

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**MARDİN İLİ KIZILTEPE İLÇESİ İLERİ
BİYOLOJİK ATIKSU ARITMA TESİSİNİN İŞLETME
VERİMLİLİĞİ, İŞLETME PROBLEMLERİ VE ÇÖZÜM
ÖNERİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mehmet Nedim SAĞLAM

Anabilim Dalı: Çevre Mühendisliği

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Şule TATAR

TUNCELİ – 2019

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MARDİN İLİ KIZILTEPE İLÇESİ İLERİ
BİYOLOJİK ATIKSU ARITMA TESİSİNİN İŞLETME
VERİMLİLİĞİ, İŞLETME PROBLEMLERİ VE ÇÖZÜM
ÖNERİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mehmet Nedim SAĞLAM
(1388100010)

Anabilim Dalı: Çevre Mühendisliği

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Şule TATAR

TUNCELİ – 2019

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MARDİN İLİ KIZILTEPE İLÇESİ İLERİ BİYOLOJİK ATIKSU ARITMA
TESİSİNİN İŞLETME VERİMLİLİĞİ, İŞLETME PROBLEMLERİ VE ÇÖZÜM
ÖNERİLERİ**

Mehmet Nedim SAĞLAM
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 29/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği/oyçokluğu** ile kabul edilmiştir.

İmza:.....

İmza:.....

İmza:.....

Dr. Öğr.Üyesi Şule TATAR
(Munzur Üniversitesi)

Doç. Dr. E. Işıl ARSLAN
TOPAL
(Fırat Üniversitesi)

Doç. Dr. Murat TOPAL
(Munzur Üniversitesi)

DANIŞMAN

ÜYE

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Prof. Dr. Numan YILDIRIM
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Son yıllarda kentleşme oranının artmasıyla beraber evsel nitelikli atıksular, çevre kirliliğinin ortaya çıkmasında rol oynayan önemli sebeplerden biri haline gelmiştir. Kentsel atıksu arıtma tesisleri bu kirliliği engellemek için yapılmış olan, evsel nitelikli atıksularının aktarılacağı alıcı ortama varmadan önce zararlı etkilerini engelleyen veya olabilecek en düşük seviyeye indiren tesislerdir.

Bu çalışmada Kızıltepe İleri Biyolojik Atıksu Arıtım Tesisi'nde 8 ay boyunca günlük tesis giriş ve çıkışından alınan 24 saatlik kompozit numuneler ile KOİ (Kimyasal Okisjen İhtiyacı), BOİ (Biyolojik Okisjen İhtiyacı), pH, AKM (Askıda Katı Madde), TN (Toplam Azot), TP (Toplam Fosfor), $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (Amonyum Azotu) ve $\text{NO}_3^-\text{-N}$ (Nitrat azotu) analiz edilip verimliliği gözlemlenmiştir. Havalandırma havuzdan alınan anlık numuneler ile MLSS (Karışık Sıvıda Askıda Katı Madde), MLVSS (Karışık Sıvıda Uçucu Askıda Katı Madde), ÇÇH (Çökelebilen Çamur Hacmi), ÇHİ (Çamur Hacim İndeksi) ve çamur çürütücü tankından alınan numuneler ile CaCO_3 (Kalsiyum Karbonat), organik asit analiz edilip değerlendirilmiştir.

Mardin Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü kontrolündeki Kızıltepe İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisleri'nin deşarj limitleri Kentsel Atıksu Arıtma Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmektedir. Atıksu kirletici parametreleri ve tesis performansı bu yönetmelik ve proje raporundaki hedefler baz alınarak yapılmıştır.

Her bir parametre için aylık ortalama değer alınarak tablo ve grafiklerle desteklenmiş olup Kentsel Atıksu Arıtma Yönetmeliği'ne uygunluğuna bakılarak işletme verimliliği incelenmiştir. Günlük yapılan analiz verileri tablolar halinde çalışmanın son kısımda yer alan Ekler bölümünde sunulmuştur.

Kızıltepe İleri Biyolojik Atıksu Arıtım Tesisi'nde karşılaşılan işletme problemleri araştırılıp tespit edilerek çözüm önerileri ile birlikte belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atıksu, Atıksu Arıtma Tesisi, Arıtma Verimliliği, İşletme Problemleri, Fiziksel Arıtma, Kimyasal Arıtma, Biyolojik Arıtma, İleri Arıtma.

ABSTRACT

Process Efficiency, Process Problems and Solution Proposals of Advanced Biological Wastewater Treatment Plant in Kızıltepe District of Mardin Province

With the increasing world urbanization rate, domestic regional wastewater has become one of the leading leaders in the emergence of environmental pollution. Urban Wastewater Production Facilities are facilities that have been constructed to prevent this pollution and prevent or minimize harmful effects before reaching the receiving environment where the domestic wastewater will be transferred.

In this study, Kızıltepe Advanced Biological Wastewater Treatment Plant with 24 months of composite samples from the entry and exit of daily facility for 8 months, COD (Chemical Oxygen Demand), BOD (Biological Oxygen Demand), pH, AKM (Suspended Solids), TN (Total Nitrogen), TP (Total Phosphorus), $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (Ammonium Nitrogen) and $\text{NO}_3^-\text{-N}$ (Nitrate nitrogen) were analyzed and the productivity were observed. With instant samples taken from the ventilation pond, MLSS (Mixed Liquor Suspended Solids), MLVSS (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids), IMHOFF, SVI (Sludge Volume Index) and CaCO_3 (Calcium Carbonate), organic acid samples were analyzed and evaluated.

The discharge limits of the Kızıltepe Advanced Biological Wastewater Treatment Plants of the General Directorate of Mardin Water and Sewerage Administration were evaluated according to the Urban Wastewater Treatment Regulation. Wastewater pollutant property and plant goal on the basis of these regulations and project report.

Monthly average value for each parameter is supported by tables and graphs and operational efficiencies are examined in compliance with the Urban Wastewater Treatment Regulation. Daily analysis data are presented in tables in the appendix of the last part of the study.

The operational problems encountered in Kızıltepe Advanced Biological Wastewater Treatment Plant were investigated and stated together with the proposed solutions.

Keywords: Wastewater, Wastewater Treatment Plant, Treatment Efficiency, Operating Problems, Physical Treatment, Chemical Treatment, Biological Treatment, Advanced Treatment

TEŞEKKÜRLER

Tez çalışmamın her aşamasında yakın ilgi ve yardımlarını gördüğüm bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, tezi hazırlamamda bana büyük destek veren, beni bilgi ve tecrübesiyle destekleyen çalışmamda gösterdiği ilgi ve sabrından dolayı, değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Şule TATAR'a ve diğer bütün Çevre Mühendisliği Bölümü hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım esnasında her zaman desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen Çevre Mühendisi Sadettin KILIÇ'a, Çevre Yüksek Mühendisi Semra SERTKAYA'ya, Kimya Mühendisi Mazlum GÜNSEL'e, Makine Mühendisi Şadiye AKTOĞ'a, Makine Teknikeri Sıraç KILIÇ'a, Türkçe Öğretmeni Beyten GÖKSUN'a ve arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu yoğun süreçte desteklerini benden esirgemeyip maddi manevi hayatımın her döneminde yer alan annem Nurulhüde SAĞLAM'a, babam Abdulkerim SAĞLAM'a ve kardeşim Merve SAĞLAM'a gösterdikleri sabırdan dolayı teşekkür ederim.

Mehmet Nedim SAĞLAM
TUNCELİ – 2019

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET.....	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜRLER.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VIII
TABLOLAR LİSTESİ	IX
RESİMLER LİSTESİ	X
SEMBOLLER ve KISALTMALAR.....	XI
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Atıksu	2
1.2. Evsel Atıksuların Özellikleri	3
1.2.1. Fiziksel Özellikler	5
1.2.2. Kimyasal Özellikler	6
1.2.3. Mikrobiyal Özellikler	7
1.2.4. Atıksu Karakterizasyonunda Başlıca Parametreler	7
1.3. Atıksuların Arıtılması.....	10
1.4. Atıksuların Arıtım Yöntemleri	11
1.4.1. Fiziksel Arıtım Üniteleri.....	12
1.4.1.1. Izgaralar	12
1.4.1.2. Elekler.....	13
1.4.1.3. Kum Tutucular.....	13
1.4.1.4. Dengeleme Havuzları	14
1.4.1.5. Yüzer Madde Tutucular.....	14
1.4.1.6. Çökeltim Havuzları.....	14
1.4.1.7. Yüzdürme (Flotasyon).....	14
1.4.2. Kimyasal Arıtım İşlemleri	15
1.4.2.1. Nötralizasyon.....	15
1.4.2.2. Kimyasal Oksidasyon	15
1.4.2.3. Koagülasyon	15
1.4.2.4. Flokleştirme	16
1.4.2.5. İyon Değiştiriciler.....	16
1.4.2.6. Klorlama	16
1.4.2.7. Kimyasal Çöktürme.....	16
1.4.2.8. Dezenfeksiyon	17
1.4.3. Biyolojik Arıtım Yöntemleri.....	17
1.4.3.1. Aktif Çamur Sistemleri.....	18
1.4.3.1.1. Tam Karışımli Aktif Çamur Süreci	18
1.4.3.1.2. Piston Akımlı Aktif Çamur Süreci	19
1.4.3.1.3. Kontakt Stabilizasyon.....	20
1.4.3.1.4. Kademeli Havalandırma	21
1.4.3.1.5. Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur Sistemi	22
1.4.3.1.6. Oksidasyon Hendeği.....	22
1.4.3.1.7. Ayrı Kademeli Nitrifikasyon Aktif Çamur Süreci	23
1.4.3.1.8. Tek Kademeli Nitrifikasyon Süreci	24

1.4.3.2. Biyofilm.....	24
1.4.3.2.1. Damlatmalı Filtreler	25
1.4.3.2.2. Biyodisk.....	26
1.4.3.3. Mekanik Havalandırmalı Lagünler.....	26
1.4.3.4. Stabilizasyon Havuzları.....	27
1.4.3.5. Anaerobik Biyolojik Arıtma Yöntemleri.....	28
1.4.3.5.1. Sürekli Karışım Tank Reaktörü.....	28
1.4.3.5.2. Anaerobik Filtre (Yukarı Akışlı Dolgu Sütunu).....	29
1.4.3.5.3. Akışkan Yataklı Sistemler	29
1.4.4. İleri Arıtım Yöntemleri.....	29
1.4.4.1. Azot Giderme	29
1.4.4.2. Fosfor Giderme.....	30
1.4.4.3. Filtrasyon	30
1.4.4.4. Adsorpsiyon.....	30
1.4.4.5. Dezenfeksiyon	31
1.4.4.6. İyon değişimi	31
1.4.4.7. Ultrafiltrasyon.....	32
1.4.4.8. Ters Osmoz.....	32
2. MATERYAL VE METOT	33
2.1. Çalışma Alanı	33
2.1.1. Tesis Üniteleri.....	35
2.1.1.1. Giriş Ünitesi (Taş tutucu)	36
2.1.1.2. Izgaralar (Kaba ve İnce Izgara Ünitesi).....	36
2.1.1.2.1. Kaba Izgara Ünitesi	36
2.1.1.2.2. İnce Izgara Ünitesi.....	37
2.1.1.3. Giriş Pompa İstasyonu.....	38
2.1.1.4. Havalandırmalı Kum ve Yağ Tutucu.....	39
2.1.1.5. Ön Çökeltme Havuzu	41
2.1.1.6. Biyofosfor Havuzları	42
2.1.1.7. Havalandırma Havuzu	44
2.1.1.8. Blower Binası	45
2.1.1.9. Son Çökeltme Havuzları.....	46
2.1.1.10. Geri Devir ve Fazla Çamur Pompa İstasyonu	47
2.1.1.11. Çamur Yoğunlaştırma	49
2.1.1.11.1. Mekanik Çamur Yoğunlaştırma	49
2.1.1.11.2. Cazibeli Çamur Yoğunlaştırma	50
2.1.1.12. Anaerobik Çamur Çürütme Ünitesi.....	52
2.1.1.13. Gaz Depolama Tankları.....	54
2.1.1.14. Çamur Susuzlaştırma.....	54
2.1.1.15. Çamur Kurutma Ünitesi.....	56
2.1.1.16. UV Dezenfeksiyon Sistemi	57
2.1.1.17. Binalar	58
2.1.1.18. Otomasyon ve SCADA Sistemi	59
2.1.1.19. Analiz Yöntemleri ve Numune Alma.....	59
2.1.1.19.1. KOİ (Kimsayal Oksijen İhtiyacı) Tayini	61
2.1.1.19.2. BOİ (Biyolojik oksijen ihtiyacı) Tayini.....	61
2.1.1.19.3. AKM (Askıda Katı Madde) Tayini	62
2.1.1.19.4. TN (Toplam Azot) Tayini	63
2.1.1.19.5. Amonyum Azotu (NH_4^+ -N) Tayini	64

2.1.1.19.6. Nitrat Azotu (NO_3^- -N) Tayini.....	64
2.1.1.19.7. TP (Toplam Fosfor) Tayini	65
2.1.1.19.8. MLSS (Karışık Sıvıda Askıda Katı Madde) Tayini	66
2.1.1.19.9. MLVSS (Karışık Sıvıda Uçucu Askıda Katı Madde) Tayini	66
2.1.1.19.10. ÇÇH (Çökelebilen Çamur Hacmi) Tayini	67
2.1.1.19.11. ÇHİ (Çamur Hacim İndeksi) Tayini	67
2.1.1.19.12. CaCO_3 (Kalsiyum Karbonat) Tayini	68
2.1.1.19.13. Organik Asit Tayini	68
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	69
3.1. Giriş ve Çıkış Suyu Laboratuvar Analizlerinin Değerlendirilmesi	69
3.1.1. KOİ (Kimsayal Oksijen İhtiyacı) Arıtım Verimi	69
3.1.2. BOİ (Biyolojik oksijen ihtiyacı) Arıtım Verimi	73
3.1.3. AKM (Askıda Katı Madde) Arıtım Verimi	75
3.1.4. TN (Toplam Azot) Arıtım Verimi	79
3.1.5. Amonyum Azotu (NH_4^+ -N) Arıtım Verimi	81
3.1.6. Nitrat azotu (NO_3^- -N) Arıtım Verimi	82
3.1.7. TP (Toplam Fosfor) Arıtım Verimi	83
3.1.8. pH Verimliliği	86
3.2. Havalandırma Havuzundan Yapılan Analizlerinin Değerlendirilmesi	88
3.2.1. MLSS (Karışık Sıvıda Askıda Katı Madde) Analizinin Değerlendirilmesi	88
3.2.2. MLVSS (Karışık Sıvıda Uçucu Askıda Katı Madde) Analizinin Değerlendirilmesi	89
3.2.3. ÇÇH (Çökelebilen Çamur Hacmi) Analizinin Değerlendirilmesi	89
3.2.4. ÇHİ (Çamur Hacim İndeksi) Analizinin Değerlendirilmesi	90
3.3. Çamur Çürütücü Tankından Yapılan Analizlerin Değerlendirilmesi	91
3.3.1. CaCO_3 (Kalsiyum Karbonat) Analizinin Değerlendirilmesi	91
3.3.2. Organik Asit Analizinin Değerlendirilmesi	91
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	93
KAYNAKLAR	101
ÖZGEÇMİŞ	104
EKLER	105

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Atıksuyun karakterizasyonu	4
Şekil 1.2. Atıksularda mevcut katı maddelerin sınıflandırılması	6
Şekil 1.3. Tam karışımli aktif çamur sistemi.....	19
Şekil 1.4. Piston akımlı aktif çamur sistemi	20
Şekil 1.5. Kontak stabilizasyon	20
Şekil 1.6. Kademeli havalandırılmalı aktif çamur sistemi.....	21
Şekil 1.7. Uzun havalandırılmalı aktif çamur sistemi.....	22
Şekil 1.8. Oksidasyon hendeği	23
Şekil 1.9. Ayrı kademeli nitrifikasyon aktif çamur süreci.....	24
Şekil 1.10. Damlatılmalı filtre	25
Şekil 1.11. Biyodisk	26
Şekil 1.12. Stabilizasyon havuzu akım şeması	28
Şekil 2.1. Çalışma alanı	34
Şekil 2.2. Proses akım diyagramı	35
Şekil 3.1. KOİ giderim verimi	71
Şekil 3.2. BOİ giderim verimi	74
Şekil 3.3. AKM giderim verimi.....	77
Şekil 3.4. TN giderim verimi.....	80
Şekil 3.5. TP giderim verimi	85

TABLolar LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Evsel atıksu birim değerleri.....	3
Tablo 1.2. Evsel atıksuyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşenleri.	5
Tablo 2.1. Tesis dizaynında kullanılan hidrolik veriler.....	35
Tablo 2.2. Havalandırılmalı kum ve yağ tutucu teknik özellikleri	40
Tablo 2.3. Ön çökeltme havuzu teknik özellikleri.....	42
Tablo 2.4. Biyofosfor havuzları teknik özellikleri	43
Tablo 2.5. Havalandırma havuzu teknik özellikleri	45
Tablo 2.6. Son çökeltme havuzları teknik özellikleri.....	47
Tablo 2.7. Geri devir ve fazla çamur pompa istasyonu teknik özellikleri.....	48
Tablo 2.8. Mekanik çamur yoğunlaştırma teknik özellikleri.....	50
Tablo 2.9. Cazibeli çamur yoğunlaştırma teknik özellikleri	51
Tablo 2.10. Anaerobik çamur çürütme ünitesi teknik özellikleri.....	53
Tablo 2.11. Çamur susuzlaştırma teknik özellikleri.....	56
Tablo 2.12. Çamur kurutma ünitesi teknik özellikleri.....	57
Tablo 3.1. Kentsel atıksu arıtımı yönetmeliği deşarj limitleri.....	69
Tablo 3.2. Arıtma tesisi giriş ve çıkış atıksuyun KOİ konsantrasyonları.....	70
Tablo 3.3. Arıtma tesisi giriş ve çıkış atıksuyun BOİ konsantrasyonları.....	73
Tablo 3.4. Arıtma tesisi giriş ve çıkış atıksuyun AKM konsantrasyonları.....	76
Tablo 3.5. Arıtma tesisi giriş ve çıkış atıksuyun TN konsantrasyonları.....	79
Tablo 3.6. Çıkış suyu NH_4^+ -N konsantrasyonları.....	81
Tablo 3.7. Çıkış suyu NO_3^- -N konsantrasyonları	83
Tablo 3.8. Arıtma tesisi giriş ve çıkış atıksuyun TP konsantrasyonları	84
Tablo 3.9. Arıtma tesisi giriş ve çıkış atıksuyun pH konsantrasyonları.....	86
Tablo 3.10. MLSS konsantrasyonu	88
Tablo 3.11. MLVSS konsantrasyonu	89
Tablo 3.12. ÇÇH konsantrasyonu.....	90
Tablo 3.13. ÇHİ konsantrasyonu.....	91
Tablo 3.14. $CaCO_3$ konsantrasyonu.....	92
Tablo 3.15. Organik asit konsantrasyonu	92

RESİMLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Resim 2.1. Giriş ünitesi	36
Resim 2.2. Kaba ızgaralar.....	37
Resim 2.3. İnce ızgaralar	38
Resim 2.4. Giriş pompa istasyonu	39
Resim 2.5. Havalandırmalı kum ve yağ tutucu	39
Resim 2.6. Ön çökeltme havuzu.....	41
Resim 2.7. Biyofosfor havuzları.....	43
Resim 2.8. Havalandırma havuzu.....	44
Resim 2.9. Blower binası.....	46
Resim 2.10. Son çökeltme havuzları	47
Resim 2.11. Geri devir ve fazla çamur pompa istasyonu	48
Resim 2.12. Mekanik çamur yoğunlaştırma.....	49
Resim 2.13. Cazibeli çamur yoğunlaştırma.....	51
Resim 2.14. Anaerobik çamur çürütme ünitesi	52
Resim 2.15. Gaz depolama tankları.....	54
Resim 2.16. Çamur susuzlaştırma	55
Resim 2.17. Çamur kurutma ünitesi	56
Resim 2.18. UV dezenfeksiyon	57
Resim 2.19. İdari bina, atölye, blower odası	58
Resim 2.20. SCADA odası.....	59

SEMBOLLER ve KISALTMALAR

AAT	: Atıksu Arıtma Tesisi
AKM	: Askıda Katı Madde
BOİ	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
TN	: Toplam Azot
TP	: Toplam Fosfor
SKKY	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
MLSS	: Karışık Sıvıda Askıda Katı Madde
MLVSS	: Karışık Sıvıda Uçucu Askıda Katı Madde
$\text{NH}_4^+\text{-N}$	: Amonyum Azotu
$\text{NO}_3^-\text{-N}$	: Nitrat Azotu
CaCO_3	: Kalsiyum Karbonat
ÇÇH	: Çökelebilen Çamur Hacmi
ÇHİ	: Çamur Hacim İndeksi
SO_4^{-2}	: Sülfat
H_2S	: Hidrojen Sülfür
İPA	: Katılım Öncesi Yardım Aracı
FeCl_3	: Demir 3 Klorür
$\text{PO}_4\text{-P}$	: Fosfat Fosforu
NO_3	: Nitrat
N	: Azot
P	: Fosfor
NH_3	: Amonyak
ÇÖ	: Çözünmüş Oksijen
TOK	: Toplam Organik Karbon
TeOİ	: Teorik Oksijen İhtiyacı
CO_2	: Karbondioksit

1. GİRİŞ

Su, canlılığın vazgeçilmez bir parçası olması nedeniyle artan nüfusla birlikte suya olan talep de gün geçtikçe artmaktadır. Yetersiz su kaynakları ve kaynakların kalitesinin bozulması Dünya'nın birçok yerinde kaygıyla karşılanmakta ve bu durumun yüzyılın başlıca sorunlarından biri olacağı uluslararası forumlarda açıkça belirtilmektedir. İçinde bulunduğumuz yüzyılın en önemli sorunlarından bir diğeri de iklim değişikliği ve buna bağlı olarak su kaynaklarının olumsuz etkilenmesidir. Su kaynakları bakımından zengin bölgelerde kirlenme ilerlemekte ve su potansiyelinin azalması ile de suyun maliyeti artmaktadır. Dünya Su Geliştirme Raporu'na göre, 2050 yılında Dünya nüfusunun 9,3 milyara ulaşmasının beklendiği ve iklim değişikliği nedeniyle 60 ülkede 7 milyar insanın su kıtlığı yaşayacağı raporlanmıştır (Duman, 2017).

Su kaynaklarının varlığı, yaşam standartları, toplumların alışkanlıkları, ekonomik koşullar, iklim, eğitim düzeyi, vb. birçok faktör kişilerin günlük su ihtiyaçlarının farklı olmasına neden olmaktadır. Özellikle sanayi devriminden bu yana kentleşme, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerle birlikte suya olan talep artmış aynı zamanda da mevcut temiz su kaynakları bu faaliyetlerle kirletilerek kullanılamaz hale gelmiştir. Evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda kirlenmiş veya özellikleri kısmen veya tamamen değişmiş sulara atıksu denilmektedir. Suyun farklı amaçlar doğrultusunda kullanılması sonucu oluşan bu atıksular üretildiği yere göre karakteristiği de değişmektedir. Atıksu karakteristiği, atıksuyun özelliklerini, kirlilik yükünü ve ortalama debisini ifade etmektedir. Atıksuya ait bu karakteristik özellikler atıksuyun açığa çıktığı bölgede kullanılan suyun miktarına, endüstriyel ve sanayi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ayrıca iklim koşullarına göre karlı veya yağışlı havalardan kaynaklanan seyreltme faktöründen dolayı atıksu karakterizasyonunda göz ardı edilemeyecek miktarda değişiklikler de gözlemlenebilmektedir. Hatta bu yağışlı havalarda artan yeraltı suyu seviyesi, kaçak yağmur suları, kırık veya çatlak kanalizasyon boruları, tamir edilmesi gereken bağlantı noktaları ve kanalizasyonlara ait bağlantı ağının durumu atıksuya karışabilecek sızıntı suyu miktarını önemli ölçüde etkilemektedir (Eskikaya, 2018).

Tüketim miktarı yüksek oranlarda olan su, kullanımı sonucunda ortaya çıkan atıksuyu beraberinde getirmiştir. Kullanım amacı çeşitlilik kazanan su, atıksu haline geldiğinde de birbirinden farklı özellikte atıksuların oluşmasına sebep olmuştur. Oluşan bu

atıksular bir arıtma ünitesinden geçirilmeden doğal ortama deşarj edilir ise ülkelerin en önemli kaynaklarından olan yeraltısularının kirlenmesine, ekolojik dengenin de bozulmasına neden olacaktır. Bu sebeple kirliliğı yüksek atıksuların doğru yöntemlerle arıtılması ve doğal ortama arıtmadan sonra deşarj edilmesi sürdürülebilir kalkınma amacı çerçevesinde önem kazanmaktadır (Boduroğlu, 2008).

Bu çerçevede bu tez çalışmasında Kızıltepe İleri Biyolojik Atıksu Arıtım Tesisi'nde 8 ay boyunca günlük tesis giriş ve çıkışından alınan 24 saatlik kompozit numuneler ile KOİ (Kimyasal Okisjen İhtiyacı), BOİ (Biyolojik Okisjen İhtiyacı), pH, AKM (Askıda Katı Madde), TN (Toplam Azot), TP (Toplam Fosfor), $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (Amonyum Azotu) ve $\text{NO}_3^-\text{-N}$ (Nitrat azotu) analiz edilip arıtma tesisinin verimliliğı gözlemlenmiştir. Havalandırma havuzundan alınan anlık numunelerde MLSS (Karışık Sıvıda Askıda Katı Madde), MLVSS (Karışık Sıvıda Uçucu Askıda Katı Madde), ÇÇH (Çökelebilen Çamur Hacmi), ÇHİ (Çamur Hacim İndeksi) ve çamur çürütücü tankından alınan numunelerde CaCO_3 (Kalsiyum Karbonat), organik asit analiz edilip değerlendirilmiştir. Ayrıca arıtma tesisinde karşılaşılan işletme sorunları da incelenmiş olup uygulamaya yönelik çözüm önerileri sunulmuştur.

1.1. Atıksu

Evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda kirlenmiş veya özellikleri kısmen veya tamamen değişmiş sular ile maden ocakları ve cevher hazırlama tesislerinden kaynaklanan sular ve yapılaşmış kaplamalı ve kaplamasız şehir bölgelerinden cadde, otopark ve benzeri alanlardan yağışların yüzey veya yüzeyaltı akışa dönüşmesi sonucunda gelen sulara atıksu denir (URL-1, 2019).

Endüstriyel atıksular, endüstriyel amaçlı su kullanımı sonucu oluşmaktadır. Endüstrilerin üretim teknolojisi, çalışma şekli, proses suyunun çeşidi gibi faktörler endüstriyel atıksuların özelliklerini geniş ölçüde etkilemektedir. Bu bakımdan endüstri kuruluşunun çeşidine göre atıksular tamamıyla farklı özellikler gösterebilmektedir (Ayrak, 2010).

Evsel nitelikli atıksular ise, konutlardan, kurumlardan, ticari ve endüstriyel kurululardan gelen atıksular ile yeraltı, yüzeysel ve yağmur suyu gibi suların bir bileşimi olarak tanımlanabilir. Evsel atıksular; insan vücudu atıklarından, yıkanma, genel temizlik

ve mutfak ileri sonucu oluşan atıksulardır (Yıldırım, 2006). Evsel atıksu birim değerleri Tablo 1.1’de verilmiştir.

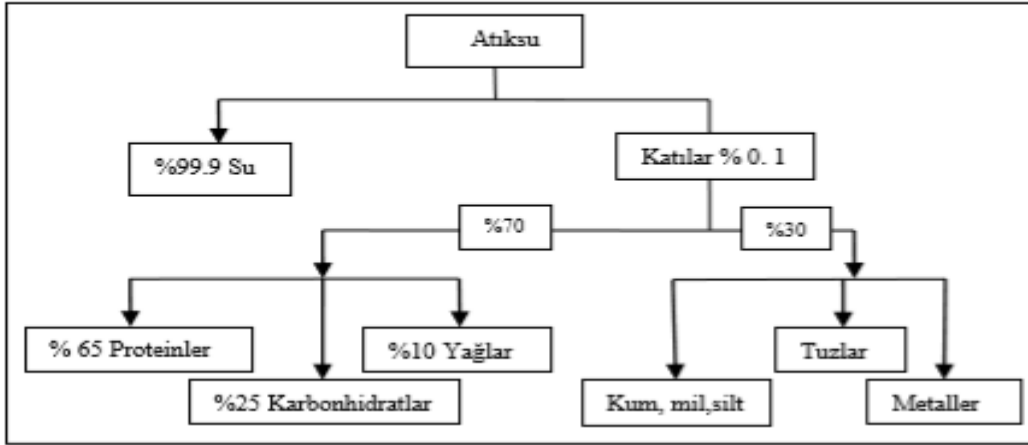
Tablo 1.1. Evsel atıksu birim değerleri (Ayraç, 2010).

Kullanım	Birim	Değişim Aralığı
Eysel	L/N-gün	150-500
Otel	L/misafir-gün	150-225
Büro	L/çalışan-gün	30-75
Lokanta	L/müşteri-gün	30-40
Hastane	L/yatak-gün	50-1000
Okul	L/öğrenci-gün	60-120

Atıksuların barındırdıkları zararlı bileşenlerden arıtılmadan su yataklarına verilmesi ya da alıcı ortama deşarj edilmesi yerüstü ve yeraltısularını kirletmektedir. Aynı şekilde bilinçsizce yapılan zirai ilaçlamalardan dolayı da yerüstü ve yeraltısuları kirlenmektedir. Diğer bir yandan kimyasal gübrelerin aşırı kullanımı sonucunda gübre yüzey su akışlarıyla yerüstü sularına karışmakta, yeraltı sularına sızarak suyun kullanım potansiyelini olumsuz olarak etkilemektedir. Evsel ve endüstriyel atıkların alıcı ortamlara verilmesi atığın cinsine, yeryüzü şekline, iklim durumuna, toprağın yapısına ve zamana bağlı olarak yeraltısularına karışması ötrofikasyona yani suda azot, fosfor artışına ve oksijen azalmasına sebep olmaktadır (Gülsoy, 2017).

1.2. Evsel Atıksuların Özellikleri

Atıksular, insanların farklı maksatlara yönelik olarak kullanıp kirlettikleri sular olup, evsel, endüstriyel, yeraltı, yüzeysel ve yağmur suyu gibi suların bileşiminden oluşmaktadır. Evsel atıksuların yaklaşık %95-99’u su olup %1-5’lik kısmı organik ve inorganik maddeleri ihtiva eder (Yıldırım, 2006). Atıksuyun karakterizasyonu Şekil 1.2’de verilmiştir.



Şekil 1.1. Atıksuyun karakterizasyonu (Meral ve Cavadzade, 2013).

Evsel atıksuların rengi genellikle açık kahverengimsi gridir ve kendine has bir kokusu vardır. Taze atıksu bulanık olup büyüklü küçüklü yüzen veya askıda katı maddeler ve koloidal yapıda çok küçük katı maddeler içerir. Fiziksel olarak arzu edilmediği gibi içerdiği patojen organizmalar nedeniyle oldukça tehlikelidir. Kanalizasyonda kalma süresinin artması ve anaerobik şartların gelişmesiyle atıksuyun rengi koyu griye ve daha sonra siyaha doğru değişebilir. Siyah renk atıksuyun anaerobik hala geldiğinin en önemli göstergesidir. Bu renk anaerobik şartlarda oluşan sülfür formlarının atıksudaki metallerle reaksiyona girmesi ile oluşan metalik sülfürlerden kaynaklanır. Sıcak iklimlerde evsel atıksular çözünmüş oksijen içeriğini çabuk kaybeder ve böylece septik hale geçer. Septik atıksu kötü bir kokuya sahip olup bunun da en önemli kaynağı hidrojen sülfürdür. Hidrojen sülfürden kaynaklanan çürük yumurta kokusu ve merkaptanlar septik atıksuların ayırt edici özelliğidir. Evsel atıksuların sıcaklığı coğrafi bölgeye ve mevsime bağlı olarak 10-21 °C arasında değişir. Önemli miktarda endüstriyel atıksu içermiyorsa yoğunluğu aynı sıcaklıktaki suyun yoğunluğuna yakındır (Yıldırım, 2006).

Atıksu özellikleri kişi başına günlük su kullanımı değerlerine bağlı olarak da değişir. Her ne kadar suya deşarj edilen atık miktarı toplumların özelliklerine göre farklılıklar gösterse de, bu fark çok yüksek değildir. Dolayısıyla atıksu özellikleri sadece şehirden şehre değil, ele alınan her bir yerleşim birimi için mevsimsel hatta saatlik değişkenlik gösterir (Boduroğlu, 2008).

Evsel atıksuların özelliklerini belirleyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik birçok bileşen bulunmaktadır. Tablo 1.2’de evsel atıksu bileşenleri birlikte gösterilmiştir (Kurt, 2007).

Tablo 1.2. Evsel atıksuyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşenleri (Kurt, 2007).

Fiziksel Özellikler	Kimyasal Bileşenler			Mikrobiyal Özellikler
	Organikler	İnorganikler	Gazlar	
Renk	Karbonhidratlar	Alkalinite	Metan	Canlı Hücreler
Koku	Yağ ve Gres	Klorürler	Oksijen	Bitkiler
Toplam Katı Madde	Pestisitler	Ağır Metaller	Hidrojen Sülfür	Tek Hücreliler
Sıcaklık	Fenoller	Azot		Virüsler
	Proteinler	pH		
	Yüzey Aktif Maddeler	Fosfor		
		Sülfür		
		Toksik Bileşenler		

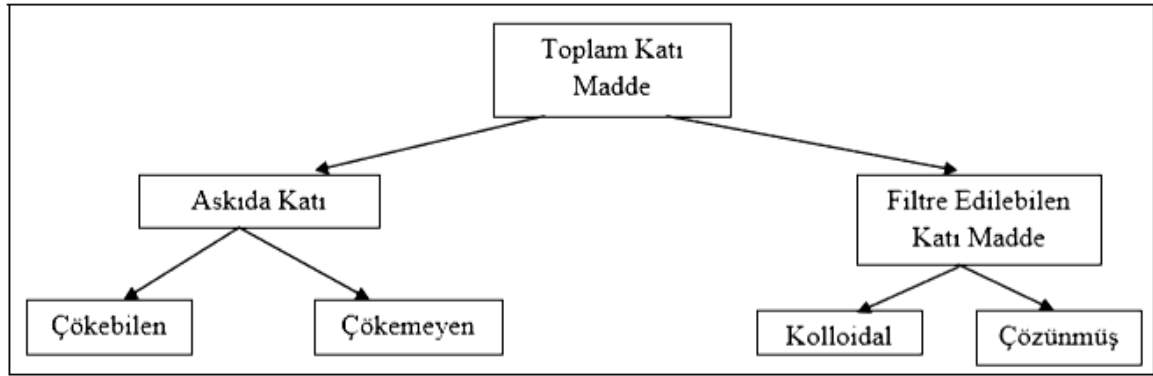
1.2.1. Fiziksel Özellikler

Bir atıksuyun fiziksel değişkenleri deyince akla gelen özellikleri renk, koku, bulanıklık, sıcaklık, toplam katı madde, çökebilir katı madde, askıda katı madde, inorganik ve organik katı madde, iletkenlik, radyoaktivitedir (Torun, 2011).

Renk: Atıksuyun rengi, atıksu içerisinde çözünmüş, askıda ve kolloid haldeki maddelere bağlıdır. Taze bir atıksuyun rengi açık kahverengi-gri dir. Atıksu bayatladıkça içindeki oksijen azalarak septik koşullar oluşacağından renk siyaha doğru döner ve atıksuyun arıtılması zorlaşır (Meral ve Cavadzade, 2013).

Koku: Atıksuda bulunan organik maddelerin bozulmasıyla oluşan gazlar kokuya neden olmaktadır. Yağlar, petrol ve organik çözücüler de atık suyun kokmasına neden olur (URL-1, 2019).

Toplam Katı Maddeler: Katı maddeler, sudaki çözünmüş ve askıdaki tüm yabancı maddeleri ifade eder. Katı madde ölçümleri gravimetrik olarak yapılır. Atıksuda, askıda katı maddelerin yaklaşık %75’i ve filtre edilebilir katıların yaklaşık %40’ı organiktir. Katı maddelerin konsantrasyonları ve boyut dağılımları atıksu karakteri ve arıtımı açısından büyük önem taşır (Meral ve Cavadzade, 2013). Atıksularda mevcut katı maddelerin sınıflandırılması Şekil 1.3’de verilmiştir.



Şekil 1.2. Atıksularda mevcut katı maddelerin sınıflandırılması (Fesliyen, 2017).

Sıcaklık: Atıksu sıcaklığı, arıtma prosesinde biyolojik ve kimyasal reaksiyonların hızı açısından önemlidir. Genellikle atıksu sıcaklığı 10 -20 °C arasındadır. Sıcaklık arttıkça reaksiyon hızı artar. Sıcaklık, özellikle nitrifikasyon açısından çok önemlidir (Meral ve Cavadzade, 2013).

1.2.2. Kimyasal Özellikler

Evsel atıksulardaki kimyasal bileşenleri sırasıyla organik, inorganik ve çözünmüş gaz halindeki bileşenler olarak sınıflandırabiliriz.

Organik Bileşenler: Evsel atıksulardaki AKM'nin %70'lik kısmı ve filtrata geçen çözünmüş maddelerin %40'lık kısmını organik maddeler oluşturmaktadır. Organik maddelerin dağılımı ise, %40-60 proteinler, %25-50 karbonhidratlar ve %10 yağ-gresler şeklindedir. Deterjanlar, pestisitler ve fenoller evsel atıksu kompozisyonundaki mevcut diğer organik bileşenleri oluşturmaktadır (Kurt, 2007).

İnorganik Bileşenler: Alkalinite, klorür, ağır metaller, azot, fosfor, sülfür, toksik bileşenler ve pH gerek evsel atıksuyun kendi bünyesinde veya deşarj olduğu alıcı ortamda gerekse arıtma proseslerinde biyokimyasal faaliyetlerin muhteviyatını belirlemede etkili olurlar. Alkalinite parametresi özellikle biyolojik arıtma proseslerinde biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşan asitlerin tamponlanmasında ve biyolojik aktivitelerin devamlılığında önemli rol oynar. Azot ve fosfor parametreleri bakteriler için besin niteliğinde olup nütrient olarak tanımlanmaktadır. Yüksek konsantrasyondaki N ve P alıcı ortamda ötrafikasyona neden olur. Ağır metaller, diğer toksik maddeler ve yüksek

konsantrasyonlu klorür organizma faaliyetlerinin inhibisyonuna yol açmaktadır (Fesliyen, 2017).

Çözünmüş Gazlar: Metan, hidrojen sülfür havasız ortamda anaerobik mikrobiyal faaliyetler sonucunda oluşan gaz türleridir. Kapalı kanalizasyon sistemlerinde bu gazlar yüksek oranda mevcuttur. Sülfür, atıksuda SO_4^{-2} iyonunun anaerobik ortamda indirgenmesi sonucunda oluşur. pH'nın düşük olduğu koşullarda sülfür, H_2S gazına dönüşerek hem toksisite oluşturur hem de kanalizasyon boru sistemi üzerinde korozyona neden olur. Protein yapılarının hidrolizi sonrasında aminoasitler ve amonyak gazı oluşur. Amonyak gazı da karakteristik kokulu bir gazdır. Atıksulardaki pH değerinin düşük olması azotun NH_3 gazı yerine NH_4^+ yapısında kalmasını sağlamaktadır (Kurt, 2007).

1.2.3. Mikrobiyal Özellikler

Canlı hücreler, bitkiler, tek hücreliler, virüsler evsel atıksularda biyolojik bileşenleri oluşturmaktadır. Tek hücreliler grubuna dahil olan bakteriler, protozoalar ve algler olumlu veya olumsuz çevre şartlarının oluşmasında önemli rol oynamaktadır.

Bakteriler arıtma proseslerinde kirlilik olarak tanımladığımız maddeleri tüketen ve bünyelerindeki biyokimyasal reaksiyonlarla nihai ürünlere (CO_2 , H_2O ve NH_3) dönüştüren tek hücreli canlılardır. Atıksu yapısında mevcut N, P ve eser miktardaki mineraller (Cu, Zn, Ni) bakterilerin ihtiyaç duyduğu maddelerdir. Besin maddeleri (N ve P) konsantrasyonundaki yükselmenin doğal bir sonucu olarak, özellikle durağan su kütleleri halindeki alıcı ortamlarda ötrofikasyon sonucu alg oluşmaktadır. Su yüzeyinde adeta bir film katmanı oluşturan algler güneş ışıklarının su kütlesinin derinliklerine ulaşmasını önler. Zamanla anaerobik bir ortamın oluşmasına zemin hazırlar. Evsel atıksudaki mikroorganizmaların birçoğu insanlar ve hayvanlar için hastalık yapıcı özelliktedir. Koliform bakteriler insan atıklarından kaynaklanan kirlenmenin bir göstergesi olmaktadır. Algler de tat ve koku problemlerine yol açmaktadır. Atıksuyun arıtımı esnasında organik maddeler bakteriler aracılığıyla parçalanmaktadır (Fesliyen, 2017).

1.2.4. Atıksu Karakterizasyonunda Başlıca Parametreler

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ): Sudaki organik maddelerin 5 günde (BOİ_5) mikroorganizmaların ayrıştırma sürecinde harcadığı oksijen miktarını ifade eder.

Ölçümü uzun zaman alan ve deneysel hata oranı yüksek olan BOİ çevreye etkilerin değerlendirilmesi ve arıtma sistemi dizaynında kullanılmaktadır. 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 (Sinan, 2010).

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ): Kimyasal olarak oksitlenebilen organik maddelerin oksijen ihtiyacı KOİ ile ifade edilir. KOİ asit ortamda kuvvetli bir kimyasal oksitleyici (potasyum dikromat gibi) vasıtasıyla ölçülür. Kimyasal olarak oksitlenebilecek bileşikler, biyolojik olarak oksitlenebileceklerden daha fazla olduğundan, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacından daha büyüktür. Tasfiye edilmemiş atıksular için $BOİ_5/KOİ = 0,4-0,8$ (ortalama 0,65) alınabilir.

Askıda Katı Madde (AKM): Su numunelerinin standart filtre kağıdından süzülmesi ve filtrenin kurutulması sonucu elde edilen kalıntılar askıda katı madde olarak tanımlanırlar. Askıda katı maddeler suların estetik, içme, endüstriyel kullanım gibi çeşitli amaçlar için kullanılmasını doğrudan etkilemektedir. Doğal sularda ışık geçirgenliğini azaltıp, dip birikintilerine yol açarak ya da doğrudan zarar vererek su canlılarını etkiler. Kanallarda ve arıtma sistemlerinde önlem alınması ihtiyacını ortaya koyar. Bu özellikleri ile AKM atık sularda önemli bir parametredir (Sinan, 2010).

pH: Suyun asitlik veya bazlık durumunu gösteren logaritmik bir ölçüdür. 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. Avrupa Birliği deşarj standartlarında pH'a ilişkin bir değer olmamakla birlikte ülkemizde hem ham atıksu hem de arıtılmış atıksu da bu değer 6-9 aralığında kabul edilebilir değer olarak alınmaktadır. Organizmaların aktivitelerini maksimize edebilmek için ortamın pH'ı asit/baz ilavesi ile kontrol edilebilir (Sinan, 2010).

Çevre mühendislerinin tüm uygulamalarında pH parametresi çok önemlidir. Evsel atıksu arıtılmasında pH kontrol edilmeli ve biyolojik yaşamı sağlamak için çok iyi bir şekilde ayarlanmalıdır (Özel, 2011).

Azot-Fosfor: Evsel atıksu arıtma sistemleri karbonlu organik maddenin giderilmesine yönelik olarak tasarlanmaktadır. Ancak alıcı su ortamında ötrifikasyonun ve kirliliğin artması sonucu atıksu deşarjında özellikle hassas bölgeler için daha sıkı deşarj limitleri getirilmiştir. Özellikle azot ve fosfor parametrelerinin öncelikle kontrol edilmesi

gerekmektedir (Sinan, 2010). Azot ve fosfor elementleri, mikroorganizmaların büyümesi için çok gereklidir. Bunlara besi elementleri (nütrient) denir. Azot, proteinlerin sentezi için temel yapı taşı olduğundan, atıksuların biyolojik yollarla tasfiyesinde azot konsantrasyonunu bilmeye ihtiyaç vardır (Öztürk ve diğ., 2006). Azot ve fosfor bileşenleri amonyak azotu ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), nitrat azotu ($\text{NO}_3^-\text{-N}$), ve fosfat fosforu ($\text{PO}_4^-\text{-P}$) mikroorganizma faaliyetleri açısından izlenmesi gereken azot-fosfor türevi parametrelerdir (Sinan, 2010).

