siller suyu, nutrientleri ağız boşluğundan transfer ederler.

Blepharisma, temel olarak çamur yükü seviyelerinin biraz yüksek değerlerinde (0.1 – 0.4 kg BOİ / kg MLSS. gün) gözlenmektedir [55].

3.13.3.2. Colpidium

Colpidium serbest hareket eden bir siliattır ve böbrek şekilli bir hücreye sahiptir (Resim 3.41).



Resim 3.41. Colpidium'un böbrek şeklindeki yapısı [66]

Küçük miktardaki uzun, titreşen saçlar hücrenin arkasında bulunmaktadır. Ağız boşluğunun çevresindeki bir bölge çukur oluşturmaktadır. Çok genel türler (Colpidium colpoda) 100 μm 'lik bir hücre uzunluğuna sahiptir.

Colpidium, diğer serbest – hareket eden siliatlardan daha az gözlenmektedir. Bu siliat genellikle 0.1 – 0.4 kg BOİ / kg MLSS. gün'lük çamur yükü seviyelerinde gözlenmektedir [55].

3.13.3.3. Euplotes

Euplotes oval hücrelere sahip, serbest – yüzen bir siliattır. Silleri kıvrılan ayaklar olarak birlikte bulunmaktadırlar. Dokuz kıvrılan ayak ön bölgesinde bulunur ve beş tanesi de arkadadır. Bu kıvrılan ayakların fonksiyonları pseudopoda (yalancı ayaklar) gibidir (Resim 3.42).



Resim 3.42. Euplotes'in yalancı ayaklarla oluşan yapısı [67]

Hücre üzerinde bulunan birleşmiş sillerin çubukları da bir karakteristiktir, bunlar nutrientleri ağız boşluğuna transfer etmektedirler. Hücre yüzeyi üzerinde altı tepecik bulunmaktadır. Farklı türlerin boyutları 30 ile 100 μm arasında değişmektedir.

Euplotes, Aspidisca'ya benzemektedir, fakat genellikle daha büyüktür ve serbest yüzücüdür.

Euplotes genellikle 0.1 – 0.2 kg BOİ / kg MLSS. gün'lük çamur yükü seviyelerinde aktif çamur içinde gözlenmektedir [55].

3.13.3.4. Litonotus (Lionotus)

Litonotus'un hücreleri bir şişe (amfora) gibi şekillenmektedir. Boyun kısmı hücrenin uyku – ölüm halinde belli belirsiz yay şeklindedir (Resim 3.43).



Resim 3.43. Litonotus'un yay şeklindeki boyun yapısı [68]

Hücrelerin toplam uzunluğu 100 μm 'dir. Boynun dış kısmındaki siller hücre yüzeyinin üzerindkilerden daha uzundur. Litonotus genellikle suya doğru 'zarif' bir hareket içinde ilerler.

Litonotus genellikle 0.4 kg BOİ / kg MLSS. gün'den daha düşük çamur yükü seviyelerinde gözlenmektedir [55].

3.13.3.5. Paramecium

Paramecium serbest hareket eden bir siliattır, hücreleri belli belirsiz bir terliğe benzemektedir (Resim 3.44).



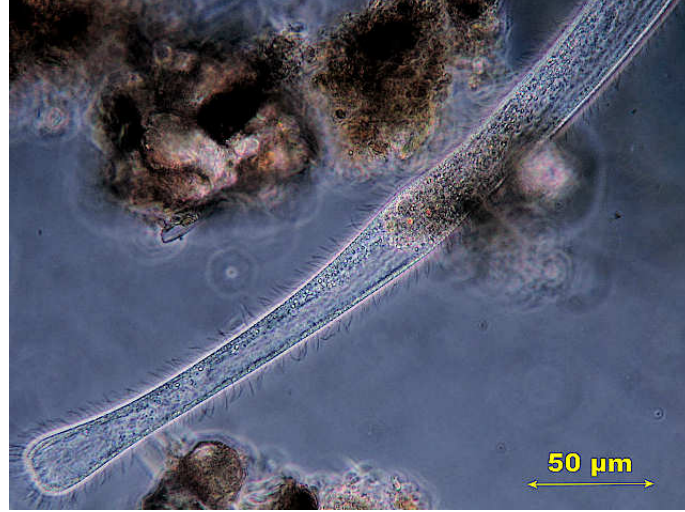
Resim 3.44. Paramecium'un terliğe benzeyen yapısına bir örnek [69]

Bu geniş bir siliattır. Hücre uzunluğu 180 ile 300 μm arasında değişebilmektedir. Hücre yüzeyi sillerle kaplıdır. Hücre çekirdeği geniştir ve genellikle net olarak görülmektedir. Yıldız şekilli vakuelleri çok karakteristiktir.

Paramecium öncelikle 0.1 -0.3 kg BOİ / MLSS. gün'lük çamur yükü seviyelerinde gözlenmektedir [55].

3.13.3.6. Spirostomum

Spirostomum dikkat çekici şekilde ince uzun, esnek bir hücredir, sillerle kaplıdır, aşırı şekilde karakteristik bir vakuole sahiptir (Resim 3.45).



Resim 3.45. Spirostomum'un karakteristik yapısına bir örnek [70]

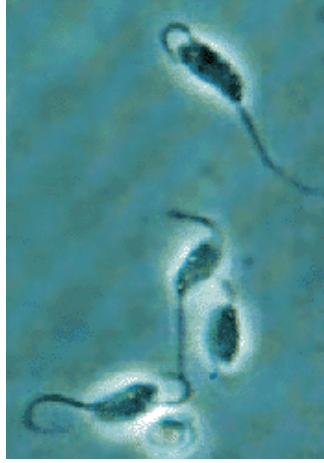
Spirostomum genellikle sıvı ile floklar arasında çabuk hareket etmektedirler. Bu aktif çamurda bulunan en geniş siliattır, hücre uzunluğu 500'den 900 µm'ye kadar değişmektedir. Spirostomum genellikle aktif çamur içinde gözlenmektedir, arıtma tesisinde daha az çamur yükü seviyelerinde bulunmaktadır [55].

3.14. Flagellatlar

Flagellatlara isimlerini veren şudur; onlar bir veya daha fazla (genellikle sekizden fazla değil) flagellaya sahiptirler. Flagellalar; siliatların sillilerinden daha uzundur. Hızlı hareketleri nedeniyle flagellalar genellikle net olarak görülememektedirler. Flagellalar; hücrelerin hareketine yardımcı olmaktadır. Bazı türler nutrient partiküllerini ve bakteri hücrelerini tüketebilmelerini sağlayan bir ağız açıklığına sahiptirler. Diğer türler çözülmüş nutrientleri hücre duvarı boyunca absorblamaktadırlar. 10 – 30 µm'lik çapları nedeniyle flagellatlar fark edilebilir şekilde siliatlardan daha küçüktür. Bundan dolayı mikroskopik incelemede 40x'lik bir objektif kullanılmalıdır [19].

3.14.1. Bodo

Bodo serbest – yüzücü bir flagellattır, kendini karakteristik bir sarsıntı hareketi ile itelemektedir. İki adet flagellası bulunmaktadır, biri yüzücü diğeri ise arkada bulunan sürünücü flagelladır (Resim 3.46) .



Resim 3.46. Bodo'ya bir örnek [71]

Flagellalar oval hücrelerdekinden daha uzundur. Hücre duvarı, nakledici flagellanın bulunduğu noktada çukurludur. Flagellalar her zaman net şekilde görülmezler. Hücreler yaklaşık olarak 15 μm uzunluğundadır.

Bodonun varlığı yüksek bir çamur yükü ($> 0.4 \text{ kg BOI / kg MLSS. gün}$) ve / veya oksijen eksikliğini belirtmektedir [19].

3.14.2. Hexamitus

Hexamitus serbest – yüzücü bir flagellattır, su içinde düz bir hat boyunca (fakat Treponomas gibi dönmez) hızlı bir şekilde hareket eder. 3 flagelladan oluşan 2 grup ön bölgesinde, 2 sürünmeye yarayan flagella ise arka bölgesindedir. Hücre oval şekillidir ve yaklaşık olarak 20 μm 'lik çapa sahiptir.

Hexamitus varlığı yüksek bir çamur yükü ($> 0.4 \text{ kg BOI / kg MLLS. gün}$) ve / veya oksijen eksikliğini belirtmektedir [19].

3.14.3. Peranema

Peranema çok karakteristik olan uzun, zayıf flagellum ile serbest-yüzücü bir flagellattır. İkinci bir, daha zayıf olan (sürünmeyi sağlayan) flagellumu vardır (Resim 3.47).



Resim 3.47. Peranema'ya bir örnek [72]

Fakat bu çoğunlukla görünür değildir. Bu flagellum yalnızca hücre hareket halinde iken işlev görür. Hücre genellikle 20 – 30 μm uzunluğundadır. Bu flagellat aktif çamur içinde devamlı gözlenmektedir. Diğer bir çok flagellatla karşılaştırıldığında, Peranema'nın varlığı yüksek bir çamur yükü veya oksijen eksikliği gibi spesifik proses şartlarını belirtmemektedir [19].

3.14.4. Monosiga

Hücre küre ile oval bir şekil arasındadır. Üst kısmında bir yaka vardır, bu flagellum olarak ortaya çıkmaktadır (Resim 3.48).



Resim 3.48. Monosiga'ya bir örnek [73]

Monosiga genellikle bir çamur floğuna yapışıktır. Hücreler 1–5 µm uzunluğundadır.

Monosiga varlığı yüksek bir çamur yükü (> 0.4 kg BOI / kg MLSS. gün) ve / veya oksijen eksikliğini belirtmektedir [19].

3.14.5. Pleuromonas

Pleuromonas bir flagellattır, karakteristik olarak hızlı ve ürkek bir davranış içindedir. Bu hücreler genellikle su içinde serbest yaşamaz, floklara bitişik durumdadırlar. Pleuromonas, Bodo gibi 2 flagellaya sahiptir. Hücre çok uzun bir flagellum ile floğa bağlanmaktadır. Hücre çapı 5 – 10 µm dir (Resim 3.49).



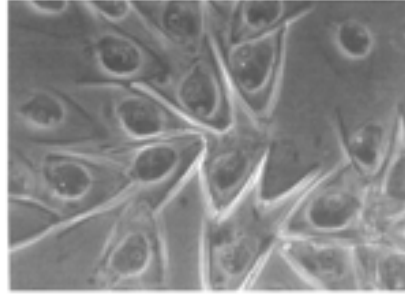
Pleuromonas

Resim 3.49. Floklara bağlı durumda görülen bir Pleuromonas [74]

Pleuromonas varlığı yüksek bir çamur yükü (> 0.4 kg BOI / kg MLSS. gün) ve / veya oksijen eksikliğini belirtmektedir [19].

3.14.6. Poteriodendron

Poteriodendron bir flagellattır, bunun en önemli karakteristiği hücre kolonileri oluşturmasıdır. Hücreler saydam huniler içinde yer almaktadır. Bu huniler kolonilerin içinde alt tarafta bulunan gövdeler tarafından birleştirilmektedirler (Resim 3.50).



Resim 3.50. Saydam huniler içinde yer alan Poteriodendron'lar [75]

Özel hücrelerinin çapları 20 μm dir. Hücreler, onların huni içinde hareket etmelerine izin veren bir flagelluma sahiptir. Fakat huninin içinden ayrılamamaktadırlar.

Poteriodendron kolonileri aktif çamur içinde devamlı olarak gözlenmektedir. Eğer bu flagellat indikatör bir organizma olarak kullanılabilirse, ne olacağı bilinmemektedir [19].

3.14.7. Trepomonas

Trepomonas serbest – yüzücü bir flagellattır, su içine doğru karakteristik bir dönme hareketi ile ilerlemektedir. Yukarıdan bakıldığında, hücreler ovaldır ve aşağıdan bakıldığında ise küre şeklindedir. Hücreler aşağı yukarı 20 μm uzunluğunda ölçülmektedir. Trepomonas 4 flagellalık 2 gruba sahiptir. Bunlar hücre etrafından nakil yapmaktadırlar. Yanlarında 2 uzun (20 μm) flagella, 6 tane kısa (8 μm) flagella bulunmaktadır.

Trepomonas varlığı yüksek bir çamur yükü (> 0.4 kg BOI / kg MLSS. gün) ve / veya oksijen eksikliğini belirtmektedir [19].

3.15. Amoeba, Testate amoeba ve Heliozoa

Bu organizmalar genel olarak pseudopoda (yalancı ayaklar) olarak şekillenebilmektedir. Bu yalancı ayaklar hücre yapısının geçici uzantılarıdır [19].

3.15.1. Amoeba

Amoebalar tekil hücreli mikroorganizmalardır. Hücre şeklinin sıklıkla değişmesine izin veren esnek bir hücre zarına sahiptirler. Nutrient partiküllerini (bakteri hücreleri, diğer protozoalar vb.) absorbe etmektedirler. Bu durum yiyeceklerin bir ağız açıklığından alınmasına benzemektedir. Çeşitli türlerin boyutları 50 ile 400 µm arasındadır. Amoeba bir çamur floğu kadar büyük olabilmektedir ve onların partiküler yapıları bazen çamur floklarına benzemektedir (Resim 3.51).



Resim 3.51. Bir çamur floğu büyüklüğündeki Amoeba [76]

Artık parçası Amoeba aşırı derecede yavaş (psudepoda tarafından) hareket etmektedir.

Amoeba için çok yüksek çamur yükü seviyeleri (0.1 – 0.4 kg BOI / kg MLSS.gün) ve / veya çok küçük oksijen miktarı karakteristiktir. Seyrek olarak düşük yüklü nutrient giderme tesislerinde gözlenmektedirler [19].

3.15.2. Testate amoeba

Amoebanın bu grubunda, hücre bir çeşit kabuk tarafından çevrenmektedir. Kabuğu boyunca bir açıklığı vardır. Bu açıklıktan yalancı ayaklar çıkıntı yapmaktadır. Bu yalancı ayaklar bir mikroskobik lam üzerinde seyrek olarak gözlenmektedir. Hücre benzer türlere bağlı olarak (dönen, deney şişesi şekilli vb.) şekillenmektedir.

Arcella; üstten bakıldığında çevrenmiş olarak görülen kabuğu ile bir Testate amoebadır. Yandan bakıldığında zehirli mantar başına benzemektedir. Kabuk net

şekilde görülebilir bir yapıya sahiptir. Genel olarak, kabuklar saydamdır fakat aktif çamur içinde genellikle yüzeyleri üzerinde iyon bileşiklerinin çökeltme miktarına göre sarı – kahverengi renge boyanmaktadırlar kabuğun alt kısmındaki açıklık çok karakteristiktir (Resim 3.52) [19].



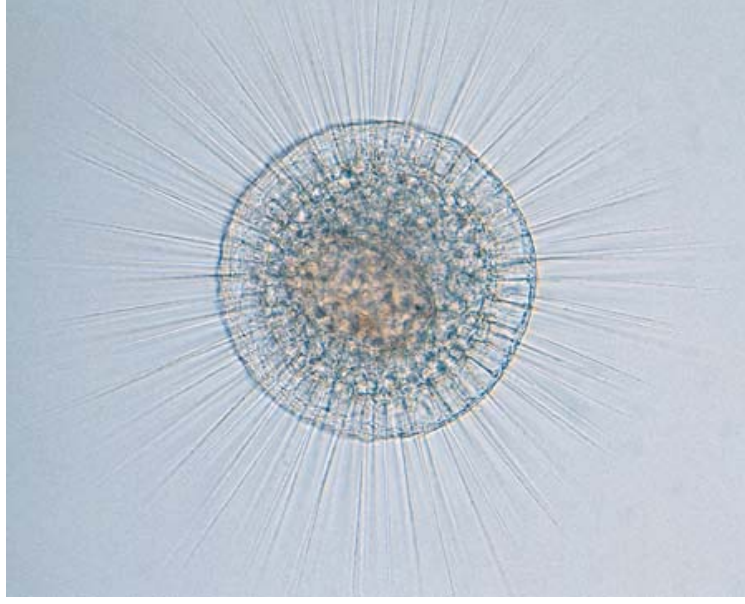
Resim 3.52. Sarı – kahverenginde Arcella [77]

Euglphyta kabuklarının yapısı geniş ölçüde petek şekline benzemektedir. Testeta amoeba çeşitlerinin boyutları 30 ile 200 μm arasında değişebilmektedir.

Testeta amoeba, genellikle geniş miktarlarda düşük yüklü aktif çamur tesisleri içerisinde bulunmaktadır. Arcella genel olarak en çok gözlenen türlerdir. Temel olarak nitrifikasyon şartları altında gözlenmektedirler [19].

3.15.3. Heliozoa

Heliozoa amoebaya aittir. Bunlar iğne kadar ince ölü – düz, içeri çekilebilir yalancı ayaklarla çevrelenen küre hücelere sahiptirler. Bu yalancı ayaklar hücreyi itmek için kullanılmamaktadır fakat bakteri ve protozoaları yakalamak için kullanılmaktadırlar (Resim 3.53).



Resim 3.53. Yalancı ayakları görülmekte olan bir Heliozoa [78]

Organizmalar yalancı ayaklarla kontağa girer ve dona kalırlar. Bu şekilde heliozoalar tarafından tüketilmektedirler. Hücre çapı 40 dan 100 μm ye kadar değişebilmektedir.

Heliozoa düşük yüklü aktif çamur tesislerinde gözlenmektedir. Populasyonları genellikle küçüktür [19].

3.16. 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 [19].

3.16.1. Rotiferler

Rotiferler; geniş, farklı biçimde hareketli ve ince-uzun çok hücreli organizmalardır. Vücut uzunluğu 100'den 500 μm 'ye kadar değişebilmektedir ve kafa ile ie dönük olan bir kuyruktan oluşan bir zırh tipiyle evrelenmektedirler (Resim 3.54).



Resim 3.54. Kafasındaki zırha benzer yapıyla dikkat çeken bir rotifer [79]

Küçük miktardaki sillerin dalları başı üzerinde bulunmaktadır. Bu siller; ağız açıklığı içinde bir çıkıntı yaratabilmektedirler. Ağız açıklığının çevresinde çökebilir partikülleri sudan filtre eden bir dizi ağız bulunmaktadır. Partiküller 10 μm civarından daha geniştirler, bunlar bazı durumlarda bu ağız açıklığı içine yaklaştırılamayabilirler. Rotiferler, serbest yaşayan bakteri hücreleri ve küçük flok partiküllerini tüketmektedir [19].

Kuyruk kısmı karakteristik bir davranış içinde dallanmaktadır ve bu durum organizmanın hareketinde önemlidir. Bununla birlikte bir rotifer ilk etapta kendi kendisiyle birleşmektedir. Sonra vücutu genişlemektedir. Kuyruk kısmı bırakılmaktadır, kafa kısmı bir yerde kalmaktadır ve karın kısmı yukarı dönmektedir. Bu itme davranışı sümüklü böceğin hareketine benzemektedir. Rotiferler, genel olarak aktif çamur içinde düşük yüklü seviyelerde gözlenmektedir. Populasyon

boyutu evsel arıtma tesislerinde her zaman sınırlanmaktadır. Rotiferlerin geniş miktarları bazen zirai endüstriden gelen atık suların arıtıldığı tesislerde bulunmaktadır [19].

3.16.2. Nematodlar

Nematodlar; ince – uzun, silindirik ve çok esnek vücutlara sahiptirler. Bu çok hücreli organizmaların bazı kısımları merkez bölgesinden daha zayıftır. Hücre uzunluğu 0.5 mm den 3 mm ye kadar değişebilmektedir (Resim 3.55).



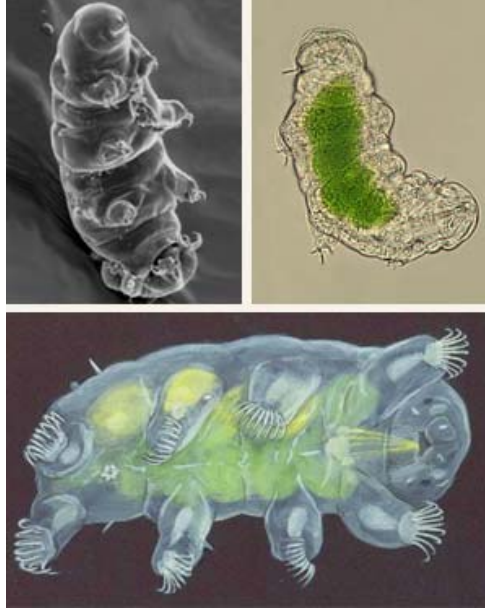
Resim 3.55. Belirgin şekilde uzun nematodlar [80]

Bunlar birçok protozodan daha geniştirler. Genellikle serbest yaşayan bakteri hücrelerini ve küçük flok partiküllerini tüketmektedirler. Yiyecek partiküllerini yutaklarının kasılması ile yutmaktadırlar / içlerine çekmektedirler. Ağza sahip değildirler, ağız boşlukları küçüktür, flokları tüketemeyebilirler. Bu hareketli hayvanları mikroskobik araştırma sırasında otakta tutmak bazen zor olmaktadır. Ek olarak; nematodlar genellikle flokların içine yavaş hareket ederler ve tekrar görülmeleri sırasında da bu durum gerçekleşir [19].

Nematodlar düşük bir yük seviyesi ile aktif çamur içinde sıklıkla gözlenmektedir fakat asla geniş miktarlarda bulunmazlar eğer nematodlar indikatör olarak verilen proses şartlarında kullanılabilirlerse; ne olacağı bilinmemektedir [19].

3.16.3. Tardigradeler

Bu dikkat çekici şekliyle çok hücreli bir organizmadır. Bir tardigrade, (uzmanlara göre) bazen bir su ayısı gibi ailesel olarak bilinmektedir, küçük tırnakları ile yalancı ayaklara sahiptir (Resim 3.56).



Resim 3.56. Küçük tırnaklar ve yalancı ayaklarıyla dikkat çeken Tardigradeler [81]

Bunlar ile floklar üzerine yavaşça ilerler ve onların üzerinde sürünürler. Bu organizma su içinde serbest olduğu zaman belirsizce hareket etmektedir. Boyutları 200 den 1200 μm ye kadar değişebilmektedir.

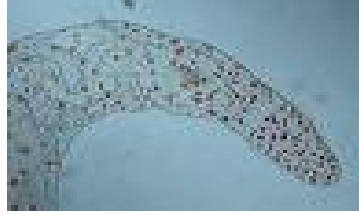
Tardigradeler çamur yükü seviyeleri $< 0.1 \text{ kg BOI} / \text{kg MLSS.gün}$ olduğunda gözlenmektedirler [19].

3.16.4. Solucanlar

Solucanlar, aktif çamurun mikroskopik araştırması sırasında gözlenen en geniş organizmalardır. Çapları yaklaşık olarak 0.1 mm ve uzunlukları maksimum 10mm iken varlıkları ıslak lam üzerinde çok bellidir. Oligochaeta (Resim 3.57) daima, Nais elingius ve Aelosoma sp. (Resim 3.58) sıklıkla gözlenmektedir [19].



Resim 3.57. Bir Oligochaeta sp. örneği [82]



Resim 3.58. Bir Aelosoma sp. örneği [83]

Solucanlar çamur floklarını ve çamur partiküllerini tüketebilmektedirler. Bir solucanın tazeliği (10^5 solucan/litre) çamur üretimi içindeki indirgenme ile bağlantılıdır.

Aktif çamur içinde solucanların yetişmesi hakkında bilinenler çok azdır. Yavaş şekilde büyümektedirler. En iyi şartlar altında çok düşük bir günlük yenilenme zamanına sahiptirler. Yeterli nutrientler ve daha fazlası çamur floklarının içinde var olmalarını sağlamaktadır. Sonuç olarak; solucanların tüm arıtma tesislerinde var olmaları beklenen bir durumdur. Buna rağmen düşük çamur yükü seviyelerinde (yağmur suyu kanalı oksidasyon şartları) sıklıkla gözlenmemektedirler. Çamurların içerdiği bir çok solucan genellikle 0.1 kg BOI / kg MLSS.günlük bir çamur yüküne sahip arıtma tesislerinden kaynaklanmaktadır ve bunların içindeki akış ön çöktürme yapılmaktadır. Varlıkları veya yoklukları ve proses şartları arasındaki kesin bağlantı genellikle bilinmemektedir [19].

BÖLÜM 4. ADASU ATIKSU ARITMA TESİSİ

Tesis, konutlardan ve endüstriden kaynaklanan atıksularının tümünü arıtmak üzere tasarlanmıştır. Sanayi kuruluşları zehirli madde, ağır metal veya başka bir özel kirlenici içeren atıksularını pis su toplama sistemine boşaltmadan önce ön arıtmadan geçirmek zorundadır. Tesis kuru havalarda günde 198.800 m³/h, yağışlı havalarda 271.941 m³/h atıksuyu arıtacak kapasitededir.

Atıksuyun arıtılması sonucunda, tam kapasite çalışmada günde yaklaşık 932 m³/gün %30 kuru maddeli çamur keki elde edilmektedir. Atıksu çıkış değerleri arıtmadan sonra deşarj sınır değerlerinin çok daha altında olmaktadır [84].

4.1. Tesiste Planlanan Uygulamalar

Aşama 1: 2015 yılına kadar 750.000 kişilik eşdeğer nüfusa hizmet verecek olan bir atıksu arıtma tesisinin yapımı tamamlanmış ve işletmeye alınmıştır. Tesisin genel montaj planı ve bazı inşaat işleri 2035 yılına gerekli olacak nihai kapasiteye göre tasarlanmıştır.

Aşama 2: 2035 yılına kadar 1.625.767 kişilik eşdeğer nüfusa hizmet etmek üzere ilave inşaat işlerinin ve ilgili mekanik, elektrik donanımının yapılması planlanmıştır [84].

4.2. Arıtma Kademeleri

- Fiziksel Arıtma
- Biyolojik Arıtma
- Çamur Susuzlaştırma

4.2.1. Fiziksel arıtma

- Kaba Izgara Üniteleri
- İnce Izgara Üniteleri
- Kum ve Yağ Tutucular

4.2.2. Biyolojik arıtma

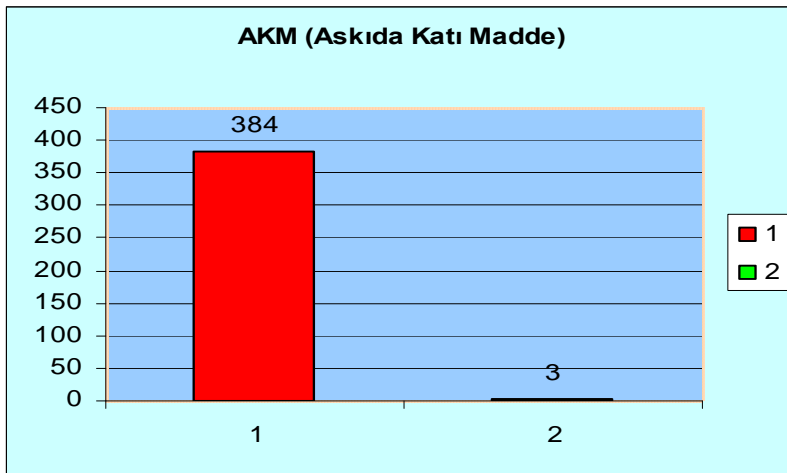
- Havalandırma Havuzları
- Çökeltme Tankları
- Geri Devir Pompa İstasyonu

4.2.3. Çamur susuzlaştırma

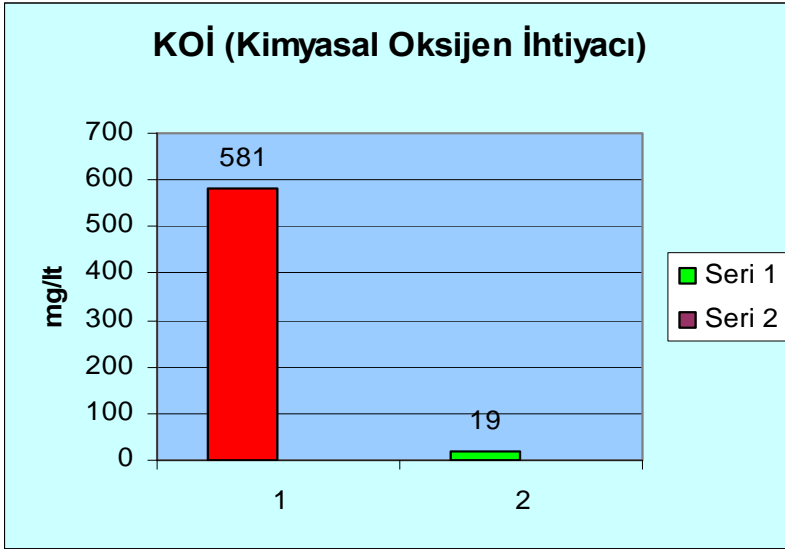
- Çamur Yoğunlaştırıcılar
- Çamur Bekletme Tankı
- Beltpresler

4.3. Giriş ve Çıkış Değerleri

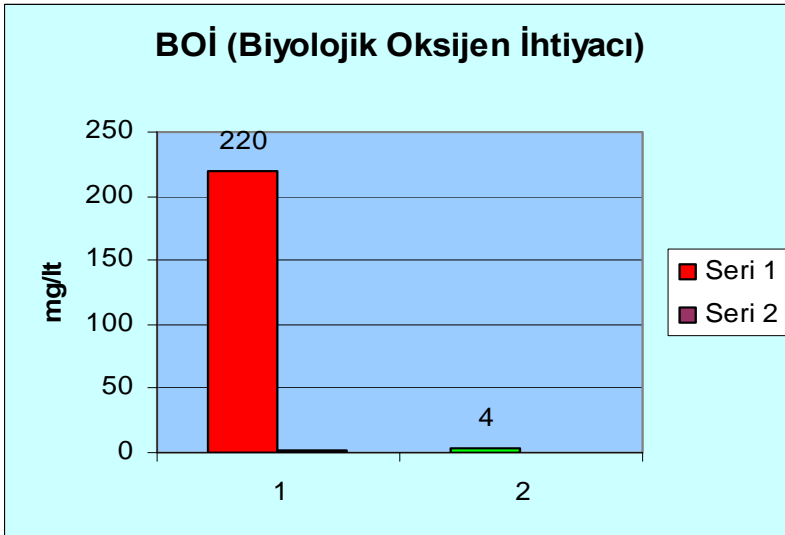
- AKM (Şekil 4.1)
- KOİ (Şekil 4.2)
- BOİ (Şekil 4.3)



Şekil 4.1. AKM için giriş ve çıkış değerleri (1: Giriş, 2: Çıkış) [84]



Şekil 4.2. KOİ için giriş ve çıkış değerleri (1: Giriş, 2: Çıkış) [84]



Şekil 4.3. BOİ için giriş ve çıkış değerleri (1: Giriş, 2: Çıkış) [84]

4.4. Tesiste Yapılan Günlük Periyodik Çalışmalar

- Saha Genel Kontrolü
- Genel Durum Verileri
- Sarmal Pompa İstasyonu Gres Dolumu
- Çökeltim Tankları Scam İşlemi
- Polielektrolit Genel Kontrol
- Laboratuvar Çalışmaları

- Laboratuvar Sonuçlarına Göre Tesis Ünite Ayarlamaları
- Arıtma Çamuru Bertarafı [84]

4.5. Tesiste Yapılan Haftalık Periyodik Çalışmalar

- Katı Atık Bertarafı
- Ekipman Kontrolü
- Ünitelerin Temizliği

4.6. Tesiste Yapılan Aylık Periyodik Çalışmalar

- Kirlilik Tablolarının Oluşturulması
- Aylık Verimin Belirlenmesi ve Yorumlanması
- Mekanik Bakım

4.7. Tesiste Karşılaşılan Sorunlar

4.7.1. Giriş suyu

Giriş suyu; kirlilik parametrelerinin inişli ve çıkışlı olarak sürekli değişkenliğini ve tesisin biyolojik hayatını etkilemektedir. Gelen kirlilik miktarına göre besi/mikroorganizma ayarı yapıldığı için bakteri oranında sürekli değişkenlik yapılmak zorunda kalınmaktadır. Bu da biyolojik hayat üzerinde kötü etki oluşturmaktadır. Aslında sistem uzun havalandırılmalı aktif çamur sistemi olduğu için bu konularda avantajlıdır. Bir şekilde bu değişkenliklerin etkisini azaltmaktadır. Çok fazla pik kirliliklerle karşı karşıya kalındığında (hafta sonu ağırlıklı) zor bir durum ortaya çıkmaktadır (örneğin KOI: 1000 mg/l). Bu durumlarda bakteri patlaması yaşanmakta ve sistemdeki biyolojik hayat kötü yönde etkilenmektedir.

