

**T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOĞU VE GÜNEYDOĞU ANADOLUDAKİ EVSEL ATIK SU ARITMA
TESİSLERİNİN ÇOK YÖNLÜ DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Çevre Müh.
Muhammed Furkan EPREM**

102112102

**Anabilim Dalı : Çevre Mühendisliği
Programı : Çevre Teknolojileri**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nusret ŞEKERDAĞ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 29.05.2015

HAZİRAN-2015

**T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOĞU VE GÜNEYDOĞU ANADOLUDAKİ EVSEL ATIK SU ARITMA
TESİSLERİNİN ÇOK YÖNLÜ DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Çevre Müh.
Muhammed Furkan EPREM**

102112102

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29.05.2015
Tezin Savunulduğu Tarih : 22.06.2015**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Nusret ŞEKERDAĞ (F.Ü)
Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Yusuf SAATÇI (F.Ü)
Yrd. Doç. Dr. Hilal ARSLANOĞLU IŞIK (T.Ü)**

HAZİRAN-2015

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmamın konusunun seçilip planlanmasında bana yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Nusret ŞEKERDAĞ'a teşekkür ederim. Ayrıca, her zaman yanımda hissettiğim ve tez çalışmam boyunca göstermiş oldukları destekten dolayı aileme, eşim Fatma Zehra EPREM'e ve değerli dostum Baran GÜNEŞ'e teşekkürü bir borç bilirim.

Muhammed Furkan EPREM

ELAZIĞ-2015

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	IX
ABSTRACT.....	X
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XI
TABLolar LİSTESİ.....	XIII
KISALTMA LİSTESİ.....	XV
SEMBOLLER LİSTESİ.....	XVI

1.	GİRİŞ.....	1
2.	ATIKSULARIN ARITILMASI	3
2.1	Atıksuların Özellikleri.....	3
2.1.1	Fiziksel Özellikler.....	4
2.1.2	Kimyasal Özellikler.....	4
2.1.3	Biyolojik Özellikler.	5
2.2	Atıksu Arıtma Tesisleri ve Projelendirilmesi.....	5
2.3	Kaynağına Göre Atıksular.....	7
2.3.1	Evsel Nitelikli Atıksular.....	7
2.3.2	Endüstriyel Nitelikli Atıksular.....	7
2.3.3	Sızıntı Suları.....	8
2.4	Atıksu Arıtma Yöntemleri.....	8
2.4.1	Fiziksel Arıtma.....	10
2.4.2	Kimyasal Arıtma.....	10
2.4.3	Biyolojik Arıtma.....	11
2.4.4	İleri Arıtma.....	11
2.5	Evsel Atıksuların Arıtılmasında Temel İşlemler.....	11
2.5.1	Ön (Birincil) Arıtma Üniteleri.....	12

2.5.1.1	Debi Ölçümü ve Dengeleme.....	13
2.5.1.2	Izgaralar.....	14
2.5.1.3	Yağ Tutucular.....	16
2.5.1.4	Kum Tutucular.....	16
2.5.1.5	Ön Çöktürme.....	19
2.5.2	İkincil Arıtma Yöntemleri.....	23
2.5.2.1	Aktif Çamur.....	26
2.5.2.2	Damlatmalı Filtreler.....	29
2.5.2.3	Biyodisk.....	31
2.5.2.4	Mekanik Havalandırılmalı Lagünler.....	32
2.5.2.5	Stabilizasyon Havuzları.....	33
2.5.2.6	Ardışık Kesikli Reaktörler.....	34
2.5.3	Üçüncül (İleri) Arıtma Üniteler.....	34
2.5.3.1	Besi Maddelerinin Kontrolü.....	36
2.5.3.2	Azot Giderimi ve Uygulanan Arıtma Sistemleri.....	36
2.5.3.3	Fosfor Giderimi ve Uygulanan Arıtma Sistemleri.....	39
2.5.3.4	Diğer İleri Arıtma Yöntemleri.....	42
2.5.4	Arıtma Çamuru İşlenmesi ve Arıtımı.....	44
2.5.4.1	Çamur Stabilizasyonu.....	44
2.5.4.2	Anaerobik Çürüme.....	44
2.5.4.3	Aerobik Çürüme.....	44
2.5.4.4	Yoğunlaştırma.....	45
2.5.4.5	Çamurun Suyunun Alınması.....	45
2.5.4.6	İşletim Parametreleri.....	45
3.	MATERYAL VE METOT.....	47
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA.....	48
4.1	Diyarbakır Atıksu Arıtma Tesisi.....	48
4.1.1	Kullanılan Prosesler.....	48
4.1.1.1	Yeni Kaba Izgara.....	50
4.1.1.2	Atıksu Terfi İstasyonu.....	50
4.1.1.3	Eski Kaba Izgara.....	50
4.1.1.4	İnce Izgaralar.....	51
4.1.1.5	Kum ve Yağ Giderme Havuzları.....	51

4.1.1.6	Ön Çökeltme Havuzları.....	51
4.1.1.7	Çamur Yoğunlaştırıcılar.....	51
4.1.1.8	Çamur çürütücüler ve Gaz Depolama Tankı.....	52
4.1.1.9	Çürümüş Çamur Depolama Tankları.....	52
4.1.1.10	Çamur Susuzlaştırma Ünitesi.....	53
4.1.1.11	Taşkın Pompa İstasyonu.....	53
4.1.2	Laboratuvar.....	53
4.1.2.1	Atıksu Girişi.....	54
4.1.2.2	Atık Çıkış.....	54
4.1.2.3	Ön Çamur.....	54
4.1.2.4	Besleme Pompası.....	55
4.1.2.5	Sirkülasyon Pompası.....	55
4.1.2.6	Çamur Depolama Tankı.....	55
4.1.2.7	Bant Filtre Presi.....	55
4.1.2.8	Çürütücü Gazı.....	56
4.1.2.9	Geri Akış.....	56
4.1.3	Diyarbakır AAT’de Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri	56
4.2	Elazığ Atıksu Arıtma Tesisine.....	62
4.2.1	Kullanılan Prosesler.....	62
4.2.1.1	İnce ve Kaba Izgaralar.....	62
4.2.1.2	Kum-Yağ Tutucu.....	63
4.2.1.3	Terfi Havuzu ve Santrüfj Pompalar.....	64
4.2.1.4	Ön Çökeltim Havuzları.....	64
4.2.1.5	Son Çökeltim Havuzu.....	65
4.2.1.6	Biyolojik Arıtma Ünitesi.....	66
4.2.1.7	Geri devir Ünitesi.....	66
4.2.1.8	Çamur Yoğunlaştırıcılar.....	66
4.2.1.9	Belt-pres Ünitesi.....	67
4.2.2	Atıksu Arıtma Tesisine Giren-Çıkan Suyun Özellikleri.....	67
4.2.3	Elazığ AAT’de Karşılaşılan Sorunlar ve çözüm Yöntemleri.....	69
4.3	Van Atıksu Arıtma Tesisine.....	70
4.3.1	Kullanılan Prosesler.....	72
4.3.1.1	Fosseptik Alma Yapısı.....	73

4.3.1.2	Giriş Terfi Merkezi.....	73
4.3.1.3	İnce ve Kaba Izgaralar.....	73
4.3.1.4	Kum Tutucular.....	74
4.3.1.4.1	İşletme Programı.....	74
4.3.1.5	Yağ Tutucular.....	74
4.3.1.5.1	İşletme Programı.....	74
4.3.1.6	Ön Çökeltme Havuzları.....	74
4.3.1.7	Biyolojik Arıtma.....	75
4.3.1.8	Son Çökeltme Havuzu.....	76
4.3.1.9	Çamur Arıtımı.....	78
4.3.2	Arıtma Hedefleri.....	81
4.3.3	2020 Hedef Yılı için ASAT Ön Tasarımı.....	82
4.3.4	Van AAT’de Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri.....	84
4.4	Malatya Atıksu Arıtma Tesisi.....	85
4.4.1	Kullanılan Prosesler.....	86
4.4.1.1	Ana Kollektörler.....	86
4.4.1.2.	Kaba Izgara.....	86
4.4.1.3.	Giriş Pompa İstasyonu.....	86
4.4.1.3.	İnce Izgara.....	87
4.4.1.5.	Kum ve Yağ Tutucular.....	87
4.4.1.6.	Anaerobik ve Selektör Tankı.....	87
4.4.1.7	Havalandırma Havuzu.....	87
4.4.1.8.	Son Çökeltme Havuzları.....	88
4.4.2.	Laboratuvar.....	89
4.4.3.	Malatya AAT’de Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri.....	89
4.5.	Gaziantep Merkez Atıksu Arıtma Tesisi.....	91
4.5.1.	GASKİ Merkez Atıksu Arıtma Tesisi Üniteleri.....	92
4.5.1.1.	Tutma Odası.....	93
4.5.1.2.	Fiziksel Arıtma Ünitesi.....	93
4.5.1.3.	Ön Çökeltme Tankları.....	94
4.5.1.4.	Havalandırma Tankları.....	95
4.5.1.5.	Son Çökeltme Tankları.....	95
4.5.1.6.	Çamur Devir-Daim Üniteler.....	95

4.5.2.	Laboratuvar.....	95
4.5.2.1.	Analizi Yapılan Parametreler ve Ortalama Parametre Değeri.....	95
4.5.3.	GASKİ AAT’de Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri.....	96
4.6.	Bingöl Atıksu Arıtma Tesisi.....	97
4.6.1.	Kullanılan Prosesler.....	98
4.6.1.1.	Mekanik Temizlemeli Kaba Izgara.....	100
4.6.1.2.	Pompa İstasyonu.....	100
4.6.1.3.	İnce Izgara.....	100
4.6.1.4.	Havalandırılmalı Kum ve Yağ Tutucu.....	101
4.6.1.5.	Biyolojik Arıtma.....	101
4.6.1.6.	Çöktürme Havuzları.....	102
4.6.1.7.	Mekanik Çamur Yoğunlaştırıcı.....	102
4.6.1.8.	Filtre Pres.....	102
4.6.2.	Laboratuvar.....	103
4.6.2.1.	Numune Alma Noktaları ve Yapılan Ölçümler.....	103
4.6.2.2.	Atıksu Giriş ve Çıkış.....	103
4.6.3.	Bingöl AAT’de Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri.....	104
4.7.	Siirt Atıksu Arıtma Tesisi.....	105
4.7.1.	Atıksu arıtma Tesisi Proses Özeti.....	106
4.7.2.	Kullanılan Prosesler.....	109
4.7.2.1.	Kaba Izgara.....	109
4.7.2.2.	İnce Izgaralar.....	109
4.7.2.3.	Doğrusal Kum Tutucu ve Kum Ayırıcılar.....	109
4.7.2.4.	Selektör Tankı.....	109
4.7.2.5.	Havalandırma Tankı.....	110
4.7.2.6.	Hava Üfleyiciler.....	110
4.7.2.7.	Disk Difüzörler.....	110
4.7.2.8.	Son Çökeltme Tankları.....	111
4.7.2.9.	Çamur Kurutma Yatakları.....	111
4.7.3.	Laboratuvar.....	111
4.7.4.	Siirt AAT’de Karşılaşılan Sorunlar ve Çözümleri.....	112
4.8.	Batman Atıksu Arıtma Tesisi.....	115
4.8.1.	Kullanılan Prosesler.....	115

4.8.1.1.	Sisteme Giriş Kanalı.....	116
4.8.1.2.	Kaba Izgara Ünitesi.....	116
4.8.1.3.	Giriş Pompa İstasyonu.....	116
4.8.1.4.	İnce Izgaralar.....	117
4.8.1.5.	Kum ve Yağ Giderme Havuzları.....	117
4.8.1.6.	Ön Çökeltme Havuzu.....	117
4.8.1.7.	Çamur yoğunlaştırıcı.....	117
4.8.1.8.	Çamur Çürütücüler ve Gaz Depolama Tankı.....	118
4.8.1.9.	Gaz Kükürtsüzleştirme ve Chp-Kojenerasyon Ünitesi.....	118
4.8.1.10.	Süpernatant Kuyusu ve Çürütülmüş Çamur Yatakları.....	118
4.8.2.	Laboratuvar.....	118
4.8.3.	Batman AAT’de Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri.....	119
4.9.	Erzurum Atıksu Arıtma Tesisi.....	119
4.9.1.	Mevcut Atıksu Oluşumu ve Bertarafı.....	121
4.10.	Şanlıurfa Atıksu Arıtma Tesisi.....	122
4.10.1.	Proje Geçmişi.....	122
4.10.2.	Şanlıurfa Belediyesi AAT Teknik özellikleri.....	123
4.10.3.	AAT Tasarımı İçin Atıksu Debileri.....	124
4.10.4.	Birim Kirletici Yükleri.....	124
5.	ARITMA TESİSLERİN DE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ.....	126
5.1.	Mekanik Arıtım.....	126
5.1.1.	Izgaralarda Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri.....	126
5.1.2.	Kum Tutucuda Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri.....	126
5.1.3.	Ön Çökeltme Havuzlarında Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri.....	127
5.2.	Biyolojik Arıtımda Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri	128
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	131
	KAYNAKLAR.....	
	ÖZGEÇMİŞ.....	

ÖZET

Atıksular suyun evlerde, sanayide ve ticari faaliyetlerde kullanılması sonucu kirlenmesiyle oluşur. Atıksu arıtımı, çeşitli kullanımlar sonucu oluşan atık suların deşarj edildikleri alıcı ortamın fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değıştirmeyecek hale getirmek için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerin birini ya da birkaçını kapsamaktadır. Evsel atıksuların arıtıma işlemleri mekanik, biyolojik ve kimyasal proseslerden oluşan arıtma kademelerinde gerçekleştirilir. Birinci kademe arıtma mekanik ve fiziksel proseslerden, ikinci kademe biyolojik proseslerden, üçüncü kademe, ileri arıtma proseslerinden oluşur. Mevcut atık suya bu işlemlerden hangisinin uygulanacağını belirlemek, atıksuyun karakterizasyonunun doğru belirlenmesine bağlıdır. Evsel atıksular için genelde fiziksel ve biyolojik arıtma yöntemleri tercih edilirken, endüstriyel atıksuların arıtımı için kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Atıksuyun, deşarj edileceğı alıcı ortamın standartlarını sağlayacak şekilde arıtılması gerekir.

Bu çalışma da, Doğı ve Güneydoğı Anadolu bölgesinden laboratuvarları mevcut olan ve arıtma kademelerinin birkaçına sahip olan Arıtma Tesisleri hakkında araştırma çalışmaları yapılmış, bununla elde edilecek verilerin hem bilimsel olarak daha fazla kapsamlı olması hem de elde edilecek verilerin somut olması ve bilimsel olarak yorumlanabilmesi amaçlanmıştır. Öncelikle arıtma tesislerinin prosesi, Atıksuyu Arıtma Yöntemi, tasarımı, arıtma tipi, işletimi, tesis verimi ve işletmede karşılaşılan sorunlar gibi konularda araştırma ve incelemeler yapılmıştır. Bu araştırma ve incelemeler sonucunda elde edilecek bilgiler ışığında arıtma tesislerinde karşılaşılan problemler, çözüm yöntemleri gibi konular hakkında bazı değıerlendirmeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Atıksuların Arıtılması, Atıksu Arıtma Yöntemleri, Evsel Atıksu Arıtma Tesisleri, İşletme Sorunları.

ABSTRACT

Versatile evaluation of domestic wastewater treatment plant in Eastern and Southeastern Anatolia.

Wastewater in the house, the results for use in industrial and commercial activities caused by pollution. Wastewater treatment, the receiving environment in which they discharged the resulting wastewater results use a variety of physical, chemical and applied to make will change the bacteriological and ecological characteristics of physical, includes the chemical and some or one of the biological processes. Operation of municipal wastewater treatment to mechanical treatment is carried out in stages consisting of biological and chemical processes. The first stage of treatment, mechanical and physical processes, biological second stage of the process, the third step consists of the application of advanced treatment process to determine which of these processes will depend on the current wastewater characterization to determine accurate. Chemical methods are used for the treatment of industrial wastewaters in general physical and biological treatment methods are preferred for municipal wastewater. Wastewater will be discharged has to be purified to the standards of the receiving environment.

In this study, the existing laboratories in East and Southeast Anatolia and having some of the refinement stage Treatment Plants built on research studies will be obtained with this data is both scientifically more comprehensive that the concrete of the data to be obtained in both, and is aimed to be scientifically reviewed. Primarily, the process of wastewater treatment plants, waste water treatment method, design, treatment type, operation, plant efficiency research and investigation were made and issues such as problems operational business. This research and analysis on the problems encountered in the result of information obtained in the light of the treatment facility is built, some evaluations about topics such solutions.

Keywords: Wastewater Treatment, Wastewater Treatment System, Sewage Treatment Plant, Property Issues.

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Klasik bir atıksu arıtma tesisi akım şeması.....	9
Şekil 2.2. Tipik iki akış hızında gerekli dengeleme hacmi bulunmasında kullanılan kütle diyagramı.....	13
Şekil 2.3. Öğütücü şematik görünümü.....	16
Şekil 2.4. Vorteks Akımlı kum tutucu.....	18
Şekil 2.5. Dairesel çöktürme tankı şematik görünümü.....	21
Şekil 2.6. Dikdörtgen ön çöktürme tankı.....	22
Şekil 2.7. Klasik bir aktif çamur sisteminin akım diyagramı.....	27
Şekil 2.8. Uzun havalandırmalı sistemin akım diyagramı.....	28
Şekil 2.9. Oksidasyon hendeği.....	29
Şekil 2.10 Bir damlatmalı filtrenin perspektif görüntüsü ve kesiti.....	30
Şekil 2.11. Damlatmalı filtre sisteminin akım diyagramı.....	31
Şekil 2.12. Tipik Biyodisk.....	32
Şekil 2.13. Tam karışımli reaktörlerde karbon oksidasyonu ve nitrifikasyon prosesleri a) bileşik tek çamurlu sistem, b) ayrık sistem.....	37
Şekil 2.14. Bileşik nitrifikasyon-denitrifikasyon sistemleri: a) Dört basamaklı Bardenpho prosesi ve b) Oksidasyon hendeği.....	39
Şekil 2.15. Alternatif biyolojik giderim sistemi (A/O prosesi).....	40
Şekil 2.16. Alternatif biyolojik giderim sistemi(PhoStrip prosesi).....	41
Şekil 2.17. Karbon, azot ve fosfor gideriminde ardışık kesikli reaktör.....	42
Şekil 2.18. Ardışık kesikli reaktörde toplam fosfor ve TOK konsantrasyonunun zamanla değişimi.....	42

Şekil 4.1.	Diyarbakır Atıksu Arıtma Tesisi.....	48
Şekil 4.2.	Diyarbakır Atıksu Arıtma Tesisi şeması.....	49
Şekil 4.3.	Giriş pompa istasyonunda yaşanan sıkıntılar.....	58
Şekil 4.4.	Yeni Kaba Izgara.....	58
Şekil 4.5.	Izgara kanallarında kum çakıl birikmesi.....	59
Şekil 4.6.	İnce ızgarada yumaklaşma sorunu.....	59
Şekil 4.7.	Elazığ Atıksu Arıtma Tesisi akım şeması.....	62
Şekil 4.8.	Van ASAT vaziyet planı.....	80
Şekil 4.9.	Van ASAT ilk ünitelerinin görünümü.....	85
Şekil 4.10.	Malatya Atıksu Arıtma Tesisi.....	85
Şekil 4.11.	Malatya Atıksu Arıtma Tesisi yerleşim planı.....	88
Şekil 4.12.	Malatya ASAT havuzlarında yaşanan köpük sorunu.....	90
Şekil 4.13.	Gaziantep Atıksu Arıtma Tesisi genel vaziyet planı.....	91
Şekil 4.14.	Gaziantep Atıksu Arıtma Tesisi iş-akış şeması.....	93
Şekil 4.15.	Havalandırma havuzunda yüzen köpük problemi.....	97
Şekil 4.16.	Bingöl Atıksu Arıtma Tesisi şeması.....	99
Şekil 4.17.	Bingöl ASAT kum tutucu ünitesi.....	104
Şekil 4.18.	Siirt Atıksu Arıtma Tesisi genel vaziyet planı.....	106
Şekil 4.19.	Siirt Atıksu Arıtma Tesisi iş-akım şeması.....	108
Şekil 4.20.	Siirt AAT kum tutucu ünitesi atıkları.....	113
Şekil 4.21.	Batman Atıksu Arıtma Tesisi iş-akış şeması.....	116
Şekil 4.22.	Batman AAT'ne gelen atıklar.....	121
Şekil 4.23.	Şanlıurfa AAT proses akım şeması	124

TABLÖLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Birim işlem ve süreçlerin genel arıtım verimleri.....	9
Tablo 2.2. İnce ızgara (6 mm'den küçük), kaba ızgara (6-150 mm) özellikleri...	14
Tablo 2.3. Kaba ızgaraların özellikleri.....	15
Tablo 2.4. Kum taneciklerinin çökeltme hızları.....	17
Tablo 2.5. Kum tutucularda yüzey yükleri.....	17
Tablo 2.6. Ön çöktürme tanklarının diğer işlevleri.....	20
Tablo 2.7. Ön çöktürmede kullanılan dikdörtgen ve dairesel çöktürme tankı tasarım değerleri.....	23
Tablo 2.8. İkincil arıtım ünitelerinin verimlerini etkileyen faktörler.....	24
Tablo 2.9. Damlatmalı filtreler ile aktif çamur sistemlerinin karşılaştırılması...	31
Tablo 2.10. Arıtılmış atıksuda bulunabilecek maddeler ve etkileri.....	35
Tablo 4.1. Giriş kısmında analiz edilen parametreler.....	54
Tablo 4.2. Çıkış kısmında analiz edilen parametreler.....	54
Tablo 4.3. Kaba ızgara boyutları.....	63
Tablo 4.4. İnce ızgara boyutları.....	63
Tablo 4.5. Yağ tutucu boyutları.....	64
Tablo 4.6. Ön çökeltim havuzu boyutları.....	64
Tablo 4.7. Son çökeltim havuzu boyutları.....	65
Tablo 4.8. Çamur yoğunlaştırıcı havuzu boyutları.....	67
Tablo 4.9. Elazığ Mart ayı atıksu arıtma tesisine giren-çıkan suyun özellikleri.	68
Tablo 4.10. Tasarım hedef yılı 2020 için Van atık suyundaki toplam azot ve fosfor yükleri hesabı.....	72

Tablo 4.11.	SKKY'ya göre evsel nitelikli atıksuların alıcı su ortamlarına deşarjlarında.....	81
Tablo 4.12.	Van Atıksu Arıtma Tesisı aylara göre arıtma verimi.....	82
Tablo 4.13.	Van Atıksu Arıtma Tesisinin 2020 hedef yılına ait mevcut arıtma kapasiteleriyle karşılaştırılmalı ön tasarım sonuçları.....	83
Tablo 4.14.	GASKİ ortalama kovansiyonel parametre değeri.....	96
Tablo 4.15.	Havalandırılmalı kum ve yağ tutucu için seçili parametreler.....	101
Tablo 4.16.	Siirt Atıksu Arıtma Tesisinin laboratuvarında yapılan analizler.....	112
Tablo 4.17.	Siirt Atıksu Arıtma Tesisinde yapılan analizlerin ortalama sonuçları	112
Tablo 4.18.	2014 yılı Atıksu Arıtma Tesisı ortalama giriş değeri.....	119
Tablo 4.19.	2014 yılı Atıksu Arıtma Tesisı ortalama çıkış değeri.....	119
Tablo 4.20.	Arıtma tesisi birimlerinin tasarımında kullanılacak debiler.....	124
Tablo 4.21.	Evsel nitelikli atıksuların kirlilik yükleri.....	125
Tablo 5.1.	Köpük oluşumu.....	129
Tablo 5.2.	Çamur kabarması.....	130
Tablo 5.3.	Çökelme problemleri.....	130

KISALTMALAR LİSTESİ

AAT	: Atıksu Arıtma Tesisi
PTD	: Proje Tanıtım Dosyası
TSS	: Toplam çözünmüş katı madde
TS	: Toplam katı madde
VS	: Uçucu katı madde
ASAT	: Atıksu Arıtma Tesisi
KFW	: Alman Kalkınma Bankası
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
F/M	: Organik Yükleme Değeri
Θc	: Çamur Yaşı
DS	: Kuru Katı Madde
DAF	: Çamur Yüzdürme
GASKİ	: Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi
DOKAP	: Doğu Karadeniz Projesi
DİSKİ	: Diyarbakır Su ve Kanalizasyon İdaresi
ÇHİ	: Çamur hacmi indeksi
ORP	: Oksidasyon Redüksüyon Potansiyeli
UF	: Ultrafiltrasyon Membran
HRT	: Hidrolik alıkonma süresi
KOİ	: Kimyasal oksijen ihtiyacı
BOİ ₅	: Biyolojik oksijen ihtiyacı
UAKM	: Havalandırma Havuzundaki Organizma Konsantrasyonu
AKM	: Askıda Katı Madde
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
SKKY	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

SEMBOLLER LİSTESİ

Au	: Altın
C	: Karbon
Ca ⁺²	: Kalsiyum
CaCl ₂	: Kalsiyum klorür
CO	: Karbon monoksit
CO ₂	: Karbondioksit
cm	: Santimetre
cm ²	: Santimetrekare
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
FeSO ₄	: Demir sülfat
g	: Gram
H ⁺	: Hidrojen
H ₂ O	: Su
K ⁺	: Potasyum
KCl	: Potasyum klorür
K ₂ HPO ₄	: Di potasyum fosfat
kg	: Kilogram
kPa	: Kilo paskal
L	: Litre
m	: Metre
m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
MgCl ₂	: Magnezyum klorür
Mg ⁺²	: Magnezyum

mg	: Miligram
N ₂	: Azot
Na ⁺	: Sodyum
NaCl	: Sodyum klorür
Na ₂ HPO ₄	: Sodyum fosfat
NaHCO ₃	: Sodyum bikarbonat
NH ₄ ⁺	: Amonyum
NH ₄ Cl	: Amonyum klorür
NO	: Azot oksit
O ₂	: Oksijen
pH	: Hidrojen İyonu Konsantrasyonunun Logaritmik İfadesi
Pt	: Platin
SO ₂	: Kükürt dioksit
st	: Saat
t	: Süre
µm	: Mikrometre
%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
<	: Düşüktür
>	: Yüksek

1. GİRİŞ

Atıksular, insanların ihtiyaçlarına göre kullanıp kirlettikleri sulardır. Evsel nitelikli atıksular ise, evlerden, kurumlardan, sanayiden gelen atıksular ile yağmur ve diğer yüzeysel suların bileşimidir. Suların kullanımlar sonucunda kirlenip atıksu haline gelmesiyle kaybettikleri fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinin bir kısmının veya tamamının geri kazandırılabilmesi için atıksuya fiziksel kimyasal ve biyolojik işlemlerden birinin veya birkaçının uygulanmasına atıksu arıtımı denilmektedir.

Arıtma ihtiyacı, oluşan atıksuyun özelliklerine miktarına, atıksuların deşarj edileceği ortama ve deşarj standartlarına göre belirlenir. Oluşan atıksular fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle arıtılabilirler.

Organik kirlilik içeren evsel ve endüstriyel nitelikli atıksuların arıtımında genel olarak kullanılan yöntem, aktif çamur yöntemidir. Aktif çamur yöntemi, biyolojik arıtım yönteminde kullanılan en önemli yöntemlerden biridir. Aktif çamur, dünyada ve ülkemizde evsel atıksu arıtımında ve endüstriyel atıksu arıtımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemin avantajlarının yanında bazı birimlerinde sorunlar yaşanmaktadır. Burada tam verimle çalışan tesislerde oluşan atıksuların debilerinin hesaplanan değerin üzerinde çıkması sonucunda, çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır.

Ülkemizdeki su kaynaklarının korunması ve su kirlenmesinin önlenmesini gerçekleştirmek üzere, 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne (SKKY) göre Evsel nitelikli atıksular alıcı ortama deşarj edilebilmeleri için istenen standart değerler Tablo 21'de verilmiştir Ayrıca evsel nitelikli atıksuların kirlilik yüklerine göre sınıflandırılmaları;

a) Kirlilik yükü ham BOİ₅ olarak 5-120 kg/gün arasında (Eşdeğer nüfus 84 - 2000 arasında).

b) Kirlilik yükü ham BOİ₅ olarak 120-600 kg/gün (Eşdeğer nüfus 2000 -10 000 arasında).

c) Kirlilik yükü ham BOİ₅ olarak 600-6000 kg/gün (Eşdeğer nüfus 10 000-100 000 arasında).

d) Kirlilik yükü ham BOI₅ olarak 6000 kg/gün' den büyük (Eşdeğer nüfus 100 000 veya daha fazla) şeklindedir (SKKY, 2004).

Bu tez çalışmasında, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan Atıksu arıtma tesisleri incelenmiştir. Bu amaçla arıtma tesislerine bizzat gidilip arıtma tipi, işletimi, tesis verimi ve karşılaşılan sorunlar vb. konularda çalışmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda tesislerin mevcut durumdaki arıtma verimlerinin, yeterli miktarda atıksuyun arıtılıp arıtılmadığının, tesislerde verimi azaltan, tesisi etkileyen problemler ve çözüm yöntemleri üzerinde durulmuştur.

2. ATIKSULARIN ARITILMASI

Atıksu arıtımı, farklı kullanımlar sonucu oluşan atık suların deşarj edildikleri alıcı ortamın fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirmek için fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerin birinin ya da birkaçının uygulanmasıdır. Atıksuların herhangi bir işleme tabi tutulmadan deşarj edilmeleri durumunda, içerdikleri organik maddelerin ayrışmasıyla kötü kokulu gazlar ortaya çıkar. Ayrıca arıtılmamış olan atıksu bünyesinde hastalık yapan mikroorganizmalar, besi maddeleri ve tehlikeli maddeler bulunur. Bu atıksuların arıtılarak bu maddelerden arındırılması gerekir.