Suyun azot miktarı az ise, tasfiye için dışarıdan azot eklenmesi gerekebilir. Aksine, eğer, yüzeysel sulara verilen atıksu deşarjları nedeniyle oluşan alg ve yosunlarının kontrolü istenirse, alıcı ortamlara verilmeden önce, azotun uzaklaştırılmasına veya miktarının azaltılmasına ihtiyaç vardır. Genellikle atıksularda azot, esas itibariyle proteinli maddelere ve üreye bağlı olarak bulunur. Bu maddelerin ayrışması ile azot, amonyağa dönüşür. Atık suyun tazelik derecesi, amonyak miktarı ile ölçülür (Torun, 2011).

Alg ve diğer mikroorganizmaların çoğalması bakımından fosfor da önemlidir. Sularda fosfor fosfat olarak bulunur. Evsel atıksular genellikle fosfor bileşiklerince zengindir. Son yıllarda deterjan yapımında, katkı maddesi olarak fosfat ve polifosfat bileşikleri, büyük miktarlarda kullanılmaktadır. Bu maddelerin yaklaşık %12-13'ünün fosfor ve fazlasının polifosfat olduğu düşünülürse, sentetik deterjan tüketiminin artışı ile birlikte yüzeysel sulara fosfor deşarjı da artış göstermiştir. Genellikle evsel atıksularda 4–15 mg/L civarında fosfor bulunur (Öztürk ve diğ., 2006).

Debi: Debi ölçülmesi gereken en önemli atıksu parametrelerinden biridir. Analizi yapılan kirlilik konsantrasyonuna göre tesisteki mevcut kirlilik yükünün bilinmesi ve tesis içinde önlem alınması için önemli bir parametredir (Sinan, 2010).

Sıcaklık: Mikroorganizmaların metabolizma ile ilgili faaliyetlerinin tümü kimyasal reaksiyonlara dayanmaktadır. Kimyasal tepkimeler gibi, mikroorganizmaların meydana getirdiği tepkimeler de sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık yalnız metabolik aktiviteleri etkilemekle kalmaz biyolojik çamurun çökme özelliği, gaz transfer hızı gibi faktörleri de etkiler (Sinan, 2010).

Toplam Organik Karbon (TOK): Özellikle çok küçük organik madde konsantrasyonları için uygun bir parametredir. Bu parametre, bilinen konsantrasyonlarda bir numuneyi yüksek sıcaklıkta bir fırına enjekte ederek saptanmaktadır. $\text{BOI}_5/\text{TOK} = 1\text{--}1,6$ alınabilir (Torun, 2011).

Teorik Oksijen İhtiyacı (TeOİ): Atıksularda bulunan karbonhidratlar, yağlar, proteinler ve bunların ayrışma ürünleri genel olarak karbon, hidrojen, oksijen ve azottan meydana gelir. Numunenin kimyasal formülü biliniyorsa, içindeki karbonun oksitlenmesi için gerekli oksijen miktarı bulunabilir. Bu değer KOİ ve BOİ'den daha büyüktür. Çünkü KOİ'de bile, kimyasal olarak oksitlenmeyen bir miktar karbonlu madde daima bulunur (Fesliyen, 2017).

Toplam Oksijen İhtiyacı (TOİ): TOİ parametresi ise diğer parametrelerin bulunmasından daha sonraki yıllarda geliştirilmiştir. TOİ deneyi, numuneyi platinle katalizlenen bir yanma odasında kararlı son ürünlere çevirmeyi ve bu esnada sarf edilen oksijen miktarını bulmayı hedef alır (Öztürk ve diğ., 2006).

Alkalinite: Suyun asitleri nötralize etme kapasitesi olarak tanımlanır. Alkalinite ölçümleri atık suların ve çamurların tamponlanma kapasitesinin değerlendirilmesinde kullanılır (Özel, 2011).

Çözünmüş Oksijen: Suda çözünmüş halde bulunan oksijen konsantrasyonudur. Mikroorganizmaların yaşam ve üremeleri için gerekli enerjiyi oksijenden yararlanarak üretirler. Çözünmüş oksijen tüketimi atık suların arıtılması sırasında, biyolojik değişimlerin aerobik ve anaerobik organizmalar vasıtası ile olup olmadığını belirlemeye yarar (Özel, 2011).

1.3. Atıksuların Arıtılması

Suların çeşitli kullanımlar sonucunda atıksu haline dönüşerek yitirdikleri fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinin bir kısmını veya tamamını tekrar kazandırabilmek ve/veya boşaldıkları alıcı ortamın doğal fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirebilmek için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemlerinin birini veya birkaçına atıksu arıtma denir (URL-1, 2019).

Atıksular canlı sağlığı açısından birçok risk faktörü içermektedirler. Bazı risk faktörleri, kısa sürede etkili olabilmekte ve ortaya çıkan etkinin şiddeti, insanların, hayvanların veya çevresel temas potansiyeline bağlı olarak değişmektedir. Atıksuların içinde kimyasal maddelerin bulunması ve bu kimyasalların gıda zincirine girmesi önemli derecede sağlık riski oluşturmaktadır. İçeriğinde bu kimyasalları bulunduran gıdaların yenmesi insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. İnsan ve canlı sağlığını tehdit eden bu unsurların ortadan kaldırılması için atıksuların arıtılması gerekmektedir. Atıksu

arıtımında, atıksuyun hangi parametresinin ne derecede arıtılacağı kanunlar ve yönetmeliklerle tespit edilmektedir. Alıcı ortamların kirlilik özümseme potansiyeline bağlı olarak belirlenen deşarj standartları ülkeden ülkeye farklılıklar gösterebilmektedir. Ülkemizde “Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği” standartları geçerli olup bir akarsuya yapılacak deşarj ile bir deniz ortamına veya bir göl ortamına yapılacak deşarj kriterleri farklılık göstermektedir (Gülsoy, 2017).

Atıksuyun niteliğine göre kullanılacak arıtma prosesleri de farklılık göstermektedir. Atıksu içerisinde bulunan çözünmüş organik maddelerin bakteriyolojik faaliyetler sonucu giderilmesi için biyolojik arıtma tesisi, atıksu içerisinde çözünmüş veya askıda bulunan ve gravitasyonla (yerçekimi etkisi ile) çökelmeyen maddelerin çökelti olarak sudan uzaklaştırılması için kimyasal arıtma tesisi, suyun içerisinde bulunan ve kendiliğinden çökebilen katı maddelerin atıksudan uzaklaştırılması için fiziksel arıtma tesisi tercih edilmelidir. Bu prosesler ayrı ayrı kullanılabileceği gibi birbiri ardına gelecek şekilde de kurulabilir (URL-1, 2019).

1.4. Atıksuların Arıtım Yöntemleri

Türkiye’de atıksu arıtma tesisleri tasarımı için bir standart yoktur. Fakat 20 Mart 2010 tarihli ve 27527 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği” ne göre Atıksu Arıtma Tesislerine Ait Teknik Genel Esaslar vardır. Bu genel esaslara göre;

Atıksu bünyesinde kirliliğe neden olan yabancı maddeler, tane boyutlarına göre çökebilir, askıda, kolloidal ve çözünmüş halde bulunabilirler. Her madde gurubu değişik metodlarla atıksudan uzaklaştırılabilir. Atıksu arıtımında uygulanan metodları fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere üç ana grupta toplamak mümkündür. Bunlardan fiziksel arıtmada çökeltim ve flotasyon işlemleriyle çökebilen veya yüzebilen tanecikler ayrılmakta; kimyasal arıtmada çözünmüş ya da kolloidal boyuttaki tanecikler pıhtılaştırılıp yumaklaştırılarak çökebilir hale getirilmekte; biyolojik arıtmada ise çözünmüş maddeler kısmen biyolojik kütlelerin bir araya gelerek oluşturduğu kolay çökebilen yumaklara, kısmen de mikroorganizmaların enerji ihtiyaçları için yaptıkları solunum sırasında çıkan gazlara ve diğer stabilize olmuş son ürünlere dönüşür (Azman, 2005).

Konvansiyonel arıtma yöntemleri olarak adlandırılan fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma yöntemleri yakın zamana kadar tüm dünyada atıksu arıtım amaçlı olarak sıkça

kullanılmaktaydı. Bu arıtma yöntemlerinin yol açtığı yüksek maliyet ve bazı tür atıksular için su kalitesini arzu edilen seviyelere getiremeyişi, son yıllarda alternatif arıtma sistemleri arayışlarına yol açmış ve bu alanda yapılan araştırmaları hızlandırmıştır. Günümüzde arıtma projeleri atıksuların arıtılması esasına göre değil, atıksuların arıtıldıktan sonra kullanılması düşünülerek dizayn edilmektedir. Bu maksatla, mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon, ters osmoz, ozonlama, fenton, elektrokimyasal gibi ileri arıtma yöntemleri ve/veya bunların biyolojik arıtma yöntemleri ile kombine edilmiş sistemleri uygulanmaktadır. Atıksu arıtma sistemlerinde kullanılan atıksu arıtma üniteleri aşağıdaki gibi dört ana başlık ve alt başlıklar halinde toplanabilir (Kurt, 2007).

—Atıksulardan, kendi ağırlığıyla çökelebilen maddelerin uzaklaştırılabilmesi için uygulanan **Fiziksel Arıtma** sistemleri;

—Suda çözünmüş halde bulunan kirleticilerin, kimyasal reaksiyonlarla çözünürlüğü düşük bileşiklere dönüştürülmesi veya kolloid ve askıda maddelerin yumaklar oluşturarak çökeltilmesi için uygulanan **Kimyasal Arıtma** sistemleri;

—Atıksuda çözünmüş halde veya kolloidal haldeki **biyolojik** olarak parçalanabilir maddelerin mikroorganizmalar tarafından besin ve enerji kaynağı olarak kullanılmak suretiyle atıksudan uzaklaştırılması esasına dayanan **Biyolojik Arıtma** sistemleri;

—Biyolojik ve kimyasal arıtmada giderilemeyen kirleticilerin uzaklaştırılmasında kullanılan **İleri Arıtma** sistemleridir (Yıldırım, 2006).

1.4.1. Fiziksel Arıtım Üniteleri

Fiziksel arıtma atıksuda bulunan çökelebilen, yüzebilen değişik boyutlardaki katı maddelerin, çözünmüş organik ve inorganik maddelerin uzaklaştırılması amacıyla uygulanan işlemleri kapsamaktadır. Izgaralar, elekler, kum tutucular, dengeleme havuzları, yüzer madde tutucular, yüzdürme havuzları, filtreler, çöktürme havuzları, yağ ayırıcılar fiziksel arıtma üniteleridir (URL-2, 2019).

1.4.1.1. Izgaralar

Su içerisinde bulunan kaba maddelerin pompa, boru ve teçhizata zarar vermemesi; diğer arıtma kısımlarına gelen yükün hafifletilmesi veya yüzücü kaba maddelerin sudan ayrılması gibi amaçlarla ızgaralar kullanılır. Izgara yapıları çubuk aralıklarına göre ince ve

kaba ızgaralar, temizleme şekline göre ise, elle veya mekanik yolla temizlenen ızgaralar olarak sınıflandırılır. Çubuk aralıkları ince ızgaralarda 15–30 mm, kaba ızgaralarda 40–100 mm'dir. Izgara kanallarındaki hızların minimum kurak hava debisinde 0,5 m/sn değerinin altına düşmemesi, ızgara çubukları arasındaki hızların ise hiçbir koşulda 1,2 m/sn'yi aşmaması uygundur. Izgaralarda tutulan maddeler arıtma tesisi sahasında depolanamazlar. Evsel katı atıklar ile birlikte yakma, depolama kompostlaştırma ve benzeri metotlarla bertaraf edilirler (Azman, 2005).

1.4.1.2. Elekler

Elekler, atıksu tesislerinde özellikle elyafli maddelerle, askıdaki tanecikleri tutmak için kullanılırlar. Bu üniteler tutulan maddelerin boyutlarına göre kaba ve ince elekler olarak sınıflandırılırlar. Elek aralığı kaba eleklere 5 – 15 mm, ince eleklere 0,25 – 5 mm, mikro eleklere 0,020 – 0,035 mm'dir. Eleklerden toplanan atıklar da ızgara atıkları için uygulanan metodlarla bertaraf edilir (URL-2, 2019).

1.4.1.3. Kum Tutucular

Atıksuda bulunan kum, çakıl, metal ve cam gibi yoğunluğu organik maddelere göre daha yüksek olan ve biyolojik olarak parçalanamayan maddeler genel olarak 'kum' diye adlandırılırlar. Kum tutuculardan çıkan kum karışımının yoğunluğu ortalama bir değer olarak 1600 kg/m³ kabul edilebilir. Bu kumun terkinde az miktarda olsa da organik madde ihtiva ettiğinden uzun süre bertaraf edilmezse kolaylıkla çürür ve koku problemine neden olur. Arıtma tesisine gelen kum miktarı tesisten tesise değişiklik arzetymekte olup, kanalizasyon sisteminin keyfiyetine, uzunluğuna ve kanalizasyon sisteminin ayrık veya birleşik olup olmadığına göre değişir (Meral ve Cavadzade, 2013).

Hareketli mekanik ekipmanın aşınmasını önlemek, boru ve kanallarda birikintileri engellemek ve kum birikiminden dolayı çamur çürütücünün temizlenme periyodunu azaltmak için santrifüj, ısı değıştirici ve yüksek basınçlı diyafram pompalardan önce kum tutucuların (kum ayırıcı) kullanılması şarttır. Kum tutucular genellikle kaba ızgaradan sonra ilk çöktürmeden önce kullanılırlar. Kum tutucuların ızgara ve eleklere sonra olması, toplanan kumun temizlik ve bertarafını kolaylaştırır (Gazisem, 2015).

1.4.1.4. Dengeleme Havuzları

Dengeleme havuzları, atıksularda debi, bileşim ve kirlilik yükünün zaman içindeki değişimlerinin dengelenmesini ve arıtma tesisine giden atıksu debisinin düzenli olmasını sağlar. Dengeleme havuzlarında bileşimin homojenleştirilmesi ve askıda katı maddelerin çökmesinin engellenmesi için karıştırma uygulanır (Azman, 2005).

1.4.1.5. Yüzer Madde Tutucular

Atıksuda bulunan ve yoğunluğu sudan küçük olan yağ, gres, solvent ve benzeri yüzen maddeleri sudan ayırmak için yüzer madde tutucular kullanılır. Ön çökeltim havuzunun olmaması veya bu gibi maddelerin oranının çok yüksek olması halinde, gerek bu maddeleri geri kazanmak, gerekse arıtma verimini yükseltmek amacıyla yüzer madde tutucular yapılmalıdır (URL-2, 2019).

1.4.1.6. Çökeltim Havuzları

Çökeltme işlemi, sudan daha yoğun olan askıda katı maddelerin veya kimyasal ve biyolojik işlemlerle çökebilir hale getirilen katı maddelerin yerçekimi etkisiyle çökertilmesi suretiyle sudan ayrılmasıdır. Böylece kirleticiler çökebilir katı maddeler halinde sudan uzaklaştırılarak diğer arıtma ünitelerine geçmeleri engellenir (URL-2, 2019).

1.4.1.7. Yüzdürme (Flotasyon)

Flotasyon, atıksularda bulunan gerek sıvı gerekse katı maddelerin yüzdürülerek su yüzeyinde toplanması ve sıyrılmasını sağlayan bir işlemdir. Flotasyon işlemi sıvı ortama verilen gaz (genellikle hava) kabarcıklarının, yüzdürülecek tanelere tutunarak bunları yukarıya doğru birlikte hareket ettirmeleri şeklinde olur. Flotasyonu kolaylaştırmak üzere katı durumlarda suya uygun kimyasal maddelerinde eklenmesi mümkündür. Yüzeyde toplanan köpük halindeki yüzdürülmüş maddeler bir yüzey sıyrma tertibatı ile toplanarak uzaklaştırılır. Taneleri yüzdürmek için kullanılan hava kabarcıkları şu üç yoldan biri ile elde edilebilir:

- a) Atmosferik basınç altındaki sıvıya basınçlı havanın kabarcıklar halinde verilmesiyle (disperse hava flotasyonu),
- b) basınç altında sıvıda havanın çözünmesi ve daha sonra basıncın kaldırılmasıyla (çözünmüş hava flotasyonu),
- c) sıvının atmosferik basınç altında havaya doymun hale getirilmesini takiben vakum uygulanmasıyla (vakum flotasyonu) (Azman, 2005).

1.4.2. Kimyasal Arıtım İşlemleri

Kimyasal arıtım sistemleri; suda çözünmüş veya askıda bulunan maddelerin fiziksel durumunu değiştirerek çökelmelerini sağlamak üzere uygulanan arıtma prosesleridir. Kimyasal arıtma işleminde, uygun pH değerinde atık suya kimyasal maddeler (koagülant, polielektrolit vb.) ilave edilmesi sonucu, çöktürülmek istenen maddeler çökelti olarak çamur hâlinde sudan ayrılır. Kimyasal atıksu arıtma tesisleri, farklı sektörlerde faaliyet gösteren tesislerden kaynaklanan endüstriyel nitelikli ve biyolojik olarak parçalanamayan kirlilik muhteva eden atıksuların arıtımı için atıksuyun niteliği ve miktarına göre dizayn edilir (URL-3, 2019).

1.4.2.1. Nötralizasyon

Asidik ve bazik karakterdeki atıksuların uygun pH değerinin ayarlanması amacı ile yapılan asit veya baz ilavesi işlemidir (Kurt, 2007).

1.4.2.2. Kimyasal Oksidasyon

Su ve atıksu arıtımında kimyasal oksidasyon işlemi, istenmeyen kimyasal maddelerin ve bazı toksik bileşiklerin sudan giderilmesi amacıyla maddelerin zararsız veya sakıncası olmayan hale dönüştürülmesi işlemlerini kapsar (Yıldırım, 2006).

1.4.2.3. Koagülasyon

Koagülant maddelerin uygun pH'da atıksuya ilave edilmesi ile atıksuyun bünyesindeki kolloidal ve askıda katı maddelerle birleşerek flok oluşturmaya hazır hale

gelmesi işlemidir. Kolloidal partiküller üzerlerinde bulundurdıkları elektrik yükü nedeniyle stabil olmadıkları için, kendiliklerinden çökmez ve yumak teşkil edemedikleri için de ayrıca toplu biçimde çökme imkanı bulamazlar. Organikler, süspansiyon maddeler, fosfor, bazı metaller ve bulanıklık koagülasyonla giderilebilir. Alum, demir tuzları ve polielektrolit polimerler koagülant kimyasalların başlıcalarıdır (Kurt, 2007).

1.4.2.4. Flokleştirme

Flokülasyon (yumaklaştırma), atıksuyun uygun hızda karıştırılması sonucunda koagülasyon işlemi ile oluşturulmuş küçük taneciklerin birbiriyle birleşmesi ve kolay çökebilecek flokların oluşturulması işlemidir (URL-4, 2019).

1.4.2.5. İyon Değiştiriciler

İyon değiştirme, iyon değiştirici reçine ve su arasındaki iyon değiş tokuş işlemidir. Suda çözünebilen maddelerin sebep oldukları en bilinen problem sertliktir. Sertliğe suda çözünmüş hâlde bulunan kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) sebep olmaktadır. Sertlik; temizlik malzemelerinin fazla kullanılmasına, borularda tıkanmalara, ısıtıcı ve buhar üretici cihazlarda verimsizliğe, enerji kayıplarına, suda lezzetsizliğe ve birçok problemin oluşmasına neden olmaktadır (URL-4, 2019).

1.4.2.6. Klorlama

Sudaki patojen mikroorganizmaların yok edilmesi amacıyla dezenfeksiyon yapılır. Dezenfeksiyon işleminde en çok klor kullanılmaktadır. Klorlama ünitesi, suya ilave edilen klorun depo edildiği ve dozlamaya hazır hâle getirildiği ünedir. Basınçlı tanklarda sıvı olarak saklanan klor, buhar hâline geldikten sonra suyla karıştırılır (URL-4, 2019).

1.4.2.7. Kimyasal Çöktürme

Kimyasal çöktürme süreci, suda çözünmüş veya askıda halde bulunan maddelerin fiziksel durumunu değiştirerek çökelmelerini sağlamak üzere uygulanan bir arıtma işlemidir (Yıldırım, 2006).

1.4.2.8. Dezenfeksiyon

Suyun içerdği patojenik mikroorganizmaların elimine edilerek güvenli içilebilecek hale getirilmesi işlemidir (Yıldırım, 2006).

1.4.3. Biyolojik Arıtma Yöntemleri

Biyolojik arıtmanın temeli tek hücreli canlılardır. Yani mikroorganizmalardır. Mikroorganizmalar da diğer canlılar gibi doğar, beslenir, solunum yapar, ürer ve ölür. Mikroorganizmalar gerekli şartların sağlanması durumunda çok hızlı bir şekilde üreyebilirler. Bu şartlar tüm canlılar için gerekli olan oksijen ve besin maddesidir. Bakteriler gıda ihtiyacı olarak atıksuda fazlaca mevcut bulunan ve çevreye verildiğinde kirlilik yaratan organik maddeleri kullanırlar. Bakterilerin solunum yapması ve çoğalması için suda bulunan çözünmüş oksijen yeterli olmaz. Bunun için dışarıdan oksijen verilmesi gerekmektedir. Dışarıdaki havayı suya veren mekanik ekipmanlar sayesinde gerekli oksijen temin edilmiş olur. Böylece atıksu içerisindeki mikroorganizmalar gelişerek suda kirliliğe sebep olan tüm organik madde ve kirletici maddeleri yok ederler. Bu işlem sonunda atıksu içindeki organik maddeler biyolojik olarak ayrıştırılır. Konutlardan kaynaklanacak olan atıksuların niteliği evsel karakterdedir. Evsel atıksuların arıtılmasında yoğun olarak kullanılan ve yüksek verim alınan biyolojik arıtma metodlarından olan uzun havalandırmalı aktif çamur (Ardışık kesikli reaktör – doldur boşalt) yöntemi ile atıksular arıtılarak temizlenmiş olarak Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği alıcı ortam limitlerinin altına indirilmektedir (URL-5, 2019).

Biyolojik arıtma prosesleri aerobik ve anaerobik arıtma olarak sınıflandırılabilir. Aerobik arıtma havanın bulunduğu ortamlarda gerçekleştirilen arıtma prosesleridir. Aerobik arıtma uygulamaları; aktif çamur, biyofilm, stabilizasyon havuzları, havalandırmalı lagünlerdir. Anaerobik arıtma ise havasız ortamlarda gerçekleştirilen arıtma prosesleridir. Uygulamaları ise sürekli karışimli reaktörler, anaerobik filtreler ve akışkan yataklı sistemleridir. En yaygın aerobik biyolojik arıtma uygulaması, aktif çamur prosesidir. Aktif çamur prosesleri; ön çöktürme havuzları, havalandırma havuzları, son çöktürme havuzları ve dezenfeksiyon ünitesinden oluşur. Dezenfeksiyon işlemi ise; atıksu arıtma tesisi çıkış suyunun alıcı ortama verilmeden önce içerisindeki bakteri ve virüslerin bertaraf edilmesi işlemidir (URL-6, 2019).

1.4.3.1. Aktif Çamur Sistemleri

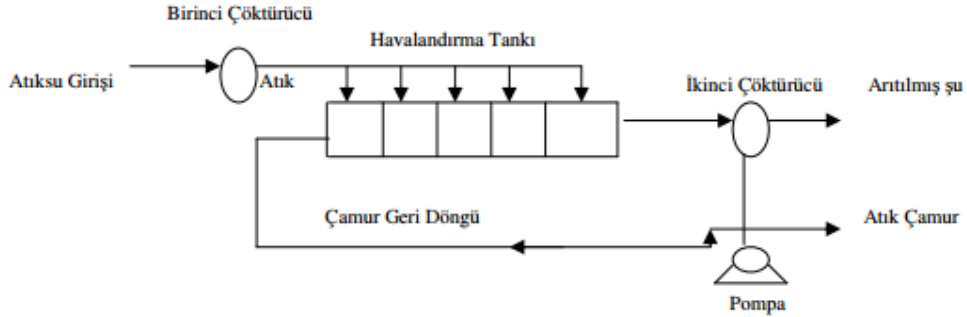
Aktif çamur, organik ve inorganik maddeler içeren atıksu ile hem canlı hem de ölü mikroorganizmaların karışımıdır. Aktif çamur süreci, mikroorganizmaların organik maddeyi oksijen kullanarak ayrıştırmaları esassından yararlanılarak geliştiren bir aerobik biyolojik arıtma sistemidir. Bu süreç bir ikincil arıtım sürecidir ve kendinden sonra son çökeltim havuzu tarafından izlenir. Klasik uygulamalarında ön çökeltme havuzu da kullanılmaktadır. Klasik aktif çamur sürecinde, atıksu, mikroorganizmaların yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu havalandırma havuzuna verilir. Organik madde, mikrobiyal büyüme için hem karbon hem de enerji kaynağı olarak görev alır ve yeni hücrelerin sentezinde kullanılır. Ayrışma ürünü olarak karbon dioksit ve su oluşur (Yılmaz, 2006).

Aktif çamur sisteminin içinde meydana gelen reaksiyonların tamamı, aktif çamurda bulunan mikroorganizmaların kompozit metabolizmaları tarafından belirlenir. Hücrelerin bakım ve onarım için gerek duydukları enerji hücre dışındaki besi maddelerinin varlığından bağımsızdır. İç solunum baskın olduğunda mikroorganizmaların büyümesi hücresel ayrışma nedeniyle azalır. Uzun havalandırmalı aktif çamur süreci, biyolojik katıların kararlı hale getirilmesi (çamur miktarının azaltılması) için iç solunum fazında istenilen bir süreçtir. Aktif çamur sistemlerinin genel özellikleri küçük alanlarda uygulanabilir olmalıdır. İlk yatırım maliyetleri ve işletme giderleri düşüktür. Aktif çamur süreçleri, organik yükleme hızı bazında yüksek, orta ve düşük olmak üzere üç ana grupta sınıflandırılır. Yükleme hızına bakılmaksızın istenen akım koşulunu sağlamak üzere reaktörlerin biçimi ve sayısı üzerinde oynanabilmektedir (Yılmaz, 2006).

1.4.3.1.1. Tam Karışımli Aktif Çamur Süreci

Karışık sıvının özellikleri havalandırma havuzunun her noktasında aynıdır. Oksijen ihtiyacı beslemeli tank boyunca homojendir. Tankın içeriğı aynı kalitede olduğundan mikroorganizmalara sunulan besin maddesi oldukça azdır. Tam karışımli reaktörün olumsuz yanı ipliksi şişkin çamur oluşumuna açık olmasıdır. Bunun için sistemi seçici reaktör korur. Bu reaktör havalandırma havuzunun önünde yer alır ve geri çevrilen aktif çamurla ham veya çökelmiş atıksuyun 10 ila 30 dakika temasını ve şartlandırılmasını sağlar. Şartlandırma, tam aerobik, düşük çözünmüş oksijen (ÇO) konsantrasyonuna sahip,

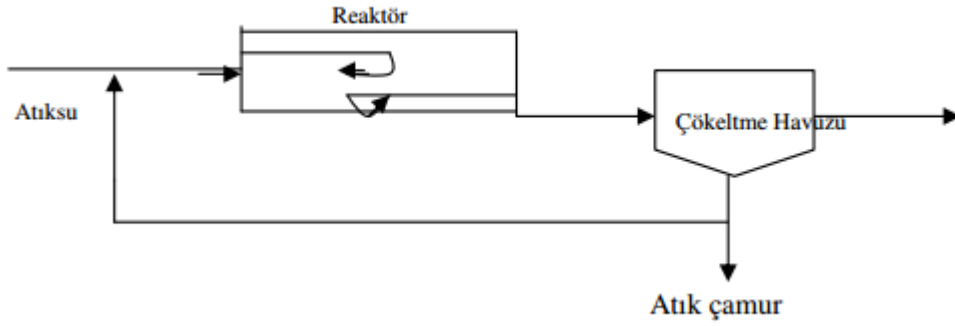
anoksik veya anerobik koşullardan birisiyle gerçekleşir (Yılmaz, 2006). Tam karışimli aktif çamur prosesi Şekil 1.3’de gösterilmiştir.



Şekil 1.3. Tam karışimli aktif çamur sistemi (Sağlam, 2017).

1.4.3.1.2. Piston Akımlı Aktif Çamur Süreci

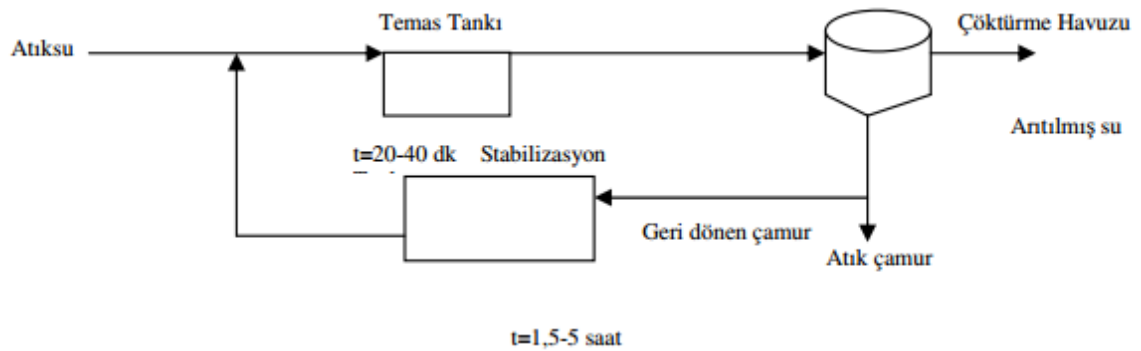
Karışım ve oksijen transferi gerçekleştirmek amacıyla difüzör havalandırma sistemi kullanılır. Bu nedenle belki de aktif çamur sürecinin en eski ve en yaygın kullanım tipidir. Piston akımlı koşulların eldesi uzun havuzlar ya da perdelerle yapılır. Piston akım konfigürasyonunun özelliği tankın havuz girişine en yakın olan bölgesindeki MLSS (karışım sıvısında askıda katı)’nin yüksek organik madde yüküne maruz kalmasıdır. Atıksuyun içindeki organik madde oksitlenince yükleme azalır. Havuzun çıkış bölgesine yakın kısmında ise alıkonma süresine bağlı olarak iç solunum ve nitrifikasyon gerçekleşir. Her bölümde oksijen gereksinimi farklıdır. Oksijen havuz uzunluğu boyunca azalır. Piston akımlı reaktörler pik atıksu debisinin sisteme gelmesi durumunda düşük çıkış suyu kalitesine sahip olurlar. Tam karışimli reaktörlerle kıyaslandığında, ÇO konsantrasyonlarını düşük iletirler. Şişkin çamur oluşum riski azdır (Yılmaz, 2006). Piston akımlı aktif çamur prosesi Şekil 1.4’de gösterilmiştir



Şekil 1.4. Piston akımlı aktif çamur sistemi (Sağlam, 2017).

1.4.3.1.3. Kontakt Stabilizasyon

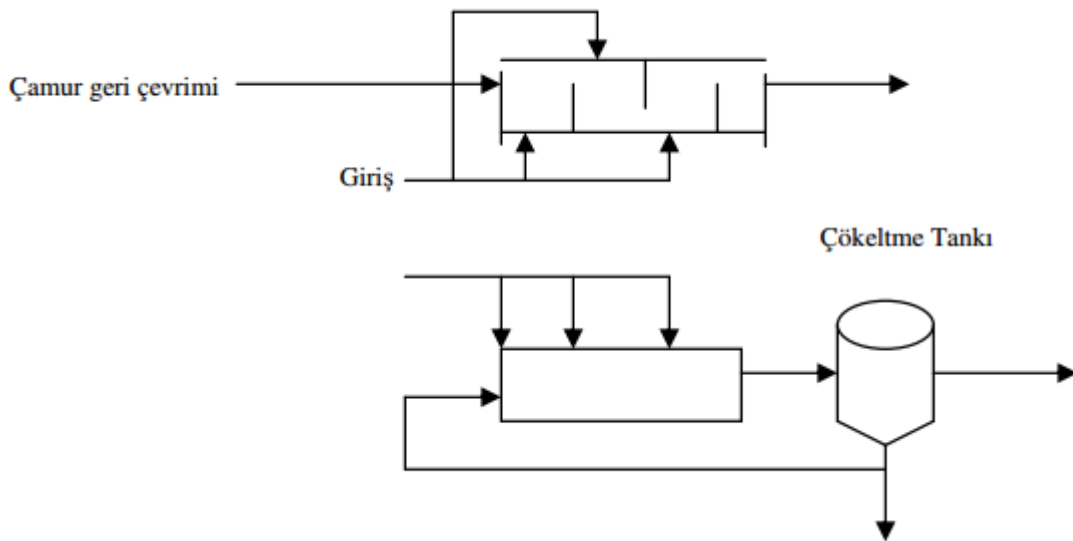
Kontakt stabilizasyon metodu, aktif çamurun absorplama özelliklerinden faydalanmak amacıyla geliştirilmiştir. Çökeltimi atıksular geri devir çamuru ile karıştırılıp kontak havuzunda 30-90 dakika süreyle havalandırılır. Bu esnada organik maddeler çamur flokları tarafından absorbe edilir. Son çökeltme havuzunda çamur, tasfiye edilen sudan ayrılır ve geri döndürülerek havalandırma havuzunda havalandırılır. Geri dönen çamurun bir kısmı sabit bir madde konsantrasyonu elde etmek için sistemden dışarı atılır. Kontakt stabilizasyon işlemi evlerden gelen atıksular için çok uygundur (Yıldırım, 2006). Kontakt stabilizasyon sisteminin genel akım şeması Şekil 1.5’de gösterilmiştir.



Şekil 1.5. Kontakt stabilizasyon (Sağlam, 2017).

1.4.3.1.4. Kademeli Havalandırma

Bu havalandırma sisteminde, çökeltilmiş atıksu, besi maddesi/mikroorganizma oranını üniform yapmak maksadıyla birkaç noktadan havuza verilir. Böylece oksijen ihtiyacının maksimum değeri azaltılmış olur. Havalandırma havuzu, perdelerle dört veya daha fazla sayıda paralel kanalla ayrılır. Her kanal ayrı bir kademe olup birkaç kademe seri olarak birbirine bağlanmıştır. İlk kademeye geri devir çamuru ile birlikte çökeltilmiş atıksu verilir. Her kademede, çökeltilmiş su debisi artacak şekilde bir tertip düşünülür. Eğer istenirse, birinci kademe, sadece geri dönen aktif çamurun havalandırılmasına ayrılır ve atıksu girişi diğer kademelerde tatbik edilir. İşletmenin değişen şartlara uydurulabilmesi imkanı bu sistemin uygunluğunu teşkil eder. Kademeli havalandırma sisteminin temel teorisi, aktifleştirilmiş çamur teorisi ile aynıdır. Bununla beraber oksijen ihtiyacı burada daha üniform olup temin edilen oksijen daha iyi bir şekilde kullanılmış olur. Atıksuyun birçok noktadan havuza verilmesi, yüksek adsorpsiyon kabiliyetinde olan bir aktif çamur meydana getirir. Bu sebeple nispeten kısa temas (bekleme) zamanı içerisinde daha fazla çözünmüş organik maddelerin giderilmesi temin edilmiş olur. Böylece havalandırma havuzunun birim hacmi başına, daha fazla BOİ yüklerinin verilmesi mümkündür (Boduroğlu, 2008). Kademeli havalandırmalı aktif çamur sistemi Şekil 1.6'de gösterilmiştir.

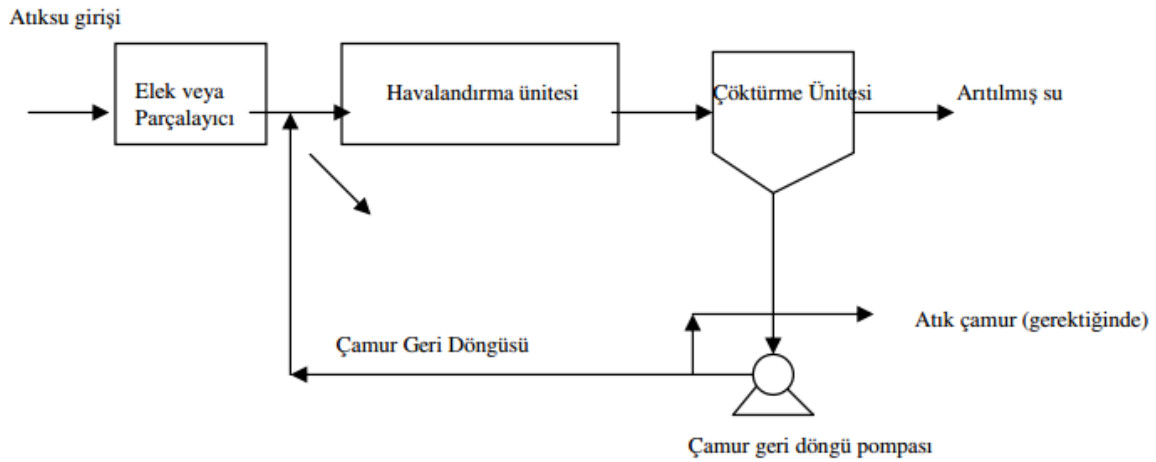


Şekil 1.6. Kademeli havalandırmalı aktif çamur sistemi (Sağlam, 2017).

1.4.3.1.5. Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur Sistemi

Uzun Havalandırma prosesi, yıllar içerisinde popülerite kazanmış olan bir aktif çamur modifikasyonudur. Uzun havalandırma prosesinde ham atıksu ızgaralardan ve kum tutuculardan sonra doğrudan doğruya havalandırma havuzuna verilir. Buradaki şartlar tamamen aerobik özelliktedir. Atıksuyun havalandırma havuzundaki kalış süresinin uzun olmasından dolayı bu prosese uzun havalandırma prosesi denmektedir (Yıldırım, 2006).

Bu sistemde, çamur yükü çok düşük tutulduğundan mikroorganizmalar, çoğalma eğrisinde ölme fazında faaliyet gösterirler. Uzun süreli bir havalandırma uygulandığı için çamur yaşı yüksek olup daha stabil bir çamur elde edilmektedir. Sistemde oluşan fazla çamur, doğrudan çamur kurutma yataklarına veya mekanik su alma tesislerine verilebilir. Küçük (paket) arıtma sistemleri ve oksidasyon havuzları, uzun havalandırmalı aktif çamur tarzında çalışmaktadır (Ayrak, 2010). Uzun havalandırmalı aktif çamur sistemi Şekil 1.7’de gösterilmiştir.



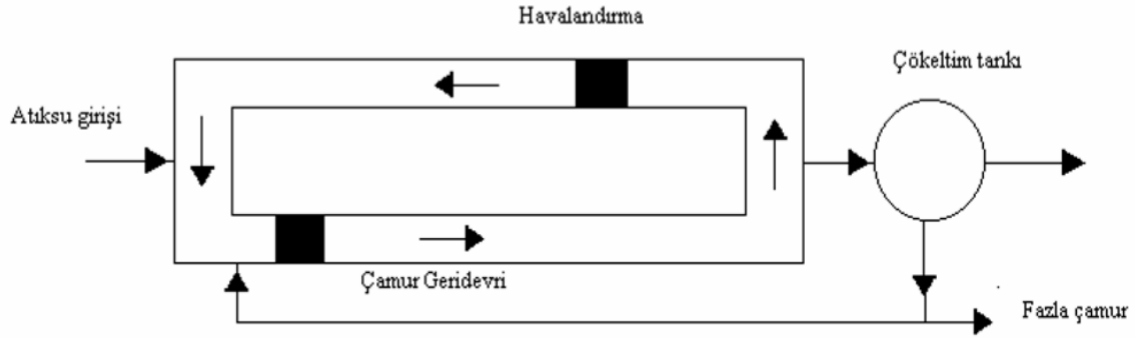
Şekil 1.7. Uzun havalandırmalı aktif çamur sistemi (Sağlam, 2017).

1.4.3.1.6. Oksidasyon Hendeği

Tipik bir oksidasyon hendeği 1-1,5 m derinliğinde, halka şeklinde bir kanaldan meydana gelir. Tadil edilmiş bir Kessener fırçasından ibaret olan bir rotor, suyu havalandırmak ve kanal içinde devrettirmek için kullanılır (Boduroğlu, 2008).

Ön arıtıma tabi tutulan atıksu havalandırılan bu hendek içinde 0,3-0,4 m/s yatay hızla hareket ederken mikroorganizmalar vasıtasıyla arıtılır. Oksidasyon hendekleri

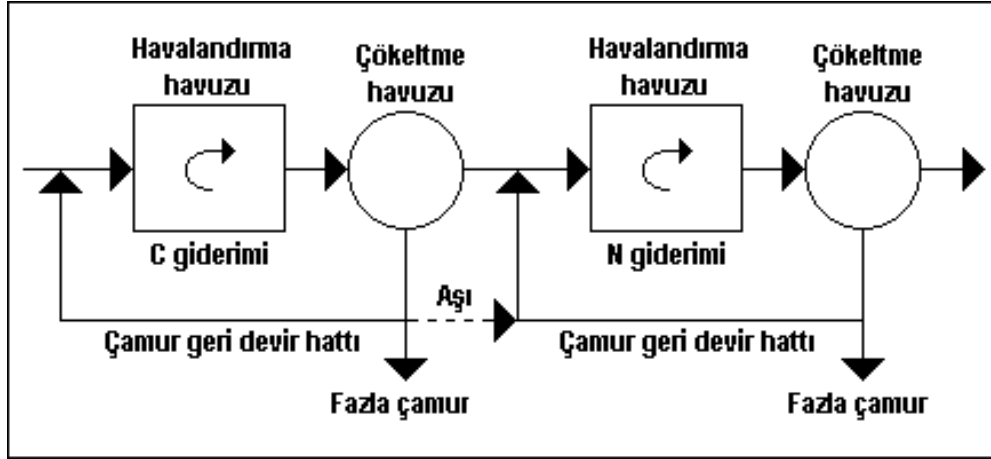
genellikle uzun havalandırmalı aktif çamur özelliğindedir. Sistemin sonunda uzun havalandırmalı aktif çamurdan farklı olarak bir çöktürme havuzu bulunur. Sistem daha az teknoloji ve uzmanlık gerektiren bir sistem olması nedeniyle düşük atıksu debili yerler için uygundur (Şener, 2016). Oksidasyon hendeği Şekil 1.8’de gösterilmiştir.



Şekil 1.8. Oksidasyon hendeği (Boduroğlu, 2008).

1.4.3.1.7. Ayrı Kademeli Nitrifikasyon Aktif Çamur Süreci

Ayrı kademeli nitrifikasyon veya iki kademeli nitrifikasyon sürecinde, karbonlu madde giderimi ilk kademede, azotlu madde giderimi ise ikincisinde gerçekleştirilir. İlk kademe, aktif çamur süreci, yüksek organik yükleme hızına sahip damlatmalı filtre, normal hızlı damlatmalı filtre, biyodisk veya kimyasal çökeltme sistemlerinden teşkil edilebilir. Nitrifikasyonun gerçekleştiği kademenin giriş suyu 40 mg/L'lik BOI_5 konsantrasyonuna sahiptir. Nitrifikasyonun ikinci kademeye alınması ile gerekli reaktör hacmi azalır. Birinci kademe karbonlu, ikincisi ise azotlu maddelerin giderimi esasına göre tasarımlanır. Bu sürecin olumsuz yanları, daha fazla çamur oluşumu, ilave çökeltim havuzu maliyeti ve pH kontrolü için kimyasal madde masrafıdır (Toprak, 2000). Ayrı kademeli nitrifikasyon aktif çamur süreci Şekil 1.9’da gösterilmiştir.



Şekil 1.9. Ayrı kademeli nitrifikasyon aktif çamur süreci (Toprak, 2000).

1.4.3.1.8. Tek Kademeli Nitrifikasyon Süreci

Karbonlu ve azotlu madde giderimi aynı ünite de gerçekleşir. Bu işlem basit işletme sistemlerine sahip olduğundan tercih edilir. Biyolojik arıtımın gerçekleştiği reaktör, tam karışım, piston akımlı, temas stabilizasyon, kademeli besleme ve oksidasyon hendeği şeklinde düzenlenebilir. Ön arıtım zorunlu değildir. Ara çökeltme havuzunun teşkil edilmemesi ve ikinci kademe için çamur geri çevrim hattının uygulanmaması ilk yatırım maliyetini azaltır. Nispeten diğerlerine göre daha az çamur oluşumu gözlenir. Çökeltme havuzu sayısının az olması nedeniyle süreç kontrolünde kolaylık ve çamur miktarını belli seviyede tutmak için iki kademede uygulanan ayrı çevrim hatları vardır (Yılmaz, 2006).