Giriş suyunun debi değeri yağmurlu havalarda artmaktadır. Örneğin kuru havalarda 80.000 – 90.000 m³/gün olan debi miktarı yağmurlu havalarda 140.000 – 150.000 m³/gün olmaktadır. Bu da mevcut olan bir kapasite aşılacağından fazla olan suyun bir kısmının taşkandan verilmesine sebep olmaktadır. Sisteme alınamamasının sebebi

besi/mikroorganizma oranının bozulabileceği ve bekleme sürelerinin azalacağıdır; bu da arıtma verimini düşürecek ve deşarj standartlarını sağlamayan bir çıkış suyu vereceği için olumsuz bir durumdur. Taşkandan verilen suyun da çevreye olumsuz etkileri bulunmaktadır.

Aynı zamanda kanalizasyon suyuna yağmur suyu karıştığından dolayı tesise aşırı şekilde mil gelmekte ve bu da mekanik ekipmana, tesisat hatlarına ve biyolojik hayata zarar vermektedir. Sistem, ayrık sisteme göre dizayn edildiği için bu mili tesisten alabilmemiz mümkün değildir. Ayrıca gelen mil sistemde sürekli dolaştığı için arıtma çamurunun, çamur susuzlaştırma ünitelerinden kalitesiz bir şekilde çıkmasına yani organik madde değerinin düşük olmasına sebep olmaktadır. Bu da tarımda kullanılacak bir arıtma çamurunun veriminin düşmesine sebep olacaktır (gelecek yıllar için).

En büyük giriş suyu sorunu petrol ürünü atıkların suya bırakılmasıdır. Böyle durumlarda kesinlikle tesise su alınmamaktadır. Çünkü bu ürünler tesis ekipmanlarına zarar vermekte ve tesisin işletme maliyetine ve ekipmanların ömrüne etki etmektedir.

Suyun tesise alınmaması demek bu ürünlerin suyun kendi kirliliğiyle birlikte doğaya gitmesi demektir. Bu da doğal dengeye zarar vermekte ve çevreyi kirletmektedir [85].

4.7.2. Giriş suyundan gelen yağ ve gres miktarı

Giriş suyundan çok fazla yağ gelmekte ve bu yağ mekanik ekipmana ve tesisatlara zarar vermektedir. Aynı zamanda stabil olmayan yağın bir kısmı yağ tutucudan havalandırma havuzuna gitmekte ve yüzeyde bir tabaka oluşturmaktadır. Bu durum havalandırma havuzunun atmosferle olan ilişkisini engellemekte ve biyolojik hayat olumsuz yönde etkilemektedir [85].

4.7.3. Biyolojik hayat

Tesiste kirlilik değişkenliklerinden dolayı biyolojik hayatta çamur sorunu yaşanmaktadır. Tesiste; her atıksu arıtma tesisinde karşılaşılabilecek sorunlar olan çamur kabarması, çamur şişmesi, kısmi ölü çamur, köpük oluşumu da gözlenmektedir. Bu durumlar yerinde ve zamanında yapılan çalışmalarla engellenmektedir [85].

4.7.4. Arıtma çamurunun bertarafı

Tesisten çıkan arıtma çamurları için bir döküm sahası bulunmamaktadır. Bu nedenle; çöp döküm sahasına giden arıtma çamurları düzenli depolanmamaktadır. Eğer bir saha oluşturulabilirse; düzenli depolanabilecek arıtma çamurları birçok alanda kullanılabilir. Buna örnek olarak tarım alanlarını ve çamurun çimento hammaddesi olarak kullanılmasını örnek olarak vermek mümkündür. Ayrıca tesisin arıtma çamurunun ağır metal oranının düşük olduğu (standartları sağladığı) da vurgulanmaktadır.

Aynı zamanda karşılaşılan bir diğer sorun da çöp döküm sahasının uzak olmasından dolayı yaşanan nakliye sıkıntısıdır. Bu da çamurun tesiste sürekli birikmesine ve kokuya sebep olmaktadır [85].

4.7.5. Dezenfeksiyon ünitesi

Tesiste dezenfeksiyon ünitesi bulunmamaktadır. Bu da çıkış suyunda hala patojenik mikroorganizmaların (hastalık yapıcı) bulunduğunun bir göstergesidir. Çıkış suyunun bu ünitenin olmaması nedeniyle Çark Deresine nasıl etkilediği araştırılmalıdır [85].

BÖLÜM 5. ÇALIŞMADA KULLANILAN MATERYAL VE METOTLAR

5.1. Materyaller

Çalışma için; Adasu Atıksu Arıtma Tesisi aktif çamur ünitesinden haftalık olarak 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 1000 aküler ışık mikroskobuyla laboratuvarında incelenerek mikroskopla rahatlıkla gözlenebilen protozoa, rotifer, helizoa, amoeba v.b. canlılar tespit edilmiştir. Ardından diğer lamlardaki numunelere Gram Boyama, Neisser Boyama ve Sülfür Depolama Testi uygulanmıştır.

Bu lamlar; ilk lamlarda olduğu gibi mikroskopla incelenmiş ve notlar alınmıştır. Daha sonra kurutulan lamlar; İstanbul Teknik Üniversitesi Mikrobiyoloji Laboratuvarına götürülerek burada ayrıntılı incelemeleri yapılmıştır. Yapılan incelemeler için; Olympus Bx50 faz kontrast mikroskobu ile İkegami kamera ve Spot analiz programı kullanılmıştır. Görüntüler üzerinde 10x, 40x ve 100x'lik büyütme uygulanmıştır. Her bir büyütme için ayrı fotoğraflar çekilmiştir. Bu sayede flok yapısı, canlı türleri ve çamur karakteristiği hakkında net sonuçlar elde edilebilmiştir.

5.2. Metotlar

Çalışmayı sağlıklı hale getirebilmek için net görüntüler elde etme ve canlılarda tür tayini yapmak adına çeşitli boyama metotları kullanılmıştır. Özel boyama metotları kullanarak çeşitli hücre parçalarının görünebilirliğini iyileştirmek mümkündür. Bunlar için gerekli malzemeler, boyamaların yapılışı, dikkat edilmesi gereken hassas noktalar ve elde edilmesi muhtemel sonuçlar aşağıda verilmektedir:

5.2.1. Gram boyama

Gram boyama bakteriler teşhis edilirken kullanılan zorunlu bir yardımcıdır. Bu boyamada; bakteri ilk olarak “carbolic 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 “carbolic 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 [19].

5.2.1.1. Gerekli çözeltiler

- A.** Korbongentianviolet çözeltisi: %5 lik fenol çözeltisinin 90 ml si ile stok çözeltisinin 10 ml’si
Stok çözeltisi: 10 gram Carbolic gentian violet, 90 ml (%96) alkol
- B.** Lugol’s iodine 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

5.2.1.2. 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 [19].

5.2.1.3. 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 Tip 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 [19].

5.2.1.4. 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 [19].

Mart Ayı'ndan sonraki periyotta ikinci bir Gram Boyama tekniği uygulanmıştır. Önceki metottan farklı olarak bu boyamada; A çözeltisi Kristal viyole; B çözeltisi Amonyum oksolat ile hazırlanmış ve D çözeltisinde ise; Karbol Fuksin kullanılmıştır.

Buna göre boyama prosedürünün takibi de değişmiştir; prosedür şu şekilde ilerlemektedir:

- Numune hazırlanır ve kurutulur.
- Kristal viyole solüsyonu ile 2-3 dakika boyanır.
- Boya dökülür ve preparat üzerine lugol solüsyonu konarak 1-2 dakika beklenir. Lugol solüsyonu dökülür.
- Absolut alkolde dekolare edilir (Alkol renksiz akıncaya kadar).
- Su ile yıkanır. Karbol fuksin ile 5-10 sn boyanır.
- Su ile yıkanarak boya giderilir. Preparat kurutulur.

Bu yöntemle görülen mor mikroorganizmalar Gram pozitif, pembe görülenler ise Gram negatif olarak değerlendirilmektedir. Bu yöntemde dikkat edilecek unsurlar ilk Gram boyama tekniğinde anlatılan unsurlarla aynıdır.

5.2.2.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 [19].

5.2.2.1. 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

5.2.2.2. Boyama prosedürü

- Numune hazırlanır.
- 2 parça taze A çözeltisi ve 1 parça taze B çözeltisi 10-15 saniyelik temas için lam üzerine yerleştirilir. Sonra aşırı boya lam üzerinden akıtılır.
- 45 sn süre ile C çözeltisi 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 [19].

5.2.2.3. 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 Tip 0092Y 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 [19].

5.2.2.4. 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 [19].

5.2.3. Sülfür depolama testi

Eğer onlar sülfid 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, Thiobacillus, 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 Thiobacillus boyanır ve birçok S granülünü kısa bir zaman periyodu içinde depoladığı görülür [19].

5.2.3.1. 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 X400 büyütmede net olarak görülür [19].

5.2.3.2. Testin değerlendirilmesi

Thiobacillus sp. Geniş, güçlü ışık kıran granülleri depolar, küçük kürecikleri siyahtır. Tip 021N bazen sülfür depolar fakat bu bir istisnadır [19].

5.2.4. Adasu Atıksu Arıtma Tesisinde uygulanan analiz yöntemleri

Adasu'da yapılan analizler için ise aşağıdaki deneyler uygulanmaktadır:

BOİ analizi için; WTW Oxitop Ölçüm Sistemi, İnkübatör, Manyetik Karıştırma Çubukları, Kahverengi BOİ Şişeleri, Cımbız, Kauçuk Kılıf, Mezür gibi araçlar kullanılmaktadır. Kullanılan reaktifler ise; NaOH Tablet ve Nitrifikasyon İnhibitörü'dür. Deneyin yapılışı için aşağıdaki tablodan yararlanılmaktadır (Tablo 5.1).

Tablo 5.1 KOİ aralığına göre BOİ değerleri ve faktörler

KOİ Aralığı	BOİ Değeri için Numune miktarı	Faktör
0-40 mg/lt	432 ml	x1
40-80 mg/lt	365 ml	x2
80-200 mg/lt	250 ml	x5
200-400 mg/lt	164 ml	x10
400-800 mg/lt	97 ml	x20
800-2000 mg/lt	43,5 ml	x50
2000-4000 mg/lt	22,7 ml	x100

Numune miktarlarına bağlı olarak şişelere konulacak Nitrifikasyon İnhibitör miktarları aşağıdaki şekildedir:

- 432 ml (cc) için 0,23 gr.
- 365 ml (cc) için 0,19 gr.
- 250 ml (cc) için 0,13 gr.
- 164 ml (cc) için 0,087 gr.
- 97 ml (cc) için 0,051 gr.

Deneyden önce giriş ve çıkış suyu numunelerinin KOİ değerleri bulunur. Bu değerler ve yukarıdaki tablo yardımıyla deneyde kullanılacak giriş ve çıkış suyu numune miktarları belirlenmektedir. Gerekli miktardaki numuneler kahverengi BOİ şişelerine aktarılır. Şişe içerisine manyetik karıştırma çubuğu atılıp, suyun sıcaklığını 20 °C ye getirmek amacıyla 30 dk. süreyle inkübatör içerisine konulmaktadır. 30 dk sonra şişeler çıkartılarak içlerine kullanılan numune miktarına bağlı olarak yukarıda hesaplanmış nitrifikasyon inhibitörü hassas terazide tartılarak konmaktadır. Kauçuk kılıflar şişelerin ağzına yerleştirilir ve içerisine 2 adet NaOH konulmaktadır. NaOH'ın numune ile temas etmemesine dikkat edilmektedir. Şişelerin ağzı hava almayacak şekilde sıkıca OXİTOP başlıkları ile kapatılmaktadır. OXİTOP başlıklarındaki M ve S tuşlarına basılı tutularak göstergenin sıfırlanması sağlanır. Daha sonra şişeler 20 °C ye ayarlı inkübatöre konmaktadır. 5 gün boyunca numune karıştırıcı üzerinde kalır. OXİTOP 24 saatte bir ölçüm değerlerini hafızaya otomatik

olarak kaydeder. O andaki değeri görmek için “M” tuşunu 1 sn. basılı tutmak gerekmektedir. 5 gün sonunda BOİ değeri OXİTOP üzerindeki göstergeden okunmaktadır. Okunan değer tabloda karşılık gelen faktörle çarpılarak BOİ₅ değeri mg/l olarak bulunur.

KOİ tayini için; Hach-Longe DR 2010 elektrospektrofotometre cihazı kullanılmaktadır. Kit olarak da Hach-Longe kitleri tercih edilmektedir. Uygulanacak olan yöntem cihazın kullanıcı için önerdiği yöntemler arasından seçilmiştir. Sarı renkte olan kit düşük KOİ değerleri için kırmızı renkte olan ise yüksek değerler içindir. Giriş suyu KOİ değeri her zaman çıkış suyundan fazla olduğu için kırmızı kit giriş suyundaki KOİ miktarı için, sarı kit ise çıkış suyundaki KOİ miktarı için kullanılmaktadır.

Hazır deney kitlerinden kırmızı olana 2 ml giriş suyu numunesinden, sarı olana ise 2 ml çıkış suyu numunesinden konulur. Tüplerin kapakları iyice kapatılır ve daha önceden 140 °C ye ayarlanmış ısıtıcı içerisine yerleştirilir ve zaman 2 saate ayarlanır. Süre bitiminde ısıtıcı kapatılır tüpler ısıtıcı içerisinde iken sıcaklığın 100 °C civarına düşmesi beklenir. Daha sonra tüpler ısıtıcıdan alınarak oda sıcaklığında soğumaya bırakılır. Elektrospektrofotometre cihazının kullanım şeklinin gereği olarak; düşük değerli KOİ kiti için; cihaz kodu olarak 430 değeri girilir ve 420 nm dalga boyuna ayarlanır cihaz bu noktada önceden hazırlanan şahit numunenin cihaza okutulmasını ister; bu yapıldıktan sonra asıl KOİ değerini için tüp cihaza yerleştirilir ve okutulur. Yüksek değerli KOİ kiti için ise; cihaz kodu olarak 435 değeri girilir ve 620 nm dalga boyuna ayarlanır cihaz yine önceden hazırlanan şahit numunenin cihaza okutulmasını ister bu yapıldıktan sonra asıl KOİ değerini öğrenmek için tüp cihaza yerleştirilir ve okutulur. 0-150 ppm aralığı çıkış numuneleri; 0-1500 aralığı giriş numuneleri için kullanılmaktadır. Eğer giriş suyu 1500'den büyük ise seyreltme yöntemi ile ölçüm yapılmaktadır.

Amonyak azotu tayini için ise; Standart Methods For The Examination of Water and Waste Water 4500 NH₃ E analiz yöntemi kullanılmaktadır. Gerekli cihazlar; iyon seçici cihazı, amonyak seçici prob ve manyetik karıştırıcı'dır. Reaktif olarak;

Sodyum Hidroksit (NaOH) 10 N, stok standart amonyak çözeltisi ve amonyak standart çözeltileri kullanılmaktadır.

Yukarıdaki reaktiflerden 100 ml alınıp ve 1ml NaOH çözeltisinden eklenmektedir. Hazırlanan bu çözeltiler düşük konsantrasyondaki çözeltilerden başlanarak cihaza okutulmaktadır. Cihaz mv ölçümleri ve bu ölçümlere karşılık gelen konsantrasyonları kullanarak bir kalibrasyon eğrisi çıkarmaktadır. Sonucun okutulması için; çözeltilerde olduğu gibi 100 ml numuneye 1 ml NaOH çözeltisi konulmaktadır.

Fosfat fosforunu belirlemek için; Standart Methods For The Examination of Water and Waste Water 4500 P –B -4, 4500 P –D yöntemi kullanılmaktadır. Gerekli cihazlar; Spektrofotometre ve 10 mm lik küvetler'dir. Reaktiflerin hazırlanmasında; amonyum molibdat reaktifi, kalay klorür reaktifi, toplam fosfor asit hidrolizi çözeltileri ve stok fosfat çözeltisi kullanılmaktadır.

Renksiz ve bulanık olmayan numunelerden 100 ml alınarak 1 damla fenol ftalein indikatörü damlatılıp, renk pembe oluncaya kadar 1 N NaOH damla damla eklenerek Ph'ı ayarlanmaktadır. Gelen numunede toplam fosfor bakılacaksa asit hidrolizi yapılmalıdır. Bunun için 100 ml numuneye 1 ml konsantre H₂SO₄ ve 5 ml konsantre HCl eklenmektedir. Hotplate üzerinde çözelti hacmi 1 ml kalana kadar ısıtılmaktadır. Çözelti soğuduktan sonra 20 ml saf su eklenerek 1 damla fenol ftalein indikatörü damlatılmaktadır. Renk pembe oluncaya kadar 1 N NaOH ile Ph ı ayarlanmaktadır. Toplam çözülmüş fosfor ve çözülmüş fosfor için numuneler 0,45 mikronluk filtre kâğıdından süzülerek analizleri yapılmaktadır.

Hazırlanmış olan numuneden 100 ml alınarak 4,0 ml molibdat reaktifi ve 0,5 ml (10 damla) kalay klorür reaktifi damlatılmakta ve 10 dakika içerisinde oluşan renk 10mm lik küvetlerle 690 nm okunmaktadır.

BÖLÜM 6. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Kabarma problemleri ve bununla alakalı canlılar için birçok yöntemle birçok farklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda yer almaktadır:

“Filamentli Kabarma ve Mekanizmaların Mikrobiyal Ekolojik Modeli” adlı çalışmada; aktif çamur sistemleri içinde tamamen karışmış olan filamentli bakteri, flok yapıcı bakteri ve protozoa arasındaki etkileşimler için bir protatip matematiksel model önerilmiştir. Bu çalışmada baz alınan substrat parametresidir.

Aktif çamur sistemleri; üç mikroorganizma tipinin de pratik olarak tanımlanabildiği bir üreme yoludur. Bu sistem substrat dalgalanması ve substrat dalgalanmaları olmadan sırasıyla ele alınmıştır. Çalışmada aktif çamurun mikrobiyal ekolojik modeli uygun araştırmalara dayanarak oluşturulmuştur. Monod denkleminde yararlanılarak buradaki parametrelerle bir matematiksel model oluşturulmuştur. Çalışmanın dayandırıldığı en temel parametre ise substrat oranlarıdır.

Elde edilen sonuçlara göre; tamamen düşük substrat konsantrasyonlarında; filamentli kabarma substrat konsantrasyonlarının ilgili bir dizisi içinde aşırı şekilde gerçekleşmektedir. Substrat konsantrasyonları dalgalandığı zaman, aynı akıcı senkron kontrol parametreleri, filamentli kabarmayı önlemek için yararlıdır. Kinetik teoriye bağlı olarak; çalışmada substrat etkileşimli Monod denklemi kullanılmıştır. Tamamen karışmış aktif çamur sistemi içindeki filamentli bakteriler, flok yapıcı bakteriler ve protozolar için protatip bir matematiksel model tasarlanmıştır [86].

“ Aktif Çamur Sistemi Filamentli Organizmaları Üzerinde Klorinin Etkilerini Önceden Belirleme” adlı çalışmada; klorin maddesinin filamentli kabarmanın üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Klorin dozlaması yapılarak yararlı organizmalara klorinin zararları da tespit edilmiştir. Klorin etkilerini tespit

için bu çalışmada iki farklı test uygulanmıştır. Bunlardan biri; bir nitrifikasyon aktivite testi olan (NA), diğer ise; oksijen kavrama oranı (OUR) ölçümüdür. Flok yapıcı mikroorganizmalarda klorinin meydana getirdiği zararları ortaya çıkarmak için NA testi uygulanmıştır.

Çalışmanın yapılması için laboratuvar ortamında arıtma tesisi ünitanak sistem olarak kurulmuştur. Çalışmalar yüksek SVI değerlerinde yürütülmüştür. Örnekler yüksek yüklü tanklardan alınmıştır. 40 litrelik kaplarla yarısı dolu biçimde laboratuvarlara nakledilmiştir, böylece oksijen için yer kalmıştır. MLSS, MLVSS ve DSVI değerleri takip edilmiştir. İlk çamurun ölçüm parametreleri aşağıdaki gibi bulunmuştur.

- MLSS: 4.4 g/l
- MLVSS: 3.25 g/l
- DSVI: 270 mg/l (zayıf seyreltim)
- Filamentli çamur, küçük ve büyük flokların filamentlilere bağlanması (Thiothrix spp. ve/veya Tip 021 N)
- Filment skoru: 5
- pH: 7.2
- Temiz süpernatant

MLSS değeri devamlı tesisi operatörü tarafından da doğrulanmıştır.

Sonuç olarak bu araştırmada analiz edilen parametrelerin ve yapılan incelemelerin ışığında; anlaşılmaktadır ki; yaşayan / ölü haldeki türlerde çamur kabarmasına neden olan filamentli bakteriler üzerinde klorinin özel bir etkisi vardır. Çalışmadan çıkan sonuca göre; her geçen gün eğer klorin dozu arttırılırsa filamentli bakteriler bu durumdan zarar görmekte ve en sonunda yok olmaktadır [87].

“Flüoresanlı Yerinde Hibritleşme ve Gerçek Zaman PCR ile Bir Eikelboom Tip 021 N Kabarma Olayının Ölçülmesi” adlı çalışmada; tek tür baz alınarak bir çalışma yürütülmüştür. Bu tür Tip 021 N olarak seçilmiştir. Çalışmada kapsül olarak dizayn edilen 16S rRNA genleri; Eikelboom Tip 021 N organizmalarını gerçek zaman PCR ile ortaya çıkarmak ve ölçmek için kullanılmıştır. Eikelboom Tip 21 N filamentli

kabarması sıralı reaktörde laboratuvar ölçekli bir dizilimle Eikelboom Tip 021 N 16S rRNA genlerinin evrimine neden olmuştur. Çamur hacim indeksi ve bu filamentli organizmalar arasında çamur içinde gerçek zaman PCR ile ölçülmüş olarak bir korelasyon bulunmuştur.

Sonuç olarak; 16S rRNA bir faktörü artarken; Eikelboom Tip 021 N ile 16S rRNA genlerinin miktarı da deney süresinde artmıştır. Ayrıca Eikelboom Tip 021 N 16S rRNA beslenme akışı yükselmiştir [88].

“Biyolojik Atıksu Arıtma Sistemlerindeki Filamentli Kabarmanın Görüntü Analizi ile Önceden Bildirilmesi” adlı çalışmada; aktif çamur performansını değerlendirmek için, aktif çamuru kimyasal olarak işlenmiş fabrika atığı sızılardan ayırmak ve yoğunlaştırmak için; sedimentasyon tankı kullanılmıştır. Görüntü analizi filamentli kabarma için umut verici bir teknik olarak bulunmuştur. Filamentli kabarmanın erken teşhisi için kullanılmıştır. Aktif çamurda mikroskobik muayeneler ve görüntü yakalamak için Olympus Bx51 isimli ışık mikroskobu kullanılmıştır. Bu mikroskop 3CCD renkli bir video ile donatılmıştır. Hem floklar hem de filamentlilerin aktif çamur içinde örneklenmesinde tanımlama ve karakterizasyon için tamamen otomatik bir görüntü analizi metodu geliştirilmiştir. Bu çalışmada iki laboratuvar ölçekli deney yürütülmüştür [89].

İlk deneyde; görüntü analizleri ve klasik ölçümler arasında hiçbir korelasyon olmadığı düşünülmüştür. İkinci deneyde ise; filamentli kabarmaya neden olacak şartlar hazırlanmış ve gözlenmiş, birinci deneye nakledilmiştir. Daha sonra ARX adlı modellemeye elde edilen sonuçlar oturtularak; kabarmanın gerçekleşmeden önce tetiklenmesini sağlayan şartlar belirlenmiştir. Özellikle SVI değerlerindeki artış ve azalışa göre kabarmayı önceden bilmek için bir adım sağlayan sistem oluşturulmuştur [89].

“Atıksuyun İşlenmesinde Mikrobiyal Topluluğun Bileşimi ve İşlevi” adlı çalışma; aktif çamur sistemlerindeki fosfor ve nitrojen gideriminde olduğu gibi köpük ve filamentli kabarma oluşuna neden olan bakterilerin de fizyolojik özelliklerinin anlaşılması adına yapılmıştır. Aktif çamurda ve biyofilm sistemlerdeki mikrobiyal

anahtar oyuncuların bazılarının fizyolojisi ve kimliği hakkında bilinenlere genel bir bakış açısı sunmaktadır. Geniş bir araştırma ile nitrifikasyon bakterileri, denitrifikasyon bakterileri ve filamentli bakteriler için onların teşhis ve işlevlerine yönelik bilinenlerden yola çıkarak; teşhis anahtarları meydana getirilmiştir [90].

“Aktif Çamur Sistemlerinde Sorun Yaratan Filamentli Mikroorganizmaların İzolasyonu ve Kontrol Stratejileri Üzerine Bir Araştırma” ismi verilen çalışmada ise; İzmir yöresindeki çeşitli sanayi tesislerinin aktif çamur tipi arıtma tesislerinden alınan aktif çamur örneklerinden bakteri izolasyonu ve identifikasyonu yapılmış, ayrıca sıcaklık ve pH gibi çeşitli faktörlerin bu organizmalar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Aktif çamur tesislerinden alınan numuneler laboratuvar ortamına getirilerek; çizgi ekim yöntemiyle izolatlara serilmiş ve 5 gün süreyle saf filamentli kültürlerin ortaya çıkması beklenmiştir. Saf kültürlerin faz kontrast mikroskopla filamentli olup olmadıkları doğrulanmıştır. Ayrıca yapılan araştırmanın sonucuna göre bazı kültürleri (*S.natans*, *Leucothrix*) belirlemenin yanı sıra; sıcaklık ve pH’ın bu türlere etkisi de tespit edilmiştir. 35 °C’de en yüksek büyüme hızı gözlenirken, pH 4’te en düşük pH 5’te en yüksek absorpsiyon hızları görülmüştür [91].

“Tabakhane Atıksuları İçindeki Aktif Çamurdaki Kabarma ve Köpürmede Rol Alan Mikrobiyal Ekoloji Üzerinde Hipokloridin Etkisi” adlı çalışmada arıtılan tabakhane atıksularındaki bir aktif çamur sisteminin mikrobiyal ekolojisi üzerinde kabarma ve köpürmenin kontrolü için hipoklorid uygulamasının etkisi araştırılmıştır. Çalışma boyunca kabarma ve köpürme öncelikle 250 mg/l’lik çamur hacim indeksi içerisindeki ani hamleler izlenmektedir, bu akış kalitesinin bozulmasına bir işaret oluşturmaktadır. Mikrobiyal ekolojideki bozulma *M. parvicella*, *N. limicola* II ve *Gordonia* (*Nacordia*) sp.’nin aşırı bileşik poliferasyonu olarak açıklanmıştır, fakat asıl olarak *Gordonia* tarafından flok yapısının kirletilmesi ve bu filamentli organizmanın dışa doğru hızla gelişiminin bitişik flokların gelişmesini tetiklemektedir sonucuna varılmıştır. 3 g Cl⁻¹’lik (kg MLSS.gün) ortalama bir oranda 12 gün boyunca klorin uygulaması kabarma ve köpürme, akış kalitesinin iyileştirilmesi için etkili bir çözümlü sağlamıştır. Bu çözümlü floklar arasındaki filament yapısını, ayrılan filament fragmentlerinin birçoğunu tahrip etmiştir, toplamda *Gordonia* sp.’i flokları geri kazanmak için kullanılan çözümlüden ayrıştırmıştır. Böylece klorinin kabarma ve

köpürmeye geçici etkisiyle, Gordona'nın floklar içinde bozulmamış ve uygun potansiyelde gelecek olumlu şartlarda aşırı büyümesi engellenmiştir.

Çalışmada öncelikle akış karakterteristiği araştırılmıştır. İstanbul Organize Deri Tabakhane Endüstri Bölgesi aktif çamur sistemi incelenmiştir. Daha sonra kimyasal analizler yapılmıştır. SS, COD, Toplam Krom, TKN v.b. parametrelerin azalış ve artışları arasındaki bağlantılar incelenmiştir. SVI ana parametre olarak kullanılmıştır.

Sonuç olarak; çalışma aktif çamurun mikrobiyal ekolojisi içinde klorinin tabakhane sularının bir biyolojik arıtma tesisindeki kabarma ve köpürme karşısındaki iyileştirici bir etken olarak pratik uygulaması için bilimsel bir görüş sağlamıştır [92].

“Aktif Çamur Atıksu İşleme Prosesinde Görüntü Analizi Tekniklerinin Uygulanması” adlı çalışmada mikroskobik incelemelerin gelişen teknolojisi sayesinde aktif çamurdaki organizmaların ve flok yapılarının ayrıntılı teşhisindeki önemi vurgulanmıştır. Tespitler yapılırken lazer tarayıcı mikroskopi kullanılmıştır. Mikrobiyal yapılar ve flok yapıları incelenmiştir [93].

“Sentetik veya Belediyelerden Gelen Atıksuların Beslediği Aktif Çamur Sistemleri İçindeki Filamentli Kabarmanın İncelenmesi” adlı çalışma iki tam aerobik aktif çamur sisteminin kararlı filamentli kabarması için; biri tamamen karışmış ve bir kanal reaktör ile herhangi biri sentetik atıksu veya belediyelerden gelen atıksu ile beslenmiş sistemin, değişken kompozisyonu ve akış hızı incelenmiştir. Her iki reaktörde 35 l'lik bir çalışma hacmine sahip olarak kullanılmıştır ve 9 l'lik bir arıtmaya bağlanmıştır. Bir hareketsiz izleyici ile dağıtım değerlendirilmesi ile yapılmıştır. Arıtma dönen duvarlar ve kazıyıcı yüzeyle donatılmıştır. Kılavuz ölçek reaktörler Nancy – Moveville atıksu arıtmasının geri dönüşüm hattında toplanan aktif çamurla aşılmıştır (350000 kişi-eşdeğer). Ölçek reaktörlerinin birinden gelen karışım, belediye atıksuyuyla beslenen kılavuz reaktörde direkt olarak kullanılmıştır.

Sonuç olarak; referans süredeki flok büyüklüğü ve pürüzlülüğü ile floğun filamentli bakteri yoğunluğu görüntü analiziyle izlenerek biyomasın morfolojik özellikleri belirlenmiştir. Benzer biçimde tamamen dengede kanal reaktörü beslendiği zaman,

yoğun konsantrasyonun sentetik substratı tarafından sabit akış hızında iyi karışmış tank beslenmiştir ve şiddetli kabarma sağlanmıştır [94].

“Tabakhane Atıksularının Arıtımındaki Aktif Çamurda Oluşan Kabarma ve Köpürmenin Ekolojik Morfolojisi” adlı çalışmada aktif çamur kabarması ve şişmesinin tabakhane atıksularındaki ekolojik morfolojisi ile kabarma ve köpürme periyotlarının gelişimi incelenmiştir. Protozoa türleri ve rotiferlerin artışı kabarmaya sebep olurken; nematodların var oluşu ya da yok oluşunun bir etkisi olmamıştır.