Ülkemizde atıksu arıtımı ve deşarj standartları konusunda, su kirliliği kontrolü yönetmeliği geçerlidir. Evsel atıksuların arıtma işlemi; mekanik, biyolojik ve kimyasal proseslerden oluşan arıtma kademelerinde gerçekleştirilir. Birinci kademe arıtma mekanik ve fiziksel proseslerden, ikinci kademe biyolojik proseslerden, üçüncü kademe ileri arıtma proseslerinden oluşur (Samsunlu, 2006). Atıksu karakteri içerdii bileşikler açısından devamlı değişmekte olduğundan karakterizasyon çalışmaları yeni arıtma yöntemlerinin belirlenmesinde önemlidir. Atıksuyun deşarj edileceği alıcı ortamın standartlarını göre arıtılması gerekmektedir. Atıksuyun deşarjında verildikleri yüzeysel suyun askıda katı madde oranı, besi maddesi ve zehirli maddelerin asimile edilmesi önemlidir. Atıksu arıtmada temel hedef, atıksuyun deşarj edildiği ortamda halk sağlığına ve ekolojik dengeye olabilecek zararlı etkilerin en az düzeye indirilmesidir. Atıksu arıtımında gerçekleşen temel aşamalar şunlardır (Soyupak, 1997);

1. Askıdaki katı maddelerin atıksudan uzaklaştırılması,
2. Zararlı ağır metal ve zehirli bileşiklerin atıksudan uzaklaştırılması,
3. Biyolojik olarak parçalanabilen organik maddelerin atıksudan uzaklaştırılması,
4. Alıcı ortam şartlarına bağlı olarak azot ve fosforun atıksudan uzaklaştırılması,
5. Patojenik organizmaların yok edilmesi (Soyupak, 1997).

2.1. Atıksuların Özellikleri

Atıksular için en uygun arıtma metodunun seçilmesinde atıksuyun miktarı kadar özelliklerinin de bilinmesi gerekir. Atıksuyun fiziksel kimyasal ve biyolojik yapısı ve bu yapıyı oluşturan kirlilik kaynakları aşağıdaki şekildedir.

2.1.1. Fiziksel Özellikler

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

Toplam Katı Madde: Ortalama olarak evsel atıksular 720 mg/L toplam katı madde içerir. Toplam katı maddenin yaklaşık 500 mg/L'si çözünmüş halde, geri kalanı ise askıda katı durumdadır. Çözünmüş ve askıdaki katılar sabit ve uçucu halde olabilirler. Arıtma işlemlerinin çoğu, askıdaki katı madde ve uçucu çözünmüş katı maddelerin uzaklaştırılması için tasarlanırlar (Eroğlu, 2002).

Sıcaklık: Yaz aylarında atıksu sıcaklığı hava sıcaklığından daha düşüktür. Kış aylarında ise atıksu sıcaklığı hava sıcaklığından daha yüksektir.

Koku: Organik maddelerin bozulmasıyla oluşan gazlar atıksuda kötü kokuya sebep olur. Aerobik ortamda kalan atıksu kısa zaman içerisinde septik hale gelir. Septik suyun en belirgin kokusu H_2S gazının meydana getirdiği kokudur. Yağlar, petrol ve organik çözücüler de atıksuyun kokmasına neden olur.

2.1.2. Kimyasal Özellikler

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı ($BOİ_5$): Atıksudaki organik maddelerin biyokimyasal oksidasyonu sırasında mikroorganizmalar tarafından kullanılan çözünmüş oksijenin miktarıdır. Biyokimyasal oksidasyon yavaş bir işlemdir ve teorik tamamlanma süresi sonsuzdur. 20 günlük bir süre içerisinde, organik maddenin biyolojik oksitlenmesi % 95-99 tamamlanır.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı ($KOİ$): $KOİ$ testi atıksuların organik madde içeriğini ölçmek için yapılmaktadır. Oksitlenebilen organik madde kimyasal oksitleyici olan potasyum dikromat kullanılarak ölçülmektedir (Eroğlu, 2002).

Bir atıksuyun $KOİ$ 'si genel olarak $BOİ$ 'sinden daha yüksektir. Çünkü biyolojik olarak oksitlenemeyen birçok bileşik kimyasal olarak oksitlenebilmektedir. $KOİ$ testi 2 saatte yapılabilirken, $BOİ$ testi 5 gün içinde sonuçlanmaktadır. Bu nedenle $KOİ$ ile $BOİ$ arasında bağlantı kurulabilir (Dağ, 2002).

Azot: Atıksudaki mikroorganizmalar için bir besin maddesidir. Azot yeterli miktarlarda olmadığı durumlarda, arıtım için azot ilavesi gerekir. Evsel atıksuda azot biyolojik arıtım için gerekli miktarda vardır. Deşarj edilecek arıtılmış atıksuda azot varsa, deşarj edilecek ortamda hem oksijen tüketimine hem de ötrifikasyona sebep olabilir. Atıksudaki azot başlıca, proteinli maddelerden ve üre'den kaynaklanmaktadır. Bakteriler tarafından parçalanan bu bileşikler amonyak oluşumuna sebep olurlar. Oksijenli bir ortamda bakteriler amonyağı nitrit ve nitrat'a oksitlerler. Nitrat azotu atıksudaki azot bileşiklerinin son oksidasyon kademesidir (Eroğlu, 2002).

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

2.1.3. Biyolojik Özellikler

Evsel atıksularda bulunan belirgin organizma grupları; bitkiler, hayvanlar, fungi, protozoa, virüsler, bakteriler ve algler gibi mikroorganizmalardır. Evsel atıksudaki mikroorganizmaların birçoğu insanlar ve hayvanlar için hastalık yapıcı özelliktedir. Koliform bakterileri insan atıklarından kaynaklanan kirlenmenin bir göstergesi olmaktadır. Algler de tat ve koku problemlerine yol açmaktadır. Atıksuyun arıtımı esnasında organik maddeler bakteriler aracılığıyla parçalanmaktadır (Eroğlu, 2002).

2.2. Atıksu Arıtma Tesisleri ve Projelendirilmesi

Atıksu arıtma tesisleri, çeşitli faaliyetler sonucu kirlenip, ortaya çıkan sıvı atıkların arıtıldıkları ve içerisindeki kirlenici parametrelerin giderildiği tesislerdir. Arıtma tesisleri genellikle birbirini takip eden ardışık havuz veya tanklardan meydana gelirler. Arıtma tesisleri, kurulum amacına ve sağlanması istenilen deşarj standartlarına göre, fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal veya biyolojik işlemlerin bir veya birkaçını gerçekleştirebilirler (Toprak, 1999).

Atıksu arıtma tesisleri projelendirirken şu çalışmalar yapılmaktadır;

Proje alanının incelenmesi: Projenin ilk aşaması olan bu aşamada, yöre ile ilgili tüm bilgiler toplanır. Yörenin içmesuyu ve kanalizasyon durumu, sosyo-ekonomik koşullar, nüfus hareketleri ve iklimi incelenir.

Nüfus, debi ve kirlilik yüklerinin tahmini: Bulunduğu bölgenin nüfus gelişimi dikkate alınarak hedef yılların nüfusları belirlenir. Atıksu arıtma tesisleri genellikle 35 yıllık periyot için iki kademeli olarak projelendirilirler. Daha sonra yöre nüfusu dikkate alınarak kişi başına su tüketim miktarları tahmin edilerek projelendirmede kullanılacak saatlik debiler hesaplanır (Toprak, 1999).

Sanayi ve endüstrilerin araştırılması: Bölgede bulunan sanayi ve endüstriler tek tek incelenerek, hangisinin atıksuyunun şehir kanalizasyonuna doğrudan deşarj edilebileceği ve hangisinin ön arıtma yapması gerektiği veya hangisinin kendi arıtma sistemini kurması gerektiği kararlaştırılır.

Uygun arıtma teknolojisinin seçimi: Atıksu arıtma yöntemine karar verilirken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır;

- Tesisin oluşabilecek işletme ve bakım masrafları,
- Arıtımı yapılacak suyun deşarj edileceği alıcı ortam özellikleri. Tesisin için gerekli alan ihtiyacı,
- Tesisin yapılacağı yörenin iklim koşulları,
- Tesis işletmecisinin teknik personel durumu ve mali yapısı.

Tesis için daha önceden bir fizibilite çalışması veya proje çalışması yapılarak arıtma teknolojisi belirlendiyse, karar bu aşamada gözden geçirilir (Toprak,1999).

Arazi çalışmaları ve zemin etütleri: Tesisin yapılacağı sahanın plankotesi çıkarılır. Arazinin değişik noktalarında zemin etütleri yapılarak ünitelerde kullanılacak temel sistemlerine karar verilir.

Proses hesaplarının yapılması: Bu aşamada tesisin tüm proses hesapları yapılır.

Soyutlandırma ve detay mühendislik: Tesisin tüm üniteleri boyutlandırılarak detay çizimleri hazırlanır.

Keşif ve metraj hazırlanması: Detay mühendislik hesapları ve çizimleri üzerinden, tüm tesisin metraj ve keşfi çıkarılır (Toprak, 1999).

2.3. Kaynağına Göre Atıksular

Yağmur suları dışında atıksuları kaynağına göre üç grupta incelemek mümkündür (Samsunlu, 2006);

1. Evsel nitelikli atıksular
2. Endüstriyel nitelikli atıksular
3. Sızıntı suları

2.3.1. Evsel Nitelikli Atıksular

Atıksular, insanların farklı maksatlara yönelik olarak kullanıp kirllettikleri sular olup; evsel nitelikli atıksular ise, konutlardan, kurumlardan, ticari ve endüstriyel kuruluşlardan gelen atıksular ile yeraltı, yüzeysel ve yağmur suyu gibi suların bir bileşimi olarak tanımlanabilir. Evsel atıksuların rengi genellikle açık kahverengimsi-gridir ve kendine has bir kokusu vardır. Kanalizasyonda kalma süresinin artması ve anaerobik şartların gelişmesiyle atıksuyun rengi koyu griye ve daha sonra siyaha doğru değişebilir. (Metcalf ve Eddy, 1991).

Evsel nitelikli atıksuların bünyesinde çok sayıda farklı madde bulunmaktadır. Her kademede atıksuyun karakterinin belirlenmesi için çeşitli parametrelerin ölçülmesi gerekir. Bunların belirlenebilmesi için fiziksel, kimyasal, biyolojik ve bakteriyolojik deney ve yöntemlerden faydalanılır (Samsunlu, 2006).

Bu metotlarla ölçümlerin yapılması ve parametre değerlerinin belirlenmesi;

1. Arıtılacak atıksuyu tanımaya,
2. Arıtma tesisine gelen Atıksu için arıtma tesisinin yeterli olup olmadığının belirlenmesine,
3. Arıtma tesisinin kontrolüne ve işletilmesine faydalı olur.

2.3.2. Endüstriyel nitelikli atıksular

Bu sular sanayi ve endüstriyel faaliyetlerin yapıldığı alanlardan, oluşan atıksulardır. Sanayi kaynaklı atıksuların karakteristik özellikleri sektörden sektöre birçok farklılıklar göstermektedir. Bunun sebebi kullanılan malzemelerin ve uygulanan proseslerin farklı olmasıdır.

Aynı daldaki endüstrilerde bile, kullanılan hammaddelerin ve uygulanan proseslerin farklılığı, diğer birçok faktörle birlikte çıkan atıksuyun yapısında da farklılıklar oluşturmaktadır (Ciardelli, 2000).

2.3.3. Sızıntı Suları

Yer altındaki su bazı sebeplerden ötürü kanalizasyona girerek arıtma tesisine gelir. Genel olarak sızıntı suyu temiz kabul edilir. Sızma debisi farklı şekillerde hesaplanabilir.

- Atıksu debisinin %50-%100 gibi bir oranı sızma debisi olarak eklenir.
- Atıksuyun toplandığı alanın birim hektar değeri başına 0,1-0,2 L/s.ha miktarında bir sızma debisi ilave edilir.
- Kanal uzunluğu başına 0,8 L/s.km sızma debisi ilave edilir (Samsunlu, 2006).

2.4. Atıksu Arıtma Yöntemleri

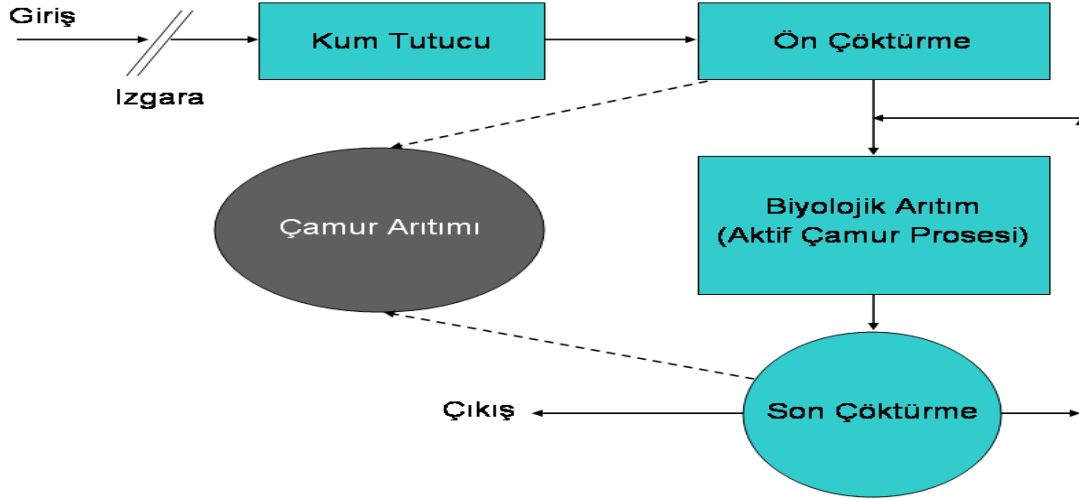
Atıksuların deşarj edildikleri alıcı ortamın fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirmek için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerin bir veya birkaçı atıksu arıtımı olarak tanımlanabilir. Atıksu karakteristiğine göre çeşitli arıtma yöntemleri kullanılmakta olup bunlar genel olarak dört kısımda incelenmektedir (Köseoğlu, 1995).

- Fiziksel arıtma yöntemleri,
- Biyolojik arıtma yöntemleri,
- Kimyasal arıtma yöntemleri,
- İleri arıtma yöntemleri.

Bir diğer sınıflandırmaya göre arıtma yöntemleri; birincil, ikincil ve ileri arıtma olarak sınıflandırılmaktadır.

Birinci arıtmada, askıda katı madde ve bazı organik maddeler giderilir. Bu maddelerin giderimi ızgaradan geçirme veya çöktürme gibi fiziksel yöntemlerle sağlanabilir. İkinci arıtma sonucu çıkan atıksuda, düşük BOİ₅ ve AKM ile birkaç mg/l çözünmüş oksijen bulunabilir. Atıksu yeniden kullanılacaksa veya alıcı ortamda ötrofikasyon kontrolü gerekiyorsa, atıksuda kalan AKM ve çözünmüş maddelerin giderilmesi için ileri arıtma gerekebilir.

Klasik bir atıksu arıtma tesisi akım şeması Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Klasik bir Atıksu Arıtma Tesisi akım şeması

Değişik karakterdeki atıksular için değişik arıtma yöntemleri kullanılabilir. Birim işlem ve süreçlerin genel arıtım verimleri Tablo 2.1’de verilmiştir (Toprak, 2000).

Tablo 2.1. Birim işlem ve süreçlerin % olarak genel arıtım verimleri (Toprak, 2000).

İşlem / Süreç	BOİ	KOİ	AKM	P	N _{ORG}	NH ₃ -N
İzgara	-	-	-	-	-	-
Kum tutucu	0-5	0-5	0-10	-	-	-
Ön çökeltme havuzu	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0
Klasik aktif çamur süreci	80-95	80-85	80-90	10-25	15-50	8-15
Yüksek hızlı, kaya dolgu ortamı damlatmalı filtre	65-80	60-80	60-85	8-12	15-50	8-15
Süper hızlı, plastik dolgu ortamı damlatmalı filtre	65-85	65-85	65-85	8-12	15-50	8-15
Biyodisk	80-85	80-85	80-85	10-25	15-50	8-15
Klorlama havuzu	-	-	-	-	-	-

2.4.1. Fiziksel Arıtma

Fiziksel arıtma atıksu içerisinde bulunan çökelebilen, yüzebilen katı parçacıkların, çözünmüş maddelerin ve gazların uzaklaştırılması amacıyla uygulanan işlemler bütünüdür. Atıksu arıtım uygulamalarında, ilk kademe arıtma işlemlerinin kullanılmasının iki önemli sebebi bulunmaktadır. İlki, atıksudaki kaba maddelerin tutularak atıksu arıtma tesisindeki boru ve kanalların tıkanmasının önlenmesi ve makine parçalarının aşınmaya karşı korunmasıdır. İkinci sebebi ise, atıksu arıtma tesisindeki diğer birimlere gelecek atık yüklerinin oranının azaltılmasıdır (Muslu, 1990).

Mekanik arıtma kademesinde tesise gelen debinin belirlenmesi için gerekli debi ölçümleri yapılır. Atıksu arıtma tesislerinde uygulanan fiziksel arıtma üniteleri ızgaralar, elekler, kum tutucular, yüzer madde tutucular, dengeleme, çökeltim ve yüzdürme havuzlarıdır (SKKY Teknik Usuller Tebliği, 1991).

2.4.2. Kimyasal Arıtma

Kimyasal arıtma, atıksu içerisinde kirliliğe neden olan kolloidal, çözünmüş ve askıdaki maddelerin uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla, çeşitli kimyasal reaksiyonlardan yararlanılan genel metotların tümüdür. Kimyasal arıtma suda çözünmüş olan kolloidal ve askıdaki taneciklere pıhtılaştırma ve yumaklaştırma işlemlerinin uygulanarak çökeltilmelerinin sağlanmasını amaçlar.

Kimyasal arıtma işlemlerinin kimyasal oksidasyon, kimyasal çöktürme ve dezenfeksiyon gibi uygulamaları bulunmaktadır. Kimyasal oksidasyon işlemi, atıksu içerisindeki istenmeyen kimyasal maddelerin ve bazı toksik bileşiklerin zararsız hale dönüştürülmesi işlemlerini kapsar. Kimyasal çöktürme işlemi ise sudaki çözünmüş veya askıda halde bulunan maddelerin fiziksel durumunu değiştirerek çökelmelerini sağlamak üzere uygulanan bir arıtma işlemidir. Dezenfeksiyon işlemi ise, su içerisindeki patojenik mikroorganizmaların elimine edilerek güvenli içilebilecek hale getirilmesi işlemidir (Şengül, 1995).

Çöktürme havuzları, kimyasal yumaklaştırma işlemi sonucunda oluşan yumakların çöktürülmesi için kullanılır. Karıştırma işlemleri ve çöktürme havuzları ayrı birimler olarak yapılabildiği gibi, bunların bir arada yapıldığı bileşik sistemler de mevcuttur (SKKY Teknik Usuller Tebliği, 1991).

2.4.3. Biyolojik Arıtma

Biyolojik arıtma; mikroorganizmalar tarafından atıksu içerisinde bulunan organik ve anorganik kirletici maddelerin, besin ve enerji kaynağı olarak kullanılmaları suretiyle atıksudan uzaklaştırılmaları esasına dayanır (SKKY Teknik Usuller Tebliğ, 1991). Ortamdaki oksijenin varlığına göre aerobik ve anaerobik şekilde sınıflandırılmaktadır.

Biyolojik arıtmanın temel amaçları kısaca aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

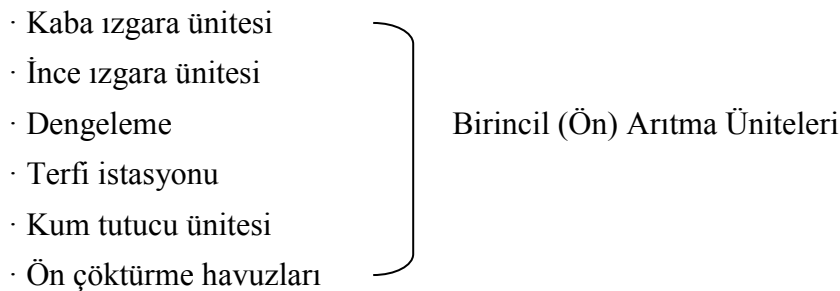
- Biyolojik olarak parçalanabilen bileşenleri H_2S , H_2O CO_2 , CH_4 gibi son ürünlere dönüştürmek,
- Çökelemeyen ve askıda kolloidal katıların biofilm tarafından yakalanmalarını veya bir araya toplanmasını sağlamak,
- Bazı ortamlarda spesifik eser bileşikler uzaklaştırmak,
- Azot ve fosforu dönüştürmek ve uzaklaştırmak, olarak sıralanabilir.

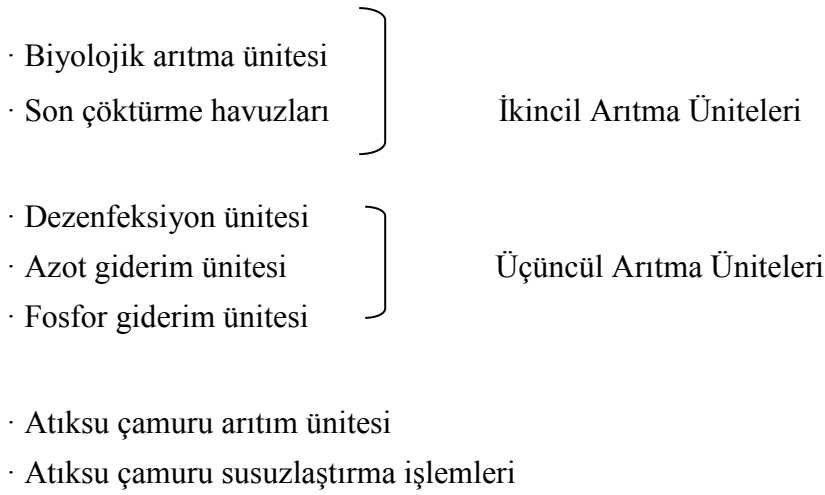
2.4.4. İleri Arıtma

Biyolojik olarak ayrışmaları kolay olmayan organikleri, ağır metalleri ve diğer toksik maddeleri içeren atıksuların deşarj edilmesi su kaynaklarının bozulmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı ikincil arıtma, atıksuların arıtılmasında yeterli olmayıp, üçüncül arıtma veya ileri arıtma yöntemleri önem kazanmaktadır. Suların daha ileri seviyede arıtılmaları amacıyla; iyon değişimi, aktif karbon adsorpsiyonu, kimyasal indirgeme, yükseltgeme, ters ozmoz, gibi yöntemler kullanılmaktadır (Patterson, 1977).

2.5. Evsel Atıksuların Arıtılmasında Temel İşlemler

Evsel nitelikli atıksuların arıtılmasında kullanılan bazı temel işlemler şu şekildedir.





Kaba ızgaralar, ince ızgaralar ve kum-yağ tutucular genellikle atıksu arıtma tesislerinde yer alan ön arıtma üniteleridir. İkincil arıtma ünitelerinde farklı sistemler kullanılabilmektedir. İkincil arıtma ünitelerinde hangi proseslerin kullanılacağına karar verilirken, proje alanının özellikleri ve gerekli arıtma verimi ihtiyacı gibi özelliklere dikkat edilir. Eğer arıtılacak atıksular sulama suyu olarak kullanılacaksa, dezenfeksiyon işlemi uygulanmaktadır, yada arıtma sistemi azot ve fosfor gideriminden herhangi birini veya her ikisini de kapsıyorsa sistem üçüncül arıtma olarak adlandırılmaktadır (Dağ, 2002).

Biyolojik arıtma sistemlerin tamamında yan ürün olarak çamur oluşmaktadır. Oluşan bu çamurun çevreye zarar vermeyecek şekilde bertarafı için, farklı çamur çürütme (stabilizasyon) sistemleri ve susuzlaştırma ekipmanları kullanılabilmektedir (Dağ, 2002).

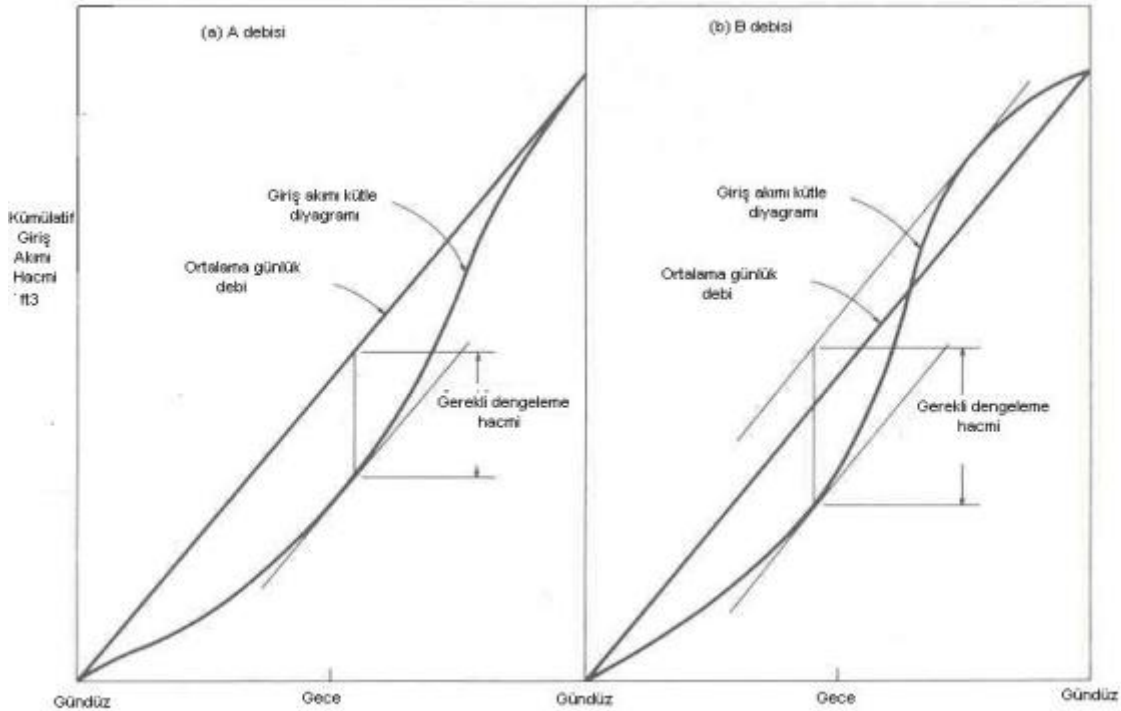
2.5.1. Ön (Birincil) Arıtma Üniteleri

Ön arıtım atıksu içerisinde bulunan katıların fiziksel olarak ayrılması için kullanılmaktadır. Atıksu farklı şekillerde, büyüklük ve yoğunluklarda çeşitli katılar içermektedir. Ön arıtım; büyük parçaların ve çöplerin tutulması ve parçacıkların çöktürülmesini kapsamaktadır. Ön arıtım, basitliğinden dolayı dünya genelinde tüm modern atıksu arıtma sistemlerinde katı parçaların ayrılması işleminde sıklıkla kullanılmaktadır (Reible, 1999). Ayrıca ön arıtımda yüzdürülerek ayrılabilen maddeler de tutulur. Ön arıtma işlemlerinin kullanılmasıyla mekanik aksam aşınmaya yönelik korunmakta ve arıtma tesisindeki diğer ünitelere gelecek yükler azalmaktadır. Ön arıtmadan çıkan su kanalizasyon veya uygun alıcı ortama verilebileceği gibi ikincil arıtma üniteleri ile arıtımına devam da edilebilir (Eckenfelder, 1980). Debi ölçüm ünitesi de genellikle ön arıtım üniteleri arasında yer almaktadır.

2.5.1.1. Debi Ölçümü ve Dengeleme

Debi ölçümü ve dengeleme birimleri atıksu arıtma tesislerinde önemli bir birimdir. Bu birimde herhangi bir arıtma gerçekleşmemesine rağmen bu birimlerin arıtma tesislerinde bulunmaları önemlidir. Debi ölçümü genellikle ana toplayıcı sistemin üzerinde, kum tutucudan sonra, ön çökeltim havuzundan sonra ve arıtma tesisi çıkışına konulmaktadır. Dengeleme havuzlarının yapılmasının sebebi; debi değişimlerinin neden olduğu işletme sorunlarını engellemek, daha sonraki ünitelerin verimlerini yükseltmek, yapıların boyutlarını ve maliyetlerini azaltmaktır (Samsunlu, 2006).

Debi dengelenmesinde gerekli hacim, toplam akış hacminin zamana karşı çizilmesi ile hesaplanır. Aynı diyagrama ortalama günlük akış hızı (orijin ile son noktanın birleştirildiği düz çizgi) da çizilir (Şekil 2.2). Kütle akış eğrisine teğet, ortalama günlük akış hızı eğrisine paralel bir doğru çizilir. Gerekli dengeleme hacmi, teğet çizilen noktanın ortalama günlük akış hızı doğrusuna dik doğrultudaki uzaklığıdır. Eğer akış hızı grafiği Şekil 2.2'deki gibi ortalama akış hızı doğrusunun üstüne çıkıyorsa gerekli dengeleme hacmi, iki teğet doğru arasındaki dik uzaklıktır (Metcalf ve Eddy, 2000).



Şekil 2.2. Tipik iki akış hızında gerekli dengeleme hacmi bulunmasında kullanılan kütle diyagramı (Öztürk vd., 2005).

2.5.1.2. Izgaralar

Fiziksel arıtma proseslerinde kullanılan ünitelerin başında ızgara ve elekler gelmektedir. Izgaradan geçirme, iri hacimli kirleticilerin atıksudan uzaklaştırılmasında kullanılan birincil arıtma sistemlerinden birisidir (Toprak, 1996). Kullanım amaçlarına göre arıtma tesisinin ilk ünitesi olarak ve/veya diğer ünitelerin önünde yer alabilirler.

Izgaralar su içerisindeki katı maddeleri ayırarak, bunların pompa ve diğer ünitelere zarar vermesini önlemek ve yüzücü katı maddeleri sudan ayrılması için inşa edilirler. Bu nedenle ızgaralar sonraki arıtma kademelerinin verimini artırırlar. Izgaralar küçük tesislerde elle, büyük tesislerde mekanik olarak temizlenir. Eşdeğer nüfusu 10.000' e kadar olan küçük tesislerde elle temizlenen ve çubuk aralığı 3 ile 5 cm arasında olan tek bir ızgara kullanılabilir. Izgaralar ince ve kaba olmak üzere iki grupta toplanırlar. Izgara cinsine göre bazı özellikler Tablo 2.2'de verilmiştir (Syed, 1985).

Tablo 2.2. İnce ızgara (6 mm den küçük), kaba ızgara (6-150 mm) özellikleri (Metcalf& Eddy, 1991).

Izgara cinsi	Çubuklar arasındaki mesafe, mm	Tutulacak madde miktarı, L/ N.yıl
Kaba ızgara		
Elle temizlenen	25-50	
Makine ile temizlenen	15-75	2-5
İnce ızgara	15-25	5-15

Kaba Izgaralar ve Elekler: Kaba ızgaralar, arıtma tesislerinde ilk ünite olarak kullanılırlar. En yaygın olarak kullanılan kaba ızgaralar: çubuk ızgaralar, elekler ve öğütücülerdir (Syed, 1985). Kaba ızgaraların özellikleri Tablo 2.3 'de verilmiştir.