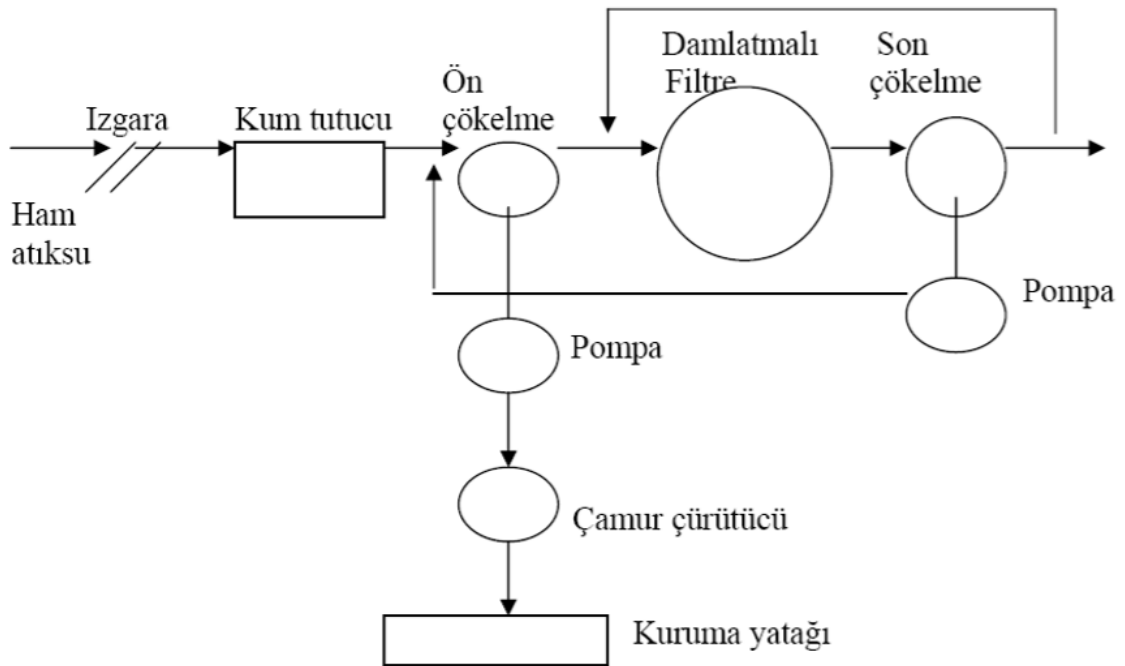
1.4.3.2. Biyofilm

Damlatmalı filtre sistemlerinde üst kısımdan verilen atıksular damlatmalı filtre içine yerleştirilen dolgu malzemelerinin arasından aşağı doğru akar. Dolgu malzemeleri üzerinde mikroorganizmalar oluşur. Taş dolgu ya da plastik dolgu filtre malzemesi oluşan damlatmalı filtrede hava, mikroorganizmaların yaşamı için gereklidir. Biodisk sistemleri seri olarak yerleştirilmiş dairesel disklerden oluşur. Disklerin malzemesi; polystrene veya polyvinyl kloriddir. Diskler atık suda yavaş olarak döner. Mikroorganizmalar disklerin yüzeyine tutunup tabaka oluştururlar. Disklerin dönmesi biokütleyi atıksudaki organik maddelerle temas ettirir. Diskler sonra da atmosferdeki oksijenle temas eder. Disklerin dönmesi ile aerobik şartlar sağlanır (Kurt, 2007).

1.4.3.2.1. Damlatmalı Filtreler

Damlatmalı filtrelerin temel prensibi belirli bir tank hacmine doldurulan kırma taş, plastik veya herhangi bir malzemenin üzerinde bakteri tabakası oluşturarak bu malzemenin üzerinden ön arıtmadan geçirilmiş atıksuyu filtre etmek ve bu sayede atıksu içindeki kompleks organik maddelerin bakteriler tarafından parçalanmasını temin etmektir. Tanklar dairesel veya dikdörtgen geometrik şekildedir.

Filtre içersinde hava sirkülasyonu sağlamak ve filtre yüzeyinin kuru kalmaması için tedbir almak gerekir. Filtre yüzeyinde üreyen bakteri tabakası zamanla kalınlaşarak kopar ve çıkış suyu ile birlikte tankı terk eder. Atıksu içindeki bu bakteri kütlelerini sudan ayırmak için son çökeltme tankı kullanılması gerekir. Son çökeltme tankından alınan bu bakteri kütlesi (çamur) sistem dışına alınarak çamur arıtım işlemlerine tabi tutulur. Damlatmalı filtrelerde karşılaşılan en önemli problemler; filtre malzemesinin tıkanması ve soğuk hava şartlarında filtre malzemesinin donmasıdır (URL-3, 2019). Damlatmalı filtre Şekil 1.10'da gösterilmiştir.



Şekil 1.10. Damlatmalı filtre (Ayrak, 2010).

1.4.3.2.2. Biyodisk

A.B.D.'de 1969 yılından beri kullanılan biyodiskler, genel karakteri ile aktif çamuru andırır. Yalnız havalandırma havuzu yerine döner diskler bulunmaktadır. Bu üniteler, plastikten yapılan 2-3 cm çapında 2-3 cm kalınlığında disklerden oluşur. Diskler bir şaft üzerinde birbirine paralel olarak yerleştirilir ve şaft bir motor yardımıyla döndürülür. Atıksu uzun ve sıg tankların içerisine konur, diskler atıksu içine %40-50 oranında batık şekilde 2-10 devir/dakika hızıyla döndürülür. Organizmalar disk yüzeyinde biyofilm şeklinde büyürler ve atıksudaki organik bileşikler biyofilm içine difüzlenirken organizmalar tarafından karbondioksit oksitlenirler. 13 derecenin altında verim oldukça düşer ve yeni biyofilm tabakası 10-15 gün arasında oluşur. Verimlilik oranı düşük olan bu sistemlerde bir nevi doğal arıtım gerçekleşmektedir (Şener, 2016). Biyodisk Şekil 1.11'de gösterilmiştir.



Şekil 1.11. Biyodisk (Şener, 2016).

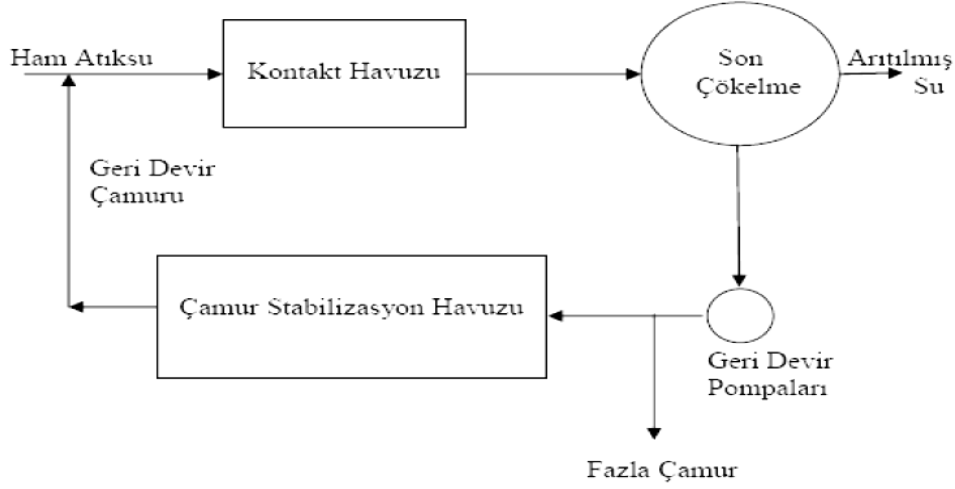
1.4.3.3. Mekanik Havalandırmalı Lagünler

Mekanik havalandırmalı lagünler, 2.5-4 m derinliğinde toprağın kazılması ile inşa edilen ve mekanik yüzey havalandırıcılar ile havalandırılan havuzlardır. Ham atıksu ızgaradan geçirildikten sonra mekanik havalandırıcının bir tarafından verilir ve belli bir havalandırma süresinin ardından diğer taraftan alınır. Stabilizasyon havuzları ile karşılaştırıldıklarında derinliklerinin fazla ve alıkoyma sürelerinin daha kısa olması bakımlarından %10-20 daha küçüktürler. Havalandırılmalı lagünler katı maddelerin durumuna bağlı olarak fakültatif, kesintisiz akışlı aerobik ve katıların geri döndürüldüğü lagünler olmak üzere üç tipe ayrılabilirler (Yıldırım, 2006).

Fakültatif havalandırılmalı lagünlerde birim hacme düşen enerji, girdisi istenen oksijen miktarının sıvıya dağılması için yeterli fakat bütün katıları askıda tutmak için yeterli değildir. Bunun sonucunda, lagüne giren askıdaki katı maddelerin bir kısmı ve substrat giderimiyle oluşan katı maddeler tabana çökmeye çalışırlar ve tabanda anaerob bozunma meydana getirirler. Lagünlerdeki aktivite kısmen aerobik, kısmen de anaerobik olduğundan bu tip lagünlere fakültatif lagün denir. Evsel ve endüstriyel atıksuların arıtımında başarıyla kullanılmaktadırlar. Kesintisiz akışlı aerobik lagünlerde enerji girdisi, istenilen miktardaki oksijeni sıvı içerisine dağıtacak ve bütün katıları askıda tutacak şekilde oluşturulmuştur. Bu lagünlerde katı madde çökmesi olmaz ve katı maddeler havalandırılmış olarak sistemi atıksu ile beraber terkeder. Katıların geri döndürüldüğü aerobik lagünler, uzun havalandırılmalı tesislere benzerler. Enerji girdisi hem oksijen ihtiyacını karşılayacak hem de tüm katıları askıda tutacak şekilde olmalıdır. Katı maddelerin atıksu ile beraber dışarı çıkması engellendiği ve geri döndürüldüğünden bu tip lagünlerdeki katı madde konsantrasyonu yüksektir (Yıldırım, 2006).

1.4.3.4. Stabilizasyon Havuzları

Stabilizasyon havuzları, atıksuların içindeki organik maddelerin ayrıştırılıp, zararsız hale getirildiği, topraktan yapılmış nispeten sığ havuzlardır. Stabilizasyon havuzlarının, havalandırılmalı lagünlerden farkı, burada gerekli oksijenin havuzun yüzey kısmında üreyen alg yosunları tarafından tabii olarak sağlanmasıdır. Dolayısıyla normal olarak bir havalandırma tertibatına ihtiyaç göstermezler. Stabilizasyon havuzları küçük yerlerde bilhassa çok kullanılır. Çünkü bu halde diğer arıtma metotlarına nazaran inşaat ve işletme masraflarının düşüklüğü önemli bir ekonomik bir avantaj teşkil eder. Stabilizasyon havuzları, atıksuyun bileşimine, meydana gelen biyokimyasal olayların cinsine, inşaat şekline göre aerobik havuzlar, anaerobik havuzlar ve aerobik-anaerobik havuzlar (fakültatif) havuzlar olmak üzere üçe ayrılarak sınıflandırılırlar (Ayrak, 2010). Stabilizasyon havuzu akım şeması Şekil 1.12’de gösterilmiştir.



Şekil 1.12. Stabilizasyon havuzu akım şeması (Ayrak, 2010).

1.4.3.5. Anaerobik Biyolojik Arıtma Yöntemleri

Anaerobik arıtma sistemleri havasız ortamda gerçekleştirilen arıtma prosesleridir. Uygulamaları; sürekli karışımli reaktörler, anaerobik filtreler ve akışkan yataklı sistemlerdir. Mikroorganizmalar oksijensiz ortamda işlevlerini yerine getirirler. Kompleks organikler çözünür hale getirilir ve sonrada işlenerek stabil bir forma getirilir. Ürün olarak metan, karbondioksit ve diğer organik maddeler çıkar (Kurt, 2007).

1.4.3.5.1. Sürekli Karışımli Tank Reaktörü

Sürekli karıştırılan tank tipinde olan bu reaktör atıksuların anaerobik arıtılmasında kullanılan ve katı resirkülasyonu olmayan ilk kuşak reaktörlerden birisidir. Çamur kalış süresi ile hidrolik kalış süresi arasındaki oran yaklaşık 1 olup 20-30 gün arasında uzun bir kalış süresi gerekmektedir. Bu yüzden sistem katı resirkülasyon ile teçhiz edilerek hidrolik kalış süresi bir kaç güne kadar düşürülebilir. (Anaerobik kontakt prosesi) Söz konusu sistem $0-5 \text{ kg KOI/m}^3$ hacimsel yükleme değerinde çalışır. Atıksuyun alındığı tanktan karıştırma enerjisi $1-10 \text{ W/m}^3$ enerji verilmelidir. Reaktörde süspanse karakterde anaerobik bakteri bulunmaktadır. Bakteri, kolay parçalanabilen organik çamur (besi çamuru) yüklemesi ile 20 gün içinde istenen bakteri konsantrasyonuna gün içinde istenen bakteri konsantrasyonu getirilebilir (URL-7, 2019).

1.4.3.5.2. Anaerobik Filtre (Yukarı Akışlı Dolgu Sütunu)

Hareketsiz hücre reaktörlerinin bir uyarlaması olarak geliştirilen anaerobik filtre tipinde kullanılan dolgu malzemesi biyofilm gelişmesi için gerekli olan temas yüzeyini sağlar. Bu sistemde biyofilm, yarısı dolgu malzemesi üzerinde diğer yarısı ise dolgu malzemeleri sırasında kümeler halinde bulunur. Reaktör içi inert malzeme ile doldurulmalıdır. İşletmeye alma aşamasında reaktör tedrici beslenerek inert malzeme üzerinde biyofilmin oluşması sağlanır. Tedrici besleme ile uzun bir süre sonunda inert malzeme üzerinde tutunarak gelişen anaerobik biyofilm arıtmayı gerçekleştirir (URL-3, 2019).

1.4.3.5.3. Akışkan Yataklı Sistemler

Bu sistemde yukarı akışlı reaktör, kısmen bir taşıyıcı malzeme (genellikle kum) ile doldurulur. Söz konusu reaktörde kum tanecikleri üzerinde biyofilm oluşturularak arıtmanın gerçekleştirilmesi amaçlanır (Kurt, 2007).

1.4.4. İleri Arıtım Yöntemleri

İleri ve/veya son arıtma genelde, klasik biyolojik arıtmadan çıkan atıksuyun kalitesini daha fazla iyileştirmek için uygulanan arıtma olup, burada, azot ve fosfor giderme, filtrasyon, adsorpsiyon, dezenfeksiyon, iyon değiştirme, ultrafiltrasyon ve ters osmoz metodları verilmektedir (Azman, 2005).

1.4.4.1. Azot Giderme

Atıksuyun içerdiği amonyum iyonları azot bakterileri yardımıyla nitrifikasyon kademesinde önce nitrite ve sonra nitrata dönüştürülür, daha sonra denitrifikasyon kademesinde anoksit şartlar altında azot gazı halinde (N_2) sudan uzaklaştırılır. Nitrifikasyon için yüksek çamur yaşları ve düşük çamur yaşları gereklidir. (Azman, 2005). Proseste önemli olan nitrifiye bakterilerin büyümelerinin sağlanacağı uygun koşulların yaratılmasıdır. Nitrifikasyon prosesinde işletme parametreleri olarak sıcaklık pH, çözünmüş oksijen, havalandırma periyodu, çamur yası, karbon/azot oranı önem

taşımaktadır. Denitrifikasyon prosesi nitratin azot gazına indirgenmesidir. Biyolojik denitrifikasyon prosesi organik karbon kaynağı olarak metanol gibi maddelerin kullanılmasıyla ayrı reaktörlerde gerçekleştirilebildiği gibi, kombine karbon oksidasyon nitrifikasyon denitrifikasyon sistemleri de uygulanabilir (URL-7, 2019).

1.4.4.2. Fosfor Giderme

Fosfor bileşiklerini gidermek için kimyasal ve biyolojik metotlar ayrı ayrı veya birlikte kullanılır. Kimyasal arıtmada kimyasal maddeler kullanılarak yüksek pH değerinde fosfor, fosfat tuzları halinde çöktürülür. Biyolojik metotlarla fosfor arıtımı, biyolojik arıtma sırasında fosfatın mikroorganizmalarca alınması ile sağlanır (Kurt, 2007).

Fosforun en önemli kaynağı tarımda kullanılan fosfatlı gübrelerdir. Bu gübreler yüzey akışıyla kanalizasyon şebeke sistemine ulaşır ve atıksu arıtma tesislerinde giderilmesi problemi ortaya çıkar (Helvacı, 2017).

1.4.4.3. Filtrasyon

Filtrasyon, biyolojik ve kimyasal arıtma işlemlerinde yeterince giderilemeyen askıda katı maddelerin ve kollidlerin tutulması amacıyla uygulanır. Suyun granüler filtre yatağından geçişi ile maddeler tutulur. Filtre yatağında biriken katı maddelerin giderilmesi amacıyla geri yıkama işlemi uygulanır. Filtrelerde kum, çakıl, granit vb. dolgu malzemeleri kullanılır. Filtreler akış doğrultusuna göre aşağı ve yukarı akışlı kullanılan filtre malzemesine göre aşağı ve yukarı akışlı, kullanılan filtre malzemesine göre tabakalı veya tek tip malzemedan oluşan filtreler, hidrolik şartlara göre serbest yüzeyli ve basınçlı filtreler olarak sınıflandırılır (URL-3, 2019).

1.4.4.4. Adsorpsiyon

Atıksularda bulunan, diğer arıtma yöntemleri ile arıtımı güç olan kimyasal maddelerin gözenekli katı madde yüzeyine kimyasal ve fiziksel bağlarla tutunma işlemine adsorpsiyon denir. İstenilen özellikte su elde etmek amacıyla adsorpsiyon işlemi ara kademelerde uygulanabildiği gibi, biyolojik ve kimyasal arıtmadan sonra da uygulanabilir. Su ve atıksu işlemlerinde kullanılan adsorpsiyon tipi sıvı–katı adsorpsiyondur. Çözünmüş

maddelerin ara yüzeyde birikme veya dağılması adsorbat ve çözücünün relatif çekim kuvvetine bağlıdır. Maddelerin sulu çözeltilerden katı adsorbanlar tarafından adsorpsiyon hızı bu prosesin su kalite kontrolü için uygulanmasında önemli bir faktördür. Zehirlilik, renk, koku kirliliği yaratan bu kirleticilerin uzaklaştırılması için aktif karbon kullanılır. İlk aşamada kirletici, çözelti içinden katı yüzeye taşınır (film difüzyon), ikinci aşamada kirletici, yüzeydeki/yüzeyin gözenekleri içindeki bağlanma noktalarına gelir (gözenek difüzyon), son aşamada ise sorpsiyon yani tutunma gerçekleşir. Adsorplama kapasitesi tükenen granül aktif karbonun rejenere edilmesi gerekir. Bunun gerekliliği çıkış suyunun kalitesindeki değerlerle anlaşılabilir. Genellikle aktif karbonun rejenerasyonu 900 °C’de ısıtılarak tabi tutularak yapılabilir. Bu sıcaklıkta adsorbe edilen organik bileşikler yanarak yok olur. Toz aktif karbonun rejenerasyonu mümkün değildir (Fesliyen, 2017).

1.4.4.5. Dezenfeksiyon

Dezenfeksiyon, hastalık yapan patojen mikroorganizmaların öldürülmesi işlemidir. İyi bir dezenfeksiyon için yeterli temas süresi sağlanmalıdır. Dezenfektan olarak kullanılan kimyasal maddeler: klor bileşikleri, brom, iyot, ozon, fenol ve fenol bileşikler, alkoller, ağır metaller ve tuzları, boyalar, sabunlar ve sentetik maddeler, kuaterner amonyum bileşikleri, hidrojen peroksit, çeşitli asitler ve alkalilerdir. Bu maddelerin içinde gerek içmesuyu arıtımında gerekse de atıksu arıtımında en çok kullanılan klor ve bileşikleridir. Ozon çok etkili fakat pahalı bir dezenfeksiyon maddesidir. $pH \geq 11$ ve $pH \leq 3$ şartları bakterilere toksik etki yaptığından bazı asitler ve bazlarda patojenik bakterilerden yok edilmesinde etkilidir. Nötralizasyonla atıksu normal pH durumuna getirilmelidir. Fiziksel metodlarda ise su pastörizasyon noktasına kadar (67°C) ısıtılarak spor teşkil etmeyen patojen bakterilerin büyük kısmı yok edilir. Morötesi ışınlar ve güneş ışığı da iyi bir dezenfeksiyon aracıdır (Azman, 2005).

1.4.4.6. İyon değişimi

İyon değişimi özellikle endüstriyel atıksuların arıtımında kullanılan bir yöntemdir. Sistemin prensibi, su veya atıksu bünyesindeki istenmeyen anyon veya katyonların uygun bir anyon veya katyon tipi iyon değiştirici kolonda tutulmasıdır. İyon değişimi sağlayan

maddeler; alüminyum silikatlar, zeolit, sentetik reçineler ve sülfolanmış karbonlu maddelerdir (Helvacı, 2017).

1.4.4.7. Ultrafiltrasyon

Ultrafiltrasyon, yarı geçirgen membranların kullanıldığı ters osmoz işlemine benzeyen basınçlı membran filtrasyon metodudur. Bu yöntemde yağ/su emülsiyonu içerisinde disperse olan yağ damlacıkları ince bir membran yardımı ile filtre edilerek su fazından ayrılır. Ultrafiltrasyondan önce arıtılması düşünülen emülsiyonun bir ön arıtma işlemine tutulmasında fayda vardır. Bu işlem emülsiyon kırma maddeleri ile gerçekleştirilir ve yağ su fazı ayrılır (Ayyıldız, 2017).

1.4.4.8. Ters Osmoz

Ters osmoz, atıksuyun yeniden kullanılabilmesini sağlamak amacıyla, genellikle endüstriyel atıksu arıtımında kullanılan çözünmüş anorganik ve organik maddelerin sudan uzaklaştırılması ya da geri kazanım amacıyla yüksek basınç uygulanan bir sistemdir. Ters osmozun temel üniteleri yarı geçirgen membran destekleme yapış basınçlı kap ve yüksek basınçlı pompadır. Membran malzemesi olarak selüloz asetat ve naylon kullanılır (URL-7, 2019).

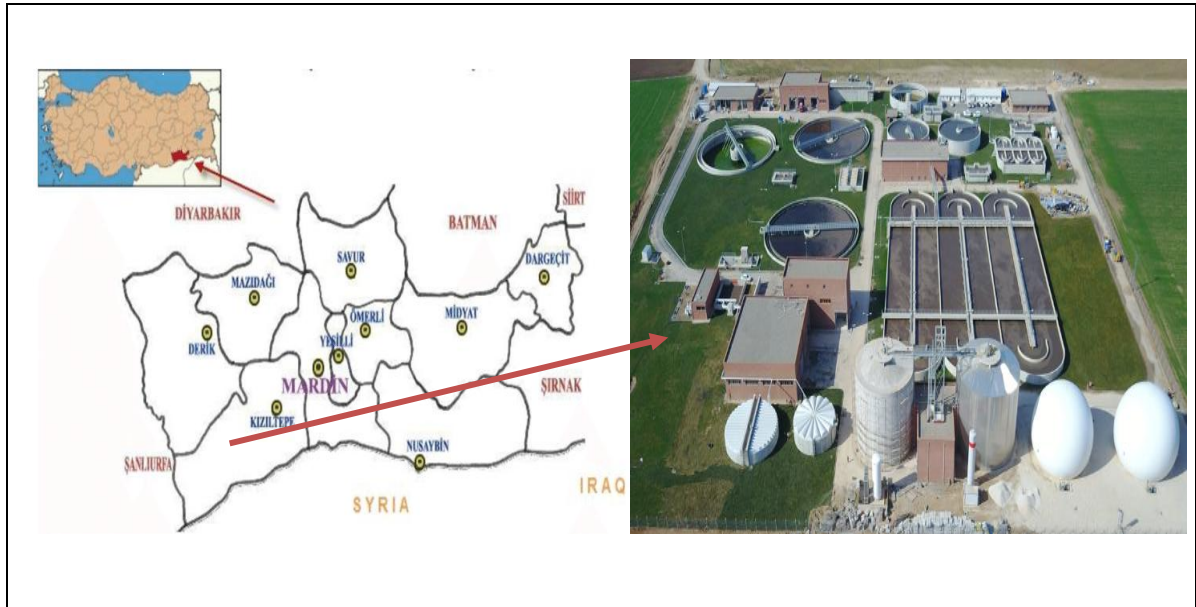
2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışma Alanı

Bu çalışma kapsamında uygulama alanı olarak seçilen Güney (Kızıltepe) İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Mardin ili, Kızıltepe ilçesi, İbrahimiye Mahallesi (Işıklar mahallesi) mevkiinde yer almaktadır (Şekil 2.1). Doğusunda Mardin ve Nusaybin, batısında Derik ve Ceylanpınar İlçeleri, kuzeyinde Mazıdağı İlçesi ile güneyinde Suriye Arap Cumhuriyeti devleti sınırları ile çevrilidir. Kızıltepe İlçesi Mardin Merkezine 27 km mesafededir.

Kızıltepe (Güney) Atıksu Arıtma Tesisi (AAT) Projesi, Avrupa Birliği IPA hibesi ile finanse edilen Türkiye'nin çevresel çalışma programı çerçevesindeki başlıca projelerden biridir. Bu projenin amacı, şehrin altyapı koşullarını iyileştirmek ve atık suyun hem Avrupa Birliği hem de Türk kalite standartlarını karşılaması sağlamaktır, evsel atıksuların arıtılarak alıcı ortam olan Rızgan (Zegran) Çayının kirletilmesini önlemektir. Planlanan Kızıltepe AAT inşaatı 2015 yılında başlanmış olup, tesis 2017 yılında işletmeye başlamıştır. AAT, 2032 yılı için 64.749 m³/gün, 2047 yılı için 79.256 m³/gün ortalama atıksu kapasitesi ile inşa edilmiştir. Kızıltepe AAT'nin Arıtma Prosesi azot, fosfor ve karbonun biyolojik olarak arıtıldığı, anaerobik (oksijensiz) çamur çürütmeli ve eşzamanlı denitrifikasyon prosesine dayalı aynı zamanda ultraviyole dezenfeksiyon ünitesine de sahip bir tesistir. Proje kapsamında AAT'nde üretilen arıtma çamuru, termal olarak kurutulup susuzlaştırıldıktan sonra, yapılan analizlere göre tarımsal amaçlı kullanılabileceği gibi Mardin Katı Atık Depolama Sahası'na da gönderilebilecek veya Mardin Çimento Fabrikası'nda diğer atıklar ile birlikte veya ayrı olarak yakılabilmektedir. Bu seçenekler değerlendirilirken yapılan analizlere ve günün koşullarına göre en uygun alternatif uygulanmaktadır. Tesiste arıtılan sular, Rızgan (Zegran) Çayı'na deşarj edilmektedir. Kızıltepe (Güney) AAT proje ile yeraltı sularındaki kirlilik yükü azaltılarak, sağlıklı yaşam ve çevre koşullarını oluşturmak amaçlanmıştır. Proje kapsamında, Mardin İl Merkezi, Mardin Organize Sanayi Bölgesi, Küçük Sanayi Sitesi, Aşağı Azıklı mahallesi, Yoldere mahallesi, Elbeyli mahallesi, Üçevler mahallesi, Ilıcak mahallesi, Beşevler mahallesi, Sandıklı mahallesi, Akyazı mahallesi, Yolüstü mahallesi, Işıklar mahallesi, Kılduman

mahallesi, Gökçek Mahallesi ve Kızıltepe merkez ilçesi atıksularından kaynaklanan tüm evsel nitelikli atıksular arıtılmaktadır. Mardin Organize Sanayi Bölgesi ve Küçük Sanayi Sitesi'nden gelen atıksular Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne uygun olarak, evsel atıksu arıtma tesislerinin deşarj limitlerini sağlayacak şekilde AAT'ne gönderilecek gerekirse de ön arıtma sisteminden geçirildikten sonra AAT'ye yönlendirilecektir. AAT'nin giriş ve by-pass yapısına kadar yaklaşık olarak 18,2 km 1000 mm 16 RC tip boru ve 4,1 km 2000 mm RC tip boru döşenmiştir. Yapılan tesis, yaklaşık 6,81 ha'lık alanın içinde tesis edilmiştir. IPA kapsamında yapımı gerçekleştirilecek olan AAT, Kızıltepe Belediyesi adına tapulu İbrahimiye mahallesinde yer alan 137 parsel numaralı susuz tarla vasfındaki arazide yer almaktadır. Proje alanı Çevre Düzeni Planına göre ise Tarım Arazisi, Ekolojik Öneme Sahip Alan ve Sulama Alanında kalmaktadır. Atıksu Arıtma tesisi; Kızıltepe ilçesinden geçen Şanlıurfa- Mardin yolu üzerinde Kılduman mahallesine ayrılan yol üzerinde yer almaktadır. Atıksu Arıtma Tesis alanına en yakın yerleşim yerleri; 350 metre mesafede tesisin güneyinde yer alan evler, 600 metre mesafede Şanlıurfa- Mardin yolu kenarında bulunan evler, 1,2 km mesafede Kılduman mahallesi, 1,8 km mesafede Demirler ve Işıklar mahallesi, 2,2 km mesafede Akziyaret mahallesi, 2,7 km mesafede Karakuyu mahallesi. ve 3 km mesafede Karakulak mahallesi yer almaktadır. Proje alanı Kızıltepe ilçesine 3 km mesafede Mardin iline ise 23 km mesafededir.



Şekil 2.1. Çalışma alanı

2.1.1.1. Giriş Ünitesi (Taş tutucu)

Atıksu ile beraber tesise gelen taş ve kaba ızgaranın alamayacağı kaba yapıdaki katı maddelerin tutulması için tasarlanan ünitelerdir. Arıtılmamış su eleklerden önce yer alan giriş ve by-pass yapısına gelmektedir. Aşama-1 için AAT'ne maksimum 5,302 m³/saat arıtılmamış su alınmaktadır. Yağışlı havalarda maksimum su alma kapasitesini geçmesi halinde fazla su by-pass yoluyla dereye yönlendirilmektedir. Giriş yapısı motor kontrollü duvar tipi ve savak tipi basınçlı borular ile donatılmıştır. Elektromagnetik debi ölçer ile ölçülen akış debisine bağlı olarak basınçlı borular suyu arıtma tesisinden by-pass etmek için açılıp kapanmaktadır (Resim 2.1).



Resim 2.1. Giriş ünitesi

2.1.1.2. Izgaralar (Kaba ve İnce Izgara Ünitesi)

Arıtma tesislerinin ilk yapısını oluştururlar. Atıksu ile beraber tesise gelen ince ve kaba yapıdaki katı maddelerin tutulması için tasarlanan ünitelerdir.

2.1.1.2.1. Kaba Izgara Ünitesi

AAT'de mekanik olarak temizlenen 20 mm kalınlığında çubuklu elekler kullanılmaktadır. Her biri Aşama-2'nin maksimum akış debisinin yarısını taşıyacak şekilde

tasarlanmış 3 tane kaba elek kanalı bulunmaktadır. Bu nedenle elekten su geçiş hızı maksimum 1,2 m/s olacaktır. En az 7 günlük depolama kapasitesine sahip olan kaba eleklerin artıkları konteynırların içine deşarj edilmektedir. Mekanik kaba elekler ve konteynırların yapım malzemeleri galvanizli karbon çelik oluşmaktadır (Resim 2.2).

Atıksu içinde olması beklenen yüksek miktarlardaki katılar ve lifler nedeniyle eleklerin sık sık temizlenmesi gerekmektedir. Kaba elekler, elek temizleme tarama dizisi kontrolündeki otomatik eleklerden önce su seviye ölçer ile otomatik olarak kumanda edilmektedir. Kaba elekler özerk birimler olarak lokal bir şekilde kontrol edilerek çalıştırılmaktadır. Çalışma durumu yine de SCADA sistemi tarafından izlenmektedir.



Resim 2.2. Kaba ızgaralar

2.1.1.2.2. İnce Izgara Ünitesi

İnce elekler, atıkları sıkıştırıcıya taşıyacak olan bantlı taşıyıcıya deşarj edilmektedir. Eleklerin kapasitesi, eleklerden biri çalışmadığı zamanda Aşama-2'nin maksimum akış debisine göre seçilmiştir. İnce elekler 3 adet ve ızgara aralığı 6 mm'den oluşmaktadır (Resim 2.3).

İnce elekler, elek temizleme tarama dizisi kontrolündeki otomatik eleklerden önce su seviye ölçer ile otomatik olarak kumanda edilmektedir. İnce elekler özerk birimler olarak lokal bir şekilde kontrol edilerek çalıştırılmaktadır. Çalışma durumu SCADA

sistemi tarafından da izlenmektedir. Koku giderimi tesisteki tüm eleklerde, konteynırlarda, sıkıştırıcılarda, taşıyıcılarda uygulanacağından hepsi kapalı bir binada yer almaktadır.



Resim 2.3. İnce ızgaralar

2.1.1.3. Giriş Pompa İstasyonu

Izgaralardan gelen suyun kotunu yükselterek cazibe ile ünitelere iletebilmesini sağlar. Bu nedenden dolayı, eleklerden sonra, pompa istasyonu inşa edilmiştir. Bu yapı Aşama-2'nin gereksinimlerini karşılamak için tasarlanmış olup Aşama-1'in maksimum akış debisi için seçilen 4 ana ve 1 yedek suya batırılabilir ıslak döşenmiş pompalarla donatılmıştır. 13.5 m yüksekliğe ve 1390 m³/saat kapasitede suyu pompalamaktadır (Resim 2.4). Aşama-2' de, bir ek pompa daha yerleştirilecektir.

Pompa istasyonu ayrıca pompaların kolay bakımı için gezer vinç ile donatılmıştır. Pompalar, pompa çukurundaki ultrasonik su seviye kontrolleri tarafından açılıp kapatılıp ve kontrol edilmektedir. Pompalar, pompaların aşınmasını en aza indirmek için yedek pompa da dahil olmak üzere değişik sırayla çalışmaktadır. Pompaların frekans dönüştürücü ile akış hız kontrolü yapılmaktadır. Giriş pompaları özerk birimler olarak lokal bir şekilde kontrol edilerek çalıştırılmaktadır. Çalışma durumu SCADA sistemi tarafından da izlenmektedir.



Resim 2.4. Giriş pompa istasyonu

2.1.1.4. Havalandırmalı Kum ve Yağ Tutucu

Atıksu içerisinde bulunan kum ve silt gibi inorganik partiküller maddeler havuzun uzun kenarı boyunca yerleştirilen difüzörlerden verilen havanın yarattığı akımın etkisi ile tabana çöklerler. Tabana çökelen ağır tanecikler kum toplama kanalına taşınırlar.

Atıksu içerisinde bulunan yağ ve gresin tutulması için ise yağ tutucu bölmesi bulunmaktadır (Resim 2.5).



Resim 2.5. Havalandırmalı kum ve yağ tutucu

Kum, bu aşamadan sonraki mekanik ekipmanlara zarar verme riskinin olmasından dolayı ortamdan uzaklaştırılacak bununla birlikte uçucu organikler ve kötü kokulu yüzen çamurlara sebep olan anestezi koşullarını önlemek için de gres yağı da ortamdan uzaklaştırılmaktadır. Çökelmiş kum konteynırlara alınmaktadır. Tutulan gres yağı kazınarak yağ tutucu içine alınmaktadır. Aşama-2'nin gereksinimlerini karşılaması için 2 adet kum tutucu inşa edilmiştir (Tablo 2.2).

Kum tutucular ve yağ tutucular dikdörtgen planlı beton tankları olarak inşa edilmiştir. Kaba kabarcıkların oluşturulması için bir difüzör sistemi kum hunileri üzerine duvara monte edilmiştir. Bu difüzörleri, onarım için kum odaları ve yağ ayırma tanklarını boşaltmadan demonte etmek ve sökmek mümkündür.

Kum, ortak bir kum sınıflandırıcı için dalgıç pompalar ile kum tanklarından pompalanmaktadır. Sarmal taşıyıcı, kum ayırıcıda yaklaşık bir hafta kadar birikmiş ve çökelmiş kumu konteynıra taşımaktadır. Yağ ayırıcı ve kum pompaları özerk, yerel zamanlayıcı kontrolü ile çalışmaktadır.

Tablo 2.2. Havalandırılmalı kum ve yağ tutucu teknik özellikleri

	Kademe-I	Kademe-II
Kum Tutucu Adet	2	2
Kum Tutucu Genişliği	2.8m	2.8m
Yağ Tutucu Genişliği	1.4m	1.4m
Derinlik	3.75m	3.75m
Uzunluk	28.5m	28.5m
Kum Tutucu Blowerı	3(2asıl+ 1 yedek)	3(2asıl+ 1 yedek)
Blower Kapasitesi	360m ³ /sa, 400 mbar	360m ³ /sa, 400 mbar
Kum Pompası Adedi	2 asıl	2 asıl
Kum Pompası Kapasitesi	18.5m ³ /sa, 5mwc	18.5m ³ /sa, 5mwc
Yağ Pompası Adedi	2 asıl	2 asıl
Yağ Pompası Kapasitesi	18.5m ³ /sa, 5mwc	18.5m ³ /sa, 5mwc

2.1.1.5. Ön Çökeltme Havuzu

Kolayca çökelen maddelerin, serbest yağların ve yüzen maddelerin, ufak miktarda organik maddelerin giderilmesini ve biyolojik ünitelere giren kirliliğin azaltılmasını sağlar (Resim 2.6).

Atıksu, ön arıtma ünitelerini geçtikten sonra halen çökeltme ünitelerinde kısmen ortamdan uzaklaşabilen kaba olmayan askıda katı maddeler içermektedir. Bu askıdaki katıların önemli bir kısmı organik maddelerden oluşmaktadır. Böylece, bu maddelerin sedimentasyon gibi basit işlemlerle ortamdan uzaklaştırılması, birincil arıtmaya nazaran uzaklaştırma işlemi daha pahalı olan ikincil arıtma öncesi BOİ yükünde bir azalma anlamına gelmektedir.



Resim 2.6. Ön çökeltme havuzu

Ön arıtmanın verimleri aşağıdaki verilere dayanmaktadır.

- * BOİ Azaltımı: $\leq 25\%$
- * KOİ Azaltımı: $\leq 25\%$
- * AKM Azaltımı: $\leq 50\%$
- * Toplam Azot Azaltımı: $\leq 10\%$
- * Toplam Fosfor Azaltımı: $\leq 11\%$

Ön Çökeltme Havuzu dikdörtgen planlıdır. Çökeltme havuzlarının inşası Aşama-1'in gereklerine uygun yapılmıştır. Çamur, ön çökeltme havuzu üzerine monte edilmiş

çamur sıyrıcıları vasıtasıyla çamur biriktirme hunilerinde toplanmaktadır. Çökelmiş çamur, ön çamur yoğunlaştırıcılarına pompalanmaktadır. Çökeltme havuzları lineer çalışan köprülerle donatılmıştır (Tablo 2.3).

Tablo 2.3. Ön çökeltme havuzu teknik özellikleri

	Kademe-I	Kademe-II
Ön Çökeltme Tankı Adedi	3	4
Hidrolik Yükleme	4 m ³ /m ² h	4 m ³ /m ² h
Tank Çapı	24 m	24 m
Ön Çökeltme Çamuru Pompa Adedi	4(3duty+ 1 spare)	5(4duty+ 1 spare)
Ön Çökeltme Çamuru Pompa Kapasitesi	11m ³ /h, 3 bar	11m ³ /h, 3 bar
Çamur Katı Madde Miktarı	2 %	2 %

2.1.1.6. Biyofosfor Havuzları

Biyolojik arıtmada temel prensip çözünmüş karbonlu organik maddelerin, oksijenli ortamda azotlu ve fosforlu maddelerin de anerobik/anoksik ortamda yaşayan mikroorganizmalar tarafından son ürünlere dönüştürülmesi sağlanmaktadır (Resim 2.7).

Anaerobik havuzlarda fosfor giderimi için, anaerobik şartlar sağlanıp biyolojik olarak fosfor giderimi için FeCl₃ (Demir 3 klorür) kullanılmaktadır. 3 adet dikdörtgen tip BİO-P havuzu Aşama-1 debisine göre projelendirilip inşa edilmiştir (Tablo 2.4). Atıksu ön çökeltme havuzlarından anaerobik karıştırma havuzlarına eşit olarak dağıtılmaktadır. Geri dönen çamur içindeki mikroorganizmalar anaerobik koşullara maruz kaldıklarında çamurun içinde yakalanan fosfor serbest kalır. Biyolojik arıtma sürecinde atıksu içindeki fosforun sadece bir kısmı ortamdaki uzaklaşır. Kızıltepe AAT'de ham atıksu içindeki toplam fosfor konsantrasyonu yaklaşık 10 mg/l olduğu için biyolojik fosfor giderimi, kimyasal fosfor arıtımı ile takviye edilmektedir.



Resim 2.7. Biyofosfor havuzları

Anaerobik karıştırma havuzlarında biyolojik fosfor giderimi sağlanmaktadır. Bu tanklar kısmen toprağa gömülü beton yapılar olarak inşa edilmiştir. Anaerobik tankların her biri çamur ve suyu etkin bir şekilde karıştırmak, çamurun çökmesini önlemek amacıyla batık, enerji verimliliği olan, yavaş dönen karıştırıcılar ile donatılmıştır. Karıştırıcılar ortalama 0,3 m/saniye'lik su yatay hızına göre dizayn edilmiştir. Anaerobik havuzlar Aşama-1'in gereksinimleri için tasarlanmıştır.

Tablo 2.4. Biyofosfor havuzları teknik özellikleri

	Kademe-I
Bio-P Tankı	3 adet
Birim Tank Hacmi	1.000 m ³
Bekletme süresi	0,50 saat
FeCl ₃ Dozaj Pompa adedi	3 (2 asıl + 1 yedek)
FeCl ₃ Dozaj Pompa kapasitesi	0-60 l/sa
FeCl ₃ Depo Tankı Adedi	2 adet
FeCl ₃ Depo Tankı Kapasitesi	20 m ³

2.1.1.7. Havalandırma Havuzu

3 adet karusel tip havalandırma havuzu Aşama 1 debisine göre projelendirilip inşa edilmiştir. Havalandırma havuzları biyolojik süreçler ile KOİ ve azotun etkin giderimini sağlamak için dizayn edilmiştir (Resim 2.8) (Tablo 2.5).

Anaerobik tanklardan sonra atıksu, biyolojik arıtmanın gerçekleştirilebilmesi için havalandırma havuzlarının giriş bölümlerindeki çözünmüş oksijen konsantrasyonunun çok düşük olduğu ve anoksik şartların geçerli olduğu bölüme alınır. Havalandırma havuzları içerisinde 2 farklı bölgede oluşturulan bu hacim toplam hacmin %30'luk bir kısmını oluşturur. Bu bölgeye oksijen beslemesi yapılmayacak olup organik maddelerin gideriminde elektron alıcısı olarak nitrat kullanılmaktadır. Anoksik fazın amacı, daha sonra gelecek olan aerobik şartlarda nitrifikasyon ile amonyaktan oksitlenmiş forma dönüşen azotun geri devrettikten sonra bu fazda denitrifikasyon prosesi ile azot gazına dönüştürülmesi ve böylelikle azot gideriminin sağlanmasıdır. Aerobik şartlarda biyokütle çoğalması havasız ve anoksik şartlarda giderilemeyen karbonun mikroorganizmalar tarafından tüketilmesi ile gerçekleştirilir. Böylece anaerobik havuz ve aktif çamur tanklarında karbon, azot ve fosfor giderimi gerçekleştirilmiş olur.



Resim 2.8. Havalandırma havuzu

Havuzlar atlı karınca şeklinde merkezi bir ayırma duvarıyla şekillendirilmiş ve havuzların her bir ucunda kavisli kılavuz duvarlar olup, dolaşımdaki su içinde en düşük hidrolik kayıpları elde etmek için uç duvarları kavislidir. Havuzlar, kısmen toprağa gömülü

dökme beton olarak inşa edilmiştir. Havalandırma havuzlarının her biri çamur ve suyu etkin bir şekilde karıştırmak, çamurun çökmesini önlemek amacıyla batık, enerji verimliliği olan, yavaş dönen karıştırıcılar ile donatılmıştır.

Tablo 2.5. Havalandırma havuzu teknik özellikleri

	Kademe-I
Havalandırma Tankı	3 adet
Havalandırma Havuzu Tank Hacmi	12.300 m ³
Çamur Yaşı (SRT)	9.5gün
Maximum MLSS	4400 mg/l
Blower Sayısı	4(3asıl 1 yedek)
Blower Kapasitesi	6500 Nm ³ /sa
Difüzör Adedi	6510
Difüzör Kapasitesi	2,15 Nm ³ /sa

2.1.1.8. Blower Binası

Havalandırma havuzları için gerekli oksijen ihtiyacı ince kabarcıklı membran disk havalandırma difüzörler ile sağlanmaktadır. Havalandırma difüzörler zemine monte edilmiştir. Bu difüzör sistemi ayrı birimlere hizmet etmek amacıyla birbirinden ayrı birçok ızgara ünitesine bölünmüştür. Denitrifikasyon için gerekli olan oksijensiz bölgeler, çözünmüş oksijen ayar noktası ile reaktör içindeki havalandırma manipülasyonu ile ve SCADA sistemli ek NO₃ kontrolü ile oluşturulmaktadır. Havalandırma, bireysel tanklar içindeki oksijen konsantrasyonunun on-line olarak ölçülmesine dayanan otomatik motorlu çalışan kelebek vanalar tarafından düzenlenmiştir. Her tank en az 2 oksijen verici ile donatılmıştır.