Mikroskobik araştırma ile üç tip filamentli bakteri tespit edilmiştir. Filamentli bakterilerden ilk ikisi *M. parvicella* ve *Nostocoida limicola* daima flok yapısının bileşenleridir, fakat *Gordona sp.*'nin kabarma ve köpürmeye neden olduğu bu çalışmada belirlenmiştir. Çalışmada filamentli organizmalar arasındaki morfolojik farklılıklar belirlenmiştir. Organize Deri Sanayi Birinci Bölgeye ait atıksu tesisinden alınan numuneler kullanılmıştır, numuneler haftada 3 kez 6 yıllık bir periyotta havalandırmadan alınmıştır. Lamlarda Gram ve Neisser Boyama kullanılmıştır. Işık mikroskopuyla 40x, 100x ve 200x büyütme yapılmıştır. Mikroskobik analizler için Olympus Bx50 faz kontrast mikroskopu ile İkegami kamera ve Spot analiz programı kullanılmıştır.

Deneysel sonuçlar olarak atıksu karakteristiği, atıksu işletmesinin performansı belirlenmiştir. İncelemede ökaryotik mikroorganizmalardan filegellat ve siliatlı protozoalar 500 – 1000 hücre ml⁻¹ olduğunda şartların normal olduğu fakat 5000 hücre ml⁻¹ olduğunda kabarma meydana geldiği belirlenmiştir.

Vorticella konsantrasyonu arttığında kabarmaya neden olmuştur. Rotifer konsantrasyonu normalde 30 – 50 hücre ml⁻¹ dir, bunun 100 – 200 hücre ml⁻¹ olması kabarma ve köpürmeye neden olmaktadır. SVI 80 ml g⁻¹ iken sağlıklı floklar oluşmuştur.

Sonuç olarak; bu çalışmada filamentli bakterilerin üç türü tespit edilmiştir. Bunlardan *M. parvicella* ve *N. limicola* III 6 yıllık periyotta alınana her numunede gözlenmiştir; *Gordona sp.* ise kabarma ve köpürme esnasında yoğun olarak ortaya çıkmıştır.

Kabarma ve şişme Gordona sp. varlığında artarken; *M.parvicella* ve *N. limicola*'nın ona yardım ettikleri ve flok kalınlığının artığı gözlenmiştir. Sonuçta *M.parvicella* ve *N. limicola* III'ün aşırı varlığı kabarma-köpürmeye neden olur ancak Gordona (*Nacordia*) sp. kabarma – köpürme problemlerinde ana tetikleyicidir. Çalışma sonucuna göre SVI artışı da tetikleyici bir faktördür ve çökme ve ayrışma problemlerine neden olmaktadır [95].

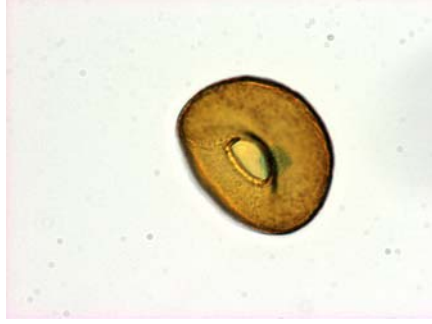
BÖLÜM 7. SONUÇLAR

- Altı aylık periyotta laboratuvar ortamında incelenen ve fotoğraflanan numunelerden faydalanılarak; mikroorganizma çeşitleri, flok yapıları ve bunların su kalitesiyle olan bağlantıları, Adasu Atıksu Arıtma Tesisi'nden alınan analiz sonuçları da göz önünde bulundurularak incelenmiştir. Alınan görüntüler için 10x, 40x ve 100x'lik büyütme kullanılmıştır. 10x büyütme genellikle flok yapısının tespitinde, 40x ve 100x büyütme ise tür teşhislerinde kullanılmıştır.
- İlk olarak Ocak ayı numuneleri değerlendirilmiştir. İlk alınan numune boyama işlemlerine tabi tutulmadan sadece mikroskopik olarak incelenmiştir. Bu numune de en yoğun gözlenen canlı bir Helizoa türü olan Tardigradeler'dir. Yalancı ayakları ve küçük tırnakları net olarak gözlenmiştir [19] (Resim 7.1).



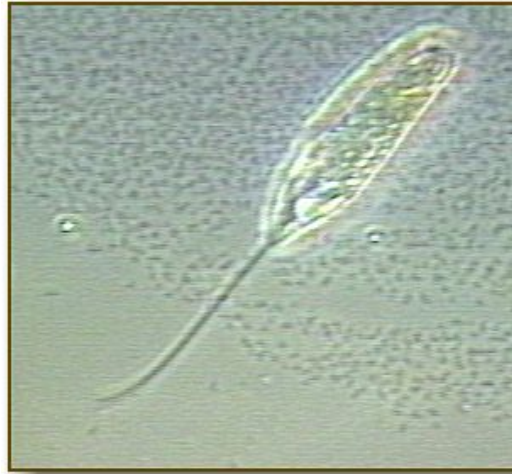
Resim 7.1. Tardigrade'ye ait bir örnek [96]

Yavaş ilerledikleri; flock parçaları ve diğer daha küçük canlılarla beslendikleri tespit edilmiştir. Bu canlının yaşaması için o anki SVI değerleri de uygundur (Bkz. Ek 1). Bunun yanında dikkat çeken bir diğer canlı da Arcella diskoides'tir (Resim 7.2).



Resim 7.2. Arcella sp.'ye ait bir örnek

Alınan numune parçalarının hepsinde yoğun olarak dikkat çekmektedirler. Ocak ayı numuneleri sonraki diğer iki aya göre canlı çeşitliliğinin daha fazla görüldüğü bir ay olmuştur. Bunun yanında seyrek miktarlarda gözlenen diğer canlılar; bir filagellat türü olan Panerama (Resim 7.3), birkaç ufak Amoeba'dır (Resim 7.4).

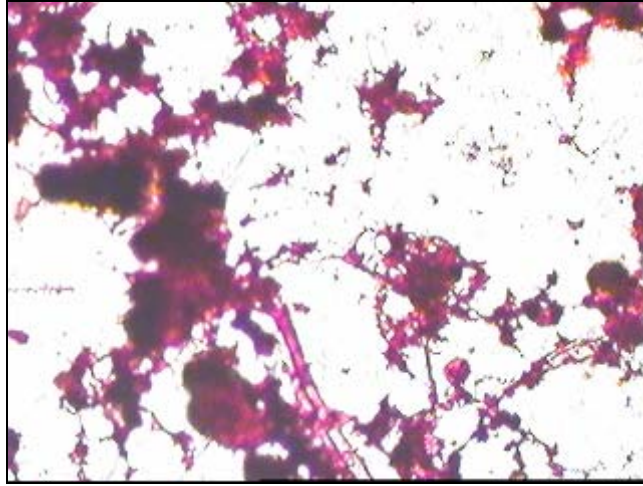


Resim 7.3. Panerama'ya ait bir örnek [97]



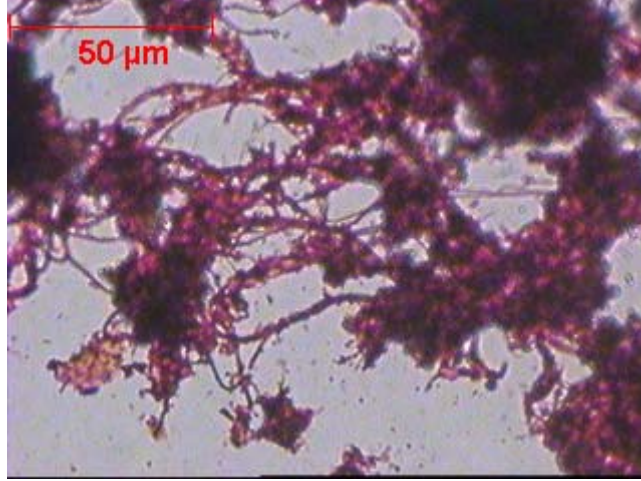
Resim 7.4. Amoeba'ya ait bir örnek [98]

Flok yapısı diğer aylara nazaran daha sıkı bir haldedir yani bunu sağlıklı bir flok yapısı olarak değerlendirmek mümkündür. Bu özellikleri ile Flok Tipi 1'e uymaktadır. Bunlar orta boyutta, açısız olarak çevrelenmiş ve sıkı floklardır. Bu flok tipi gözlemlendiğinde filamentlilerde aşırı bir çoğalma yoktur. Ocak ayı numunelerinden fotoğraflanan bazı floklar yapıları aşağıda verilmektedir (Resim 7.5a, 7.5b).



Resim 7.5 a. 22.01.07 tarihli numuneden çekilen flok yapısını gösteren bir fotoğraf

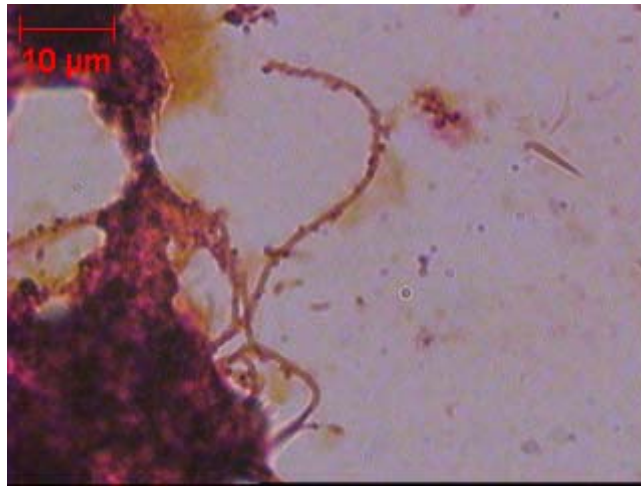
Resim 7.5 a'de görülen numune üzerinde Gram Boyama metodu uygulanmıştır ve fotoğraf çekiminde 10x büyütme kullanılmıştır.



Resim 7.5 b. 31.01.07 tarihli numuneden çekilen flok yapısını gösteren bir fotoğraf

Resim 7.5 b'de görülen numunede de Gram Boyama uygulanmıştır; fakat 40x büyütme kullanılmıştır.

Bunun ardından numunelerden alınan görüntülerden faydalanılarak boyamaya verdikleri tepkiler, uzunluk, genişlik, dallanma, bölmeli olma ve şekillerine göre gözlenen filamentli türler fotoğraflanmıştır. Tür tespiti için kullanılan büyütme miktarı genellikle 100x büyütmedir. Bunlardan ilki Gram negatif ve Neisser negatif bir bakteri olan *Flexibacter* sp.'dir. Dallanma yapmaması ve floklardan çıkıntı şeklinde dışa uzanması nedeniyle aşağıdaki örnekle yakından alakalıdır [19] (Resim 7.6).



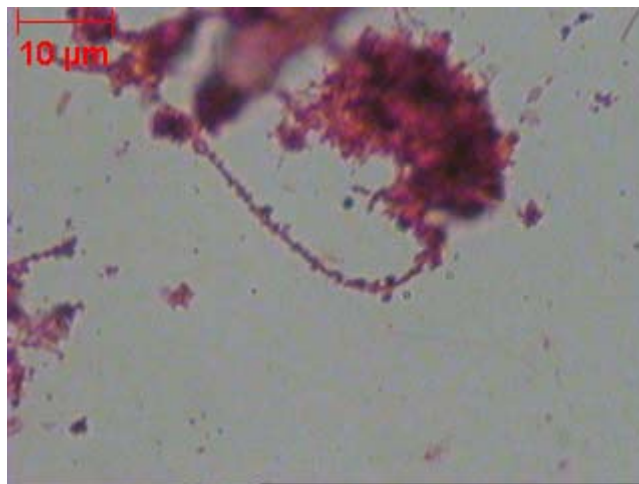
Resim 7.6. 22.01.07 tarihli numuneden *Flexibacter* sp.'e ait bir fotoğraf (Gram boyama, 100x)

Tespit edilen bir diğerk tür ise; Gram pozitif bir bakteri olan *Nostocoida limicola* III'dür. Tür tespiti sağlayan en belirgin özelliğı bölmeli yapısıdır (Resim 7.7).



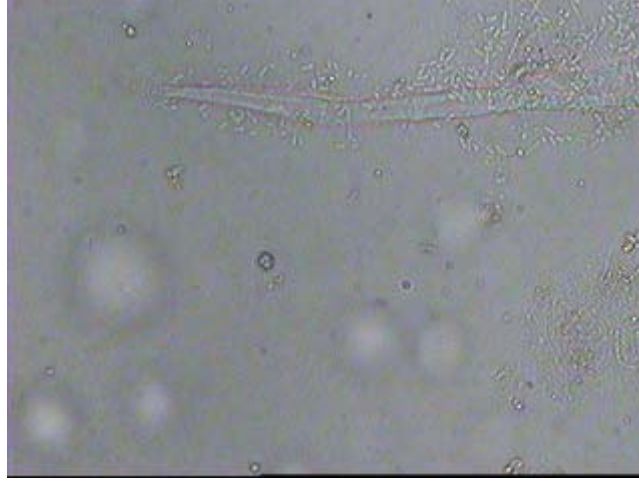
Resim 7.7. 31.01.07 tarihli numuneden *N. limicola* III'ün bölmeli yapısına bir örnek (Gram boyama, 100x)

Tip 021 N' de görülen bir diğerk filamentli bakteridir. Dallanma ve bitişik büyüme göstermemektedir. Yanlarında flok parçalarından oluşan çıkıntılara sahiptir. Kılıfı bulunmaması ve bölmelerinin net şekilde görülmesi belirleyicidir [19]. Ayrıca Gram negatif bir bakteri olma özelliğıyle aşağıdaki örnek resme birebir uymaktadır (Resim 7.8).



Resim 7.8. 22.01.07 tarihli numuneden Tip 021'e ait bir fotoğraf (Gram boyama, 100x)

Ocak ayında uygulanmış bir diğer tür tespit metodu da sülfür depolama testidir. Bunun sonucu olarak da çamur içinde *Thiothrix* sp. varlığı tespit edilmiştir. Sülfür tanecikleri resimde görüldüğü gibi bakterinin iç kısımlarında ve çevresinde parlamaktadır (Resim 7.9).



Resim 7.9. 22.01.07 tarihli numuneden *Thiothrix* sp.'nin sülfür depolama özelliğini gösteren bir fotoğraf (40x)

Genel anlamda değerlendirildiğinde Ocak ayında tesisten alınan çamurda kararlılık gözlenmektedir. Kabarma ve şişme problemi yaratacak aşırılıkta filamentli bakteri büyümesi görülmemektedir. Floklar sıkı ve çevrelenmiş durumdadır. *N. limicola* sp. ve *Thiothrix* sp. gibi türlerin belirli bir miktarda bulunuyor olması kalın flok oluşumuna katkıda bulunmaları ve çamurun stabilliğini sağlamaları açısından oldukça faydalıdır. Bu nedenle Ek A1, Ek A2, Ek A3, Ek A4, Ek A5'de görülen analiz sonuçlarının da katkısıyla su kalitesinde Ocak ayı için bir problem saptanmadığı ve çamur durumunun da dengede olduğunu söylemek mümkündür. Fakat ortalama SVI değeri 88 ml/g olarak tespit edilmiştir; bu olması gereken standart değerlerin üzerinde değildir. Ancak SVI değeri; hem SSV (Çökebilir Çamur Hacmi) hem de DS (Kuru Madde Miktarı)'nın yüksek çıkışı nedeniyle ikisinin birbirlerine bölümüyle yapılan hesaplama sonucu düşük çıkmıştır. Aslında iki değer de standartların üzerindedir. $SVI = SSV / DS$ 'e formülü kullanılarak toplamaların bölümüne göre; $SVI = 11960 / 136,6 = 88$ ml/g çıkmaktadır. Sonuç olarak çamurun bozukluğu SSV ve DS'nin yüksek değerlerinden kaynaklanmaktadır. Giriş suyunun

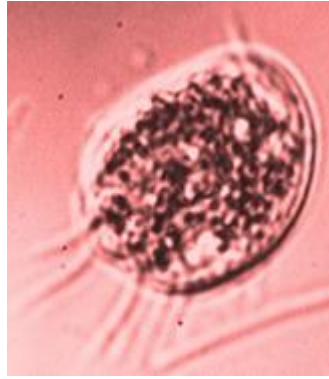
KOİ'si 430mg/l'dur. Bu durum kirlilik miktarının artışı göstermektedir. Bu durumda saplı siliatların olmaması ve tür çeşitliliğinde azalma başlaması normaldir.

- Şubat ayında canlı türleri ve filament çeşitlerinde bir durgunluk başlamış; türlerde gözle görülür bir azalma oluşmuştur. Türler canlılığını kaybetmiştir. Bunun nedeninin tesise izinsiz şekilde verilen kirlilik yükü fazla debilerden olduğunu düşünülebilir. Uzun havalandırılmalı bir tesis olduğu için bu debilerin su kalitesi ve çamurda meydana getirdiği olumsuzlukları analiz sonuçlarından takip edebilmek zor olmaktadır (Bkz. Ek A5, Ek A6, Ek A7, Ek A8, Ek A9). Analiz sonuçlarına göre ortalama SVI değeri 98 ml/g'ye çıkmıştır. Bu standarttaki sınır değer olan 100 mg/l'den fazla değildir. Ancak $SVI = 10340 / 105,29$ formülüne göre; SSV ve DS'nin de yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak SVI az çıkmaktadır ancak SSV ve DS değerleri iyi çamura uygun değildir. Giriş KOİ'si 328 mg/l olmasına rağmen kaçak girişlerdeki kirlilik devam etmektedir. Ancak mikroskobik çalışma ve fotoğraflanan flok yapısı ışığında durumu daha sağlıklı değerlendirmek mümkündür.

Bu ayda da herhangi bir işleme tabi tutulmadan yapılan mikroskobik araştırmada dallı türlere ve saplı siliatlara rastlanamamıştır (Opercularia, Vorticella v.b.). Ancak tespit edilebilen bazı türler mevcuttur. Saplı siliatlar yerine kök ayaklıların daha çok hakim olduğu bir ortam olduğunu söylemek mümkün olabilmektedir. Ocak ayında olduğu gibi en çok görülen mikroorganizma örneği Resim 7.2' de yer alan ve bir protozoa türü olan Arcella diskoides'tir. Farklı olarak gözlenen organizmalar ise; bir rotifer türü olan, limon şekline benzeyen Lecane sp. (Resim 7.10); oval şekli ve arkasındaki kıvrılabilen yalancı ayaklarıyla dikkat çeken yavaş hareket eden siliatlardan biri olan Aspidisca sp.'dir [19] (Resim 7.11) .



Resim 7.10. Lecane sp.'nin limona benzer şekline bir örnek [99]



Resim 7.11. Aspidisca sp.'ye ait bir örnek [100]

Bunun dışında Amoebalar (Resim 7.12) ve numunelerde sıkça rastlanan solucanlar (Resim 7.13) gözlenmiştir.

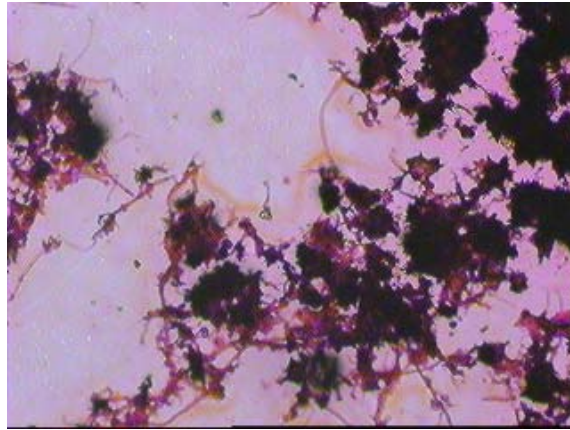


Resim 7.12. Amoeba sp.'nin floğu andıran yapısına bir örnek [101]

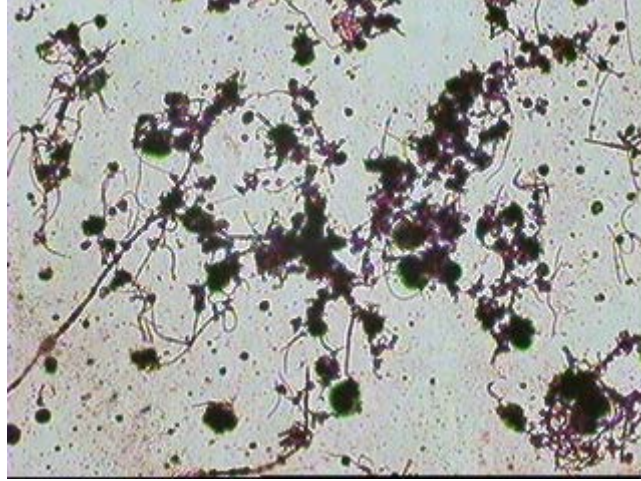


Resim 7.13. Solucanlar için bir örnek [102]

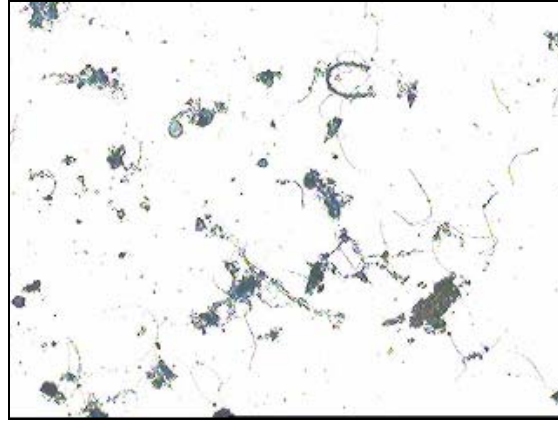
Alınan diğer numunelere Gram Boyama, Neisser Boyama ve Sülfür Depolama Testleri uygulanmıştır. Şubat ayında flok yapısı kararlı halini değişken bir yapıya bıraktığı gözlenmiştir. Flokların arası açılmaya ve sıkı halin bozulmaya başladığı söylenebilmektedir (Resim 7.14a, 7.14b, 7.14c).



Resim 7.14 a. 08.02.07 tarihli numuneden flok yapısının gevşediğini gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x)



Resim 7.14 b. 14.02.07 tarihli numuneden flok yapısının gevşediğini gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x)



Resim 7.14 c. 20.02.07 tarihli numuneden parçalanmış flok yapısını gösteren bir örnek (Neisser boyama, 10x)

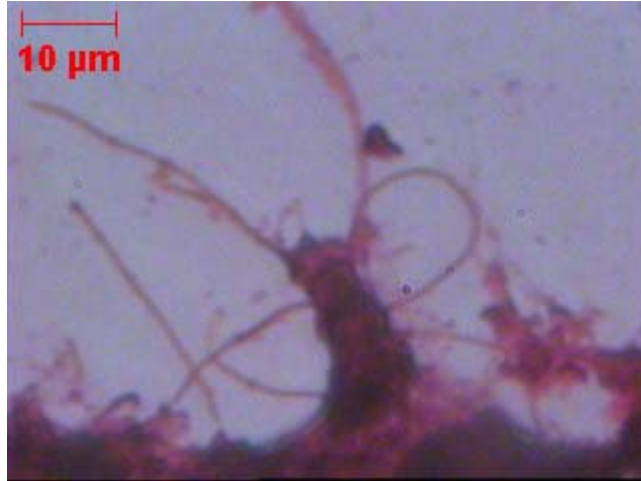
Flok tipi bu durumda Flok Tipi 3'e doğru kaymıştır. Floklar tamamen dağınık değildir; fakat dağılmaya başlamıştır. Bu durum aslında su ve çamur karakterinin bozulmaya başladığına ya da ileriki safhalarda bozulabileceğine işaretler. Bu duruma paralel olarak ayın ilerleyen günlerinde filamentli türlerde bir artış gözlenmiştir.

Şubat ayı numunelerinde tespit edilen türlerden ilki; boğumlu yapısı, dallanma gözlenmeme özelliği, hareketsiz oluşu ve bölmelerinin netliği ile Tip 021 N'dir (Resim 7.15).



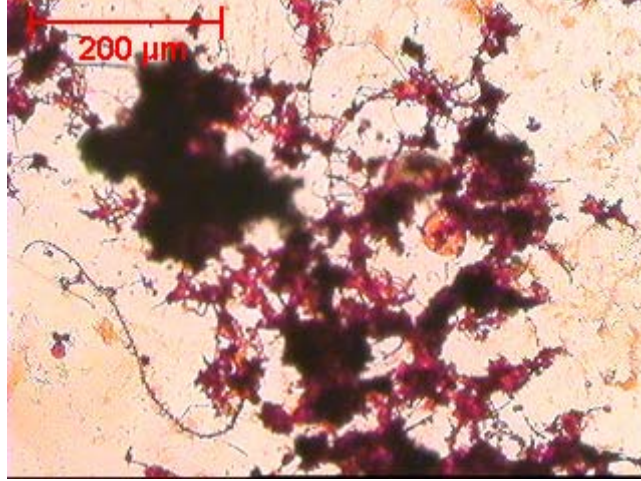
Resim 7.15. 08.02.07 tarihli numuneden Tip 021 N'e ait bir fotoğraf

Diğer bir tür ise Gram negatif bir filamentli olan *Flexibacter* sp.' dir. Yay şekilli olması ve dallanma yapmaması da çok belirleyici birer özelliğidir [19] (Resim 7.16).



Resim 7.16. 08.02.07 tarihli numuneden *Flexibacter* sp.'e ait bir fotoğraf (Gram boyama, 100x)

Flexibacter sp. ayrıca tipik kılcal şekliyle de bilinmektedir ve burada da o şekilde belirlenmiştir (Resim 7.17).



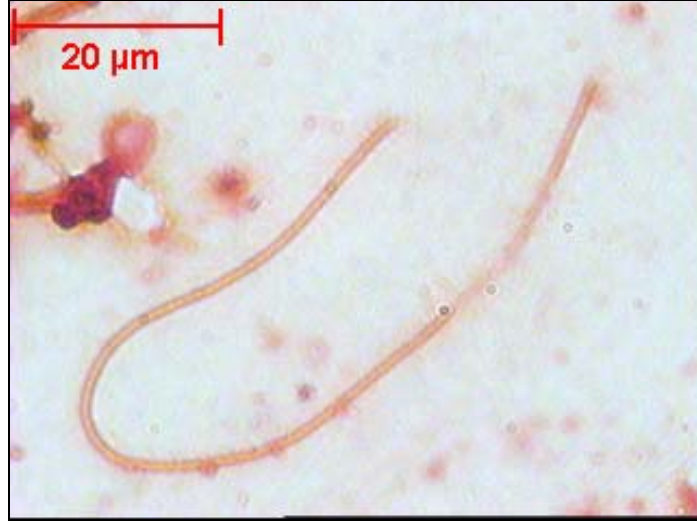
Resim 7.17. 28.02.07 tarihli numuneden *Flexibacter* sp.'nin kılcal şekilli yapısına bir örnek (Gram boyama, 10x)

Ayrıca Neisser boyama ile bir *Flexibacter* sp. örneği de tespit edilmiştir (Resim 7.18).

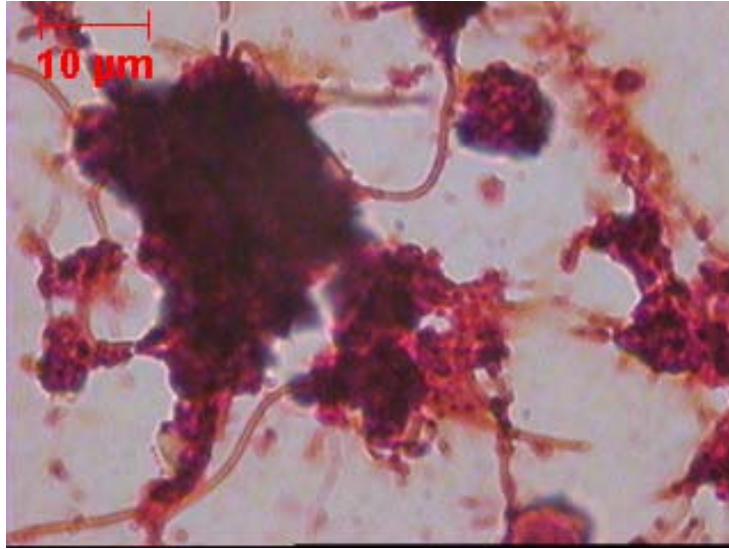


Resim 7.18. 28.02.07 tarihli numuneden Neisser boyamayla tespit edilen *Flexibacter* sp. (100x)

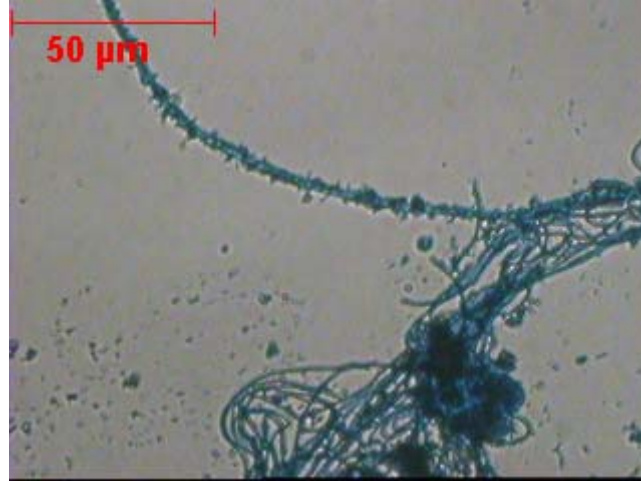
M.parvicella'nın tipik bir örneği de bu ayda fotoğraflanmıştır (Resim 7.19). Gram pozitif olması, bölmeleri bulunmaması ve floklardan dışa doğru çıkıntılar yapması özellikleri ile net şekilde belirlenmiştir (Resim 7.20). *M. parvicella*'nın Neisser boyama ile tespit edilen görüntüsü de elde edilmiştir (Resim 7.21).



Resim 7.19. 14.02.07 tarihli numuneden *M. parvicella*'ya ait bir örnek (Gram boyama, 100x)

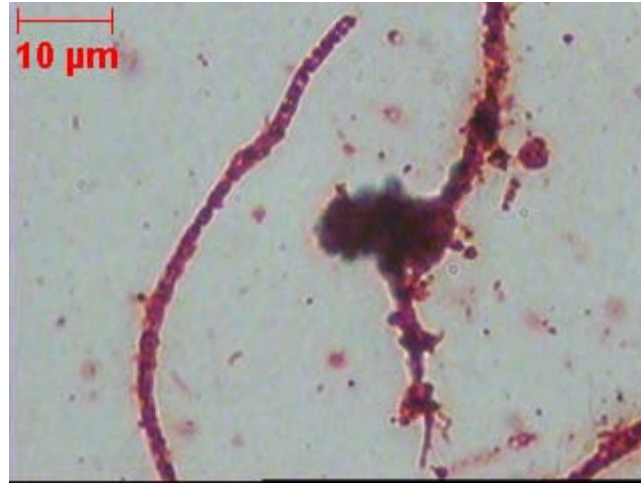


Resim 7.20. 14.02.07 tarihli numuneden *M. parvicella*'nın floklardan çıkıntı yapma özelliğine bir örnek (Gram boyama, 100x)



Resim 7.21. 28.02.07 tarihli numuneden *M. parvicella*'ya ait bir örnek (Neisser boyama, 40x)

Boğumları çok net gözlenebilen ve Gram negatif bir filamentli olan *N. limicola* II'nin de tespiti yapılmıştır. Dallanma yapmadığı ve filament uzunluğunun fazla olması nedeniyle tanımlamasına tamamen uymaktadır (Resim 7.22).

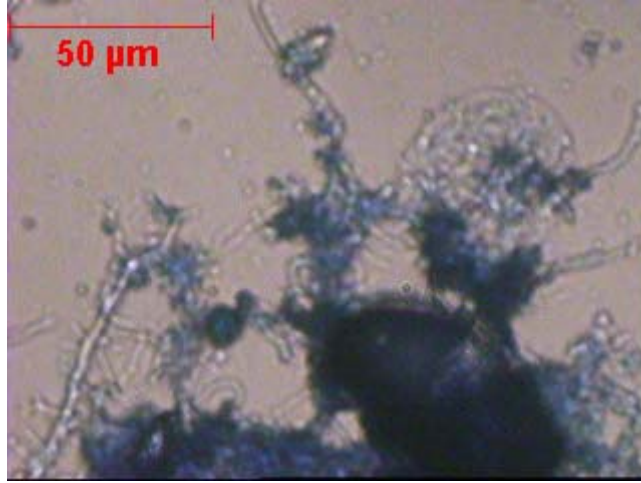


Resim 7.22. 14.02.07 tarihli numuneden *N. limicola* II'ye ait bir örnek (Gram boyama, 100x)

Ayrıca yapılan Neisser boyamada da bazı türler tespit edilmiştir. Bunlardan ilki içindeki sülfür tanecikleri de net şekilde görülebilen Neisser negatif (Resim 7.23) bir filamentli olan ve floklardan çıkıntılar yapan *Thiothrix* sp.' dir (Resim 7.24).