Çubuk ızgaralar: Izgara aralığı 25-50 mm olup evsel atıksu ile gelebilecek 50 mm'den iri maddeler (çöp, naylon, ahşap malzeme vb.) ızgarada tutularak atıksudan uzaklaştırılırlar. Izgara kanalları, kum ve diğer ağır malzemelerin bu kısımda birikmesini önlemek üzere projelendirilirler.

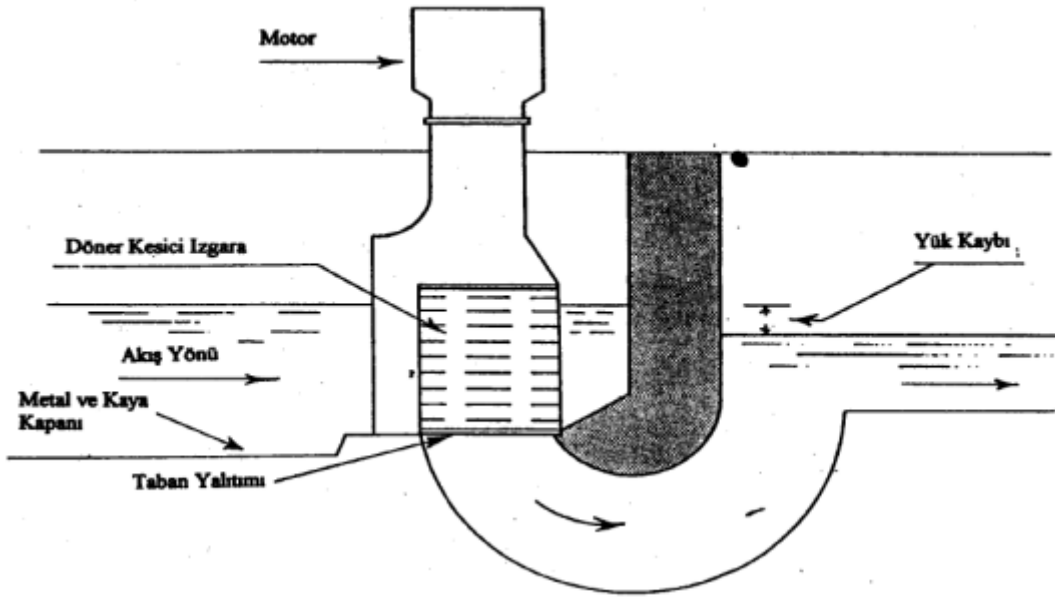
Tablo 2.3. Kaba ızgaraların özellikleri (Metcalf ve Eddy, 2000).

Tip	Yerleşim	Açıklama
Çubuk ızgaralar	Pompaların ve kum tutucuların önüne	Elle temizlemeli veya mekanik temizlemeli olabilirler. Küçük arıtma tesislerinde elle temizlemeli olanlar kullanılır.
Elekler	Çubuk ızgaranın önüne veya damlatmalı filtrenin arkasına	Çubuk ızgaraya göre daha küçük parçacıkların uzaklaştırılmasında kullanılır. Düz, kafes ve disk tipleri vardır. Iızgaralar kanaldan çıkartılarak temizlenip yerine takılır. Yeni tipleri hareketli eleklerdir. Tasarımları ince ızgaralara benzer. Katılar sürekli ayrılarak oluğa boşaltılır. Uzaklaştırılacak maddelerin boyutuna bağlı olarak aralıklar 3-20 mm arasındadır.
Öğütücüler	Kaba eleklerle birlikte	Öğütücüler ızgaralarda tutulan katı maddeleri öğütür. Dönen veya titreşen bir merdane üzerinde kesme dişleri veya doğrama kısımları vardır. Öğütücüler neredeyse tamamen batmış konumdadır.

İnce Iızgaralar ve Elekler: İnce ızgaraların amacı ön arıtmadır. Bu ızgaraların çubuk aralığı genellikle 15-25 mm'dir. Son yıllarda arıtma çıkış suyunu iyileştirmek amacıyla mikro elekler de üretilmiştir. İnce ızgaralar, hareketli ve hareketsiz eleklerden oluşmuştur. Her iki tip ince ızgarada % 20-25 askıda katı madde ve BOİ₅ giderimi sağlanır.

Iızgaralarda oluşan tıkanmalardan dolayı yük kayıpları oldukça önemlidir. Bu nedenle ızgaraların belirli periyotlarda temizlenmesi gerekmektedir.

Öğütücüler: Öğütücülerin amacı; arıtma tesislerinde atıksu ile gelen kaba taneli katıları parçalayarak sonraki arıtma işlem ve ünitelerinde problem oluşturmalarını önlemektir. Öğütücülerin kullanımı özellikle, pompaların korunması açısından gereklidir. Şekil 2.3'de bir öğütücünün şematik görünümü verilmiştir. Öğütücü, üstü bıçaklı dönen bir merdaneden oluşmuştur (Öztürk vd., 2005).



Şekil 2.3. Ögütücü şematik görünümü (Öztürk vd., 2005).

2.5.1.3. Yağ Tutucular

Yağlar, evlerden, hastanelerden, lokantalardan, benzin istasyonlarından ve çeşitli sanayi faaliyetlerinden (gıda, petrol endüstrisi vb.) gelen atık sularda bulunur. Yağ tutucular, öncelikle endüstriyel arıtma tesislerinde inşa edilir. Evsel atıksu arıtma tesislerinde yağ tutucu yapısının inşa edilmesi zorunlu değildir. Evsel atıksu arıtma tesislerinde yağların giderimi için, ön çökeltme havuzu yüzeyine monte edilen yüzey sıyrıcılar kullanılır. Yağın yoğunluğu sudan hafif olduğu için suyun yüzeyini bir tabaka halinde kaplar. Bu tabakanın iki zararı vardır. Birincisi havadan sıvı içine oksijen transferini kısıtlar ve dolayısıyla suda bir anaerobik durum meydana gelebilir. İkinci zarar ise, atık suda çökmesi gereken tanelerin yağ tarafından tutularak çökmenin engellenmesidir. Aynı zamanda yağ, arıtma tesisindeki makine aksamalarına da zarar verir (Samsunlu, 2006).

2.5.1.4. Kum Tutucular

Kum tutucular arıtma tesislerinde ızgaralardan sonra yer alan, atıksuların içerdiği mineral kökenli, bozunmayan ve kolay çökebilen malzemenin tutulduğu ünitelerdir. Malzemeler genellikle yağmur suyu ile sürüklenerek geldiğinden kum tutucular genellikle birleşik sistemde söz konusudur.

Ancak ayırık sistemle toplanan kanallarda da herhangi bir sebeple kum geliyorsa, bu durumda ayırık sistem için de kum tutucu yapmak faydalıdır. Kum tutucular ile boyutları 2×10^{-2} cm'den büyük olan partiküllerin tutulabileceği, daha küçük boyutlardaki malzeme için çökeltim işleminin uygulanabileceği ifade edilmektedir (Degremont, 1991).

Kum tutucular, istenilen büyüklükte katı maddelerin tutulduğu ancak istenmediği halde tabana çöken daha küçük çaplı katı maddeler ve organik maddelerin tekrar suya karışacağı şekilde projelendirilir. Bunu temin etmek için kum tutucular, yatay akış hızı 0,25 ila 0,4 m/s (tercihen 0,3 m/s) olacak şekilde projelendirilir. Bu hız organik daneciklerin kum tutucudan dışarıya sürüklenmesini temin eder. Küre şeklinde daneciklerin çökme hızları, danenin özgül ağırlığı, sıcaklık ve çöktürülecek dane çapına bağlı olarak değişmektedir. Özgül ağırlığı 2650 kg/m^3 olan kum daneciklerinin 10°C lik sıcaklıktaki çökme hızları Tablo 2.4' te verilmiştir.

Tablo 2.4. Kum daneciklerinin çökme hızları

Danecik çapı, mm	0,5	0,2	0,1	0,05
Çökme hızı, V_s , m/ st	258	82	24	6.1

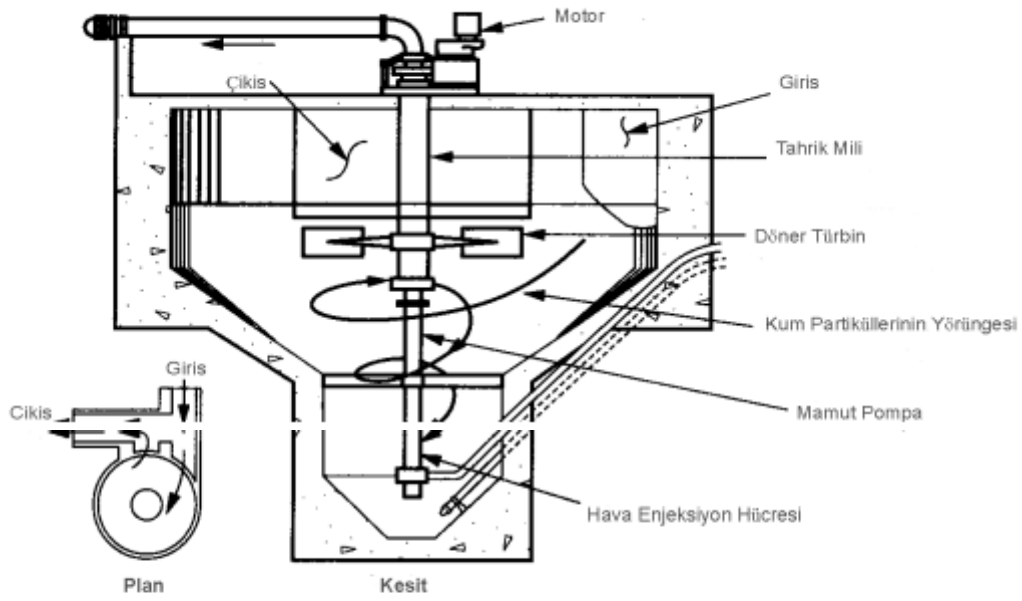
Kum tutucuların boyutlandırılmasında ikinci önemli parametre yüzey yüküdür. Tecrübelerle elde edilmiş yüzey yükleri, giderme verimine ve dane çapına bağlı olarak Tablo 2.5'de verilmiştir.

Tablo 2.5. Kum tutucularda yüzey yükleri (Eroğlu, 2008).

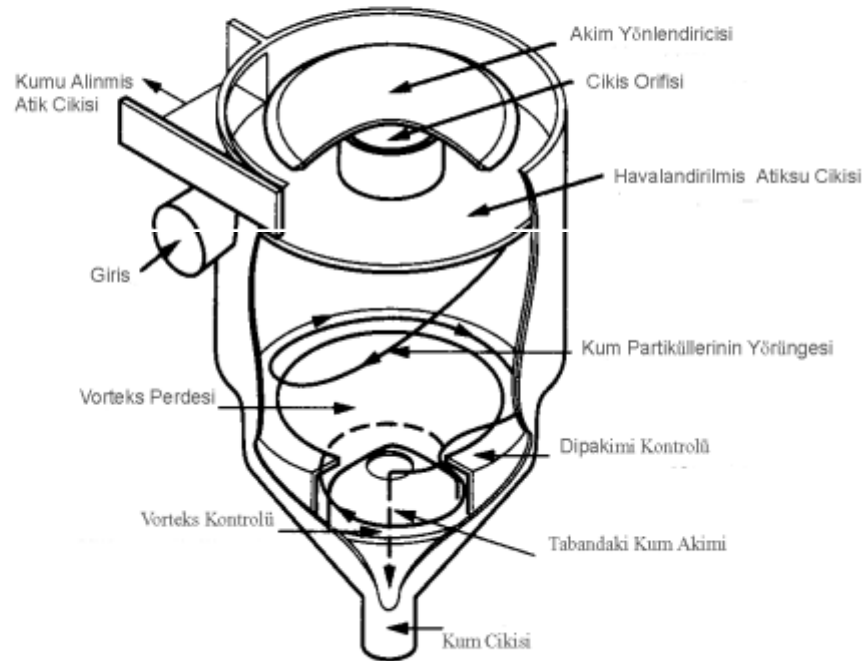
Dane çapı	Kum tutma verimine göre yüzey yükü, S_o , m/st		
	%100 verim	% 90 verim	% 85 verim
0.16 mm	12	16	20
0.20 mm	17	28	36
0.25 mm	27	45	58

Kum tutucular, akım şartları ve inşa durumları bakımından;

- Yatay akışlı, dikdörtgen veya kare planlı
- Dairesel (Vorteks akımlı) (Şekil 2.4)
- Düşey akımlı
- Havalandırılmalı şeklinde sınıflandırılabilir.



(a)



(b)

Şekil 2.4. Vorteks akımlı kum tutucu a) Birinci tip, b) İkinci tip (Öztürk vd., 2005).

İki tip olan vorteks akımlı kum tutuculardan birinci tipte atıksu girişi ve çıkışı teğetsel olarak gerçekleşir. Sabit akış hız dönen bir türbin ile sağlanır.

Şekil 2.4a'da kumlardan organiklerin ayrılmasını sağlamak için ayarlanabilir bıçaklar kullanılmaktadır. Türbinin dönmesi kum parçacıkları için silindirik akış sağlar. Kum, yerçekiminin etkisi ile oluğun içine çöker. Oluk içerisinde biriken kum, pompalar ile uzaklaştırılır.

İkinci tip Vorteks akımlı kum tutucularda ise giriş akımının ünitenin üst kısmından teğetsel girişi ile serbest girdap sağlanır. Yerçekim kuvveti silindirin içinde yoğunluğu birden büyük olan parçaların çökmesini önler (Şekil 2.4 b) (Öztürk vd., 2005).

Bu sistemlerden farklı olarak bazı arıtma sistemlerinde kum ön çöktürme tankında çöktürülür. Kum ayrımı, çamurun siklon tip kum ayırıcı da ayrılması ile sağlanır. Siklon kum tutucu aynı zamanda santrifüj ayırıcısı olarak görev yapar. Burada ağırlığı fazla olan kum ve diğer katı malzemeler girdap hareketi ile küçük parçacıklardan ve sıvı kısımdan ayrılır. Bu sistemlerin önemli faydası, atıksu arıtma tesislerinde tasarlanan kum tutucuların ilk yatırım maliyetinin ortadan kaldırılmasıdır. Mahzurları ise şunlardır:

- Sistemde seyreltik çamurun pompalanması tesiste çamur yoğunlaştırıcı gerektirebilir.
- Kumun seyreltik çamur ile pompalanması, kullanılan çamur kolektör pompa ve diğer ekipmanlarının bakım gereksinimini ve çamur terfi maliyetini artırır (Öztürk vd., 2005).

2.5.1.5. Ön Çöktürme

Ön çöktürme, durgun şartlarda tasarımları özel yapılmış olan çöktürme tanklarında, çökebilen ve yüzebilen katıların ayrılması esasına dayanmaktadır. Ön çöktürme tanklarının üç önemli fonksiyonu bulunmaktadır. Bunlar:

- Katıları yoğunlaştırma,
- Sıvıdan köpük, yağ, yüzen birikintiler gibi katıları ayırma,
- Katıları çökeltip sıvıdan ayırma (Öztürk vd., 2005).

Ön çöktürme havuzlarında atıksu içindeki yerçekimi etkisi ile çökebilen katıların atıksudan uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Bu havuzlar da biyokimyasal oksijen ihtiyacının yaklaşık dörtte biri, askıda katı maddenin ise yaklaşık yarısı giderilmektedir.

Atıksu içerisindeki katıların giderilmesi ile yaklaşık bir miktar askıda katı ve BOI₅ giderimi de söz konusu olduğundan biyolojik arıtma prosesinin organik yükünde azalma meydana gelmektedir. Organik yükte meydana gelen azalma biyolojik arıtma ünitesinde gerekli olan oksijen miktarının azalmasına neden olur. Bu da biyolojik arıtma prosesinin enerji gereksiniminin ve oluşan fazla aktif çamur miktarının azalmasını sağlamaktadır. Atıksudaki köpüğün giderilmesi ile de havalandırma tankı ve çöktürme tanklarında köpük oluşumu azalmış olmaktadır. Ön çöktürme tanklarının yukarıda belirtilen faydaları dışındaki yararları Tablo 2.6’ da verilmiştir.

Ön çöktürme tankları yukarıda belirtilen ve Tablo 2.6’da belirtilen işlevleri sağlaması için genellikle büyük kapasiteli (>3800 m³/gün) atıksu arıtma tesislerinde kurulur. İkincil kademe arıtma ünitesi tüm yükü kaldırabilecek küçük tesislerde, köpük, yağ ve yüzen kalıntılar işletme problemi yaratmayacaksa ön çöktürme ünitesi kurulmaz. Ön çöktürme tankı damlatmalı filtre, döner biyolojik disk ve batmış biyolojik reaktör gibi biyolojik arıtma proseslerinde arıtma ekipmanlarının zarar görmemesi için mutlaka sistemin önüne konulmalıdır (Water Environment Federation, 1996).

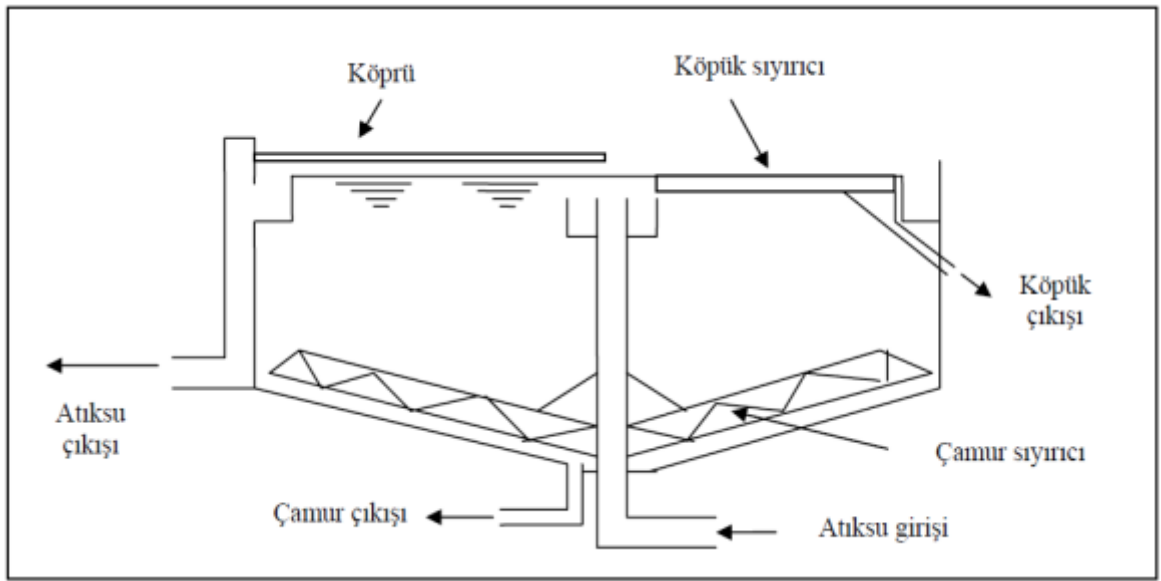
Tablo 2.6. Ön çöktürme tanklarının diğer işlevleri (Water Environment Federation, 1996).

İşlev	Etki
Ham atıksu kalite ve debisinin dengelenmesi	Sabit debi sağlayarak ikinci kademe arıtma ünitesinin performansının iyileşmesi sağlanır.
Kum tutucu	Ayrı bir ünite yoksa, çamur ve kum giderimini bir yerde toplar.
Atık suyun BOI ₅ ve askıda katı Madde giderimini arttırmak ve besin elementi giderimi için ham atık suyun kimyasal arıtımı	Ön çöktürme tankına kimyasal madde ilavesi ile BOI ₅ ve askıda katı madde giderimi arttırılır ve besin elementi giderimi (genellikle fosfor) sağlanır.

Dairesel ön çöktürme tankları: Dairesel tipli ön çöktürme tanklarında atıksu girişi merkezden olur. Merkezden besleme ile tanka giriş yapan atıksu dış duvarlara doğru hareket eder ve dış çevre boyunca uzanan savaktan çıkış yapar.

Yerçekiminin etkisi ile dibe çöken çamur sıyrıcılarla merkeze doğru itilir. Üstte yüzer maddeler ise genellikle hareket halinde olan köprülerdeki döner bir sıyrıcı ile toplanarak bir haznede birikir. Dairesel bir çöktürme tankı şematik olarak Şekil 2.5'te verilmiştir.

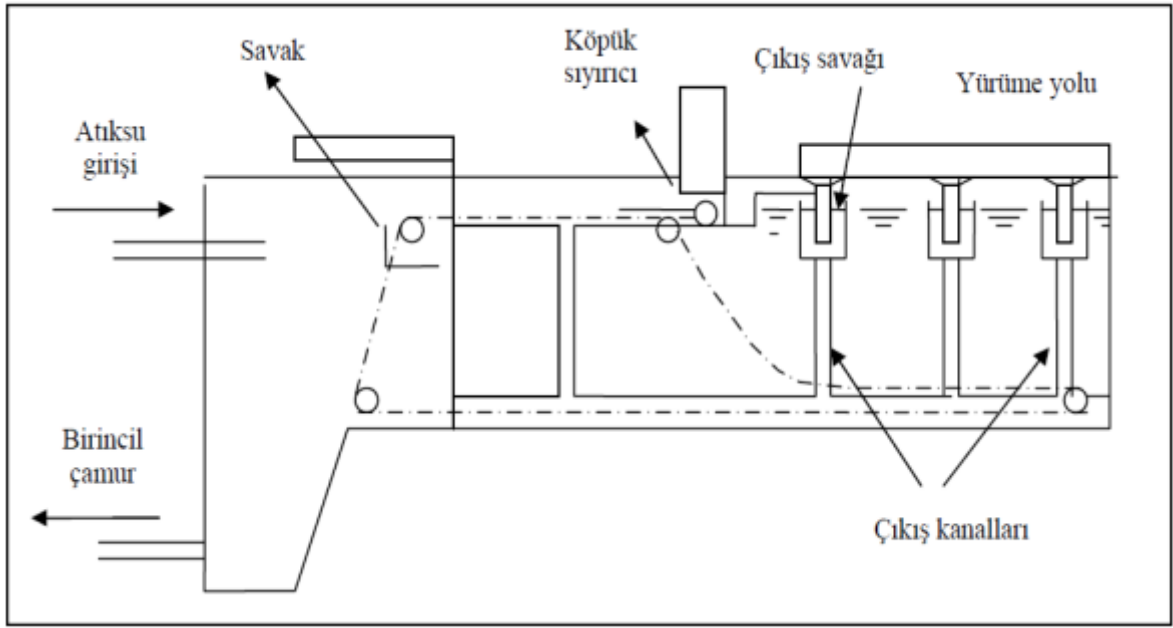
Ön çöktürme tankına kimyasal madde ilavesi ile BOI_5 ve Askıda Katı Madde giderimi arttırılır ve besin elementi giderimi (genellikle fosfor) sağlanır (Water Environment Federation, 1996).



Şekil 2.5. Dairesel çöktürme tankı şematik görünümü (Öztürk vd., 2005).

Dikdörtgen ön çöktürme tankları: Bu tanklarda atıksu girişi bir uçtan yapılır, atıksu tankın uzun kenarı boyunca hareket edip diğer uçtan tankı terk eder. Yerçekimi etkisi ile dibe çöken çamur atık suyun ters yönünde hareket eden köprülere bağlı olan sıyrıcılar ile toplama hunisine atılır. Ayrıca atıksu yüzeyinde dolaşan köpük toplayıcılarda yüzeydeki köpüğü sıyrıp atıksu çıkışı tarafındaki köpük toplayıcı huniye atar (Şekil 2.6). Ön çöktürme tanklarının tasarımı ve boyutlandırılmasında yüzey yükü göz önünde bulundurulur.

Yükleme hızlarının iyi tasarımı yapılmış ve uygun işletilen ön çöktürme tanklarında ham evsel atıksu arıtılırken üçte bir oranında BOI_5 ve büyük oranda askıda katı madde giderimi sağlanır.



Şekil 2.6. Dikdörtgen ön çöktürme tankı (Öztürk vd., 2005).

Ön çöktürme tanklarının işletme aşamasında aşırı atıksu yüklenmesi veya uygun işletilememesi durumunda yük oranı artacaktır. Eğer tesiste son çöktürme tankı varsa ve daha yüksek yüklemeleri kaldıracak şekilde tasarlanmışsa bu durum tesiste bir problem yaratmaz. Aynı şekilde ön çöktürme tankında yüzeysel taşma hızının önerilenin üstünde olması durumunda, aktif çamur sistemi yüksek organik yükü kaldıracak şekilde projelendirmişse herhangi bir sorun yaşanmaz. Çöktürme işlemlerinde yerçekimin etkisi ile çöken çamurun su tarafından sürüklenmemesi için, akışkanın yatay hızı çok önemlidir. Kanalizasyon borularında yatay hız, katı parçacıkların kanalda çökmesini önlemek için yüksek tutulur. Kritik yatay hız aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$V_h = (8k(s-1)gd/f)^{1/2} \quad (2.1)$$

Burada:

VH : kritik yatay hız, m/s,

s : partikül yoğunluğu, (kg/m³),

g : yerçekimi ivmesi, m/s²,

d : partikül çapı, m,

k : sabit (kum için 0,04, yapışkan çamur için 0,06)

f : Darcy-Weisbach sürtünme faktörü (0,02-0,03)

Boyutlandırma: Dikdörtgen ve dairesel ön çöktürme tanklarının tipik boyutları Tablo 2.7’de verilmiştir.

Tablo 2.7. Ön çöktürmede kullanılan dikdörtgen ve dairesel çöktürme tankı tasarım değerleri.
(Öztürk vd., 2005).

	ARALIK	TİPİK
Dikdörtgen		
Derinlik, m	3-4,5	3,7
Uzunluk, m	15-90	24-40
Genişlik, m	3-24	5-10
Sıyırıcı hızı, m/dak	0,6-1,2	0,9
Dairesel		
Derinlik, m	3-4,5	3,7
Çap, m	3-60	12-45
Taban eğimi, mm/m	62-167	83
Sıyırıcı devir sayısı, dev/dak	0,02-0,05	0,03

2.5.2. İkincil Arıtma Yöntemleri

Birincil (ön) arıtma metotları ile atıksulardan uzaklaştırılamayan çözünmüş ve kolloidal organik maddelerin uzaklaştırıldığı arıtma yöntemidir. Bu tip organik maddeler basit çöktürme metotları ile arıtılamayacağı için, bu maddelerin çökelebilen katılara dönüştürülmesi gerekmektedir.

Bu dönüşüm, bu maddeler ile mikroorganizmaları bir araya getirmekle gerçekleşir. Mikroorganizmalar çözünmüş ve kolloid maddeler üzerinde beslenirken büyürler ve çoğalırlar bu maddeleri de çökelebilen katılar haline dönüştürürler. İşte ikincil arıtım yöntemleri bu işlemleri gerçekleştiren biyolojik prosesler ve gerekmesi durumunda kullanılan son çöktürme havuzlarını içerirler. İkincil arıtım ünitelerinin verimlerini etkileyen faktörler Tablo 2.8’ de verilmiştir (Toprak, 2000).

Tablo 2.8. İkincil arıtım ünitelerinin verimlerini etkileyen faktörler (Toprak, 2000).

Süreç	Verimi etkileyen faktörler
Aktif çamur	■ Reaktör tipi ■ Hidrolik alıkonma süresi ■ Hidrolik yükleme hızı ■ Organik yükleme hızı ■ Havalandırma kapasitesi ■ Ortalama hücre alıkonma süresi ■ F : M oranı ■ Çamur geri çevrim oranı ■ Nutrientler ■ Çevresel faktörler (pH ve sıcaklık)
Damlatmalı filtre	■ Dolgu ortamı tipi ve derinliği ■ Hidrolik yükleme hızı ■ Organik yükleme hızı ■ Doğal havalanma ■ Kademelendirme ■ Geri çevrim hızı ■ Debi dağıtımı
Biyodisk	■ Ünite sayısı ■ Hidrolik yükleme hızı ■ Organik yükleme hızı ■ Motor gibi mekanik aksamın özellikleri ■ Ortamın (disk) yoğunluğu ■ Şaftın özellikleri ■ Geri çevrim hızı ■ Disklerin batıklık oranı ■ Disklerin dönme hızı

Biyolojik Arıtma: Biyolojik arıtma; atıksuyun içinde bulunan askıda veya çözünmüş organik maddelerin bakterilerce parçalanması ve çökebilen biyolojik floklarla sıvının içinde kalan veya gaz olarak atmosfere kaçan sabit inorganik bileşiklere dönüşmesidir. Biyolojik arıtma sistemleri; ortamda oksijen varlığına göre havalı (aerobik) ve havasız (anaerobik) olarak sınıflandırılabilirler.

Aerobik arıtma sistemlerinde organik atıklar, sentez ve oksidasyon yolu ile giderilirler. Başka bir deyişle organik maddelerin bir kısmı yeni hücrelere sentezlenirken geri kalan kısmı gerekli enerjiyi üretmek amacıyla oksidasyona tabi tutulurlar.

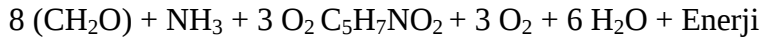
Aerobik (havalı) biyolojik oksidasyon reaksiyonları genel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilmektedir:

Organik madde (BOİ, KOİ) + O₂ + N+ P Hücre +CO₂ +H₂O + biyolojik yolla parçalanamayan çözünebilir maddeler,

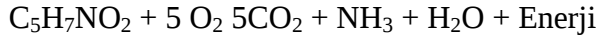
Hücre + O₂ CO₂ + H₂O + N + P + parçalanmayan hücresel kalıntılar,

Bu biyolojik parçalanma olayı tüm havalı biyolojik arıtma sistemlerinde yer almaktadır. Biyolojik reaksiyon aşağıda gösterilmektedir.

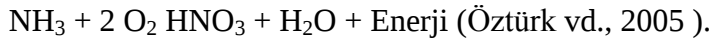
1. Adım: Biyokütlenin üretimi ve organik maddenin oksidasyonu



2. Adım: Biyokütlenin solunumu



3. Adım: Nitrifikasyon



Aerobik biyolojik arıtma yöntemleri arıtmayı yapan bakterilerin, aktif çamur ve modifikasyonları sistemlerinde olduğu gibi, askıda bulunduğu ve arıtmayı yapan bakterilerin, damlatmalı filtre ve biyodisklerde olduğu gibi, sabit bir membran oluşturduğu sistemler olmak üzere iki' ye ayrılır (İleri, 2000).