Havalandırma sağlayan hava körükleri (blowerlar) kelebek vanaların açıklıklarına göre dalgalanan hava basıncı ile kontrol edilmektedir. Basınç, bir basınç vericisi tarafından ortak hava basınç borusunda on-line ölçülmektedir (Resim 2.9).



Resim 2.9. Blower binası

2.1.1.9. Son Çökeltme Havuzları

3 adet son çökeltme havuzları Aşama-1'nin gereksinimleri için inşa edilmiştir (Tablo 2.6). Bu havuzlar, kendi tabanları havuzların merkezlerinde bulunan haznelere doğru eğimli olan dairesel havuzlar olarak inşa edilmiştir. Aktif çamur yerçekimi etkisiyle havuzların merkezlerine doğru yönelecek ve havuzun içindeki giriş halkalarının altına dağıtılmaktadır. Beton savak kanallar çevre duvarları boyunca inşa edilmiştir.

Çökeltme havuzları, çevre duvarlarını tankın merkezinden desteklemek için döner köprüler ile donatılmıştır. Bu köprüler, duvarlar üzerinde çalışan motorlu tekerlekler ile döndürülmektedir. Yüzey ve alt sıyrıcılar döner köprülere monte edilmiştir. Çökeltme havuzlarına üçgen kesitli taşma savakları ve köpük panoları monte edilmiştir. Gelen akışı eşit bir şekilde dağıtmak amacıyla 1 adet dağıtım odası inşa edilmiştir. Dağıtım odası Aşama-2'nin gereksinimlerini karşılamak için tasarlanmıştır. Aşama-1 üniteleri ile donatılmıştır.

Havalandırma havuzlarında mikroorganizma faaliyeti sonucu oluşan biyokütle biyolojik çökeltme havuzunun durgun hidrolik koşullarında çökerek havuzun konik kısmında toplanır ve yüzey dip sıyrıcısı vasıtası ile konik kısımdan sıyrılarak havuzun çamur alma bölümüne alınır ve buradan geri devir pompaları ile çekilerek büyük bir yüzde (%75) ile aerobik tanklara gönderilir. Fazla çamur ve köpük ise fazla çamur pompaları ile

mekanik yoğunlaştırıcılara verilir. Kirliliği çamur olarak tabanda toplanan arıtılmış su savaklanarak havuzu terk eder (Resim 2.10).

Tablo 2.6. Son çökeltme havuzları teknik özellikleri

	Kademe-I
Son Çökeltme Tankı Adedi	3
ÇHI	100ml/g
RS oranı	0.75
Tank Çapı	45 m
Köpük Pompa tipi	Dalgıç
Köpük pompası adedi	1+1



Resim 2.10. Son çökeltme havuzları

2.1.1.10. Geri Devir ve Fazla Çamur Pompa İstasyonu

Son çökeltme tanklarında oluşan biyolojik çamurun % 75'i çamur geri devri ile sistemden havalandırma havuzlarına iletilerek geri devrettirilmektedir. Fazla çamur, fazla çamur pompaları ile bant yoğunlaştırıcılara iletilerek çamurun yoğunlaştırılması sağlanır. Fazla aktif çamur pompaları ve geri devir pompaları geri devir terfi merkezine

yerleştirilmiştir. Geri devir çamur pompaları ile fazla aktif çamur pompaları kapalı pompalama istasyonu içinde yer almaktadır (Tablo 2.7) (Resim 2.11). Bu pompalar, frekans çevirici özellikli ıslak veya kuru monteli dalgıç pompalardan oluşmaktadır. Pompaların gerçek kapasitesi giriş debisine göre ve aktif çamurun seçilmiş devir daim oranına göre otomatik olarak düzenlenmektedir. Geri devir çamur pompalarının devir daim oranı havalandırmalı aktif çamur havuzlarındaki gerekli çamur konsantrasyonu ile belirlenmektedir.

Tablo 2.7. Geri devir ve fazla çamur pompa istasyonu teknik özellikleri

Geri Devir Pompaları		Fazla Çamur Pompaları	
Adet	2+1	Adet	2+1
Tip	Dalgıç	Tip	Dalgıç
Kapasite	1420 m ³ /sa	Kapasite	60 m ³ /sa
Basma Yüksekliği	6 m	Basma Yüksekliği	12 m



Resim 2.11. Geri devir ve fazla çamur pompa istasyonu

2.1.1.11. Çamur Yoğunlaştırma

2.1.1.11.1. Mekanik Çamur Yoğunlaştırma

Fazla çamur, fazla çamur pompaları ile bant yoğunlaştırıcılara iletilerek çamurun yoğunlaştırılması sağlanır. Yoğunlaşma işlemi mekanik filtrasyon ile yapılır. Amaç çamurun çürütücülere beslenmeden önce hacminin azaltılmasıdır. Yoğunlaştırma işlemi polimer ilavesi ile sağlanmaktadır (Resim 2.12).

Yoğunlaştırılmış fazla çamur anaerobik çürütücülere beslenmeden önce çamur, yoğun çamur depo tankında toplanır ve yoğun fazla çamur pompaları ile çürütücüye pompalanır.



Resim 2.12. Mekanik çamur yoğunlaştırma

Fazla çamurunun yoğunlaştırılması amacıyla kemer tip yoğunlaştırıcılar fazla çamurun yoğunlaştırılması ve kuru katı içeriğinin yaklaşık olarak %6'ya çıkması için kullanılmaktadır (Tablo 2.8). Bu üniteler, çamur binası içine koku kontrolü sağlaması için kurulmuştur. Bu ünitelerden çıkan pis hava, koku giderim ünitesine aktarılmaktadır.

Polimer, çamurun havalandırılması için kullanılmaktadır. Polimer, önceden belirlenmiş konsantrasyon otomatik olarak karıştırılıp olgunlaşması için çözölmüş/seyretilmiş olan hem sıvı hem de toz polimer hazırlanmasına izin verilen polimer hazırlama ünitesinde hazırlanmaktadır. Polimer hazırlama ünitesi bağımsız bir birim olarak

ve yerel bir kontrol paneliyle otomatik olarak kumanda edilmektedir. Polimerin, frekans dönüştürücüler ile kontrol edilen eksantrik vida tip pompalar vasıtasıyla miktarı ayarlanmaktadır.

Tablo 2.8. Mekanik çamur yoğunlaştırma teknik özellikleri

Mekanik Yoğunlaştırıcılar	
Adet	2+1
Tip	Bant tipi
Kapasite	55 m ³ /sa
Bant Genişliği	1.5 m
Polimer Tüketimi	1.539 l/sa
Giriş Çamur KM Oranı	%1 KM
Yoğun Çamur KM Oranı	%6.5 KM
Yoğun Fazla Çamur Pompa Adedi	2 asıl + 1 yedek
Yoğun Fazla Çamur Pompa Kapasitesi	11 m ³ /sa

2.1.1.11.2. Cazibeli Çamur Yoğunlaştırma

Ön çökeltme çamuru, ön çökeltme çamur pompaları ile graviteli yoğunlaştırıcılara iletilerek çamurun anaerobik çürütücülere beslenmeden önce yoğunlaştırılması sağlanır. Yoğunlaşma işlemi, tankın içerisinde yer alan düşey çubuklar aracılığı ile çökeltme prensibi ile sağlanır. Amaç çamur hacminin azaltılmasıdır. Cazibe ile yoğunlaştırılmış ön çökeltme çamuru yoğun ön çökeltme çamur pompaları ile anaerobik çürütücülere pompalanır (Resim 2.13).



Resim 2.13. Cazibeli çamur yoğunlaştırma

Cazibeli çamur yoğunlaştırıcılar ön çamurun kuru katı içeriğinin %2 'den %5 e çıkması için inşa edilmiştir (Tablo 2.9). Yoğunlaştırıcı merkez-besleme tipinde olan çevre savakları ve yıkama tesisleri ile donatılmıştır. Savaklar paslanmaz çelik, yıkama tesisleri ise betonarme inşa edilmiştir. Yoğunlaşmış çamur pompaları anaerobik çürütücüler içine çamurun transferini sağlamaktadır. Sistem için 1 adet hazır durumda yedek pompa ünitesi tesis edilmiştir.

Tablo 2.9. Cazibeli çamur yoğunlaştırma teknik özellikleri

Cazibeli Yoğunlaştırıcılar	
Adet	1
Tip	Dairesel
Tank Çapı	17.1 m
Giriş Çamur KM Oranı	%2 KM
Yoğun Çamur KM Oranı	%5 KM
Yoğun Ön Çökeltme Çamuru Pompa Adedi	2 asıl + 1 yedek
Yoğun Ön Çökeltme Çamuru Pompa Kapasitesi	8 m ³ /sa

2.1.1.12. Anaerobik Çamur Çürütme Ünitesi

Anaerobik çürütme, çamur stabilizasyonu sağlamak için kullanılan bir prosestir. Çamur stabilizasyonunun amacı, patojen giderimini sağlamak, koku oluşumunu önlemek ve kokuşma potansiyelini azaltmak/gidermektir. Ayrıca anaerobik çürütme sonucu oluşan ürün (biyogaz), ısı ve elektrik enerjisi için kullanılır.

Anaerobik çürütme işleminde, çamurun içerisindeki organik madde biyolojik proseslerle karbondioksit ve metan gazı içeren nihai ürünlere dönüştürülür. Anaerobik çürütme işlemi, yaklaşık 35 °C'ye kadar ısıtılan tam karışımli mezofilik ortam içeren tanklarda gerçekleştirilir (Resim 2.14). Stabilize edilen çamurun organik ve patojen içeriği azaltılmış olur. Çürütücülerde üretilen gaz, kombine ısı ve güç santralinde gaz motorundan enerji elde etmek üzere kullanılır. Gaz motorundan çıkan soğutma suyu çürütücü ve çamur kurutma sistemi için gerekli ısıyı sağlamak için kullanılmaktadır.



Resim 2.14. Anaerobik çamur çürütme ünitesi

Çürütücüler yalıtımlı silindirik yapıli beton havuzlar olarak inşa edilmiştir. Çürütücüler içindeki metan bakterileri için optimum koşulları yaratmak için mekanik karıştırıcılar ile etkin karıştırma sağlanmaktadır.

Çürütücü içindeki gaz yüzeyden ayrıldığında gaz borusuna doğru yükselir, esas olan gazın mümkün olduğunca yavaş hızlanarak yüzen köpükleri gaz borusunun içine taşınmasını önlemektedir. Bu nedenle, gaz kubbesi su seviyesinin mümkün olduğunca

üstüne yükselerek ve gaz çıkışı gaz borusu içine girmeden en az 400 mm'lik bir çapta genişlemektedir.

Eğer basınç kabul edilemez limit değere çıkarsa gazın dışarı tahliye edebilmesi için basınç tahliye vanası su perdesi olarak dizayn edilmiştir. Ek olarak, sürgülü kapaklı, kontrol pencereli veya mazgallı ve seviye şalterli gaz kubbesi monte edilmiştir.

Her çürütücü bağımsız techizatlar ile monte edilmiştir. Çürütücü başına bir adet ayrı ısı değiştirici, devirdaim için vidalı santrifüj pompası, yedek pompa, ayrı besleme, devirdaim ve deşarj borusundan oluşmaktadır. Çamurun ısıtılması için, ısı değiştiriciler (eşanjör) kurulmuştur. Çift borulu tip Eşanjörler paslanmaz çelikten oluşmaktadır.

Çalışma odası, gürültü/koku kontrolü ve çalışma güvenliği için tüm gereksinimlerin sağlanacağı şekilde dizayn edilmiştir. Makinelere, pompalara ve diğer bileşenlere erişim güvenli ve engelsiz inşa edilmiştir. Çalışma odasına gerekli kurulum ve servis gereksinimleri için kaldırma cihazı tedarik edilmiştir. Nemli havalarda çalışma odasının yeterli ısıtılması için odaya havalandırma ve doğal ışık sağlanmıştır. Anaerobik çamur çürütme ünitesi teknik özellikleri Tablo 2.10'da verilmiştir.

Tablo 2.10. Anaerobik çamur çürütme ünitesi teknik özellikleri

Anaerobik Çürütücüler	
Adet	2
Tip	Konik
Giriş Çamur KM Oranı	%5,8 KM
Çürütülmüş Çamur KM Oranı	%3,6 KM
Oluşan Biyogaz Miktarı	9.174 m ³ /gün
Biyogaz Depo Tankı Adet ve Kapasitesi	2 adet, 2.900 m ³
Çamur Resirkülasyon Pompası Adedi	2 asıl + 1 yedek
Çamur Resirkülasyon Pompası Kapasitesi	85 m ³ /sa
CHP Adedi ve Kapasitesi	2 adet, 500 kW

2.1.1.13. Gaz Depolama Tankları

Çürütücü oluşan biyogaz, gaz depolama tanklarında depolanmaktadır (Resim 2.15). Çürütücüde oluşan biyogaz (metan) gaz jeneratörlerinde yakılarak elektrik ve ısı enerjisi elde edilmektedir. Üretilen elektrik enerjisi ile tesisin elektrik gereksiniminin büyük kısmı karşılanmakta olup, ısı enerjisinin bir kısmı ile çürütücüye giren çamurun ısıtılması sağlanmaktadır. Digester gaz hattındaki ve gaz balonlarındaki fazla gaz, kontrollü bir şekilde Gaz Çakmağı (Flare) ile yakılarak sistemden uzaklaştırılmaktadır. İki adet gaz depolama balonları bulunmakta ve her bir balon 2900 m³ hacimdir.



Resim 2.15. Gaz depolama tankları

2.1.1.14. Çamur Susuzlaştırma

Çamur susuzlaştırma tesisi santrifüjler, polimer hazırlama üniteleri, çamur ve polimer dozlama pompaları ve çamur bantlarından oluşmaktadır (Resim 2.16). Anaerobik olarak çürütülen çamur, susuzlaştırma ünitesine beslenmeden önce çamur dengeleme tankına iletilerek homojenizasyon sağlanır. Homojenizasyon için dalgıç mikserler kullanılmaktadır. Homojenize edilen çamur susuzlaştırılmak üzere santrifüj dekantörlere iletilir. Çamur susuzlaştırma işlemi santrifüj dekantörler ile sağlanmaktadır. Amaç çamur nem miktarının giderilerek çamur hacminin azaltılmasıdır. Çamur tankında homojenize

edilen yoğun çamur 1+1 adet 40 m³/sa kapasiteli santrifüj dekantörlere iletilmektedir. Susuzlaştırma sonrasında çamur katı madde oranı %25 'e çıkartılmaktadır (Tablo 2.11).



Resim 2.16. Çamur susuzlaştırma

Katyonik polielektrolit, çamurun havalandırılması için eklenmektedir. Polimer, önceden belirlenmiş konsantrasyon ve otomatik olarak karıştırılıp, olgunlaşması için çözölmüş/seyretilmiş olan hem sıvı hem de toz polimer hazırlanmasına izin verilen polimer hazırlama ünitesinde hazırlanmaktadır. Polimer hazırlama ünitesi bağımsız bir birim olarak yerel bir kontrol paneliyle otomatik olarak kumanda edilmektedir.

Polimerin, frekans dönüştürücüler ile kontrol edilen eksantrik vida tip pompalar vasıtasıyla miktarı ayarlanmaktadır. Susuzlaştırılmış çamur, sarmal taşıyıcı ile çamur kurutucuyu beslemek için uygun seviye ve pozisyonda taşınmaktadır. Santrifüj durultucuları çamur kurutma binasında yer almaktadır. Geri dönen su kollektör tarafından giriş pompa istasyonuna yönlendirmektedir. Tamamen susuzlaştırma faaliyetleri local ve otomatik olarak SCADA sistemi tarafından kontrol edilip izlenmektedir.

Tablo 2.11. Çamur susuzlaştırma teknik özellikleri

Santrifuj Dekantör	
Adet	1+1
Tip	Santrifüj
Kapasite	40 m3/sa
Polimer Tüketimi	4.000 l/sa
Giriş Çamur KM Oranı	% 3,6 KM
Susuzlaştırılmış Çamur KM Oranı	% 25 KM

2.1.1.15. Çamur Kurutma Ünitesi

Çamur kurutma işlemi, çamur içerisindeki suyun ısı ile buharlaştırılarak giderilmesidir. Susuzlaştırılmış çamur %90 kuru katı içeriğine sahip olana kadar kurutulmaktadır (Resim 2.17). Kuruma, termal kuruma şeklinde yapılmaktadır. Çamur kurutma işleminden çıkan ürün, biyolojik aktiviteden tamamen yoksun olduğu ve patojen giderimi sağlandığı için çimento fabrikalarında, gübre olarak, park ve bahçelerde serilmek üzere kullanılmaktadır.



Resim 2.17. Çamur kurutma ünitesi

Çamur kurutma ünitesi teknik özellikleri Tablo 2.12’de verilmiştir.

Tablo 2.12. Çamur kurutma ünitesi teknik özellikleri

Çamur Kurutma	
Adet	2
Tip	Bant tip
Kapasite	48 t/gün
Giriş Çamur KM Oranı	% 25 KM
Kurutulmuş Çamur KM Oranı	% 90 KM

2.1.1.16. UV Dezenfeksiyon Sistemi

Arıtılan suya UV dezenfeksiyonu uygulanmaktadır (Resim 2.18). Tesis, UV kanallarından ve UV binasından oluşmaktadır. UV kanallarının inşası Aşama-2’nin gereksinimlerini karşılamak için yapılmış olup Aşama-1 için donatılmıştır.



Resim 2.18. UV dezenfeksiyon

2.1.1.17. Binalar

Atıksu arıtma tesisi içinde ayrıca aşağıdaki binalar yer almaktadır. Bekçi kulübesi, yönetim binası, atölye, blover (hava körüğü) ve trafo binası ve çamur susuzlaştırma binası inşa edilmiştir (Resim 2.19).

Bekçi kulübesi atıksu arıtma tesisine izinsiz girmeleri önlemek amacıyla tesisin girişine inşa edilmiştir. Kulübede bir kontrol odası ve bir WC bulunmaktadır. Yönetim binası içinde ofisler, laboratuvar, kontrol odası, toplantı odası, tuvalet ve duşlar yer almaktadır. SCADA sistemi kontrol odası içine kurulmuştur. Bazı basit elektromekanik ekipmanın tamiri için tesis içinde atölye inşa edilmiştir. Atölye binasında atölyenin yanı sıra depolama odası ve tuvalet ve duş yer almaktadır. Bloverlar (hava körükleri), trafolar ve jeneratör fan ve trafo binası içine kurulmuştur. Bu bina Aşama-2'nin gereksinimleri için inşa edilmiş fakat ilk etapta Aşama-1 için donatılmıştır. Tüm binaların tavanları ısı ve su yalıtımlı düz tavadır. Pencereelerde ve kapılarda alüminyum malzeme kullanılmıştır.



Resim 2.19. İdari bina, atölye, blover odası

2.1.1.18. Otomasyon ve SCADA Sistemi

Tesis, ana ekipmanlarının kontrolü ve tesisin izlenmesi için Denetleme Kontrol ve Veri Toplama (SCADA) sistemi ile donatılmıştır (Resim 2.20). Giriş ve çıkış yapılarındaki, her santrifüj için geri dönen aktif çamur borusu ve artık çamur borularında, her havalandırma tanklarının pompalarında ve çürütücünün gaz pompasındaki debimetreler akış ölçümleri yapılmaktadır.

Giriş ve çıkış yapılarında (çıkış akış ölçüm cihazına dayalı) otomatik akış orantılı örnekleme gerçekleştirmektedir. Atıksu arıtma tesisinin ana fonksiyonları PLC/SCADA sistemiyle kontrol edilerek izlenmektedir. Bu nedenle, ilgili ekipman, makine ve ölçü aletleri PLC'ye bağlı olmaktadır.



Resim 2.20. SCADA odası

2.1.1.19. Analiz Yöntemleri ve Numune Alma

Çalışma süresince KOİ, BOİ, AKM, TN, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$, TP, pH, MLSS, MLVSS, ÇÇH, ÇHİ, CaCO_3 ve organik asit parametrelerinin analizi yapılmış olup, bu parametrelerin analizinde standart metotlar uygulanmıştır.

Bu parametrelerden KOİ ölçümleri, analizi hazır kitler ile Spektrometrik metot yöntemiyle yapılmaktadır. AKM parametre ölçümleri, gravimetrik ölçüm esasına dayanan bir metod ile belirlenmiştir. TN (toplam azot), $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (amonyum azotu), $\text{NO}_3^-\text{-N}$ (Nitrat

azotu), TP (toplam fosfor) analizleri hazır kitler ile Spektrometrik metot yöntemiyle yapılmaktadır. MLSS analizi gravimetrik ölçüm esasına dayanan bir metot ile belirlenmektedir. MLVSS analizi gravimetrik yöntem ile yapılmaktadır. ÇÇH analizi Volumetrik metot ile yapılmaktadır. ÇHİ hesaplamaları gravimetrik ölçüm esasına dayanan bir metot ile belirlenmiştir.

CaCO₃ tayini Titrimetrik yöntem ile analiz edilmektedir. Organik asit, CaCO₃ analizinin devamı olarak nitelendirilebilir. Kalsiyum karbonattaki önem ve amaç organik asit içinde geçerlidir. Organik asit tayini Titrimetrik yöntem ile analiz edilmektedir.

Analizlenecek su kütlesini fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak temsil eden yeterli hacimde su almaktır. Bir atıksu arıtma tesisi bünyesinde, numunelerin alınması ve karakterizasyonunun belirlenmesi, “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği’nde” (Resmi Gazetede 10.10.2009 tarih ve 27372 sayılı) belirtilen şartlara göre alınmaktadır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’ne dayanılarak 2009 yılında çıkarılan Numune Alma ve Analiz Etme Metotları Tebliği’ne göre tesis kapasitesi 10.000 m³/gün den büyük tesisler için her gün arıtılmış su analizleri yapma ve debi ölçümü zorunluluğu getirilmiştir. Kızıltepe ileri Biyolojik Arıtma Tesisi’nde numuneler her sabah saat 09:00 civarında anlık numune ve 24 saatlik kompozit numuneler alınmaktadır.

Anlık Numune: Belirli bir zamanda ve belirli bir noktadan o anda alınan ve sadece o yeri ve o zamanı temsil eden numunedir. Anlık numuneler ayrı ayrı, karıştırılmadan analiz edilir. Ani bir olağandışı deşarjın içeriğinin ortaya konulması, kaynağı hakkında yorum yapılması ve arıtma proseslerine olabilecek potansiyel etkilerinin belirlenmesi gerektiğinde, aralıklı olarak kesikli fakat sık ölçümler gerektiğinde, atıksu karakterinin stabil olması gerektiği ünitelerde ara ara numune alınarak, bu durumun kontrol edilmesi gerektiğinde anlık numune alınır.

Kompozit Numune: Kompozit numune, belli bir süre zarfında (örneğin 2 saat) belli bir sayıda alınan anlık numunelerin karıştırılmasıyla ortaya çıkan numunedir. Kompozit numune, el ile veya otomatik numune alma ekipmanları ile oluşturulabilir. Kompozit numune, belli bir süre içerisindeki ortalama karakteristiğın görülebilmesini sağlar.

Tesisin sağlamak zorunda olduğu yasal limitler için kompozit numune alınması gerektiğinde, giderim verimleri hesaplanacak ise, tesisin prosesleri tasarlanacak veya işletmenin optimizasyonu için herhangi bir ayarlama yapılmak üzere veri gerektiğinde kompozit numune alınmalıdır.

Numune Alma Ekipmanları: Numune alma ekipmanları hem otomatik numune alma cihazı gibi komplike cihazlar hem de ipe bağlı tartım sepetleri, deney tüpleri gibi basit parçalar olabilirler. Numune alma kapların malzemesinin numuneye girişim yapmayacak malzemelerden seçilmesi gerekmektedir.

2.1.1.19.1. KOİ (Kimsayal Oksijen İhtiyacı) Tayini

KOİ tayini için giriş ve çıkış suyundan, (150 ml x 24 adet kaplı otomatik numune toplama ünitesine her saat başı 1 kap dolacak şekilde tasarlanmış) 24 saatlik kompozit numuneler alınmaktadır. KOİ analizi hazır kitler ile Spektrometrik metot yöntemiyle yapılmaktadır. KOİ giriş suyu için LCK 514 (sülfürik asit (90%), potasyum dikromat, civa sülfat) 100-2000 mg/L O₂ hazır test kitleri kullanılmaktadır. KOİ çıkış suyu için ise LCK 314 (sülfürik asit (90%), civa sülfat, gümüş sülfat) 15-150 mg/L O₂ hazır test kitleri kullanılmaktadır. KOİ giriş ve çıkış suyu analizi, test kiti aşağı-yukarı çevrilerek karıştırılır ardından test kitinin kapağı açılarak içerisine 2.0 ml numune pipetlenmektedir. Test kitinin kapağı kapatılarak aşağı-yukarı birkaç defa çevrilmektedir. Karıştırma esnasında numune ile kit tepkimeye girerek sıcaklığı arttırdığından test kitinin kapağından tutularak çevrilir, test kiti 'Hach HT 200S' markalı Termoreaktörde 15 dakikalık programda 170°C sıcaklıkla ısıtılmaktadır. Termoreaktörden çıkartılan küvet iki defa aşağı-yukarı çevrilerek oda sıcaklığına gelinceye kadar soğumaya bırakılmaktadır. Oda sıcaklığına gelen numune test kiti 'Hach DR 3900' markalı Spektrofotometreye yerleştirilip sonuçlar okunmaktadır.

2.1.1.19.2. BOİ (Biyolojik oksijen ihtiyacı) Tayini

Mikroorganizmaların sabit sıcaklık ve karışım şartları sağlanmış hava veya oksijene doyurulmuş kapalı bir kap içinde mikroorganizmaların tükettikleri oksijen miktarının doğrudan ölçümü ile BOİ (Biyolojik oksijen ihtiyacı) hesaplanır. Numunenin beklenen BOİ değeri; numunenin KOİ değerinin %65'i kadardır. Bu sebepten BOİ numune hacmi; numunenin KOİ değerinin 0.65 ile çarpımından elde edilen değerin KOİ ölçüm aralığında karşılık gelen değer kadar alınır.

Hazırlanan numuneler BOİ şişelerine boşaltılır. Her şişeye karıştırma işlemini sağlamak için 1 adet manyetik balık konulur ardından N-allylthiourea eklenir. Şişelerin ağzına yerleştirilen plastik hazneye CO₂ absorbiyonunu sağlamak için 2 adet NAOH tableti

eklenip şişelerin kapağı sıkıca kapatılır. Şişeden inkübatöre yerleştirilir. 20°C’de 5 gün inkübasyona tabi tutulur. 5 günlük analiz süresi bittikten sonra şişeler inkübatörden çıkarılıp cihaza yerleştirilip sonuçlar okunur. Çıkan sonuç ölçüm aralığına denk gelen çarpım faktörüyle çarpılıp BOİ sonucu elde edilir.

2.1.1.19.3. AKM (Askıda Katı Madde) Tayini

AKM tayini için giriş ve çıkış suyundan, (150 ml x 24 adet kaplı otomatik numune toplama ünitesine her saat başı 1 kap dolacak şekilde tasarlanmış) 24 saatlik kompozit numuneler alınır. Giriş suyu için alınan numune miktarı otomatik numune toplama ünitesinden alınarak tüm numune bir kaptaki birleştirilerek 50 ml numune alınmaktadır. Çıkış suyu için ise 100 ml numune alınmaktadır.

Askıdaki katı maddelerin miktarı gravimetrik ölçüm esasına dayanan bir metod ile belirlenmiştir. AKM giriş suyu analizi, ‘Nükleon’ markalı Etüvde Etüvlenmiş ve desikatörde saklanmış olan filtre kağıdı ve folyo ‘0,1 Radwag’ markalı Hassas terazide tartılmaktadır (1.tartım). Tartımdan sonra filtre kağıdı ‘starlab’ markalı vakumlu süzme cihazına yerleştirilip ardından giriş suyu numunesinden 50 ml eklenmektedir. Cihaz çalıştırılıp süzme işlemi gerçekleştirilmektedir. Süzme işleminin gerçekleştirildiği filtre kağıdı folyonun içine koyulup etüvde 105°C’de 1 saat kurutulmaktadır. 1 saatin ardından oluşan numune desikatöre yerleştirilmektedir. 20 dk boyunca numunenin nemi alınır. Daha sonrasında hassas terazide tartım yapılmaktadır (2.tartım).

$$AKM(mg/L) = \frac{(2.tartım - 1.tartım)g}{50 ml} \times \frac{1000 mg}{1g} \times \frac{1000ml}{1L}$$

Yukarıdaki formülle askıda katı madde giriş miktarı mg/L olarak belirlenmektedir.

AKM çıkış suyu analizi, ‘Nükleon’ markalı Etüvde Etüvlenmiş ve desikatörde saklanmış olan filtre kağıdı ve folyo ‘0,1 Radwag’ markalı Hassas terazide tartılmaktadır (1.tartım). Tartımdan sonra filtre kağıdı ‘starlab’ markalı vakumlu süzme cihazına yerleştirilip ardından çıkış suyu numunesinden 100 ml eklenmektedir. Cihaz çalıştırılıp süzme işlemi gerçekleştirilmektedir. Süzme işleminin gerçekleştirildiği filtre kağıdı folyonun içine koyulup etüvde 105°C’de 1 saat kurutulmaktadır. 1 saatin ardından oluşan numune desikatöre yerleştirilmektedir. 20 dk boyunca numunenin nemi alınır. Daha sonrasında hassas terazide tartım yapılmaktadır (2.tartım).

$$AKM(mg/L) = \frac{(2.tartım - 1.tartım)g}{100 ml} \times \frac{1000 mg}{1g} \times \frac{1000ml}{1L}$$

Yukarıdaki formülle askıda katı madde çıkış miktarı mg/L olarak belirlenmektedir.

2.1.1.19.4. TN (Toplam Azot) Tayini

Kirlenmiş su kütlelerinin içerdiği çeşitli organik ve inorganik azotlu bileşikler ölçülerek, suyun kalitesi hakkında karar verilebilmektedir.

TN tayini için giriş ve çıkış suyundan, (150 ml x 24 adet kaplı otomatik numune toplama ünitesine her saat başı 1 kap dolacak şekilde tasarlanmış) 24 saatlik kompozit numuneler alınmaktadır.

TN analizi hazır kitler ile Spektrometrik metot yöntemiyle yapılmaktadır. TN giriş suyu için LCK 338 20-100 mg/L TN_b hazır test kitleri kullanılmaktadır. TN giriş suyu analizi, kristal numune küvetine 0.2 ml atıksu numunesi, 2.3 ml LCK 338 A (sodyum hidroksit) kitinden kimyasal çözelti ve 1 adet LCK 338 B (dipotasyum peroksodisulfat, sodyum tetraborat, sodyum metaborat) kapsülünden eklenmektedir. Kristal numune küveti 'Hach HT 200 S' markalı Termoreaktörde 15 dakikalık programda 170 °C sıcaklıkla ısıtılmaktadır. Termoreaktörden çıkartılan küvet oda sıcaklığına gelinceye kadar soğumaya bırakılmaktadır. Oda sıcaklığına gelen kristal küvet iki defa aşağı-yukarı çevrilerek karıştırılır ardından numune LCK 338 test kitine 0,5 ml pipetlenir, sonrasında LCK 338 D (2-propanol) kitinden 0,2 ml eklenip LCK 338 (sülfürik asit (60%), ortofosforik asit (33%)) test kitinin ağzı kapatılıp 2-3 defa aşağı-yukarı çevirerek karıştırılır, 15 dakika beklendikten sonra temizlenip 'Hach DR 3900' markalı Spektrofotometreye yerleştirilip sonuçlar okunmaktadır.

TN çıkış suyu için ise LCK 138 1-16 mg/L TN_b hazır test kitleri kullanılmaktadır. TN çıkış suyu analizi, kristal numune küvetine 1.3 ml atıksu numunesi, 1.3 ml LCK 138 A (sodyum hidroksit) kitinden kimyasal çözelti ve 1 adet LCK 138 B (dipotasyum peroksodisulfat, sodyum tetraborat, sodyum metaborat) kapsülünden eklenmektedir. Kristal numune küveti 'Hach HT 200 S' markalı Termoreaktörde 15 dakikalık programda 170 °C sıcaklıkla ısıtılmaktadır. Termoreaktörden çıkartılan küvet oda sıcaklığına gelinceye kadar soğumaya bırakılmaktadır. Oda sıcaklığına gelen kristal küvet iki defa aşağı-yukarı çevrilerek karıştırılır ardından numune LCK 138 (sülfürik asit (60%),

ortofosforik asit (33%)) test kitine 0,5 ml pipetlenir, sonrasında LCK 138 D (2-propanol) kitinden 0,2 ml eklenip LCK 138 test kitinin ağzı kapatılıp 2-3 defa aşağı-yukarı çevirerek karıştırılır, 15 dakika beklendikten sonra temizlenip 'Hach DR 3900' markalı Spektrofotometreye yerleştirilip sonuçlar okunmaktadır.

2.1.1.19.5. Amonyum Azotu ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) Tayini

Amonyum azotu tayininin yapılması toplam azotun deşarj limitini aşmasına bağlıdır. Toplam azot 10 mg/L sınır değerini aştığında amonyum azotu analizi yapılmaktadır. Amonyum azotu analizi hazır kitler ile Spektrometrik metot yöntemiyle yapılmaktadır. Amonyum azotu tayini için LCK 304 0.05-2.000 mg/L $\text{NH}_4^+\text{-N}$ hazır test kitleri kullanılmaktadır. $\text{NH}_4^+\text{-N}$ analizi, LCK 304 (sodyum hidroksit) test kitinin kapağı (sodyum dikloroizosiyanat dihidrat, sodyum nitroprussür dihidrat) açılarak içerisine 5.0 ml numune pipetlenmektedir. Hazır test kiti aşağı-yukarı çevirerek karıştırılıp 15 dakika beklendikten sonra temizlenip 'Hach DR 3900' markalı Spektrofotometreye yerleştirilip sonuçlar okunmaktadır.

2.1.1.19.6. Nitrat Azotu ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) Tayini

Nitrat azotu tayininin yapılması da amonyum azotu gibi toplam azotun aşmasına bağlıdır. Toplam azot 10 mg/L sınır değerini aştığında nitrat azotu analizi yapılmaktadır. Nitrat azotu analizi hazır kitler ile Spektrometrik metot yöntemiyle yapılmaktadır. Nitrat azotu tayini için LCK 339 0.23-13.50 mg/L $\text{NO}_3^-\text{-N}$ hazır test kitleri kullanılmaktadır. $\text{NO}_3^-\text{-N}$ analizi, LCK 339 (sülfürik asit(60%), ortofosforik asit(33%)) test kitinin kapağı açılarak içerisine 1.0 ml numune pipetlenmektedir. Ardından LCK 339 A (2-propanol) çözeltisinden 0.2 ml eklenmektedir. Aşağı-yukarı çevirerek karıştırılıp 15 dakika bekletildikten sonra temizlenip 'Hach DR 3900' markalı Spektrofotometreye yerleştirilip sonuçlar okunmaktadır.

2.1.1.19.7. TP (Toplam Fosfor) Tayini

TP tayini için giriş ve çıkış suyundan, (150 ml x 24 adet kaplı otomatik numune toplama ünitesine her saat başı 1 kap dolacak şekilde tasarlanmış) 24 saatlik kompozit numuneler alınmaktadır.

TP analizi hazır kitler ile Spektrometrik metot yöntemiyle yapılmaktadır. TP giriş suyu için LCK 350 2-20 mg/L PO₄-P, 6-60 mg/L PO₄ hazır test kitleri kullanılmaktadır. TP giriş suyu analizi, LCK 350 (sodyum peroksidisülfat, sodyum metaborat, lityum sülfat) test kitine 0.4 ml atıksu numunesi pipetlenip test kitinin ağzı kapatılıp 2-3 defa aşağı-yukarı çevirerek karıştırılmaktadır. Test kiti 'Hach HT 200 S' markalı Termoreaktörde 15 dakikalık programda 170 °C sıcaklıkla ısıtılmaktadır. Termoreaktörden çıkartılan test kiti oda sıcaklığına gelinceye kadar soğumaya bırakılmaktadır. Oda sıcaklığına gelen test kiti iki defa aşağı-yukarı çevrilerek karıştırılır ardından LCK 350 B (sülfürik asit (16%)) çözeltisinden 0.5 ml LCK 350 test kitine pipetlenmektedir. LCK 350 test kitinin kapağı atılarak yerine LCK 350 C küvetinde bulunan yeni bir çözelti içeren kapak ile değiştirilip LCK 350 test kitinin ağzı kapatılmaktadır. Ağzı kapatılan test kiti 10 dakika bekletilir 10 dakikanın ardından 2-3 defa aşağı-yukarı çevrilerek karıştırılmaktadır. Karışımı sağlanan test kiti temizlenip 'Hach DR 3900' markalı Spektrofotometreye yerleştirilip sonuçlar okunmaktadır.

TP çıkış suyu için LCK 348 0.5-5.0 mg/L PO₄-P, 1.5-15.0 mg/L PO₄ hazır test kitleri kullanılmaktadır. TP çıkış suyu analizi, LCK 348 (sodyum peroksidisülfat, sodyum metaborat, lityum sülfat) test kitine 0.5 ml atıksu numunesi pipetlenip test kitinin ağzı kapatılıp 2-3 defa aşağı-yukarı çevirerek karıştırılmaktadır. Test kiti 'Hach HT 200 S' markalı Termoreaktörde 15 dakikalık programda 170 °C sıcaklıkla ısıtılmaktadır. Termoreaktörden çıkartılan test kiti oda sıcaklığına gelinceye kadar soğumaya bırakılmaktadır. Oda sıcaklığına gelen test kiti iki defa aşağı-yukarı çevrilerek karıştırılır ardından LCK 348 B (sülfürik asit (16%)) çözeltisinden 0.2 ml LCK 348 test kitine pipetlenir. LCK 348 test kitinin kapağı atılarak yerine LCK 348 C küvetinde bulunan yeni bir çözelti içeren kapak ile değiştirilip LCK 348 test kitinin ağzı kapatılmaktadır. Ağzı kapatılan test kiti 10 dakika bekletilir 10 dakikanın ardından 2-3 defa aşağı-yukarı çevrilerek karıştırılmaktadır. Karışımı sağlanan test kiti temizlenip 'Hach DR 3900' markalı Spektrofotometreye yerleştirilip sonuçlar okunmaktadır.

2.1.1.19.8. MLSS (Karışık Sıvıda Askıda Katı Madde) Tayini

Havalandırma havuzunda gereken arıtma veriminin sağlanması amacıyla havuz içerisinde faaliyet gösteren mikroorganizma sayısını (MLSS) sabit bir değerde tutmak gerekmektedir. Bu değer maksimum MLSS için 4400 mg/L'dir. Havalandırma havuzundaki aktif çamur konsantrasyonunu belirlemek için yapılan analizdir. Analiz, havalandırma havuzundan günlük olarak alınan anlık numune ile gerçekleştirilmektedir.

MLSS analizi gravimetrik ölçüm esasına dayanan bir metod ile belirlenmektedir. MLSS analizi, 'Nükleon' markalı Etüvde Etüvlenmiş ve desikatörde saklanmış olan filtre kağıdı ve folyo '0,1 Radwag' markalı Hassas terazide tartılmaktadır(1.tartım). Tartımdan sonra filtre kağıdı 'starlab' markalı vakumlu süzme cihazına yerleştirilip ardından havalandırma havuzundan alınan numuneden 30 ml eklenmektedir. Cihaz çalıştırılıp süzme işlemi gerçekleştirilmektedir. Süzme işleminin gerçekleştirildiği filtre kağıdı folyonun içine koyulup etüvde 105°C'de 1 saat kurutulmaktadır. 1 saatin ardından oluşan numune desikatöre yerleştirilmektedir. 20 dk boyunca numunenin nemi alınmaktadır. Daha sonrasında hassas terazide 2. tartım yapılmaktadır.

$$MLSS(mg/L) = \frac{(2.tartım - 1.tartım)g}{30 ml} \times \frac{1000 mg}{1g} \times \frac{1000ml}{1L}$$

Yukarıdaki formülle MLSS miktarı mg/L cinsinden sonuçlar bulunmaktadır.

2.1.1.19.9. MLVSS (Karışık Sıvıda Uçucu Askıda Katı Madde) Tayini

MLVSS tam karışımli sıvıda bulunan organik veya uçucu askıda katı madde konsantrasyonunu ifade etmektedir. MLSS'in uçucu kısmı mikroorganizma varlığının göstergesi olarak kullanılmaktadır.

MLVSS analizi gravimetrik yöntem ile yapılmaktadır. MLSS analizinde 2. tarımı alınan filtre kağıtları kül fırınında 550 °C'de 30 dakika boyunca yakılmaktadır. Ardından desikatöre alınarak yarım saat soğumaya bırakılmaktadır. Soğuyan numue 3.tarım yapılmaktadır. Yapılan 3.tartımdan 1.tartımı çıkarılarak kül miktarı bulunmaktadır. Bulunan kül miktarı inorganik madde ağırlıklıdır, elde edilmesi gereken organik madde miktarı olduğundan MLSS analizinde 2.tartımı bulunan numune miktarından kül miktarı çıkarılarak uçucu organik madde miktarı elde edilmektedir.

$$MLVSS(mg/L) = \frac{(3.tartım - 1.tartım)g}{30 ml} \times \frac{1000 mg}{1g} \times \frac{1000ml}{1L}$$

Yukarıdaki formülle MLVSS miktarı mg/L cinsinden sonuçlar bulunmaktadır. MLVSS/MLSS oranı 0,7-0,8 mg/L aralığındadır olmalıdır.

2.1.1.19.10. ÇÇH (Çökelebilen Çamur Hacmi) Tayini

Havalandırma havuzundaki atıksu içerisindeki çamur miktarını belirlemek için yapılan analizdir. ÇÇH analizi Volumetrik metot ile yapılmaktadır. Analiz, havalandırma havuzundan günlük olarak alınan anlık numune ile gerçekleştirilir. Alınan numune analiz yapılmadan önce çalkalanıp İMHOFH husine 1 L olacak şekilde eklenmektedir. Eklenen numune 30 dakika beklendikten sonra dibe çöken çamur değeri ml/L olarak ölçülmektedir.

2.1.1.19.11. ÇHİ (Çamur Hacim İndeksi) Tayini

Aktif çamur tesislerinin işletilmesi sırasında çamurun çökelme özelliklerinin belirlenmesinde ÇHİ parametresi kullanılır. 1 gr kuru maddenin mL cinsinden işgal ettiği hacim olarak ifade edilir. Geri devir besleme oranlarını ve çökelme hızını belirlemede bu hesaplama çok önemlidir. ÇHİ hesaplamaları gravimetrik ölçüm esasına dayanan bir metod ile belirlenmiştir.

$$\text{ÇHİ}(g/L) = \frac{\text{ÇÇH}}{\text{MLSS}} \times 1000$$

ÇHİ < 100 iyi çökebilen çamur

ÇHİ>100 problemlı çamur; iyi çökelemeyen çamur filamentil mikroorganizmaların neden olduğu çamur kabarma problemini oluşturmaktadır. Her biyolojik arıtma sisteminde sıklıkla karşılaşılan ciddi bir problemdir. Kabarma problemi arıtma sisteminin performansını düşürerek işletim problemlerine ve yüzeysel suların kirlenmesine neden olmaktadır. Çamur kabarmasına neden olan ipliksi filamentos bakterileri nocardia, spp ve sphaerotilus natans bakterileridir.

2.1.1.19.12. CaCO₃ (Kalsiyum Karbonat) Tayini

Çürütücü tankına giden çamurun verimini kontrol altına almak için yapılan analizdir. Fazla çamur ve ön arıtmadan gelen çamur miktarını dengelemek için bu analiz önemlidir.