Resim 7.23. 28.02.07 tarihli numuneden Neisser boyama uygulanmış bir Thiothrix sp. örneği



Resim 7.24. 20.02.07 tarihli numuneden floklardan dışa doğru çıkıntı yapan Thiothrix sp. (Neisser boyama, 40x)

Ayrıca uygulanan Sülfür Depolama Testi'nde ortamda sülfür bulunduğu ve Thiothrix sp.'nin bu sülfürleri depoladığı tespit edilmiştir (Resim 7.25).



Resim 7.25. 08.02.07 tarihli numuneden sülfür depolayan bir Thiothrix sp. görüntüsü (40x)

Elde edilen sonuçlara ve tesisi yetkililerinden alınan bilgiye göre analiz sonuçları uzun havalandırmalı sistem nedeniyle aşırı şekilde anormal çıkmazken flok yapısının bozulması, filamentli türlerin varlığı ve sayısındaki artışın tesise gelen kirlilik yükü fazla kaçak debilerden kaynaklanmaktadır. Filamentli türlerdeki artışın yanı sıra kök ayaklıların ortamdaki hakimiyeti bunun en önemli ispatıdır.

- Mart ayı analizleri de hemen hemen Şubat ayı sonuçlarının devamı niteliğindedir (Ek A9, Ek A10, Ek A11, Ek A12, Ek A13). Mart ayında giriş suyundaki KOİ miktarı standartlara göre normal olarak belirlenirken; SVI değerlerindeki artış devam etmektedir. Giriş KOİ'si 293 mg/l olarak tespit edilirken; SVI değeri $SVI = SSV / DS = 17890 / 142,89$ formülüne göre 125 ml/g çıkmıştır. Buradan da tesise kaçak girişlerin devam ettiği ve çamur kompozisyonunun bozulmasının sürdüğü sonucuna gidilebilir. İyi bir aktif çamurda saplı siliatların hakimiyeti olması gerekir; kök ayaklı hakimiyeti istenmeyen bir durumdur. Işık mikroskobuyla tespit edilen türlerde fazla bir çeşitlenme yoktur. Ocak ve Şubat ayında olduğu gibi incelemelerde yine bir protozoa türü olan Arcella sp. çok sık görülen varlığıyla dikkat çekmektedir (Resim 7.26).



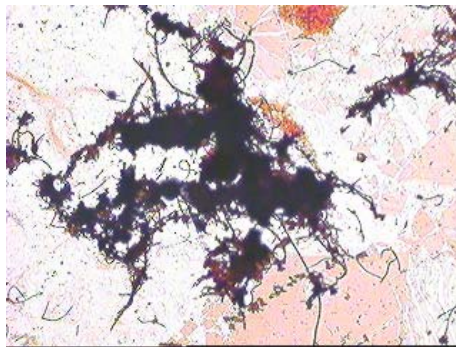
Resim 7.26. Arcella sp.'nin analizlerde görülen yapısına bir örnek

Değişik olarak gözlenen tek tür Paramecium'dur. Çekirdek yapısı ve terliğe benzer görünümüyle dikkat çekmektedir (Resim 7.27).

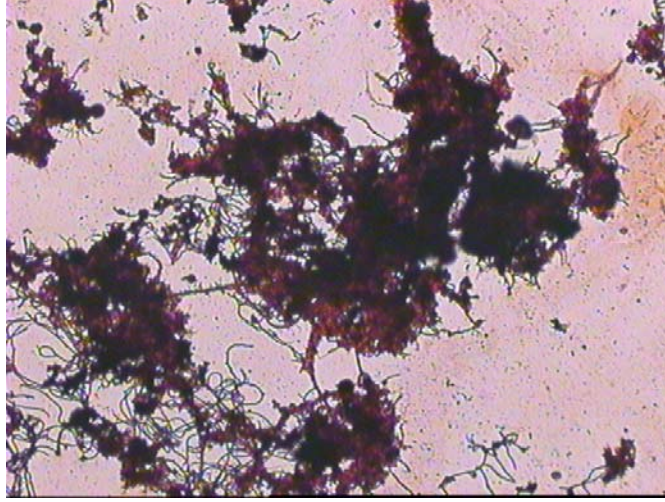


Resim 7.27. Paramecium'a ait bir örnek [103]

Elde edilen fotoğraflardan yola çıkılarak flok yapısı konusunda bilgi sağlamak mümkün olmuştur. Floklar Şubat ayı kadar dağınık olmasa da gene de Ocak ayında görülen varlıklarını yani sıkı ve dayanıklı flok yapılarını gösterememişlerdir (Resim 7.28a, 7.28b).

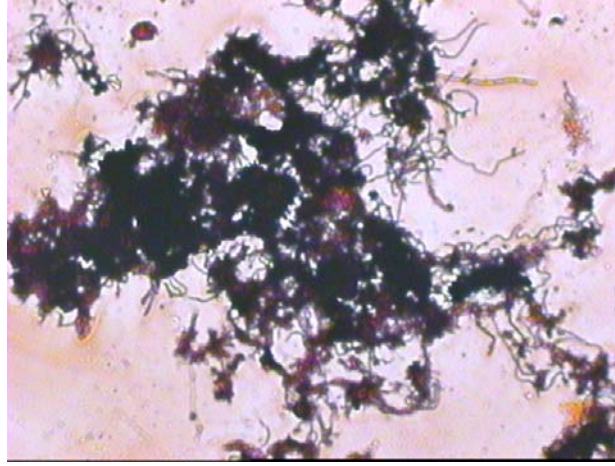


Resim 7.28 a. 12.03.07 tarihli numuneden flok yapısına ait bir örnek (Gram boyama, 10x)



Resim 7.28 b. 12.03.07 tarihli numuneden flok yapısındaki gevşemeye bir örnek (Gram boyama, 10x)

Filamentli türlerden öncelikle *Thiothrix* sp. ve *N. limicola* II'i tespit etmek mümkün olmuştur. *Thiothrix* sp. dallanma yapmaması, bitişik büyüme olamaması ve bölmelerin net şekilde görülmemesi ile tanınmışlardır (Resim 7.29).



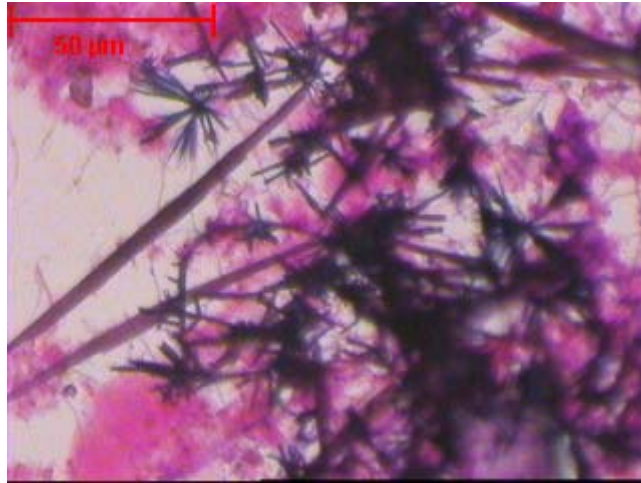
Resim 7.29. 12.03.07 tarihli numuneden *Thiothrix* sp.'nin floktan çıkan görüntüsüne bir örnek (Gram boyama, 10x)

N. limicola II'nin bölmeli bir yapısı çok ayırt edici bir özellik olarak karşımıza çıkmıştır (Resim 7.30). Ayrıca Gram pozitif bir filamentli olarak bilinmektedir [19].



Resim 7.30. 12.03.07 tarihli numuneden *N. limicola* III'nin bölmeli yapısına bir örnek (Gram boyama, 40x)

Mart Ayı'nın devamında yapılan incelemeler neticesinde çamur yapısında yeni bir tür olarak Aktinomisetlerle ve Tip 0092 ile karşılaşılmıştır. Aktinomisetler bu arıtma rozet filamentliler olarak görülmektedir, Tip 0092 ise çubuk şeklindeki yapısı ile görülmektedir [19] (Resim 7.31).

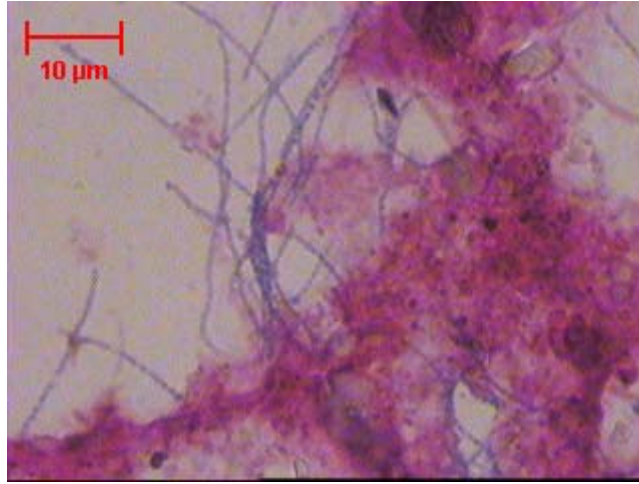


Resim 7.31. 20.03.07 tarihli numuneden Aktinomisetler ve Tip 0092'ye bir örnek (Gram boyama, 40x)

Aktinomisetler çamur yapısı içinde birçok şekilde olabilmektedir. Bu numunedeki rozet şeklindeki yapıları bu özelliklerine en önemli örneklerden biridir. Genellikle yapılarında gerçek dallanma gözlenmektedir. Bölmeleri görülmemektedir ve kılıfları yoktur. Gram pozitif bir filamentli bakteri olarak mor renkleriyle göze çarpılmaktadırlar [19].

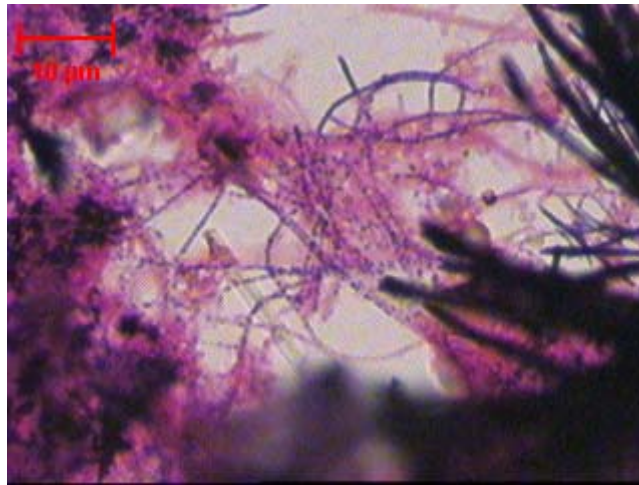
Tip 0092 ise; Gram negatif bir filamentli olarak karşımıza çıkmaktadır. Dallanma olmaması ve düz çubuk şeklindeki yapıları en önemli özelliklerinden biridir. Floklar arasında serbest halde bulunmaktadır [19].

Mart ayında gözlenen diğer bir türde Tip 0914'tür. Kesikli olarak bölmeli bir yapısı vardır (Resim 7.32).



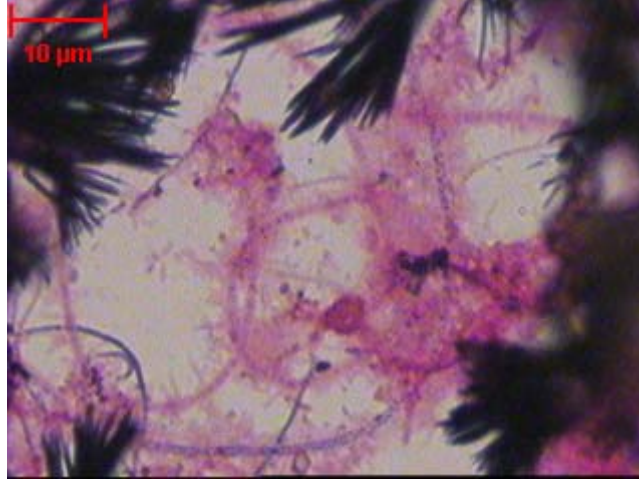
Resim 7.32. 20.03.07 tarihli numuneden Tip 0914'e ait bir örnek (Gram boyama, 100x)

Dallı bir yapısı olmaması, floklardan dışa doğru çıkan sarmal yapısı ve bölmeli yapısı ile kendine özgü özellikleri vardır. Tip 0914; Gram pozitif bir filamentlidir. Alınan bir diğer numunede ise; Aktinomisetler ile Tip 0914 bir arada tespit edilmiştir (Resim 7.33).



Resim 7.33. 30.03.07 tarihli numuneden Tip 0914 ile Aktinomisetlerin bir aradaki görüntüsü (Gram boyama, 100x)

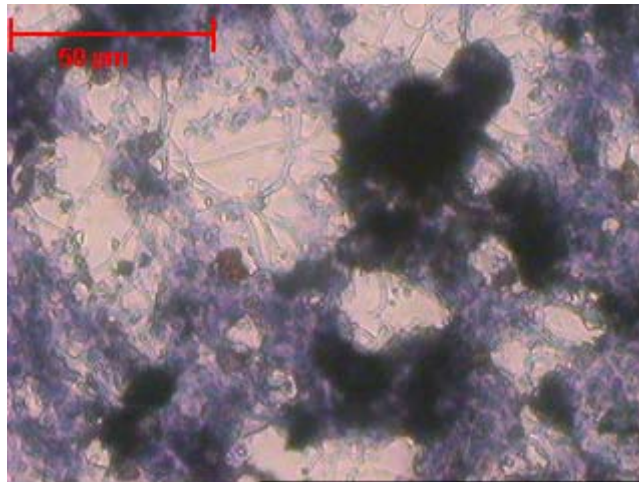
Ayrıca bu numunede *Sphaerotilus natans* adlı filamentli bakteri de görülmüştür. Genellikle vücut yapısındaki dışa doğru çıkıntı yapan ince dalcıklar diğer türlerden kolaylıkla ayrılmasını sağlayan önemli bir özelliktir (Resim 7.34).



Resim 7.34. 30.03.07 tarihli numuneden *Sphaerotilus natans*'in ince dalsı yapılarıyla bir görüntüsü (Gram boyama, 100x)

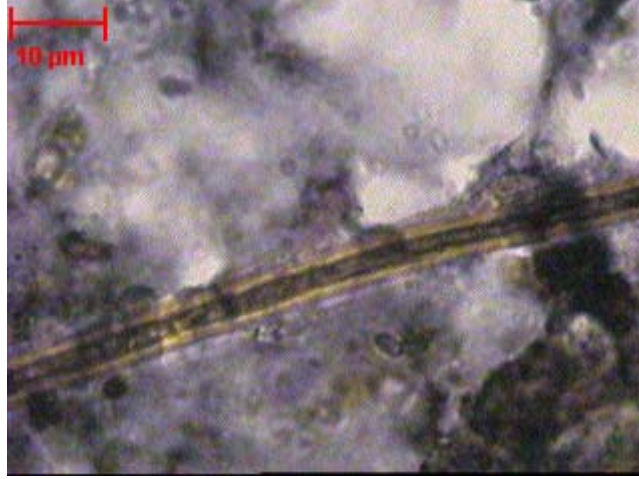
Sphaerotilus natans Gram negatif bir filamentlidir. Oldukça net şekilde gözlenen bölmeli yapısı da en belirgin ayırıcı özelliklerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Genellikle yapısal olarak kıvrımlı olarak gelişmektedirler [19].

Neisser boyama neticesinde ise; ilk tespit edilen tür Tip 0092'tir. Sarmal yapısı Neisser pozitif özelliği ile dikkat çekmektedir (Resim 7.35).



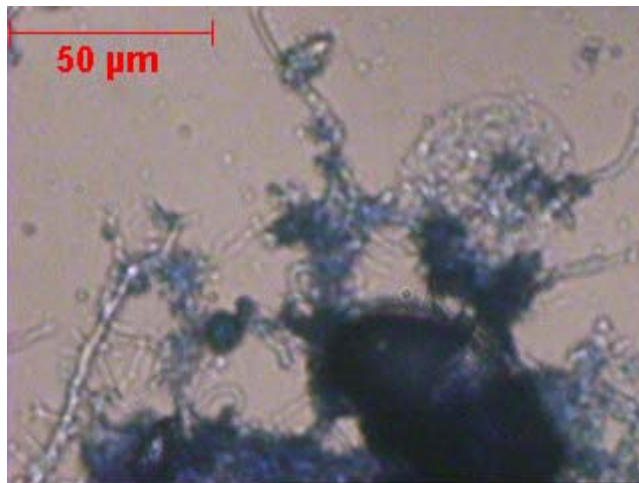
Resim 7.35. 12.03.07 tarihli numuneden Tip 0092'ye ait bir örnek (Neisser boyama, 40x)

Tespit edilen diğerk tür Beggiatoa'dır. Beggiatoa Neisser negatif bir filamentli bakteri çeşididir. Kılıflı yapısı belirgin özelliklerindedir (Resim 7.36). Tesis numunelerinde miktarı eğer ortalamayı geçerse oksijen eksikliğine neden olacaktır. Bu özelliğinin dikkatle takip edilmesi gerekmektedir [19].



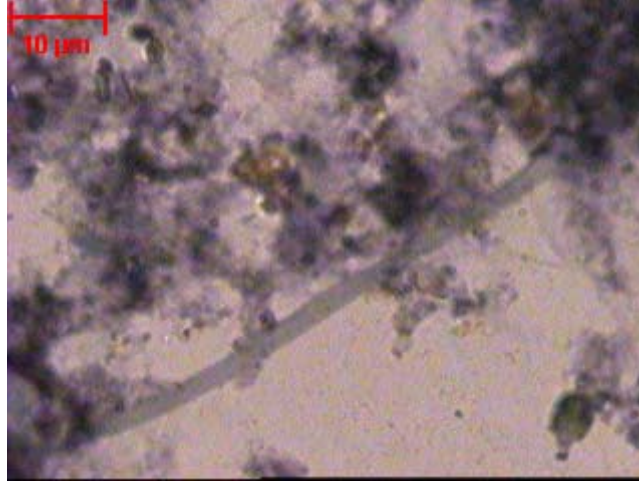
Resim 7.36. 12.03.07 tarihli numuneden Beggiatoa'nın kılıflı yapısına ait bir örnek (Neisser boyama,100x)

N. limicola III'de Neisser boyamada dikkat çekmiştir. Genellikle Neisser pozitif bir bakteridir (Resim 7.37). Aktif çamur içinde sıkça rastlanan bir tür olduğu için varlığı şaşırtıcı değildir, ancak endüstriyel girişler kontrolsüz ve aşırı olursa varlıkları köpük oluşumuna neden olabilmektedir [19].



Resim 7.37. 20.03.07 tarihli numuneden *N. limicola* III'e ait bir örnek (Neisser boyama,40x)

N. limicola I de karşımıza Neisser boyamada çıkan bir diğer filamentli bakteri çeşididir. Neisser pozitif bir filamentlidir. Hem floklar içinde hem de sıvı faz içinde serbest halde bulunabilmektedirler [19] (Resim 7.38). Evsel girişteki kirlilik yüklerine nazaran endüstriyel kaçak girişlerin daha fazla olması sebebiyle varlıkları artmıştır.

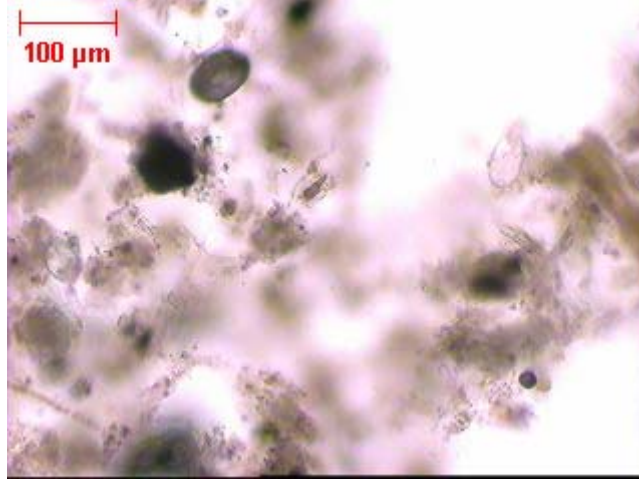


Resim 7.38. 20.03.07 tarihli numuneden N. limicola I'e ait bir örnek (Neisser boyama, 100x)

Mart ayında alınan numunelere de diğer aylarda olduğu gibi Sülfür Depolama Testi uygulanmasına rağmen sülfür depolayan bakterilerin varlığı tespit edilememiştir. Bu durumun giriş suyu karakteri ile ilişkisi olduğu düşünülmektedir.

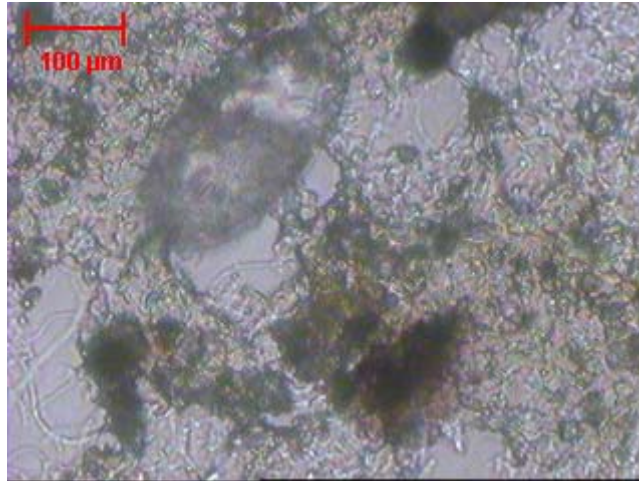
- Nisan Ayı analiz sonuçlarına göre giriş suyu KOİ değeri ortalaması 416 mg/l; havalandırma havuzunun SVI değeri ortalaması ise; 116 ml/g olarak belirlenmiştir. Bu değerler standart değerlerin bir miktar üzerinde olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle diğer aylara nazaran mevsimsel değişiklikler de göz önüne alındığında az da olsa tür çeşitliliğinde fark yaratmıştır.

Diğer aylar da olduğu gibi saplı siliatlar bu ayda da çamur kompozisyonunda görülememektedir. Bunun yanında Arcella tüm çamur kompozisyonunun genelinde bulunmaktadır. Arcella'nın en önemli özelliği çamurdaki iyonların çökeltme miktarına göre sahip olduğu kahverenginin koyulaşmasıdır [19] (Resim7.39). Bu da bize koyuluk derecesine göre çamurdaki iyon çökeltmesi konusunda bilgi vermektedir.



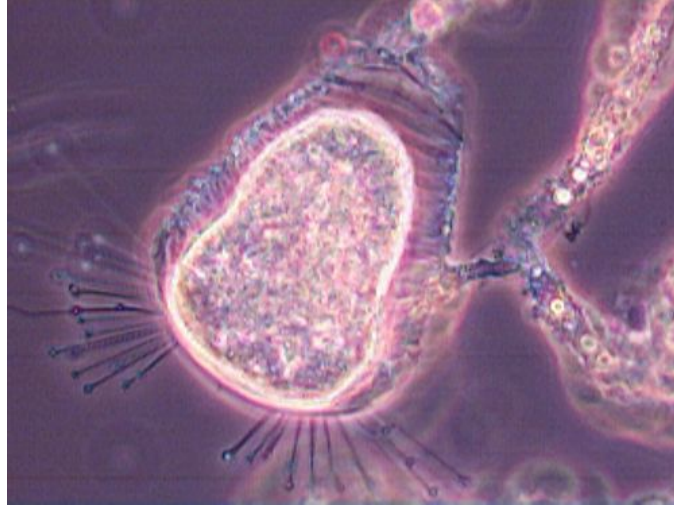
Resim 7.39. 30.04.07 tarihli numuneden Arcella'ya ait bir örnek (10x)

Tespit edilen diğeri bir diğeri protozoa çeşidi de *Aspidisca*'dır. Numunelerde sadece bir tane tespit edilebilmiştir. Bu da ortamda hakim durumda olmadıklarının göstergesidir. *Aspidisca* yavaş hareket eden siliatlardır. Saplı bir siliat çeşidi değildir; sadece yalancı ayaklara sahiptir (Resim 7.40). Çamur yükünün çok fazla olmaması halinde gözlenebilmektedirler; bundan da anlaşılacağı üzere bu örneklerde ortamda hakim olamamasının nedeni çamur yükünün *Aspidisca* için yeterince uygun olmamasıdır [19].



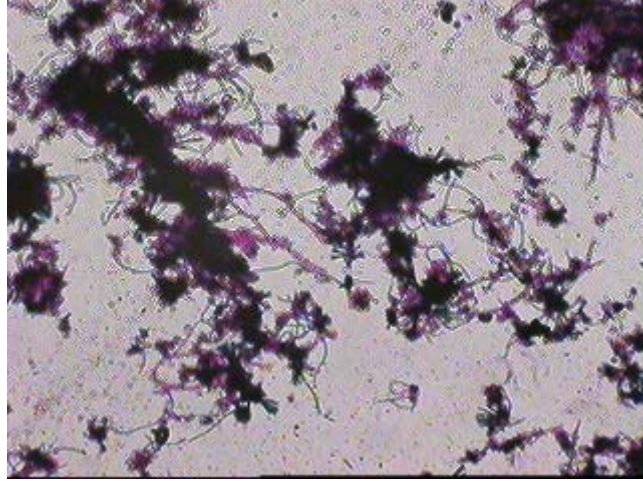
Resim 7.40. 11.04.07 tarihli numunede gözlenen *Aspidisca*'nın görüntüsü (Neisser boyama, 10x)

Bunların yanında sadece bir kez olmak üzere numunelerde *Trachelophyllum* adlı yavaş hareket eden protozoa türüne rastlanmıştır. *Trachelophyllum* için de ortamdaki çamur hacim indeksinin fazla yüksek olmaması önemlidir. Bu nedenle ortamda hakim değildir. *Trachelophyllum*'un en karakteristik özelliği vücudunu çevreleyen çok ince silerdir [19] (Resim 7.41).



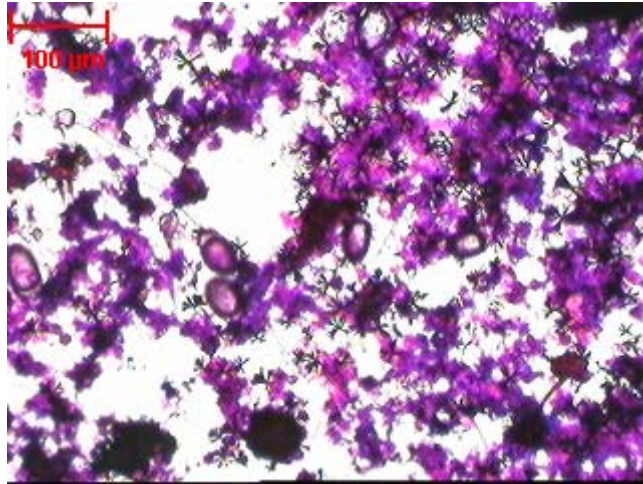
Resim 7.41. *Trachelophyllum*'un fiziki yapısını gösteren bir örnek

Nisan ayında flok yapısında analiz sonuçlarındaki dalgalanmalarında etkisi ile fazla miktarda iyileşme sağlanamamıştır. Ancak daha önceki aylarla karşılaştırıldığında bir miktar değişim olduğu söylenebilmektedir. Tam olarak bir iyileşmeden söz edilememesinin nedeni; tesise kontrolsüz girişlerin devam etmesi ve ilkbahar mevsiminin de gelmesiyle beraberinde çamurdaki flok yapısının tam olarak düzelememesidir. Flok yapısının boşluklu bir özellik göstermesi bu flokların flok tipi II'ye uyduğunu göstermektedir (Resim 7.42).

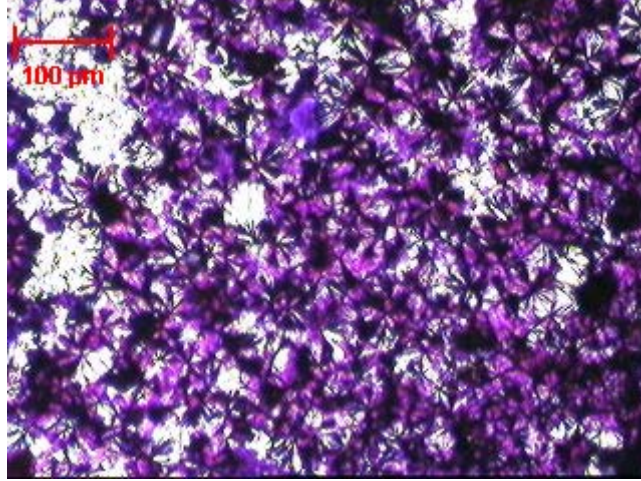


Resim 7.42. 05.04.07 tarihli numuneden flok yapısının Tip II'ye uygunluğu gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x)

Flok yapısı asıl olarak Resim 7.43 ve Resim 7.44'de görülmektedir; ancak ortam Aktinomisetlerin aşırı baskın durumu nedeniyle flok yapısının bu durumunu tespit etmek zorlaşmakta ve bazı numunelerde floklar yoğun gibi gözlenmektedir; bu flok yapısı tespitinde Aktinomisetlerin yanıtıcılığını göstermektedir.



Resim 7.43. 11.04.07 tarihli numuneden Aktinomiset'lerin flok görünümünü bozmasını gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x)



Resim 7.44. 30.04.07 tarihli numuneden Aktinomiset'lerin flok görünümünü bozmasını gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x)

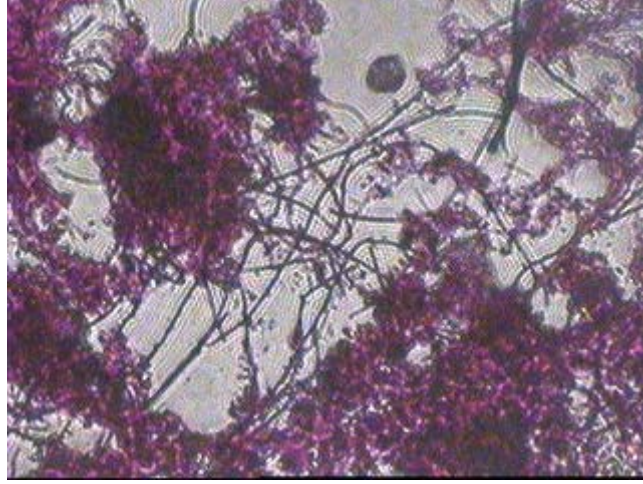
Nisan ayında filamentli çeşitliliğinde mevsimsel değişiklikler; çamur hacim indeksinin üremeleri için uygun değerlerde olması ve diğer şartların sağlanması nedeniyle artış görülmektedir.

Çamur içinde en yoğun gözlenen filamentli türü Mart Ayı sonlarında ortamda hakimiyeti artan Aktinomisetler'dir. Bu tür rozet formu halinde karşımıza çıkmaktadır. Su içinde yağlı yüklerin artışı bu türün gelişimini tetiklemiştir. Genellikle bahar ve yaz ayları bu tür için uygun şartları sağlayan mevsimlerdir. Gerçek dallanmalı yapısı, rozet formu ve Gram pozitif bir filamentli tür olarak çamur içinde dikkat çekmektedir (Resim 7.45).



Resim 7.45. 05.04.07 tarihli numuneden Aktinomisetin rozet formunu gösteren bir örnek (Gram boyama, 100x)

Nisan ayında belirgin şekilde karşımıza çıkan bir diğer filamentli bakteri türü de *M. Parvicella*'dır. Dallenmanın gözlenmediği ve floklar çevresinde sarmallar halinde serbest bulunan ve Gram pozitif özellik gösteren bir filamentli bakteri çeşididir [19] (Resim 7.46). Aktinomisetlerde olduğu gibi yağlı yüklerin artışı ve endüstriyel kirlilik; bunun yanında kış sonunda *M. Parvicella*'nın maksimum düzeyde bulunma özelliği çamur içindeki varlığını açıklamaktadır.