Anaerobik biyolojik arıtma; Organik maddelerin, oksijenin bulunmadığı bir ortamda anaerobik mikroorganizmalar tarafından çözümlenmesiyle gerçekleşir. Bu ünite septik tank ve havuzdan başlayıp içerisinde sıcaklık kontrolü ve karışımın uygulandığı yüksek verimli reaktörlere dönüşmüştür (Metcalf ve Eddy, 1991).

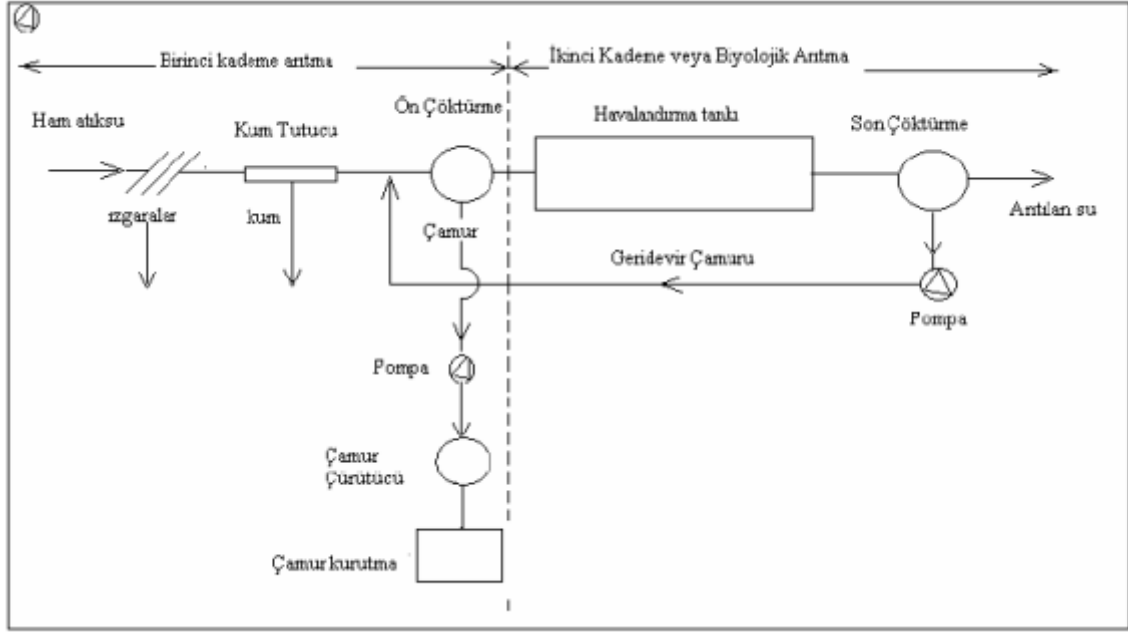
Havasız biyolojik arıtma siteminde organik maddeler öncelikle kendilerini oluşturan yapıtaşları gruplarına mikroorganizmalar yardımıyla ayrışır yani hidrolize olur ve daha sonra hidrolize olan bileşiklerden oluşan moleküller bir grup mikroorganizma vasıtasıyla organik asitlere ve alkole dönüştürülür. Organik asitler bir grup anaerobik mikroorganizma tarafından asetik asit, CO₂, H₂ ye ve bunlar da son olarak metan oluşturan mikroorganizmalar tarafından metana dönüştürülürler (İleri, 2000).

Biyolojik arıtmadan gelen arıtılmış suyun içindeki bakterilerin sudan ayrılması için son çöktürme havuzları kullanılmaktadır. Bu sistemde merkezden beslenen çamur yerçekimi yardımıyla havuz tabanına çökelmekte ve burada biriken çamur dip sıyrıcısının her bir dönüşünde havuzun merkezine doğru yönlendirilmektedir. Çöktürme havuzlarında, yoğun katı madde içeriğindeki çamur dibe çökelirken arıtılmış atıksu savaklanmaktadır. Çöktürme havuzlarının tabanından toplanan çamurun bir kısmı geri devir pompalarıyla havalandırma havuzuna geri döndürülürken bir kısmı da fazla çamur pompaları ile çamur yoğunlaştırma havuzuna aktarılmaktadır.

2.5.2.1. Aktif Çamur

Aktif çamur, organik ve inorganik maddeler içeren atıksu ile hem canlı hem de ölü mikroorganizmaların karışımı olup biyolojik aktivite gösteren çamur anlamında kullanılır. Aktif çamur süreci, mikroorganizmaların organik maddeyi oksijen kullanarak ayrıştırmaları esassından yararlanılarak geliştirilen bir aerobik biyolojik arıtma sistemidir (Toprak, 1995).

Klasik aktif çamur sistemi akım şeması Şekil 2.7’de gösterilmektedir. Sistem birinci kademe arıtma, ızgara, kum tutma ve çökeltme işlemlerinden oluşmaktadır. Ön çökeltmeden sonraki arıtmaya ikinci kademe arıtma denir. İkinci kademe arıtma, biyolojik havalandırma işleminin safhasıdır. Bu işlem sırasında çözünmüş organik madde, çökelebilen biyokütle haline dönüştürülür ve son çökeltme tankında çamur olarak tutulur. Daha önceden havalandırılmış olan bu çamura “aktif çamur” denir. Aktif çamurun bir bölümü havalandırma tankına geri döndürülür. Geride kalan kısım ise çoğalan çamura karşı gelen çamur olup sistemden dışarı alınarak birinci kademe arıtma sırasında çıkan çamurla karıştırılır. Karışık çamur daha sonra yoğunlaştırılır ve en sonunda daha ileri stabilizasyon sağlamak amacıyla çamur çürütücülere gönderilir. Aktif çamur prosesi ile %90’ın üzerinde BOİ giderimi sağlanır.



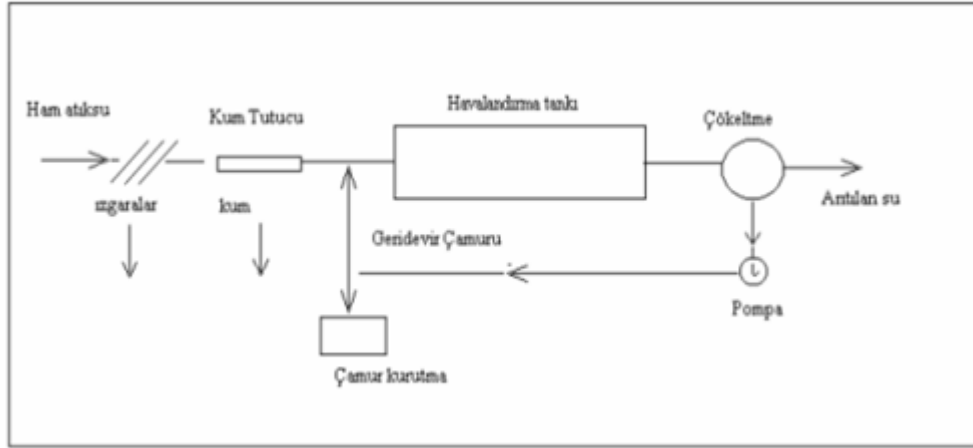
Şekil 2.7. Klasik bir aktif çamur sisteminin akım diyagramı (Öztürk vd., 2005).

Aktif çamur sistemleri arıtma verimi ve yükleme hızlarına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmışlardır:

- Saf Oksijenli Sistemler
- Uzun Havalandırılmalı Sistemler
- Kontak Stabilizasyon
- Oksidasyon Hendekleri
- Kademeli Havalandırma
- Tadil Edilmiş Havalandırma Uzun Havalandırılmalı Sistemler
- Yüksek Hızlı Havalandırma
- Piston Akımlı Sistemler
- Lineer Şekilde Değişen Havalandırma Tatbik Edilen Sistemler
- Tam Karıştırmalı Sistemler

Saf Oksijenli Sistemler: Yüksek BOI içeren atıksulardan BOI giderilmesinde oksijen sınırlamalarını önlemek için oksijenle zenginleştirilmiş hava yada saf oksijen kullanılır (Kargı, 1995).

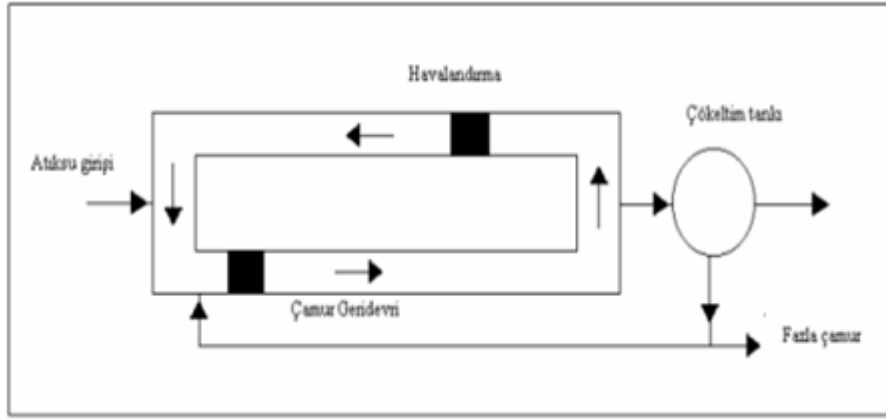
Uzun Havalandırma Sistemleri: Uzun havalandırma sistemlerinde atıksu, ızgaralardan ve kum tutuculardan sonra doğrudan havalandırma havuzuna verilir. Buradaki ortam şartları tamamen aerobik özelliktedir. Havalandırma havuzunda atıksuyun bekleme süresinin uzun olmasından dolayı, bu prosese uzun havalandırma prosesi denmektedir (Arceivala, 1998). Uzun havalandırma sistemin akım diyagramı Şekil 2.8’de verilmiştir.



Şekil 2.8. Uzun havalandırma sistemin akım diyagramı (Öztürk vd., 2005).

Kontak Stabilizasyon: Bu metot aktif çamurun absorplama özelliklerinden faydalanmak amacıyla geliştirilmiştir. Çökeltilmiş olan atıksular geri devir çamuru ile karıştırılıp kontak havuzunda 30-90 dakika süreyle havalandırılır. Bu sırada 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 (Metcalf ve Eddy, 1991).

Oksidasyon Hendekleri: Oksidasyon hendeklerinde atıksu ızgaradan geçirilerek veya çökeltildikten sonra hendek içinde hareket ederken havalandırılarak organizmalar tarafından karbon ve azot bileşiklerinden arıtılır (Kargı, 1995). Oksidasyon hendekleri şekil olarak dairesel yada oval şekilde hendekler olup, yüzey havalandırıcı gibi mekanik yöntemlerle havalandırılırlar. Oksidasyon hendeği Şekil 2.9’da verilmiştir. Bu hendekler yüksek bekleme süresi gerektirirler. Bu sistemlerde hendek çıkışına bir çökeltim tankı konularak katılar ayrılır.



Şekil 2.9. Oksidasyon hendeği (Öztürk vd., 2005).

Kademeli Havalandırma: Kademeli havalandırma sisteminin temel mantığı aktif çamur sistemiyle aynıdır. Ancak burada oksijen ihtiyacının daha üniform olması ve bu yüzden temin edilen oksijenin daha verimli bir şekilde kullanılmasıyla, klasik aktif çamur sisteminden ayrılır. Bu sisteminde atıksu farklı noktalardan havuza verildiği için yüksek absorpsiyon kapasiteli aktif çamur oluşur ve böylece kısa süreli bekletme ile daha fazla organik maddenin giderilmesi temin edilir (Metcalf ve Eddy, 1991).

Tadil Edilmiş Havalandırma: Tadil edilmiş havalandırma uygulanan sistemlerle klasik havalandırma uygulanan sistemler arasındaki temel fark, bu havalandırma sistemlerinde 1,5-3 saat gibi daha kısa havalandırma süresinin ve daha yüksek bir besi/mikroorganizma oranının kullanılmasıdır. (Metcalf ve Eddy, 1991).

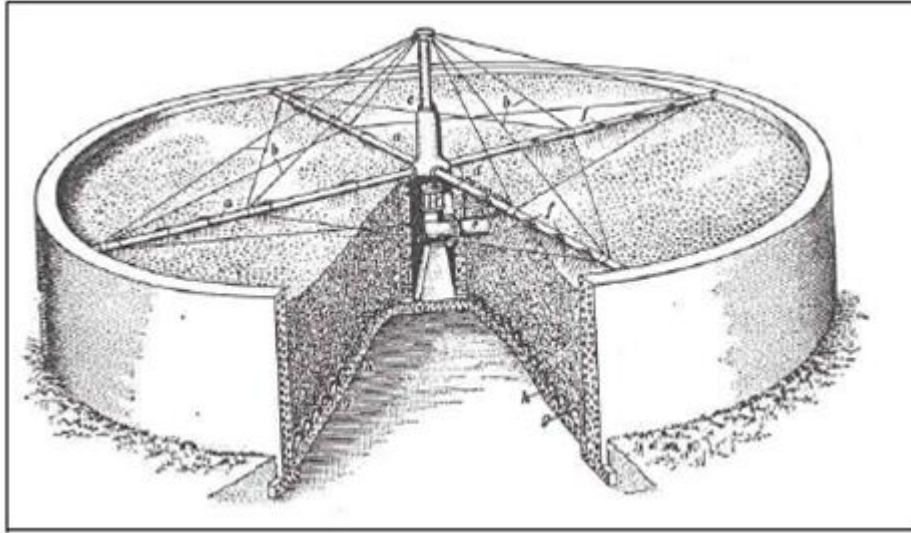
Yüksek Hızlı Havalandırma: Yüksek hızlı havalandırma askıda katı madde konsantrasyonu çok yüksek olan ve havalandırma havuzunun büyük hidrolik yüklere maruz bırakıldığı ve bu sayede de besi maddesi/mikroorganizma (F/M) oranları da yüksek bir sistemdir. Mikroorganizmalar havuzda uzun süre kalmış olur (Metcalf ve Eddy, 1991).

2.5.2.2. Damlatmalı Filtreler

Damlatmalı filtreler, üzerinde mikroorganizmaların biyofilm halinde büyüdüğü katı tanecikler içeren bir dolgu kuleden ibarettirler. Katı tanecikler kum, kırma taş, plastik, sert kömür ve özel dolgu maddelerini içeren tanecikler olup çapları 0,1-10 cm arasında değişir (Kargı, 1995).

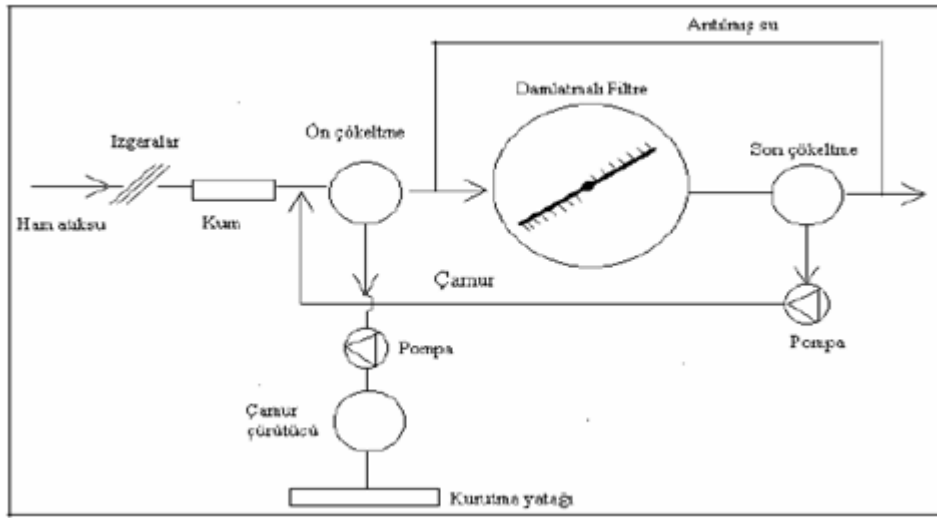
Damlatmalı filtreler üzerine birincil arıtmaya tabi tutulmuş olan atıksu belirli bir debi ile verilir. Bu işlem genellikle tankın merkezi etrafında yavaşça hareket eden ve delikli bir borudan oluşan bir düzenekle sağlanır. Atıksuyun içerisinde bulunan ve organik maddeleri parçalayan bakteriler, taşların üzerinde ince bir tabaka oluştururlar. Bu bakteriyel tabaka organik kirleticileri adsorplayıp metabolizmaları ve üremeleri için kullanarak karbondioksit ve suya dönüştürmektedir. Bir damlatmalı filtrenin perspektif görünüşü ve kesiti Şekil 2.11’de verilmiştir. Damlatmalı filtreden çıkan atıksu son çökeltme tankına verilir (İleri, 2000).

Damlatmalı filtre sisteminin kesiti Şekil 2.10’da verilmiştir.



Şekil 2.10. Bir Damlatmalı filtrenin perspektif görünüşü ve kesiti (Muslu, 1998).

Damlatmalı filtreler akış hızlarına göre “yavaş” ve “hızlı” olmak üzere ikiye ayrılırlar. Yavaş filtrelerde $2000-4000 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-gün}$, hızlı filtrelerde ise $10000-30000 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-gün}$ atıksu verilmektedir. Düşük hızlı filtrelerin işletmeleri daha kolaydır ve küçük nüfuslar için kullanılırlar. Damlatmalı filtre sisteminin akım diyagramı Şekil 2.11’de verilmiştir.



Şekil 2.11. Damlatmalı filtre sisteminin akım diyagramı (Öztürk vd., 2005).

Damlatmalı filtreler ile aktif çamur sistemlerinin karşılaştırılması ise Tablo 2.9’da verilmiştir.

Tablo 2.9. Damlatmalı filtreler ile aktif çamur sistemlerinin karşılaştırılması (Öztürk vd., 2005).

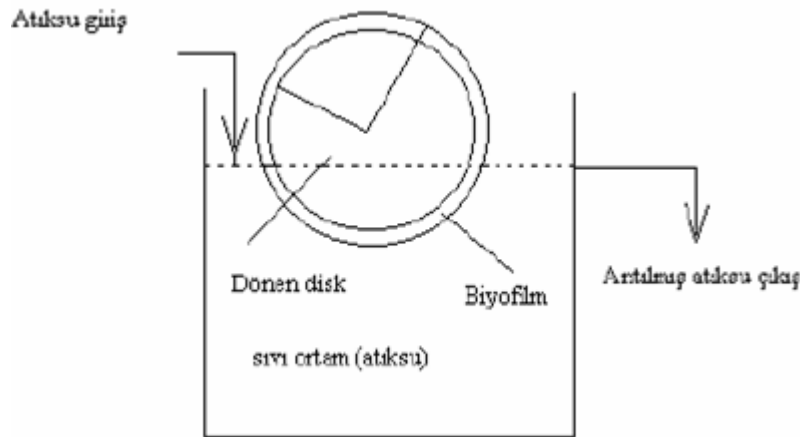
Parametre	Damlatmalı filtre	Aktif çamur
Yatırım maliyeti	Yüksek	Düşük
İşletme maliyeti	Düşük	Yüksek
Alan gereksinimi	Yüksek	Düşük
Havalandırma	Yeterli olmayabilir	Yeterli
Sıcaklık kontrolü	Zor	Kolay
Şok yükleme duyarlılık	Az duyarlı	Çok duyarlı
Çıkış akımının berraklığı	İyi	İyi değil
BOİ giderimi	80-90	80-90
Hidrolik bekleme süresi; Düşük hız Yüksek hız	6- 40 saat 0.5-4 saat	4-10 saat
Koku	Fazla	Az

2.5.2.3. Biyodisk

Biyodiskler genel olarak aktif çamuru andırırlar. Ancak bu sistemde havalandırma havuzu yerine döner diskler bulunmaktadır. Bu üniteler, plastikten yapılan 2-3 cm çaplı disklerden oluşur. Tipik bir Biyodisk Şekil 2.12’de verilmiştir.

Diskler birbirine paralel olarak bir şaft üzerinde konulur ve şaft bir motor yardımıyla döndürülür. Atıksu uzun ve sıkı tankların içerisine konur, diskler atıksu içine %40-50 oranında batık şekilde 2-10 devir/dakika hızıyla döndürülür. Atıksu içerisindeki organizmalar disk yüzeyinde biyofilm şeklinde büyürler ve atıksudaki organik bileşikler biyofilm içine difüzenirken organizmalar tarafından karbondioksit oksitlenirler. Sıcaklığın 13 derecenin altında olduğu durumlarda verim oldukça düşer ve yeni biyofilm tabakası 10-15 gün arasında oluşur (Metcalf ve Eddy.1991).

Döner biyodisk üniteleri genellikle küçük yerleşim merkezlerinin evsel nitelikli atıksularının arıtımında kullanılmaktadır. Ancak bazı durumlarda düşük devirli endüstriyel atıksulardan BOİ gideriminde de kullanılabilir. Sistem için önerilen optimum biyofilm kalınlığı 2-3 mm'dir (Öztürk vd., 2005).



Şekil 2.12. Tipik Biyodisk (Öztürk vd., 2005).

2.5.2.4. Mekanik Havalandırılmalı Lagünler

Mekanik havalandırılmalı lagünler, 2,5-4 m derinliğinde toprağın kazılması ile oluşturulan ve mekanik yüzey havalandırıcılar ile havalandırılan havuzlardır. Bu sistemde atıksu ızgaradan geçirildikten sonra mekanik havalandırıcının bir tarafından verilir. Belli bir havalandırma süresinin ardından diğer taraftan alınır (Toprak, 1996).

Havalandırılmalı lagünler içeriğindeki katı maddelerin durumuna bağlı olarak fakültatif, kesintisiz akışlı aerobik ve katıların geri döndürüldüğü lagünler olmak üzere üç tipe ayrılmaktadırlar. Fakültatif havalandırılmalı lagünlerde birim hacme düşen enerji, miktarı oksijen miktarının sıvıya yayılması için yeterli ancak bütün katıları askıda tutmak için yeterli değildir. Bunun sonucunda, lagüne giren AKM'nin 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.

Kesintisiz akışlı aerobik lagünlerde enerji girdisi, atıksu içerisinde istenilen miktardaki oksijeni sıvı içerisine dağıtacak ve bütün katıları askıda tutacak şekilde oluşturulmuştur. Bu lagünlerde katı maddeler çökelmeden ve havalandırılmış olarak atıksu ile beraber sistemi terk eder. Katı maddelerin atıksu ile beraber dışarı çıkması engellendiğinden bu tip lagünlerdeki katı madde konsantrasyonu yüksektir (Soli, 1998).

2.5.2.5. Stabilizasyon Havuzları

Stabilizasyon havuzları atıksuların bir noktadan girip arıtılmış suyun bir noktadan alındığı büyük ve sığ havuzlardır. Temel olarak dört ana biyolojik faaliyet oluşmaktadır. Bunlar karbonlu maddelerin bakteriler tarafından oksidasyonu, azotlu maddelerin nitrifikasyonu, dip çamurlarındaki çamurlu maddelerin parçalanması ve alglerin fotosentezidir (EPA,1980).

Atıksuda bulunan organik madde stabilizasyonunda bulunan bakteriler anaerobik şartlarda organik asitler, aerobik şartlarda ise CO₂ ve su üretirler. Bu nedenle sistem sürekli olarak aerobik tutulmaya çalışılır. Sistemin aerobik tutulması, sistemdeki alglerle birlikte yüzeysel oksijen transferi sayesinde sağlanır. Algler güneş enerjisini kullanarak fotosentez yoluyla sisteme oksijen verir (Muslu, 1994).

Stabilizasyon havuzları aerobik, anaerobik, fakültatif, olgunlaştırma ve havalandırılmalı havuzlar olmak üzere beşe ayrılır. Aerobik havuzlarda derinlik, ışık geçirimini ve fotosentezle alg oluşumunu maksimize etmek için yaklaşık 0,3 m veya daha az olur. Anaerobik havuzlarda mikroorganizmalar nitrat ve sülfatlardaki oksijeni kullandıklarından çözünmüş oksijene ihtiyaç yoktur. Ürün olarak metan ve karbondioksit üretilir (Arceivala, 1998).

Fakültatif havuzlar en yaygın kullanılan tipi oluşturur. Derinlikleri 1-3 m arasında değişir. Havuzda üst tabaka aerobik, alt tabakada ise anaerobik ayrışım oluşur. Alglerle bakteriler arasında ortak bir yaşam vardır. Alglerin ürettikleri oksijen, bakterilerin organik maddeyi ayrıştırmaları sırasında kullanılır (Toprak, 1996). Olgunlaştırma havuzlarının esas işlevi patojen organizmaların giderilmesi olup, virüslerin sığ derinliklerde ölmeleri etkin olduklarından derinlikleri 1-2 m arasında değişir (Mara, 1978).

2.5.2.6. Ardışık Kesikli Reaktörler

Bu aktif çamur sistemleri doldurup boşaltma esasına göre çalıştırılmakta ve Ardışık Kesikli Reaktör (AKR) olarak adlandırılmaktadır. Bu reaktörler, hem karbon oksidasyonu, hem de azot ve fosfor giderimi için kullanılırlar. AKR’de biyolojik azot giderimi kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Atıksu beslemesi ve havalandırma periyodunun ayarlanması ile proses esnekliği sağlanabilir.

2.5.3. Üçüncül (İleri) Arıtma Üniteleri:

Klasik arıtma sistemleri çıkışında arıtılmış atıksuda kalan AKM, çözünmüş madde, organik maddeler vb. gibi kirleticilerin de arıtımı ilave arıtma sistemlerini gerektirmekte olup bu sistemlere ileri arıtma sistemleri denmektedir. Bu kirleticiler organik maddeler, askıda katı maddeler, inorganik maddeler (Ca, K, SO₄, fosfat, nitrat vb.) veya kompleks sentetik organik bileşikler olabilmektedir. Söz konusu bileşiklerin çoğunun çevre üzerine etkileri bilinmektedir. Son yıllarda özellikle zehirli bileşiklerin çevreye etkileri ise klasik ve ileri arıtma sistemlerindeki arıtım mekanizmaları araştırılmaktadır (Metcalf ve Eddy, 1991).

Her ne kadar askıda katı ve biyolojik olarak parçalanabilen organiklerin arıtımı için klasik ikinci kademe arıtma sistemleri yeterli olsa da deşarjın göl, nehir, dere veya hassas bölgelere yapılması durumunda daha fazla arıtım gerekmekte, bu da ileri arıtma sistemlerinin ilavesini zorunlu kılmaktadır.

Tablo 2.10’da görüldüğü gibi bazı bileşiklerin çevreye deşarjının önemli kirlilik problemlerine yol açtığı görülmektedir. Arıtılmış atıksuda geriye kalan bileşiklerin çevredeki potansiyel etkisi deşarj ortamına göre önemli değişiklikler gösterir.

Tablo 2.10. Arıtılmış atıksuda bulunabilecek maddeler ve etkileri (Metcalf ve Eddy, 1991).

Bileşikler	Etkileri	Kritik (mg/L)
AKM	Çamur birikimine neden olur, alıcı ortamda bulanıklık yaratır.	Değişken
Biyolojik olarak parçalanabilen organikler	Alıcı ortamda çözünmüş oksijen konsantrasyonunu düşürebilir.	Değişken
Uçucu organik bileşikler	İnsanlarda toksik etki yapar, kanserojeniktir, fotokimyasal oksidanlar oluşturur.	Bileşiğin yapısına göre değişir.
Öncelikli kirleticiler	İnsanlar için toksik, kanserojen, Su canlıları için toksik.	Bileşiğin yapısına göre değişir. Suda, biyotada veya sedimentte bulunma durumuna göre farklı
Besi maddeleri	Klorür ihtiyacını artırır, proste nitrata çevrilebilir, oksijen kaynağını azaltır, fosfor ile birlikte istenmeyen sucul büyümeyi geliştirir,	Herhangi miktar
Nitrat	Bebeklerde metemoglobinemia (blue babies) hastalığına sebep olur. Alg ve sucul büyümeyi teşvik eder. Koagülasyonu engeller. Kireç-soda yumuşaklığını engeller.	0,3 ¹ 45 0,015 ¹
Fosfor	Sertliği ve toplam çözünmüş katı maddeyi artırır, Tuzlu tat verir, Tarımsal ve endüstriyel prosesleri engeller,	0,2-0,4 0,3
Diğer inorganikler Ca ve Mg	Müşhil etkisi yapar	250
Klorür	Köpüklenmeye neden olur, koagülasyonu etkiler.	75- 2000
Sülfat		600- 1000

¹ Durgun ve hareketsiz göllerde

İleri atıksu arıtma sistemleri temel işlem ve proseslerine veya uygulanan arıtma prensibine göre sınıflandırılabilirler. Bu işlem ve proseslerin kıyaslanmasını kolaylaştırmak için aşağıdaki hususlar dikkate alınır.

- Arıtmanın amacı,
- Beklenen fonksiyonu gerçekleştirmek için kullanılan işlem ve proses tipi,
- Arıtılan atıksu özelliği ile ilgili bilgiler.

2.5.3.1. Besi Maddelerinin Kontrolü

Besi maddelerinden azot ve fosfor arıtılmış atıksuların deşarjında önemli parametrelerdendir. Azot ve fosforun deşarj edilmesi, göl ve rezervuarlarda ötrifikasyonu hızlandırır ve alg büyümesini teşvik eder. Estetik olmayan görünümüne ilave olarak, alg ve sucul bitkilerin varlığı özellikle su temini, balık üretimi ve eğlence amaçlı kullanım gibi su kaynağının faydalı kullanımlarını engeller.

Azotun yüksek konsantrasyonlarda deşarjının sebep olduğu diğer zararlı etkileri;

- Alıcı ortamda çözünmüş oksijen azalması,
- Sudaki hayat üzerinde toksik etki,
- Klorla dezenfeksiyon verimini etkilemek,
- Halk sağlığına zararlı olmak,
- Atıksuyun tekrar kullanım amacına uygunluğunu bozmak olarak sıralanabilir.

Bu nedenle azot ve fosforun kontrolü su kalitesi yönetiminde ve atıksu arıtma sistemlerinin tasarımında büyük öneme sahiptir (Metcalf ve Eddy, 1991).