CaCO₃ (Kalsiyum Karbonat) tayini Titrimetrik yöntem ile analiz edilmektedir. Passavant hesaplama metoduna göre CaCO₃ değerleri 1250-3750 mg CaCO₃/L aralığında olmalıdır. CaCO₃ tayini; numune alma kabı ile çürütücü tankında sirkülasyon pompasından numune alınmaktadır. pH ve sıcaklık sirkülasyon pompasında ölçülmektedir. Sirkülasyon pompasından alınan 100 ml numune katlanmış filtre kağıdından behere filtre edilmektedir. Behere filtre edilen numuneden 20 ml başka bir behere alınmakta, üzerine 20 ml distile su eklenmektedir. Numunenin alındığı behere Titrasyon Dijital Cihazı ile 0.1 N HCl (Hidroklorik asit) pH'ı 5 düşüne kadar "Nükloon" markalı magnetik karıştırıcı yardımıyla titre edilmektedir. Dijital titrasyon cihazından harcanan hidroklorik asit miktarı ölçülmektedir. Ölçülen değer 250 ile çapıldığında CaCO₃ değeri bulunmaktadır.

$$V_{titre5} \text{ ml} \times 250 = \text{CaCO}_3 / \text{L}$$

2.1.1.19.13. Organik Asit Tayini

Organik asit, CaCO₃ analizinin devamı olarak nitelendirilebilir. Kalsiyum karbonattaki önem ve amaç organik asit içinde geçerlidir. Organik asit tayini Titrimetrik yöntem ile analiz edilmektedir. Passavant hesaplama metoduna göre normal değerler 50-500 mg/L aralığında, ideal değer ise 50-100 mg/L aralığında olmalıdır. CaCO₃ için yapılan analizde pH 5'e düştüğünde titre edilmişti ve hidroklorik asit miktarı ölçülmüştü ardından organik asit için dijital titrasyon cihazından titrasyon devam edilmektedir. Organik asit analizi için pH 4.4'e düşene kadar "Nükloon" markalı magnetik karıştırıcı yardımıyla titre edilmektedir. Dijital titrasyon cihazından harcanan hidroklorik asit miktarı ölçülmektedir.

$$V_{org.asit} = V_{titre4,4} - V_{titre5}$$

$$((V_{org.asit} \text{ ml} \times 1.66) - 0.15) \times 500 = \text{mg Hac/L}$$

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Giriş ve Çıkış Suyu Laboratuvar Analizlerinin Değerlendirilmesi

Kızıltepe İleri Biyolojik Atıksu Arıtım Tesisi'nde 8 ay boyunca günlük KOİ, BOİ, pH, AKM, TN, TP parametreleri analiz edilip gözlemlenmiştir. Her bir parametre için aylık ortalama değer alınarak verimliliği gözlemlenmiş olup, günlük yapılan analiz verileri tablo halinde Ek 1'de gösterilmiştir.

Mardin Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü kontrollüğündeki Kızıltepe İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisleri'nin deşarj limitleri 08.01.2006 tarih 26047 sayılı Kentsel Atıksu Arıtma Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmektedir. Atıksu kirletici parametreleri ve tesis performansı bu yönetmelik ve proje raporundaki hedefler baz alınarak yapılmıştır. Tablo 3.1'de kentsel atıksu deşarj limitleri gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği deşarj limitleri

Parametreler	Konsantrasyon (mg/l)	Minimum arıtma verimi(%)
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (20°C'de BOİ ₅)	25	70-90
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	125	75
Toplam askıda katı madde (TAKM)	35 (10000 E.N.'den fazla)	90 (10000 E.N.'den fazla)
	60 (2000-10000E.N.)	70 (2000-10000 E.N.)
Toplam fosfor	2 mg/l P (10000-100000 E.N.)	80
	1 mg/l P (100 000 E.N.'den fazla)	
Toplam azot	15 mg/l N (10000-100000 E.N.)	70-80
	10 mg/l N (100 000 E.N.'den fazla)	

3.1.1. KOİ (Kimsayal Oksijen İhtiyacı) Arıtım Verimi

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) sudaki yükseltgenebilir maddelerin kimyasal yolla oksitlenmeleri için gerekli oksijen miktarıdır. Evsel ve endüstriyel atıksuların kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden biri kimyasal oksijen ihtiyacıdır.

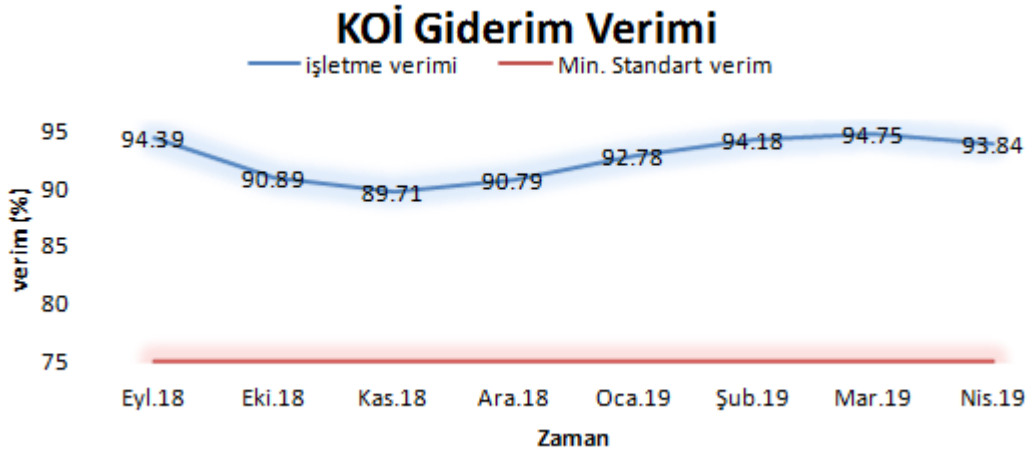
Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesisi'nin giriş ve çıkış sularından 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar günlük alınan 24 saatlik kompozit numuneler analiz edilmiş olup günlük analiz sonuçları Ek 1'de verilmiştir. Günlük yapılan analiz sonuçlarının aylık ortalama değeri alınarak verimliliği gözlemlenmiştir. KOİ aylık ortalama değerleri Tablo 3.2'de verilmektedir.

Tablo 3.2. Arıtma tesisi giriş ve çıkış atıksuyun KOİ konsantrasyonları

Tarih	Giriş KOİ değeri (mg/L)	Çıkış KOİ değeri (mg/L)	Verimlilik (%)	Deşarj Limit Değeri (mg/L)	Min. Arıtma Verimi (%)
Eylül 2018	561.90	29.58	94.39	125	75
Ekim 2018	405.74	34.01	90.89	125	75
Kasım 2018	382.20	32.57	89.71	125	75
Aralık 2018	338.52	27.40	90.79	125	75
Ocak 2019	399.17	26.03	92.78	125	75
Şubat 2019	439.20	22.85	94.18	125	75
Mart 2019	429.48	20.79	94.75	125	75
Nisan 2019	482.43	31.53	93.84	125	75
Ortalama	429.83	28.10	92.67	125	75

Tablo 3.2 incelendiğinde, çıkış suyu KOİ konsantrasyonlarının 8 ay boyunca deşarj limiti olan 125 mg/L'nin altında kaldığı görülmektedir. KOİ çıkış suyu konsantrasyonlarının Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği deşarj limitine uygun olduğu gözlemlendi. KOİ giriş değerinin en yüksek olduğu ay 561.90 mg/L ile Eylül 2018 en düşük olduğu ay ise 338.52 mg/L ile Aralık 2018, KOİ çıkış değerinin en yüksek olduğu ay 34.01 mg/L ile Ekim 2018 en düşük olduğu ay ise 20,79 mg/L ile Mart 2019 olarak ölçüldü. 8 aylık ortalama KOİ giriş konsantrasyonu 429,83 mg/L, çıkış konsantrasyonu ise 28,10 mg/L'dir. Bu verilere göre, KOİ parametresi açısından tesisin işletiminde herhangi bir sorun olmadığı belirlendi.

KOİ Veriminin İncelenmesi: Şekil 3.1'de 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesisi'nin KOİ giderim verimlerindeki değişim ve yönetmelikteki hedeflenen arıtma verimi gösterilmektedir.



Şekil 3.1. KOİ giderim verimi

Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği'ne göre KOİ parametresi için minimum arıtma verimi %75 olmalıdır. 8 aylık ortalama KOİ verimliliği %92.67'dir. KOİ verimliliğinin en düşük olduğu ay %89.71 ile Kasım 2018 en yüksek olduğu ay ise %94.75 ile Mart 2019 olarak hesaplandı. Şekil 3.1 incelendiğinde, 8 ay boyunca KOİ giderim veriminin yönetmeliğe uygun olduğu görülmektedir.

Şama (2017), tarafından yapılan çalışmada Ocak 2014 - Haziran 2015 tarihleri arasında Taşköprü Atıksu Arıtma Tesis'i'nin giriş ve çıkış sularından alınan 2 saatlik kompozit numuneler ile KOİ verimlilik analizleri yapılmıştır. 18 ay boyunca yapılan analizlerin aylık ortalamalarının KOİ giriş değerleri maximum 673.8 mg/L, minimum 158 mg/L ve ortalama 378.8 mg/L değerlerini bulmuştur. KOİ çıkış suyundan alınan numune değerleri ise maximum 41.7 mg/L, minimum 10 mg/L ve ortalama 19 mg/L değerlerini bulmuştur. Bu analizlere göre 18 aylık KOİ giderim verimi; minimum %84.8, maximum %97.2 ve ortalama %94.3'dir. Yapılan çalışmanın deşarj limitinin altında olduğunu göstermekte olup Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliğinin deşarj limitine uygunluğunu gözlemlenmiştir.

Azman (2005), tarafından yapılan çalışmada ise Kasım 2013 tarihinde 1 aylık Ankara Merkezi Atıksu Arıtma Tesis'i'nde giriş ve çıkış sularından alınan 24 saatlik kompozit numuneler Open Refluks Metodu ile KOİ analizleri yapılmıştır. 2013 Kasım ayının ortalama KOİ giriş değeri 393.36 mg/L'dir. KOİ çıkış suyundan alınan numuneler ile aylık ortalama 38.06 mg/L değerlerini bulmuştur. Bu analizlere göre 1 aylık KOİ giderim verimi; minimum %85, maximum %96 ve ortalama %90'dır.

Tanyol ve Gülşad (2013), tarafından yapılan çalışmada Tunceli ili Evsel Atıksu Arıtma Tesisi'nin arıtma verimini incelemek amacıyla tesis giriş ve çıkışında kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değişimi Nisan ve Haziran 2013 ayları arasında incelemişlerdir. Arıtma tesisine giren atıksuyun KOİ değerleri aylara göre sırasıyla 413 mg/L, 482 mg/L, 334 mg/L iken, çıkış suyunun KOİ değerleri sırasıyla; 76 mg/L, 25 mg/L, 33 mg/L'dir. Yapılan analizlere göre KOİ giderim verimi %82, %95 ve %90'dır. SKKY'ne göre nüfusu 10000-100000 kişi olan yerleşim merkezlerinin evsel nitelikli atıksularının alıcı ortama deşarj standardı, 2 saatlik kompozit örnekte KOİ için 140 mg/L'dir. Standartlarla karşılaştırıldığında deşarj edilen KOİ konsantrasyonlarının standartların altında olduğunu belirlemişlerdir.

Öz (2009), tarafından yapılan çalışmada Akzo Nobel-Marshall Ortak Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi'nde Mart 2008, Mayıs 2008 ve Ocak 2009 aylarında tesis giriş ve çıkış noktalarından kompozit 2 saatlik örneklemeler yapılmış olup kimyasal oksijen ihtiyacı analizleri SM 5220- Açık Refluks yöntemine göre yapılmıştır. Tesisten 3 ay süre ile giriş ve çıkışından giriş çıkış olarak yapılan KOİ ölçümlerinde giriş KOİ ortalaması 5768,3 mg/L, çıkış ortalaması ise 106,6 mg/L olup sistemin KOİ giderim verimi % 98 olarak belirlemiştir.

Topal ve Arslan Topal (2011), tarafından yapılan çalışmada 2010-2011 kış sezonunda Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi'nin bazı parametrelerle değerlendirmesi yapılmıştır. Bu çalışmada Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi'nin 2010-2011 kış sezonunda mevcut durumu değerlendirilmiş KOİ parametresinin değişimleri gözlemlenmiştir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre KOİ konsantrasyonu sınır değer 120 mg/L olarak verilmiştir. 2010-2011 kış sezonunda 24.gün 124 mg/L olarak ölçülmüş deşarj standartının üstünde olduğu izlenmiş, 24. gün dışında diğer günlerin uygun olduğunu gözlemlemişlerdir.

Doğan (2009), "Mevcut Atıksu Arıtma Tesislerinin Fosfor Giderimi İçin Rehabilitasyonunda Seçeneklerin Değerlendirilmesi" tez konulu çalışmasında; 10 farklı atıksu arıtım tesisinde mevsimsel olarak KOİ verimini gözlemlemiştir. En düşük verimlilik genel olarak kış aylarında yaşanmış olup en düşük verim İzmir-Çiğli atıksu arıtım tesisinde %72 olarak gözlemlemiştir. En yüksek verim ise genel olarak yaz aylarında yaşanmış olup en yüksek verim ilkbahar aylarında Kayseri atıksu arıtım tesisinde %98 olarak gözlemlemiştir.

3.1.2. BOİ(Biyolojik oksijen ihtiyacı) Arıtım Verimi

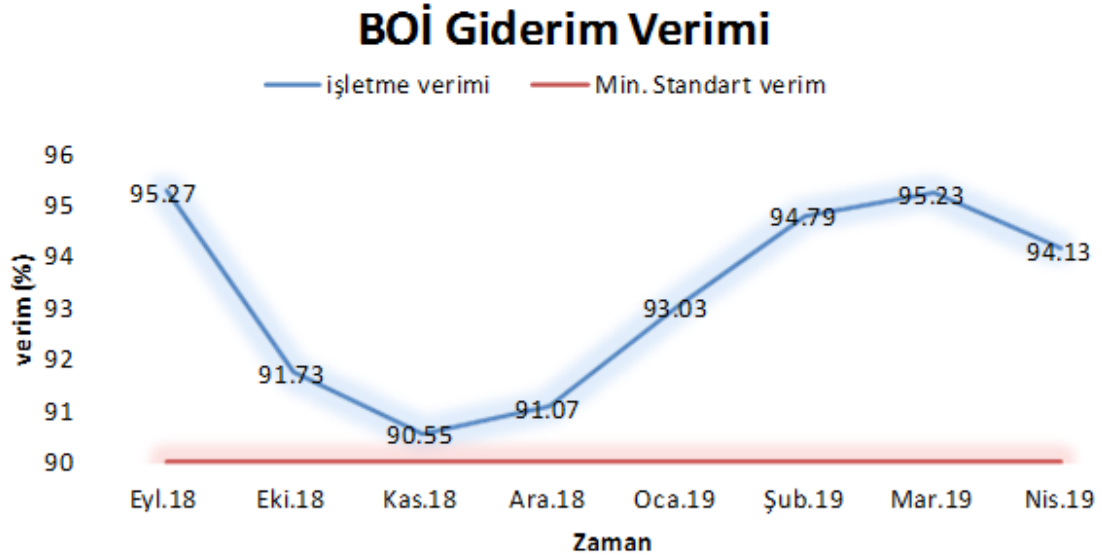
Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesisi'nin giriş ve çıkış sularından 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar günlük alınan 24 saatlik kompozit numuneler analiz edilmiş olup günlük analiz sonuçları Ek 1'de verilmiştir. Günlük yapılan analiz sonuçlarının aylık ortalama değeri alınarak verimliliği gözlemlenmiştir. BOİ aylık ortalama değerleri Tablo 3.3'de verilmektedir.

Tablo 3.3. Arıtma tesisi giriş ve çıkış atıksuyun BOİ konsantrasyonları

Tarih	Giriş BOİ değeri (mg/L)	Çıkış BOİ değeri (mg/L)	Verimlilik (%)	Deşarj Limit Değeri (mg/L)	Min. Arıtma Verimi (%)
Eylül 2018	413.50	19.23	95.27	25	70-90
Ekim 2018	301.00	22.95	91.73	25	70-90
Kasım 2018	259.03	22.75	90.55	25	70-90
Aralık 2018	228.84	18.79	91.07	25	70-90
Ocak 2019	270.22	17.26	93.03	25	70-90
Şubat 2019	309.50	14.85	94.79	25	70-90
Mart 2019	297.00	13.51	95.23	25	70-90
Nisan 2019	332.00	20.50	94.13	25	70-90
Ortalama	301.39	18.73	93.23	25	70-90

Tablo 3.3 incelendiğinde, çıkış suyu BOİ konsantrasyonlarının 8 ay boyunca deşarj limiti olan 25 mg/L'nin altında kaldığı görülmektedir. BOİ çıkış suyu konsantrasyonlarının Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği deşarj limitine uygun olduğu gözlemlenmiştir. BOİ giriş değerinin en yüksek olduğu ay 413.50 mg/L ile Eylül 2018 en düşük olduğu ay ise 228.84 mg/L ile Aralık 2018, BOİ çıkış değerinin en yüksek olduğu ay 22.95 mg/L ile Ekim 2018 en düşük olduğu ay ise 13.51 mg/L ile Mart 2019 olarak belirlendi. 8 aylık ortalama BOİ giriş konsantrasyonu 301.39 mg/L, çıkış konsantrasyonu ise 18.73 mg/L'dir. Bu verilere göre, BOİ parametresi açısından tesisin işletiminde herhangi bir sorun görülmemektedir.

BOİ Giderim Veriminin İncelenmesi: Şekil 3.2'de 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesisi'nin BOİ giderim verimlerindeki değişim ve yönetmelikteki hedeflenen arıtma verimi gösterilmektedir.



Şekil 3.2. BOİ giderim verimi

Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği'ne göre BOİ parametresi için minimum arıtma verimi %70 olmalıdır. 8 aylık ortalama BOİ verimliliği %93.23'dir. BOİ verimliliğinin en düşük olduğu ay %90.55 ile Kasım 2018 en yüksek olduğu ay ise %95.27 ile Eylül 2018 olarak hesaplanmıştır. Şekil 3.2 incelendiğinde, 8 ay boyunca BOİ giderim veriminin yönetmeliğe uygun olduğu görülmektedir.

Şama (2017), tarafından yapılan çalışmada Ocak 2014 - Haziran 2015 tarihleri arasında Taşköprü Atıksu Arıtma Tesisi'nin giriş ve çıkış sularından alınan 2 saatlik kompozit numuneler ile BOİ verimlilik analizleri yapılmıştır. 18 ay boyunca yapılan analizlerin aylık ortalamalarının BOİ giriş değerleri maximum 265 mg/L, minimum 61.7 mg/L ve ortalama 118,5 mg/L değerlerini bulmuştur. BOİ çıkış suyundan alınan numune değerleri ise maximum 15 mg/L, minimum 4 mg/L ve ortalama 5.7 mg/L değerlerini bulmuştur. Bu analizlere göre 18 aylık BOİ giderim verimi; minimum %83.3, maximum %98 ve ortalama %94.2'dir. Yapılan çalışmanın deşarj limitinin altında olduğunu göstermekte olup Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliğinin deşarj limitine uygunluğunu gözlemlemiştir.

Azman (2005), tarafından yapılan çalışmada ise Kasım 2013 tarihinde 1 aylık Ankara Merkezi Atıksu Arıtma Tesisi'nde giriş ve çıkış sularından alınan 24 saatlik kompozit numuneler Manometrik Metod, standart metod ile BOİ analizleri yapılmıştır. 2013 Kasım ayının ortalama BOİ giriş değeri 213.17 mg/L'dır. BOİ çıkış suyundan alınan

numuneler ile aylık ortalama 10.73 mg/L değerlerini bulmuştur. Bu analizlere göre 1 aylık BOİ giderim verimi; minimum %91, maximum %97 ve ortalama %94,97'dir.

Tanyol ve Gülşad (2013), tarafından yapılan çalışmada Tunceli ili evsel atıksu arıtma tesisinin arıtma verimini incelemek amacıyla tesis giriş ve çıkışında biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) değişimi Nisan ve Haziran 2013 ayları arasında incelemişlerdir. BOİ ölçümleri Aqua Lytic AL606 BOİ cihazı ile yapılmıştır. Arıtma tesisine giren atıksuyun BOİ değerleri aylara göre sırasıyla 148 mg/L, 175 mg/L, 135 mg/L iken, çıkış suyunun BOİ değerleri sırasıyla; 25 mg/L, 12 mg/L, 10 mg/L'dir. Yapılan analizlere göre BOİ giderim verimi %83, %93 ve %93'dür. SKKY'ne göre nüfusu 10000-100000 kişi olan yerleşim merkezlerinin evsel nitelikli atıksularının alıcı ortama deşarj standardı, 2 saatlik kompozit örnekte BOİ için 50 mg/L'dir. Standartlarla karşılaştırıldığında deşarj edilen BOİ konsantrasyonları standartların altında olduğunu belirlemişlerdir.

Öz (2009), tarafından yapılan çalışmada Akzo Nobel-Marshall Ortak Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisinde Mart 2008, Mayıs 2008 ve Ocak 2009 aylarında tesis giriş ve çıkış noktalarından kompozit 2 saatlik örneklemeler yapılmış olup biyolojik oksijen ihtiyacı analizleri SM 5210 yöntemine göre yapılmıştır. Tesisten 3 ay süre ile giriş ve çıkışından giriş çıkış olarak yapılan BOİ ölçümlerinde giriş BOİ ortalaması 1246.6 mg/L, çıkış ortalaması ise 38,3 mg/L olup sistemin BOİ giderim verimi % 96.8 olarak belirlemiştir. Çıkış BOİ değerleri 25-40 mg/L arasında değişmekte ve SKKY standartlarını sağlamakta olduğunu belirtmiştir.

Doğan (2009), tarafından yapılan çalışmada; 10 farklı atıksu arıtım tesisinde mevsimsel olarak BOİ verimini gözlemlemiştir. En düşük verimlilik genel olarak kış aylarında yaşanmış olup en düşük verim İzmir-Çiğli atıksu arıtım tesisinde %85 olarak gözlemlemiştir. En yüksek verim ise genel olarak yaz aylarında yaşanmış olup en yüksek verim ilkbahar aylarında Kayseri atıksu arıtım tesisinde %99 olarak gözlemlemiştir.

3.1.3. AKM (Askıda Katı Madde) Arıtım Verimi

Katı maddeler su kalitesini olumsuz yönde etkiler ve içme sularında istenmeyen tat ve koku meydana getirebilirler. Bu sebeplerden dolayı, AKM tayini su kalitesini belirleyen önemli parametrelerden biridir. Aynı zamanda atıksu tasfiyesinde biyolojik ve fiziksel tasfiye proseslerinin verimliliğini ve atıksu çıkış sularının standartlara uygunluğunu belirlemek açısından da önemlidir.

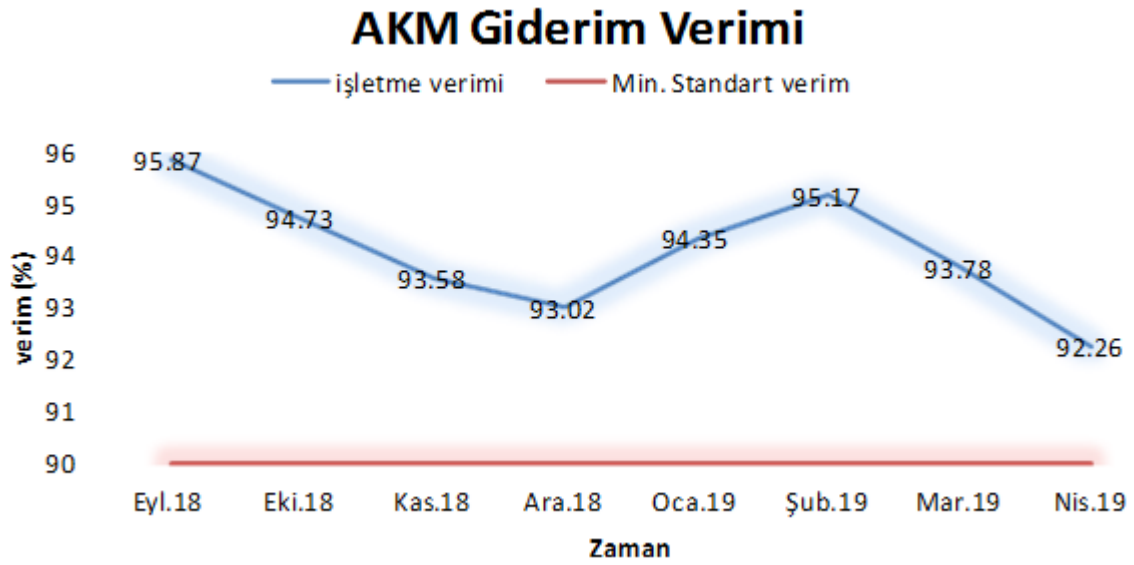
Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesis'i'nin giriş ve çıkış sularından 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar günlük alınan 24 saatlik kompozit numuneler analiz edilmiş olup günlük analiz sonuçları Ek 1'de verilmiştir. Günlük yapılan analiz sonuçlarının aylık ortalama değeri alınarak verimliliği gözlemlenmiştir. AKM aylık ortalama değerleri Tablo 3.4'de verilmektedir.

Tablo 3.4. Arıtma tesisi giriş ve çıkış atıksuyun AKM konsantrasyonları

Tarih	Giriş AKM değeri (mg/L)	Çıkış AKM değeri (mg/L)	Verimlilik (%)	Deşarj Limit Değeri (mg/L)	Min. Arıtma Verimi (%)
Eylül 2018	471.47	17.43	95.87	35	90
Ekim 2018	402.77	18.13	94.73	35	90
Kasım 2018	305.13	17.77	93.58	35	90
Aralık 2018	285.16	18.48	93.02	35	90
Ocak 2019	400.96	22.09	94.35	35	90
Şubat 2019	462.10	21.05	95.17	35	90
Mart 2019	397.90	20.24	93.78	35	90
Nisan 2019	512.19	41.95	92.26	35	90
Ortalama	404.71	22.14	94.10	35	90

Tablo 3.4 incelendiğinde, çıkış suyu AKM konsantrasyonlarının 8 ay boyunca deşarj limiti olan 35 mg/L'nin altında kaldığı görülmektedir. AKM çıkış suyu konsantrasyonlarının Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği deşarj limitine uygun olduğu gözlemlenmiştir. AKM giriş değerinin en yüksek olduğu ay 512.19 mg/L ile Nisan 2019 en düşük olduğu ay ise 285.16 mg/L ile Aralık 2018, AKM çıkış değerinin en yüksek olduğu ay 41.95 mg/L ile Nisan 2019 en düşük olduğu ay ise 17.43 mg/L ile Eylül 2018 olarak ölçülmüştür. 8 aylık ortalama AKM giriş konsantrasyonu 404.71 mg/L, çıkış konsantrasyonu ise 22.14 mg/L'dir. Bu verilere göre, AKM parametresi açısından tesisin işletiminde herhangi bir sorun görülmemektedir.

AKM Giderim Veriminin İncelenmesi: Şekil 3.3'da 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesis'i'nin AKM giderim verimlerindeki değişim ve yönetmelikteki hedeflenen arıtma verimi gösterilmektedir.



Şekil 3.3. AKM giderim verimi

Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği'ne göre AKM parametresi için minimum arıtma verimi %90 olmalıdır. 8 aylık ortalama AKM verimliliği %94.10'dır. AKM verimliliğinin en düşük olduğu ay %92.26 ile Nisan 2019 en yüksek olduğu ay ise %95.87 ile Eylül 2018 olarak hesaplanmıştır. Şekil 3.3 incelendiğinde, 8 ay boyunca AKM giderim veriminin yönetmeliğe uygun olduğu görülmektedir.

Şama (2017), tarafından yapılan çalışmada Ocak 2014 - Haziran 2015 tarihleri arasında Taşköprü Atıksu Arıtma Tesisi'nin giriş ve çıkış sularından alınan 2 saatlik kompozit numuneler ile AKM verimlilik analizleri yapılmıştır. 18 ay boyunca yapılan analizlerin aylık ortalamalarının AKM giriş değerleri maximum 276.6 mg/L, minimum 49.8 mg/L ve ortalama 156.2 mg/L değerlerini bulmuştur. AKM çıkış suyundan alınan numune değerleri ise maximum 25.8 mg/L, minimum 5 mg/L ve ortalama 13.7 mg/L değerlerini bulmuştur. Bu analizlere göre 18 aylık AKM giderim verimi; minimum %73.3, maximum %95.5 ve ortalama %90'dır. Yapılan çalışmanın deşarj limitinin altında olduğunu göstermekte olup Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliğinin deşarj limitine uygunluğunu gözlemlemiştir. 2015 yılının Ocak ayında hesaplanan ortalama giderim veriminin %73.3 olmasının nedeni giriş suyundaki kirlilik yüklerindeki düşüşten dolayı verimin düşüşüne neden olduğunu belirtmiştir.

Azman (2005), tarafından yapılan çalışmada ise Kasım 2013 tarihinde 1 aylık Ankara Merkezi Atıksu Arıtma Tesisi'nde giriş ve çıkış sularından alınan 24 saatlik

kompozit numuneler Standart Metod 2540 ile AKM analizleri yapılmıştır. 2013 Kasım ayının ortalama AKM giriş değeri 211.24 mg/L'dir. AKM çıkış suyundan alınan numuneler ile aylık ortalama 14.23 mg/L değerlerini bulmuştur. Bu analizlere göre 1 aylık AKM giderim verimi; minimum %88, maximum %97 ve ortalama %93.26'dır.

Tanyol ve Gülşad (2013), tarafından yapılan çalışmada Tunceli ili evsel atıksu arıtma tesisinin arıtma verimini incelemek amacıyla tesis giriş ve çıkışında askıda katı madde (AKM) değişimi Nisan ve Haziran 2013 ayları arasında incelemiştir. Arıtma tesisine giren atıksuyun AKM değerleri aylara göre sırasıyla 63 mg/L, 184 mg/L, 141 mg/L iken, çıkış suyunun AKM değerleri sırasıyla; 9 mg/L, 10 mg/L, 22 mg/L'dir. Yapılan analizlere göre AKM giderim verimi %86, %94 ve %84'dir. SKKY'ne göre nüfusu 10000-100000 kişi olan yerleşim merkezlerinin evsel nitelikli atıksularının alıcı ortama deşarj standardı, 2 saatlik kompozit örnekte AKM için 45 mg/L'dir. Standartlarla karşılaştırıldığında deşarj edilen AKM konsantrasyonları standartların altında olduğunu belirlemiştir.

Öz (2009), tarafından yapılan çalışmada Akzo Nobel-Marshall Ortak Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi'nde Mart 2008, Mayıs 2008 ve Ocak 2009 aylarında tesis giriş ve çıkış noktalarından kompozit 2 saatlik örneklemeler yapılmış olup AKM analizleri SM 2540-D 103-105°C kurutma ile toplam askıda katı madde tayin yöntemine göre yapılmıştır. Tesisten 3 ay süre ile giriş ve çıkışından giriş çıkış olarak yapılan AKM ölçümlerinde giriş AKM ortalaması 1643.3 mg/L, çıkış ortalaması ise 25 mg/L olup sistemin AKM giderim verimi % 97.83 olarak belirlemiştir. Tesisin AKM giderim verimi yaz mevsimi diğer mevsimlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Topal ve Arslan Topal (2011), tarafında yapılan çalışmada 2010-2011 kış sezonunda Elazığ belediyesi atıksu arıtma tesisinin bazı parametrelerle değerlendirmesi yapılmıştır. Bu çalışmada Elazığ belediyesi atıksu arıtma tesisinin 2010-2011 kış sezonunda mevcut durumu değerlendirilmiş AKM parametresinin değişimleri gözlemlenmiştir. En yüksek giriş AKM konsantrasyonu Aralık ayında 214 mg/L, Ocak ayında, 256 mg/L ve Şubat ayında 245 mg/L olarak, en düşük AKM konsantrasyonu ise Aralık ayında 185 mg/L, Ocak ayında 187 mg/L ve Şubat ayında 195 mg/L olarak tespit edilmiştir. Kış sezonu boyunca en yüksek AKM giderim verimi Şubat ayında gerçekleşmiş olup %96,3 giderim sağlanmıştır. En düşük AKM giderim verimi ise Şubat ayında %90 olarak gerçekleşmiştir. SKKY'ne göre, çıkış AKM konsantrasyonunun 40 mg/L olması

gerekmektedir. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisleri'nin çıkış AKM konsantrasyonunun yönetmelikte belirlenen sınır değerin altında kaldığını belirtmiştir.

Doğan (2009), "Mevcut Atıksu Arıtma Tesislerinin Fosfor Giderimi İçin Rehabilitasyonunda Seçeneklerin Değerlendirilmesi" tez konulu çalışmasında; 10 farklı atıksu arıtım tesisinde mevsimsel olarak AKM verimini gözlemlemiştir. En düşük verimlilik genel olarak kış aylarında yaşanmış olup en düşük verim İzmir-Çiğli atıksu arıtım tesisinde %83 olarak gözlemlemiştir. En yüksek verim ise genel olarak yaz aylarında yaşanmış olup en yüksek verim sonbahar aylarında Lara atıksu arıtım tesisinde %99 olarak gözlemlemiştir.

3.1.4. TN (Toplam Azot) Arıtım Verimi

Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesisleri'nin giriş ve çıkış sularından 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar günlük alınan 24 saatlik kompozit numuneler analiz edilmiş olup günlük analiz sonuçları Ek 1'de verilmiştir. Günlük yapılan analiz sonuçlarının aylık ortalama değeri alınarak verimliliği gözlemlenmiştir. TN aylık ortalama değerleri Tablo 3.5'de verilmektedir.

Tablo 3.5. Arıtma tesisi giriş ve çıkış atıksuyun TN konsantrasyonları

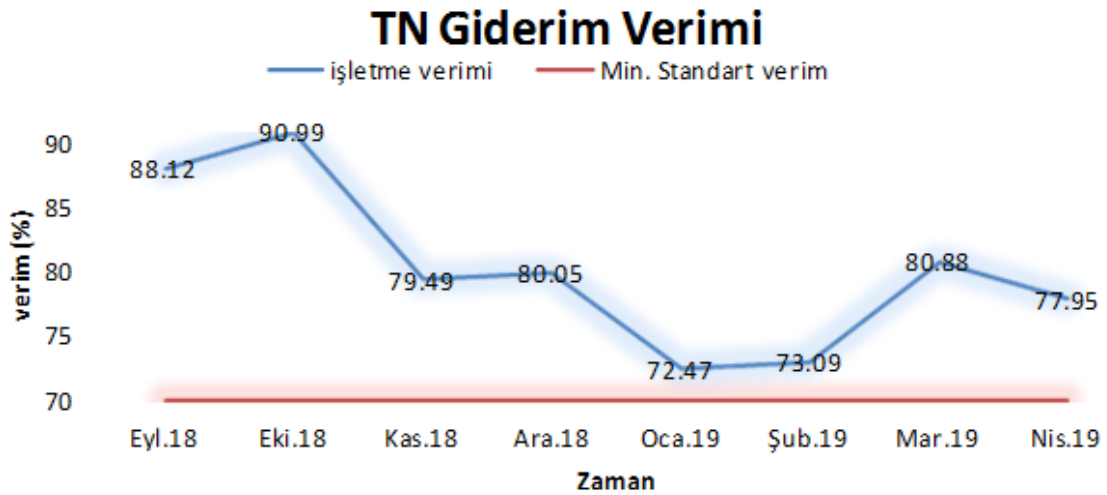
Tarih	Giriş TN değeri (mg/L)	Çıkış TN değeri (mg/L)	Verimlilik (%)	Deşarj Limit Değeri (mg/L)	Min. Arıtma Verimi (%)
Eylül 2018	63.99	7.31	88.12	10	70
Ekim 2018	75.24	6.48	90.99	10	70
Kasım 2018	48.77	9.98	79.49	10	70
Aralık 2018	46.74	9.36	80.05	10	70
Ocak 2019	49.32	13.46	72.47	10	70
Şubat 2019	52.53	13.38	73.09	10	70
Mart 2019	54.60	10.25	80.88	10	70
Nisan 2019	59.35	12.86	77.95	10	70
Ortalama	56.32	10.39	80.38	10	70

Tablo 3.5 incelendiğinde, çıkış suyu TN konsantrasyonlarının deşarj limiti olan 10 mg/L'nin Eylül 2018, Ekim 2018, Kasım 2018 ve Aralık 2018 aylarındaki ortalama değerin

altında kaldığı görülmektedir. Ocak 2019, Şubat 2019, Mart 2019 ve Nisan 2019 aylarındaki ortalama değer deşarj limitini sağlamadığı görülmektedir. Deşarj limitini aşması iki nedene bağlanmaktadır. Birinci neden, giriş toplam azot miktarının dizayn kriteri olan 42 mg/L'yi aşması, ikinci neden ise, nitrifikasyonun gerçekleşmemesinden kaynaklı çıkış azotunun deşarj limitini aşması olarak gözlemlenmektedir. Toplam azot 10 mg/L deşarj limit sınırını sağlamadığı zaman nitrat azotu (NO_3^- -N) ve amonyum azotu (NH_4^+ -N) analizleri yapılmaktadır. Bu analizler nezdinde toplam azotun yükselmesinin nedenleri bulunmaktadır. Nitrat azotu (NO_3^- -N) ve amonyum azotunu (NH_4^+ -N) atıksu arıtım tesisinin çıkış suyundan numune alınarak analizleri değerlendirilip detaylandırılmaktadır.

TN giriş değerinin en yüksek olduğu ay 75.24 mg/L ile Ekim 2018 en düşük olduğu ay ise 46.74 mg/L ile Aralık 2018, TN çıkış değerinin en yüksek olduğu ay 13.46 mg/L ile Ocak 2019 en düşük olduğu ay ise 6.48 mg/L ile Ekim 2018 olarak ölçülmüştür. 8 aylık ortalama TN giriş konsantrasyonu 56.32 mg/L, çıkış konsantrasyonu ise 10.39 mg/L'dir.

TN Giderim Veriminin İncelenmesi: Şekil 3.4'de 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesis'i'nin TN giderim verimlerindeki değişim ve yönetmelikteki hedeflenen arıtma verimi gösterilmektedir.



Şekil 3.4. TN giderim verimi

Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği'ne göre TN parametresi için minimum arıtma verimi %70 olmalıdır. 8 aylık ortalama TN verimliliği %80.38'dir. TN verimliliğinin en düşük olduğu ay %72.47 ile Kasım 2018 en yüksek olduğu ay ise %90.99 ile Ekim 2018

olarak hesaplanmıştır. Şekil 3.4 incelendiğinde, 8 ay boyunca TN giderim veriminin yönetmeliğe uygun olduğu görülmektedir.

Şama (2017), tarafından yapılan çalışmada Ocak 2014 - Haziran 2015 tarihleri arasında Taşköprü Atıksu Arıtma Tesis'i'nin giriş ve çıkış sularından alınan 2 saatlik kompozit numuneler ile TN verimlilik analizleri yapılmıştır. 18 ay boyunca yapılan analizlerin aylık ortalamalarının TN giriş değerleri maximum 69 mg/L, minimum 18.5 mg/L ve ortalama 40.7 mg/L değerlerini bulmuştur. TN çıkış suyundan alınan numune değerleri ise maximum 21.7 mg/L, minimum 1.56 mg/L ve ortalama 9 mg/L değerlerini bulmuştur. Bu analizlere göre 18 aylık TN giderim verimi; minimum %36, maximum %97.2 ve ortalama %76.4'dir. Yapılan çalışmanın deşarj limitinin altında olduğunu göstermekte olup Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliğinin deşarj limitine uygunluğunu gözlemlemiştir. Deşarj standartlarının sağlanmadığı aylarda neden olarak sıcaklığın düşük olmasıyla açıklamıştır. Minimum verimin hesaplandığı Ağustos ayındaki %36'lık verimin nedeni ise kirlilik yükünün düşük olması ile açıklanmıştır. Kış aylarında verimin düşük olmasının nedeni ise denitrifikasyon prosesi için gerekli alıkonma süresi gösterilmektedir.

3.1.5. Amonyum Azotu ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) Arıtım Verimi

Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesis'i'nin çıkış sularından toplam azotun 10 mg/L'yi aştığı günlerde, alınan 24 saatlik kompozit numuneler analiz edilmiş olup analiz sonuçları Ek 1'de verilmiştir. Çıkış suyu $\text{NH}_4^+\text{-N}$ konsantrasyonları Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. Çıkış suyu $\text{NH}_4^+\text{-N}$ konsantrasyonları

Tarih	Çıkış TN değeri (mg/L)	Çıkış $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değeri (mg/L)	Deşarj Limit Değeri (mg/L)
Kasım 2018	13.00	7.61	0.5
Aralık 2018	13.06	7.76	0.5
Ocak 2019	16.88	10.97	0.5
Şubat 2019	14.90	9.45	0.5
Mart 2019	11.62	6.64	0.5
Nisan 2019	13.94	6.53	0.5
Ortalama	13.90	8.16	0.5

Çıkış toplam azotun 10 mg/L'yi aşması durumunda amonyum azotu ve nitrat azotu analizleri yapılmaktadır. Tablo 3.6'da toplam azotun 10 mg/L'yi aştığı günlerdeki bir aylık ortalaması alınmıştır. Buna karşılık toplam azotun deşarj limitini aştığı günlerde amonyum azotunun analizlerinin aylık ortalaması Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6'da incelendiğinden amonyum azotunun deşarj limiti olan 0.5 mg/L'yi aştığı gözlemlenmiştir. Bu durum nitrifikasyonun tamamen gerçekleşmemesinden kaynaklanmaktadır.

Nitrifikasyon mevcut amonyum iyonlarını nitrosomonas ve nitrosococcus bakterileri tarafından oksitlenerek önce nitrit (NO₂) sonra nitrata (NO₃) daha sonra nitrat içindeki oksijen bakteriler tarafından anoksit koşullarda N₂ gazına dönüştürmektedir.



Teorik olarak amonyum iyonları nitrata dönüşmesi için gerekli oksijen miktarı 4,57 mO₂/mg'dır. Nitrifikasyon bakterileri düşük büyüme hızına sahip ve ortam şartlarından çabuk etkilenmektedir. Nitrifikasyonun oluşması için; uygun sıcaklık, uygun C, N, P oranı ve uygun oksijen olmalıdır. Amonyum azotunun çıkış miktarı 0,5 mg/L değerinden yüksek olması nitrifikasyonun tamamen gerçekleşemediğinin göstergesidir. Nitrifikasyonun gerçekleşmemesinin en büyük nedeni oksijen miktarının yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Oksijenin az olması durumunda Amonyum büyük oranda oksitlenip nitrata (NO₃) dönüşmemektedir. Havalandırma havuzuna oksijen veren blowerların herzi artırılmalı, yetersiz kalması halinde ikinci blower devreye alınarak uygun oksijen ile nitrifikasyonun oluşumunu sağlayıp azot giderimi gerçekleştirilmelidir.

3.1.6. Nitrat azotu (NO₃-N) Arıtım Verimi

Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesisi'nin çıkış sularından toplam azotun 10 mg/L'yi aştığı günlerde, alınan 24 saatlik kompozit numuneler analiz edilmiş olup analiz sonuçları Ek 1'de verilmiştir. Çıkış suyu NO₃-N konsantrasyonları Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7. Çıkış suyu NO₃-N konsantrasyonları

Tarih	Çıkış TN değeri (mg/L)	Çıkış NO₃-N değeri (mg/L)	Deşarj Limit Değeri (mg/L)
Kasım 2018	13.00	4.18	5.0
Aralık 2018	13.06	4.06	5.0
Ocak 2019	16.88	4.53	5.0
Şubat 2019	14.90	4.11	5.0
Mart 2019	11.62	3.82	5.0
Nisan 2019	13.94	3.55	5.0
Ortalama	13.90	4.04	5.0

Tablo 3.7’de toplam azotun 10 mg/L’yi aştığı günlerdeki bir aylık ortalaması alınmıştır. Buna karşılık toplam azotun deşarj limitini aştığı günlerdeki nitrat azotunun analizlerinin aylık ortalaması Tablo 3.7’de verilmiştir. Tablo 3.7’de incelendiğinden nitrat azotun deşarj limiti olan 5.0 mg/L’yi aşmadığı gözlemlenmiştir.

Nitrat azotunun (NO₃-N) 5.0 mg/L’yi aştığının gözlemlenmesi; havalandırma havuzundaki oksijen miktarının yükseldiğinin göstergesidir. Oksijen miktarının yüksek olması durumunda bakteriler nitrat (NO₃) iyonu içindeki oksijeni tüketmek yerine suda bulunan serbest oksijeni tüketecektir. Nitrat azotunun 5.0 mg/L’yi aşması durumunda havalandırma havuzuna oksijen veren blowerların herzi düşürülmelidir.

3.1.7. TP (Toplam Fosfor) Arıtım Verimi

Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesisi’nin giriş ve çıkış sularından 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar günlük alınan 24 saatlik kompozit numuneler analiz edilmiş olup günlük analiz sonuçları Ek 1’de verilmiştir. Günlük yapılan analiz sonuçlarının aylık ortalama değeri alınarak verimliliği gözlemlenmiştir. TP aylık ortalama değerleri Tablo 3.8’de verilmektedir.