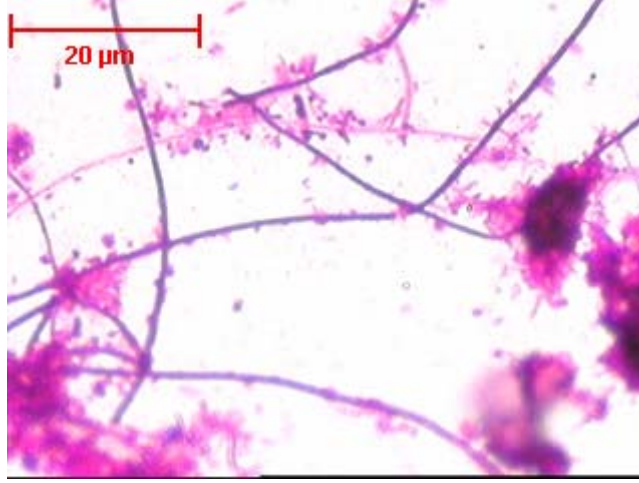
Resim 7.46. 05.04.07 tarihli numuneden *M. parvicella*'nın sarmal yapısını gösteren bir örnek (Gram boyama, 100x)

M. parvicella ve Aktinomisetler genellikle mevsimsel uygunluklar nedeniyle birlikte varlık gösterebilmektedirler (Resim 7.47).



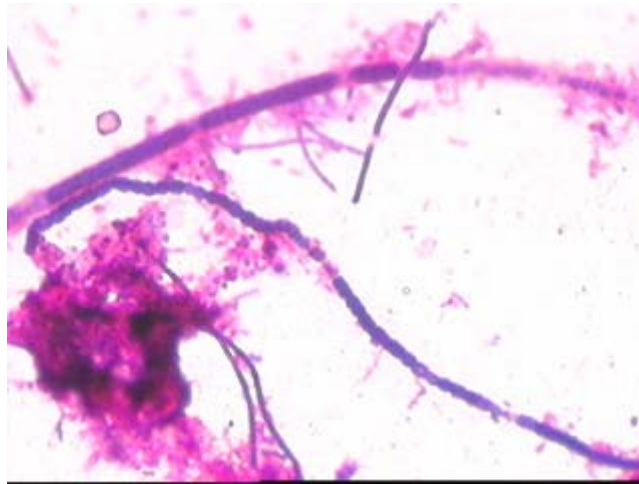
Resim 7.47. 05.04.07 tarihli numuneden Aktinomisetle *M. parvicella*'nın birlikte bulunmasına bir örnek (Gram boyama, 100x)

Karşılaştığımız diğer bir tür de Gram pozitif bir filamentli bakteri olan Tip 1851'dir. Dallanma gözlenmeyen, çamur içinde farklı formlarda bulunabilen ve dik açılı hücrelerdir [19] (Resim7.48).



Resim 7.48. 05.04.07 tarihli numuneden Tip 1851'in dik açılı hücre yapısına bir örnek (Gram boyama, 100x)

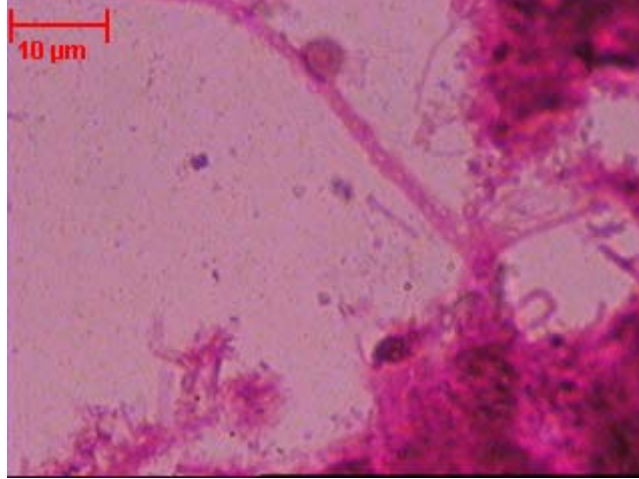
Nisan ayı başlarında karşımıza çıkan diğer bir tür de Gram pozitif bir filamentli olan *N. limicola* III'tür. Bitişik büyüme olmayan, kılıfsız ve değişken filament uzunluğu ile dikkat çekmektedir [19]. Oldukça belirgin bölmeli bir yapıya sahiptir (Resim 7.49).



Resim 7.49. 05.04.07 tarihli numuneden *N. limicola* III'ün bölmeli yapısına bir örnek (Gram boyama, 100x)

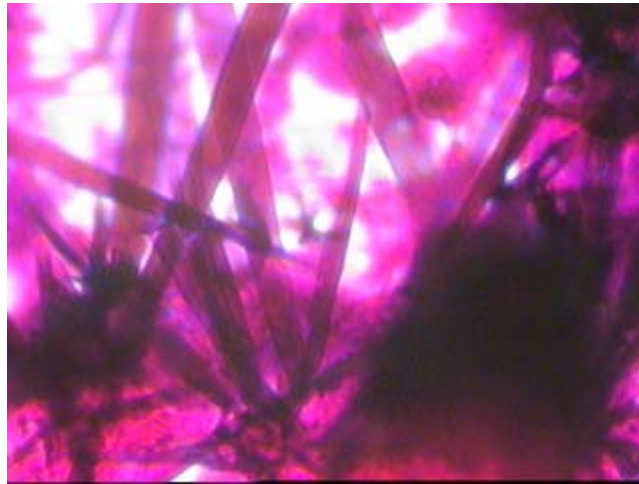
N. limicola III tesise giren kaçak kirlilik yükleri sebebiyle artan endüstriyel kirlilik ile tetiklenmektedir.

Bunun yanında numunelerde Tip 021 N ile de karşılaşılmaktadır. Tip 021 N Gram negatif bir filamentli bakteri çeşididir. Dallanma olmayan, bitişik büyümenin gözlenmediği; fakat bunun yanında bölmelerinin çok net bir şekilde fark edildiği bir türdür [19] (Resim 7.50).



Resim 7.50. 05.04.07 tarihli numuneden Tip 021 N'in bölmeli yapısına bir örnek (Gram boyama, 100x)

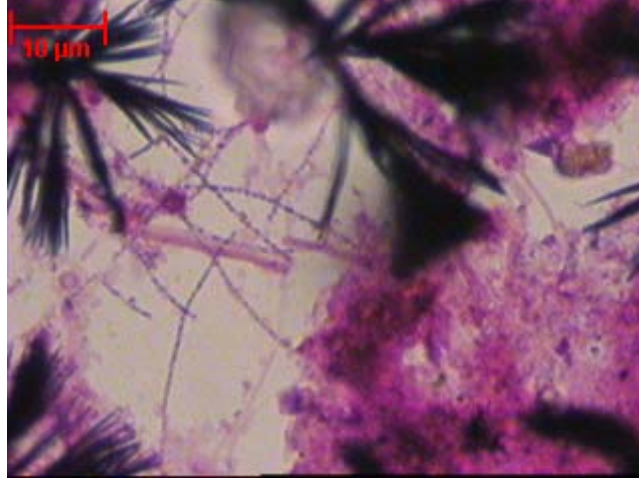
Numunelerde az miktarda olmakla birlikte Fungilere de rastlanmıştır. Genellikle boyamadan fazla etkilenmeyen türlerdir. Fakat Gram negatif olarak tespit edilebilirler. Dik açılı ve hareketsiz yapılardır (Resim 7.51).



Resim 7.51. 05.04.07 tarihli numuneden Fungi'ye ait bir örnek (Gram boyama, 100x)

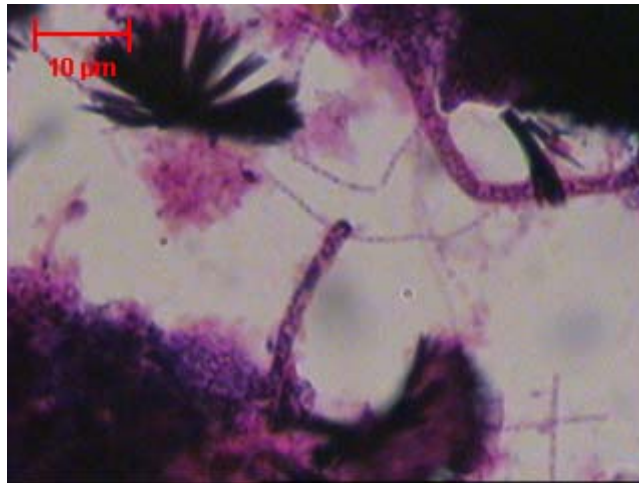
Arıtmalarda baskın olmaları söz konusu değildir. Eğer tesise endüstriyel kirlilik girmesi söz konusu ise var olabilmektedirler [19].

Nisan Ayı ortalarında alınan numunelerde iki farklı daha tür daha karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan ilki Tip 0914'tür. Evsel tesislerde çok fazla gözlenmemesine rağmen endüstriyel akış da tesiste bulunduğu için karşımıza çıkan bir türdür. Gram pozitif bir bakteridir ve sülfür depolama en önemli özelliğidir [19] (Resim 7.52).



Resim 7.52. 11.04.07 tarihli numuneden Tip 0914'e ait bir örnek (Gram boyama, 100x)

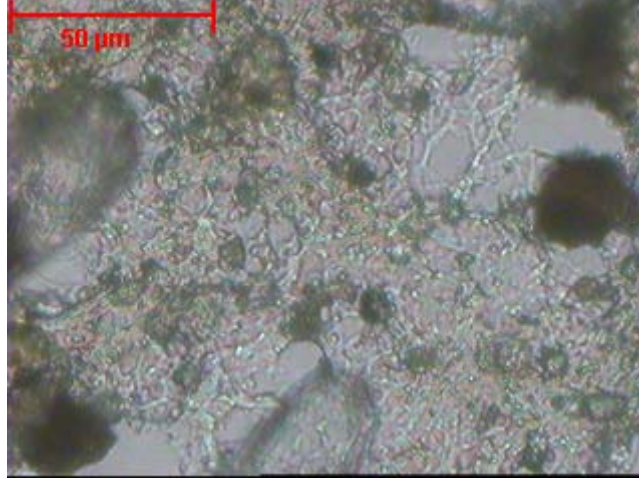
Diğer tür ise Gram negatif bir bakteri olan *Beggiatoa*'dır. Kılıflı yapısı ve sülfür depolama özellikleri ile dikkat çekmektedir (Resim 7.53).



Resim 7.53. 11.04.07 tarihli numuneden *Beggiatoa*'nın kılıflı yapısına bir örnek (Gram boyama, 100x)

Bunun yanında Neisser boyama ile Nisan ayı numunelerinde Tip 0092 tespit edilmiştir. Tip 0092 Neisser negatif bir filamentli bakteridir. Sarmal bir yapıya

sahiptir. Bu nedenle numunelerde yapılan boyama sonucunda mavi-gri bir renkte karşımıza çıkmaktadır [19] (Resim 7.54).



Resim 7.54. 11.04.07 tarihli numuneden Tip 0092'ye ait bir örnek (Neisser boyama, 100x)

Neisser boyama sonucunda tespit edildiği için geniş bir popülasyona sahip olduğunu anlamak mümkündür. Nisan ortalarında çıkma sebebi *M. parvicella*'nın azalmaya başlamasının bir sebebidir; çünkü yaz-sonbahar döneminde yoğun olarak gözlenmektedirler.

Neisser boyama ile tespit edilen diğer bir tür ise; Tip 0803'tür. Tip 0803 Neisser pozitif bir filamentli bakteridir. Tesis genelinde aşırı değildir; eğer sayıları artarsa tesiste çamur kabarması görülebilecektir. En önemli özellikleri dallanma yapmayan, tekil türler olmasıdır [19] (Resim 7.55).



Resim 7.55. 30.04.07 tarihli numuneden Tip 0803'e ait bir örnek (Neisser boyama, 40x)

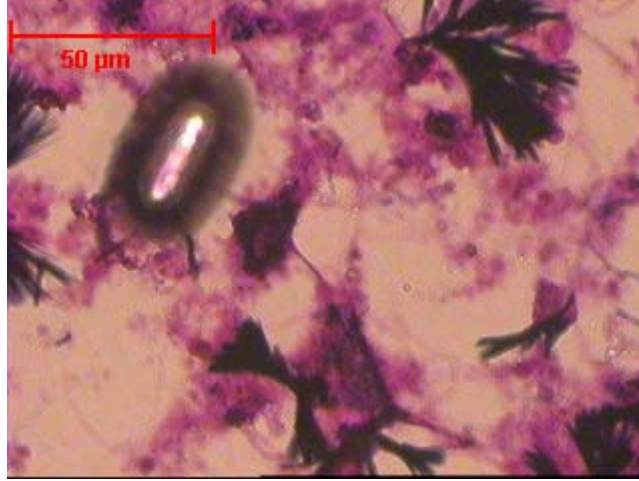
Gram boyamada gözlenen Tip 021 N; sülfür depolama testi neticesinde de karşımıza çıkmaktadır. Sülfür depolama özelliği Tip 021 N için çok önemli, ayırıcı bir özelliktir (Resim 7.56).



Resim 7.56. 30.04.07 tarihli numuneden Tip 021 N'nin sülfür depolama özelliğini gösteren bir örnek (40x)

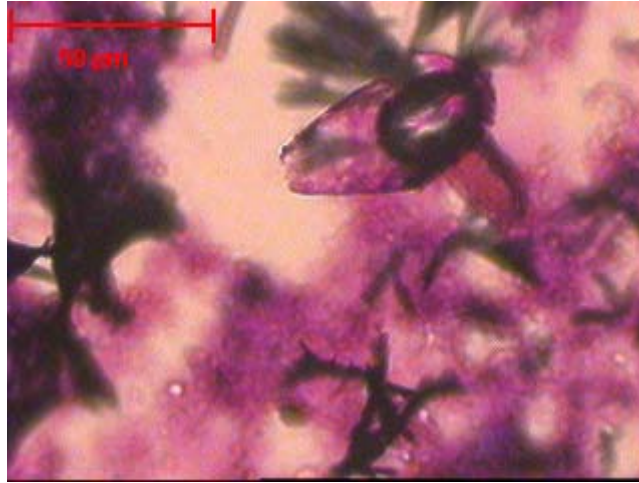
- Mayıs ayı analiz sonuçlarına göre; giriş suyu KOİ değeri 484 mg/l, havalandırma havuzu SVI değeri ise; 106 ml/g olarak tespit edilmiştir. Bu durum Nisan ayındaki çamur kompozisyonunun devamı niteliğinde karşımıza çıkmaktadır. Bahar mevsiminin gelişi ile hava sıcaklığına bağlı olarak da kış aylarına nazaran daha çeşitli türlerin bulunması söz konusu olmaktadır.

Ortamin hakim protozoa çeşidi Arcella Mayıs Ayı'nda da karşımıza çıkmaktadır. Yapısal olarak biraz daha oval bir yapı alması ve çeperlerindeki kahverenginin daha koyu bir yapı ile karşımıza çıkması çamur kompozisyonundaki iyon miktarının artışına bağlı olarak daha fazla absorblama özelliği göstermesinden kaynaklanmaktadır [19] (Resim 7.57).



Resim 7.57. 03.05.07 tarihli numuneden Arcella'ya ait bir örnek (Gram boyama, 40x)

Diğer bir protozoa türü olarak da siliatlılardan; yavaş ilerleyen bir siliat türü olan Chilodonella dikkat çekmektedir. Ortamın çamur yükü seviyesi yaşamı için uygun olduğu için ortaya çıkması mümkün olmaktadır. Uzuvları var olmasına rağmen saydam oluşları nedeniyle görülememektedir [19] (Resim 7.58).



Resim 7.58. 03.05.07 tarihli numuneden Chilodonella'ya ait bir örnek (Gram boyama, 40x)

Epistylis de Mayıs Ayı numunelerinde gözlenen bir sapsız siliattır; diğer aylar gibi bu ayda da saplı siliatlar gözlenememiştir. Epistylis vazo şeklindeki yapısı ile belirgin bir özellik taşımaktadır [19] (Resim 7.59). Tesis çamur yükü seviyesi yaşamaları için uygun ortamı sağlamaktadır.

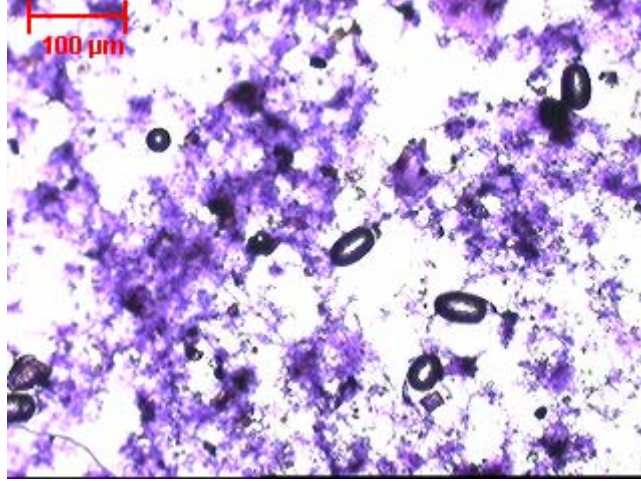


Resim 7.59. 03.05.07 tarihli numuneden Epistylis'e ait bir örnek (100x)

Mayıs Ayı flok yapısı Nisan ayı flok yapısı ile oldukça benzemektedir. Bu ayda da floklar arasındaki boşluklar dikkat çekmektedir (Resim 7.60, Resim 7.61). Bu durum hala dayanıklı flokların ortama hakim olamadığının bir göstergesidir. Bu da SVI seviyesinin istenenin üzerinde olmasından kaynaklanmaktadır.

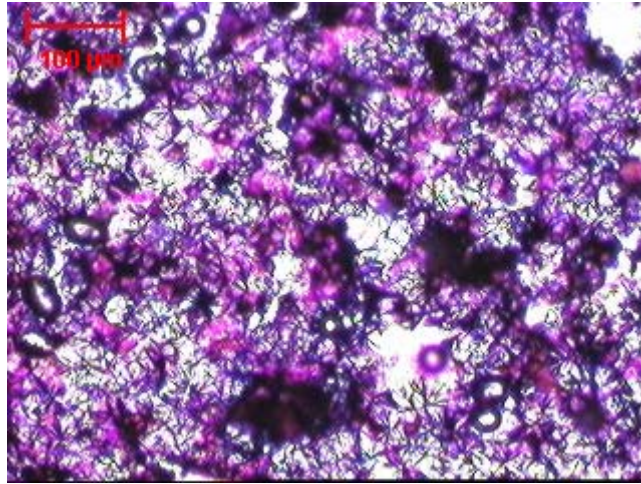


Resim 7.60. 03.05.07 tarihli numuneden flok yapısını gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x)



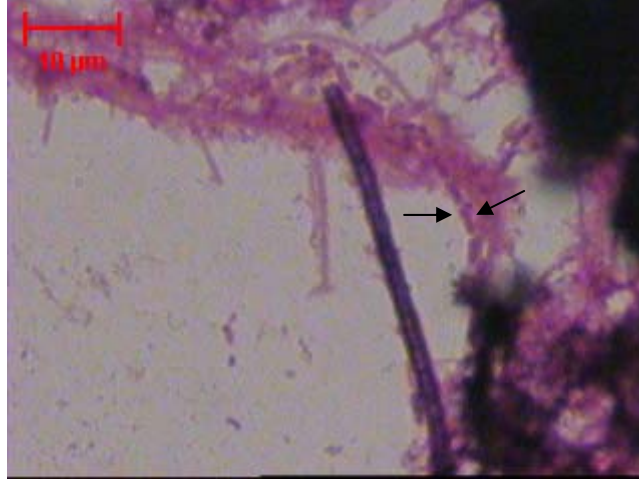
Resim 7.61. 25.05.07 tarihli numuneden flok yapısındaki gevşekliği gösteren bir örnek (Neisser boyama, 10x)

Mayıs ayı numunelerinde de Aktinomiset varlığı yoğun şekilde olduğu için flokların yapısını tespit için çekilen fotoğrafları önemli ölçüde etkilemektedir (Resim 7.62).



Resim 7.62. 18.05.07 tarihli numuneden Aktinomisetlerin flok üzerindeki yoğunluğunu gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x)

Gram boyama neticesinde Mayıs Ayı numunelerindeki filamentli bakteriler tespit edilebilmiştir. Tespit edilen ilk tür, Tip 1701'dir. Bölmeli yapısı çok dikkat çekicidir ve bitişik büyüme özelliği göstermektedir [19] (Resim 7.63).



Resim 7.63. 03.05.07 tarihli numuneden Tip 1701' e ait bir örnek (Gram boyama 100x)

Gram negatif bir filamentli türüdür. Hava sıcaklığındaki artış neticesinde ortaya çıkmaktadır. Zirai endüstrilerden gelen atıksularla meydana çıkmıştır.

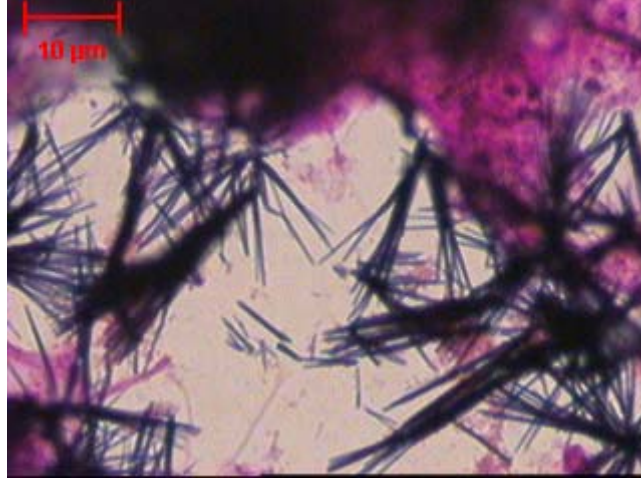
Numunelerde gözlenen diğer bir tür ise Beggiatoadır. Bu örnekte düz şekilde ve tutarsız filament uzunluğu ile karşımıza çıkmaktadır (Resim 7.64). Gram negatif bir filamentlidir [19].



Resim 7.64. 03.05.07 tarihli numuneden Beggiatoa'ya ait bir örnek (Gram boyama, 100x)

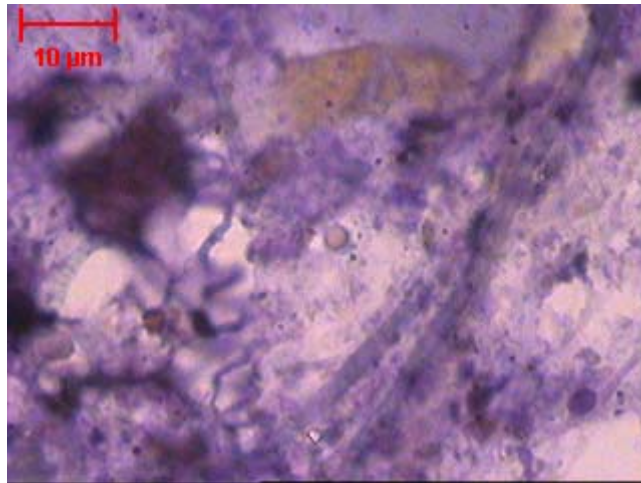
Diğer aylarda olduğu gibi Aktinomisetlerin ortamdaki varlığı devam etmektedir. Gram pozitif bir filamentli olan Aktinomisetlerin bölmeleri görülebilir özellikle değildir (Resim 7.65). Hava sıcaklığındaki artıştan etkilenecek sayıca aşırı arttıkları düşünülmektedir. Varlıkları yüksek çamur yükü ile açıklanabilmektedir ve çamur

tankında sindirmeye taşındıkları takdirde köpük oluşumuna neden olabilecekleri düşünülerek; artışlarının takip edilmesi gerekmektedir.



Resim 7.65. 18.05.07 tarihli numuneden Aktinomisetlere ait bir örnek (Gram boyama, 100x)

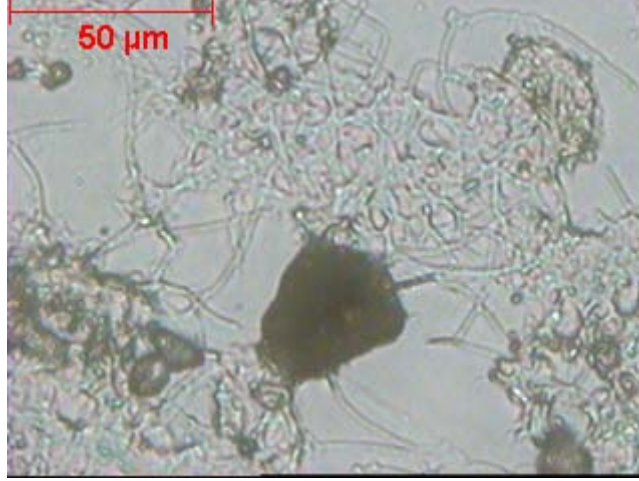
Mayıs Ayı Neisser boyamalarında sadece Tip 0092'nin teşhisi yapılabilmektedir. Tip 0092 Neisser pozitif özellikte bir filamentli bakteridir. Bölmeleri görülememektedir ve genellikle düz şekilli bakterilerdir (Resim 7.66). Çoğunlukla floklar içinde gizlenmiş durumdadırlar ve sıcaklık artışı bu tür için de tetikleyici bir unsurdur [19].



Resim 7.66. 25.05.07 tarihli numuneden Tip 0092'ye ait bir örnek (Neisser boyama, 100x)

Mayıs Ayı numunelerine uygulanan Sülfür Depolama Testi neticesinde Tip 021 N filamentli bakteri türüne rastlanmıştır. Sülfür depolama özelliği çok değildir ama

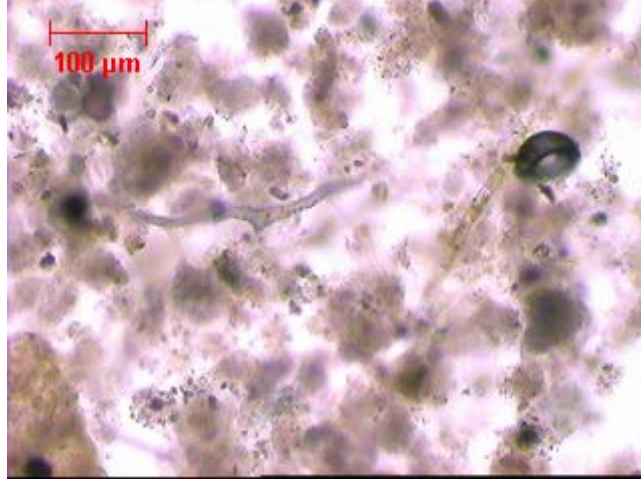
vardır. Bu nedenle fazla net görülememekle beraber sülfür tanecikleri seçilebilmektedir (Resim 7.67).



Resim 7.67. 25.05.07 tarihli numuneden Tip 021 N'in sülfür depolama özelliğine ait bir örnek (40x)

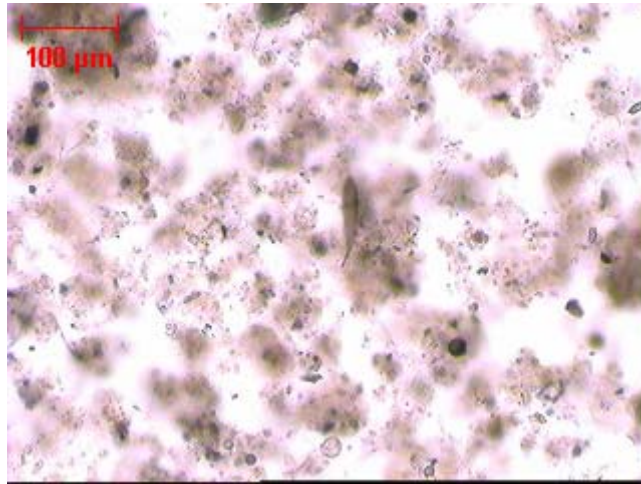
- Haziran Ayı analiz sonuçlarına göre; giriş suyu KOİ değeri 405 mg/l; havalandırma havuzu SVI değeri ise; 75,12 ml/g olarak tespit edilmiştir. İki değerde önceki iki aya nazaran düşüş vardır. SVI değerinin normal değerleri yakaladığı görülmektedir. Bunun havalandırma havuzundaki ortam şartlarındaki farklılaşmadan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kirlilik yükleri arasındaki farklılıklar ve bahar aylarının sonlanıp tamamen yaz ayının başlaması da bir etken olarak düşünülebilmektedir. Ancak KOİ değeri hala uygun değerlerin üzerinde bir değerle tesise giriş yapıldığını göstermektedir.

Haziran ayında mikroorganizma yapılarında genel anlamda tekrar bir azalma başlamaktadır. Bunun nedeni hava sıcaklığındaki aşırı artışlar nedeniyle olduğu düşünülmektedir. SVI değerinin düşüşü de bu durumda etkili olmaktadır. Diğer aylarda olduğu gibi Arcella yine ortamda gözlenmektedir, fakat ortamdaki varlığında bir gerileme başlamıştır, bu gerilemeyi tesise giren iyon yapısındaki değişime bağlamakta mümkündür (Resim 7.68).



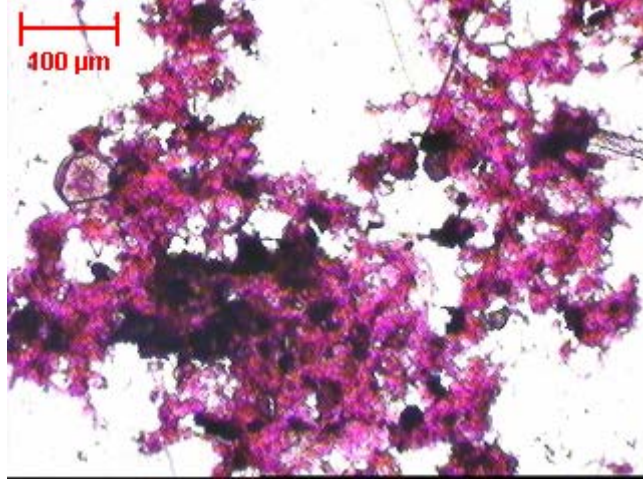
Resim 7.68. 07.06.07 tarihli numuneden Arcella'ya ait bir örnek (10x)

Tespit edilen bir diğer türde diğer aylardan farklı olarak; Euglena'dır (Resim7.69). Mevsimsel değişile ortaya çıkan bir türdür. Ortamda hakim bir canlı değildir.



Resim 7.69. 22.06.07 tarihli numuneden Euglena'ya ait bir örnek (10x)

Bunun yanında az miktarda olmakla beraber flok yapısında dayanıklı ve boşluksuz bir yapıya doğru geçmeye başlamıştır. Flok yapısı flok tipi II'den flok tipi I'e doğru bir geçiş dönemine girmiştir. Flok tipi I; II'ye kıyasla daha dayanıklı bir durumu temsil etmektedir (Resim 7.70).



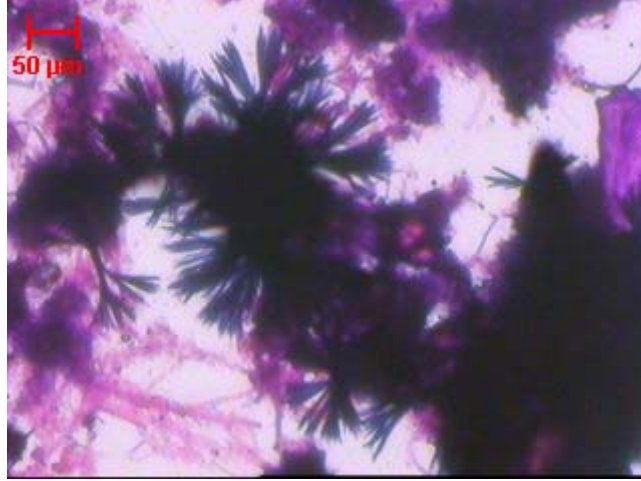
Resim 7.70. 29.06.07 tarihli numuneden flok yapısının daha dayanıklı hale gelişini gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x)

Haziran Ayı'nda da yoğun şekilde Aktinomiset varlığı devam etmektedir. Floklar üzerindeki varlıkları belirgin şekilde ortaya çıkmaya devam etmektedir (Resim 7.71).