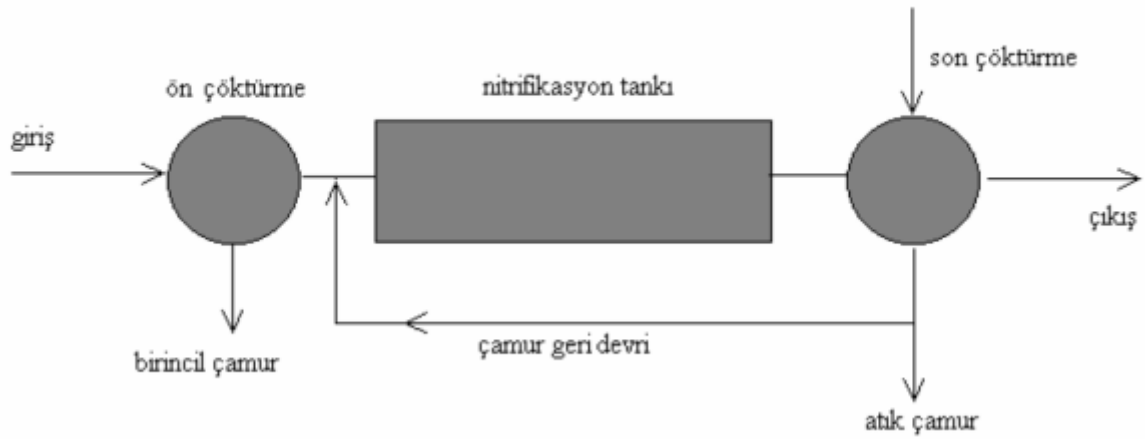
2.5.3.2. Azot Giderimi ve Uygulanan Arıtma Sistemleri

Azot bileşikleri toplu halde (10-40 mg civarında) organik bileşiklerden sonra atıksulardaki en önemli kirleticileridir. İnsanlar tarafından beslenmeyle alınan ve üre olarak atıksuya karışan proteinler evsel nitelikli atıksuda bulunan önemli azot kaynakları arasındadır. İnsanlardan kaynaklanan ve çok kolay hidrolize uğradığı için, üre daha kanalizasyonda iken amonyuma dönüşür. Organik azot bileşiklerinin de bir kısmı kanalizasyonda hidroliz ile amonyum azotuna dönüştürülür, bu yüzden tesis girişinde azot, oksitlenmemiş halde bulunur.

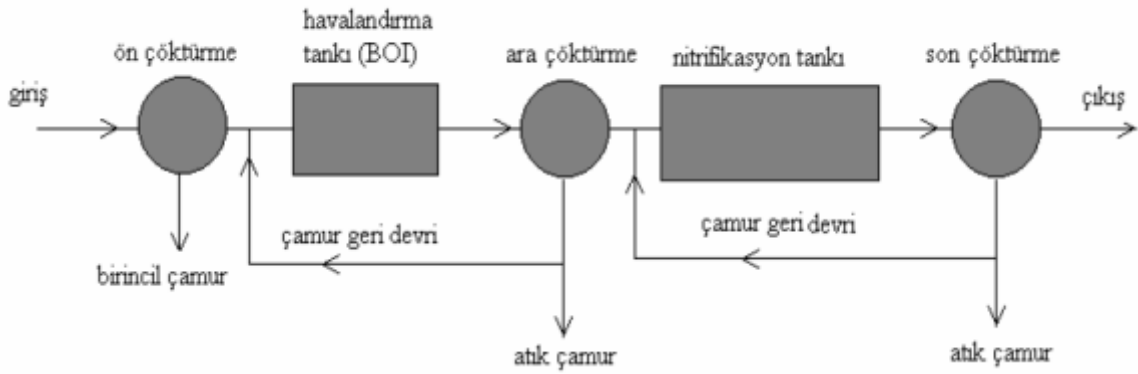
Toplam N = Organik N + Amonyum N + Nitrit N + Nitrat N şeklinde ifade edilir.

Azot giderimi biyolojik olarak iki kademeli bir proses olup birinci kademe olan nitrifikasyonda organik azot ve amonyak azotu nitrit ve nitrata dönüştürülür. İkinci adım olan denitrifikasyonda ise nitrat, azot gazına çevrilip uzaklaştırılır.

Birleşik (tek çamurlu) sistemde karbon oksidasyonu ve nitrifikasyon bir reaktör içinde meydana gelir. “Ayrık (çok çamurlu) sistem” de ise karbon oksidasyonu ve nitrifikasyon farklı reaktörlerde meydana gelir ve heterotofik ile ototrofik mikroorganizmalar bir arada bulunmazlar. Tek ve çift çamurlu nitrifikasyon sistemleri Şekil 2.13’te gösterilmektedir (Öztürk vd., 2005).



(a)



(b)

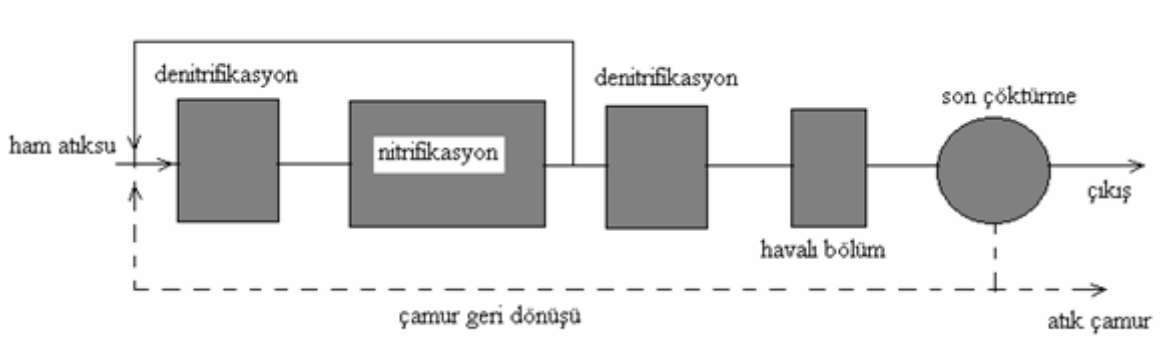
Şekil 2.13. Tam karışımli reaktörlerde karbon oksidasyonu ve nitrifikasyon prosesleri a) Bileşik tek çamurlu sistem, b) Ayrık sistem (Öztürk vd., 2005).

Azotun Biyolojik Nitrifikasyon-Denitrifikasyon ile Giderimi: Biyolojik nitrifikasyon-denitrifikasyon prosesi, aşağıdaki sebepler dolayısıyla azot gideriminde kullanılan en yaygın metotlardandır.

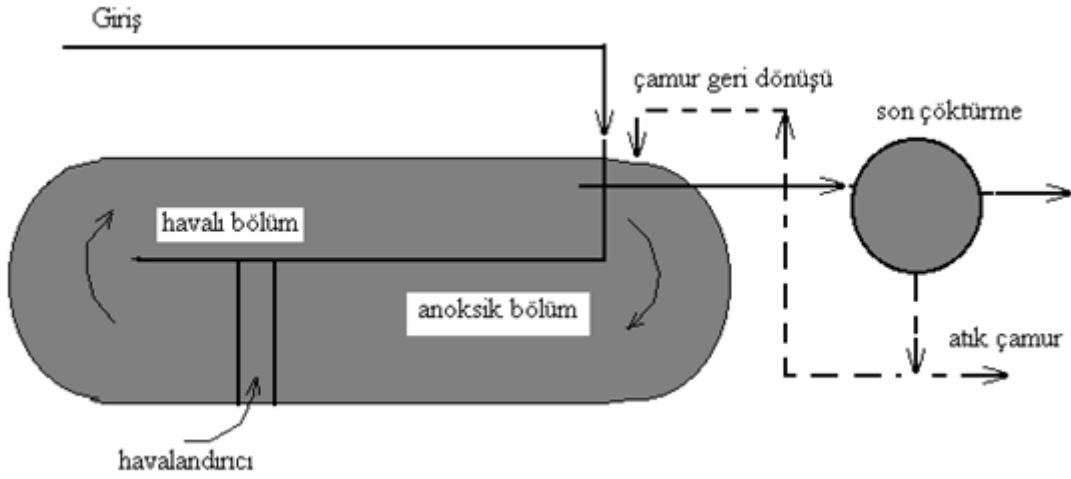
- Arıtma verimi yüksektir.
- Proses kararlılığı ve güvenilirliği fazladır.
- Proses kontrolü diğer sistemlere kıyasla kolaydır.
- Az alan gereklidir.
- Maliyeti çok yüksek değildir.

Atıksu içeriğindeki azot konsantrasyonuna bağlı olarak tek veya iki aşamada arıtma yapılabilmektedir. Birinci aşamada amonyum havalı ortamda nitrata dönüştürülürken (nitrifikasyon) ikinci aşamada ise nitrat azot gazına dönüştürülür (denitrifikasyon). Atıksudaki azot nitrat formunda olup sulama suyu olarak kullanılacak ise yalnızca denitrifikasyon yeterli olabilmektedir.

Bu sistemlerin çoğu toplam azotun % 60-80'nini arıtabilmektedir. Birleşik sisteme örnek akış diyagramı Şekil 2.14'te verilmektedir. Bu sistemlerde, havalandırmanın sonunda arıtmadan artan karbonlu bileşikler denitrifikasyon basamağında kullanılmaktadır. Şekil 2.14 b'den de görülebileceği gibi anoksik ortam oksijenin kontrolü ile oksidasyon hendeğinde de sağlanabilmektedir. Bunlara alternatif olarak ardışık kesikli reaktörlerde de havalı ve anoksit şartlar oluşturularak nitrifikasyon ve denitrifikasyon reaksiyonları birlikte gerçekleştirilmektedir (Öztürk vd., 2005).



(a)



(b)

Şekil 2.14. Birleşik nitrifikasyon-denitrifikasyon sistemleri: a) Dört basamaklı Bardenpho prosesi ve b) Oksidasyon hendeği (Öztürk vd., 2005).

2.5.3.3. Fosfor Giderimi ve Uygulanan Arıtma Sistemleri

Fosforun biyolojik olarak giderilmesi, ortofosfat, polifosfat ve organik bağlı fosforun mikroorganizma hücre dokusuyla bağlanması esasına dayanır. Atıksu içerisindeki toplam giderilen miktar ortamdaki net çamur miktarı ile bağlantılıdır. Mikroorganizma hücre yapısı içerisindeki fosfor, azot içeriğinin beşte biridir. Ancak çevre şartlarına bağlı olarak bu oran üçte bir ile yedide bir arasında değişebilmektedir. Biyolojik fosfor gideriminde mikroorganizmalar sırasıyla havasız ve havalı şartlar altında kalırlar. Değişen şartlar mikroorganizma üzerinde baskı yaratır ve ortamdan normalin üzerinde aşırı fosfor alırlar. Fosfor yalnızca hücre bakımı, sentezi ve enerji aktarımı amacıyla kullanılmaz, depolanarak sonraki safhada mikroorganizmaların kullanımı için de saklanır (Altınbaş, 2001).

Fosfor gideren tipik biyolojik arıtma sistemleri;

- A/O prosesi,
- Phostrip prosesi,
- Ardışık kesikli reaktörler (AKR)

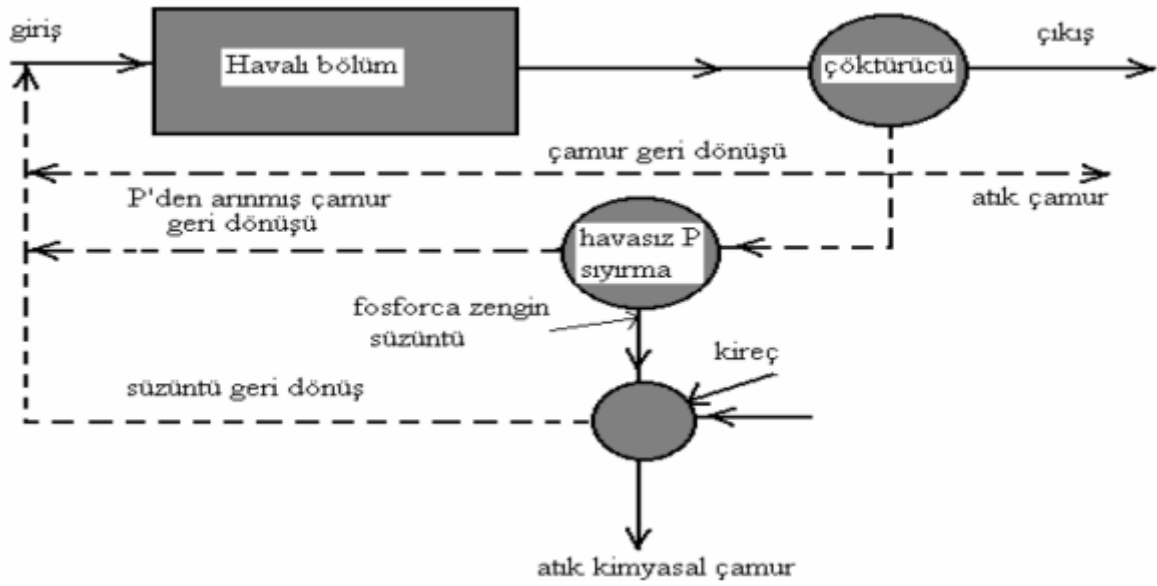
AKR'ler düşük debili atıksular için uygun olup, aynı zamanda esnek işletme şartları da sağlarlar. Bu reaktörlerde fosfor yanında azot giderimi de olur.

A/O Prosesi: Atıksulardan karbon ve fosfor gideriminde kullanılır. Askıda büyüyen tek sistem olup havalı ve havasız bölümler bir tankta oluşturulur (Şekil 2.15). Havalı bölümde gerekli kalma zamanı oluşturulduğunda nitrifikasyon için uygun şartlar sağlanmış olur. Sistemde çöken çamur geri döndürülerek giriş atıksuyu ile karıştırılır. Havasız şartlardaki bölümde, geri dönen çamurda tutunmuş fosfor ortama geri verilir. Bu safhada BOI arıtımı olur. Ortama verilen fosfor, havalı şartlarda tekrar mikroorganizma tarafından tutulur. Böylece atıksudaki fosfor konsantrasyonu azalmış olur (Altınbaş, 2001).



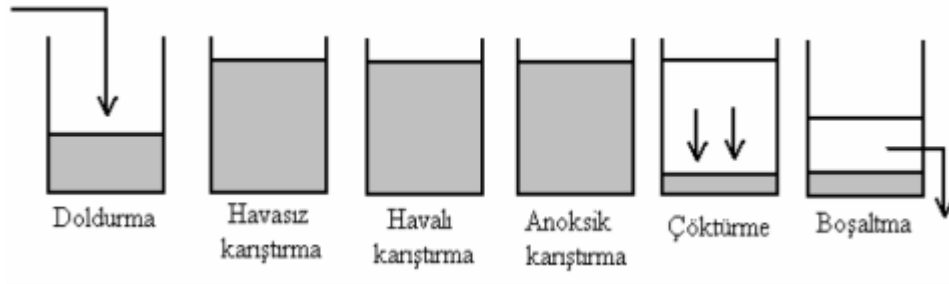
Şekil 2.15. Alternatif biyolojik giderim sistemi (A/O prosesi) (Altınbaş, 2001).

PhoStrip Prosesi: PhoStrip prosesinde arıtma sisteminin geri devir çamurunun bir kısmı havasız fosfor sıyırma tankına alınır (Şekil 2.16). Sıyırma tankında kalma zamanı 8-10 saat arasında değişir. Sıyırma tankında fosfor tutunmuş halde bulunduğu çamur fazından sıvı faza geçer, böylece çamurun fosfor konsantrasyonu düşmüş, atıksuyunki ise yükselmiştir. Bu çamur tekrar sisteme geri döndürülür. Fosfor bakımından zengin atıksu ise ayrı bir tanka alınarak, fosfor, kireç veya koagülantlarla çöktürülür. Bu sistemde fosfor kimyasal olarak ortamdan uzaklaştırılmış olur. Bu sistemler çıkış suyunda ki fosforu 1,5 mg/L'ye kadar düşürebilir (Öztürk vd., 2005).

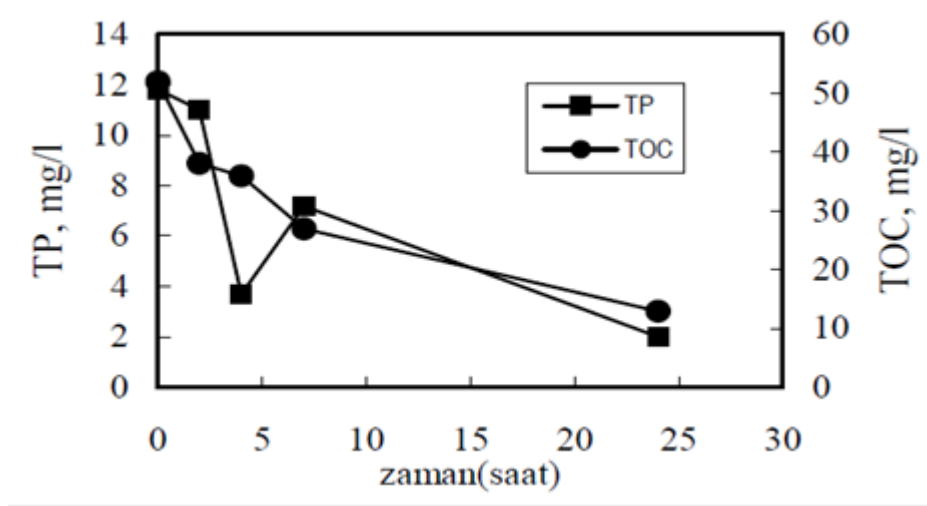


Şekil 2.16. Alternatif biyolojik giderim sistemi (Phostrip prosesi) (Öztürk vd., 2005).

Ardışık Kesikli Reaktör: Bu reaktörler, hem karbon oksidasyonu, hem de azot ve fosfor giderimi için kullanılırlar (Şekil 2.17). Gerekli arıtma reaktörün işletme şartlarını değiştirerek gerektiğinde kimyasal ilavesi ile sağlanabilir. Fosfor, koagülant ilavesi ile veya biyolojik olarak giderilebilir. Bu sistemde reaksiyon zamanı 3 ile 24 saat arasında değişebilir. Havalı ve havasız reaksiyon süreleri değiştirilerek nitrifikasyon ve denitrifikasyon reaksiyonları da aynı sistemde gerçekleştirilebilir. Ortamın havalı ve havasız (veya anoksik) olması durumlarında sıvı fazdaki fosfat konsantrasyonunda sırasıyla artma ve azalma görülür. Anoksik şartlarda organizmalar ortama fosfat verdiğinden sıvı fazda fosfat konsantrasyonu yükselir. Havalı şartlarda ise fosfat organizmalar tarafından tutulduğundan sıvı fazdaki fosfat konsantrasyonu azalır. Anlatılan bu mekanizma Şekil 2.18'deki deneysel çalışma sonuçlarında da görülmektedir. Şekil 2.18'de yaklaşık 24 saat süreli ardışık kesikli sistemdeki çalışma şartları: 2 saat havasız, 2 saat havalı, 3 saat havasız, 16,5 saat havalı şartlarda çalıştırılmıştır. 0-2 saat arasında TP'da az değişim görülmüş, 2-4 saat aralığında havalı şartta TP konsantrasyonunda büyük bir azalma görülmüş, 4-7 saat aralığında havasız ortamda tekrar TP konsantrasyonu artmış, 7-24 saat aralığında havalı şartta TP konsantrasyonu yaklaşık 2 mg/L'ye kadar azalmıştır (Şekil 2.18) (Öztürk vd., 2005).



Şekil 2.17. Karbon, azot ve fosfor gideriminde ardışık kesikli reaktör (Öztürk vd., 2005).



Şekil 2.18. Ardışık kesikli reaktörde toplam fosfor ve TOK konsantrasyonunun zamanla değişimi (Öztürk vd., 2005).

2.5.3.5. Diğer İleri Arıtma Yöntemleri

Arıtılmış olan atıksuların alıcı ortama deşarj edilmesi söz konusu olduğu durumlarda arıtım yöntemleri bazı özel durumlar dışında deşarj yönetmeliklerini sağlamada yeterlidir. Ancak sulama da dahil olmak üzere atıksuyun tekrar kullanım söz konusu olduğu durumlarda daha ileri arıtımı gereklidir. Uygulamada kullanılan bazı ileri arıtım yöntemleri bu bölümde verilmiştir.

Membran Sistemler: Günümüzde geliştirilen bazı arıtma teknolojileri ile atıksuyun arıtıldıktan sonra tekrar kullanımı ekonomik olarak mümkün olmaktadır. Atıksuların tekrar kullanımını mümkün kılan membran prosesleri onların alternatif su kaynağı olarak değerlendirilmelerini gündeme getirmiştir. Membran, iki farklı ortamı birbirinden ayıran ve bir tarafından diğer tarafa maddelerin seçici bir şekilde taşınmasını sağlayan geçirgen bir tabakadır. Membranla ayırma teknolojilerinde esas iki prensip membrandan geçme yönünde akış sağlayan itici bir kuvvet ve bazı maddelerin geçişini engelleyen ayırma faktörüdür. Membran ayırma prosesleri; mikrofiltrasyon (MF), ultrafiltrasyon (UF), nanofiltrasyon (NF), ters ozmos (RO), elektrodiyaliz (ED), ve pervaporasyondur. Bu yöntemlerde ayırma, moleküllerin boyutlarına ve molekül kütlelerine göre olur (Öztürk vd., 2005).

Kimyasal Oksidasyon: Kimyasal oksidasyon ile atıksulardaki kirleticiler son ürünlere veya daha kolay ayrışabilen ara ürünlere dönüştürülür. Kimyasal oksidasyon pH ve katalizatör varlığına bağlıdır.

Ozonlama: Ozon normal sıcaklık ve basınçta gaz halindedir. Ozonun suda çözünürlüğü, sıcaklığa, ozonun kısmi basıncına ve pH'a bağlıdır. Ozon kararsız olup kendi kendine bozunma hızı sıcaklık ve pH'a bağlıdır. Bozunma OH^- iyonu, O_3 'ün radikal bozunma ürünleri, çözünen organik maddelerin bozunma ürünlerine, alkali, geçiş metalleri, metal oksitler ve karbon gibi maddelerin varlığın ile katalizlenir (Öztürk vd., 2005).

Adsorpsiyon: Adsorpsiyon, çözülmüş maddelerin uygun bir ortamda toplanmasıdır. Ortam sıvı ile gaz, katı veya diğer bir sıvı arasında olabilir. Atıksuların çoğu oldukça kompleks yapıda olup içerdikleri maddelerin adsorplanma kapasiteleri farklıdır. Moleküler yapı, çözünürlük gibi özellikler adsorplanma kapasitesini etkiler (Öztürk vd., 2005).

İyon Değiştirme: Atıksudaki istenmeyen anyon ve katyonların giderilmesinde iyon değiştirme kullanılır. Katyonlar hidrojen veya sodyum ile anyonlar ise hidroksil iyonları ile yer değiştirir. İyon değiştirici reçineler, organik ve inorganik yapıdaki maddelere bağlı fonksiyonel gruplardan oluşmaktadır. Atıksu arıtımında kullanılan iyon değiştirici reçineler sentetik reçinelerdir. İyon değiştirme reçineleri pozitif iyonları değiştiriyorsa katyonik, negatif iyonları değiştiriyorsa anyonik olarak adlandırılırlar (Öztürk vd., 2005).

2.5.4. Arıtma Çamuru İşlenmesi ve Arıtımı

Atıksu arıtımı sonucu sıvı veya yarı katı halde, kokulu; uygulanan arıtma işlemine bağlı olarak ağırlıkça % 0,25 ile % 12 katı madde içeren atıklar arıtma çamuru olarak nitelendirilmektedir.

Arıtma çamuru içinde ona kokulu karakterini veren maddeler içermesinin yanı sıra, çoğunlukla organik maddelerin bileşimi halinde bozunma ve kokuşma eğiliminde olup, önemli bir kısmı sudur. Çamurdaki suyun giderilmesi için yoğunlaştırma, şartlandırma, suyunu alma ve kurutma gibi yöntemler uygulanırken, çamur içindeki organik maddelerin giderilmesi stabilize edilmesi için ise stabilizasyon, kompostlama, termal işlemler ve dezenfeksiyon gibi yöntemler uygulanmaktadır (Filibeli, 1996).

2.5.4.1. Çamur Stabilizasyonu

Stabil çamur, çevreye zarar vermeden ve kötü koku yaratmadan bertaraf edilebilen çamurdur. Arıtma çamurları, patojenleri ve istenmeyen kokuları gidermek, mevcut bozunmayı azaltmak, inhibe etmek veya durdurmak amacıyla stabilize edilmektedirler. Çamur stabilizasyonunda istenmeyen koşulları gidermek için kireç stabilizasyonu, ısıtma işlemi, anaerobik çürütme, aerobik çürütme gibi işlemler uygulanmaktadır.

2.5.4.2. Anaerobik Çürütme

Çamur stabilizasyonu için kullanılan moleküler oksijen yokluğunda organik ve inorganik maddelerin parçalanması işlemi olarak tanımlanabilir. Anaerobik çürütme ile uçucu katı maddelerin % 50'si giderilir, koku azaltılır ve önemli oranda patojen giderimi sağlanır ve böylece çürümüş çamur doğrudan araziye verilebilir, kurutma yataklarında suyu alınabilir veya mekanik olarak suyu alındıktan sonra nihai bertarafı yapılabilmektedir (İleri, 2000).

2.5.4.3. Aerobik Çürütme

Çeşitli arıtma işlemlerinden gelen organik çamurların biyolojik stabilizasyonu için kullanılan bir prosestir.

Atık aktif çamur veya damlatmalı filtre çamurları ve ön çökeltim çamuru karışımları, ön çökeltimi olmayan aktif çamur tesislerinden gelen atık çamurların stabilizasyonunda kullanılabilir (Arceivala, 2002).

2.5.4.4. Yoğunlaştırma

Arıtma tesislerinde çamurun katı konsantrasyonunu arttırmak için yoğunlaştırıcılar kullanılmaktadır. Çamurun katı konsantrasyonunda meydana gelen artış önemli derecede hacim azalmasına neden olmaktadır.

2.5.4.5. Çamurun Suyunun Alınması

Su alma işlemi, çamurun su içeriğinin azaltılması ve çamurun suyunu almak için kullanılmaktadır. Stabilizasyon işlemlerinden sonra elde edilen çamurlar, çamur kurutma yataklarında kurutulmaktadır. Çamurun suyunu almak için başta çamur kurutma yatakları olmak üzere; çamur tarlaları, çamur lagünleri, vakum filtreler, plakalı ve bantlı pres filtreler, santrifüjler prosesleri de kullanılmaktadır (Filibeli, 1996).

2.5.4.6. İşletme Parametreleri

Biyolojik atık su arıtma tesislerinin max. koşullarda işletilebilmesi ve istenilen veriminin elde edilmesi amacıyla tesislerde işletim parametrelerinin kontrolü yapılmaktadır. Ayrıca atıksuların deşarj standartlarına uygun olması için de bazı parametreler deneysel ve online olarak kontrol edilmektedir. Bir aktif çamur sisteminin başarılı olarak işletilmesi için takip edilmesi gereken parametreler; organik yükleme değeri (F/M), çamur yaşı (θ_c), havalandırma havuzundaki organizma konsantrasyonu (UAKM), havalandırma havuzundaki çözünmüş oksijen konsantrasyonudur (Topacık, 1987).

Sıcaklık: Mikroorganizmaların metabolizma faaliyetleri kimyasal reaksiyonlara dayanmaktadır. Mikroorganizmaların meydana getirdiği tepkimeler sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık metabolik aktiviteleri etkilemekle beraber, biyolojik çamurun gaz transfer hızı çökme özelliği, gibi faktörleri de etkilemektedir (Metcalf ve Eddy, 1991).

Ph: pH, organizmaların büyümelerini ve aktivitelerini önemli derecede etkilemektedir. Bu özellik hidrojen iyonunun enzim faaliyetine etkisi ile açıklanmaktadır.

Çözünmüş Oksijen: Oksijen, hücre sentezi ve solunum için gerekli yüksek enerjili bileşiklerin üretilmesi amacı ile substratın ayrıştırılmasında kullanılmaktadır (Şengül, 2001). Oksijen aerobik koşullarda çalıştırılan aktif çamur ortamında çoğalan biyokütlenin metabolik fonksiyonları bünyesinde, enerji sağlayan reaksiyonların temel unsurlarından biridir ve bu reaksiyonlarda son elektron alıcısı olarak kullanılmaktadır (Samsunlu, 1990).

BOİ: Atıksudaki organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından biyokimyasal oksidasyonu sırasında kullanılan çözünmüş oksijenin miktarıdır. Su kaynaklarının kirlenme derecelerinin belirlenmesi, atıksuların kirlenme potansiyelinin saptanması ve arıtma sistemlerinin tasarımı ve işletilmesi konularında BOİ temel öneme sahiptir (Samsunlu, 1990).

KOİ: KOİ, Evsel ve endüstriyel atıksuların kirlilik derecesini belirlemede kullanılan önemli bir parametredir. Bu parametre ile atıksuların bünyesindeki organik maddeler, kimyasal oksidasyonları için gerekli oksijen miktarı cinsinden belirlenmektedir (Şengül vd., 1986).

AKM: Kullanılmış suda filtre üstünde kalan maddelerin kurutulup tartılmasıyla bulunmaktadır. Kirletilmiş sularda süspanse katı madde tayini oldukça önemlidir. Evsel atıksuların kirlilik durumu ve arıtma tesislerinin verimini belirlemede önemli bir parametredir (Şengül vd., 1986).

AZOT: Hava kirlenmesi ve su kirlenmesi olaylarının çoğunda azotlu maddeler ilk aranması gereken kirlilik unsurlarından biridir. Atıksudaki azot ve fosforun alıcı ortamlarda ötrofikasyonu hızlandırdığı ve sucul büyümeyi artırdığı görülmüştür. Bu nedenle azot ve fosforun kontrolü ve deşarjında sınırlandırılması önem kazanmıştır (Şengül vd., 1986).

2.5.4.6.8. Fosfor

Fosfat tayini günümüz çevre mühendisliği uygulama alanlarında gittikçe önem kazanmaktadır. Aşırı fosfor yüzey sularında ötrofikasyona sebep olmaktadır. Evsel atıksular; sentetik deterjanlar vb. organik madde, bünyesinde bulunan fosfatlar nedeniyle önemli miktarda fosfor içermektedir (Şengül vd., 1986).

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma da, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinden özellikle laboratuvarları mevcut olan ve arıtma kademelerinin birkaçına sahip olan arıtma tesisleri hakkında araştırma çalışmaları yapılmış bununla elde edilecek verilerin hem bilimsel olarak daha fazla kapsamlı olması hemde elde edilecek verilerin somut olması ve bilimsel olarak yorumlanabilmesi amaçlanmıştır.