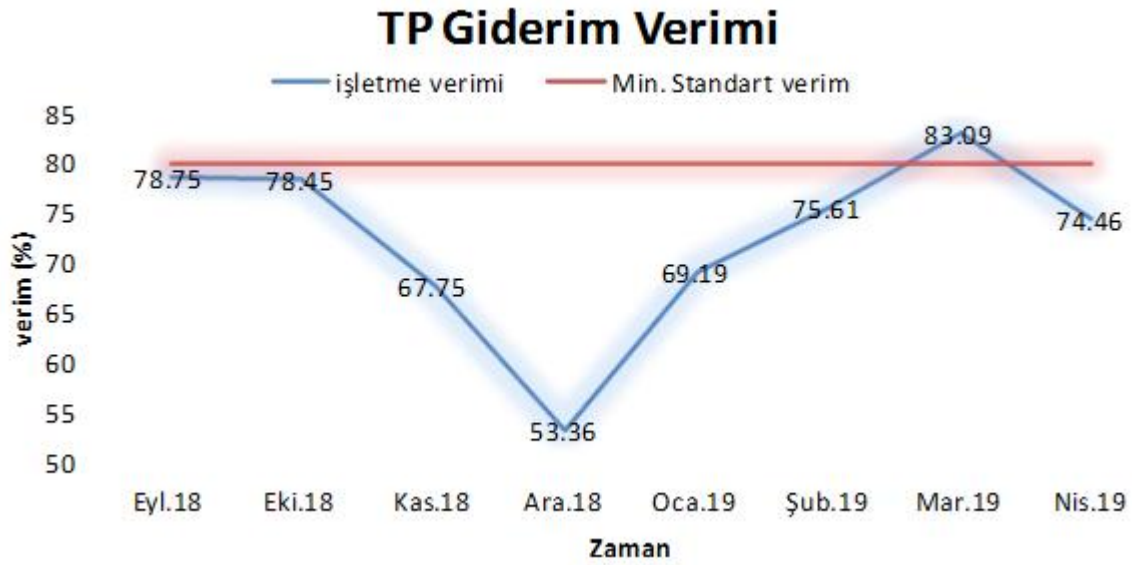
Tablo 3.8. Arıtma tesisi giriş ve çıkış atıksuyun TP konsantrasyonları

Tarih	Giriş TP değeri (mg/L)	Çıkış TP değeri (mg/L)	Verimlilik (%)	Deşarj Limit Değeri (mg/L)	Min. Arıtma Verimi (%)
Eylül 2018	15.71	3.01	78.75	1	80
Ekim 2018	15.59	3.18	78.45	1	80
Kasım 2018	12.68	3.82	67.75	1	80
Aralık 2018	5.97	2.60	53.36	1	80
Ocak 2019	10.30	2.58	69.19	1	80
Şubat 2019	15.51	3.55	75.61	1	80
Mart 2019	20.53	3.33	83.09	1	80
Nisan 2019	19.52	3.81	74.46	1	80
Ortalama	14.48	3.24	72.58	1	80

Tablo 3.8 incelendiğinde, çıkış suyu TP konsantrasyonlarının 8 ay boyunca deşarj limiti olan 1 mg/L'nin üstünde kaldığı görülmektedir. TP çıkış suyu konsantrasyonlarının Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği deşarj limitine uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Deşarj limitini sağlamamasının 3 ana temel nedeni vardır; birinci neden tesise gelen giriş yüklerinde fosfor miktarının dizayn kriteri olan 9 mg/L çok üstünden olması bununda nedeni tarımsal alanlarda kullanılan gübrenin içinde bulunan fosforun yağmur sularıyla yıkanarak tesise ulaşması, İkinci neden yetersiz Demir 3 klorür kullanımı, Üçüncü neden ise azalan oksijenle çökeltme havuzunda anaerobik ortam oluşumundan bakteriler bünyelerindeki fosforu suyu salmalarından dolayı giderim sağlamamaktadır.

TP giriş değerinin en yüksek olduğu ay 20.53 mg/L ile Mart 2019 en düşük olduğu ay ise 5.97 mg/L ile Aralık 2018, TP çıkış değerinin en yüksek olduğu ay 3.82 mg/L ile Kasım 2018 en düşük olduğu ay ise 2.58 mg/L ile Ocak 2019 olarak ölçülmüştür. 8 aylık ortalama TP giriş konsantrasyonu 14.48 mg/L, çıkış konsantrasyonu ise 3.24 mg/L'dir.

TP Giderim Veriminin İncelenmesi: Şekil 3.5'de 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesis'i'nin TP giderim verimleri gösterilmektedir.



Şekil 3.5. TP giderim verimi

Şekil 3.5’de 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesisinin TP giderim verimlerindeki değişim ve hedeflenen arıtma verimi gösterilmektedir. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği’ne göre TP parametresi için minimum arıtma verimi %80 olmalıdır. Şekil 3.5 incelendiğinde 8 ay boyunca TP giderim veriminin yeterince Demir 3 kolör kullanılmadığı için Mart ayı dışında yönetmeliğe uygun olmadığı görülmektedir. Mart ayında tesis giriş yüklerinin yüksek olmasından dolayı arıtım verimini sağladığı, deşarj limitini ise sağlamadığı görülmektedir.

Şama (2017), tarafından yapılan çalışmada Ocak 2014 - Haziran 2015 tarihleri arasında Taşköprü Atıksu Arıtma Tesisinin giriş ve çıkış sularından alınan 2 saatlik kompozit numuneler ile TP verimlilik analizleri yapılmıştır. 18 ay boyunca yapılan analizlerin aylık ortalamalarının TP giriş değerleri maximum 17.48 mg/L, minimum 1.78 mg/L ve ortalama 4.8 mg/L değerlerini bulmuştur. TP çıkış suyundan alınan numune değerleri ise maximum 2.31 mg/L, minimum 0.10 mg/L ve ortalama 1.2 mg/L değerlerini bulmuştur. Bu analizlere göre 18 aylık TP giderim verimi; minimum %13.2, maximum %98.4 ve ortalama %66’dır. Toplam fosforun deşarj standartlarını sağlamadığını iki nedenle açıklamıştır. Birinci neden; hesaplanan proje kirlilik yükü ile tesis giriş yüklerinin arasında fark olması, projede hesaplanan kirlilik yüküne yakın değerler bulunduğunda giderim veriminin standartını sağladığını öngörmüştür. Toplam fosfor kirlilik yükünün 18 aylık ortalama dan proje kirlilik yükünün altında kaldığı için arıtım verimini sağlamadığını

belirtmiştir. İkinci neden ise; giriş suyundaki besi maddelerinin düşük olması ile aktif çamur sistemindeki besi maddelerini tüketen bakteriler birbirini tüketmeye başlayarak oksijen tüketimi artmaktadır. Azalan oksijenle çökeltme havuzunda anaerobik ortam oluşumundan bakteriler bünyelerindeki fosforu suyu salmalarından dolayı giderim verimini sağlamadığını belirtmiştir.

Doğan (2009), “Mevcut Atıksu Arıtma Tesislerinin Fosfor Giderimi İçin Rehabilitasyonunda Seçeneklerin Değerlendirilmesi” tez konulu çalışmasında; 10 farklı atıksu arıtım tesisinde mevsimsel olarak TP verimini gözlemlemiştir. En düşük verimlilik genel olarak kış aylarında yaşanmış olup en düşük verim İzmir-Çiğli atıksu arıtım tesisinde %36 olarak gözlemlemiştir. İzmir-Çiğli AAT’de verimin düşük olmasının sebebi olarak anaerobik tanka nitrat girişi ve dizayn değerlerinin üzerinde TP girişi gösterilmektedir. En yüksek verim ise genel olarak sonbahar aylarında yaşanmış olup en yüksek verim Kayseri atıksu arıtım tesisinde %93 olarak gözlemlemiştir.

3.1.8. pH Verimliliği

Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesisleri’nin giriş ve çıkış sularından 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar günlük alınan 24 saatlik kompozit numuneler analiz edilmiş olup günlük analiz sonuçları Ek 1’de verilmiştir. pH aylık ortalama değerleri Tablo 3.9’da verilmektedir.

Tablo 3.9. Arıtma tesisi giriş ve çıkış atıksuyun pH konsantrasyonları

Tarih	Giriş pH değeri	Çıkış pH değeri	Deşarj Limit
Eylül 2018	7.46	7.46	6-9
Ekim 2018	7.36	7.42	6-9
Kasım 2018	7.87	7.99	6-9
Aralık 2018	7.80	7.88	6-9
Ocak 2019	7.69	7.86	6-9
Şubat 2019	7.84	7.80	6-9
Mart 2019	7.66	7.63	6-9
Nisan 2019	7.63	7.61	6-9
Ortalama	7.66	7.71	6-9

Tablo incelendiğinde, 8 ay boyunca pH değerlerinin sınır değeri olan 6-9 aralığına uygun olduğu görülmektedir. Giriş pH değerinin en düşük olduğu ay 7.36 ile Ekim 2018 en yüksek olduğu ay ise 7.87 ile Kasım 2018, çıkış pH değerinin en düşük olduğu ay 7.42 ile Ekim 2018, en yüksek olduğu ay ise 7.99 ile Kasım 2018 olarak ölçülmüştür. 8 aylık Ph ortalama giriş 7.66, 8 aylık pH ortalama çıkış ise 7.71'dir. Bu verilere göre, pH parametresi açısından tesisin işletiminde herhangi bir problem görülmemektedir.

Tanyol ve Gülşad (2013), tarafından yapılan çalışmada Tunceli ili evsel atıksu arıtma tesisinin arıtma verimini incelemek amacıyla tesis giriş ve çıkışında pH değişimi Nisan ve Haziran 2013 ayları arasında incelemişlerdir. Arıtma tesisine giren atıksuyun pH değerleri aylara göre sırasıyla 7.76, 7.89, 7.81 iken, çıkış suyunun pH değerleri sırasıyla; 8.14, 7.97, 8.07'dir. SKKY'ne göre nüfusu 10000-100000 kişi olan yerleşim merkezlerinin evsel nitelikli atıksularının alıcı ortama deşarj standardı, 2 saatlik kompozit örnekte pH için 6-9 arasındadır. Standartlarla karşılaştırıldığında deşarj edilen pH konsantrasyonları standartların arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Öz (2009), tarafından yapılan çalışmada Akzo Nobel-Marshall Ortak Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi'nde Mart 2008, Mayıs 2008 ve Ocak 2009 aylarında tesis giriş ve çıkış noktalarından kompozit 2 saatlik örneklemeler yapılmış olup pH analizleri yapılmıştır. Tesisten 3 ay süre ile giriş ve çıkışından giriş çıkış olarak yapılan pH ölçümlerinde giriş pH ortalaması 7.7, çıkış ortalaması ise 7.3 olup SKKY deşarj standartlarına göre pH değerlerinin 6-9 arasında olduğunu belirlemiştir.

Topal ve Arslan Topal (2011), tarafında yapılan çalışmada 2010-2011 kış sezonunda Elazığ belediyesi atıksu arıtma tesisinin bazı parametrelerle değerlendirmesi yapılmıştır. Bu çalışmada Elazığ belediyesi atıksu arıtma tesisinin 2010-2011 kış sezonunda mevcut durumu değerlendirilmiş pH parametresinin değişimleri gözlemlenmiştir. Kış sezonu boyunca ölçülen en düşük pH değeri Şubat ayında pH=8,6 olarak ölçülmüştür. Çıkış pH değerleri incelendiğinde, en yüksek pH değerleri Aralık ayında, pH=7,9 olarak, Ocak ayında, pH=7,8 olarak ve Şubat ayında, pH=7,9 olarak; en düşük pH değerleri ise aylara göre sırasıyla pH=7,4, 7,5 ve 7,5 olarak ölçülmüştür. SKKY deşarj standartlarına göre pH değerlerinin 6-9 arasında olması gerekmektedir. Görüldüğü üzere arıtma tesisinin pH değerlerinin verilen sınır değerler arasında olduğunu belirtmiştir.

3.2. Havalandırma Havuzundan Yapılan Analizlerinin Değerlendirilmesi

Aktif çamur süreci, atıksuyun 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.

3.2.1. MLSS (Karışık Sıvıda Askıda Katı Madde) Analizinin Değerlendirilmesi

Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesisi'nin Havalandırma havuzundan 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar anlık numuneler ile analiz edilmiş olup günlük analiz sonuçları Ek 2'de verilmiştir. Günlük yapılan analiz sonuçlarının aylık ortalama değeri alınarak verimliliği gözlemlenmiştir. MLSS aylık ortalama değerleri Tablo 3.10'da verilmektedir.

Tablo 3.10. MLSS konsantrasyonu

Tarih	MLSS (mg/L)	Maximum MLSS (mg/L)
Eylül 2018	8264.53	4400
Ekim 2018	9113.84	4400
Kasım 2018	7349.30	4400
Aralık 2018	7663.90	4400
Ocak 2019	6706.39	4400
Şubat 2019	7422.70	4400
Mart 2019	6742.52	4400
Nisan 2019	6407.90	4400
Ortalama	7458.89	4400

Yapılan incelemelerde havalandırma havuzunda mikroorganizma miktarının ve sistemdeki fazla çamurun yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak çamur susuzlaştırma ünitesindeki dekantörün bağlantıları henüz tamamlanamadığından faaliyete alınamamıştır. Bu nedenle havalandırma havuzundaki fazla çamur son çöktürme havuzundan sistemden uzaklaştırılması gereken miktarın bir kısmının geri devir yapıldığı gözlemlenmiştir. Bundan dolayı MLSS miktarının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

3.2.2. MLVSS (Karışık Sıvıda Uçucu Askıda Katı Madde) Analizinin Değerlendirilmesi

Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesisi'nin Havalandırma havuzundan 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar anlık numuneler ile analiz edilmiş olup günlük analiz sonuçları Ek 2'de verilmiştir. Günlük yapılan analiz sonuçlarının aylık ortalama değeri alınarak verimliliği gözlemlenmiştir. MLVSS aylık ortalama değerleri Tablo 3.11'de verilmektedir.

Tablo 3.11. MLVSS konsantrasyonu

Tarih	MLVSS (mg/L)	MLVSS/MLSS Standartı (mg/L)	MLVSS/MLSS (mg/L)
Eylül 2018	4145.33	0.7-0.8	0.501
Ekim 2018	4738.58	0.7-0.8	0.521
Kasım 2018	4237.77	0.7-0.8	0.576
Aralık 2018	4714.61	0.7-0.8	0.618
Ocak 2019	4079.96	0.7-0.8	0.608
Şubat 2019	4690.05	0.7-0.8	0.630
Mart 2019	5846.04	0.7-0.8	0.798
Nisan 2019	4019.71	0.7-0.8	0.630
Ortalama	4559.01	0.7-0.8	0.610

Yapılan incelemelerde havalandırma havuzunda mikroorganizma miktarının ve sistemdeki fazla çamurun yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak çamur susuzlaştırma ünitesindeki dekantörün bağlantıları henüz tamamlanamadığından faaliyete alınamamıştır. Bu nedenle havalandırma havuzundaki fazla çamur son çöktürme havuzundan sistemden uzaklaştırılması gereken miktarın bir kısmının geri devir yapıldığı gözlemlenmiştir. Bundan dolayı MLVSS/MLSS oranının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

3.2.3. ÇÇH (Çökelebilen Çamur Hacmi) Analizinin Değerlendirilmesi

Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesisi'nin Havalandırma havuzundan 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar anlık numuneler ile analiz edilmiş olup günlük analiz sonuçları Ek 2'de verilmiştir. Günlük yapılan analiz sonuçlarının aylık

ortalama değeri alınarak verimliliği gözlemlenmiştir. ÇÇH aylık ortalama değerleri Tablo 3.12'de verilmektedir.

Tablo 3.12. ÇÇH konsantrasyonu

Tarih	ÇÇH (ml/L)	ÇÇH Standartı (ml/L)
Eylül 2018	603.17	350
Ekim 2018	731.29	350
Kasım 2018	510.33	350
Aralık 2018	569.03	350
Ocak 2019	473.91	350
Şubat 2019	608.00	350
Mart 2019	582.17	350
Nisan 2019	467.38	350
Ortalama	568.16	350

Yapılan incelemelerde havalandırma havuzunda mikroorganizma miktarının ve sistemdeki fazla çamurun yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak çamur susuzlaştırma ünitesindeki dekantörün bağlantıları henüz tamamlanamadığından faaliyete alınamamıştır. Bu nedenle havalandırma havuzundaki fazla çamur son çöktürme havuzundan sistemden uzaklaştırılması gereken miktarın bir kısmının geri devir yapıldığı gözlemlenmiştir. Bundan dolayı ÇÇH miktarının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

3.2.4. ÇHİ (Çamur Hacim İndeksi) Analizinin Değerlendirilmesi

Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesisi'nin Havalandırma havuzundan 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar anlık numuneler ile analiz edilmiş olup günlük analiz sonuçları Ek 2'de verilmiştir. Günlük yapılan analiz sonuçlarının aylık ortalama değeri alınarak verimliliği gözlemlenmiştir. ÇHİ aylık ortalama değerleri Tablo 3.13'de verilmektedir.

Tablo 3.13. ÇHI konsantrasyonu

Tarih	ÇHI (g/L)	ÇHI standartı (g/L)
Eylül 2018	73.05	<100
Ekim 2018	80.55	<100
Kasım 2018	69.66	<100
Aralık 2018	74.49	<100
Ocak 2019	70.42	<100
Şubat 2019	81.93	<100
Mart 2019	79.07	<100
Nisan 2019	73.39	<100
Ortalama	75.32	<100

3.3. Çamur Çürütücü Tankından Yapılan Analizlerin Değerlendirilmesi

3.3.1. CaCO₃ (Kalsiyum Karbonat) Analizinin Değerlendirilmesi

Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesisi'nin Çürütücü tankından 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar anlık numuneler ile analiz edilmiş olup günlük analiz sonuçları Ek 3'de verilmiştir. Günlük yapılan analiz sonuçlarının aylık ortalama değeri alınarak verimliliği gözlemlenmiştir. CaCO₃'ün 8 aylık değerleri Tablo 3.14'de verilmiştir.

3.3.2. Organik Asit Analizinin Değerlendirilmesi

Kızıltepe İleri Atıksu Arıtma Tesisi'nin Çürütücü tankından 2018 yılının Eylül ayından 2019 yılının Nisan ayına kadar anlık numuneler ile analiz edilmiş olup günlük analiz sonuçları Ek 3'de verilmiştir. Günlük yapılan analiz sonuçlarının aylık ortalama değeri alınarak verimliliği gözlemlenmiştir. Organik asit değerleri Tablo 3.15'de verilmiştir.

Tablo 3.14. CaCO₃ konsantrasyonu

Tarih	Çürütücü A	Çürütücü B	mg CaCO₃/L standartı
Eylül 2018	2727.12	2731.28	1250-3750
Ekim 2018	2751,02	2652.82	1250-3750
Kasım 2018	2539.28	2581.29	1250-3750
Aralık 2018	2799.17	2647.53	1250-3750
Ocak 2019	2905.00	2796.86	1250-3750
Şubat 2019	2880.23	2842.05	1250-3750
Mart 2019	2684.00	2593.00	1250-3750
Nisan 2019	2981.81	3072.70	1250-3750
Ortalama	2788.09	2739.69	1250-3750

Tablo 3.15. Organik asit konsantrasyonu

Tarih	Çürütücü A	Çürütücü B	Normal değerler	İdeal değerler
Eylül 2018	141.42	140.93	50-500	50-100
Ekim 2018	152.98	153.56	50-500	50-100
Kasım 2018	295.01	151.44	50-500	50-100
Aralık 2018	169.44	158.90	50-500	50-100
Ocak 2019	176.09	160.48	50-500	50-100
Şubat 2019	40.08	56.55	50-500	50-100
Mart 2019	74.80	88.85	50-500	50-100
Nisan 2019	175.86	170.55	50-500	50-100
Ortalama	153.21	135.16	50-500	50-100

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Kızıltepe İleri Biyolojik Atıksu Arıtım Tesisi'nde 8 ay boyunca günlük tesis giriş ve çıkışından alınan 24 saatlik kompozit numuneler ile KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı), BOİ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı), pH, AKM (Askıda Katı Madde), TN (Toplam Azot), TP (Toplam Fosfor), $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (Amonyum Azotu) ve $\text{NO}_3^-\text{-N}$ (Nitrat azotu) analiz edilip verimliliği gözlemlenmiştir. Havalandırma havuzdan alınan anlık numuneler ile MLSS (Karışık Sıvıda Askıda Katı Madde), MLVSS (Karışık Sıvıda Uçucu Askıda Katı Madde), ÇÇH (Çökelebilen Çamur Hacmi) ve ÇHİ (Çamur Hacim İndeksi) ve çamur çürütücü tankından alınan numuneler ile CaCO_3 (Kalsiyum Karbonat), organik asit analiz edilip değerlendirilmiştir. Kızıltepe İleri Biyolojik Atıksu Arıtım Tesisi'nde karşılaşılan işletme problemleri araştırılıp tespit edilerek çözüm önerileri ile birlikte belirtilmiştir.

Yapılan analizlerin sonuçları, verimliliği ve işletme problemleriyle birlikte çözüm önerileri belirtilerek maddeler halinde aşağıda sunulmuştur.

1- KOİ parametresinin 8 aylık ortalama giriş değeri 429.83 mg/L çıkış değeri ise 28.10 mg/L'dir. 8 aylık ortalama KOİ konsantrasyonunun verimliliği %92.67 olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre, KOİ parametresi açısından tesisin işletiminde herhangi bir sorun görülmemektedir.

2- BOİ parametresinin 8 aylık ortalama giriş değeri 400 mg/L çıkış değeri ise 25 mg/L'dir. 8 aylık ortalama BOİ konsantrasyonunun verimliliği %92 olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre, BOİ parametresi açısından tesisin işletiminde herhangi bir sorun görülmemektedir.

3- AKM parametresinin 8 aylık ortalama giriş değeri 404.71 mg/L çıkış değeri ise 22.14 mg/L'dir. 8 aylık ortalama AKM konsantrasyonunun verimliliği %94.10 olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre, AKM parametresi açısından tesisin işletiminde herhangi bir sorun görülmemektedir.

4- TN parametresinin 8 aylık ortalama giriş değeri 56.32 mg/L çıkış değeri ise 10.39 mg/L'dir. 8 aylık ortalama TN konsantrasyonunun verimliliği %80.38 olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre, TN parametresi bazı aylar da deşarj limitini sağladığı görülmektedir. TN parametresinin Eylül 2018, Ekim 2018, Kasım 2018 ve Aralık 2018 aylarındaki ortalama deşarj limiti olan 10 mg/L'nin altında kaldığından tesisin işletiminde herhangi bir sorun görülmemektedir. Ocak 2019, Şubat 2019, Mart 2019 ve Nisan 2019

aylarındaki ortalama değer değarj limitini sağlamadığı görülmektedir. Değarj limitini ağması iki nedene bağlanmaktadır. Birinci neden, giriş toplam azot miktarının dizayn kriteri olan 42 mg/L'yi ağması, ikinci neden ise, nitrifikasyonun ger ekleşememesinden kaynaklı çıkış azotunun değarj limitini ağması olarak gözlemlenmektedir. Toplam azot 10 mg/L değarj limit sınırını sağlamadığı zaman Nitrat azotu (NO_3^- -N) ve Amonyum azotu (NH_4^+ -N) analizleri yapılmaktadır. Bu analizler nezdinde toplam azotun yükselmesinin nedenleri bulunmaktadır.

5-  ıkış toplam azotun 10 mg/L'yi ağması durumunda amonyum azotu ve nitrat azotu analizleri yapılmıştır. Kasım 2018, Aralık 2018, Ocak 2019, şubat 2019, Mart 2019 ve Nisan 2019 bu aylar da çıkış toplam azotu 10 mg/L'yi ağmıştır. Bu ayların çıkış toplam azot ortalaması 13.90 mg/L,  ıkış amonyum azot miktarı 8.16 mg/L ve çıkış nitrat azotu 4.04 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu verilere göre, . amonyum azotunun değarj limiti olan 0,5 mg/L değerinden yüksek olduğu görülmektedir. Amonyum azotunun yüksek olması nitrifikasyonun tamamen ger ekleşemediğinin göstergesidir. Nitrifikasyonun gerçekleşememesinin en büyük nedeni oksijen miktarının yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Oksijenin az olması durumunda amonyum büyük oranda oksitlenip nitrate (NO_3) dönüşmemektedir. Havalandırma havuzuna oksijen veren blowerların herzi artırılmalı, yetersiz kalması halinde ikinci blower devreye alınarak uygun oksijen ile nitrifikasyonun oluşumunu sağlayıp azot giderimi gerçekleştirilmelidir. Nitrat azotunun ise değarj limiti olan 5 mg/L'yi ağmadığı gözlemlenmiştir. Nitrat parametresi açısından tesisin işletiminde herhangi bir sorun görülmemektedir.

6- TP parametresinin 8 aylık ortalama giriş değeri 14.48 mg/L  ıkış değeri ise 3.24 mg/L'dir. 8 aylık ortalama TP konsantrasyonun verimliliği %72.58 olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre, . TP  ıkış suyu konsantrasyonlarının Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği değarj limitine uygun olmadığı gözlemlenmiştir Değarj limitini sağlamamasının 3 ana temel nedeni vardır; birinci neden tesise gelen giriş yüklerinde fosfor miktarının dizayn kriteri olan 9 mg/L çok üstünden olması bunun da nedeni tarımsal alanlarda kullanılan gübrenin içinde bulunan fosforun yağmur sularıyla yıkanarak tesise ulaşması, İkinci neden yetersiz Demir 3 klorür kullanımı,    nce neden ise azalan oksijenle çökeltme havuzunda anaerobik ortam oluşumundan bakteriler bünyelerindeki fosforu suyu salmalarından dolayı giderim sağlanamamaktadır.

7- pH parametresinin 8 aylık ortalama giriş değeri 7.66, çıkış değeri ise 7.71'dir. Bu verilere göre, pH parametresi açısından tesisin işletiminde herhangi bir sorun görülmemektedir.

8- Havalandırma havuzundan alınan anlık numune ile yapılan analizlerde MLSS parametresinin 8 aylık ortalama değeri 7458.89 mg/L olarak ölçülmüştür. Havalandırma havuzunda gereken arıtma veriminin sağlanması amacıyla havuz içerisinde faaliyet gösteren mikroorganizma sayısını (MLSS) sabit bir değerde tutmak gerekmektedir. Bu değer maksimum MLSS için 4400 mg/L'dir. Bu verilere göre, MLSS değerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. MVLSS/MLSS oranının da 0,7-0,8 mg/L aralığında olması gerekmektedir. Yapılan ölçümlerde MVLSS/MLSS oranının sadece Mart ayında bu aralıkta olduğu görülmektedir. Havalandırma havuzundaki bir başka parametre ise ÇÇH ölçümüdür. Yapılan ÇÇH ölçümlerinde 8 aylık ortalama değeri 568.16 ml/L olarak ölçülmüştür. Havalandırma havuzundaki çamur miktarı belirlemede kullanılan standart miktar 350 ml/L'dir. Bu verilere göre ÇÇH parametresi standardın üstünde kaldığı görülmektedir. Bu durumların nedeni ise, çamur susuzlaştırma ünitesindeki dekantörün bağlantıları henüz tamamlanamadığından faaliyete alınamamıştır. Bu nedenle havalandırma havuzundaki fazla çamur son çöktürme havuzundan sistemden uzaklaştırılması gereken miktarın bir kısmının geri devir yapılmaktadır.

9- Havalandırma havuzundan yapılan ÇHİ analizi ise 1 gr kuru maddenin mL cinsinden işgal ettiği hacim olarak ifade edilir. ÇHİ < 100 iyi çökebilen çamur, ÇHİ > 100 problemlili çamur olarak ifade edilmektedir. ÇHİ parametresinin 8 aylık ortalama değeri 75.32 olarak ölçülmüştür. Bu verilere göre, ÇHİ parametresi açısından tesisin işletiminde herhangi bir sorun görülmemektedir.

10- Çamur çürütücü tankından alınan numune ile yapılan analizlerde CaCO_3 parametresinin 8 aylık ortalama değeri 2763.89 mg CaCO_3 /L olarak ölçülmüştür. Passavant hesaplama metoduna göre kalsiyum karbonat değerleri 1250-3750 mg CaCO_3 /L aralığında olmalıdır. Bu verilere göre, CaCO_3 parametresi açısından tesisin işletiminde herhangi bir sorun görülmemektedir.

11- Çamur çürütücü tankından alınan numune ile yapılan bir diğer parametre ise organik asittir. Organik asit parametresinin 8 aylık ortalama değeri 144.18 mg/L olarak ölçülmüştür. Passavant hesaplama metoduna göre normal değerler 50-500 mg/L aralığında, ideal değeri ise 50-100 mg/L aralığında olmalıdır. Bu verilere göre, organik asit normal

değer aralığında kalmaktadır. Organik asit parametresi açısından tesisin işletiminde herhangi bir sorun görülmemektedir.

12- Giriş Ünitesi ve Bypass: Atıksu ile beraber tesise gelen taş ve kaba ızgaranın alamayacağı kaba yapıdaki katı maddelerin tutulması için tasarlanan ünitelerdir. Arıtılmamış su, ızgaralardan önce gelen giriş ve bypass yapısına gelmektedir. Yağışlı havalarda maksimum su alma kapasitesini geçmesi halinde fazla su bypass yoluyla dereye yönlendirilmektedir. Bypass hattının girişinde ızgara bulunmamaktadır. Kaba ve ince ızgaralar yardımıyla tutulan malzeme bypass yapıldığı zaman doğrudan dereye deşarj edilmektedir. Bypass hattının girişine mekanik temizlemeli ızgara projelendirilerek dereye aktarılan atık malzeme engellenecektir.

13- Izgaralar: Atık malzemeler 3 adet kaba ve ince ızgaradan konveyör yardımıyla tek hat üzerinden konteynıra direkt olarak aktarılmaktadır. Oluşabilecek konveyör tıkanması veya arızalanması durumunda ızgaralar devre dışı kalmaktadır. Izgaraların devre dışı kalmaması için en az 1 adet kaba ve ince ızgara için ayrı bir konveyör projelendirilip yapılması gerekmektedir.

14- Kaba Izgara: Kaba ızgaraya aşırı miktarda iri (ambalaj atığı, naylon, tahta parçası vb.) malzemeler gelmektedir. Kaba ızgaraya gelen iri malzemeler yağışın olmadığı aylarda dere yatağında birikmekte ve yağışların başlamasıyla problemler ortaya çıkmaktadır. Kuru derelerde biriken iri malzemeler yağışla birlikte sürüklenerek arıtma tesisine aniden girerek kaba ızgarada sıkışmaya neden olmaktadır. Kaba ızgaraların belli bir yük taşıma kapasiteleri vardır. Kapasitesinin üstünde bir yükleme olması durumunda motor koruma rölesi sayesinde makine termik atmaktadır. Makinenin termik atmasıyla alarm devreye girmektedir. Alarmin devreye girmesi kaba ızgarada bir arıza olduğunun göstergesidir. Oluşan arızanın giderilmesi için önerilen çözüm fiziksel (el ile temizleme) müdahalede bulunmaktır. Fiziksel müdahale yapılmadan önce iş güvenliği sağlanmalıdır. Ana panodan elektrik kesilerek oluşabilecek iş kazası engellenmiş olacaktır. Diğer bir iş güvenliği tedbiri ise gaz ölçüm cihazı ile ortamda gaz birikiminin olup olmadığı kontrol edilmelidir. Daha sonra personel, fiziksel olarak ızgarada tıkanmış tırmıkta sıkışmış malzemeleri temizlemelidir.

Başka bir çözüm yoluda aşırı yağışlarda su alma yapısındaki kapaklar kısım kısım açılarak kaba ızgaraya gelecek yük azaltılacak ve tesise aniden iri malzemenin gelmesi engellenecektir.

15- İnce Izgara: Kızıltepe Atıksu Arıtım Tesisi'nde fiziksel arıtmada yaşanan bir diğer problem ise ince ızgarada yaşanmaktadır. Kızıltepe Atıksu Arıtım Tesisi'nde ince ızgarada yaşanan problem, Mardin Organize Sanayi Bölgesi'nden gelen ince atıkların ince ızgaradan geçtikten sonra pompa istasyonunda buğday, küspe ve mısır atıkları filizlenip şişerek hem tıkanmaya neden olmakta hem de diğer ünitelere geçerek işletme verimliliğini düşürmektedir. Mardin Organize Sanayi Bölgesi genel olarak gıda sektöründen oluşmaktadır. Mardin Organize Sanayi Bölgesi'nden gelen atıklar genellikle buğday, küspe, kırık mısır ve mısır kavuzudan oluşmaktadır. Mardin Organize Sanayi Bölgesi'nde atıksu arıtım tesisinin kapasitenin yetersizliği, faal bir şekilde çalıştırılamaması, endüstriyel atıksu deşarj standartlarını sağlamaması ve fazla debinin direkt olarak kollektör hattına deşarj edilmesinden kaynaklanmaktadır. Mardin Organize Sanayi Bölgesi'ndeki atıksu arıtma tesisi dizay edilirken atıksu miktarı tespit edilememesi, atıksu miktarı belirlenirken kaçak miktarlarının yüksek olması veya fabrikaların en yoğun dönemleri (mayıs, haziran ve temmuz ayları) olan hasat dönemlerinde atıksu miktarının belirlenmemesi yapılan dizayn atıksu arıtım tesisine gelen debiyi karşılayamayacaktır.

Kızıltepe atıksu arıtım tesisinde ince ızgaradan geçen malzeme pompa istasyonunda pompalanan malzemeler ince ve yüzer malzeme olduğu için kum ve yağ tutucu ünitesindeki yağ kanalında birikmektedir. Çözüm olarak yağ kanalında biriken ince atıklar ve yağ karışımlı malzemeler kanaldaki sıyrıcılar, sıyırdığı malzemeyi yağ haznesine, yağ haznesinden yağ alma ünitesine aktarmaktadır. Atıksu karakterizasyonunda yağ bulunmadığından yağ alma ünitesinden bağlantı kesilerek yağ haznesinden yeni bir bağlantı ile ince ızgaranın önüne pompalanarak ilkinde tutamadığı ince malzemeyi ikinci veya üçüncü bir devridaim oluşturularak topaklaşmanında yardımıyla ince malzeme ince ızgarada tutulabilecektir. Bu yöntem kum ve yağ ünitesinden diğer ünitelere ince atıkların geçmesi önlenmiş olur. İkinci bir çözüm yolu ise; Mardin Organize Sanayi Bölgesi'nde bulgur, mısır ve un fabrikaların yıkama ünitesinin çıkışında tahrip olan eleklerin yenilenmesi ve elek bulunmayan fabrikalara ise elek yerleştirilmesi ince malzemelerin atıksu arıtım tesisine ulaşmasını engelleyecektir. Mardin Organize Sanayi Bölgesi'ndeki Atıksu Arıtma Tesisi'ne ve Kızıltepe Atıksu Arıtım Tesisi'ne atıkların gelmemesi, makinelerin ömrünün uzaması, işletme verimliliğinin artması, kollektör hatlarının tıkanmasının önüne geçilmesi enerji tasarrufu sağlayacaktır.

16- Kum ve Yağ Tutucu: Kum ve yağ tutucu ünitesinde beyaz köpük oluşmaktadır. Beyaz köpük oluşmasının nedeni fazla oksijen verilmesidir. Çözüm olarak blowerların herzi düşürülerek beyaz köpük oluşumunun önüne geçilmiş olacaktır.

17- Ön Çökeltim Havuzu: Ön çökeltim havuzunda gemici merdiveni kontrolü ve gözlemi zorlaştırmaktadır. Gemici merdivenin yerine beton merdiven ile yeniden projelendirilip inşa edilmelidir. Ön çökeltim havuzunda çıkış ağzında ayak basma ızgarası da bulunmamaktadır. İş güvenliği açısından tehlikeli olduğundan bir an önce ızgara konulmalıdır.

Ön çökeltim havuzunda çamur tabakası ve kabarcık problemi ile karşılaşılmaktadır. Yapılan incelemelerde gelen askıda katı madde miktarı, çöken çamur miktarı arttığı ve çökeltim havuzu dip çamurun uzun bekleme süresi çamurun septikleşerek oluşturduğu H₂S (hidrojen sülfür) gazı ön çökeltim havuzunun yüzeyinde çamur tabakası ve kabarcık oluşturmaktadır. Çözüm olarak sıyırıcı hızı ve çamur atım hızı arttırılmalıdır. Buna rağmen sorun devam ediyorsa sıyırıcı kontrol edilmeli, sıyırıcıda arıza varsa giderilmelidir. Ön çökeltim havuzuna gelen askıda katı madde miktarının azalması halinde sıyırıcı hızı ve çamur atım hızları düşürülmediği takdirde istenilen katı madde atımı yapılamayacağı gibi motorların fazla çalışmasından dolayı enerji sarfiyatına neden olacaktır.

Ön çökeltim havuzunda yüzen siyah çamur olduğu gözlemlenmiştir. Siyah çamurun oluşum nedeni endüstriyel atıksulardan kaynaklanan organik maddeler için yeterli ön arıtma yapılmamış olmasıdır. Endüstriyel atıksular yeterli ön arıtım yapılmadan tesise alınmamalıdır.

Ön çökeltim havuzlarında köpük taşması problemi ile karşılaşılmaktadır. Muhtemel sebep otomasyon hatasından kaynaklı köpük uzaklaştırma sıklığının yetersiz olmasıdır. Köpük sıyırıcılarının otomatiğe alınarak daha sık çalıştırılması gerekmektedir.

18- Havalandırma Havuzları: Havalandırma havuzlarında farklı MLSS değerleri ölçülmektedir. Havalandırma havuzundaki giriş tabanlarındaki kot farklarından dolayı oluşmaktadır. Havalandırma havuzlarında şartların, atıksu karakteristiğinin, havuz tipinin aynı olmasını sağlamak için eşit miktarda atıksu akışını sağlamak gerekmektedir. Atıksu miktarların değişim göstermesiyle her bir havuz için bekletme süresi değişeceğinden havalandırma havuzlarında farklı MLSS değerlerini verecektir. Atıksuyun bekletme süresi azaldığında mikroorganizma ile atıksu temas süresi de azalacağından azot giderim verimini düşürmektedir. Atıksuyun bekletme süresi arttığında mikroorganizma ile atıksu teması artacağından mikroorganizmaların belli bir süre sonra besini tüketeceğinden

besin/mikroorganizma (F/M) dengesi bozulmaktadır. Çözüm olarak havalandırma havuzuna gelen debi kontrol edilmeli, dağıtım yapısındaki debi kontrol ekipmanları ile eşit şekilde debilerin dağıtımı sağlanmalıdır.

Havalandırma havuzunda nitrifikasyonun tamamlanmaması çıkış toplam azot değerinin yüksek olma problemini ortaya çıkarmaktadır. Muhtemel sebep atıksu karakterizasyon yüksek azot içermektedir. Azotun en büyük kaynağı Mardin Organize Sanayi Bölgesi gıda sektörü buğday yıkama ve bulgur kaynatma ünitelerinden gelen atıksulardır. Gıda sektöründeki bulgur kaynatma sularında buğdayın özünün parçalanıp suya karışmasıyla yüksek bir azot değerine sahip atıksular gelmektedir. Çözüm olarak Endüstriyel atıksuların Kızıltepe Atıksı Arıtma Tesisi'ne gelmesi engellenmelidir. Bir başka etken ise havalandırma havuzundaki propların uçlarında çamur tortuları oluşabilmektedir. Proplar oksijeni ölçerek blowerlara komut göndererek havalandırma havuzunda uygun oksijen verilmesini sağlamaktadır. Propların uçunda biriken çamur tortularından dolayı doğru ölçüm yapılamayacağından uygun oksijen verilememesinden azot giderimi ve nitrifikasyon gerçekleşmemektedir. Çözüm olarak propların haftada 1 veya 2 defa iki personel tarafından proplar açılarak propların ucu temizlenmeli ve belli aralıklarda propların dış etkenlerden (rüzgar, güneş) etkilenmesinin önüne geçilerek kalibrasyonu yapılmalıdır. Güvenlik açısından havuzlara her zaman iki personel görevlendirilmeli, bir personel iş güvenliği açısından diğer personelin gözlemine yapılmalıdır.

Havalandırma havuzunda ölü bölgeler oluşmaktadır. Muhtemel sebep havalandırma havuzundaki mikserlerin atıksuyu iyi karıştıramamasından kaynaklanabilir. Mikserlerin havalandırma havuzunda atıksuyun homojen bir yapıda olmasını sağlamak için atıksuyu iyi karıştırması gerekmektedir. Besin/mikroorganizma (F/M) oranının havuzun her tarafında eşit şekilde dağılımı mikserler tarafından sağlanmaktadır. Karışım sağlanmazsa Aerobik bölgede ölü kısımlar oluşmaktadır. Çözüm olarak mikserlerin kontrol edilmesi ve hızlarının artırılması gerekmektedir. Başka bir sebep ise havalandırma havuzunda bulunan Aerobik bölgedeki difüzörlerin tıkanmış ve yırtılmış olmasıdır. Aerobik bölgede belli periyotlarla difüzörler bulunmaktadır. Difüzörlerin bulunduğu ortamda eşit miktarda oksijen dağılımı çok önemlidir. Aerobik bölümdeki difüzörlerin tıkanması havuza yeterli oksijenin gitmediğinin göstergesidir. Oksijen gitmeyen bölgede ölü kısımlar oluşmaktadır. Çözüm olarak difüzörler temizlenmeli veya değiştirilmelidir.

19- Son Çökeltim Havuzu: Son çöktürme havuzunda döner sıyırıcıların üzerinde hareket ettiği duvarın yüzeyinin pürüzsüz ve düz olmaması havuz duvarının üzerinde hareket eden lastik tekerin ömrünü kısaltacağı gibi bakım maliyetini de artıracaktır.

Son çöktürme havuzunda yaşanan bir diğer problem ise çamur tortuları atıksu ile birlikte savaklanmaktadır. Bu durumun muhtemel sebebi olması gerekenden daha fazla çamur bulunduğu için çamurun tamamı çöktürülemediğinden çamur, küçük tortular ve ölü mikroorganizmalar halinde yüzeye çıkarak savaklanmaktadır. Çözüm olarak istenilen tipte mikroorganizma var ise sistemden çekilen fazla çamur oranı artırılmalıdır. Çamurun şişmesine neden olan ve iyi çökmesini engelleyen Filament tipi mikroorganizma var ise havalandırma havuzundaki oksijen miktarı kontrol edilmelidir. Bir başka muhtemel sebebi de geri devir çamur istasyonunda bulunan teleskobik vanaların kapalı olmasından kaynaklanabilir. Teleskobik vanaların rutin olarak kontrolleri sağlanmalıdır.

Son çöktürme havuzunda bulunan döner sıyırıcılara asılı fırçalar zamanla tükenmektedir. Fırçaların belli aralıklarla değiştirilmesi gerekecektir, bunun önüne geçmek için en doğru tercih köprüye asılı bir pompa ile kanalın içinden boru yardımıyla “U” şeklinde nozıllarla yıkama projelendirilmesi bakım ve maliyeti azaltacaktır.

KAYNAKLAR

- Ayrak, B.**, 2010. Evsel atıksuların arıtılması ve maliyet analizi. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, 83s.
- Ayyıldız, G.**, 2017. Atıksu arıtma tesisinde risk analizi, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Aksaray, 99s.
- Azman, H.E.**, 2005. Evsel atıksuların arıtılmasında arıtma verimi-enerji ilişkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Boduroğlu, B.H.**, 2008. Evsel atıksuların arıtması ve havalandırma parametrelerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 57s.
- Doğan, F.**, 2009. Mevcut atıksu arıtma tesislerinin fosfor giderimi için rehabilitasyonunda seçeneklerin değerlendirilmesi, Çevre ve Orman Uzmanlık Tezi, Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Su ve Toprak Yönetimi Dairesi Başkanlığı, 163s.
- Duman, H.**, 2017. Arıtılmış kentsel atıksuların sulamada yeniden kullanımı kayseri atıksu arıtma tesisi örneği, Uzmanlık Tezi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, 100s.
- Eskikaya, B.O.**, 2018. Kahramanmaraş merkez atıksu arıtma tesisi giriş atıksuyu karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, 59s.
- Fesliyen, K.**, 2017. Evsel Atıksuların sulama amaçlı yeniden kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 259s.
- Gazisem**, 2015. Çevre Mühendisliği ders notu, Gazi Üniversitesi Sürekli Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi.
- Gülsoy, İ.**, 2017. Kentsel atıksu arıtma tesisinin online izlenmesi ile enerji etüt ve optimizasyonu. Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 97s.
- Helvacı, E.**, 2017. Evsel atıksuların arıtılmasında membran biyoreaktörlerin Türkiye'ye uygulanabilirliğinin araştırılması, Uzmanlık Tezi, İller Bankası Anonim Şirketi, 79s.
- Kurt, U.**, 2007. Fenton ve elektrokimyasal yöntemlerle evsel atıksuların arıtılabilirliğinin araştırılması. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 159s.