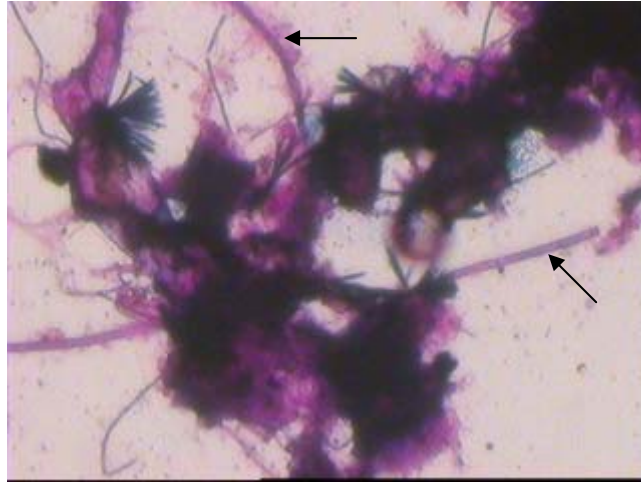
Resim 7.71. 29.06.07 tarihli numuneden Aktinomisetlerin flok üzerindeki varlıklarını gösteren bir örnek (Gram boyama, 40x)

Akinomisetlerin rozet şeklindeki yapıları göze çarpmaktadır. Su sıcaklığının 15'den fazla olması da varlıklarının hakimiyetini arttıran bir diğer unsurdur (Resim 7.72). Ortama yağlı bileşenlerin girişi de tetikleyici koşullardır [19].



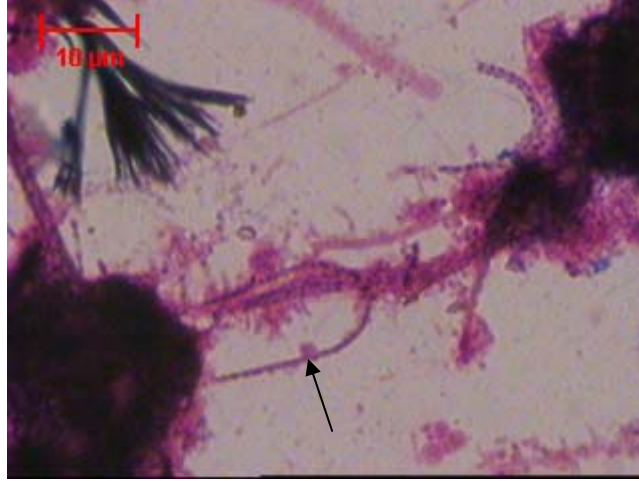
Resim 7.72. 22.06.07 tarihli numuneden Aktinomisetleri gösteren bir örnek (Gram boyama, 40x)

Numunelerde ay sonuna doğru göze çarpan bir örnek Tip 0092'dir. Son birkaç ayda devam eden varlığını sürdürmektedir. Gram negatif bir filamentli ve düz şekliyle göze çarpmaktadır [19] (Resim 7.73). Sıcaklık artışı Tip 0092 için de gelişimi sağlayan en önemli unsurdur ve bu tesis içinde böyle olduğu düşünülmektedir.



Resim 7.73. 22.06.07 tarihli numuneden düz şekilli formuyla görülen Tip 0092'ye ait bir örnek (Gram boyama, 40x)

Bu süre içinde karşılaşılan bir diğer tür ise Tip 1863'tür. Gram negatif bir filamentli bakteridir. Kılıfı yoktur ve en belirgin özelliği sahip olduğu bölmeli yapısıdır [19] (Resim 7.74). Çamur yükünün artmasına neden olan proses şartları nedeniyle ortaya çıkmıştır.



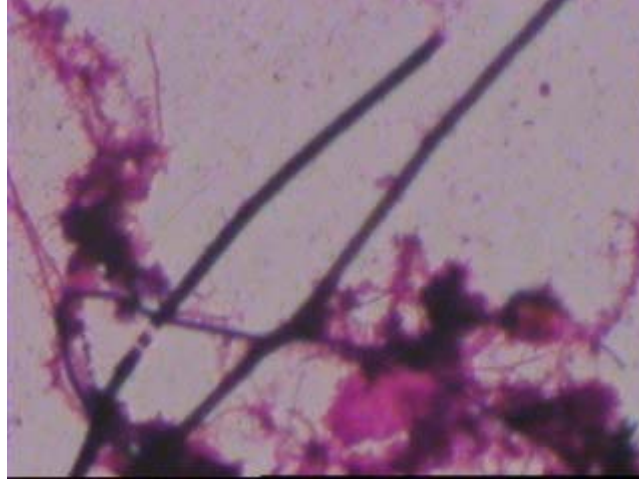
Resim 7.74. 22.06.07 tarihli numuneden Tip 1863'ün bölmeli yapısını gösteren bir örnek (Gram boyama, 100x)

Haziran Ayı'nda görülen bir diğer tür de Tip 0914'tür. Tip 0914 Gram pozitif bir filamentli çeşidedir. Dallanma görülmemektedir ve kılıfa sahip değildir; floklar boyunca serbest halde bulunmaktadır [19] (Resim 7.75). Varlıklarının artışının Sülfür içeren akıştan kaynaklandığı tahmin edilmektedir.



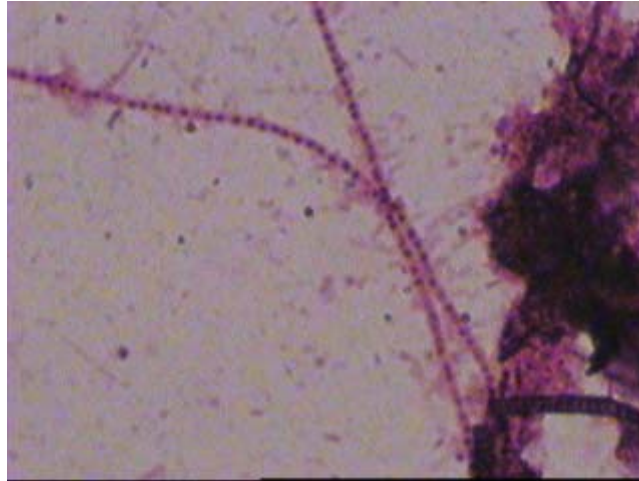
Resim 7.75. 22.06.07 tarihli numuneden flok arasında serbest haldeki Tip 0914'e ait bir örnek (Gram boyama, 100x)

Ay sonunda karşımıza çıkan diğer bir tür Tip 0961'tir. Gram negatif, dallanmanın görülmediği, düz ve dik açılı filamentli bakterilerdir [19] (Resim 7.76). Diğer bakterilerce kolayca ayrışabilme özelliğine sahiptir.



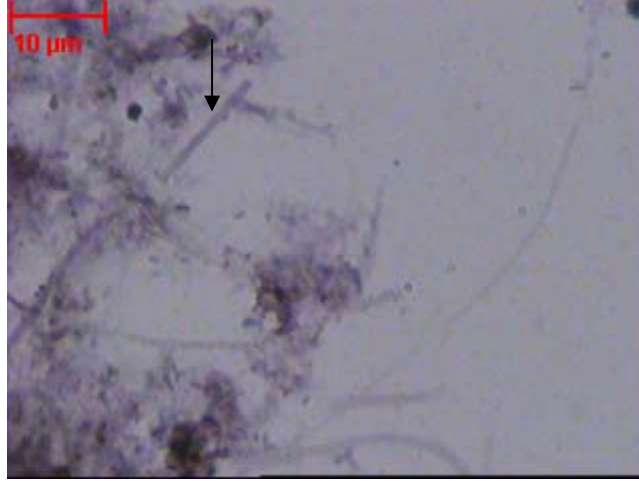
Resim 7.76. 29.06.07 tarihli numuneden Tip 0961'in yapısını gösteren bir örnek (Gram boyama, 100x)

Gram boyama neticesinde belirlenen diğer tür ise; Tip 0803'tür. Bazen Gram pozitif; bazen de Gram negatif bir bakteri olarak ortaya çıkabilmektedir [19]. Bu örnekte Gram negatif olarak görülmektedir ve bölmeli yapısı ile dikkat çekmektedir (Resim 7.77). Bu filamentli bakterinin varlığı örnek tesiste endüstriyel atıksu girişinde artışın ya da çeşitliliğin habercisidir.



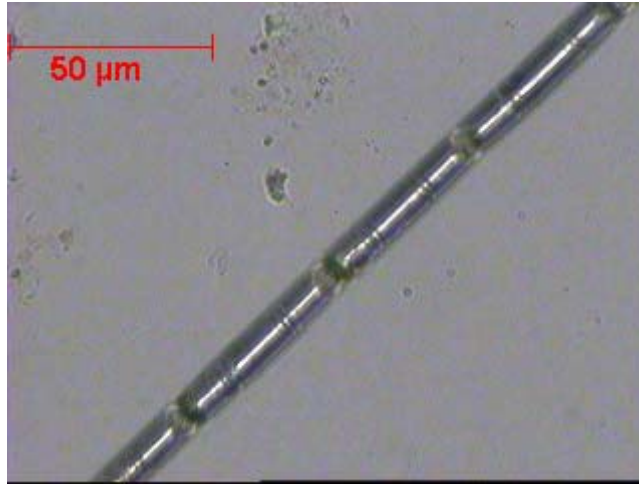
Resim 7.77. 29.06.07 tarihli numuneden Tip 0803'ün bölmeli yapısını gösteren bir örnek (Gram boyama, 100x)

Haziran Ayı Neisser boyama sonuçlarına göre ise; Gram boyamadan farklı olarak bir farklı tür daha belirlenmiştir. Bu da *N. limicola* I'dir. Neisser pozitif bir filamentli bakteridir. Floklardan dışa doğru çıkıntılar oluşturmaktadır (Resim 7.78). Tesis için uyarıcı özellik gösterir; eğer varlıklarında artış olursa; tesiste köpük oluşumu gözlemlenebilir [19].



Resim 7.78. 22.06.07 tarihli numuneden *N. limicola*'nın floklardan çıkıntı yapan görüntüsüne ait bir örnek (Neisser boyama, 100x)

Numunelere uygulanan Sülfür Depolama Testi neticesinde ise Thiothrix tipi filamentli bakteriye rastlanmıştır. Sülfür depolama özelliğini burada çok net şekilde görmek mümkün olmaktadır ve Thiothrix'in bu durumu da tesise giren sülfür içeriği fazla yüklerin bir diğer göstergesidir (Resim 7.79).



Resim 7.79. 22.06.07 tarihli numuneden Thiothrix'in sülfür depolama özelliğine ait bir örnek (40x)

Tablo 7.3. Mayıs ve Haziran ayında tespit edilen türlerin karşılaştırılması

Boyama Uygulanmadan Gözlenen Mikroorganizmalar	MAYIS				HAZİRAN			
	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
Arcella	X	X	X	X	X	X	X	X
Chidonella	X							
Epistylis	X							
Euglena							X	
Boyamadan Sonra Gözlenen Filamentli Mikroorganizmalar	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
Aktinomisetler	X	X	X	X	X	X	X	X
Tip 1701	X							
Beggiatoa	X		X					
Tip 0092			X	X			X	X
Tip 021 N			X	X				
Tip 1863						X	X	
Tip 0914							X	
Tip 0961								X
Tip 0803							X	X
N. limicola III							X	
Thiothrix					X	X	X	

BÖLÜM 8. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

- Seçilen tesiste fiziksel, biyolojik arıtma ve çamur susuzlaştırma üniteleri bulunmaktadır. Tez kapsamında bu tesisin aktif çamur ünitesinden alınan çamurun karakterizasyonunun su kalitesi ile olan bağlantısı kurulmuştur.

- Tesisten alınan numunelerin laboratuvar ortamında incelenmesi neticesinde çamur kabarması ve şişmesi problemlerinin görülmediği belirlenmiştir. Ancak çamur yapısında bazı bozukluklar tespit edilmiştir.

- Ocak ayı flokları sıkı ve dayanıklı bir yapı sergilerken; Şubat ayı başlarında tesise girdiği tahmin edilen kirlilik yükü fazla debiler nedeniyle; flok yapısı ve çamur karakterinde ve buradaki mikroorganizmalarda bozulmalar tespit edilmiştir. Kök ayaklılar ortama hakim olmuştur. Bu durum tesisten alınan analiz sonuçlarına yansımamıştır; çünkü bu uzun havalandırılmalı bir tesistir. Ayrıca filamentli bakterilerde de Şubat ve Mart aylarında fark edilir düzeyde bir artış meydana gelmiştir. Flok yapısındaki bozukluklar; Nisan ve Mayıs Ayları'nda da deva etmektedir; bunun yanında filamentlilerdeki çeşitlik sürmüştür ve bunu suyun karakterine bağlamak da mümkün olmuştur. Haziran Ayı'nda flok yapısında az miktarda iyileşme kaydedilmesine rağmen bu yeterli bir iyileşme değildir.

- 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.

- Filamentlilerin belli bir oranda flok yapısı içinde veya çamur içinde serbest olarak bulunması; kalın, dayanıklı ve sağlıklı flok oluşumu için olumlu bir sonuç verecektir. 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.

- Çamur kabarması ve şişmesinin şuan tesiste mevcut olmaması, gelecekte olmayacağını düşünmek için yeterli değildir. Her an böyle bir sorunla karşılaşılabilceği unutulmamalı, bu nedenle de konunun takibi ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır. Tesiste bu çalışmaları yapabilmek için gerekli ekipmanlar temin edilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] TOPRAK, H., Aktif çamur sürecinin işletilmesi, 9 Eylül Üni. Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümü
- [2] <http://www.aktifaritma.com/aktifcamur.html>, 15 Ocak 2007
- [3] <http://www.medikal-market.com/dosyalar/boyalar.htm>, 15 Ocak 2007
- [4] http://www.biokim-aritma.com/evsel_nitelikli_atyksularyn_arytym_yontemleri.pdf, Ocak 2007
- [5] <http://www.biokim-aritma.com>, 16 Ocak 2007
- [6] İLERİ, R., Çevre Biyoteknolojisi, 168-174, 271-272
- [7] <http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana58/evsel01.html>, 13 Ocak 2007
- [8] Aktif çamur sistemi işletme talimatları, İSKİ Tuzla Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi, 2006
- [9] http://www.etcaritma.com/atksartma/evsel_ar%C4%B1tma.htm, Ocak 2007
- [10] <http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/doc98-3.htm>, 26 Ocak 2007
- [11] EIKELBOOM, D. H., The Microthrix parvicella puzzle, Water Science & Technology, 1994; 29(7):271-279
- [12] 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
- [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] PIPES, W. O., Actinomycete scumproduction in activated sludge process, J. WPCF 50, 1978

- [16] HU, P., STROM, P. F., Fungal bulging of activated sludge at low pH, Research J. Water Population Control Fed 63, 1991
- [17] SEZGİN, M., JENKINS, D., PARKER, D. S., Aunified-theory of activated sludge bulking, J. WPCF 50, 1978
- [18] FORSTER, C. F., DALLAS-NEWTON, J., Activated sludge settlement-some suppositions and suggestions water pollut control 79, 1980
- [19] EIKELBOOM, D. H., Process control of activated sludge plants by microscobic investigation, 2000
- [20] EIKELBOOM, D. H., Filamentous organisms observed in activated sludge, Water Research 9, 1975; 365-388
- [21] <http://scow.lawr.ucdavis.edu/lab%20members-pictures/main%20page%20picture.JPG>, 14 Ocak 2007
- [22] http://user.uni-frankfurt.de/~schauder/gradient/beggia06_bg.jpg, Ocak 2007
- [23] <http://www.nies.go.jp/biology/mcc/images/PCD5008/0998L.jpg>, Ocak 2007
- [24] <http://www.zerberus-online.de/Problematik/Flexibacter-1.jpg>, 14 Ocak 2007
- [25] <http://www.environmentallevantage.com/filament%20pics/Image321.gif>, 16 Ocak 2007
- [26] <http://www.microbeworld.org/images/meetmicros/bacteria/leucothrix.jpg>
- [27] EIKELBOOM, D. H., The Microthrix parvicella puzzle, Water Science & Technology, 1994; 29(7):271-279
- [28] http://www.vta-gmbh.com/vta1/bilder/3_2n.jpg, 13 Ocak 3007
- [29] TANDOİ, V., ROSETTİ, S., BLACKALL, L.L. & MAJONE, M., Some physiological properites of an Italian isolate of "Microthrix parvicella", Water Science & Techology 37 (4-5),1998; 1-8
- [30] <http://www.scitrav.com/wwater/asp1/MICROTH1.GIF>, 12 Ocak 2007
- [31] SLĪJKHUĪS, H. & DEĪNEMA, M. H., Effect of evvironmental conditions on the occurence of Microthrix parvicella in activated sludge, Water Research 22, 1988; 825-828
- [32] 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,

- [33] <http://www.environmentallevantage.com/filament%20pics/25-Nlimns.jpg>
- [34] <http://www.environmentallevantage.com/bug%20photos/filaments/fixe/n%20lim%20beads.JPG>, 16 Ocak 2007
- [35] <http://www.environmentallevantage.com/bug%20photos/filaments/nocardiam.jpg>, 12 Ocak 2007
- [36] <http://www.fungi.dk/pic/uloe.jpg>, 16 Ocak 2007
- [37] http://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Image:S_natans.JPG, Ocak 2007
- [38] <http://atchimiebiologie.free.fr/yaourt/streptococcus.jpg>, 18 Ocak 2007
- [39] <http://www.uni-tuebingen.de/modeling/images/pneumo.jpg>, 12 Mart 2007
- [40] <http://www-cyanosite.bio.purdue.edu/images/lgimages/mix4.jpg>, Mart 2007
- [41] <http://web.deu.edu.tr/atiksu/toprak/filameth.jpg>, 12 Mart 2007
- [42] http://www.environmentallevantage.com/bug%20photos/filaments/fixe/THI_OGRM.jpg, 12 Mart 2007
- [43] <http://www.environmentallevantage.com/Large%20type%200041/large%20type%200041/NEISSER%204%2021N%20AND%200041.jpg>, Mart 2007
- [44] <http://www.asissludge.com/figures/Type0092.gif>, 12 Mart 2007
- [45] <http://www.environmentallevantage.com/bug%20photos/filaments/fixe/021n%20neisser.JPG>, 13 Mart 2007
- [46] <http://www.environmentallevantage.com/Type%200411.htm>, 12 Mart 2007
- [47] <http://www.environmentallevantage.com/Type%200581.htm>, 14 Mart 2007
- [48] <http://www.environmentallevantage.com/Type%200803.htm>, 14 Mart 2007
- [49] <http://www.environmentallevantage.com/Type%200914.htm>, 15 Mart 2007
- [50] <http://www.asissludge.com/figures/type0961.gif>, 08 Mart 2007
- [51] <http://www.environmentallevantage.com/Type%201701.htm>, 11 Mart 2007
- [52] <http://www.asissludge.com/figures/Type1851.gif>, 16 Mart 2007
- [53] <http://www.environmentallevantage.com/Type%201863.htm>, 19 Mart 2007

- [54] EIKELBOOM, D. H., Extra toepassingsmogelijkheden voor protozoa en metazoa bij de zuivering van afvalwater, MT-TNO, Delft, Report R, 1988; 88:286
- [55] CURDS, C., R., An illustrated key to teh British fresh water ciliated protozoa commonly found in activated sludge, Water pollution Research Tech. Paper No. 12, London,1969
- [56] http://www.eko.uj.edu.pl/static/wp6/orzeski_pliki/image026.jpg, Şubat 2007
- [57] <http://www.kashiwara-j.city.kashiwara.osaka.jp/mizubio/nagasekw/senmou/EPISTY2.jpg>
- [58] http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/biotech/albums/Video_protoZ/opercularia.jpg, Şubat 2007
- [59] <http://www.nilesbio.com/images/categories/C143.jpg>, 11 Şubat 2007
- [60] <http://www.kashiwara-j.city.kashiwara.osaka.jp/mizubio/suiden/senmou/vagunucl.JPG>, Şubat 2007
- [61] <http://biodidac.bio.uottawa.ca/ftp/BIODIDAC/cavanihac/CAVA041P.jpg>, 16 Şubat 2007
- [62] http://www.eko.uj.edu.pl/static/wp6/orzeski_pliki/image054.jpg, Mart 2007
- [63] <http://www.wwa-fs.bayern.de/datenufakten/Biologie/Bilder/Chilodonella.jpg>, 22 Mart 2007
- [64] <http://protist.i.hosei.ac.jp/taxonomy/Ciliophora/Oligohymenophorea/Genus/Vorticella/index.html>, 26 Ocak 2007
- [65] <http://www.pirx.com/droplet/gallery/blepharisma/blepharisma1.jpg>
- [66] <http://www.nilesbio.com/images/categories/C134.jpg>, 04 Mart 2007
- [67] <http://www.nutri-tech.com.au/images/products/cilliates-euplotes-and-stylonchia.jpg>, 06 Mart 2007
- [68] http://www.hydro-kosmos.de/mikmak/wm3_3.jpg, 12 Mart 2007
- [69] <http://upsidedownhippo.com/archives/Paramecium.jpg>, 18 Mart 2007
- [70] <http://www.gpmatthews.nildram.co.uk/animalcules/spirostomum/spirostomum09.jpg>, 25 Ocak 2007
- [71] <http://microscope.mbl.edu/baypaul/microscope/thebiologyof/euglenozoa/eugzoaimages/Bodoslm.gif>, 26 Mart 2007

- [72] <http://members.surfeu.at/h.lugsteiner/mikrofoto/peranema2.jpg>, Ocak 2007
- [73] http://microscope.mbl.edu/baypaul/microscope/lucidkeys/types_of_flagellates/images/ftp_chaonoflagellate_atw.jpg, 16 Ocak 2007
- [74] <http://www.jkaqua.com/Home/Pleuromonas-w.gif>, 17 Ocak 2007
- [75] <http://www.wisa.org.za/Archives/Bug012005/Bug29.gif>, 22 Ocak 2007
- [76] <http://www.planet-pets.com/amoeba1.jpg>, 22 Ocak 2007
- [77] <http://www.pirx.com/droplet/gallery/arcella/arcella3.jpg>, 22 Ocak 2007
- [78] <http://www.microscopy-uk.org.uk/micropolitan/fresh/protozoa/actinosphaerium2.jpg>, 22 Ocak 2007
- [79] http://www.gpmatthews.nildram.co.uk/animalcules/rotifers/r_neptunis003a.Jpg, 24 Ocak 2007
- [80] http://soils.usda.gov/sqi/concepts/soil_biology/images/large_todes_LR.jpg
- [81] <http://thenonist.com/images/uploads/tardigrades4.jpg>, 23 Ocak 2007
- [82] [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8e/Annelida_Oligochaeta_\(Lumbricus\)_Earthworm.jpg/350px-Annelida_Oligochaeta_\(Lumbricus\)_Earthworm.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8e/Annelida_Oligochaeta_(Lumbricus)_Earthworm.jpg/350px-Annelida_Oligochaeta_(Lumbricus)_Earthworm.jpg), 22 Ocak 2007
- [83] http://www.plingfactory.de/Science/Atlas/KennkartenTiere/Annelida/preview/aelosoma_variegatum_hf_1y.jpg, 21 Ocak 2007
- [84] NUHOĞLU, N. N., Adapazarı Büyükşehir Belediyesi Adasu Genel Müd., Adasu Arıtma Tesisi tanıtım çalışması, 2006
- [85] Adasu Atıksu Arıtma Tesisi' nde işletme esnasında karşılaşılan sorunlar, Adapazarı, 2006
- [86] WANG, J., CHAI, L., ZANG, Y., CHEN, L., Mikrobiyal ecological model of filamentous bulking and mechanisms, World J. Microbial Biotechnol, 2006
- [87] SEKA, M. A., HAMMES, F., VERSTRAETE, W., Predicting the effects of chlorine on the micro-organisms of filamentous bulking activated sludges, Appl. Microbial Biotechnol, 2003; 61:562-568
- [88] VERVAEREN, H., WILDE, K. D., MATTHYS, J., BOON, N., RASKIN, L., VERSTRAETE, W., Quantification of an Eikelboom type 021 N bulking event with fluorescence in situ hybridization and real time PCR, Appl. Microbial Biotechnol, 2005; 68:695-704

- [89] BANADDA, E. N., SMETS, I. Y., JENNE, R., VAN IMPE J. F., Predicting the anset of filamentous bulking in biological wastewater treatment systems by exploiting image analysis information *Bioprocess Eng.*, 2005; 27:339-348
- [90] WAGNER, M., LOY, A., NOUGEIRA, R., PURKHOLD, U., LEE, N., DAIMS, H., Microbial community composition and function in wastewater treatment plants, *Antonie Van Leeuwenhoek*, Netherland, 2002; 81:665-680
- [91] HALIKİ, A., ÖZDEMİR, G., UZEL, A., Aktif çamur sistemlerinde sorun yaratan filamentli mikroorganizmaların izolasyonu ve kontrol stratejileri üzerinde bir araştırma, *E. Ü. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences Issue*, 2004; (3-4):275-207
- [92] ÖVEZ, S., ÖRS, C., MURAT, S., ORHAN, D., Effect of hypochloride on microbial ecology of bulking and foaming activated sludge treatment for tannery wastewater, *Journal of Environmental Science and Health Part A*, 2006; 41:2163-2174
- [93] LIVARSKA, E., BIZIKOCH, Application of image analysis techniques in activated sludge wastewater treatment processes, *Biotechnology Letters*, 2005; 27:1427-1433
- [94] MOTTO, M., PANS, M., ROCHE, N., Monitoring filamentous bulking in activated sludge systems fed by synthetic or municipal wastewater, *Bioprocess Bioyst Eng.*, 2005; 387-393
- [95] ÖVEZ, S., ORHAN, D., Microbial ecology of bulking and foaming activated sludge treating tannery wastewater, *Journal of Environmental Science and Health*, 2005; A 40:409-422
- [96] <http://home.tiscali.nl/~t936927/folio/images/tardigrade.jpg>, 12 Mart 2007
- [97] <http://www.microscope-microscope.org/applications/pond-critters/protozoans/images/peranema.jpg>, 16 Mart 2007
- [98] <http://www.lima.ohio-state.edu/academics/biology/images/amoeba.jpg>
- [99] <http://www.microscopyu.com/galleries/dxm1200/lecanerotiferlarge.html>
- [100] http://adoul.iitalia.com/index_fichiers/image022.jpg, 14 Mart 2007
- [101] <http://micro.magnet.fsu.edu/moviegallery/images/pondscum/amoeba.jpg>
- [102] <http://i.cnn.net/cnn/2003/HEALTH/12/11/drunk.gene.ap/story.c.elegans.nih.jpg>, 12 Mart 2007
- [103] <http://www.aquaria.com.ua/corm.images/Paramecium%20caudatum.jpg>

EKLER

EK A. OCAK, ŞUBAT, MART, NİSAN, MAYIS VE HAZİRAN AYLARI ANALİZ SONUÇLARI

Rapor No: 0066										
Rapor Tarihi: 08.01.2007		Numunelerin Alındığı ve Analiz Tarihi : 01.01.2007- 07.01.2007								
Numunelerin Alındığı Yerler: Atıksu Arıtma Tesisi; Giriş, Çıkış, Havalandırma Çıkışı, Son Çökeltme Çıkışı Atık Çamur (Kek), Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı										
Numuneler	Parametreler	Deşarj Stand.	Pz.	Sa.	Ça.	Pe.	Cu.	Ct.	Pa.	
Giriş	T	Sıcaklık	10-30 ° C	7,4	12,9	9,9	10,8	10,6	9	9,5
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,39	7,33	7,55	7,52	7,46	7,35	7,52
	AKM	Askıda Katı Madde	350 mg/l	131	509	351	378	327	146	245
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	450 mg/l	126	554	434	614	405	218	292
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	250 mg/l							
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	50 mg/l	18,78	18,37	23,1	20,16	14,37	16,07	18,7
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	10 mg/l							
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	-							
Çıkış	T	Sıcaklık	10-30 ° C	8,2	12,2	9,8	10,4	9,4	9,3	8,9
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,34	7,32	7,47	7,31	7,41	7,32	7,45
	AKM	Askıda Katı Madde	25 mg/l	8	21	10	13	15	11	20
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	90 mg/l	1	24	7	25	21	27	4
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	35 mg/l							
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	min.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	min.							
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	min.							
Verim	KOI' ye Göre Arıtım	%	99,20	96,21	98,39	95,93	94,81	87,61	98,63	
Havalandırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	2-4 g/l	5,71	5,44	5,3	5,6	5,78	4,81	4,74
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	350 ml/L	420	450	390	550	350	400	400
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	73,55	82,72	73,58	98,21	60,55	83,16	84,38
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %							
Son Çökeltme Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6-12 g/l	10,19	12,92	13,51	10,43	13,47	11,1	9,11
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	750-900 ml	800	880	890	850	900	840	750
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	78,50	68,11	67,87	81,49	66,81	75,67	83,32
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %							
Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6 %	5,11	5,59	5,36	5,43	5,22	5,11	5,16
Atık Çamur (Kek)	DS	Kuru Madde Miktarı	25 %	39,63	31,77	27,24	90,94	38,81	24,68	25,18
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %							

Ek A1. 01.01.2007 – 07.01.2007 tarihleri arası analiz sonuçları

Rapor No: 0067										
Rapor Tarihi: 15.01.2007		Numunelerin Alındığı ve Analiz Tarihi: 08.01.2007 -14.01.2007								
Numunelerin Alındığı Yerler: Atıksu Arıtma Tesisi; Giriş, Çıkış, Havalandırma Çıkışı, Son Çökeltme Çıkışı, Atık Çamur(Kek),Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı										
Numuneler	Parametreler	Deşarj Stand.	Pz.	Sa.	Ça.	Pe.	Cu.	Ct.	Pa.	
Giriş	T	Sıcaklık	10-30 ° C	8,9	13,6	13,6	10,6	12,7	10,7	13,5
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,47	7,67	7,61	7,55	7,47	7,47	7,48
	AKM	Askıda Katı Madde	350 mg/l	278	286	99	251	259	342	271
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	450 mg/l	309	342	168	329	344	383	334
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	250 mg/l		190					
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	50 mg/l	17,99	16,84	14,88	16,09	15,47	22,3	12,9
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	10 mg/l		13,70					
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	-		4					
Çıkış	T	Sıcaklık	10-30 ° C	8,5	13,1	13	10,3	11,2	10,3	12,3
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,47	7,80	7,73	7,57	7,64	7,49	7,41
	AKM	Askıda Katı Madde	25 mg/l	11	14	10	19	3	9	22
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	90 mg/l	26	27	22	21	21	22	19
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	35 mg/l		6,00					
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	min.	0,034	0,000	0,000	0,000	0,000	3,100	1,300
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	min.		6,50					
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	min.		3,00					
Verim	KOI' ye Göre Arıtım	%	91,59	92,11	86,90	93,62	93,90	94,26	94,31	
Havalandırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	2-4 g/l	4,69	5,3	4,29	4,34	4,95	6,11	5,85
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	350 ml/L	350	360	400	340	500	575	610
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	74,62	67,92	93,24	78,34	101,01	94,10	104,27
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		53,85					
Son Çökeltme Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6-12 g/l	11,39	11,38	7,53	8,16	9,24	10,39	
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	750-900 ml	850	870	650	780	850	850	
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	74,62	76,44	86,32	95,58	91,99	81,80	
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		55,91					
Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6 %	5,17	5,49	4,94	5,12	5,32	4,89	4,97
Atık Çamur (Kek)	DS	Kuru Madde Miktarı	25 %	25,59	34,17	28,35	30,03	31,79	26,15	24,57
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		52,13					