Öncelikle arıtma tesislerinin prosesi, atık suyu arıtma yöntemi, tasarımı, arıtma tipi, işletimi, tesis verimi ve işletmede karşılaşılan sorunlar gibi konularda araştırma ve incelemeler yapılmıştır. Bu araştırma ve incelemeler sonucunda elde edilen bilgiler ışığında arıtma tesislerinde karşılaşılan problemler, çözüm yöntemleri gibi konular hakkında bazı değerlendirmeler yapılmıştır.

Çalışma metoduna gelince; seçilen arıtma tesislerine bizzat gidilmiştir. Özellikle arıtma kademelerinin birkaçına sahip olan ve mevcut durumda çalışan laboratuvarlara sahip arıtma tesislerinin bulunduğu yerler seçilmiş olup bununla hem daha geniş perspektifli incelemelerin yapılması sağlanmış hem de somut verilerin elde edilmiştir. öncelikle arıtma tesisinin bağlı bulunduğu kurumundan gerekli ön bilgiler alınmıştır. Bununla tesise gitmeden yapılacak olan çalışmalar ve incelenecek noktalar planlanıp daha sonra tesise gidilmiştir. Burada tesis yetkilileri ve mühendisleri ile birebir görüşülüp bilgi alınıp, tesis incelenmiştir.

Bu araştırma çalışmaları sonucunda çalışma yapılacak iller Diyarbakır, Elazığ, Malatya, Bingöl, Erzurum, Batman, Siirt, Gaziantep, Van ve Şanlıurfa olarak belirlenmiştir. Bu illerden çalışmanın yapıldığı tarihte aktif olmayan Erzurum ve Şanlıurfa Atıksu arıtma tesisleri ile ilgili bilgiler; Erzurum için, Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan Atıksu arıtma tesisi ve altyapı çalışmaları konulu rapordan, Şanlıurfa için ise Haziran 2011 tarihinde hazırlanan Şanlıurfa Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi ve Kollektör Hatları Projesi Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporundan alınmıştır.

4. BULGULAR VE SONUÇLAR

4.1. Diyarbakır Atıksu Arıtma Tesisi

Diyarbakır Atıksu Arıtma Tesisi, şehrin güney kesiminde Dicle Nehri yakınlarında 20 hektarlık bir alan üzerine kuruludur. Diyarbakır AAT, Alman Kalkınma Bankası KFW ortaklığıyla tesisinin yapımı 2004 yılında tamamlanmıştır. Atıksu arıtma tesisi 2010 yılında ortalama 6.955 m³/saat, 2020 yılında ise 12.245 m³/saat akış sağlayacak şekilde tasarlanmıştır (PTD, Diyarbakır Atıksu Arıtma Tesisi).



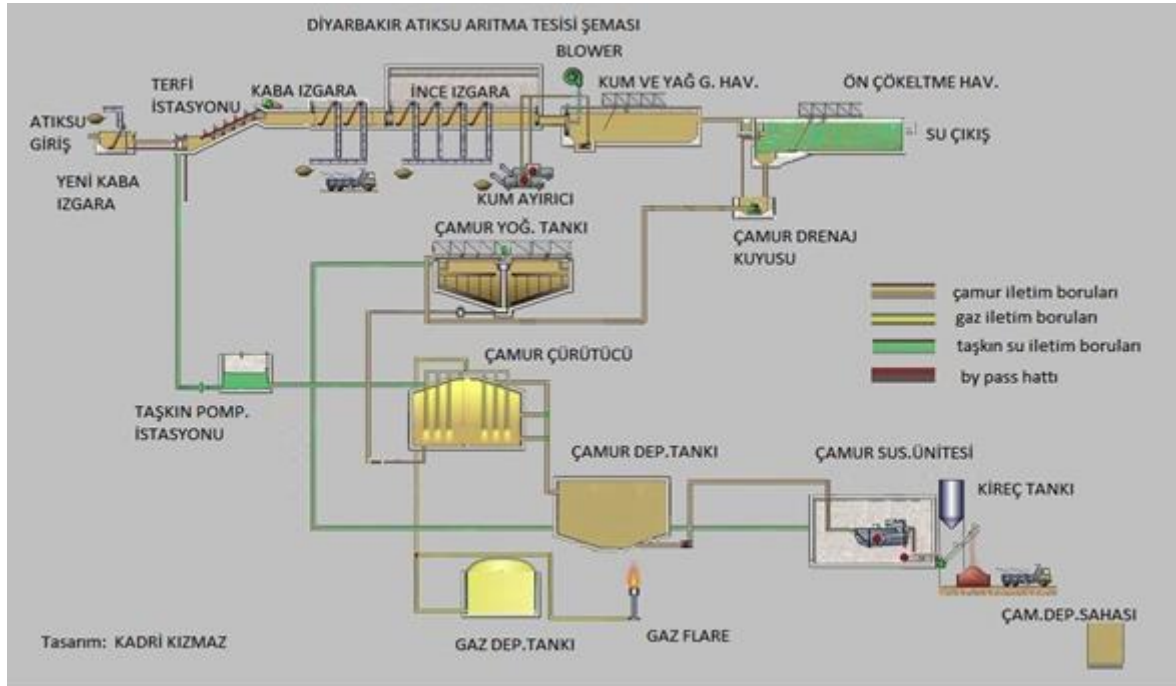
Şekil 4.1. Diyarbakır Atıksu Arıtma Tesisi

Atıksu arıtma tesisinde birincil arıtma ve çamur arıtım işlemleri yapılmaktadır. Diyarbakır AAT’ de ikincil arıtma uygulanmamaktadır. Arıtılan sular, Dicle Nehri’ne deşarj edilmektedir. Güneydoğu Tarımsal Araştırma Enstitüsüyle, tesisten çıkan çamurun tarımda kullanımına yönelik olarak araştırma çalışmalarını içeren, bir protokol imzalanmıştır ve çalışmalar devam etmektedir. Çıkan çamur, DISKI tarafından kamulaştırılan bir kil ocağında depolanmaktadır.

4.1.1. Kullanılan Prosesler:

Arıtma tesisinde kullanılan prosesler sırasıyla şu şekildedir (Şekil 4.2).

- Yeni Kaba Izgara
- Atıksu Terfi İstasyonu (Arşimed Pompaları)
- Eski Kaba Izgara
- İnce Izgaralar
- Kum ve Yağ Giderme Havuzları
- Ön Çökeltme Havuzları
- Çamur Drenaj Kuyusu
- Çamur Yoğunlaştırıcılar (Thickener)
- Çamur Çürütücüler (Digester)
- Gaz Depolama Tankı
- Çürümüş Çamur depolama tankları,
- Gaz Depolama Tankı
- Çakmak (Gaz Flare)
- Çamur Susuzlaştırma Ünitesi (Belt Press)
- Çamur (Kek) Depolama Sahası
- Taşkın pompa istasyonu



Şekil 4.2. Diyarbakir Atıksu Arıtma Tesisi şeması

4.1.1.1. Yeni Kaba Izgara

Kanalizasyon şebekesi ile toplanan evsel nitelikli atıksuyun tesise ilk giriş noktası olan Giriş Pompa İstasyonuna girmeden önce ilk mekanik arıtmaya tabi tutulduğu yerdir. Yeni kaba ızgaranın çubuk aralığı 10 cm olup, 10 cm'den büyük atıkların tutulmasını sağlar. Yeni kaba ızgara tesis yapıldıktan bir süre sonra gerek duyulan şartlar doğrultusunda inşa edilmiştir. Şehir şebekesi ile buraya gelen atıksu çapı 2000 mm olan borular ile taşınır. Aralığı 10 cm olan bu kaba ızgaradan geçtikten sonra Giriş Pompa İstasyonunun kolektör havuzuna boşaltılır.

4.1.1.2. Atıksu Terfi İstasyonu (Arşimed Pompaları)

Giriş Pompa İstasyonu: Kaba ızgaralardan geçirilen atıksu giriş pompaları ile tesisin tamamından cazibe ile akabilmesi için gerekli olan seviyeye yükseltilir. Giriş pompa istasyonundaki 4 helezonik pompanın her birinin kapasitesi 4700 m³/saattir.

Hâlihazırda kullanılan arşimed pompalarına ilaveten 1 yedek pompa ünitesi tasarlanmıştır. Arşimed pompaları kolektör havuzundan aldığı atıksuyu 6 m yükseğe terfi ederek atıksuyun kendi cazibesi ile akmasını sağlar. Giriş pompa istasyonu, kanalizasyon sistemiyle tesisin arıtma üniteleri arasındaki bağlantıyı temsil eder. Kölektör havuzuna giren su miktarı fazla olduğu takdirde direk Dicle nehrine bypas'la sağanak suyu taşkını aracılığı ile bırakılabilmektedir.

4.1.1.3. Eski Kaba Izgara

Giriş pompa istasyonundan terfi ettirilen atıksuyun, arıtma tesisinin diğer kısımlarının hasar ve büyük parçalar ile tıkanma problemlerinden korumak amacıyla, mekanik olarak temizlenen ve otomatik olarak işletilen 2 kaba ızgara kullanılmaktadır. Paslanmaz çelikten yapılmış olan kaba ızgaraların çubuk aralıkları 6 cm ve her birinin kapasitesi 7500 m³/saattir. Diyarbakır AAT 2013 yılı verilerine göre, kaba ızgara için aylık 68 m³ atık üretimi yapmaktadır. Atıksudan ayrıştırılan 6 cm'den büyük atıklar kol sistemiyle alınarak bantlar vasıtası ile konteynırlara boşaltılır. Konteynırlarda toplanan atıklar çöp sahasına gönderilir. Kaba ızgaralardan geçen atıksu ince ızgaralara gönderilir.

4.1.1.4. İnce Izgaralar

İnce ızgaralar; proses ekipmanlarına hasar verebilecek ya da arıtma proseslerinin etkinliğini ve emniyetini azaltabilecek kağıt ve plastik gibi maddelerin uzaklaştırılmasını sağlar. Kaba ızgaralardan 2 farklı kanaldan gelen atıksu cazibe ile genişliği 1,2 m olan 4 ayrı kanal ve 4 ince ızgaraya yönlendirilir. İnce ızgaralar mekanik olarak temizlenir ve otomatik olarak çalışır. Izgaralar çubuk aralıkları 6 mm'lik paslanmaz çelik lamalardan(levhalar) oluşmakta ve her birinin kapasitesi 3400 m³/saattir. Diyarbakır AAT 2013 yılı verilerine göre, ince ızgara için yaklaşık aylık 100 m³ atık üretimi yapmaktadır

4.1.1.5. Kum ve Yağ Giderme Havuzları

İnce ızgaralardan gelen atıksu, kum ve yağın giderilmesi için kum ve yağ giderme havuzlarına gönderilir. Kum ve yağ giderme hazneleri her bir kanal hattı için iki adettir. Çöken kum, gezici köprülerde bulunan sıyrıcılar tarafından kum toplama hunilerine taşınmaktadır.

Yağ, gres ve diğer yüzen malzemeler blowerların etkisi ile oluşan suyun helezonik yapısından dolayı yağ gres kapanlarına girmesi ile yüzey sıyrıcılar tarafından yağ haznelere taşınır. Diyarbakır AAT'de 4 adet havalandırmalı kum ve yağ tutucu bulunmaktadır. Bir haznenin hacmi 600 m³'tür.

4.1.1.6. Ön Çökeltme Havuzları

Kum ve yağ giderme havuzlarından gelen atıksu çökeltme havuzlarına dağıtılmak için dağıtım yapısına gelmektedir. Dağıtım yapısından ikiye ayrılan su her birinin hacmi 2160 m³ olan 4 adet ön çökeltme havuzlarının her birine alınır. Dikdörtgen biçiminde, 1,2 m genişlik ve yaklaşık 7 m uzunlukta tasarlanan çökeltme havuzunda tasarım kriterlerine göre su tutma süresi 1 saat'tir. Her bir havuzda 3 adet çamur haznesi bulunmaktadır. Sıyrıcılar vasıtasıyla haznelere alınan çamur, kendi cazibesiyle çamur deşarj kuyusuna iletilerek dalgıç pompalar yardımıyla çamur yoğunlaştırıcı ünitesine gönderilir. Suda bulunan yüzer maddeler yüzey sıyrıcılar ile ceplere toplanarak sudan uzaklaştırılmaları sağlanacaktır. Yüzeyden hareket eden su ise savaklar ile toplanarak mevcut deşarj kanalıyla Dicle Nehrine deşarj edilir.

4.1.1.7. Çamur Yoğunlaştırıcılar (Thickener)

Ön çökeltme havuzlarında toplanan çamur, dalgıç pompalar aracılığı ile ham çamur yoğunlaştırıcılarına gönderilmektedir. Çamur yoğunlaştırıcı, birincil çamurun %2,5 katı maddeden %5 katı maddeye kadar koyulaştırılması amacıyla kullanılmaktadır. 11 metre çapında 2 adet dairesel çamur yoğunlaştırıcı bulunmaktadır.

Yoğunlaştırıcı merkezden tahrik edilerek; sulu çamur merkezde oluşturulan besleme tamburu içine alınır ve yavaş karıştırma işlemi ile dibe çökertilen çamur merkezden dışa doğru alınırken üst seviyede toplanan su savaklanarak taşkın pompa istasyonuna gönderilir. Dibe çöken çamur tankın alt eğimi ve alt sıyrıcılar ile merkezdeki çamur toplama çukuruna alınarak çürütücü besleme pompaları tarafından çamur çürütücü tanklarına iletilmektedir.

4.1.1.8. Çamur Çürütücüler ve Gaz Depolama Tankı

Mevcut durumda, Diyarbakır Atıksu Arıtma Tesisinde her birinin hacmi 3500 m³ olan, iki adet çamur çürütücü bulunmaktadır. Çamur çürütücülerde, çamur 35°C'ye kadar ısıtılarak mezofilik çürüme ve pH'da 6,5-7,5 arasında tutularak metan bakterileri için uygun ortam sağlanarak ideal çürütme oluşturulur. Çürütücülerde, metan bakterilerinin optimum proses koşullarında çalışabilmeleri için gaz kompresörleri ve gaz enjeksiyon boruları ile etkin karışım sağlanmaktadır. Çürütücülerdeki bakteriler çamuru anaerobik ortamda tüketirken metan gazı üretirler. Bu metan gazı, gaz kompresörleri ile gaz depolama tankına gönderilir. Üretilen gaz depolama kapasitesinin üzerinde olduğu takdirde fazla gaz, otomatik olarak gaz yakıcısı (çakmak) tarafından yakılmaktadır.

4.1.1.9. Çürümüş Çamur Depolama Tankları

Diyarbakır Atıksu Arıtma Tesisinde; çürütülen çamur 16,5 m çaplı ve 6 m yüksekliğinde ki 1200 m³'lük hacme sahip çamur depolama tankında ara depolama ve çürümüş çamurun karıştırılması için 10 kW'lık iki mikser ile donatılmıştır. Karışımı sağlanan çamur halihazırda kullanılan 2 çamur pompası ve statik mikser (ikisi mevcut biri yedek) toplam 3 pompa yardımıyla çamur susuzlaştırma ünitesine iletim boruları vasıtasıyla gönderilir.

4.1.1.10. Çamur Susuzlaştırma nitesi (Belt Press)

Çamur susuzlaştırma işlemi; çürümüş çamur depolama tankından alınan sulu çamurun belirli bir basınç altında preslenmesi işlemidir. Bu işlem için fiziksel (beltpres) ve kimyasal (polielektrolit) yöntemler kullanılmaktadır. Susuzlaştırma işlemi; polimer ilavesi ile floklaşan çamurun bantlar arasında preslenerek çamurun %3,5 katı maddeden %25-30 katı maddeye kadar susuzlaştırılması amacıyla çamur ve su fazının birbirinden ayrılması prensibine göre çalışır. Diyarbakır Atıksu Arıtma Tesisinde; paralel olarak iki hat üzerinde çalışan ve hidrolik yükü 40 m³/ saat olan belt pres üniteleri mevcuttur. Diyarbakır AAT amur susuzlaştırma ünitesi de uygun şartlar sağlandığı takdirde aylık 320 m³ kek üretimi yapılmaktadır.

Susuzlaştırma ünitesinden çıkan kek konteynırlara aktarılarak 1.750 m²'lik çamur depolama sahasına depolanmaktadır. Presleme ve bant yıkama işleminin ardından ayrılan kirli su taşkın pompa istasyonuna (overflow) gönderilir.

4.1.1.11. Taşkın pompa istasyonu

Taşkın pompa istasyonuna toplanan taşkın sular pompa terfi istasyonuna pompalanmaktadır. Diyarbakır AAT taşkın pompa istasyonuna aşağıdaki noktalardan atıksu iletimi gerçekleşir.

- Atık sahası/ binalardan gelen tuvalet suyu vb.
- Digester'daki acil taşkın
- Thickener'daki taşkın suyu
- Beltpress ıkışıındaki inceltilmiş amur

4.1.2. Laboratuvar

Atıksu arıtma tesisinde numunelerin nereden alınabileceğı, ne zaman alınması gerektiğini, nasıl alınacağını ve sonuçta hangi analizlerin yapılması gerektiğini bilmesi önemlidir. Diyarbakır AAT'de 8 farklı numune alma noktaları bulunmaktadır.

4.1.2.1. Atıksu Giriş

Girişteki numune, numune alma makinesi tarafından alınan 24 saatlik bir numunedir. Burada 2 saatlik numuneli 12 şişe bulunmakta, bunlar 24 saatlik numune şeklinde karıştırılmaktadır (her bir şişe için 400 ml). Giriş numunesi ince ızgaradan sonra ve kum tutuculardan önce alınmaktadır. Aşağıdaki parametreler analiz edilmektedir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Giriş kısmında analiz edilen parametreler

pH-değeri	Günlük
Çöken katı madde	Günlük
Toplam çözünmüş katı madde (TSS)	Günlük
KOI	Haftada Bir
BOI	Haftada Bir

4.1.2.2. Atıksu Çıkış

Atıksu çıkış numuneside 24 saatlik bir numunedir. Numune alma makinesi tarafından numuneler alınmaktadır. Burada 2 saatlik numuneli 12 şişe bulunmakta, bunlar 24 saatlik bir numune şeklinde karıştırılmaktadır. Numune alma saat 9.00'dan 9.00'a kadar çalışmakta ve günlük bir numunedir. Çıkan atık numunesi atıksu arıtma'dan sonra alınmalıdır. Aşağıdaki parametreler analiz edilmektedir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Çıkış kısmında analiz edilen parametreler

pH-değeri	Günlük
Çöken katı madde	Günlük
Toplam çözünmüş katı madde (TSS)	Her 4 günde bir
KOI	Haftada Bir
BOI	Haftada Bir

Aşağıdaki numune alma noktaları çamur arıtmasına aittir. Bu noktalardan numune almadan önce, hangi pompaların çalıştığı veya gaz kompresörünün çalışıp çalışmadığı araştırılmalıdır.

4.1.2.3. Ön Çamur

Bu numune ön çökeltmenin başlangıcından alınmalıdır. Yoğunlaştırıcı için besleme çamurudur. Numune almak için ön çamur pompası çalışmalıdır.

Aşağıdaki parametreler analiz edilmektedir.

- pH değeri
- Toplam katı madde (TS%)
- Uçucu katı madde (VS%)

4.1.2.4. Besleme Pompası

Ham çamur çürütücü için besleme çamurudur. Yoğunlaştırıcıda ki çamurdur. Numune alma noktası çürütücü binasının bodrumundadır. Numune alma sadece çürütücü beslendiğinde mümkündür. Günlük bir numune alma noktasıdır. Aşağıdaki parametreler analiz edilmektedir.

- pH değeri (>5,8)
- Toplam katı madde (TS%)
- Uçucu katı madde (VS%)

4.1.2.5. Sirkülasyon Pompası

Ham çamur çürütücüdeki sirkülasyon pompasıdır. Numuneler sadece gaz kompresörü çalıştığında alınmaktadır. Aşağıdaki parametreler analiz edilmektedir.

- pH-değeri (>7); Alkalinite; Organik Asitler
- Toplam katı madde (TS%); Uçucu katı madde (VS%)
- Uçucu katı madde (VS%)

4.1.2.6. Çamur Depolama Tankı

Numune çamur depolama tankından sonra alınmalıdır. Numune alma noktası belt filtre preslerin odasında bulunmaktadır. Sadece belt filtre presi çalıştığında numune almak mümkündür. Bu günlük numune alma noktasıdır. Aşağıdaki parametreler analiz edilmektedir.

- Toplam katı madde (TS%)
- Uçucu katı madde (VS%)

4.1.2.7. Bant Filtre Presi

Numune bant filtre presinden sonra römork'tan haftada bir kere alınmaktadır. Aşağıdaki parametreler analize edilmelidir:

- Toplam katı madde (TS%)
- Uçucu katı madde (VS%)

4.1.2.8. Çürütücü Gazı

Numuneler günlük çürütücü üstünden alınmaktadır. Çürütücü gazında CO₂ (%) konsantrasyonu ölçülmektedir.

4.1.2.9. Geri Akış

Geri akıştaki su AAT’inde oluşturulan atık su muhtevasını içerir. Bu geri akışın değişik bölümleri şunlardır: Bütün bu atık sular birlikte taşkın pompa istasyonuna gider. Daha sonra bu atık sular tesise geri pompalanır. Eğer çamur arıtımı işletmesinde problemler yaşanır ve çamur tekrar tesise geri dönerse, bu atık su arıtım işletimini engeller ve en azından bu durum Dicle nehrini kirletir.

4.1.3. Diyarbakır Atıksu Arıtma Tesisinde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri

1. Mevcut Diyarbakır Atıksu Arıtma Tesisinin finansmanı KfW tarafından karşılanmış ve tamamı hibe kapsamında yapılmıştır. Proje maliyeti yaklaşık olarak 20.2 Milyon Euro’dur. Türkiye’de Atıksu Arıtma Tesislerinin birçoğunun finansmanı KfW, AYB, İller Bankası vb. kuruluşlar tarafından kredi veya kısmen hibe yolu ile karşılanmaktadır. Finansmanın kredi kuruluşları tarafından karşılanmasının faydalarının yanında tesisin işletmesi esnasında çeşitli sorunlara neden olmaktadır. Bu sorunlara birkaç örnek vermek gerekirse:

- Tesisin Dizayn aşamasında fizibilite çalışmalarının sağlıklı yapılmaması, kanalizasyon altyapısı, kanalizasyon kullanım kültürü, Atıksu ve çamur karakterinin finansmanı sağlayan kuruluşun veya yüklenici firmanın kendi ülkelerinin kriterlerine uygun tasarım yapmaları işletme aşamasında çeşitli sıkıntılara neden olabilmektedir.

2. Yüklenici firmanın bazı ekipmanları seçerken maliyet, temin süresi vb. durumları göz önünde bulundurarak üretimden kalkmış veya kalkmak üzere olan, eski modellerden seçmeleridir.

Bu durumda işletme esnasında meydana gelecek herhangi bir arızanın giderilmesi için yedek parça ile çözülebilecekken üretimden kalkmış bir ekipmanın yedek parçasının maliyetinin ya çok pahalıya temin edilebiliyor olması ya da hiç temin edilememesidir. Bu durumda ekipmanın tamamen değiştirilmesi gereğinin oluşmasıdır.

3. Eski model ekipmanların veriminin düşük olması da ayrı bir problemi ortaya çıkarmaktadır. Yedek parça, ekipman, servis hizmetleri temini durumunda yurtdışına bağımlı kalmaktadır. Bu da temin süresinin uzamasına (bürokratik prosedürler, nakliye, gümrük vb.) neden olabilmekte (min. 5 hafta) dolayısıyla ilgili tesisin işletmesinde ciddi aksaklıklar ortaya çıkarmaktadır.

4. Birden fazla firmanın konsorsiyum yaparak yüklendiği yapım işlerinde firmalar arasında çıkan ihtilaf yapım aşamasını olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

5. Yapım aşamasında özellikle inşaat işleri yapılmadan önce beton kalitesi mevsim koşulları vb. noktalarda yeterli denetlenmeler yapılmadığından yapı itibarı ile büyük olan havuzlarda (ve köprüler) sızıntılara neden olmuştur. Ayrıca mekanik ekipmanların bu yapıların üzerine monte edilmesinden dolayı bu ekipmanların düzensiz çalışmalarına ve hasar görmelerine neden olduğu düşünülmektedir.

6. 2004 yılında faaliyete başlayan Diyarbakır AAT' de ana kolektör kanalizasyon sistemiyle gelen evsel nitelikli atıksuyun tesise ilk giriş noktası olan giriş pompa istasyonu (arşimet pompaları) helezonik şeklinde ki vidalı pompaları arasına ip, uzun kumaş parçaları, tahta parçaları gibi malzemelerin vida dişlileri arasına sıkışması sonucunda pompalarda arızalara neden olmaktadır (Şekil 4.3). Bu durum tesisin su almasını engellemekle birlikte tamirâtı için ek masraflara yol açmaktadır.

Arşimet pompalarında ki bu sorunu gidermek için ana kolektör kanalizasyon sisteminden alınan atıksu, kaba ızgara giriş yapısı ile beraber çubuk aralıkları 10 cm olan zaman ayarlı mekanik temizlik sağlayan kaba ızgara inşa edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.3. Giriş pompa istasyonunda yaşanan sıkıntılar



Şekil 4.4. Yeni kaba ızgara

7. Diyarbakır AAT giriş suyu kirlilik yükü bakımından oldukça fazladır. Giriş suyunda organik kirleticilerle beraber kum tutucu ünitesinde belirtilen miktarda kum, çakıl ve mıcır gibi malzemeler taşınmaktadır. ızgaraların tıkanması ve atıksuyun ihtiva ettiği katı malzeme nedeni ile ızgara kanallarında kum ve çakıl birikmesi sorunu oluşmaktadır (Şekil 4.6). Kaba ızgaradan geçen ve pompanın taşıdığı sert malzemeler, özellikle taş ve çakıl parçaları ince ızgaralarda sorun yaşanmasına neden olmaktadır (Şekil 4.5).

Bu nedenle ızgaraların periyodik olarak temizlenmesi gerekmektedir. Fakat çakıl veya mıcır gibi kaba atıklar ince ızgara dişlileri arasına sıkışmasından dolayı ince ızgara mekanik olarak temizlik yapamaz hale gelmesine ve dişlilerde tahribatlara neden olarak malzeme kaçmasına neden olmaktadır. Bu sorunu engellemek için belli periyotlarda ızgara ait kanal dağıtım yapısının temizliği personellerce yapılmaktadır (DİSKİ, Atıksu Arıtma Tesisi Müdürlüğü).



Şekil 4.5. Izgara kanallarında kum çakıl birikmesi



Şekil 4.6. İnce ızgarada yumaklaşma sorunu

8. Atıksu içerisinde bulunan kıl, ip, yün ve bez parçaları ince ızgaraların konveyör hareketinden ötürü sürekli yumaklaşarak ızgara giriş kanalını tıkayarak suyun maksimum seviyeye gelmesini sağlamaktadır. Bunun sonucunda ızgara sürekli temizleme komutuna girmektedir. Bu durum ızgara performansını olumsuz etkiler. Bu sorunu engellemek için bir tırmık vasıtasıyla ızgara ağzını tıkayan yumaklaşmış malzemeler alınır.

9. Diyarbakır AAT’ de havalandırmalı kum tutucular kullanılmaktadır. Havalandırmalı kum tutucularda sıkıştırılmış hava enjeksiyonu ile yaratılan türbülans hafif organik katı partikülleri askıda tutarken, daha ağır olan kum dibe çöker. Diyarbakır AAT tasarım kriterlerinde 4 adet blower kullanılmaktaydı. Fakat bu tasarım kum ve çakıl gibi inorganik maddelerin çökmesini engellenmekteydi. Sorunu çözmek için kullanılan 4 adet blower 1 e indirilerek ve blower vanası % 65 kısılarak bu sorunun giderildi (DİSKİ, 2004).

10. Yağ giderme havuzları, atıksu bünyesinde bulunan yağların ayrılmasını sağlamak için kullanılmaktadır. Diyarbakır AAT yağ tutucularının çalışma prensibi; yağ ile suyun yoğunluk farkı ve havuzun bir kenarı boyunca blowerların etkisiyle yağın sudan ayrılması esasına dayanır.

11. Diyarbakır AAT atıksu kirlilik yükünün çok çeşitli ve fazla oluşu yağ haznesinin kullanım amacında değişikliğe neden olmuştur.

Diyarbakır AAT giriş yapan atıksuyun endüstriyel kirlilik yükünün az oluşu ile beraber yağ-gres miktarınca az oluşu ve strafor gibi yüzen maddelerce zengin oluşu nedeniyle yağ haznesinde bulunan dalgıç pompa ile yağ vb. yüzey maddeler atıksu terfi merkezine iletilmiştir. Ancak pompanın yüzen maddelerin hazneden aktarılmasında yetersiz oluşu ile beraber tasarlanan elekli bir kürek vasıtasıyla belirli zaman aralıklarında manuel olarak haznenin temizliği sağlanmıştır (DİSKİ, Atıksu Arıtma Tesisi Müdürlüğü).

12. Ön çökeltme havuzlarında sıyırma işlemi; havuz tabanına çökmüş olan katı partiküllerin sıyırılması sırasında köprü 1.sensöre varınca 1.çamur hunisinde bulunan röle vana açılır ve sırasıyla 2 ve 3.sensöre varınca 2 ve 3.vana açılarak çamur kendi cazibesiyile drenaj kuyusuna hareket eder.

Fakat hunilerin boşaltma işleminden sonra vanaların kapanması sırasında vana ağzına katı çamur birikintilerinin sıkışmasıyla vana otomatik pozisyonunda arızaya geçer. Bu arızaların devamı durumunda öncelikle vana dilinin aşınması ve zamanla vana dilinin kırılması problemine neden olur. Vana dilinin kapanmaması sırasında Ana kumanda Panosunda otomatik olarak arıza sinyali verir. Bu durumda röle vana Ana kumanda komutuna alınıp reset tuşuna basılarak vananın tekrar açılıp kapanması sağlanır, eğer reset atıldıktan sonra bu sorun devam ederse; galeri odasında servis suyu verilerek temizleme işlemi yapılır. Böylece sorun giderilmiş olur (DİSKİ, Atıksu Arıtma Tesisi Müdürlüğü).