- Meral, R., Cavadzade F.,** 2013. Atıksu arıtma tesislerinin işletilmesi. Kerem Çevre, 29s.
- Öz, A.,** 2009. Atıksu Arıtma Tesislerinde Verimlilik Kontrolü Ve İşletme Sorunları, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Kocaeli, 119s.
- Özel, O.,** 2011. Hurma (Antalya) atıksu arıtma tesisi performansının modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 91s.
- Öztürk, İ., Timur, H., Koşkan, U.,** 2006. Atıksu arıtımının esasları evsel, endüstriyel atıksu arıtımı ve arıtma çamurlarının kontrolü, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Sağlam, M.N.,** 2017. Türkiye'de mevcut olan evsel atıksu arıtma tesislerinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans Semineri, Munzur Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Tunceli, 74 s.
- Sinan, R.K.,** 2010. Evsel atıksu arıtma tesislerinde ön arıtım ve biyolojik arıtım çıkış parametrelerinin ysa ile tahmini. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 140s.
- Şama, A.,** 2017. Taşköprü (Kastamonu) atıksu arıtma tesisi için proje aşamasında öngörülen ve mevcut durumda sağlanan verimin sürekliliğinin karşılaştırılması, Uzmanlık Tezi, İller Bankası Anonim Şirketi, 129s.
- Şener, G.,** 2016. Atıksu arıtma tesislerinin kırsal alan üzerine etkileri, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü ,Ankara, 148s.
- Tanyol, M., Uslu, G.,** 2013. Tunceli evsel atıksu arıtma tesisinin arıtma etkinliğinin değerlendirilmesi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 4 (2): 24-29.
- Topal, M., Arslan Topal, E.I.,** 2011. 2010-2011 kış sezonunda Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisleri'nin bazı parametrelerle değerlendirilmesi, Araştırma Makalesi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 32, No.2.
- Toprak, H.,** 2000. Atıksu arıtma sistemlerinin tasarım esasları, Cilt-1 ve Cilt-2, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları, No.240-241, ISBN : 975-441-148-4 ve 975-441-149-2, İzmir.
- Torun, F.,** 2011. Türkiye'deki kentsel atıksu arıtma tesisleri envanteri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 142s.
- Yıldırım, A.K.,** 2006. Evsel atıksu arıtma tesislerinde debi-maliyet ilişkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 126s.
- Yılmaz, Ö.Z.,** 2006. Samsun-Atakum bölgesinin atıksu arıtım stratejileri ve derin deniz deşarjı araştırması, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 147s.

- URL-1,2019.<http://www.aagaritma.com/hizmetler/atiksu-nedir-nasil-aritilir>. Atıksu. 12.01.2019.
- URL-2,2019.<http://www.bogaziciaritma.com/hizmetlerimiz/29/F%C4%B0Z%C4%B0KSEL%20ARITMA> Fiziksel arıtma. 23.01.2019.
- URL-3,2019.http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Ar%C4%B1t%C4%B1m%20Tesisleri.pdf. Arıtım Tesisleri, 2012, Çevre Sağlığı, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 50s.
- URL-4,2019.http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/At%C4%B1k%20Sular.pdf Atıksular, 2011, Aile tüketici hizmetleri, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 39s.
- URL-5,2019.<http://argecevre.blogcu.com/biyolojik-aritmanin-tanimi/6139279> Biyolojik arıtım. 26.01.2019.
- URL-6,2019.<http://www.aagaritma.com/hizmetler/atiksu-nedir-nasil-aritilir> Biyolojik arıtım. 26.01.2019.
- URL-7,2019.http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/7d16d00201083a2_ek.pdf Atıksu arıtma yöntemleri. 29.01.2019.

ÖZGEÇMİŞ

30.10.1991 yılında Mardin'in Kızıltepe ilçesinde doğdum. İlk, orta öğrenimimi Kızıltepe İnkılap İlk Öğretim Okulunda, lise öğrenimimi Kızıltepe Atatürk Lisesinde tamamladım. 2008 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Harita Kadastro bölümünü kazandım. 2010 yılında mezun oldum. Demyol A.Ş.'de Harita Teknikeri olarak göreve başladım. 2011 yılında Açık Öğretim Fakültesi İşletme Bölümünü kazandım. 2013 yılında Kızıltepe Belediyesinde Harita Teknikeri olarak göreve başladım. 2013 yılında Dikey Geçiş Sınavı ile Tunceli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümünü kazandım. 2016 yılında Çevre Mühendisliğinden mezun olduktan sonra yine aynı üniversiteden ve bölümümden 2016 yılında yüksek lisansa başladım ve halen devam etmekteyim.

EKLER

EK 1 EYLÜL AYI ATIKSU ARITIM TESİSİ GİRİŞ ve ÇIKIŞ SUYU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	KOİ (mg/L)			BOİ (mg/L)			pH		SICAKLIK		AKM (mg/L)			TN (mg/L)			TP (mg/L)		
	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM
01.09.2018	682	24,8	96,36	412.00	16.12	96.09	7,52	7,56	26,8	27,3	483	18	96,27	61,5	8,51	86,16	10,8	1,23	88,61
02.09.2018	568	31,5	94,45	415.00	20.48	95.07	7,48	7,52	27,3	27	418	10	97,61	56,4	7,43	86,83	11,5	1,85	83,91
03.09.2018	709	9,12	98,71	423.00	5.93	98.60	7,66	7,35	27	27,8	538	3	99,44	51,7	5,04	90,25	10,6	3,12	70,57
04.09.2018	660	28	95,76	370.00	18.20	95.08	7,64	7,59	27,6	28,1	730	20	97,26	57,2	4,82	91,57	10,3	4,82	53,20
05.09.2018	1010	27,5	97,28	480.00	17.88	96.28	7,62	7,6	27,6	27,5	932	18	98,07	70,9	5,70	91,96	12,5	5,16	58,72
06.09.2018	772	20,7	97,32	550.00	13.46	97.55	7,42	7,49	27,6	28,2	572	11	98,08	56,4	5,45	90,34	11,5	5,96	48,17
07.09.2018	520	28,9	94,44	412.00	18.79	95.44	7,48	7,52	27,8	28,4	450	18	96,00	54	6,27	88,39	15,1	4,74	68,61
08.09.2018	482	24,8	94,85	380.00	16.12	95.76	7,49	7,57	27,1	27,5	384	22	94,27	62	7,49	87,92	10,6	3,25	69,34
09.09.2018	560	38,7	93,09	452.00	25.16	94.43	7,48	7,5	26,8	27,1	421	20	95,25	69,1	8,41	87,83	14,5	2,24	84,55
10.09.2018	408	35,5	91,30	512.00	23.08	95.49	7,88	7,79	26,5	26,8	338	28	91,72	58,9	9,67	83,58	19,9	3,2	83,92
11.09.2018	499	38,7	92,24	430.00	25.16	94.15	7,51	7,48	26,8	27,1	406	16	96,06	54,1	9,67	82,13	20,90	2,08	90,05
12.09.2018	533	42,2	92,08	398.00	27.43	93.11	7,48	7,53	26,8	27,4	236	25	89,41	60,1	8,06	86,59	20,40	2,98	85,39
13.09.2018	645	24,4	96,22	478.00	15.86	96.68	7,41	7,38	26,4	27,5	518	20	96,14	59,2	6,23	89,48	20,4	1,75	91,42
14.09.2018	425	22,1	94,80	397.00	14.37	96.38	7,43	7,48	26,8	27,7	164	18	89,02	51,1	3,44	93,27	19,9	0,76	96,18
15.09.2018	582	27,3	95,31	391.00	17.75	95.46	7,44	7,46	26,7	27,4	397	16	95,97	53,2	7,61	85,70	17,4	1,87	89,25
16.09.2018	482	32,5	93,26	425.00	21.13	95.03	7,41	7,43	26,4	26,9	482	17	96,47	55,9	8,61	84,60	16,2	2,61	83,89
17.09.2018	824	20,9	97,46	450.00	13.59	96.98	7,25	7,23	26,5	26,2	592	12	97,97	54,6	9,91	81,85	21,7	1,51	93,04
18.09.2018	510	22,7	95,55	365.00	14.76	95.96	7,41	7,52	26,5	27,1	428	18	95,79	59,3	7,58	87,22	22,1	3,8	82,81
19.09.2018	555	18,7	96,63	390.00	12.16	96.88	7,42	7,47	26,4	27,1	426	20	95,31	86,8	5,00	94,24	23,1	3,36	85,45
20.09.2018	598	40,6	93,21	387.00	26.39	93.18	7,42	7,45	26,4	26,8	428	18	95,79	85,3	7,57	91,13	25,2	3,51	86,07
21.09.2018	554	45	91,88	394.00	29.25	92.58	7,41	7,44	25,8	26,2	516	22	95,74	112	9,56	91,46	24,7	4,83	80,45
22.09.2018	510	36,2	92,90	354.00	23.53	93.35	7,42	7,46	25,8	26,1	458	10	97,82	68,4	8,51	87,56	15,8	3,71	76,52
23.09.2018	508	38,7	92,38	362.00	25.16	93.05	7,43	7,45	25,6	25,8	412	14	96,60	58,3	9,14	84,32	12,5	2,54	79,68
24.09.2018	540	23,4	95,67	379.00	15.21	95.99	7,45	7,3	25	26,1	380	12	96,84	53,9	10,32	80,85	9,16	3,79	58,62
25.09.2018	527	21,3	95,96	354.00	13.85	96.09	7,38	7,41	25,5	26,4	395	18	95,44	51,6	7,68	85,12	10,25	2,31	77,46
26.09.2018	449	16,5	96,33	346.00	10.73	96.90	7,35	7,31	24,2	25,2	454	14	96,92	62,2	6,19	90,05	18,5	3,96	78,59
27.09.2018	413	47,6	88,47	364.00	30.94	91.50	7,36	7,39	26,4	26,8	526	24	95,44	95,6	5,71	94,03	11,1	3	72,97
28.09.2018	442	39,7	91,02	487.00	25.81	94.70	7,35	7,37	25,8	26,4	712	29	95,93	72,3	4,63	93,60	11,6	2,83	75,60
29.09.2018	420	27,5	93,45	498.00	17.88	96.41	7,37	7,4	25,6	26,1	520	20	96,15	69,3	6,71	90,32	12,1	2,1	82,64
30.09.2018	470	32	93,19	350.00	20.80	94.06	7,40	7,44	25,4	25,9	428	12	97,20	58,3	8,52	85,39	10,98	1,46	86,70
ORTALAMA	561,9	29,6	94,39	413.50	19.23	95.27	7,46	7,46	26,4	26,93	471,5	17,4	95,87	63,99	7,31	88,12	15,71	3,01	78,75
S. SAPMA	133,6	9,20	2,31	53.42	5.98	1.62	0,12	0,11	0,83	0,77	142,9	5,57	2,28	14,18	1,81	3,73	5,01	1,26	11,83

EK 1 EKİM AYI ATIKSU ARITIM TESİSİ GİRİŞ ve ÇIKIŞ SUYU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	KOİ (mg/L)			BOİ (mg/L)			pH		SICAKLIK		AKM (mg/L)			TN (mg/L)			TP (mg/L)		
	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM
01.10.2018	627	25,5	95,93	420.00	16.58	96.05	7,39	7,42	25,4	25,7	796	6	99,25	133	4,55	96,58	23,8	4,31	81,89
02.10.2018	494	33,8	93,16	452.00	21.97	95.14	7,36	7,41	25,8	26,1	524	12	97,71	110	5,45	95,05	23,9	4,41	81,55
03.10.2018	478	31,5	93,41	351.00	20.48	94.17	7,35	7,39	25,6	26,4	264	12	95,45	69,2	4,04	94,16	21,6	3,99	81,53
04.10.2018	601	32,1	94,66	480.00	20.87	95.65	7,40	7,44	25,4	25,8	484	12	97,52	89,2	6,55	92,66	21,8	3,97	81,79
05.10.2018	422	31,1	92,63	354.00	20.22	94.29	7,40	7,43	25,4	26,1	536	20	96,27	78	6,03	92,27	22,6	3,36	85,13
06.10.2018	438	28,9	93,40	341.00	18.79	94.49	7,38	7,38	25,1	25,9	510	18	96,47	62	6,74	89,13	14,6	3,41	76,64
07.10.2018	418	32,5	92,22	300.00	21.13	92.96	7,28	7,54	25,1	25,6	410	20	95,12	58,7	6,87	88,30	12,4	2,64	78,71
08.10.2018	461	52,9	88,52	298.00	34.39	88.46	7,35	7,40	25,4	26,1	510	22	95,69	69,8	7,44	89,34	22,9	3,55	84,50
09.10.2018	341	43,8	87,16	250.00	28.47	88.61	7,38	7,42	25,1	25,6	100	10	90,00	71	8,61	87,87	6,73	3,25	51,71
10.10.2018	366	38,3	89,54	270.00	24.90	90.78	7,37	7,40	25,4	25,6	150	12	92,00	83	4,68	94,36	12,5	3,05	75,60
11.10.2018	343	26,4	92,30	220.00	17.16	92.20	7,36	7,33	25,6	25,7	133	11	91,73	74,9	3,26	95,65	15,1	3,75	75,17
12.10.2018	407	13,9	96,58	267.00	9.04	96.62	7,32	7,38	24,8	25,4	221	14	93,67	73,9	3,49	95,28	11,8	2,67	77,37
13.10.2018	398	19,6	95,08	274.00	12.74	95.35	7,18	7,41	25,4	25,3	254	18	92,91	64,2	6,41	90,02	10,52	2,51	76,14
14.10.2018	384	27,8	92,76	284.00	18.07	93.64	7,34	7,38	25,6	25,7	215	14	93,49	58,3	5,83	90,00	11,15	2,18	80,45
15.10.2018	369	70,9	80,79	240.00	46.09	80.80	7,24	7,32	24	23,8	320	18	94,38	100	8,49	91,51	25,2	4,17	83,45
16.10.2018	373	46,4	87,56	245.00	30.16	87.69	7,18	7,24	22,1	22,5	568	20	96,48	106	9,00	91,51	13,8	3,03	78,04
17.10.2018	397	40,1	89,90	261.00	26.07	90.01	7,19	7,24	24,5	25	360	22	93,89	111	8,55	92,30	15,3	3,23	78,89
18.10.2018	367	32,8	91,06	251.00	21.32	91.51	7,32	7,41	24,3	24,6	370	22	94,05	76,5	7,63	90,03	15,4	3,35	78,25
19.10.2018	391	32,1	91,79	296.00	20.87	92.95	7,32	7,51	24,9	25	260	17	93,46	74,2	5,94	91,99	12,9	3,26	74,73
20.10.2018	451	35,6	92,11	300.00	23.14	92.29	7,28	7,61	24,5	24,5	287	25	91,29	61,2	7,14	88,33	9,78	2,87	70,65
21.10.2018	387	28,9	92,53	230.00	18.79	91.83	7,41	7,54	24,7	24,1	387	22	94,32	54,3	8,21	84,88	12,8	2,4	81,25
22.10.2018	490	89,4	81,76	350.00	58.11	83.40	7,24	7,31	25,1	25,6	416	28	93,27	81,3	10,60	86,96	13,3	4,56	65,71
23.10.2018	756	32,8	95,66	500.00	21.32	95.74	7,31	7,29	21	22	720	16	97,78	103	7,02	93,18	14,9	3,19	78,59
24.10.2018	258	28,2	89,07	251.00	18.33	92.70	7,28	7,23	20,1	20,9	420	28	93,33	79,2	8,66	89,07	19,3	3,41	82,33
25.10.2018	274	30,8	88,76	200.00	20.02	89.99	7,34	7,31	20,3	20,6	620	29	95,32	42	2,11	94,98	15,1	2,05	86,42
26.10.2018	292	23,2	92,05	211.00	15.08	92.85	7,65	7,42	13,6	21,9	675	17	97,48	58	4,12	92,90	14,7	3,04	79,32
27.10.2018	274	41,5	84,85	244.00	26.98	88.94	7,58	7,52	12,8	13,7	510	20	96,08	52,9	5,24	90,09	13,6	2,05	84,93
28.10.2018	352	38,7	89,01	230.00	25.16	89.06	7,64	7,68	14,5	13,8	470	17	96,38	64,2	7,40	88,47	14,2	2,61	81,62
29.10.2018	370	28,4	92,32	245.00	18.46	92.47	7,41	7,58	12,8	12,5	250	15	94,00	57,1	6,28	89,00	15,2	2,84	81,32
30.10.2018	285	24,3	91,47	213.00	15.80	92.58	7,68	7,49	14,5	13,7	352	21	94,03	53,8	7,08	86,84	13,8	2,64	80,87
31.10.2018	314	32,4	89,68	219.00	21.06	90.38	7,34	7,63	12,4	17,2	394	24	93,91	62,5	7,51	87,98	12,7	2,87	77,40
ORTALAMA	405,7	35,3	90,89	301.00	22.95	91.73	7,36	7,42	22,30	22,98	402,8	18,1	94,73	75,24	6,48	90,99	15,59	3,18	78,45
S. SAPMA	107,6	14,4	3,73	79.65	9.40	3.55	0,13	0,11	4,68	4,26	172,2	5,61	2,12	20,84	1,91	2,99	4,67	0,68	6,55

EK 1 KASIM AYI ATIKSU ARITIM TESİSİ GİRİŞ ve ÇIKIŞ SUYU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	KOİ (mg/L)			BOİ (mg/L)			pH		SICAKLIK		AKM (mg/L)			TN (mg/L)			NH ₄ -N	NO ₃ -N	TP (mg/L)		
	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	ÇIKIŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM
1.11.2018	295	41.2	86.03	200.00	26.78	86.61	7.62	7.31	11.2	20.7	298	16	94.63	46.7	11.30	75.80	6.20	4.60	12.8	4.45	65.23
2.11.2018	389	90.8	76.66	270.00	59.02	78.14	7.64	8.35	11.8	13.2	346	25	92.77	51	10.90	78.63	5.80	3.50	8.57	3.44	59.86
3.11.2018	365	52.6	85.59	240.00	34.19	85.75	7.82	7.98	10.4	10.7	312	18	94.23	52.6	8.74	83.38	-	-	9.14	2.56	71.99
4.11.2018	371	37.2	89.97	214.00	24.18	88.70	7.68	7.84	12.5	11.8	298	20	93.29	48.7	7.43	84.74	-	-	10.52	3.57	66.06
5.11.2018	274	26.7	90.26	230.00	17.36	92.45	7.39	7.33	17.4	20.1	348	20	94.25	47.2	12.30	73.94	7.10	4.20	7.08	2.79	60.59
6.11.2018	147	19.4	86.80	195.00	12.61	93.53	7.76	7.66	11.3	19.7	190	11	94.21	32.3	10.10	68.73	-	-	13	3.24	75.08
7.11.2018	303	45	85.15	164.00	29.25	82.16	8.39	8.39	11.1	11.1	152	32	78.95	47.6	13.50	71.64	8.30	3.70	10	5.24	47.60
8.11.2018	259	33.6	87.03	170.00	21.84	87.15	7.82	8.39	10.3	11.5	206	29	85.92	56.4	14.60	74.11	8.90	4.20	20.8	4.98	76.06
9.11.2018	215	25.4	88.19	140.00	16.51	88.21	7.87	8.37	11.2	11.2	170	11	93.53	42.8	12.40	71.03	7.30	4.30	8.17	5.45	33.29
10.11.2018	320	28.7	91.03	210.00	18.66	91.12	7.91	8.05	10.8	10.4	280	15	94.64	48.4	9.87	79.61	-	-	9.45	3.54	62.54
11.11.2018	340	36.5	89.26	220.00	23.73	89.22	7.84	7.91	11.3	11.4	264	17	93.56	51.8	10.30	80.12	-	-	10.24	3.84	62.50
12.11.2018	378	36.4	90.37	250.00	23.66	90.54	7.53	7.61	17.6	20.2	590	15	97.46	52.2	14.10	72.99	8.50	4.90	18.8	6.33	66.33
13.11.2018	408	37.1	90.91	270.00	24.12	91.07	8.13	8.13	10.4	10.7	392	13	96.68	52.9	14.60	72.40	8.90	4.20	15.7	6.61	57.90
14.11.2018	485	33.8	93.03	320.00	21.97	93.13	7.51	8.10	19.2	18.7	290	22	92.41	60	17.00	71.67	10.20	5.70	11.1	5.5	50.45
15.11.2018	377	47	87.53	240.00	30.55	87.27	8.10	8.18	10.7	10.5	310	23	92.58	49.4	10.80	78.14	5.70	3.50	11.4	3.66	67.89
16.11.2018	90	24.4	72.86	150.00	15.86	89.43	7.48	7.54	10.4	10.6	115	8	93.04	45.8	11.50	74.89	6.80	3.20	11.2	2.38	78.75
17.11.2018	254	28.7	88.70	160.00	18.66	88.34	7.58	7.62	10.9	11.2	320	15	95.31	62.4	10.20	83.65	-	-	9.87	3.21	67.48
18.11.2018	365	31.8	91.29	231.00	20.67	91.05	7.84	7.90	11.3	10.9	291	14	95.19	57.1	9.87	82.71	-	-	10.47	4.51	56.92
19.11.2018	399	16.9	95.76	260.00	10.99	95.78	7.20	7.49	20.1	19.5	252	8	96.83	45.4	6.81	85.00	-	-	13.5	6.81	49.56
20.11.2018	524	34.9	93.34	350.00	22.69	93.52	7.54	7.41	19.8	19.5	246	18	92.68	43.7	7.01	83.96	-	-	16	3.01	81.19
21.11.2018	565	23.3	95.88	390.00	15.15	96.12	8.24	8.38	8.7	7.9	284	20	92.96	45.6	5.83	87.21	-	-	15.3	2.79	81.76
22.11.2018	421	20.7	95.08	310.00	13.46	95.66	8.05	8.37	9	8.4	274	14	94.89	47.8	5.65	88.18	-	-	14.8	2.64	82.16
23.11.2018	647	24.4	96.23	450.00	15.86	96.48	8.18	7.97	7.3	7.4	273	17	93.77	42.1	8.35	80.17	-	-	15.2	2.61	82.83
24.11.2018	510	36.5	92.84	340.00	23.73	93.02	8.24	8.15	8.9	9	312	18	94.23	47.6	8.25	82.67	-	-	13.5	4.25	68.52
25.11.2018	480	45.8	90.46	321.00	29.77	90.73	7.89	8.08	10	10.8	287	22	92.33	54.8	8.74	84.05	-	-	13.8	3.28	76.23
26.11.2018	340	18.9	94.44	236.00	12.29	94.79	8.26	8.13	8	6.7	358	18	94.97	41	6.38	84.44	-	-	14.2	2.35	83.45
27.11.2018	761	39.5	94.81	465.00	25.68	94.48	8.10	8.31	6.2	6.4	274	15	94.53	45.8	7.28	84.10	-	-	17.7	2.87	83.79
28.11.2018	408	22.8	94.41	265.00	14.82	94.41	8.21	8.28	6.9	6.9	492	16	96.75	48.6	8.29	82.94	-	-	16.9	2.74	83.79
29.11.2018	367	19.7	94.63	240.00	12.81	94.66	8.18	8.28	8.9	9.3	418	20	95.22	45.5	8.04	82.33	-	-	15.1	2.78	81.59
30.11.2018	409	70.2	82.84	270.00	45.63	83.10	8.14	8.30	9.5	9.7	512	23	95.51	50	9.23	81.54	-	-	6.2	3.03	51.13
ORTALAMA	382.2	35.0	89.71	259.03	22.75	90.55	7.87	7.99	11.4	12.2	305	17.8	93.58	48.77	9.98	79.49	7.61	4.18	12.68	3.82	67.75
S. SAPMA	136.7	15.7	5.44	81.18	10.19	4.46	0.31	0.35	3.69	4.54	101	5.46	3.45	5.97	2.85	5.44	1.46	0.72	3.55	1.31	13.12

EK 1 ARALIK AYI ATIKSU ARITIM TESİSİ GİRİŞ ve ÇIKIŞ SUYU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	KOİ (mg/L)			BOİ (mg/L)			pH		SICAKLIK		AKM (mg/L)			TN (mg/L)			NH ₄ -N		NO ₃ -N		TP (mg/L)		
	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	ÇIKIŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	ÇIKIŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM		
1.12.2018	415	28.6	93.11	290	18.59	93.59	7,81	7,64	10.5	10.2	381	18	95.28	48.7	7.42	84.76	-	-	12.8	4.45	65.23		
2.12.2018	470	35.8	92.38	310	23.27	92.49	7,67	7,71	10.3	10.6	410	22	94.63	45.2	6.81	84.93	-	-	8.57	3.44	59.86		
3.12.2018	174	25.1	85.57	115	16.32	85.81	7,79	7,84	10.8	10.8	138	12	91.30	36.1	9.98	72.35	-	-	9.14	2.56	71.99		
4.12.2018	487	20.7	95.75	354	13.46	96.20	7,84	8,16	11	10.8	281	15	94.66	51.4	12.80	75.10	7.70	4.50	10.52	3.57	66.06		
5.12.2018	315	15.9	94.95	241	10.34	95.71	7,94	8,10	10.9	10.3	237	18	92.41	61	15.90	73.93	9.50	4.90	7.08	2.79	60.59		
6.12.2018	180	23.4	87.00	124	15.21	87.73	7,87	7,98	10.8	10.5	198	10	94.95	45.6	13.80	69.74	8.00	4.50	13	3.24	75.08		
7.12.2018	410	28.7	93.00	270	18.66	93.09	7,97	8,04	10.7	11.2	354	25	92.94	53.4	13.20	75.28	7.90	3.70	10	5.24	47.60		
8.12.2018	340	19.5	94.26	231	12.68	94.51	7,69	7,69	10.9	10.5	380	23	93.95	47.5	12.10	74.53	7.20	3.80	20.8	4.98	76.06		
9.12.2018	276	42.3	84.67	184	27.50	85.06	7,82	7,82	10.2	10.2	292	20	93.15	46.8	12.00	74.36	7.10	3.70	8.17	5.45	33.29		
10.12.2018	359	37.9	89.44	240	24.64	89.74	8,10	8,20	9.8	11.2	251	17	93.23	48.1	11.60	75.88	6.90	3.30	9.45	3.54	62.54		
11.12.2018	194	13.7	92.94	130	8.91	93.15	8,12	8,14	10.1	10.9	240	14	94.17	41.9	9.97	76.21	-	-	10.24	3.84	62.50		
12.12.2018	360	32.8	90.89	235	21.32	90.93	7,95	8,08	10.7	11	320	20	93.75	49.8	10.00	79.92	-	-	18.8	6.33	66.33		
13.12.2018	185	17.3	90.65	121	11.25	90.71	7,75	8,15	10.9	9.6	110	22	80.00	38.3	7.24	81.10	-	-	15.7	6.61	57.90		
14.12.2018	204	18.5	90.93	141	12.03	91.47	7,84	7,92	10.5	10.6	140	18	87.14	40.6	4.81	88.15	-	-	11.1	5.5	50.45		
15.12.2018	240	38.1	84.13	165	24.77	84.99	7,91	7,64	10.7	10.3	220	12	94.55	43.5	5.98	86.25	-	-	11.4	3.66	67.89		
16.12.2018	204	42.5	79.17	140	27.63	80.27	7,67	7,81	11.3	10.7	190	18	90.53	41.6	7.12	82.88	-	-	11.2	2.38	78.75		
17.12.2018	412	38.9	90.56	175	25.29	85.55	7,76	7,97	10.7	10.4	328	20	93.90	48.2	7.51	84.42	-	-	9.87	3.21	67.48		
18.12.2018	410	18.5	95.49	270	12.03	95.55	7,68	7,74	10.2	10.7	350	17	95.14	47.6	8.10	82.98	-	-	10.47	4.51	56.92		
19.12.2018	354	41.2	88.36	240	26.78	88.84	7,71	7,67	11.5	10.2	275	16	94.18	49.6	8.88	82.10	-	-	13.5	6.81	49.56		
20.12.2018	387	31.8	91.78	260	20.67	92.05	7,83	7,95	10.6	10.2	358	24	93.30	51.2	9.47	81.50	-	-	16	3.01	81.19		
21.12.2018	342	32.9	90.38	230	21.39	90.70	7,69	7,84	10.2	11.8	287	18	93.73	48.5	9.96	79.46	-	-	15.3	2.79	81.76		
22.12.2018	350	29.4	91.60	235	19.11	91.87	7,78	7,74	11.7	10.6	260	20	92.31	43.6	8.18	81.24	-	-	14.8	2.64	82.16		
23.12.2018	274	34.6	87.37	200	22.49	88.76	7,74	7,68	10.8	10.3	318	26	91.82	47.9	8.93	81.36	-	-	15.2	2.61	82.83		
24.12.2018	310	26.8	91.35	205	17.42	91.50	7,85	7,91	10.7	11.4	294	23	92.18	44.1	8.91	79.80	-	-	13.5	4.25	68.52		
25.12.2018	462	42.3	90.84	312	27.50	91.19	7,64	7,72	10.3	10.8	296	14	95.27	46.2	8.54	81.52	-	-	13.8	3.28	76.23		
26.12.2018	451	24.2	94.63	300	15.73	94.76	7,81	7,93	10.9	10.4	318	18	94.34	42.7	7.45	82.55	-	-	14.2	2.35	83.45		
27.12.2018	520	32.8	93.69	314	21.32	93.21	7,75	7,87	11.2	11.2	280	17	93.93	47.2	8.51	81.97	-	-	17.7	2.87	83.79		
28.12.2018	413	13.3	96.78	270	8.65	96.80	7,68	7,80	10.8	10.4	385	20	94.81	51.5	9.54	81.48	-	-	16.9	2.74	83.79		
29.12.2018	342	25.9	92.43	341	16.84	95.06	7,82	7,65	10.4	10.8	310	19	93.87	48.6	8.63	82.24	-	-	15.1	2.78	81.59		
30.12.2018	286	34.1	88.08	220	22.17	89.93	7,69	7,92	10.8	10.5	260	17	93.46	43.7	7.46	82.93	-	-	6.2	3.03	51.13		
31.12.2018	368	28.4	92.28	231	18.46	92.01	7,64	7,92	10.7	10.4	379	20	94.72	48.9	9.51	80.55							
ORTALAMA	338.5	28.9	90.79	228.84	18.79	91.07	7,80	7,88	10.7	10.63	285.2	18.5	93.02	46.74	9.36	80.05	7.76	4.06	12.68	3.82	67.75		
S. SAPMA	97.71	8.86	3.85	67.27	5.76	3.83	0,12	0,17	0.41	0.43	76.18	3.80	2.93	4.76	2.44	4.36	0.88	0.58	3.55	1.31	13.12		

EK 1 OCAK AYI ATIKSU ARITIM TESİSİ GİRİŞ ve ÇIKIŞ SUYU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	KOİ (mg/L)			BOİ (mg/L)			pH		SICAKLIK		AKM (mg/L)			TN (mg/L)			NH ₄ -N	NO ₃ -N	TP (mg/L)		
	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	ÇIKIŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM
1.01.2019	470	21	95.53	315.00	13.65	95.67	7,83	7,84	10.8	10.4	410	22	94.63	51.2	8.61	83.18	-	-	9.57	2.54	73.46
2.01.2019	285	19.5	93.16	197.00	12.68	93.57	7,81	7,71	10.4	10.6	360	20	94.44	41.3	7.52	81.79	-	-	8.47	2.19	74.14
3.01.2019	389	25.1	93.55	257.00	16.32	93.65	7,68	7,84	10.6	10.8	297	20	93.27	47.5	9.98	78.99	-	-	5.98	2.1	64.88
4.01.2019	410	34.1	91.68	264.00	22.17	91.60	7,85	8,16	10.9	10.8	378	24	93.65	43.7	7.82	82.11	-	-	6.15	2.43	60.49
5.01.2019																					
6.01.2019																					
7.01.2019	378	47.5	87.43	250.00	30.88	87.65	7,68	8,04	10.8	11.2	412	24	94.17	41.2	8.52	79.32	-	-	5.4	3.1	42.59
8.01.2019	281	10.8	96.16	187.00	7.02	96.25	7,54	7,69	10.9	10.5	480	21	95.63	45.2	9.46	79.07	-	-	4.48	2.59	42.19
9.01.2019	340	32.4	90.47	223.00	21.06	90.56	7,49	7,82	10.7	10.2	462	24	94.81	47.2	8.10	82.84	-	-	5.3	1.89	64.34
10.01.2019	343	19.5	94.31	224.00	12.68	94.34	7,74	8,2	11.2	11.2	328	19	94.21	44.3	5.26	88.13	-	-	5.48	2.15	60.77
11.01.2019	420	38	90.95	280.00	24.70	91.18	7,91	8,14	10.6	10.9	346	24	93.06	41.8	7.53	81.99	-	-	6.84	2.51	63.30
12.01.2019																					
13.01.2019																					
14.01.2019	493	11.2	97.73	321.00	7.28	97.73	7,68	7,92	10.9	10.6	384	23	94.01	58.4	18.80	67.81	12.30	4.10	13.9	2.99	78.49
15.01.2019	374	69	81.55	245.00	44.85	81.69	7,75	7,64	11.3	10.3	390	18	95.38	64	15.30	76.09	9.60	3.80	10.9	5.17	52.57
16.01.2019	261	37.5	85.63	179.00	24.38	86.38	7,62	7,81	11.4	10.7	270	24	91.11	46.4	17.50	62.28	8.50	5.30	9.7	4.15	57.22
17.01.2019	316	31.4	90.06	215.00	20.41	90.51	7,68	7,97	11.6	10.4	418	24	94.26	56.1	13.20	76.47	7.90	3.70	8.21	3.86	52.98
18.01.2019	358	28.6	92.01	241.00	18.59	92.29	7,71	7,74	10.8	10.7	428	26	93.93	52.7	11.40	78.37	6.50	3.50	9.82	2.47	74.85
19.01.2019																					
20.01.2019																					
21.01.2019	290	17.6	93.93	197.00	11.44	94.19	7,81	7,84	10.3	11.8	428	26	93.93	45.1	20.80	53.88	13.50	5.70	18	1.99	88.94
22.01.2019	533	12.6	97.64	365.00	8.19	97.76	7,58	7,74	10.6	10.6	380	26	93.16	69	18.00	73.91	12.30	4.50	20.7	1.95	90.58
23.01.2019	595	12.6	97.88	391.00	8.19	97.91	7,82	7,68	10.8	10.3	410	22	94.63	69	18.00	73.91	12.60	4.70	20.7	2.05	90.10
24.01.2019	392	34.5	91.20	264.00	22.43	91.51	7,68	7,91	10.7	11.4	520	24	95.38	48.9	13.80	71.78	8.20	4.40	5.67	2.83	50.09
25.01.2019	508	16.9	96.67	354.00	10.99	96.90	7,59	7,72	10.5	10.8	387	23	94.06	49	20.70	57.76	14.10	5.30	20.3	1.75	91.38
26.01.2019																					
27.01.2019																					
28.01.2019	460	11.8	97.43	312.00	7.67	97.54	7,61	7,8	11.1	10.4	412	20	95.15	47.2	19.40	58.90	19.80	4.80	9.98	1.56	84.37
29.01.2019	205	20.8	89.85	140.00	13.52	90.34	7,68	7,65	11.6	10.8	584	19	96.75	38.5	17.40	54.81	12.50	5.20	10.3	2.06	80.00
30.01.2019	570	20.8	96.35	380.00	13.52	96.44	7,52	7,92	10.8	10.5	367	17	95.37	38.5	17.40	54.81	12.50	5.20	10.3	2.06	80.00
31.01.2019	510	37.4	92.67	414.00	24.31	94.13	7,71	7,92	10.3	10.4	371	18	95.15	48.2	15.10	68.67	10.80	3.90	10.85	2.87	73.55
ORTALAMA	399.2	26.0	92.78	270.22	17.26	93.03	7,69	7,86	10.8	10.71	400.9	22.1	94.35	49.32	13.46	72.47	10.97	4.53	10.30	2.58	69.19
S. SAPMA	104.4	14.0	4.17	74.54	9.04	4.08	0,11	0,16	0.37	0.39	67.89	2.75	1.13	8.71	4.97	10.55	2.55	0.71	5.11	0.85	15.27

EK 1 ŞUBAT AYI ATIKSU ARITIM TESİSİ GİRİŞ ve ÇIKIŞ SUYU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	KOİ (mg/L)			BOİ (mg/L)			pH		SICAKLIK		AKM (mg/L)			TN (mg/L)			NH ₄ -N	NO ₃ -N	TP (mg/L)		
	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	ÇIKIŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM
01.02.2019	473	42,5	91,01	312	27.63	91.15	7,85	7,74	11,2	10,7	458	23	94,98	47,3	13,7	71,04	8.20	2.70	9,14	3,10	66,08
02.02.2019																					
03.02.2019																					
04.02.2019	410	14,4	96,49	257	9.36	96.36	7,92	7,8	10,5	10,8	340	20	94,12	49,7	19,2	61,37	12.80	4.50	5,02	2,11	57,97
05.02.2019	339	15,6	95,40	231	10.14	95.61	7,90	7,87	10,8	10,5	370	23	93,78	59,3	25,1	57,67	16.50	7.80	17	2,45	85,59
06.02.2019	558	17,1	96,94	363	11.12	96.94	7,88	7,82	10,5	10,8	946	14	98,52	58,1	21	63,86	13.00	6.00	19,5	2,73	86,00
07.02.2019	528	20,3	96,16	365	13.20	96.38	7,90	7,82	10,5	10,8	432	10	97,69	40,2	12,1	69,90	7.20	3.80	18,3	4,41	75,90
08.02.2019	564	17,1	96,97	366	11.12	96.96	7,91	7,82	10,6	10,8	674	37	94,51	25,8	15,9	38,37	10.20	3.70	18	3,18	82,33
09.02.2019																					
10.02.2019																					
11.02.2019	341	14,5	95,75	214	9.43	95.60	7,91	7,82	10,6	10,8	500	30	94,00	82,6	12,9	84,38	8.10	3.50	20,20	3,32	83,56
12.02.2019	458	23,2	94,93	305	15.08	95.06	7,82	7,74	10,4	10,9	450	28	93,78	59	10,3	82,54	-	-	17,80	3,55	80,06
13.02.2019	400	18,5	95,38	271	12.03	95.56	7,68	7,78	10,4	10,5	470	31	93,40	55	9,43	82,85	-	-	10	2,49	75,10
14.02.2019	461	26,8	94,19	363	17.42	95.20	7,82	7,78	10,7	10,4	540	20	96,30	46,3	9,81	78,81	-	-	9,16	2,68	70,74
15.02.2019	500	27	94,60	325	17.55	94.60	7,87	7,75	10,8	10,4	428	32	92,52	45	10	77,78	-	-	10	3	70,00
16.02.2019																					
17.02.2019																					
18.02.2019	553	12,4	97,76	397	8.06	97.97	7,86	7,82	11,5	11	386	17	95,60	59,00	12,80	78,31	8.40	3.30	21	4,92	76,57
19.02.2019	486	20	95,88	365	13.00	96.44	7,82	7,81	10,8	10,6	334	7	97,90	40	13,30	66,75	8.60	3.20	15	2,5	83,33
20.02.2019	260	41,4	84,08	38	26.91	93.01	7,86	7,83	10,8	10,7	400	9	97,75	67,2	12,30	81,70	7.20	3.20	17,3	4,96	71,33
21.02.2019	435	18,6	95,72	351	12.09	96.56	7,79	7,74	10,4	10,8	460	18	96,09	48,2	10,10	79,05	-	-	14,6	5,37	63,22
22.02.2019	450	19,1	95,76	321	12.42	96.13	7,83	7,91	10,9	10,7	450	17	96,22	50	9,4	81,20	-	-	21	4,9	76,67
23.02.2019																					
24.02.2019																					
25.02.2019	474	33,1	93,02	287	21.52	92.50	7,89	7,84	10,50	10,9	512	24	95,31	45,2	10,8	76,11	5.80	3.50	11,5	2,86	75,13
26.02.2019	482	18,9	96,08	299	12.29	95.89	7,81	7,74	10,7	11	486	27	94,44	43,2	11,3	73,84	6.50	3.30	13,5	3,12	76,89
27.02.2019	200	34,4	82,80	131	22.36	82.93	7,84	7,82	10,9	10,6	450	20	95,56	62,7	16,1	74,32	12.60	5.20	23,7	5,3	77,64
28.02.2019	412	22	94,66	282	14.30	94.93	7,60	7,70	9	8	156	14	91,03	66,7	12,1	81,86	7.20	3.80	18,5	4,06	78,05
ORTALAMA	439,2	22,8	94,18	309.5	14.85	94.79	7,84	7,80	10,63	10,6	462	21	95,17	52,53	13,38	73,09	9.45	4.11	15,51	3,55	75,61
S. SAPMA	95,61	8,74	3,96	66.2	5.68	3.23	0,08	0,05	0,47	0,63	151	8,15	1,92	12,38	4,20	11,19	3.12	1.38	4,98	1,06	7,39

EK 1 MART AYI ATIKSU ARITIM TESİSİ GİRİŞ ve ÇIKIŞ SUYU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	KOİ (mg/L)			BOİ (mg/L)			pH		SICAKLIK		AKM (mg/L)			TN (mg/L)			NH ₄ -N	NO ₃ -N	TP (mg/L)		
	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	ÇIKIŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM
01.03.2019	400	25,00	93,75	263.00	16.25	93.82	7,5	7,58	18,2	18,9	420,0	29	93,10	60,0	11,00	81,67	6.00	4.00	17,00	3,60	78,82
02.03.2019																					
03.03.2019																					
04.03.2019	602	26,30	95,63	426.00	17.10	95.99	7,62	7,59	17,5	17,8	500,0	26	94,80	62,5	12,00	80,80	7.20	3.70	18,00	7,25	59,72
05.03.2019	510	25,00	95,10	354.00	16.25	95.41	7,68	7,62	17,2	18,1	460,0	28	93,91	60,0	11,50	80,83	6.80	3.20	15,00	2,50	83,33
06.03.2019	450	22,00	95,11	294.00	14.30	95.14	7,62	7,65	18,3	18,4	540,0	15	97,22	50,0	11,00	78,00	6.00	4.00	12,00	3,06	74,50
07.03.2019	400	20,30	94,93	254.00	13.20	94.81	7,65	7,68	18,6	18,4	600,0	24	96,00	55,0	10,10	81,64	-	-	12,00	2,02	83,17
08.03.2019	720	24,20	96,64	432.00	15.73	96.36	7,72	7,56	19,2	18,7	612,0	19	96,90	61,5	8,89	85,54	-	-	22,00	2,35	89,32
09.03.2019																					
10.03.2019																					
11.03.2019	398	17,00	95,73	265.00	11.05	95.83	7,58	7,65	18,7	18,4	612,0	25	95,92	51,7	11,30	78,14	6.70	3.10	18,00	3,02	83,22
12.03.2019	685	30,50	95,55	472.00	19.83	95.80	7,68	7,61	18,9	19,2	580,0	39	93,28	58,0	11,10	80,86	6.10	4.20	22,40	2,85	87,28
13.03.2019	590	28,60	95,15	395.00	18.59	95.29	7,72	7,68	17,6	18,4	496,0	27	94,56	58,1	10,90	81,24	5.90	3.9	26,30	2,68	89,81
14.03.2019	652	31,20	95,21	416.00	20.28	95.13	7,68	7,63	18,1	18,5	420,0	30	92,86	86,7	10,20	88,24	-	-	24,70	2,62	89,39
15.03.2019	240	18,10	92,46	254.00	11.77	95.37	7,58	7,54	17,6	18,2	450,0	26	94,22	58,3	9,49	83,72	-	-	26,50	1,75	93,40
16.03.2019																					
17.03.2019																					
18.03.2019	389	12,00	96,92	284.00	7.80	97.25	7,65	7,68	18,3	18,7	296,0	5	98,31	47,4	13,30	71,94	7.10	4.70	23,10	3,36	85,45
19.03.2019	359	18,00	94,99	264.00	11.70	95.57	7,68	7,62	18,10	18,60	420,0	10	97,62	46,5	12,00	74,19	7.10	3.90	18,00	2,86	84,11
20.03.2019	510	32,00	93,73	365.00	20.80	94.30	7,59	7,62	18,60	18,40	350,0	23	93,43	48,0	11,60	75,83	6.50	3.80	18,60	3,20	82,80
21.03.2019	350	15,80	95,49	296.00	10.27	96.53	7,63	7,69	18,50	18,30	116,0	12	89,66	47,8	9,28	80,59	-	-	23,40	3,65	84,40
22.03.2019	452	15,10	96,66	287.00	9.82	96.58	7,74	7,62	18,60	18,70	254,0	8	96,85	61,3	8,70	85,81	-	-	23,00	9,62	58,17
23.03.2019																					
24.03.2019																					
25.03.2019	220	13,90	93,68	164.00	9.04	94.49	7,68	7,62	18,6	18,9	276,0	29	89,49	49,3	9,82	80,08	-	-	18,3	2,66	85,46
26.03.2019	115	10,80	90,61	154.00	7.02	95.44	7,59	7,61	18,30	18,40	52,0	11	78,85	43,5	4,82	88,92	-	-	21,7	2,66	87,74
27.03.2019	289	14,60	94,95	194.00	9.49	95.11	7,61	7,62	18,20	18,60	242,0	13	94,63	37,2	4,65	87,50	-	-	22,00	2,89	86,86
28.03.2019	450	13,20	97,07	270.00	8.58	96.82	7,82	7,75	18,60	18,40	518,0	12	97,68	60,7	11,60	80,89	6.10	4.20	23,60	2,68	88,64
29.03.2019	238	22,90	90,38	134.00	14.89	88.89	7,74	7,69	17,60	18,10	142,0	14	90,14	43,2	12,10	71,99	8.20	3.1	25,60	2,73	89,34
30.03.2019																					
31.03.2019																					
ORTALAMA	429,4	20,79	94,75	297.00	13.51	95.23	7,66	7,63	18,25	18,48	397,90	20,2	93,78	54,60	10,25	80,88	6.64	3.82	20,53	3,33	83,09
S. SAPMA	161,2	6,63	1,81	94.98	4.31	1.68	0,07	0,05	0,51	0,31	168,16	9,07	4,28	10,34	2,17	4,81	0.69	0.48	4,29	1,79	9,02