Ek A2. 08.01.2007 – 14.01.2007 tarihleri arasındaki analiz sonuçları

Rapor No: 0068										
Rapor Tarihi: 22.01.2007		Numunelerin Alındığı ve Analiz Tarihi : 15.01.2007- 21.01.2007								
Numunelerin Alındığı Yerler: Atıksu Arıtma Tesisi; Giriş, Çıkış, Havalandırma Çıkışı, Son Çökteltme Çıkışı Atık Çamur(Kek), Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı										
Numuneler	Parametreler		Deşarj Stand.	Pzts.	Salı	Çarş.	Perş.	Cuma	C.tesi	Pazar
Giriş	T	Sıcaklık	10-30 ° C	13	12,5	10,9	10,4	10,9	10,9	10,1
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,66	7,67	7,48	7,39	7,28	7,36	7,4
	AKM	Askıda Katı Madde	350 mg/l	237	262	233	253	364	488	247
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	450 mg/l	316	327	289	298	429	559	400
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	250 mg/l		120					
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	50 mg/l	14,8	16,13	14,32	11,35	16,69	12,6	7
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	10 mg/l		12,80					
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	—		3,7					
Çıkış	T	Sıcaklık	10-30 ° C	11,6	10,4	8,3	9,2	9,7	10,5	9,1
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,50	7,40	7,40	7,43	7,23	7,37	7,40
	AKM	Askıda Katı Madde	25 mg/l	11	6	14	7	2	8	9
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	90 mg/l	53	19	18	17	21	12	14
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	35 mg/l		2,00					
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	min.	0,000	0,053	0,000	0,001	0,002	2,700	0,000
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	min.		8,20					
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	min.		3,30					
	Verim	KOI' ye Göre Arıtım	%	83,23	94,19	93,77	94,30	95,10	97,85	96,50
Havalandırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	2-4 g/l	5,12	3,52	4,27	3,93	4	4,3	
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	350 ml/L	590	250	280	300	310	390	350
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	115,23	71,02	65,57	76,33	75,50	90,69	
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		55,34					
Son Çökteltme Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6-12 g/l	10,94	7,86	8,08	7,53	8,69	6,72	
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	750-900 ml	900	650	710	800	820	690	850
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	82,26	82,69	87,87	100,24	94,36	102,67	
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		53,86					
Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6 %	5,28	5,65	6,56	6,06	4,96	4,64	
Atık Çamur (Kek)	DS	Kuru Madde Miktarı	25 %	28,85	27,77	32,17	31,38	24,94	26,61	
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		55,34					

Ek A3. 15.01.2007 – 21.01.2007 tarihleri arasındaki analiz sonuçları

Rapor No: 0069									
Rapor Tarihi:29.01.2007		Numunelerin Alındığı ve Analiz Tarihi : 22.01.2007 - 28.01.2007							
Numunelerin Alındığı Yerler: Atıksu Arıtma Tesisi; Giriş, Çıkış, Havalandırma Çıkışı, Son Çökeltme Çıkışı, Atık Çamur(Kek), Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı									
Numuneler	Parametreler	Deşarj Stand.	Pzts.	Salı	Çarş.	Perş.	Cuma	C.tesi	
Giriş	T	Sıcaklık	10-30 ° C	12,7	14,6	12,6	13,1	14,7	11,9
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,38	7,52	7,26	7,43	7,53	7,71
	AKM	Askıda Katı Madde	350 mg/l	249	221	249	225	169	222
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	450 mg/l	297	298	347	356	669	345
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	250 mg/l		150				
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	50 mg/l	10,96	11,34	13,01	11,6	8,83	
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	10 mg/l		9,60				
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	-		2,8				
Çıkış	T	Sıcaklık	10-30 ° C	12,5	14,9	11,15	12,4	11,8	12,3
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,76	7,84	7,31	7,44	7,30	7,65
	AKM	Askıda Katı Madde	25 mg/l	7	6	6	3	6	10
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	90 mg/l	18	20	23	21	23	18
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	35 mg/l		3,00				
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	min.	0,003	0,000			0,036	
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	min.		5,80				
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	min.		1,80				
	Verim	KOI' ye Göre Arıtım	%	93,94	93,29	93,37	94,10	96,56	94,78
Havalandırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	2-4 g/l	4,11	3,81	3,91	4,62	4,66	4,5
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	350 ml/L	440	400	375	450	500	450
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	107,05	104,90	95,95	97,40	107,30	100,00
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		52,07				
Son Çökeltme Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6-12 g/l	8,65	8,78	8,48	9,37	8,96	9,43
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	750-900 ml	800	800	840	825	850	850
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	92,48	91,11	99,05	88,04	94,87	90,14
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		53,27				
Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6 %	5,23	5,32	5,3	5,27	4,98	5,03
Atık Çamur (Kek)	DS	Kuru Madde Miktarı	25 %	26,38	26,23	33,0/29,75	30,54	38,82	26,6
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		53,69				

Ek A4. 22.01.2007 – 28.01.2007 tarihleri arasındaki analiz sonuçları

Rapor No: 0070										
Rapor Tarihi: 05.01.2007		Numunelerin Alındığı ve Analiz Tarihi : 29.01.2007-04.02.2007								
Numunelerin Alındığı Yerler: Atıksu Arıtma Tesisi; Giriş, Çıkış, Havalandırma Çıkışı, Son Çökeltme Çıkışı Atık Çamur(Kek), Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı										
Numuneler	Parametreler	Deşarj Stand.	Pzts.	Salı	Çarş.	Perş.	Cuma	C.tesi	Pazar	
Giriş	T	Sıcaklık	10-30 ° C	12	12,2	10,9	9,1	13	10,1	6,3
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,64	7,83	7,68	7,74	7069	7,38	7,72
	AKM	Askıda Katı Madde	350 mg/l	270	162	147	143	125	129	99
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	450 mg/l	452	168	184	252	160	250	154
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	250 mg/l							
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	50 mg/l	4,95	6,083	11,11	8,839	8,32		
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	10 mg/l		11,10					
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	-		2,6					
Çıkış	T	Sıcaklık	10-30 ° C	9	9,6	10,9	9,3	12,7	10,5	5,8
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,59	7,81	7,88	8,02	7,90	7,68	7,73
	AKM	Askıda Katı Madde	25 mg/l	8	6	7	6	12	9	10
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	90 mg/l	31	37	22	27	8	18	6
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	35 mg/l							
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	min.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	min.		5,50					
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	min.		3,10					
	Verim	KOI' ye Göre Arıtım	%	93,14	77,98	88,04	89,29	95,00	92,80	96,10
Havalandırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	2-4 g/l	4,5	4,04	4,4	4,48	4,4	3,8	3,49
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	350 ml/L	430	350	350	300	300	290	260
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	95,56	86,63	79,54	3,36	68,18	76,32	74,50
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		52,25					
Son Çökeltme Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6-12 g/l	9,96	5,23	5,7	7,43	7,6	7,2	8,71
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	750-900 ml	830	650	700	700	650	750	780
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	83,33	124,28	122,81	94,21	85,53	85,53	89,55
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		81,88					
Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6 %	5,04	4,55	4,77	4,3	4,22	4,34	4,08
Atık Çamur (Kek)	DS	Kuru Madde Miktarı	25 %	31,63	27,76	23,91	33,53	37,56	25,39	23,79
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		59,84					

Ek A5. 29.01.2007 – 04.02.2007 tarihleri arasındaki analiz sonuçları

Rapor No: 0071										
Rapor Tarihi:12.01.2007		Numunelerin Alındığı ve Analiz Tarihi : 05.02.2007-11.02.2007								
Numunelerin Alındığı Yerler: Atıksu Arıtma Tesisi; Giriş, Çıkış, Havalandırma Çıkışı, Son Çökeltme Çıkışı,										
Atık Çamur(Kek), Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı										
Numuneler	Parametreler	Deşarj Stand.	Pzts.	Salı	Çarş.	Perş.	Cuma	C.tesi	Pazar	
Giriş	T	Sıcaklık	10-30 ° C	9,5	9,2	10	11,5	13,7	12,6	15,1
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,61	7,39	7,35	7,3	7,26	7,31	7,31
	AKM	Askıda Katı Madde	350 mg/l	200	130	112	118	72	116	120
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	450 mg/l	236	262	151	244	165	227	159
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	250 mg/l							
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	50 mg/l	11	9,2	11,55	12,71	14,86	17,32	14,16
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	10 mg/l							
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	-							
Çıkış	T	Sıcaklık	10-30 ° C	6,8	8,9	8,88	11,4	14,1	11,7	15
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,69	7,41	7,34	7,43	7,33	7,33	7,02
	AKM	Askıda Katı Madde	25 mg/l	25	28	9	7	10	8	15
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	90 mg/l	22	19	39	24	23	29	23
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	35 mg/l							
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	min.	0,000	1,000	0,040	0,000	0,000	0,000	0,060
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	min.							
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	min.							
	Verim	KOI' ye Göre Artım	%	90,68	92,75	74,17	90,16	86,06	87,22	85,53
Havalandırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	2-4 g/l	3,8	3,2	3,6	3,6	3	3,6	3,4
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	350 ml/L	260	240	260	275	270	270	260
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	68,42	75,00	72,22	76,39	90,00	75,00	76,47
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %							
Son Çökeltme Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6-12 g/l	9	8	8	8,85	7,6	7,8	7,8
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	750-900 ml	790	750	750	775	740	725	750
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	87,78	93,75	93,75	87,57	97,37	92,95	96,15
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %							
Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6 %	3,95	3,95		4,93	4,65	4,29	4,71
Atık Çamur (Kek)	DS	Kuru Madde Miktarı	25 %	25,18	25,18		29,02	27,51	26,48	24,11
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %							

Ek A6. 05.02.2007 – 11.02.2007 tarihleri arasındaki analiz sonuçları

Rapor No: 0072										
Rapor Tarihi: 19.01.2007		Numunelerin Alındığı ve Analiz Tarihi : 12.02.2007-18.02.2007								
Numunelerin Alındığı Yerler: Atıksu Arıtma Tesisi; Giriş, Çıkış, Havalandırma Çıkışı, Son Çökeltme Çıkışı, Atık Çamur(Kek), Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı										
Numuneler	Parametreler	Deşarj Stand.	Pzts.	Salı	Çarş.	Perş.	Cuma	C.tesi	Pazar	
Giriş	T	Sıcaklık	10-30 ° C	13,1	14,2	12,3	10,4	13,3	17,6	9,4
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,36	8,01	8,02	7,82	7,87	7,66	7,84
	AKM	Askıda Katı Madde	350 mg/l	203	208	97	129	190	144	109
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	450 mg/l	278	273	201	196	383	266	117
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	250 mg/l							
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	50 mg/l	17,79	15,05	13,77	7,89	9,89		
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	10 mg/l		10,60					
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	-		5,3					
Çıkış	T	Sıcaklık	10-30 ° C	12,7	12,7	11,8	11	10,4	17,8	8,4
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,51	7,75	8,08	7,84	7,86	7,48	7,70
	AKM	Askıda Katı Madde	25 mg/l	17	5	5	5	5	9	10
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	90 mg/l	26	23	18	16	19	19	11
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	35 mg/l							
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	min.	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000		
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	min.		6,70					
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	min.		2,40					
Verim	KOI' ye Göre Arıtım	%	90,65	91,58	91,04	91,84	95,04	92,86	90,60	
Havalandırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	2-4 g/l	3,6	3,6	4	3,6	3,6	4	3,6
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	350 ml/L	300	310	300	350	320	360	490
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	83,33	86,11	75,00	97,22	88,89	90,00	136,11
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		50					
Son Çökeltme Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6-12 g/l	8	9,2	9,2	8,4	6,4	9	8,4
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	750-900 ml	760	830	800	840	830	840	810
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	95,00	90,22	86,96	100,00	129,69	93,33	96,43
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		56,52					
Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6 %	4,56	4,56	5	4,74	4,74	5,21	
Atık Çamur (Kek)	DS	Kuru Madde Miktarı	25 %	26,11	26,11	32	26,79	26,79	27,87	
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		56,74					

Ek A7. 12.02.2007 – 18.02.2007 tarihleri arasındaki analiz sonuçları

Rapor No: 0073										
Rapor Tarihi: 26.01.2007		Numunelerin Alındığı ve Analiz Tarihi : 19.02.2007-25.02.2007								
Numunelerin Alındığı Yerler: Atıksu Arıtma Tesisi; Giriş, Çıkış, Havalandırma Çıkışı, Son Çökeltme Çıkışı, Atık Çamur(Kek), Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı										
Numuneler	Parametreler	Deşarj Stand.	Pzts.	Salı	Çarş.	Pe.	Cuma	C.tesi	Pa.	
Giriş	T	Sıcaklık	10-30 ° C	11,8	11,9	11,6		10,8	14,9	12,7
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	8	7,96	7,6		7,65	7,69	7,78
	AKM	Askıda Katı Madde	350 mg/l	98	126	168		98	128	334
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	450 mg/l	274	237	259		200	441	491
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	250 mg/l		120					
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	50 mg/l	18,77	16,35	16,19		16,27		
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	10 mg/l		8,20					
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	-		3,2					
Çıkış	T	Sıcaklık	10-30 ° C	11,5	11,1	10,5		10,1	14,2	9,7
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	8,06	7,84	7,54		7,60	7,62	7,69
	AKM	Askıda Katı Madde	25 mg/l	9	1	4		6	8	16
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	90 mg/l	13	30	14		16	22	8
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	35 mg/l		3,00					
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	min.	0,000	0,000	1,080		0,730		
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	min.							
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	min.							
	Verim	KOI' ye Göre Arıtım	%	95,26	87,00	94,59		92,00	95,01	98,37
Havalandırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	2-4 g/l	4,4	4,8	2,8		4	4,1	4,32
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	350 ml/L	450	550	500		500	570	575
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	102,27	114,58	178,57		125,00	139,02	133,00
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		66,67					
Son Çökeltme Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6-12 g/l	6,4	7,6	8,8		8	9,09	8,6
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	750-900 ml	800	850	870		850	900	890
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	125,00	111,84	98,86		106,25	99,01	103,49
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		57,89					
Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6 %	5,34	4,8	4,94		5,06	4,09	
Atık Çamur (Kek)	DS	Kuru Madde Miktarı	25 %	28,59	27,77	28,33		29,38	28,9	
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		59,46					

Ek A8. 19.02.2007 – 25.02.2007 tarihleri arasındaki analiz sonuçları

Rapor No: 0074										
Rapor Tarihi: 05.03.2007		Numunelerin Alındığı ve Analiz Tarihi : 26.02.2007-04.03.2007								
Numunelerin Alındığı Yerler: Atıksu Arıtma Tesisi; Giriş, Çıkış, Havalandırma Çıkışı, Son Çökeltme Çıkışı, Atık Çamur(Kek), Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı										
Numuneler	Parametreler	Deşarj Stand.	Pzts.	Salı	Çarş.	Perş.	Cuma	C.tesi	Pazar	
Giriş	T	Sıcaklık	10-30 ° C	15,8	11,7	13,2	11,1	13,3	13,7	14,6
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,78	7,7	7,67	7,6	7,65	7,6	7,46
	AKM	Askıda Katı Madde	350 mg/l	293	153	232	207	260	156	261
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	450 mg/l	408	271	345	299	533	582	250
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	250 mg/l		120					
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	50 mg/l	18,54	15,87	10,61	18,05	11,81		11
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	10 mg/l		17,20					
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	-		4,2					
Çıkış	T	Sıcaklık	10-30 ° C	15,6	10,8	10,9	9,5	13,7	16,3	
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,60	7,68	7,77	7,45	7,57	7,61	
	AKM	Askıda Katı Madde	25 mg/l	8	5	7	3	17	5	
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	90 mg/l	22	20	18	17	25	14	
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	35 mg/l		3,00					
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	min.	0,520	0,267	0,833	0,742	0,000		4,000
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	min.		7,50					
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	min.		2,30					
	Verim	KOI' ye Göre Arıtım	%	94,61	92,62	94,78	94,31	95,31	97,59	100,00
Havalandırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	2-4 g/l	4,97	4,88	4,65	4,65	4,74	5,57	6,37
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	350 ml/L	500	630	650	690	650	750	790
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	100,60	129,09	139,78	148,39	137,13	134,00	124,02
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		61,81					
Son Çökeltme Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6-12 g/l	9,66	10,13	9,95	9,7	8,94	9,92	12,28
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	750-900 ml	900	930	900	940	900	910	910
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	93,17	91,81	90,45	96,91	100,67	91,73	74,10
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		60,31					
Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6 %	4,69	4,38	4,02	4,17	3,94	3,98	3,6
Atık Çamur (Kek)	DS	Kuru Madde Miktarı	25 %	39,93	24,88	23,96	27,37	27,79	25,8	22,7
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		58,25					

Ek A9. 26.02.2007 – 04.03.2007 tarihleri arasındaki analiz sonuçları

Rapor No: 0075									
Rapor Tarihi: 12.03.2007		Numunelerin Alındığı ve Analiz Tarihi : 05.03.2007 - 11.03.2007							
Numunelerin Alındığı Yerler: Atıksu Arıtma Tesisi; Giriş, Çıkış, Havalandırma Çıkışı, Son Çökeltme Çıkışı, Atık Çamur(Kek),Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı									
Numuneler	Parametreler	Deşarj Stand.	Pzts.	Salı	Çarş.	Perş.	Cuma	C.tesi	
Giriş	T	Sıcaklık	10-30 ° C	11,4	14	13,1	11,4	11,4	15,2
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,68	7,6	7,66	7,6	7,68	7,75
	AKM	Askıda Katı Madde	350 mg/l	128	170	214	115	128	274
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	450 mg/l	228	349	337	200	228	560
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	250 mg/l		150				
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	50 mg/l	16	11,37	10,8	16,27	16	
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	10 mg/l		6,50				
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	-		2,2				
Çıkış	T	Sıcaklık	10-30 ° C	11,5	11,1	9,9	10,4	11,5	12,6
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,90	7,62	7,58	7,63	7,90	7,81
	AKM	Askıda Katı Madde	25 mg/l	6	9	13	6	6	4
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	90 mg/l	6	13	18	7	6	13
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	35 mg/l		2,00				
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	min.	0,000	7,040	2,748	0,152	0,000	
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	min.		4,00				
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	min.		1,30				
Verim	KOI' ye Göre Arıtım	%	97,37	96,28	94,66	96,50	97,37	97,68	
Havalandırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	2-4 g/l	4,64	4,2	4,66	5,13	4,64	5,5
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	350 ml/L	600	610	650	670	600	680
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	129,31	145,24	139,48	130,60	129,31	123,64
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		58,75				
Son Çökeltme Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6-12 g/l	11,09	10,48	11,28	11,35	11,09	10,71
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	750-900 ml	940	950	950	940	940	920
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	84,76	90,65	84,22	82,82	84,76	85,90
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		58,65				
Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6 %	3,47	3,64	3,77	3,55	3,47	3,39
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %		71,98				
Atık Çamur (Kek)	DS	Kuru Madde Miktarı	25 %	29,29	34,55	23,82	29,34	29,29	36,16
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %						

Ek A10. 05.03.2007 – 11.03.2007 tarihleri arasındaki analiz sonuçları

Rapor No: 0076										
Rapor Tarihi: 19.03.2007		Numunelerin Alındığı ve Analiz Tarihi : 12.03.2007-18.03.2007								
Numunelerin Alındığı Yerler: Atıksu Arıtma Tesisi; Giriş, Çıkış, Havalandırma Çıkışı, Son Çökeltme Çıkışı, Atık Çamur(Kek), Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı										
Numuneler	Parametreler	Deşarj Stand.	Pzts.	Salı	Çarş.	Perş.	Cuma	C.tesi	Pazar	
Giriş	T	Sıcaklık	10-30 ° C	10,9	9,5	10,9	10,8	11,8	12,8	11,4
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,51	7,65	7,62	7,63	7,68	7,77	7,71
	AKM	Askıda Katı Madde	350 mg/l	222	184	328	245	160	214	146
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	450 mg/l	312	280	290	590	208	224	206
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	250 mg/l			180				
	NH ₄ ⁻ N	Amonyum Azotu	50 mg/l	18,37	17,89	19,42	10,51	10,50	15,4	-
	PO ₄ ⁻ P	Fosfat Fosforu	10 mg/l			8,9				
	NO ₃ ⁻ N	Nitrat Azotu	-			2,90				
Çıkış	T	Sıcaklık	10-30 ° C	10,9	9,4	10,9	9,8	11,4	12,5	11
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,83	7,63	7,78	7,66	7,63	7,54	7,65
	AKM	Askıda Katı Madde	25 mg/l	9	9	9	9	11	13	7
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	90 mg/l	5	9	22	28	40	22	26
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	35 mg/l			5,00				
	NH ₄ ⁻ N	Amonyum Azotu	min.	0,578	0,096	0,000	0,000	0,000	0,000	-
	PO ₄ ⁻ P	Fosfat Fosforu	min.			9,60				
	NO ₃ ⁻ N	Nitrat Azotu	min.			1,70				
	Verim	KOI' ye Göre Arıtım	%	98,40	96,79	92,41	95,25	80,77	90,18	87,38
Havalandırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	2-4 g/l	5,46	4,77	4,3	5,11	5,44	5,19	4,47
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	350 ml/L	500	700	650	650	620	660	550
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	91,58	146,75	151,16	127,20	113,97	127,17	123,04
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %			54,54				
Son Çökeltme Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6-12 g/l	10,89	10,36	8,79	12,83	12,98	10,48	11,55
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	750-900 ml	900	900	900	900	930	900	900
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	82,64	86,87	102,39	70,15	71,65	85,88	77,92
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %							
Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6 %	4,46	5,1	4,74	4	4,06	3,92	3,95
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %			59,64				
Atık Çamur (Kek)	DS	Kuru Madde Miktarı	25 %	27,43	27,47	21,06	41,81	26,33	31,23	23,67
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %							

Ek A11. 12.03.2007 – 18.03.2007 tarihleri arasındaki analiz sonuçları

Rapor No: 0077									
Rapor Tarihi:26.03.2007		Numunelerin Alındığı ve Analiz Tarihi : 19.03.2007-25.03.2007							
Numunelerin Alındığı Yerler: Atıksu Arıtma Tesisi; Giriş, Çıkış, Havalandırma Çıkışı, Son Çökeltme Çıkışı, Atık Çamur(Kek), Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı									
Numuneler	Parametreler	Deşarj Stand.	Pzts.	Salı	Çarş.	Perş.	Cuma	C.tesi	
Giriş	T	Sıcaklık	10-30 ° C	14,3	10,8	19	14,3	15,8	14,5
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,53	7,89	7,54	7,54	7,58	7,52
	AKM	Askıda Katı Madde	350 mg/l	227	145	202	153	178	203
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	450 mg/l	316	208	639	280	228	312
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	250 mg/l						
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	50 mg/l	14,89	14,43	15,16	12,11	17,59	
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	10 mg/l			6,6			
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	-			2,60			
Çıkış	T	Sıcaklık	10-30 ° C	13,6	12	13	11,9	15,1	14,5
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,62	7,82	7,51	7,68	7,61	7,57
	AKM	Askıda Katı Madde	25 mg/l	1	17	3	8	9	22
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	90 mg/l	22	22	22	23	22	45
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	35 mg/l						
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	min.	0,173	0,112	0,022	0,000	0,000	
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	min.			6,30			
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	min.			1,80			
Verim	KOI' ye Göre Arıtım	%	93,04	89,42	96,56	91,79	90,35	85,58	
Havalandırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	2-4 g/l	4,67	5,9	3,98	5,41	5,47	5,18
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	350 ml/L	600	600	600	540	550	490
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	128,48	101,69	150,75	99,82	100,55	94,59
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %			55,52			
Son Çökeltme Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6-12 g/l	12,01	12,13	11,36	11,43	9,27	9,6
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	750-900 ml	920	900	900	850	820	850
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	76,60	74,20	79,23	74,37	88,46	88,54
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %			57,3			
Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6 %	4,72	4,42	-	4,35	4,8	5,37
Atık Çamur (Kek)	DS	Kuru Madde Miktarı	25 %	29,7	41,59	-	23,88	28,93	35,15
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %			-			

Ek A12. 19.03.2007 – 25.03.2007 tarihleri arasındaki analiz sonuçları

Rapor No: 0078										
Rapor Tarihi: 02.04.2007		Numunelerin Alındığı ve Analiz Tarihi : 26.03.2007-01.04.2007								
Numunelerin Alındığı Yerler: Atıksu Arıtma Tesisi; Giriş, Çıkış, Havalandırma Çıkışı, Son Çökeltme Çıkışı, Atık Çamur(Kek), Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı										
Numuneler	Parametreler	Deşarj Stand.	Pzts.	Salı	Çarş.	Perş.	Cuma	C.tesi	Pazar	
Giriş	T	Sıcaklık	10-30 ° C	15,1	13,1	12,9	11,9	12,1	16,6	11,3
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,53	7,56	75	7,53	7,44	7,33	7,45
	AKM	Askıda Katı Madde	350 mg/l	225	196	227	127	236	441	392
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	450 mg/l	297	296	316	286	342	623	404
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	250 mg/l							
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	50 mg/l	20,22	22,46	29,16	18,18	23,2	-	
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	10 mg/l							
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	-							
Çıkış	T	Sıcaklık	10-30 ° C	16	13,7	13,1	12,2	10,96	18	14
	PH	Asitlik-Bazlık Derecesi	6-9	7,67	7,59	7,5	7,68	7,47	7,8	7,53
	AKM	Askıda Katı Madde	25 mg/l	11	8	20	4	3	14	10
	KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	90 mg/l	46	30	24	31	11	28	85
	BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	35 mg/l							
	NH ₄ -N	Amonyum Azotu	min.	0,000	3,610	0,000	0,330	0,000		
	PO ₄ -P	Fosfat Fosforu	min.							
	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	min.							
Verim	KOI' ye Göre Arıtım	%	84,51	89,86	92,41	89,16	96,78	95,51	78,96	
Havalandırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	2-4 g/l	4,72	4,02	4,51	4,45	4,91	4,83	4,72
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	350 ml/L	500	630	600	600	550	610	510
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	105,93	156,72	133,04	134,83	112,02	126,29	108,05
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %							
Son Çökeltme Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6-12 g/l	10,03	8,69	9,86	8,99	10,3	10,45	11,43
	SSV	Çökebilir Çamur Hacmi	750-900 ml	890	900	810	900	900	890	900
	SVI	Çamur Hacim İndeksi	50-100 ml/g	88,73	103,57	82,15	100,11	87,38	85,17	78,74
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %							
Çamur Yoğunlaştırma Çıkışı	DS	Kuru Madde Miktarı	6 %	3,68	3,95	4,64	4,13	3,98	3,87	-
Atık Çamur (Kek)	DS	Kuru Madde Miktarı	25 %	22,8	22,7	22,3	23,6	22,12	26,28	-
	ORG.	Organik Madde Miktarı	40-60 %							

Ek A13. 26.03.2007 – 01.04.2007 tarihleri arasındaki analiz sonuçları

2007 NISAN AYLIK DEĞERLENDİRME FORMU																			
TARİH	GÜNLÜ K	ENERJİ TÜKETİMİ	POLİMER TÜKETİMİ	KOI	AKM	NH4-N	VERİ M	VERİ M	Sulu Çamur Muhtevası %	Sulu Çamur m ³ /gün	KEK Muhtevası %	KEK Miktarı m ³ /gün	Oksijen Değerleri mg/l	SVI	SVI	SVI			
	m ³ /sa	kw	kg	GİRİŞ mg/l	ÇIKIŞ mg/l	GİRİŞ mg/lit	ÇIKIŞ mg/lit	%	%					ml/g	ml/g	ml/g			
01.04.07	77600	21243		404	85	392	10	78,96	97,45				5,39	78,74					
02.04.07	110470	24322		264	23	142	14	17,33	90,14	288	28,72	39	4,02	100		122,05			
03.04.07	105090	21512		468	33	365	10	16,90	97,40	250	25,92	38	5,43	83,64		138,89			
04.04.07	112440	23344	125	288	10	165	10	11,58	93,94	270	33,55	35	4,42	69,98		101,01			
05.04.07	85000	22495		482	22	361	13	15,78	96,40	230	29,42	34	3,29	78,9		97,83			
06.04.07	114090	21781		251	17	187	11	19,75	94,12	217	27,30	35	3,22	99,3		164,18			
07.04.07	113570	21926		329	21	220	12	20,21	94,55	374	32,96	49	4,70	71,54		101,29			
08.04.07	113340	22775		354	12	275	25	12,36	96,61				3,91	74,54		95,14			
09.04.07	102390	23644	125	393	25	348	7	15,51	97,99	282	26,66	47	3,89	109,07		118,2			
10.04.07	85120	22180		450	29	377	5	26,72	98,67	279	37,52	34	2,07	74,05		90,21			
11.04.07	106550	21745		287	23	89	3	12,83	96,63	278	29,15	42	5,29	80,34		90,18			
12.04.07	81830	24881		382	25	170	11	17,23	93,53	241	36,67	30	4,43	81,2		114,82			
13.04.07	93360	21574	150	369	28	229	7	13,20	96,94	230	36,01	29	4,60	126,52		109,13			
14.04.07	92460	26651		529	25	273	6	16,22	95,27	261	36,53	34	3,12	80,11		108,06			
15.04.07	91960	18878		318	45	231	10	17,74	97,80				2,73	81,34		118,31			
16.04.07	86470	20756		583	29	400	7	18,89	95,03	187	22,84	36	2,02	95,85		126,7			
17.04.07	87180	22832		421	20	357	9	23,18	97,48	214	23,60	39	3,50	115,85		134,07			
18.04.07	79780	22350		365	31	236	13	21,39	94,49	263	24,72	46	2,97	89,91		107,21			
19.04.07	76360	21403	125	760	22	716	3	19,25	99,58	202	23,69	37	3,94	82,57		115,79			
20.04.07	85990	20373		410	38	85	25	13,20	90,73	109	25,01	21	1,73	95,08		150			
21.04.07	80740	21952		410	38	142	20	12,48	85,92	417	26,32	82	3,21	80,45		100,4			
22.04.07	80020	22211											2,10						
23.04.07	84730	21869	125	388	49	213	11	13,66	94,84	325	24,53	61	4,10	83,91		117,77			
24.04.07	91100	22718		617	16	249	4	10,48	98,39	349	26,40	60	4,72	96,59		113,43			
25.04.07	79930	22619	125	500	17	214	5	13,80	97,66	319	26,13	58	1,25	90,06		96,39			
26.04.07	81070	21414		328	20	172	4	14,60	93,90	398	29,32	69	2,19	89,8		120			
27.04.07	80060	21046		564	12	206	2	10,58	99,03	196	26,45	36	3,18	94,12		131,22			
28.04.07	93010	21103	125	120	24	88	15	16,58	82,95	387	22,82	77	1,97						
29.04.07	76590	22449		300	16	256	2	17,49	99,22	309	22,72	63	3,65	86,57		115,06			
30.04.07	93330	19173	125	390	38	388	1	11,01	99,74	374	26,02	48	2,13	92,79		135,75			
TOPLAM	2742230	663219	1025	-	-	-	-	-	-	7249	-	1177	-	-	-	-			
ORTALAMA	91408	22107	-	403	27	261	9	16,00	92,51	279	28,11	45	3,44	88,64		116			