13. Ön çökeltme havuzundan çıkan çamur, yoğunlaştırıcılara alınarak katı madde oranı %2,5'ten %5'e yoğunlaştırılmaktadır. Yoğunlaştırma havuzundan çamur çekimi arttıkça katı madde bekleme süresi düşmekte ve çekilen çamurdaki katı madde konsantrasyonu düşmektedir. Yoğunlaştırıcı içerisinde ki katı maddelerin uzun bekleme süresi nedeniyle (sıcaklık faktörünün birleşmesiyle) çamur çürüme işlemi bu bölgede başlayabilir. Bu olay yoğunlaştırıcı üzerinde yüzer katı malzeme ve gaz oluşmasına neden olur. Yoğunlaştırma havuzunda oluşan kalın çamur tabakası ve tank içerisinde bulunan atıksuyun renk değiştirmesi, tank içerisinde bulunan malzemelerin uzun süreden (1- 2 günden fazla süre) beri bekliyor anlamına gelmektedir (Tokgöz, 2002). Bu durumda yoğunlaştırıcıların yüzeyinden savaklanan su ile beraber yüzen katı madde de taşkın pompa istasyonuna aktarılarak tekrar tesis girişine pompalanır. Çamur yoğunlaştırma tanklarında çamur yoğunluğu %10'nun üzerinde olması durumunda karıştırıcının motorunda ve sıyırıcılarında arızalara neden olmaktadır.

14. Diyarbakır AAT’de ızgaralardan geçen askıda ve yüzen malzemeler sonra ki arıtma proseslerinde bazı problemlere neden olmaktadır. Kum tutucu ünitesinde yağ hazneleri ve çamur yoğunlaştırma ünitelerinde strafor vs. gibi yüzer maddelerin sebep olduğu problemler çamur çürütücülerinde karşımıza çıkmaktadır. Çürütücülerde bulunan askıda ve yüzer maddeler çürütücü yüzeyini kaplayarak bir tabaka oluşturur.

Oluşan bu tabaka çürütme esnasında oluşan gazların yüzeye çıkmasını engelleyerek tankın yüzeyine doğru hareket eder. Tankın yüzeyinden yukarı doğru hareket eden askıda ve yüzer maddeler tankın çamur miktarını maksimum olarak gösterir. Bu sorunu engellemek için; askıda ve yüzer malzemeleri tankın üst kısmında bulunan yüzer çamur kapısından dışarjını sağlamaktır.

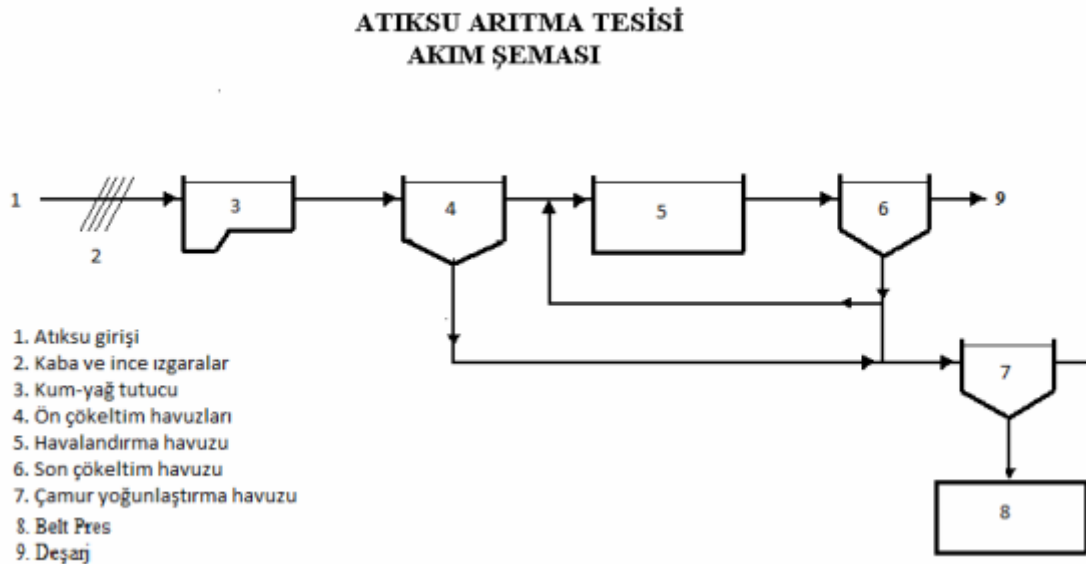
15. Çürümüş çamur depolama tankında, çamurun homojen olarak karıştırılmasını, tank taban ve yüzeyinde malzeme birikmesini engellenmek için 5 kw’lık iki mikser kullanılmaktaydı. Fakat kullanılan mikserlerin karıştırmada yetersiz kalmasıyla tank taban ve yüzeyinde malzeme birikmesi, çamur susuzlaştırma ünitesine sulu çamur gönderilmesi gibi bazı sorunlara neden olmaktaydı. Özellikle tank tabanında malzeme birikmesi; depolama tankının, çürütücülerden gelen çürümüş çamuru depolamada yetersiz kalmasına ve kısa bir sürede maksimuma ulaşarak tank içerisinde ki karışımın sağlanması için ideal çamur yüksekliğini aşmasına neden olmaktaydı. Bu sorunu gidermek için kullanılan mikser ve pervane yapısında değişikliğe gidilmiştir.

Kullanılan 5 kw’lık mikserler yerine 10 kw’lık iki mikser ve geliştirilmiş yeni pervaneler ile tank taban ve yüzeyinde malzeme birikmesi engellenerek çamur susuzlaştırma ünitesine homojen karışimli çamur yollanması ve 6 ayda bir tankın temizliği için harcanan iş gücü ve maddi giderlerin önüne geçilmiş olundu (DİSKİ, Atıksu Arıtma Tesisi Müdürlüğü).

16. Çamur susuzlaştırma ünitesinde susuzlaştırılacak çamurun, Belt press’e ulaştırılmadan önce homojen karışımı sağlanması gerekmektedir. Çamurun homojen olarak gönderilmesi işlemi belt presin verimliliğini direkt olarak etkileyen önemli bir uygulamadır. Belt press’e sulu çamurun gelmesi bantların kayması problemine neden olmaktadır. Çamur depolama tanklarında alınan önlemlerle (mikserin değiştirilmesi ve yeni pervane eklenmesi) çamurun homojenliği sağlanarak bant kayması engellenmiştir.

4.2. Elazığ Atıksu Arıtma Tesisi

Elazığ İli, Merkez İlçesi, Elazığ-Bingöl yolu 17. km mevkiinde 1. etabı 94.000 m² yüzölçümlü alan üzerinde, 750 m² yüzölçümlü kapalı alanda yer almaktadır. Atıksu Arıtma Tesisi 2020 yılı kapasitesine göre projelendirilmiştir. Arıtma tesisinin 1.kademesi 300.011 eşdeğer nüfusa ve 820 L/s atıksu debisine, ikinci kademe ise 549.956 eşdeğer nüfusa ve 1671 L/s atıksu debisine göre projelendirilmiştir. Tesis ön arıtma, biyolojik arıtma ve çamur giderme ünitelerinden oluşur. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suyu Kehli deresi vasıtasıyla 3-4 km uzaklıktaki Keban Baraj Gölü'nün Uluova bölgesine verilmektedir. Elazığ atıksu arıtma tesisi akım şeması Şekil 4.7' de verilmiştir. Atıksu Debisi: 90.000 m³/gün ve Qort= 3750 m³/saat'tir.



Şekil 4.7. Elazığ Atıksu Arıtma Tesisi akım şeması

4.2.1.Kullanılan Prosesler:

4.2.1.1. İnce ve Kaba Iızgaralar

Yaklaşım Kanalı: Atıksular kanalizasyon bacasından açık bir kanalla alınarak ince ızgara yaklaşım kanalına alınmaktadır. Yaklaşım kanalı dikdörtgen kesitli olup betonarme olarak inşaa edilmiştir. $h_{max}= 0,74$ m ve $h_{min}= 0,46$ m'dir.

4.2.1.2. Kaba Izgara

Atıksu arıtma tesisi ünitelerinde kaba organik ve inorganik maddelerin atıksudan ayırmak üzere 2 adet kaba ızgara bulunmaktadır. Kaba ızgaralar manuel (el ile) temizlenmektedir. Kaba ızgara boyutları Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3. Kaba ızgara özellikleri

Izgara çubukları arasındaki mesafe	30 mm
Izgara çubuk boyutları	10x50 mm
Izgara çubukları arasındaki suyun geçiş hızı	$V_{\min}=0,4$ m/s, $V_{\max}=0,9$ m/s
Izgara çubuk adedi	33
Toplam ızgara yüksekliği	3 m
Izgara çubuk eğimi	700
Çubuk uzunluğu	1.50 m

4.2.1.3. İnce Izgara

Atıksu arıtma tesisini korumak ve tıkanmaları önlemek amacıyla tesis giriş kısmında bir işletme bir yedek olmak üzere 2 adet İnce Izgara Elek sistemi bulunmaktadır. Birbirine paralel olarak çalışan İnce ızgaralarda tutulan katı maddeler konveyörler vasıtasıyla tesisten uzaklaştırılmaktadır. İnce ızgara boyutları Tablo 4.4’te verilmiştir.

Tablo 4.4. İnce ızgara boyutları

Izgara çubukları arasındaki mesafe	10 mm
Izgara çubuk boyutları	10x50 mm
Izgara çubukları arasındaki suyun geçiş hızı	$V_{\min}=0,4$ m/s, $V_{\max}=0,9$ m/s
Izgara çubuk adedi	123
Toplam ızgara yüksekliği	1.20 m
Izgara çubuk eğimi	750

4.2.1.2. Kum-Yağ Tutucu

Kum Tutucu: Kum ve çakıl gibi atıl (inört) maddeleri sudan ayırmak ve bunların tasfiye tesisinin diğer ünitelere geçmesini önlemek için kum tutucular bulunmaktadır. Tesiste 4 adet kum tutucu ve 4 adet yağ tutucu bulunmaktadır.

Yağ Tutucu: Kum tutucu yüzeyinde toplanan yağlar doğrusal sıyrıcı ile yüzeyden sıyrılarak yağ toplama hunisine iletilmektedir. Huni içerisinde toplanan yağ borular vasıtası ile yağ toplama konteynerine iletilmektedir. Kum-yağ tutucular havalandırmalı yatay akışlı dikdörtgen planlı inşa edilmiş olup özellikleri Tablo 4.5’te verilmiştir.

Tablo 4.5. Yağ tutucu boyutları

Hidrolik bekleme süresi	5 dakika
Hacim	288 m ³
Genişlik derinlik oranı	1,5:1
Kum tutucu derinliği	4 m

4.2.1.3. Terfi Havuzu ve Santrifüj Pompalar

Atıksu arıtma tesisinde proses üniteleri arasında atıksuyun enerji kaybetmesini önlemek oluşacak yük kaybını telafi etmek üzere tesise gelen atıksuyu belirli bir kottan (terfi havuzu) sisteme alabilmek için 4 adet santrifüj pompa kullanılmaktadır. Santrifüj pompalarının gücü 105.000 m³/gün’e göre dizayn edilmiştir.

4.2.1.4. Ön Çökeltim Havuzları

Organik esaslı ve büyük ölçüde kirletici karakterde olan atıksudaki katı maddelerin atıksudan uzaklaştırılması amacıyla atıksu arıtma tesisinde 2 adet ön çökeltme havuzu bulunmaktadır. Ön çökeltim havuzları daire kesitli inşa edilmiştir. Ön çökeltim havuzlarının boyutları Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6. Ön çökeltim havuzu boyutları

Havuz çapı	34 m
Kenar su yüksekliği	2,50 m
Taban eğimi	1/15
Çamur haznesi hacmi	19 m ³

Ön çökeltim havuzu çıkış yapısı çıkış kanalındaki su seviyesinin savaklanan debi üzerinde bir etki yaratmama durumuna göre yani serbest naplı olarak ve 1 m genişliğinde projelendirilmiştir.

Ön çökeltim havuzunda savaktan önce havuz çevresi boyunca yüzücü maddelerin savaklanmaması için dalgıç perde bulunmaktadır. Birim boydan eşit miktarda su savaklanması için çelik levhalar üzerine belirli aralıklarla V şeklinde açılmış dişlerden meydana gelen savaklar bulunmaktadır.

Çökeltim havuzunda 2-4 cm/s dönüş hızına sahip kenardan tahrikli sıyrıcı mekanizma bir taraftan dip çamurunu toplayıp orta hazneye biriktirirken diğer tarafta çökeltim havuzu üstünde yüzen cisimleri toplayarak uzaklaştırmaktadır.

4.2.1.5. Son Çökeltim Havuzu

Son çökeltim havuzları, havalandırma havuzlarında teşekkül eden biyokütlenin çöktürülmesi amacıyla daire planlı, merkezden beslenen tipte teşkil edilmiştir. Son çökeltim havuzunda çıkış yapısı, çıkış kanalındaki su seviyesinin savaklanan debi üzerinde bir etki yaratmaması için serbest naplı olarak 1 m genişliğinde teşkil edilmiştir. Ön çökeltim havuzunda olduğu gibi burada da havuz çevresi boyunda yüzücü maddelerin savaklanmaması için dalgıç perde ve birim boydan eşit miktarda su savaklanması için çelik levhalar üzerine V şeklinde üçgen savaklar bulunmaktadır.

Çökeltim havuzu içinde 2-4 cm/s dönüş hızında kenardan tahrikli sıyrıcı mekanizma bir taraftan dip çamurunu toplarken diğer taraftan yüzen cisimleri havuz yüzeyinden uzaklaştırmaktadır. Son çökeltim havuzu yüzeyinde toplanan köpük ve yağ gibi yüzücü maddeler köpük haznesinde toplanmaktadır. Son çökeltim havuzu savağında alınan ve % 98 mertebesinde arıtılmış su açık kanalla Kehli deresine deşarj edilir. Son çökeltim havuzu boyutları tablo 4.7' de verilmiştir.

Tablo 4.7. Son çökeltim havuzu boyutları

Havuz çapı	34 m
Kenar su yüksekliği	2,50 m
Taban eğimi	1/15
Yüzey alanı	898,30 m ²
Havuz hacmi	2245,75 m ³
Çamur haznesi hacmi	19 m ³

4.2.1.6. Biyolojik Arıtma Ünitesi

Biyolojik arıtma klasik aktif çamur sistemi ile gerçekleşmektedir. Ön çökeltim havuzu savağından savaklanan durulmuş su Ø 800'lük hat ile havalandırma havuzlarına gelmektedir.

Havalandırma havuzuna gelen sular burada 16 adet yüzey havalandırıcı ile havalandırılmakta ve karıştırılmaktadır. Atıksuyun içerisindeki maddeler havalandırma havuzunda üretilen mikroorganizmalar tarafından besin maddesi olarak kullanılarak karbondioksit, su ve yeni biyolojik kütleye dönüşülürken bir kısmı yeniden ürerler ve floklar halinde son çökeltim havuzuna gönderilirler. Havalandırma havuzunda oksijen konsantrasyonunun 0,25 - 2,00 mg/L düzeyinde olması gerekmektedir. Bunu gözlemlemek üzere oksijen ölçerler bulunmaktadır. Havalandırma havuzundan geçen atıksu Ø 1500 çelik boru hattı ile dağıtım yapısına gelmektedir. Atıksu dağıtım yapısından Ø 800 çelik boru hattı ile son çökeltim havuzlarına gelmektedir. Dağıtım yapısı ile son çökeltim hatları arasında Ø 500'lük kapaklı vana bulunmakta ve bu vanalar sayesinde atıksu istenilen havuzlara alınabilmektedir.

4.2.1.7. Geri Devir Ünitesi

Sistemde havalandırma havuzunda oluşan aktif çamur konsantrasyonu belirli bir değerde tutulması sağlanmaktadır. Bu nedenle son çökeltim havuzlarında sıyırılan çamur teleskobik vana ile geri devir pompa istasyonuna alınmakta buradan burgulu pompalar yardımı ile bir kısmı (%50 si) Ø 600 çelik boru hattı ile geri devrettirilmektedir. Fazla çamur pompalar üzerinde bulunan başka bir Ø 200'lük hatla çamur yoğunlaştırma havuzlarına basılır.

4.2.1.8. Çamur Yoğunlaştırıcılar

Tesiste 2 adet dairesel kesitli yoğunlaştırma havuzu bulunmaktadır. Ön Çökeltim Havuzundan gelen %4 lük çamur ile son çökeltim havuzundan gelen % 6'lık çamurlar yoğunlaştırma havuzuna basılır yoğunlaştırma havuzundaki çamur konsantrasyonu % 5'e mertebesine getirilir. Ön çökeltim dip çamuru ve geri devir fazla çamuru burada yoğunlaştırılarak Belt-Pres ünitesine gönderilir. Çamur yoğunlaştırıcı boyutları Tablo 4.8' de verilmiştir.

Tablo 4.8. Çamur yoğunlaştırıcı havuzu boyutları

Havuz çapı	16 m
Kenar su yüksekliği:	3m
Taban eğimi	1/8

4.2.1.9. Belt-pres Ünitesi

Tesiste 2 tanesi aktif 1 tanesi yedek olmak üzere toplam 3 adet Belt-Pres ünitesi bulunmaktadır. Yoğunlaştırma havuzundan gelen yoğun çamurun susuzlaştırma işlemini yapar. İşlem sırasında yoğun çamur içerisinde bulunan katı partiküllerin bir araya getirip suyu serbest bırakmak için polielektrolit kullanılmaktadır. Belt preste susuzlaştırma, her birinin verimi yüksek olan ve etkileri proses süresince artan 4 kademeli bir sistemdir. Bu sistemde işlemler aşağıda belirtilen adımlarda gerçekleşir.

Flokülasyon: Çamur önce organik polielektrolitlerle muamele edilerek yüksek verimli bir flokülasyon gerçekleştirilir. Kullanılan polielektrolit, katyonik poliakrilamid yapıda, toz şeklinde max. 2 mm tane boyutlu, % 5’lik çözeltide pH 3-5, viskozitesi % 0,1 lik çözeltilerde 50 mPas dan küçük veya eşit olup yoğunluğu 200 C de 700-800< kg/m³ dir.

Ön Susuzlaştırma: Flokülasyona tabi tutulan çamur burada operasyon şartlarında suyunun bir kısmını kaybeder ve hacmi başlangıçtaki hacminin 1/3 ile 1/5 i oranında azalır.

Ön Sıkıştırma: Çamur bu kademedeki artan bir basınçla 4 çift silindir arasında etkili bir ön sıkıştırmaya maruz kalır. Böylece başlangıç miktarının %20-50’si kadar su kaybeder.

Yüksek Basınç: Çamur son olarak ilk ikisi elek tambur gibi çalışan 6 adet silindirden geçerek parçalanır ve artan bir basınçla sıkıştırılır.

4.2.2. Atıksu Arıtma Tesisine Giren-Çıkan Suyun Özellikleri

Atıksu Arıtma Tesisinin çıkış suyu parametreleri, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”, Tablo 21.4 Sektör: Evsel Nitelikli Atıksuların (Sınıf 4: Kirlilik Yükü Ham BOİ olarak 60.000 kg/gün den büyük, Nüfus >100000) alıcı ortama deşarj standartlarını sağlamaktadır (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Elazığ Mart ayı atıksu arıtma tesisine giren-çıkan suyun özellikleri

Giriş						Havalandırma		Çıkış				
TARİH	KOİ	BOİ ₅	AKM	PH	°C	Ç.O ₂	HAV. ÇÖK	BOİ ₅	KOİ	AKM	PH	°C
01.03.2014	450	356	290	9.4	12	2.10	850	31	91	22	8.1	10
02.03.2014	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
03.03.2014	430	360	300	9.1	12	1.55	800	26	68	19	8.3	10
04.03.2014	440	350	300	9.2	12	3.60	800	30	90	26	8.4	11
05.03.2014	390	345	280	9.1	12	2.80	820	29	88	19	8.1	11
06.03.2014	398	360	270	9.0	12	3.10	830	32	86	20	8.0	11
07.03.2014	385	296	245	9.6	12	2.60	870	32	84	21	8.2	11
08.03.2014	410	280	260	9.3	11	2.75	800	34	84	18	8.6	10
09.03.2014	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10.03.2014	420	300	300	9.1	11	2.80	800	28	74	13	8.5	10
11.03.2014	480	289	380	9.0	16	2.90	750	28	74	19	8.7	15
12.03.2014	465	296	320	9.3	17	2.75	760	26	76	16	8.6	16
13.03.2014	490	275	330	9.4	18	2.90	800	22	80	18	8.5	17
14.03.2014	440	266	298	9.6	18	2.46	810	20	90	17	8.4	17
15.03.2014	500	298	274	9.4	20	2.50	850	25	94	16	8.3	18
16.03.2014	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
17.03.2014	470	270	265	9.3	20	2.30	830	28	74	14	8.1	18
18.03.2014	390	271	245	9.4	23	2.40	600	26	84	20	8.4	21
19.03.2014	386	300	266	9.6	23	2.30	550	27	89	21	8.2	21
20.03.2014	400	256	250	9.5	23	2.60	480	30	75	21	8.4	21
21.03.2014	390	314	230	9.1	22	2.40	500	28	87	20	8.1	20
22.03.2014	440	360	260	9.3	22	2.36	600	29	78	22	8.3	20
23.03.2014	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24.03.2014	398	242	223	9.1	20	2.33	530	30	86	23	8.4	19
25.03.2014	390	220	255	9.4	20	2.40	500	28	90	20	8.2	19
26.03.2014	378	260	260	9.2	21	2.35	500	29	88	19	8.3	20
27.03.2014	330	230	245	9.3	21	2.30	500	30	86	18	8.6	20
28.03.2014	342	214	280	9.1	21	2.45	560	26	75	16	8.4	20
29.03.2014	390	250	260	9.2	20	2.30	540	25	71	18	8.4	19
30.03.2014	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.2.3. Elazığ Atıksu Arıtma Tesisinde karşılaşılan sorunlar ve çözüm yöntemleri:

1. Yağmur suları fazla olduğu zaman biyolojik arıtım tam olarak yapılamamaktadır (Birleşik sistem olduğundan). Birleşik sistem kanalları üzerine konulan elle temizlemeli kum tutucular her kuvvetli yağmurdan sonra muhakkak temizlenmelidir. Normal şartlar altında kum deposunun %50-60 nispetinde tümünün dolması halinde kum tutucu temizlenmelidir. Bu durum sürekli kontrol edilmelidir.

2. Yağışlı havalarda tesise mıcır taşları veya yeni yapılmış olan asfalt yamaları gelmektedir. Gelen malzeme ağır malzeme olduğundan kaba ızgara ve ince ızgara kanalında çökelmektedir.

Zemine malzeme çöktüğünden tesisin su alma kapasitesi düşmektedir. Bunun önüne geçmek için yağışlardan önce ve yağışlardan sonra kanala çöken malzeme temizlenmelidir.

3. Kanalizasyon sistemlerinin eksik ve yetersiz olması, ayrıca, eski kanalizasyon sistemlerinin tamamının yenilenmemesi ayrı bir sorun kaynağıdır.

4. Kum ve yağ tutucu ünite fizibilite eksikliğinden dolayı tam verimle çalışmamaktadır.

5. Elazığ ilinde organize sanayi bölgesinden farklı sektörlerden kaçak olarak sular gelmektedir. Tesis bunlara göre projelendirilmediğinden dolayı sıkıntılar yaşanmaktadır.

6. Deşarj standartlarının sağlanması için tüm sular tesise alınmamaktadır.

7. Elazığ atıksu arıtma tesisi için yapılan “Elazığ belediyesi atıksu arıtma tesisi giriş ve çıkış sularının helmintolojik riskinin araştırılması” adlı çalışmada atıksu arıtma tesisi çıkış sularında saptanan parazit yumurtalarının tipi ve sayısının yoğunluğu etkin bir arıtımın yapılmadığını ortaya çıkartmıştır. Özellikle fazla sayıda helmint yumurtası içeren bu çıkış sularının tarımsal amaçlı kullanımı insan ve çevre sağlığı açısından bir risk faktörü olacağını göstermektedir. Bu nedenle kentsel atıksu arıtımında ikincil tasfiyeden sonra enfeksiyon meydana getiren helmint yumurtalarının giderildiğinden emin olmak için membran teknolojisine (mikrofiltrasyon veya ultrafiltrasyon) ihtiyaç vardır (Öbek vd., 2007).

8. Ön çökeltim havuzunda yüzen çamur problemi: Çok iyi bir şekilde nitrifiye olmuş aktif çamurlar ön çöktürme tanklarına geri devir yaptırıldıkları takdirde burada denitrifikasyona maruz kalırlarsa yüzücü çamur meydana gelir Sistemi bu çamurlardan korumak için sıyırıcılar uzunca bir süre çalıştırılmalı, sıyırıcıların normal çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.

9. Çamur kabarması sorunu: Gaz oluşumu nedeniyle tüm tanklardaki çamurun içinde beliren balonlarla ortaya çıkan çamur kabarması; çamurun boşaltma sıklığı yetersizliği, çamur boşaltma işlemi sırasında tanktaki çamurun tamamının alınmaması, kısmen çürütülmüş çamur içeren sıvının geri devir edilmesi, atıksuyun septik nitelikler kazanması gibi nedenlerden bir yada birkaçı sonucu olabilir.

4.3. Van Atıksu Arıtma Tesisi

Van'daki mevcut Atıksu Arıtma Tesisi Van şehrinin kuzey batısında yer almakta olup, deniz seviyesinden 1650 m yüksekliktedir. Tesis ön arıtma, biyolojik arıtma, çamur giderme ünitelerinden oluşur. Van Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suyu Van Gölüne verilmektedir. Van ASAT'a ait başlıca tasarım parametreleri, ASAT girişindeki günlük atıksu debisi, BOİ₅ ve Askıda Katı Madde yüklerinden ibarettir (VASKİ., 2013). ASAT'da sadece belirli miktarda atıksu arıtılabilmektedir. Bu nedenle atıksuyun debisi bilinmeyen bir kısmı da arıtılmadan Van Gölüne deşarj edilmektedir. Van ili için ortalama nüfusun %72'si kanalizasyon şebekesine atık su deşarj etmektedir. Van kanalizasyon sisteminde devam eden genişletme faaliyetleri, bu oranı büyük ölçüde artıracaktır. Kanalizasyon sisteminde toplanan tüm atıksu Van ASAT'a gönderilmektedir.

2013 yılında Van ASAT' deki atıksu debisi ve hizmet verilen nüfus aşağıdaki şekildedir.

Hizmet verilen nüfus	:	kişi	445,915
Mevcut atıksu kapasitesi	:	m ³ /gün	47,520

Van kentinin gerçek atıksu debileri ve kirlilik yükleri kanalizasyon şebekesi tamamlanamadığından dolayı belirlenememiştir. PÖYRY/GKW (2007a) tarafından hesaplanan 2020 hedef yılındaki atıksu debisi aşağıda verilmiştir:

Nüfus:	kişi	657,784
Kanalizasyon şebekesine bağlantı oranı:	%	80
Kanalizasyon şebekesine bağlı nüfus:	kişi	526,227
Spesifik su tüketimi:	l/(kişi·gün)	110
Kanalizasyon sistemine dönüş oranı:	%	80
Spesifik evsel atıksu üretimi:	l/(kişi·gün)	88
Günlük ortalama evsel atıksu debisi:	m ³ /gün	46,308
Günlük ortalama ticari atıksu debisi:	m ³ /gün	3,242
Günlük ortalama kurumsal atıksu debi:	m ³ /gün	6,946
Günlük ortalama endüstriyel atıksu debisi:	m ³ /gün	1,406
Toplam ham atıksu debisi:	m³/gün	57,902

105,246 kişilik bir nüfusun ASAT'a vidanjörlerle fosseptik atığı göndereceği hesaplanmıştır (VASKİ., 2013).

$$2020 \text{ yılında } Q_{d,Fosseptik} = 0,00082 \cdot 105,246 = 87 \text{ m}^3/\text{gün}$$

Günlük toplam ortalama atıksu, infiltrasyon ve fosseptik debisi hesabı ise aşağıda gösterilmiştir:

Toplam ortalama ham atıksu debisi:	m ³ /gün	57,902
Ortalama infiltrasyon debisi:	m ³ /gün	57,902
Ortalama fosseptik debisi:	m ³ /gün	87
Toplam ortalama atıksu debisi, günlük:	m³/gün	115,891

PÖYRY/GKW (2007) tarafından belirlenen proje kriterlerine göre 2020 hedef yılında Van ASAT girişindeki BOİ₅ yükü aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

Kanalizasyon şebekesine bağlı nüfus:	kişi	526,227
Spesifik BOİ ₅ yükü:	gr/(kişi·gün)	55
Nüfusa bağlı BOİ ₅ yükü $L_{d,BOİ5,Evsel}$:	kg/gün	28,942
Ticari işletmelerin BOİ ₅ yükü ($L_{d,BOİ5,Evsel}$ 'in %7'si):	kg/gün	1,324
Kurumsal faaliyetlere bağlı BOİ ₅ yükü ($L_{d,BOİ5,Evsel}$ 'in %15'i):	kg/gün	4,341
Endüstriyel faaliyetlere bağlı BOİ ₅ yükü:	kg/gün	4,871
Ham atıksuda toplam BOİ₅ yükü:	kg/gün	39,478

Van atıksu arıtma tesisinin 2020 hedef yılına ait ön tasarım sonuçları, mevcut arıtma kapasitesiyle karşılaştırılmış mevcut biyolojik atıksu ve çamur arıtma kapasitesinin 2020 hedef yılı için hesaplanan kirlilik yüklerini gereksinilen seviyede arıtmaya yeterli olmadığını göstermektedir (VASKİ, 2013).

Bu nedenle Van Atıksu Arıtma Tesisinin 2020 hedef yılına göre yeniden tasarımı yapılmış olup bu tasarımda azot ve fosfor giderimi de yer almıştır. Tasarım hedef yılı için atıksudaki toplam azot ve fosfor yükleri Tablo 4.10 ‘ da hesaplanmıştır.

Tablo 4.10. Tasarım Hedef Yılı 2020 için Van Atıksuyundaki Toplam Azot ve Fosfor Yükleri Hesabı (VASKİ, 2013).

Parametre	Birim	Değer
Kanalizasyon sistemine bağlı nüfus	kişi	526,227
Spesifik Azot yükü(TKN cinsinden)	gr/(NE · gün)	8
Toplam Azot yükü(TKN cinsinden)	kg/gün	6,564
Spesifik Fosfor yükü (P-Toplam)	gr/(NE · gün)	1.2
Toplam Fosfor yükü	kg/gün	758

4.3.1. Kullanılan Prosesler

Van Atıksu Arıtma Tesisi , “giriş yapıları/mekanik atıksu arıtma”, “biyolojik atıksu arıtma” ve “çamur arıtma” aşamalarından oluşmaktadır. Fosseptik alma yapısı, giriş terfi merkezi ve kum ayırıcı dışındaki arıtma birimleri üç ünite halinde hizmet vermektedir. Arıtma tesisinin en eski ünitesi, 1993 yılında inşa edilen 1. ünitesidir. 2 ve 3 nolu üniteler ise 2003 yılında inşa edilmiştir (VASKİ, 2013).