EK 1 NİSAN AYI ATIKSU ARITIM TESİSİ GİRİŞ ve ÇIKIŞ SUYU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	KOİ (mg/L)			BOİ (mg/L)			pH		SICAKLIK		AKM (mg/L)			TN (mg/L)			NH ₄ -N	NO ₃ -N	TP (mg/L)		
	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	GİRİŞ	ÇIKIŞ	% VERİM	ÇIKIŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	%VERİM
1.4.2019	365	2.87	99.21	231.00	1.87	99.19	7.62	7.58	18.7	18.9	292.0	9	96.92	43.6	12.30	71.79	6,1	4.00	8.92	3.46	61.21
2.4.2019	539	6.85	98.73	341.00	4.45	98.69	7.59	7.68	18.7	18.5	542.0	3	99.45	50.7	10.90	78.50	5,8	4,20	8.30	3.22	61.20
3.4.2019	498	28.70	94.24	340.00	18.66	94.51	7.59	7.64	18.9	18.2	594.0	7	98.82	40.8	8.89	78.21	-	-	8.98	3.12	65.26
4.4.2019	367	14.60	96.02	240.00	9.49	96.05	7.74	7.68	19.1	19.3	848.0	29	96.58	55.4	16.20	70.76	12,8	3.70	8.20	3.55	56.71
5.4.2019	580	13.00	97.76	380.00	8.45	97.78	7.58	7.61	19.9	20.1	710.0	16	97.75	63.7	11.50	81.95	6.80	3.20	24.30	4.21	82.67
6.4.2019																					
7.4.2019																					
8.4.2019	403	27.20	93.25	270.00	17.68	93.45	7.62	7.59	19.7	19.6	648.0	8	98.77	63.1	14.40	77.18	8,2	3,8	17.40	5.24	69.89
9.4.2019	174	18.30	89.48	141.00	11.90	91.56	7.64	7.56	19.8	19.7	130.0	9	93.08	44.5	10.30	76.85	7,2	2,9	17.40	5.47	68.56
10.4.2019	357	16.00	95.52	230.00	10.40	95.48	7.54	7.5	19.8	19.6	270.0	9	96.67	58.9	13.20	77.59	8,10	3,5	29.20	4.46	84.73
11.4.2019	360	29.00	91.94	214.00	18.85	91.19	7.6	7.57	20.1	19.4	440.0	34	92.27	70.9	12.80	81.95	6.70	3.10	22.00	3.68	83.27
12.4.2019	573	18.90	96.70	380.00	12.29	96.77	7.62	7.59	20.2	19.6	482.0	15	96.89	65.0	13.00	80.00	6.10	4.20	21.30	3.33	84.37
13.4.2019																					
14.4.2019																					
15.4.2019	578	29.30	94.93	384.00	19.05	95.04	7.72	7.68	19.6	19.4	520.0	27	94.81	77.0	13.60	82.34	6,8	4,2	28.70	2.85	90.07
16.4.2019	970	167.0	82.78	542.00	108.5	79.97	7.65	7.64	19.3	19.5	884.0	383	56.67	82.0	25.50	68.90	16,5	4,8	24.40	8.02	67.13
17.4.2019	922	21.70	97.65	593.00	14.11	97.62	7.62	7.62	19.6	19.7	1130.0	44	96.11	71.5	9.78	86.32	-	-	2.67	2.67	0.00
18.4.2019	371	14.60	96.06	315.00	9.49	96.99	7.71	7.69	20.1	19.6	628.0	19	96.97	49.1	9.04	81.59	-	-	22.00	2.29	89.59
19.4.2019	352	8.34	97.63	365.00	5.42	98.51	7.62	7.65	19.50	19.70	374.0	4	98.93	55.1	10.20	81.49	-	-	23.40	2.44	89.57
20.4.2019																					
21.4.2019																					
22.4.2019	471	36.50	92.25	354.00	23.73	93.30	7.75	7.69	19.50	19.10	358.0	12	96.65	48.2	9.12	81.08	-	-	19.50	2.65	86.41
23.4.2019																					
24.4.2019	299	16.90	94.35	254.00	10.99	95.68	7.69	7.65	19.6	19.6	202.0	5	97.52	47.5	17.00	64.21	10,8	5,2	23.00	4.45	80.65
25.4.2019	588	103.0	82.48	390.00	66.95	82.83	7.68	7.62	19.5	19.8	346.0	178	48.55	60.0	20.30	66.17	7,6	12,5	25.6	5.66	77.89
26.4.2019	571	27.20	95.24	384.00	17.68	95.40	7.32	7.29	19.50	19.20	588.0	31	94.73	81.7	10.40	87.27	5,1	4,6	28.7	5.12	82.16
27.4.2019																					
28.4.2019																					
29.4.2019	409	32.60	92.03	370.00	21.19	94.27	7.61	7.59	19.50	19.37	520.0	24	95.38	52.3	11.00	78.97	6,9	3.1	22.60	2.11	90.66
30.4.2019	384	29.60	92.29	254.00	19.24	92.43	7.65	7.63	19.56	19.41	250.0	15	94.00	65.3	10.60	83.77	5,8	3,7	23.40	1.96	91.62
ORTALAMA	482.4	31.53	93.84	332.00	20.50	94.13	7.63	7.61	19.53	19.39	512.19	41.9	92.26	59.35	12.86	77.95	6.53	3.55	19.52	3.81	74.46
S. SAPMA	189.4	36.96	4.49	105.96	24.02	4.82	0.09	0.09	0.41	0.43	246.16	86.3	13.38	12.34	4.09	6.26	2.64	1.80	7.69	1.48	20.33

EK 2 EYLÜL AYI HAVALANDIRMA HAVUZU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	MLSS (mg/L)	MLVSS (mg/L)	MLVSS/MLSS (mg/L)	SVI (g/L)	pH	IMHOFF (ml/L)	SICAKLIK (°C)
1.9.2018	8290	4128	0.498	72.38	7.41	600	27.6
2.9.2018	7890	3890	0.493	69.71	7.46	550	27.9
3.9.2018	7844	3824	0.488	60.56	7.49	475	28.0
4.9.2018	8230	3520	0.428	72.90	7.34	600	26.8
5.9.2018	8804	4360	0.495	73.83	7.44	650	27.3
6.9.2018	9368	4652	0.497	69.39	7.21	650	26.7
7.9.2018	10188	5224	0.513	68.71	7.40	700	27.5
8.9.2018	8650	4274	0.494	75.14	7.38	650	27.3
9.9.2018	7650	3720	0.486	78.43	7.42	600	27.4
10.9.2018	6364	2972	0.467	78.57	7.47	500	26.8
11.9.2018	9988	4968	0.497	70.08	7.03	700	26.3
12.9.2018	7224	3492	0.483	83.06	7.16	600	26.3
13.9.2018	6984	3218	0.461	75.89	7.07	530	26.0
14.9.2018	9048	4720	0.522	71.84	7.13	650	26.8
15.9.2018	8850	4380	0.495	67.80	7.16	600	26.7
16.9.2018	7860	3950	0.503	63.61	7.14	500	26.5
17.9.2018	6040	2900	0.480	64.57	7.15	390	26.5
18.9.2018	9508	4708	0.495	73.62	7.17	700	25.9
19.9.2018	7450	4760	0.639	67.11	7.07	500	26.1
20.9.2018	9304	4696	0.505	75.24	7.04	700	25.7
21.9.2018	8524	4870	0.571	70.39	7.24	600	26.1
22.9.2018	8176	4150	0.508	79.50	7.22	650	25.9
23.9.2018	7980	3980	0.499	75.19	7.18	600	26.3
24.9.2018	7608	3727.9	0.490	78.86	7.10	600	25.8
25.9.2018	8364	4652	0.556	71.74	7.12	600	26.2
26.9.2018	8526	4220	0.495	82.10	7.16	700	25.6
27.9.2018	8260	4072	0.493	72.64	7.06	600	25
28.9.2018	8564	4192	0.489	75.90	7.01	650	25.4
29.9.2018	7980	3960	0.496	81.45	7.08	650	25.7
30.9.2018	8420	4180	0.496	71.26	7.12	600	25.10
ORTALAMA	8264.53	4145.33	0.50	73.05	7.21	603.17	26.44
S. SAPMA	939.14	574.39	0.04	5.46	0.15	75.28	0.79

EK 2 EKİM AYI HAVALANDIRMA HAVUZU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	MLSS (mg/L)	MLVSS (mg/L)	MLVSS/MLSS (mg/L)	SVI (g/L)	pH	IMHOFF (ml/L)	SICAKLIK (°C)
1.10.2018	7448	4272	0.57	87.27	7.45	650	25.3
2.10.2018	9244	4529	0.49	75.72	7.21	700	25.3
3.10.2018	9684	4774	0.49	67.12	7.28	650	26.1
4.10.2018	9444	4984	0.53	74.12	7.15	700	25.6
5.10.2018	9492	4732	0.50	73.75	7.24	700	25.8
6.10.2018	9178	4870	0.53	74.09	7.21	680	25.3
7.10.2018	9210	4896	0.53	74.92	7.24	690	25.1
8.10.2018	9452	4760	0.50	74.06	7.22	700	25.8
9.10.2018	9996	5010	0.50	80.03	7.08	800	24.9
10.10.2018	10788	5340	0.49	74.16	7.08	800	23.5
11.10.2018	10865	5378	0.49	73.63	7.09	800	23.6
12.10.2018	10120	5024	0.50	77.08	7.22	780	23.9
13.10.2018	9740	4780	0.49	82.14	7.17	800	22.9
14.10.2018	9650	4850	0.50	86.01	7.10	830	23.5
15.10.2018	9520	4712	0.49	89.29	7.08	850	24.3
16.10.2018	9520	4850	0.51	84.03	7.14	800	24.2
17.10.2018	8234	4106	0.50	85.01	7.16	700	24.9
18.10.2018	8632	4332	0.50	81.09	7.14	700	24.2
19.10.2018	8352	4112	0.49	89.80	7.18	750	23.1
20.10.2018	8540	4620	0.54	86.65	7.20	740	24.5
21.10.2018	8840	4750	0.54	85.97	7.15	760	23.1
22.10.2018	9572	4924	0.51	78.35	7.05	750	23.5
23.10.2018	6972	3750	0.54	86.06	7.20	600	20.0
24.10.2018	8952	4520	0.50	83.78	7.18	750	19.8
25.10.2018	10064	5964	0.59	74.52	7.25	750	20.0
26.10.2018	9260	4871	0.53	80.99	6.95	750	22.4
27.10.2018	8960	4982	0.56	87.05	7.20	780	21.5
28.10.2018	8540	4784	0.56	86.65	7.13	740	21.7
29.10.2018	7986	4620	0.58	86.40	7.21	690	20.9
30.10.2018	8420	4570	0.54	77.20	7.16	650	21.30
31.10.2018	7854	4230	0.54	80.21	7.21	630	20.8
ORTALAMA	9113.84	4738.58	0.52	80.55	7.17	731.29	23.45
S. SAPMA	886.91	417.61	0.03	5.93	0.09	61.68	1.89

EK 2 KASIM AYI HAVALANDIRMA HAVUZU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	MLSS (mg/L)	MLVSS (mg/L)	MLVSS/MLSS (mg/L)	SVI (g/L)	pH	IMHOFF (ml/L)	SICAKLIK (°C)
1.11.2018	5644	3177	0.563	88.59	7.06	500	21.3
2.11.2018	6776	3875	0.572	54.60	7.06	370	20.8
3.11.2018	5347	3080	0.576	74.81	7.10	400	19.7
4.11.2018	6180	3620	0.586	63.11	7.14	390	19.4
5.11.2018	6283	3587	0.571	55.71	7.24	350	19.5
6.11.2018	5894	3347	0.568	59.38	7.12	350	20.8
7.11.2018	9056	5264	0.581	55.21	7.21	500	20.1
8.11.2018	8028	4696	0.585	62.28	7.05	500	20.0
9.11.2018	8352	4457	0.534	59.87	7.12	500	19.1
10.11.2018	7568	4336	0.573	66.07	7.18	500	19.5
11.11.2018	8427	4938	0.586	59.33	7.20	500	20.0
12.11.2018	6992	4068	0.582	64.36	7.30	450	21.0
13.11.2018	6288	3684	0.586	76.34	7.25	480	19.5
14.11.2018	7528	3292	0.437	59.78	7.40	450	19.1
15.11.2018	6974	4052	0.581	71.69	7.42	500	19.3
16.11.2018	7428	4342	0.585	74.04	7.40	550	18.7
17.11.2018	6874	4028	0.586	77.10	7.35	530	19.5
18.11.2018	7520	4338	0.577	66.49	7.28	500	19.2
19.11.2018	7872	4572	0.581	69.87	7.20	550	20.0
20.11.2018	7640	4358	0.570	75.92	7.22	580	19.3
21.11.2018	7846	4558	0.581	76.47	7.28	600	19.9
22.11.2018	6984	4058	0.581	78.75	7.27	550	19.6
23.11.2018	7450	4418	0.593	73.83	7.17	550	19.2
24.11.2018	6984	4022	0.576	83.05	7.23	580	19.5
25.11.2018	8236	4778	0.580	67.99	7.28	560	18.5
26.11.2018	8260	4820	0.584	69.01	7.23	570	18.9
27.11.2018	7480	4594	0.614	80.21	7.20	600	18.5
28.11.2018	7992	4812	0.602	75.08	7.28	600	19.3
29.11.2018	8126	4894	0.602	73.84	7.25	600	18.9
30.11.2018	8450	5068	0.600	76.92	7.21	650	18.40
ORTALAMA	7349.30	4237.77	0.58	69.66	7.22	510.33	19.55
S. SAPMA	907.56	583.80	0.03	8.85	0.10	78.98	0.73

EK 2 ARALIK AYI HAVALANDIRMA HAVUZU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	MLSS (mg/L)	MLVSS (mg/L)	MLVSS/MLSS (mg/L)	SVI (g/L)	pH	IMHOFF (ml/L)	SICAKLIK (°C)
1.12.2018	8640	5830	0.67	69.44	7.23	600	18.9
2.12.2018	8510	5973	0.70	74.03	7.20	630	19.2
3.12.2018	9256	5605	0.61	70.22	7.19	650	18.4
4.12.2018	9180	5478	0.60	70.81	7.21	650	18.4
5.12.2018	9420	5710	0.61	72.19	7.22	680	19.5
6.12.2018	7840	4678	0.60	70.15	7.20	550	19.1
7.12.2018	7650	4560	0.60	71.90	7.21	550	19.7
8.12.2018	7894	4382	0.56	76.01	7.24	600	18.3
9.12.2018	8120	4610	0.57	77.59	7.23	630	18.7
10.12.2018	8560	4968	0.58	75.93	7.21	650	19.3
11.12.2018	8616	5169	0.60	69.64	7.24	600	19.1
12.12.2018	7364	4276	0.58	81.48	7.28	600	18.6
13.12.2018	9383	5528	0.59	72.47	7.25	680	18.6
14.12.2018	8450	4954	0.59	76.92	7.27	650	18.2
15.12.2018	8130	4873	0.60	73.80	7.18	600	17.3
16.12.2018	7964	4741	0.60	72.83	7.16	580	18.1
17.12.2018	7146	4190	0.59	81.16	7.25	580	17.8
18.12.2018	6974	4092	0.59	78.86	7.20	550	18.1
19.12.2018	6742	3953	0.59	74.16	7.24	500	18.5
20.12.2018	6287	3664	0.58	71.58	7.21	450	18.7
21.12.2018	6483	3794	0.59	77.12	7.28	500	18.5
22.12.2018	6580	4360	0.66	72.95	7.26	480	18.8
23.12.2018	6140	5140	0.84	81.43	7.24	500	17.5
24.12.2018	6380	6380	1.00	78.37	7.26	500	18.2
25.12.2018	6570	3837	0.58	76.10	7.19	500	18.4
26.12.2018	6740	3952	0.59	77.15	7.23	520	18.6
27.12.2018	6830	4025	0.59	77.60	7.24	530	18.3
28.12.2018	6920	4012	0.58	79.48	7.22	550	18.8
29.12.2018	7490	4372	0.58	70.76	7.19	530	17.6
30.12.2018	7672	4562	0.59	71.69	7.26	550	18.3
31.12.2018	7650	4485	0.59	65.36	7.24	500	17.9
ORTALAMA	7663.90	4714.61	0.62	74.49	7.23	569.03	18.50
S. SAPMA	981.79	715.02	0.09	4.01	0.03	63.58	0.56

EK 2 OCAK AYI HAVALANDIRMA HAVUZU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	MLSS (mg/L)	MLVSS (mg/L)	MLVSS/MLSS (mg/L)	SVI (g/L)	pH	IMHOFF (ml/L)	SICAKLIK (°C)
1.1.2019	7950	4648	0.58	65.40	7.27	520	18.0
2.1.2019	7429	4354	0.59	71.34	7.20	530	19.2
3.1.2019	7659	4586	0.60	71.81	7.19	550	18.4
4.1.2019	7482	4562	0.61	73.51	7.21	550	18.4
5.1.2019							
6.1.2019							
7.1.2019	7650	4560	0.60	71.90	7.21	550	19.7
8.1.2019	7682	4742	0.62	78.10	7.24	600	18.3
9.1.2019	7940	4908	0.62	75.56	7.23	600	18.7
10.1.2019	8460	5194	0.61	70.92	7.21	600	19.3
11.1.2019	7350	4637	0.63	77.55	7.24	570	19.1
12.1.2019							
13.1.2019							
14.1.2019	7423	4542	0.61	80.83	7.27	600	18.2
15.1.2019	6570	4020	0.61	83.71	7.18	550	17.3
16.1.2019	5240	3202	0.61	76.34	7.16	400	18.1
17.1.2019	5480	3280	0.60	69.34	7.25	380	17.8
18.1.2019	5380	3174	0.59	59.48	7.20	320	18.1
19.1.2019							
20.1.2019							
21.1.2019	5380	3174	0.59	56.90	7.28	300	18.5
22.1.2019	5440	3347	0.62	64.34	7.26	350	18.8
23.1.2019	5560	3456	0.62	62.95	7.24	350	17.5
24.1.2019	6018	3624	0.60	61.48	7.26	370	18.2
25.1.2019	6240	3875	0.62	96.15	7.19	600	18.4
26.1.2019							
27.1.2019							
28.1.2019	5870	3610	0.61	76.66	7.22	450	18.8
29.1.2019	4890	3061	0.63	61.72	7.19	300	17.6
30.1.2019	7672	4562	0.59	52.14	7.26	400	18.3
31.1.2019	7482	4721	0.63	61.48	7.24	460	17.9
ORTALAMA	6706.39	4079.96	0.608	70.42	7.23	473.91	18.37
S. SAPMA	1113.52	678.91	0.01	9.92	0.03	109.41	0.59

EK 2 ŞUBAT AYI HAVALANDIRMA HAVUZU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	MLSS (mg/L)	MLVSS (mg/L)	MLVSS/MLSS (mg/L)	SVI (g/L)	pH	IMHOFF (ml/L)	SICAKLIK (°C)
01.02.2019	7642	4806	0,63	65,43	7,24	500	17,4
02.02.2019							
03.02.2019							
04.02.2019	7456	4591	0,62	80,47	7,21	600	17,5
05.02.2019	7542	4650	0,62	79,55	7,25	600	18,1
06.02.2019	7830	4821	0,62	76,63	7,20	600	17,5
07.02.2019	7616	4880	0,64	78,78	7,20	600	17,5
08.02.2019	7536	4823	0,64	79,62	7,21	600	15,5
09.02.2019							
10.02.2019							
11.02.2019	7200	4790	0,67	80,56	7,21	580	18,0
12.02.2019	7125	4600	0,65	84,21	7,23	600	19,0
13.02.2019	7200	4670	0,65	83,33	7,21	600	19,4
14.02.2019	7325	4583	0,63	81,91	7,27	600	18,9
15.02.2019	7350	4596	0,63	81,63	7,27	600	18,7
16.02.2019							
17.02.2019							
18.02.2019	7610	4782	0,63	72,27	7,24	550	18,9
19.02.2019	7280	4626	0,64	82,42	7,23	600	18,8
20.02.2019	7300	4650	0,64	82,19	7,27	600	18,5
21.02.2019	7460	4655	0,62	91,15	7,22	680	18,7
22.02.2019	7465	4650	0,62	87,07	7,28	650	18,6
23.02.2019							
24.02.2019							
25.02.2019	7315	4589	0,63	82,02	7,24	600	19,3
26.02.2019	7450	4556	0,61	80,54	7,27	600	19,7
27.02.2019	7846	4920	0,63	101,96	7,40	800	18,6
28.02.2019	6906	4563	0,66	86,88	7,10	600	19,6
ORTALAMA	7422,70	4690,05	0,63	81,93	7,24	608,00	18,41
S. SAPMA	231,06	114,42	0,01	7,13	0,06	56,44	0,98

EK 2 MART AYI HAVALANDIRMA HAVUZU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	MLSS (mg/L)	MLVSS (mg/L)	MLVSS/MLSS (mg/L)	SVI (g/L)	pH	IMHOFF (ml/L)	SICAKLIK (°C)
01.03.2019	7900,00	4620,0	0,58	75,95	7,10	600,00	18,5
02.03.2019							
03.03.2019							
04.03.2019	7200,00	4030,0	0,56	80,56	7,12	580,00	17,5
05.03.2019	7500,00	4500,0	0,60	86,67	7,01	650,00	17,1
06.03.2019	7020,00	4300,0	0,61	99,72	7,14	700,00	16,8
07.03.2019	7500,00	4500,0	0,60	100,00	7,22	750,00	17,6
08.03.2019	8800,00	5673,0	0,64	72,73	7,18	640,00	16,9
09.03.2019							
10.03.2019							
11.03.2019	7860,00	4850,0	0,62	71,25	7,20	560,00	16,4
12.03.2019	7430,00	4390,0	0,59	78,06	7,17	580,00	17,0
13.03.2019	7562,00	4520,0	0,60	79,34	7,13	600,00	17,6
14.03.2019	7320,00	4256,0	0,58	79,23	7,17	580,00	7,2
15.03.2019	7240,00	4320,0	0,60	77,35	7,10	560,00	16,5
16.03.2019							
17.03.2019							
18.03.2019	6610,00	4253,0	0,64	90,77	7,24	600,00	18,6
19.03.2019	6520,00	4352,0	0,67	92,02	7,21	600,00	18,9
20.03.2019	7210,00	43558,0	6,04	90,15	7,23	650,00	18,4
21.03.2019	7650,00	4560,0	0,60	88,89	7,24	680,00	18,2
22.03.2019	7848,00	4715,0	0,60	89,19	7,10	700,00	18,1
23.03.2019							
24.03.2019							
25.03.2019	8146	4991,0	0,61	98,21	7,23	800	18,4
26.03.2019	8123	5306,0	0,65	92,33	7,24	750	19,10
27.03.2019	6766	4326,0	0,64	96,07	7,16	650	17,90
28.03.2019	6740,00	4296,0	0,64	90,50	7,10	610	17,20
29.03.2019	6133,00	4143,0	0,68	89,68	7,12	550,00	17,60
30.03.2019							
31.03.2019							
ORTALAMA	6742,52	5846,04	0,798	79,07	6,54	582,17	15,72
S. SAPMA	628,49	8522,31	1,18	8,80	0,06	69,92	2,42

EK 2 NİSAN AYI HAVALANDIRMA HAVUZU GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	MLSS (mg/L)	MLVSS (mg/L)	MLVSS/MLSS (mg/L)	SVI (g/L)	pH	IMHOFF (ml/L)	SICAKLIK (°C)
1.4.2019	6110.00	3863.0	0.632	78.56	7.15	480.00	18.2
2.4.2019	7440.00	4693.0	0.631	72.58	7.12	540.00	18.60
3.4.2019	6036.00	3796.0	0.629	82.84	7.08	500.00	17.90
4.4.2019	8143.00	5040.0	0.619	73.68	7.11	600.00	18.3
5.4.2019	7133.00	4406.0	0.618	81.31	7.14	580.00	19.3
6.4.2019							
7.4.2019							
8.4.2019	6253.00	4593.0	0.735	67.17	7.18	420.00	18.9
9.4.2019	5946.00	3636.0	0.612	75.68	7.15	450.00	18.7
10.4.2019	8600.00	5320.0	0.619	63.95	7.12	550.00	18.6
11.4.2019	4833.00	2990.0	0.619	72.42	7.14	350.00	18.4
12.4.2019	7163.00	5096.0	0.711	53.05	7.12	380.00	19.2
13.4.2019							
14.4.2019							
15.4.2019	7826.00	4156.0	0.531	70.28	7.14	550.00	18.5
16.4.2019	7013.00	4270.0	0.609	71.30	7.15	500.00	18.9
17.4.2019	6846.00	4216.0	0.616	73.04	7.10	500.00	18.9
18.4.2019	7606.00	4613.0	0.606	76.26	7.15	580.00	18.9
19.4.2019	6630.00	4120.0	0.621	75.41	7.19	500.00	19.5
20.4.2019							
21.4.2019							
22.4.2019	5640.00	3250.0	0.576	81.56	7.15	460.00	19.6
23.4.2019							
24.4.2019	5030.00	3010.0	0.598	87.48	7.16	440.00	19.1
25.4.2019	5460	3433.0	0.629	64.10	7.14	350	19.3
26.4.2019	5280	3253.0	0.616	58.71	7.16	310	19.10
27.4.2019							
28.4.2019							
29.4.2019	4896.00	3410.0	0.696	79.66	7.12	390.00	18.80
30.4.2019	4682.00	3250.0	0.694	82.23	7.16	385.00	18.88
ORTALAMA	6407.90	4019.71	0.63	73.39	7.14	467.38	18.84
S. SAPMA	1159.72	710.41	0.05	8.48	0.03	84.37	0.43

EK 3 EYLÜL AYI ÇÜRÜTÜCÜ TANKI GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	ÇÜRÜTÜCÜ A				ÇÜRÜTÜCÜ B			
	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)
1.9.2018	2652.5	50.8	7.54	30.5	2750	85.5	7.58	31.4
2.9.2018	2741.5	62.5	7.54	30.8	2742.5	91	7.56	31.3
3.9.2018	2715	49.5	7.53	30.9	2700	66.1	7.59	32.4
4.9.2018	2662.5	99.3	7.57	32.9	2737.5	91	7.62	32.8
5.9.2018	2675	91	7.57	31.6	2652.5	82.7	7.62	32.4
6.9.2018	2787.5	91	7.52	31.6	2670	91	7.6	31.9
7.9.2018	2787.5	99.3	7.58	32.4	2642.5	91	7.63	32.1
8.9.2018	2682.5	91	7.62	31.5	2684	82.7	7.62	32.1
9.9.2018	2741.5	99.3	7.54	32.3	2760	99.3	7.61	32.4
10.9.2018	2652.5	99.3	7.63	32.6	2687.5	99.3	7.63	32.1
11.9.2018	2645	140.8	7.15	32.3	2622.5	157.4	7.20	32.6
12.9.2018	2642.5	174	7.14	31.9	3632.5	165.7	7.18	32.8
13.9.2018	2741.5	174	7.21	31.8	2650.5	149	7.19	32.4
14.9.2018	2625	174	7.18	33.5	2580	182.3	7.23	33
15.9.2018	2782.5	174	7.21	32.9	2641.5	156.8	7.22	32.6
16.9.2018	2742.5	182.5	7.2	32.8	2750	190.6	7.23	32.5
17.9.2018	2667.5	190.6	7.22	33.1	2630	215.5	7.25	32.8
18.9.2018	2755	182.3	7.25	33.3	2672.5	182.3	7.25	33.6
19.9.2018	2740	207.2	7.26	33.5	2730	215.5	7.27	33.5
20.9.2018	2750	207.2	7.28	32.9	2675	190.6	7.3	32
21.9.2018	2775.5	215.5	7.27	32.9	2687.5	220.4	7.31	32.3
22.9.2018	2745.5	207.2	7.28	31.8	2737.5	215.5	7.32	32.4
23.9.2018	2642.5	190.8	7.31	32.5	2740	182.3	7.31	32.3
24.9.2018	2720	174	7.33	32.9	2742.5	132.5	7.35	33.1
25.9.2018	2825	190.6	7.34	32.6	2702.5	182.3	7.38	32.2
26.9.2018	2837.5	115.9	7.34	32.7	2802.5	115.9	7.38	32.1
27.9.2018	2750	115.9	7.37	32	2665	115.9	7.41	32.7
28.9.2018	2810	113.8	7.34	32.4	2810	108.5	7.38	32.8
29.9.2018	2742.5	138.5	7.32	32.4	2737.5	128.5	7.34	32.5
30.9.2018	2775.5	140.8	7.31	32.4	2702.5	140.8	7.33	32.3
ORTALAMA	2727.12	141.42	32.25	32.32	2731.28	140.93	7.40	32.45
S. SAPMA	59.41	50.55	136.32	0.76	178.36	48.21	0.16	0.50

EK 3 EKİM AYI ÇÜRÜTÜCÜ TANKI GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	ÇÜRÜTÜCÜ A				ÇÜRÜTÜCÜ B			
	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)
01.10.2018	2702,5	174	7,36	32	2775	149,1	7,4	32
02.10.2018	2777,5	132,5	7,38	31	2777,5	115,9	7,42	31,5
03.10.2018	2775	149,1	7,42	32,4	2432,5	190,6	7,25	32,3
04.10.2018	2740	182,3	7,26	32,3	2752,5	174	7,08	31,6
05.10.2018	2760,5	178	7,28	32,4	2785,5	174	7,16	32,2
06.10.2018	2748	174	7,27	31,8	2748,5	167,5	7,2	32,1
07.10.2018	2651,3	132,5	7,25	31,2	2787,5	152,5	7,24	32,5
08.10.2018	2697,5	182,3	7,26	31,1	2695	149,1	7,15	31,6
09.10.2018	2880	149,1	7,23	31,7	2805	99,3	7,11	31,6
10.10.2018	2717,5	115,9	7,28	31,03	2745	115,5	7,13	31,04
11.10.2018	2762,5	132,5	7,27	31,6	2732,5	115,9	7,20	32
12.10.2018	2784	115,2	7,25	31,5	2684,2	132,5	7,24	31,5
13.10.2018	2890	124,5	7,28	32,1	2650	149,1	7,29	30,8
14.10.2018	2746	135,2	7,34	31,5	2820	152,6	7,24	31,5
15.10.2018	2785	157,4	7,3	31,3	2756	149,5	7,14	30,6
16.10.2018	2762,5	157,4	7,31	30,3	2785,5	132,5	7,16	30,5
17.10.2018	2817,5	157,4	7,23	30,5	2746,5	174	7,16	30,5
18.10.2018	2680	157,4	7,23	30,1	2762,5	190,6	7,13	30,1
19.10.2018	2715	157,4	7,13	30,5	2800	165,7	7,13	30,5
20.10.2018	2753	148,7	7,2	30,8	2780	149,5	7,14	30,8
21.10.2018	2840	135,2	7,24	31,2	2678	132,5	7,14	31,2
22.10.2018	2682,5	157,5	7,31	31,6	2665	140,8	7,23	32,9
23.10.2018	2763,5	146,5	7,35	31,5	277,5	154,6	7,25	32,8
24.10.2018	2651,2	153,5	7,31	31,3	2785,5	162,5	7,31	31,7
25.10.2018	2762,5	148,7	7,32	30,8	2742,8	174	7,28	31,4
26.10.2018	2777,5	174	7,28	31,4	2684,2	165,8	7,27	31,6
27.10.2018	2740	158,9	7,34	32,3	2734,5	152,9	7,31	32,8
28.10.2018	2860,5	168,5	7,28	31,8	2785,5	174	7,29	31,5
29.10.2018	2750,5	173,5	7,31	30,5	2642,5	168,5	7,24	32,4
30.10.2018	2667,5	145,8	7,28	31,8	2768,5	152,8	7,31	31,5
31.10.2018	2640,5	167,5	7,3	32,5	2652,3	182,6	7,25	31,9
ORTALAMA	2751,02	152,98	7,29	31,41	2652,82	153,56	7,22	31,58
S. SAPMA	63,74	18,58	0,06	0,66	447,10	22,58	0,08	0,74

EK 3 KASIM AYI ÇÜRÜTÜCÜ TANKI GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	ÇÜRÜTÜCÜ A				ÇÜRÜTÜCÜ B			
	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)
01.11.2018	2490	182,3	7,34	31,3	2600	165,7	7,29	31,3
02.11.2018	2560	174	7,36	31,4	2630	174	7,22	31,2
03.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
04.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
05.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
06.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
07.11.2018	2482,5	190,6	7,43	31,3	2587,5	149,5	7,24	31,1
08.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
09.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
10.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
11.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
12.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
13.11.2018	2567,5	178,5	7,38	32,2	2514,8	158,5	7,3	32,1
14.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
15.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
16.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
17.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
18.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
19.11.2018	2542,7	168	7,34	31,5	2652,5	165,7	7,32	31,8
20.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
21.11.2018	2297,5	1124,2	7,28	26,8	2407,5	115,9	7,37	28,4
22.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
23.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
24.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
25.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
26.11.2018	2741,5	178,5	7,32	30,8	2518	132,5	7,33	30,7
27.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
28.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
29.11.2018	-	-	-	-	-	-	-	-
30.11.2018	2632,5	164	7,35	31	2740	149,7	7,29	31,5
ORTALAMA	2539,28	295,01	7,35	30,79	2581,29	151,44	7,30	31,01
S. SAPMA	128,14	335,14	0,04	1,66	101,17	19,25	0,05	1,14

EK 3 ARALIK AYI ÇÜRÜTÜCÜ TANKI GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	ÇÜRÜTÜCÜ A				ÇÜRÜTÜCÜ B			
	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)
01.12.2018	2995	190,6	7,47	34,2	2840	149,1	7,46	34,8
02.12.2018	3017,5	198,9	7,47	34,9	2830	132,5	7,48	34,6
03.12.2018	2945	182,3	7,46	34,7	2912,5	140,8	7,48	33,8
04.12.2018	2990	174	7,45	34,6	2907,5	132,5	7,50	34,1
05.12.2018	3142,5	182,3	7,46	34,7	2880	157,4	7,49	34,6
06.12.2018	3120	174	7,50	33,8	3030	165,7	7,51	34,2
07.12.2018	3035	174	7,53	33,8	3200	174	7,56	34,1
08.12.2018	3120	165,7	7,51	33,7	2882,5	157,4	7,50	34,1
09.12.2018	3120	174	7,48	33,3	3045	149,1	7,48	33,8
10.12.2018	2270	99,3	7,25	28,2	2025	91	7,28	30,2
11.12.2018	2390	157,4	7,28	29,6	2032,5	132,5	7,3	31
12.12.2018	2230	198,9	7,24	28,8	2047,5	174	7,23	31,2
13.12.2018	2330	198,9	7,24	30,7	2345	198,9	7,2	32,1
14.12.2018	2385	198	7,25	30	2127,5	182,3	7,23	32
15.12.2018	2715	157,4	7,13	30,5	2800	165,7	7,13	30,5
16.12.2018	2753	148,7	7,2	30,8	2780	149,5	7,14	30,8
17.12.2018	2840	135,2	7,24	31,2	2678	132,5	7,14	31,2
18.12.2018	2682,5	157,5	7,31	31,6	2665	140,8	7,23	32,9
19.12.2018	2763,5	146,5	7,35	31,5	277,5	154,6	7,25	32,8
20.12.2018	2651,2	153,5	7,31	31,3	2785,5	162,5	7,31	31,7
21.12.2018	2777,5	174	7,28	31,4	2684,2	165,8	7,27	31,6
22.12.2018	2740	158,9	7,34	32,3	2734,5	152,9	7,31	32,8
23.12.2018	2860,5	168,5	7,28	31,8	2785,5	174	7,29	31,5
24.12.2018	2750,5	173,5	7,31	30,5	2642,5	168,5	7,24	32,4
25.12.2018	2667,5	145,8	7,28	31,8	2768,5	152,8	7,31	31,5
26.12.2018	2640,5	167,5	7,30	32,5	2652,3	182,6	7,25	31,9
27.12.2018	2542,7	168	7,34	31,5	2652,5	165,7	7,32	31,8
28.12.2018	3090	182,3	7,42	32,5	2972,5	174	7,47	33,2
29.12.2018	2917,5	174	7,44	32,1	2907,5	174	7,48	33,5
30.12.2018	3120	182,3	7,46	32,1	3030	182,3	7,49	32,8
31.12.2018	3172,5	190,6	7,49	31,8	3152,5	190,6	7,52	32,6
ORTALAMA	2799,17	169,44	7,36	32,01	2647,53	158,90	7,35	32,58
S. SAPMA	276,65	21,25	0,11	1,74	538,82	21,70	0,13	1,32

EK 3 OCAK AYI ÇÜRÜTÜCÜ TANKI GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	ÇÜRÜTÜCÜ A				ÇÜRÜTÜCÜ B			
	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)
01.01.2019	3137,5	207,2	7,45	32,9	2702,5	165,7	7,43	29,1
02.01.2019	3115	190,6	7,45	31,8	2912,5	157,4	7,42	28,7
03.01.2019	3117,5	232,1	7,47	30,9	2665	174	7,45	28,8
04.01.2019	2995	190,6	7,47	30,7	2840	149,1	7,46	28,4
05.01.2019								
06.01.2019								
07.01.2019	3017,5	198,9	7,47	28,6	2830	132,5	7,48	28,7
08.01.2019	2985,5	170,2	7,43	28,3	2775	149,1	7,45	28,6
09.01.2019	2777,5	168,5	7,45	28,7	2662,8	157,5	7,43	28,7
10.01.2019	2812,5	149,7	7,42	28,6	2775	160	7,45	28,2
11.01.2019	2526	160,2	7,41	28,6	2542,5	149,1	7,46	27,8
12.01.2019								
13.01.2019								
14.01.2019	3142,5	182,3	7,46	28,9	2880	157,4	7,49	27,9
15.01.2019	3120	174	7,50	28,5	3030	165,7	7,51	27,6
16.01.2019	3035	174	7,53	28,3	3200	174	7,56	27,7
17.01.2019	3120	165,7	7,51	28,4	2882,5	157,4	7,50	28,1
18.01.2019	3120	174	7,48	28,8	3045	149,1	7,48	28,6
19.01.2019								
20.01.2019								
21.01.2019	2740	207,2	7,26	28,4	2730	215,5	7,27	29,6
22.01.2019	2750	207,2	7,28	28,7	2675	190,6	7,3	30,1
23.01.2019	2775,5	215,5	7,27	28,9	2687,5	220,4	7,31	32,3
24.01.2019	2745,5	207,2	7,28	27,8	2737,5	215,5	7,32	32,4
25.01.2019	2642,5	190,8	7,31	28,3	2740	182,3	7,31	32,3
26.01.2019								
27.01.2019								
28.01.2019	2837,5	115,9	7,34	28,9	2802,5	115,9	7,38	32,1
29.01.2019	2750	115,9	7,37	28,4	2665	115,9	7,41	32,7
30.01.2019	2810	113,8	7,34	28,5	2810	108,5	7,38	32,8
31.01.2019	2742,5	138,5	7,32	27,8	2737,5	128,5	7,34	32,5
ORTALAMA	2905,00	176,09	7,40	29,03	2796,86	160,48	7,42	29,73
S. SAPMA	187,98	32,65	0,09	1,28	147,42	30,52	0,08	1,93

EK 3 ŞUBAT AYI ÇÜRÜTÜCÜ TANKI GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	ÇÜRÜTÜCÜ A				ÇÜRÜTÜCÜ B			
	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)
01.02.2019	2930	26,4	7,49	22,1	2817,5	32,9	7,54	24,9
02.02.2019								
03.02.2019								
04.02.2019								
05.02.2019								
06.02.2019	2897,7	49,5	7,46	22,3	2875,4	74,4	7,52	25,3
07.02.2019								
08.02.2019								
09.02.2019								
10.02.2019								
11.02.2019								
12.02.2019								
13.02.2019								
14.02.2019	2914,7	47,6	7,52	23,1	2785,6	62,5	7,46	24,6
15.02.2019								
16.02.2019								
17.02.2019								
18.02.2019								
19.02.2019								
20.02.2019	2778,5	36,8	7,48	22,5	2889,7	56,4	7,51	25,6
21.02.2019								
22.02.2019								
23.02.2019								
24.02.2019								
25.02.2019								
26.02.2019								
27.02.2019								
28.02.2019								
ORTALAMA	2880,23	40,08	7,49	22,50	2842,05	56,55	7,51	25,10
S. SAPMA	69,09	10,70	0,02	0,43	48,89	17,45	0,03	0,44

EK 3 MART AYI ÇÜRÜTÜCÜ TANKI GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	ÇÜRÜTÜCÜ A				ÇÜRÜTÜCÜ B			
	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)
01.03.2019								
02.03.2019								
03.03.2019								
04.03.2019								
05.03.2019								
06.03.2019								
07.03.2019								
08.03.2019								
09.03.2019								
10.03.2019								
11.03.2019								
12.03.2019								
13.03.2019								
14.03.2019								
15.03.2019								
16.03.2019								
17.03.2019								
18.03.2019								
19.03.2019								
20.03.2019								
21.03.2019								
22.03.2019								
23.03.2019								
24.03.2019								
25.03.2019	2716	92,8		29,5	2658	105,3		29,8
26.03.2019								
27.03.2019								
28.03.2019								
29.03.2019	2652	56,8		25,30	2528	72,4		25,50
30.03.2019								
31.03.2019								
ORTALAMA	2684,00	74,80		27,40	2593,00	88,85		27,65
S. SAPMA	45,25	25,46		2,97	91,92	23,26		3,04

EK 3 NİSAN AYI ÇÜRÜTÜCÜ TANKI GÜNLÜK ANALİZLERİ

TARİH	ÇÜRÜTÜCÜ A				ÇÜRÜTÜCÜ B			
	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)	CaCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	Organik Asit (mg Hac/L)	Sirkülasyon pH	SICAKLIK (°C)
1.4.2019	2712	174	7.25	29	2619	118	7.45	28
2.4.2019	2816	160	7.4	30	2895	168	7.47	30
3.4.2019	3150	154	7.54	30	2945	164	7.5	28
4.4.2019	2914	190	7.45	30	2946	158	7.41	28
5.4.2019	2987	140	7.48	31	3152	165	7.38	29
6.4.2019								
7.4.2019								
8.4.2019	2857	157	7.32	30	2945	135	7.48	29
9.4.2019	3115	168	7.62	30	3156	168	7.54	30
10.4.2019	3155	140	7.65	29	3202	163	7.41	29
11.4.2019	3058	211	7.45	31	3159	165	7.48	31
12.4.2019	3001	201	7.47	32	3198	197	7.46	29
13.4.2019								
14.4.2019								
15.4.2019	3179	177	7.56	28	3254	296	7.65	30
16.4.2019	2974	187	7.45	27	3197	194	7.54	30
17.4.2019	2993	134	7.65	30	3254	198	7.44	31
18.4.2019	2741	185	7.55	29	3145	154	7.45	29
19.4.2019	2856	155	7.35	29	3168	137	7.43	27
20.4.2019								
21.4.2019								
22.4.2019	2963	178	7.48	29	3067	147	7.4	28
23.4.2019								
24.4.2019	3080	198	7.39	30	2967	156	7.44	29
25.4.2019	3200	169	7.42	31	2987	174	7.48	30
26.4.2019	3194	196	7.4					
27.4.2019								
28.4.2019								
29.4.2019	2741	195	7.45	29	3046	196	7.65	30
30.4.2019	2932	224	7.58	28	3152	158	7.58	29
ORTALAMA	2981.81	175.86	7.47	29.60	3072.70	170.55	7.48	29.20
S. SAPMA	154.71	24.31	0.11	1.19	155.64	36.33	0.08	1.06