Ek A14. Nisan ayı analiz sonuçları

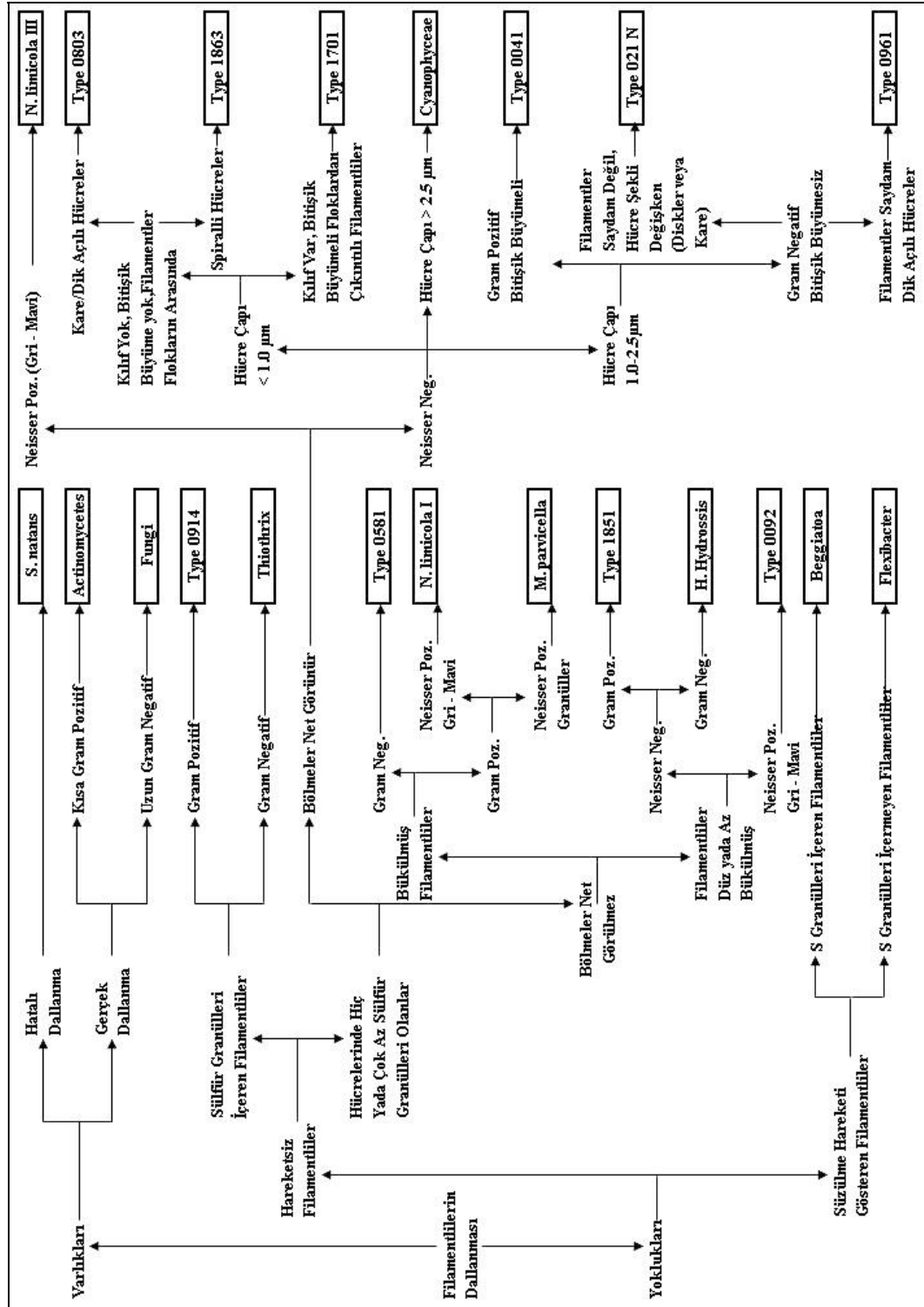
TARİH	GÜNLÜK DEBİ m ³ /sa	ENERJİ TÜKETİMİ kW	POLİMER TÜKETİMİ kg	KOI		AKM		NH4-N		VERİ M		VERİ M	Sulu Çamur Muntevası %	Sulu Çamur m ² /gün	KEK Muntevası %	KEK Miktarı m ³ /gün	Oksijen Değerleri mg/l	SVI	SVI	Havalandırma ml/g
				GİRİŞ mg/l	ÇIKIŞ mg/l	GİRİŞ mg/l	ÇIKIŞ mg/l	GİRİŞ mg/l	ÇIKIŞ mg/l	M	%									
01.05.07	75.180	20.508		581	12	244	8	13,27	0,620	97,93	96,72	4,34	373	34,47	47	1,56	87,63		110,66	
02.05.07	94.550	20.984	125	591	35	451	8	14,17	1,253	98,08	98,23	4,41	425	26,60	70	1,54	96,05		122,45	
03.05.07	77.040	20.632		487	20	421	2	12,01	0,118	96,89	99,52	4,25	427	24,12	75	2,86	94,84		126,58	
04.05.07	93.100	21.062		367	30	162	5	18,82	0,000	91,83	96,91	4,39	379	37,48	44	3,91	111,58		118,53	
05.05.07	75.540	21.812		524	35	182	11	22,82	0,376	93,32	93,96	4,36	337	25,83	57	3,37	85,03		102,04	
06.05.07	84.690	21.336		-	-	116	5	18,80	1,321	-	96,69	4,30	339	22,14	66	2,33	87,33		100	
07.05.07	71.860	19.126	125	466	20	250	11	16,20	1,360	95,71	95,60	4,31	538	24,30	95	1,36	101,93		128,81	
08.05.07	57.460	19.846		451	73	218	4	28,72	3,409	83,81	98,17	4,08	441	30,15	60	1,34	84,83		143,84	
09.05.07	47.280	20.663		448	14	305	2	13,97	0,770	96,88	99,34	4,14	417	22,13	78	0,92	73,66		91,03	
10.05.07	39.970	25.155		487	12	225	3	23,16	3,114	97,54	98,67	3,82	514	24,54	80	4,10	89,91		113,31	
11.05.07	36.970	22.723	100	432	19	254	10	22,79	0,000	95,60	96,06	3,84	341	28,31	46	3,32	78,78		87,72	
12.05.07	76.550	18.159		596	9	353	9	19,71	0,088	98,49	97,45	4,00	329	27,71	47	3,82	89,58		116,11	
13.05.07	82.700	19.188		550	10	57	14	21,63	0,440	98,18	75,44	4,02	341	22,10	62	1,73	113,26		133,06	
14.05.07	83.300	20.223	125	309	18	103	5	14,92	0,744	94,17	95,15	5,39	480	23,46	110	2,87	78,82		90,91	
15.05.07	87.060	21.393	125	394	1	199	7	26,98	0,169	99,75	96,48	3,89	416	30,59	53	2,34	93,66		104,99	
16.05.07	86.440	20.436		313	9	113	7	20,63	1,057	97,12	93,81	4,15	425	27,37	64	2,85	78,62		96,62	
17.05.07	84.820	20.218		381	16	217	8	22,04	0,805	95,80	96,31	4,08	411	35,49	47	2,82	111,55		121,62	
18.05.07	86.390	21.719		299	14	126	8	15,41	0,039	95,32	93,65	3,90	342	33,72	40	1,79	111,11		120,19	
19.05.07	95.460	21.041	100	470	26	638	3	-	-	94,47	99,53	3,98	362	24,80	56	2,73	99,6		96,79	
20.05.07	65.950	22.236		458	29	267	21	16,70	1,005	93,67	92,13	4,16	362	22,90	64	2,03	97,09		103,69	
21.05.07	99.400	23.194	125	134	25	62	6	17,04	0,080	81,34	90,32	5,59	432	22,53	107	3,33	112,53		155,63	
22.05.07	86.400	20.860	100	693	26	250	13	16,54	0,220	96,25	94,80	3,80	470	34,43	52	2,26	66,19		101,29	
23.05.07	86.180	20.865		346	14	139	4	23,30	0,059	95,95	97,12	3,93	489	38,34	50	2,54	82,64		69,81	
24.05.07	87.430	22.112	125	591	30	82	11	12,21	0,193	94,92	86,59	4,22	455	38,09	50	2,15	66,23		102,04	
25.05.07	94.920	21.000		644	6	275	10	22,59	0,726	99,07	96,36	4,02	368	27,12	53	2,84	80		97,09	
26.05.07	77.370	21.408		534	20	339	8	13,20	1,200	96,25	97,64	4,15	369	22,52	66	2,63	85,16		82,7	
27.05.07	84.620	23.225	125	-	-	-	-	-	-	-	-	4,20	338	25,00	57	2,50	-		-	
28.05.07	89.620	20.027		451	2	220	4	-	-	99,56	98,18	4,13	413	31,71	54	1,89	84,42		84,95	
29.05.07	54.170	21.440		836	8	334	4	5,44	0,501	99,04	98,80	4,62	449	33,70	62	3,08	80,16		99,78	
30.05.07	90.590	22.868	125	912	4	186	8	6,89	0,000	99,56	95,70	4,66	378	23,38	75	3,62	93,37		84,79	
31.05.07	89.120	23.422		285	23	104	2	-	-	91,93	98,08	3,65	422	31,44	49	3,57	87,86		75,56	
TOPLAM	2.440.120	658.871	1.300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.542	-	1.939	-	-	-	-	-
ORTALAMA	78.714	21.254	-	484	19	230	7	17,58	0,73	95,29	95,41	4,22	405	28,27	63	2,58	90,11		106	

Ek A15. Mayıs ayı analiz sonuçları

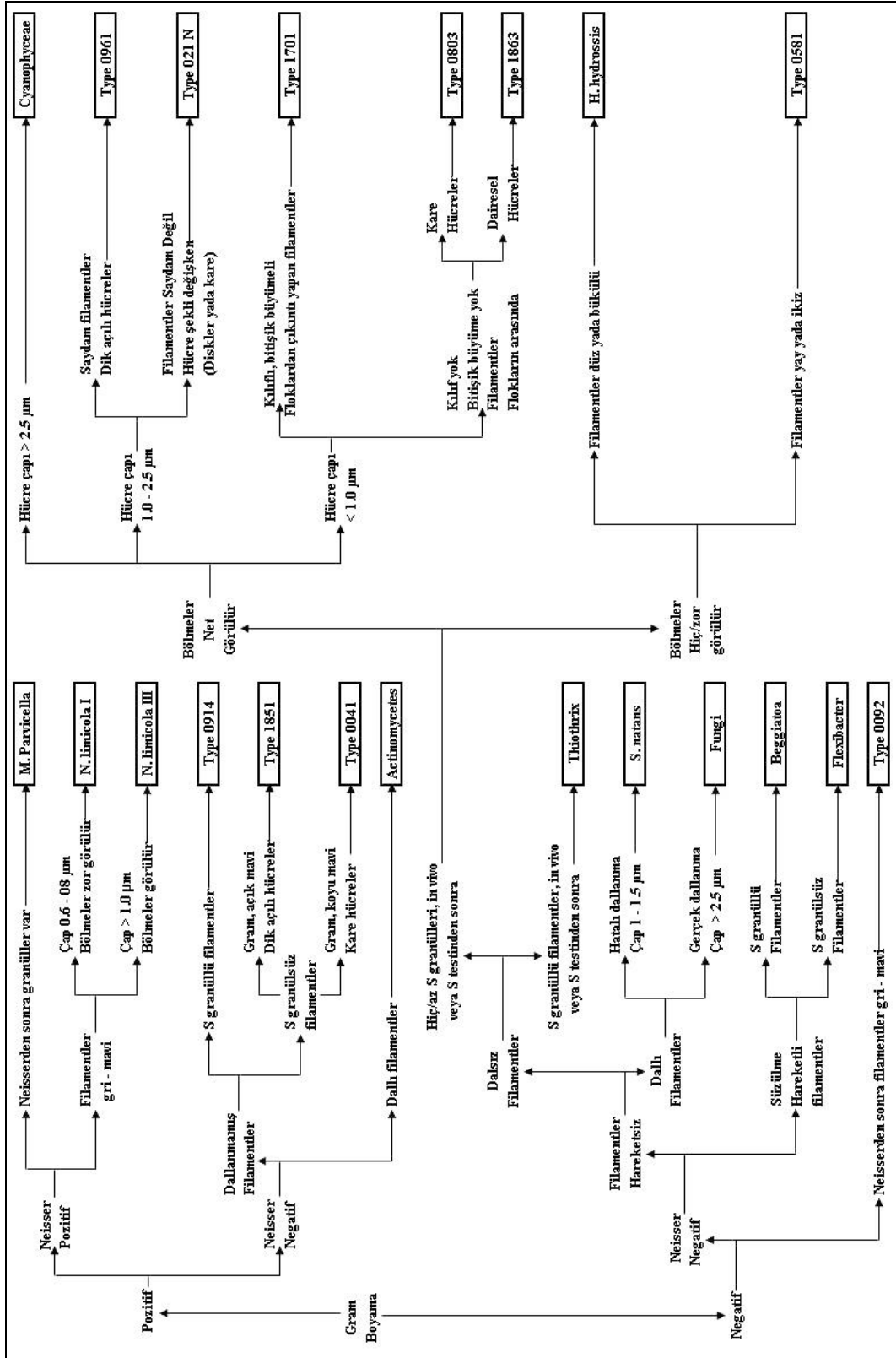
2007 HAZİRAN AYLIK DEĞERLENDİRME FORMU																			
TARİH	GÜNLÜK DEBİ	ENERJİ TÜKETİMİ	POLİMER TÜKETİMİ	KÖİ		AKM		NHAN		VERİM (KÖİ)	VERİM (AKM)	Sulu Çamur Muhtevası	Sulu Çamur Miktarı	KEK Muhtevası	KEK Miktarı	Oksijen Değerleri	SVI	SVI	
				GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ										%
01.06.07	86.880	22.097	125	429	20	163	3	9,22	0,000	95,34	98,04	4,06	311	29,29	43	3,44	90,45	93,99	
02.06.07	62.140	21.574	125	811	25	322	6	8,72	0,000	96,92	98,14	4,38	331	30,80	47	3,84	80,3	67,9	
03.06.07	65.060	20.891														4,47			
04.06.07	60.880	19.613	125	618	25	390	4	9,01	0,134	95,95	98,97	4,95	355	27,20	65	4,56	103,78	117,07	
05.06.07	87.740	21.145		208	30	149	2	18,32	0,000	85,58	98,66	4,27	416	36,30	49	2,14	60,52	67,65	
06.06.07	84.200	21.419		476	13	335	3	14,88	0,823	97,27	99,10	5,02	351	71,91	25	3,04	97,16	81,78	
07.06.07	108.840	21.833	125	657	30	289	1	15,53	0,000	95,43	99,65	4,45	310	24,75	56	3,30	90,11	86,76	
08.06.07	89.320	22.956		861	30	484	12	9,34	0,000	96,52	97,52	4,53	391	22,49	79	4,33	84,31	56,43	
09.06.07	76.080	23.442				178	8	10,12	0,000		95,51	4,21	346	32,91	44	4,06	74,61	79,01	
10.06.07	83.020	24.089	100									4,01	337	33,40	40	4,33			
11.06.07	104.430	22.749		333	35	115	3	9,50	0,000	89,49	97,39	5,79	469	35,31	77	4,49	72,01	85,37	
12.06.07	94.720	23.199		161	35	131	4	11,00	0,000	78,26	96,95	4,94	426	33,19	63	3,14	60,68	70,8	
13.06.07	85.090	23.784	100	400	40	368	40	13,42	0,000	90,00	89,13	5,27	412	34,89	62	4,47	72,39	64,66	
14.06.07	86.180	23.727		345	20	219	6	8,89	0,000	94,20	97,26	4,82	468	35,66	63	3,20	68,85	59,55	
15.06.07	83.300	21.553	75	416	30	115	1	9,21	0,000	92,79	99,13	5,29	792	33,65	125	3,27	73,92	68,34	
16.06.07	83.160	20.943	125	429	23	268	8	9,24	0,000	94,64	97,01	5,19	724	28,00	134	1,89	96,22	62,63	
17.06.07	82.280	21.802	125									5,01	646	26,00	124	3,32			
18.06.07	83.740	21.574		705	57	138	1	14,42	0,000	91,91	99,28	4,30	586	23,20	109	1,57	91,76	69,77	
19.06.07	87.230	24.105	100	216	29	80	1	10,15	0,000	86,57	98,75	4,07	611	25,20	99	3,34	91,39	36,18	
20.06.07	70.010	18.298		387	30	134	4	8,65	0,000	92,25	97,01	4,32	679	27,09	108	2,09	85,75	91,77	
21.06.07	68.080	19.716	150	335	30	138	2	16,00	0,000	91,04	98,55	4,48	760	40,85	83	1,52	85,79	72,54	
22.06.07	64.440	22.330	75	341	35	107	4	14,67	1,790	89,74	96,26	4,48	568	40,85	62	0,51	85,79	96,79	
23.06.07	71.500	21.465	100	147	24	101	10			83,67	90,10	4,45	500	30,30	73	0,31	75,02	84,6	
24.06.07	67.480	24.172	100									4,03	708	25,70	111	0,48			
25.06.07	78.590	18.236	125	402	20	269	73	11,14	0,000	95,02	72,86	5,73	679	25,77	151	0,64	75,53	74,74	
26.06.07	85.790	21.745	125	265	47	132	6	13,88	10,91	82,26	95,45	4,28	743	42,72	74	0,55	101,69	68,57	
27.06.07	83.240	20.482	100	307	91	159	9	10	12	70,36	94,34	3,81	574	32,07	68	1,04	94,89	75	
28.06.07	81.120	16.849	100	318	48	171	12	10,17	11,28	84,91	92,98	3,60	497	29,34	61	0,31	52,57	71,02	
29.06.07	79.530	21.000		386	55	156	5	11,40	11,03	85,75	96,79	3,71	617	26,60	86	0,73	96,87	77,64	
30.06.07	62.150	21.610	125	176	39	176	9	8,07	5,001	77,84	94,89	3,68	655	26,45	91	2,00	85,87	73,53	
TOPLAM	2.405.620	648.398	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.262	-	2274	-	-	-	-
ORTALAMA	80.187	21.613	-	405	34	203	9	11,39	2,13	89,35	95,76	4,52	526	32,13	78	2,55	82,62	75,12	

Ek A16. Haziran ayı analiz sonuçları

EK B. FİLAMENTLİ MİKROORGANİZMALARIN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN TEŞHİS ANAHTARLARI



Ek B1. Aktif çamurdaki filamentli organizmaların teşhis anahtarı 1



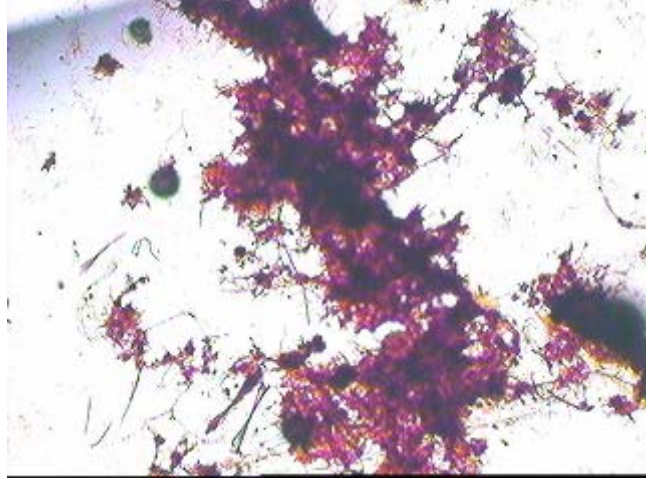
Ek B2. Aktif çamurdaki filamentli organizmaların teşhis anahtarı 2

	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				+	+			+	+			+				+		+	

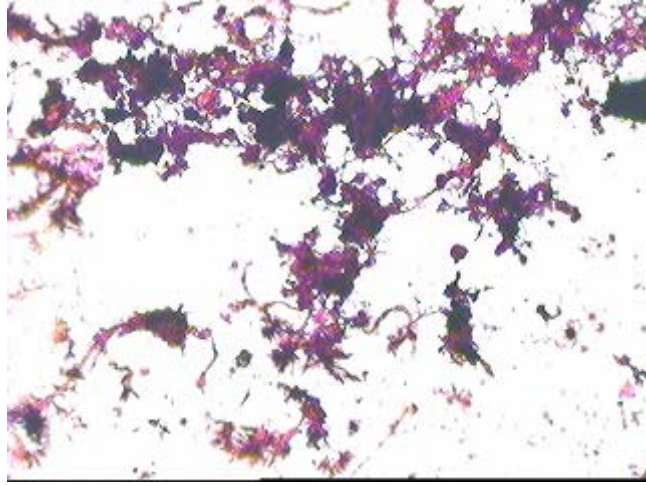
±: Bazen, ∞: Hücre şekli faz kontrastla farkedilemeyebilir, 1): Hatalı dallanma, 2): Bazen rozetler, 3): S granülleri çözülmesinden sonra hücreler farkedilebilir, 4): Fungi bu metotla boyanamayabilir, 5): Açık mavi, 6): Granüller, 7): Filamentler gri-maviye boyanır, 8): Küçük granüller, 9): Gram ve Neisser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

Ek B3. Filamentli mikroorganizmaların karakteristiklerini içeren teşhis anahtarları

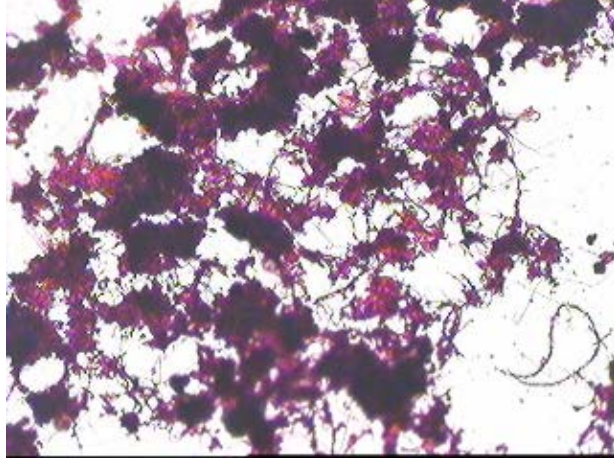
EK C. TESPİT EDİLEN FLOK YAPILARINA AİT FOTOĞRAFLAR



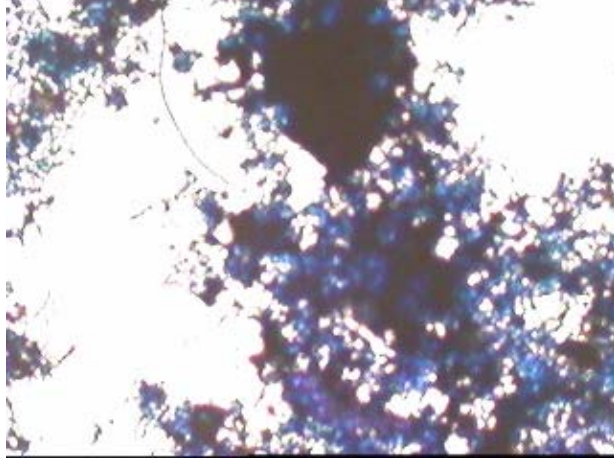
Ek C1. 22.01.07 tarihli numuneden Ocak ayı flok yapısını gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x)



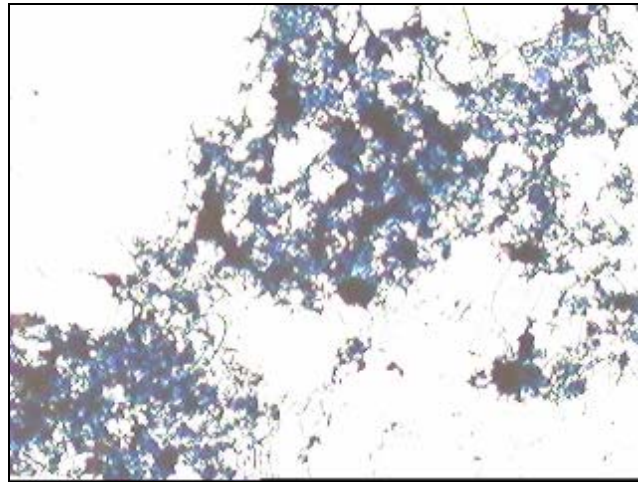
Ek C2. 31.01.07 tarihli numuneden Flok Tipi 1' e ait bir örnek (Gram boyama, 10x)



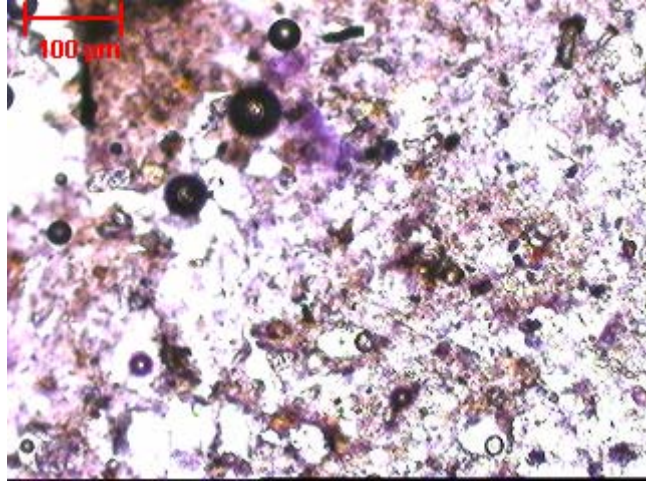
Ek C3. 08.02.07 tarihli numuneden Flok Tipi 3' e ait bir örnek (Gram boyama, 10x)



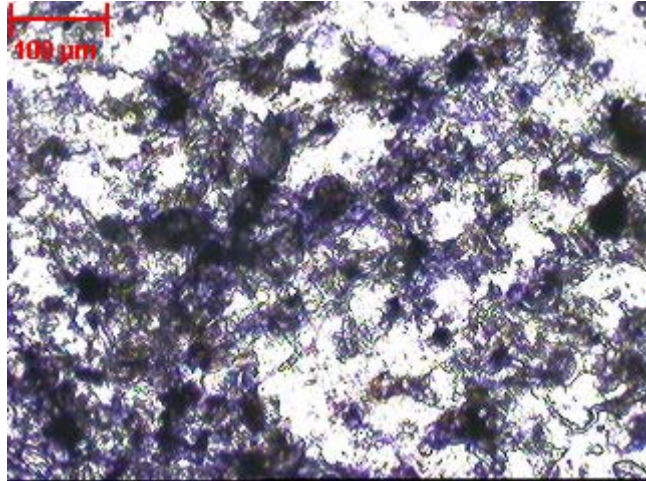
Ek C4. 22.02.07 tarihli numuneden Şubat ayı flok yapısına bir örnek (Neisser boyama, 10x)



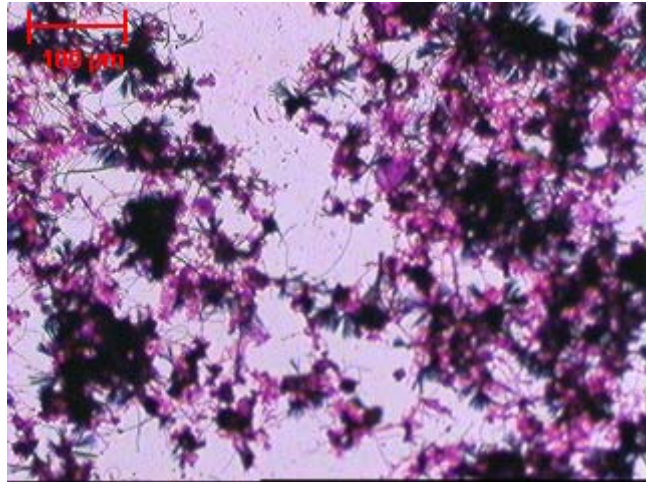
Ek C5. 28.02.07 tarihli numuneden floklar arasındaki boşluğu gösteren bir örnek (Neisser boyama, 10x)



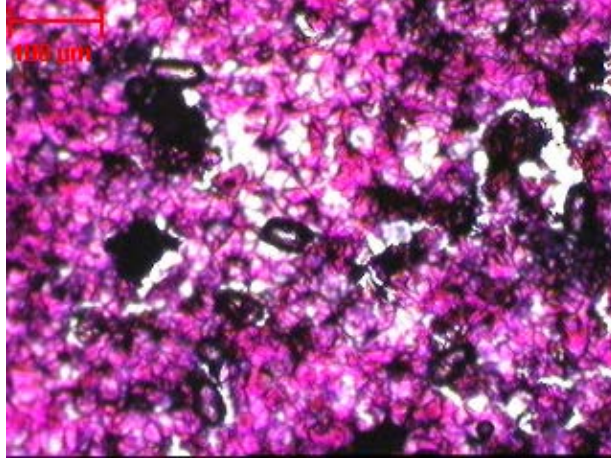
Ek C6. 12.03.07 tarihli numuneden Mart ayı flok yapısına ait bir örnek (Neisser boyama, 10x)



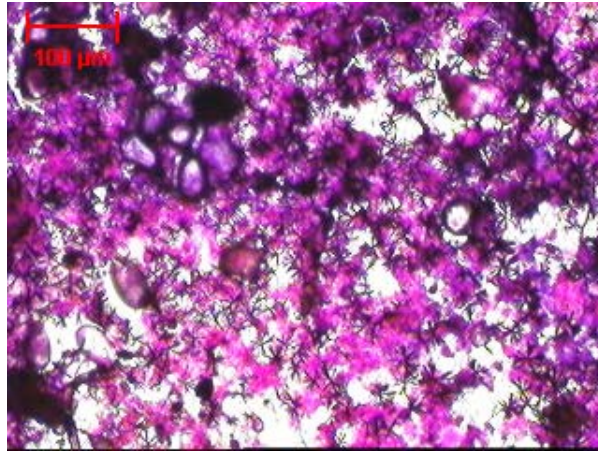
Ek C7. 20.03.07 tarihli numuneden floklardaki dağınıklığı gösteren bir örnek (Neisser boyama, 10x)



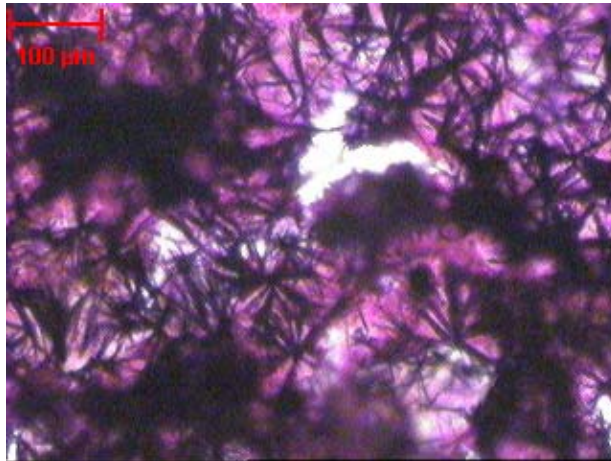
Ek C8. 20.03.07 tarihli numuneden flok yapısına ait bir örnek (Gram boyama, 10x)



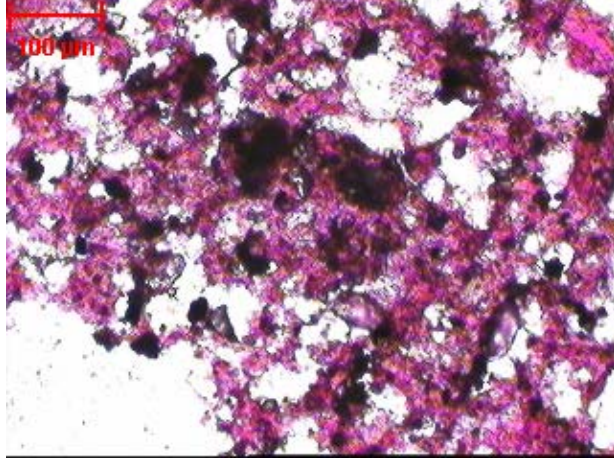
Ek C9. 30.03.07 tarihli numuneden Aktinomisetlerin floklar üzerindeki hakimiyetine ait bir örnek (Gram boyama, 10x)



Ek C10. 11.04.07 tarihli numuneden Nisan ayı flok yapısına ait bir örnek (Gram boyama, 10x)



Ek C11. 03.05.07 tarihli numuneden floklar üzerindeki Aktinomiset hakimiyetini gösteren bir örnek (Gram boyama, 10x)



Ek C12. 29.06.07 tarihli numuneden Haziran ayı flok yapısına ait bir örnek (Gram boyama, 10x)

ÖZGEÇMİŞ

Aslıhan ÖZTÜRK 15.09.1983 tarihinde İstanbul'da doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamlamıştır. 2001 yılında Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimi almaya hak kazanmıştır. 2005 yılında lisans eğitimini tamamlamıştır ve yine 2005 yılında Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilim Dalı'nda yüksek lisansa başlamıştır.