- Fosseptik alma yapısı,
- Giriş terfi (burgulu pompa) merkezi,
- Mekanik olarak temizlenen ızgaralar,
- Yağ kapanları dahil olmak üzere kum tutucular,
- Kum ayırıcı
- Ön çökeltme havuzları,

- Ara terfi merkezi,
- Havalandırma havuzları (aktif çamur sistemi),
- Son çökeltme havuzları,
- Çamur geri devri pompa istasyonları
- Çamur arıtma

4.3.1.1. Fosseptik Alma Yapısı

Fosseptik alma yapısı, rehabilitasyon önlemleri kapsamında inşa edilmiş ve kaba malzemelerin ASAT giriş yapısına gitmesini engelleyen, elle temizlenebilen ızgaraları olan bir atıksu bacasından ibarettir. Fosseptik alma yapısı, giriş terfi merkezinin arka tarafında inşa edilmiş ve 300 mm çapındaki bir boru ile giriş terfi merkezine bağlanmıştır.

4.3.1.2. Giriş Terfi (Burgulu Pompa) Merkezi

4 adet burgulu pompa ile donatılmış olan giriş terfi merkezinde, atık su yaklaşık 6 m yükseğe terfi edilmektedir. Bu 4 burgulu pompanın (1'i yedek) kapasitesi aşağıda verilmiştir:

- Burgulu pompa 1: $400 \text{ L/s} = 1,440 \text{ m}^3/\text{saat}$
- Burgulu pompa 2: $400 \text{ L/s} = 1,440 \text{ m}^3/\text{saat}$
- Burgulu pompa 3: $400 \text{ L/s} = 1,440 \text{ m}^3/\text{saat}$
- Burgulu pompa 4: $400 \text{ L/s} = 1,440 \text{ m}^3/\text{saat}$ (VASKİ, 2013).

4.3.1.3. İnce ve Kaba Iızgaralar

Giriş terfi merkezi burgulu pompalarının önünde, pompaları taş, ağaç parçası gibi kaba maddelerden korumak üzere manüel olarak temizlenebilen kaba ızgaralarla (çubuklar arası mesafe: 100 mm) donatılmış bir dağıtım yapısı vardır. Atıksu, burgulu pompaların yaklaşım kanallarından sonra, üç adet beton dağıtım kanalına geçmekte olup, bu kanallardan geçerek, aynı binada yer alan ve mekanik olarak temizlenebilen 3 adet ince ızgaraya (çubuklar arası mesafe: 30 mm) ulaşmaktadır. Iızgaralarda tutulan maddeler bant konveyör aracılığı ile binanın batısındaki açıklığa taşınarak orada bulunan bir konteynere alınmaktadır (VASKİ, 2013).

4.3.1.4. Kum Tutucular

Izgaralardan sonra, atıksu, yağ haznesi de olan ve paralel olarak devreye alınan 3 adet havalandırmalı kum tutucuya (uzunluk: 28,5 m; genişlik: 2,2 m; derinlik: 3 m; toplam hacim: 414 m³) doğru akmaktadır. Her bir kum tutucunun tabanına çökelen kum, hareketli bir köprüye monte edilmiş olan sıyırıcı aracılığı ile kum tutucu membasın da yer alan kum haznesine ulaşmaktadır. Kum tutucuların havalandırılması için gerekli olan basınçlı hava, giriş terfi merkezindeki bir odada yer alan 4 adet hava üfleyici (1'i yedek; her biri 225 Nm³/saat, 0,6 bar) tarafından temin edilmektedir (VASKİ, 2013).

İşletme Programı: Kum tutucuların kum haznesinde biriken kum günde en az bir kere atılmalıdır. Kum tutucuların sıyırıcı köprüleri bu nedenle manüel modda çalıştırılır.

4.3.1.5. Yağ Tutucular

Yağ tutucular kum tutuculara paralel uzun kompartımanlar (uzunluk: 25,15 m; genişlik: 2,2; toplam alan: 165 m²) halinde olup, suyun hızını kesmek için çubuk ızgaralarla donatılmış olan açıklıklardan suyu almaktadır.

Yağ tutucularda toplanan yüzer maddeler, hareketli köprüye monte edilmiş olan yüzey sıyırıcı yardımıyla kum tutucunun mansabında yer alan yağ haznesine taşınmaktadır. Yüzer maddelerin sıyırıcısı manüel olarak aşağı ve yukarı yönde ayarlanabilmektedir. Her bir yağ haznesinden dalgıç pompalarla alınan yüzer maddeler, 1. ünitenin ham ve fazla çamur pompa istasyonuna terfi ettirilmektedir. Yüzer maddelerin 2. ve 3. ünitenin ham ve fazla çamur pompa istasyonlarına terfi ettirilmesi mümkün değildir.

İşletme Programı: Yağ kapanlarının yüzeyindeki yüzer maddelerin ve yağın da günde bir kere atılması gerekmektedir. Yağ ve yüzer maddelerin günde bir kez pompalanmasının yeterli olmadığı durumda, bu işlem gün içerisinde birkaç kez tekrarlanabilir.

4.3.1.6. Ön Çökeltme Havuzları

Mekanik atıksu arıtma, dairesel ön çökeltme havuzları (3 adet; çap: 30 m; yükseklik: 3 m; her bir havuzun yaklaşık hacmi. 2,000 m³) ile tamamlanmaktadır.

1. ünite de atık su ilgili kum tutucudan sonra cazibeyle doğrudan ön çökeltme havuzunun giriş bacasına akmaktayken, 2 ve 3'nolu ünitelere Atıksu, ara terfi merkezinden ve dağıtım yapısından geçtikten sonra ilgili ünitenin ön çökeltme havuzunun dağıtım bacasına ulaşmaktadır. Ön çökeltme havuzunun dibinde çökelen çamur, döner bir köprüye monte edilmiş olan sıyrıcı ile çamur haznesine itilmektedir. Ön çökeltme havuzlarında, su üstünde yüzen maddeler de döner köprüye monte edilmiş olan sıyrıcılarla toplanarak ham ve fazla çamur haznesine deşarj edilmektedir.

Mekanik olarak arıtılan atıksu, V-şeklindeki çıkış savağının üzerinden, çıkış bacasına, oradan da çelik bir boru ile havalandırma havuzuna akmaktadır. Her bir ön çökeltme havuzu da, ön çökeltme havuzlarının giriş ve çıkış bacası arasındaki bir bağlantı ile birer bypass(tahliye) ile donatılmıştır.

İşletme Programı

- Ünitelerin ön çökeltme havuzlarındaki katı madde miktarına bağlı olarak en az günde bir kere ön çökeltim havuzlarından çamur alınması (3 saatte bir),
- Ön çökeltme havuzlarındaki yüzer maddelerin günde en az bir kere yüzeyden alınması ve ayrıca ham ve fazla çamur pompası deşarj borusun temizlenmesi
- Ham çamur miktarının ve kuru katı madde yüklerinin haftada üç kere izlenmesi; Ham çamur miktarı, stabilizasyon havuzlarına gönderilen ham ve fazla çamur akışından, fazla çamur miktarı çıkarılmak suretiyle belirlenir ASAT girişinden ve ön çökeltme havuzlarının çıkışından alınan anlık numunelerin analizlerinin yapılması.

4.3.1.7. Biyolojik Arıtma (Aktif Çamur Sistemi)

Biyolojik arıtma, aktif çamur sistemi olarak tasarlanmıştır. Her bir arıtma ünitesinde, birbirine paralel iki adet havalandırma havuzu bulunmaktadır; her birinin hacmi 2,600 m³ ve derinliği 4,0 metredir. Toplam havalandırma havuzu hacmi ise 20,800 m³'dür. Havalandırıcıların oksijen transfer oranı, karıştırma/dalma derinliğine bağlı olduğu için her havuzun çıkışında elle ayarlanabilen iki adet taşkın savağı yer almaktadır.

Ön çökeltme havuzundan mekanik arıtmaya tabii tutulmuş olarak gelen atık su, iki havalandırma havuzuna yukarıda belirtilen çelik borunun iki kola ayrılmasıyla ulaşır. Geri-devir çamuru, her ünitenin iki havalandırma havuzunun arasındaki geri-devir çamuru kanalının iki açıklığından havalandırma havuzlarına akmaktadır. Her ünitenin havalandırma havuzlarındaki karışık sıvı, yukarıda belirtilen ayarlanabilen taşkın savakları ve daha sonra bir açık kanaldan geçerek aynı ünitenin diğer havalandırma havuzundan gelen karışık sıvı ile tek bir açık kanalda birleşir (VASKİ, 2013).

İşletme Programı:

- Havalandırma havuzlarının 3 ila 3,5 kg/m³ MLSS konsantrasyonunda işletilmesi.
- Havalandırma havuzlarındaki MLSS konsantrasyonunun izlenmesiyle, atılacak fazla çamur miktarı günlük olarak ayarlanacaktır.
MLSS konsantrasyonu artarsa, atılacak fazla çamur da daha fazla olacaktır. Aynı şekilde MLSS konsantrasyonu azalırsa, atılacak fazla çamur miktarı azalacaktır.
- Havalandırma havuzlarındaki havalandırıcılar, havuzlardaki çözünmüş oksijen konsantrasyonuna bağlı olarak çalışma + durma maduna otomatik olarak geçer. Çözünmüş Oksijen konsantrasyonu 0,5 mg/L'den az olmamalı ve 13,0 mg/L'den fazla olmamalıdır.
- Ulaşılan arıtma verimi BOİ₅ cinsinden haftada bir ve KOİ cinsinden ise haftada üç kere izlenir.
- Fazla çamur üretimi, fazla çamur pompalarının pompalama süresine bağlı olarak haftada üç kere izlenmeli ve geri devir çamurundan (Kuru Katı Madde, Uçucu Katı madde; izleme konseptine bakınız) anlık numune alınarak test edilmelidir.
- Haftada bir kere fazla çamur üretimi, hesaplanan teorik fazla çamur üretimine oranlanarak, BOİ₅ arıtma verimi esasına dayalı hesaplama yapılır (VASKİ, 2013).

4.3.1.8. Son Çökeltme Havuzu

Aktif çamurun arıtılmış atık sudan ayrılması için her üniteye ikişer adet dairesel yatay akışlı son çökeltme havuzu (her birinin çapı: 36 m, derinliği 3,03 m, yüzey alanı: 1,011 m²) bulunmaktadır. Bu havuzlar, çökelen aktif çamuru havuzun tabanındaki çamur haznelere iten sıyrıcı köprülerle donatılmıştır.

Arıtılmış atık su V-şeklindeki savağın üzerinden aşarak havuzu terk eder ve diğer havuzun deşarj suyuyla tek bir açık kanalda birleşir. Arıtılan su, daha sonra, bir çıkış bacasına oradan da deşarj noktasına akar. Aktif çamur sisteminin tamamı – havalandırma havuzu ve son çökeltme havuzu – da ilgili ön çökeltme havuzunun çıkış bacası ve son çökeltme havuzunun çıkış yapısı arasındaki bir boru bağlantısı sayesinde bypass (tahliye) edilebilmektedir. Her iki son çökeltme havuzundan çıkan geri-devir çamuru, cazibeli akışla, geri-devir pompa istasyonuna ulaşmaktadır. İki burgu pompa, geri devir çamurunu 5,3 m terfi yüksekliğine pompalamakta ve bu çamuru her ünitenin iki havalandırma havuzu arasında yer alan açık kanala deşarj etmektedir. Burgulu pompaların her biri 2,016 m³/saat'lik (560 L/s; 1 adet yedek) pompa kapasitesine sahiptir. Fazla çamur, havalandırma havuzlarının memba çıkışında (çamur geri devir kanalının mansabında) yer alan kanal kapağı manüel olarak açılarak, geri devir çamuru kanalına gönderilir. Buradan içerisinde 2 adet dalgıç pompa (her biri 30 m³/saat pompaj kapasitesinde, biri yedek) bulunan fazla çamur pompa istasyonunun pompa çukuruna ulaşarak, ilgili üniteye ham ve fazla çamur pompa istasyonuna terfi ettirilir. Her üniteye bir adet fazla çamur pompa istasyonu bulunmaktadır.

İşletme Programı

- Çamur stabilizasyon havuzlarının, %1 – %2 DS (kuru katı madde) konsantrasyonu aralığında işletilmesi. Ham ve fazla çamurun DS konsantrasyonu ön çökeltme havuzlarındaki çamur atma süresi ile kontrol edilebilmektedir.
- Yoğunlaştırılmış stabilize çamuru, mekanik olarak susuzlaştırmak ve susuzlaştırılmış çamuru ASAT arazisindeki bir depolama alanında muhafaza etmek standart prosedür olarak tercih edilen yöntemlerdir. Çamurun ASAT arazisinde depolanması, kalıcı bir çamur bertarafı alternatifi tespit edilene kadar sadece orta vadeli bir çözüm olacaktır.
- Bant filtre presin kapasitesinin üretilen çok miktardaki çamuru arıtmada yetersiz olması durumunda yada bakıma alındığında, çamurun kurutulması için çamur kurutma yatakları kullanılacaktır.
- Çamur süzüntü suyu (süpernatant) pompa istasyonu bir başka ifadeyle, drenaj suyu pompa istasyonu, otomatik moda çalıştırılacaktır.

- Havalandırmalı çamur stabilizasyon (çürütme) havuzlarındaki kuru katı ve uçucu Katı Madde konsantrasyonları için kütle dengesi metodu kullanılarak haftada bir kere ulaşılan organik katı giderme verimi izlenilecektir.
- Ulaşılan yoğunlaştırma ve susuzlaştırma oranları ise, cazibeli yoğunlaştırıcılara ve bant filtre presine gelen ve bu ünitelerden çıkan Kuru Katı Madde miktarına bağlı olarak yine haftada bir kere izlenecektir.
- Çamur suyunun miktarı ve kirlilik yükleri, haftada bir kere izlenecektir (VASKİ, 2013).

4.3.1.9. Çamur Arıtımı

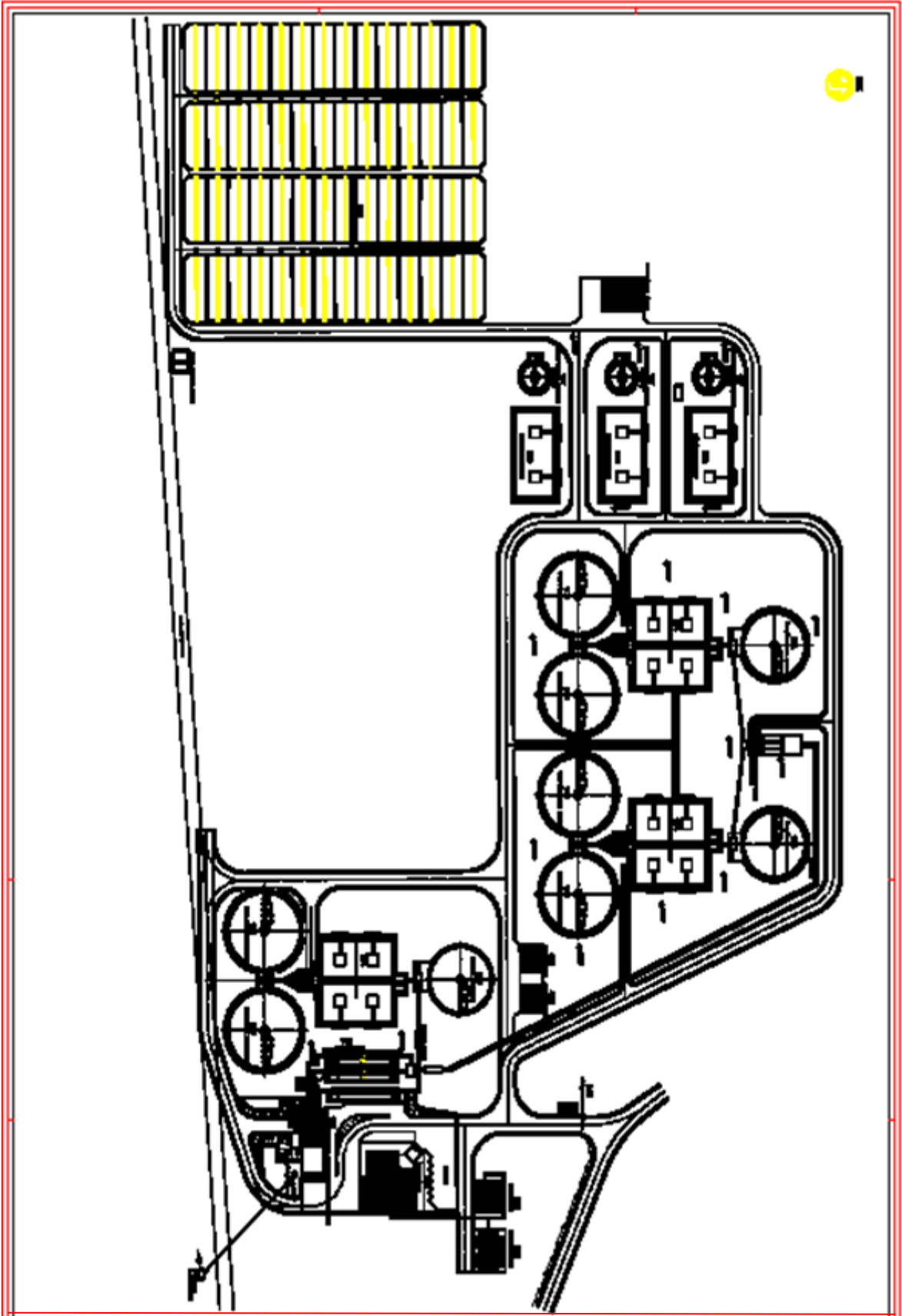
Ham ve fazla çamur pompa istasyonunda da 2 adet dalgıç pompa bulunmaktadır. Bu dalgıç pompaların (1'i yedek) her birinin kapasitesi ise 50 m³/saattir. Burada, fazla çamur ön çökelmeden gelen ham çamur ve yüzer maddelerle karışır. Her üniteye bir adet ham ve fazla çamur pompa istasyonu bulunmaktadır. Kum tutuculardan çıkan yağ, sadece 1. ünitenin ham ve fazla çamur pompa istasyonuna gönderilmektedir. Çamur, her ünitenin kendisine ait olan havalandırmalı çamur stabilizasyon havuzuna iki dalgıç pompadan birisi aracılığı ile terfi ettirilir. Ham ve fazla çamur, üç adet havalandırmalı çamur stabilizasyon havuzunda (her ünite için bir stabilizasyon havuzu) dengelenir, bir başka deyişle stabilize edilir.

Stabilizasyon havuzlarının her birinin hacmi 3,600 m³ olup, uzunluğu 40,0 m, genişliği 20,0 m ve derinliği 4,5 metredir. Oksijen temini için havuzların her biri 2'şer adet mekanik havalandırıcı (jiroskop şeklindeki havalandırıcılar: 55 kW) ile donatılmıştır.

Stabilizasyon sonrasında, çamur bir taşkın savağından akarak, yoğunlaşma için üç adet cazibeli yoğunlaştırıcıya ulaşır. Dairesel olan yoğunlaştırıcıların her birinin (çapı: 12 m) yüzey alanı 113 m² ve hacmi 452 m³'tür. Sürekli olarak çamurla beslenen cazibeli çamur yoğunlaştırıcılar, kafes sıyrıcılar ile donatılmıştır. Süzüntü suyu (supernatant) supernatant pompa istasyonuna cazibeyle akmaktadır. Yoğunlaştırılan stabilize çamur, cazibeli yoğunlaştırıcılardan çamur susuzlaştırma ünitesine veya çamur kurutma yataklarına, 3 adet (1'i yedek) eksantrik pompanın 2'si ile pompalanır.

Bu eksantrik (yatay) pompaların (kademeli kavite pompaları) her birinin pompaj kapasitesi, 15 m³/saat'tir. Yoğun çamur pompa istasyonunu drene etmek için her ünite de birer dalgıç pompa (10 m³/saat) ile donatılmış bir drenaj çukuru bulunmaktadır. Yoğunlaştırılan stabilize çamur, 4 adet bant filtre pres ile mekanik olarak susuzlaştırılabilir. Bu filtre presler bir binanın içine yerleştirilmiştir. Filtre preslerin her biri 15 m³/saat miktarındaki arıtma kapasitesine sahip olup yoğun çamur pompaları ile beslenmektedir. Susuzlaştırma (filtre pres) binasının içerisinde, filtre presleri temizlemek için bir adet hava kompresörü ve bir adet servis suyu hidroforu bulunmaktadır. Servis suyu binanın dışındaki bir rezervuardan alınmaktadır (belediyeye ait su şebekesinden servis suyu temin edilmektedir). Hidroforun 2 adet pompası mevcuttur ve her biri 9 ila 31 m³/saat (basınç kaybına bağlı olarak) kapasite ile hizmet vermektedir. Çamur, polimer kullanılarak şartlandırılabilir. Her biri polimer karışımını ve maturasyonu (olgunlaştırma) sağlayan iki kompartımanlı (polimer tozu ve servis suyu için) birer tanka sahip olan iki adet polimer istasyonu mevcuttur; bu istasyonlarda iki adet de polimer dozlama pompası bulunmaktadır. Susuzlaştırılan çamur yatay bir bant konveyör yardımı ile binanın dışına çıkarılmaktadır. Kamyonlara yükleme yapılabilmesi için binanın dışında da yüksek eğimli bir bant konveyör bulunmaktadır. Alternatif olarak yoğun çamur, doğrudan çamur kurutma yataklarına pompalanabilmektedir.

Her birinin yüzey alanı 300 m² olan (toplam yüzey alanı: 16,800 m²) toplam 56 adet çamur kurutma yatağı ASAT'ın kuzey-batısına inşa edilmiştir. Uzun süre, ASAT'a sürekli olarak gelen vidanjörlerle çamur kurutma yataklarına fosseptik atıkları da boşaltılmıştır. Yoğunlaştırıcılardaki çamurun süzüntü suyu, susuzlaştırma (filtre pres) ve çamur kurutma yataklarından süzülen sular, 4 adet dalgıç pompa (her birinin kapasitesi; 20 m³/saat) ile donatılmış olan çamur supernatant pompa istasyonuna ulaşmaktadır. Süzüntü suları, buradan, 1. ünitenin ön çökeltme tankının giriş kanalına pompalanmaktadır. Van Atıksu Arıtma Tesisi vaziyet planı verilmiştir (Şekil 4.8) (VASKİ, 2013).



Şekil 4.8. Van ASAT vaziyet planı

4.3.2. Arıtma Hedefleri

Türkiye’de evsel atıksu arıtma tesislerinin deşarj standartları Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde yer alan kriterlere göre belirlenmektedir. Evsel atıksu deşarj standartları, atıksu arıtma tesisi boyutlarına (hizmet ettiği nüfusa) bağlı olarak dört grupta değerlendirilmiştir. Van ASAT’ın söz konusu yönetmeliğe göre atıksu deşarjında 4. sınıf (nüfusu 100.000’den fazla) minimum gereksinimlerini sağlaması gerekmektedir. Tablo 4.11, 4. sınıf evsel atıksular için deşarj standartlarını göstermektedir.

Tablo 4.11. SKKY’ ya göre evsel nitelikli atıksuların alıcı su ortamlarına deşarjlarında uyulması gereken standart değerler (Sınıf 4: Kirlilik Yüğü Ham BOİ Olarak 6000 Kg/Gün’den Büyük, Nüfus > 100000)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
BİYOKİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (BOİ ₅)	(mg/L)	40	35
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	120	90
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	40	25
Ph	-	6-9	6-9

Van Gölü 27 Haziran 2009 tarihinde Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan hassas alanlar tebliğı (Bakınız **Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliğı Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliğı Ek 1A**) uyarınca, hassas alan olarak sınıflandırılmış olduğundan, ASAT’ ta daha ileri arıtma gereksinimi olabilecektir (VASKİ, 2013).

Van atıksu arıtma tesisi boyutlarındaki bir tesisten (> 100,000 NE) deşarj edilen atıksudaki toplam azot konsantrasyonunun, 10 mg/L ve toplam fosfor konsantrasyonunun 1 mg/L olması gerekmektedir. Buradan hareketle, biyolojik arıtma prosesi olarak nitrifikasyon ve denitrifikasyon gibi azot giderimi proseslerine sahip bir ileri arıtma gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Fosfor giderimi için ise demir klorür ve alüminyum klorür/sülfat ile çöktürme yeterli olacaktır. Fosforun kimyasal kullanarak çöktürölmesi kolaylıkla uygulanabilmekte ve fosfor giderimi için standart bir arıtma yöntemi olarak sınıflandırılmaktadır. Van Atıksu Arıtma Tesisinin aylara göre arıtma verimleri verilmiştir (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Van Atıksu Arıtma Tesisi aylara göre arıtma verimi (VASKİ, 2013).

Parametre	Aylar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KOİ Arıtımı %	68	63	63	68	79	74	73	71	72	68
BOİ Arıtımı %	74	64	68	66	90	77	72	74	66	80
AKM Arıtımı %	71	61	73	73	93	77	80	67	75	87

4.3.3. 2020 Hedef Yılı için ASAT Ön Tasarımı

Van Atıksu Arıtma Tesisinin 2020 hedef yılına ait ön tasarım sonuçları, mevcut arıtma kapasitesiyle karşılaştırmalı olarak Tablo 4.13.'de verilmiştir. Hesap edilen kirlilik yüklerinin realistic olduğundan hareketle ön tasarım sonuçları, Van Atık Su Arıtma Tesis'i'nin mevcut biyolojik atıksu ve çamur arıtma kapasitesinin 2020 hedef yılı için hesaplanan kirlilik yüklerini gereksinilen seviyede arıtmaya yeterli olmadığını göstermektedir.

Bu nedenle Van Atıksu Arıtma Tesisinin 2020 hedef yılına göre yeniden tasarımı yapılmış olup bu tasarımda azot ve fosfor giderimi de yer almaktadır. Tasarımın başlıca sonuçları aşağıda verilmiş olup mevcut atıksu arıtma tesisinin verimi ile karşılaştırması yapılmıştır. Ön tasarım genel olarak mevcut atıksu arıtma tesisinin arıtma metotlarına dayanmaktadır:

- Giriş pompa istasyonu
- İnce ızgaralar
- Yağ kapanları ile donatılmış kum tutucular
- Ön çökeltme havuzları
- Aktif çamur havuzları (nitrifikasyon, denitrifikasyon),
- Son çökeltme havuzları
- Ayrık aerobik stabilizasyon havuzları
- Stabilize çamurun mekanik (cazibeyle) yoğunlaştırılması
- Belt pres filtrelerle mekanik çamur susuzlaştırma
- Çamur kurutma yatakları

Tam bir nitrifikasyon ve denitrifikasyona ulaşmak için 96,000 m³'lük bir aktif çamur havuzu hacmi gerekmektedir (Tasarım sıcaklığı: 10°C). Mevcut havalandırma havuzlarının toplam hacmi ise 15,600 m³'tür. Sonuç olarak, mevcut tüm tesisle sadece 540 kW'lık havalandırma yapılabilirken, 2020 yılında yaklaşık 1,400 kW'lık (yüzey havalandırıcılar için) bir havalandırma kapasitesine ihtiyaç olacaktır. Ayrıca özellikle stabilizasyon için ihtiyaç duyulan çamur arıtma kapasiteleri, mevcut kapasiteye nazaran bir hayli yüksektir. Aerobik çamur stabilizasyonu için toplam olarak yaklaşık 96,000 m³'lük bir hacme ihtiyaç vardır. Mevcuttaki stabilizasyon tank hacmi ise 3 Ünite dahil olmak üzere toplamda yaklaşık 11,000 m³'dür. Ön ve son çökeltme havuzlarında yeterli arıtma kapasitesi mevcuttur. Ancak son çökeltme havuzlarında ihtiyaç duyulan su derinliği 4.50 m iken mevcut havuzlarda 3.0 m'dir (VASKİ, 2013).

Tablo 4.13. Van atıksu arıtma tesisinin 2020 hedef yılına ait mevcut arıtma kapasiteleriyle karşılaştırmalı ön tasarım sonuçları (VASKİ, 2013).

Arıtma Ünitesi	Birim	Mevcut Kapasite	2020 yılında ihtiyaç olacak kapasite
Giriş pompa istasyonu	m ³ /gün	47,520	115,891
İnce ızgaralar	Adet	2	4
Kum tutucular	Adet	2	4
Ön çökeltme havuzları	m ³	6,053	3,600
Ara terfi istasyonu	m ³ /saat	800	-
Aktif çamur havuzları	m ³	15,600	96,200
Aktif çamur havuzlarının havalandırma kapasitesi	kW	540	1,400
Son çökeltme havuzları	m ²	6,066	4,869
Aerobik stabilizasyon havuzları	m ³	10,800	92,260
Aerobik stabilizasyon havuzları'nın havalandırma kapasitesi	kW	330	2,112
Çamur yoğunlaştırma havuzları	m ³	1,356	4,072
Belt pres filtreler	m ³ /saat	1,440	4,320
Çamur kurutma yatakları	m ²	16,800	21,000

Yukarıda verilen ön tasarım sonuçlarına göre, atıksu arıtma tesisinin, hesap edilen kirlilik yükleri ile azot ve fosfor giderimi gereksinimlerini karşılayabilmesi için önemli ilaveler yapılması gerekmektedir. Bu nedenle tesis arazisinde yeni ünitelerin yerleştirilebilecek şekilde planlama yapılması gerekmektedir. Van Belediyesi halihazırda yeni nutriyent giderimi tesisinin başka bir arazi üzerine inşa edilmiş ihtimali üzerinde durmaktadır.

4.3.4. Van Atıksu Arıtma Tesisinde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri

1. Kum tutucunun köprüsü düzgün çalışmamaktadır. Kum tutucusunun tekerleği patinaj yapmaktadır. Bu sorunun giderilmesi için üretici firmadan teknik ekibin gelerek sıyrıcı paletinde revizyon yapılması istenmiştir.

2. Çamur pompa istasyonundaki pompalar, tesise gelen poşet, kıl, yün vb. maddelerden dolayı sürekli olarak sık sık tıkanmaktadır. Tıkanıklıklar arıtma tesisi bakım ekibi tarafından giderilmektedir. Zaman zaman pompalar arıza yapmakta ve arızalanan pompalar sanayiye gönderilerek tamir ettirilmektedir.

3. İnce ızgaradan bant konveyör boşaltım mekanizması sıkışmadan dolayı çalışmadığı görüldü.

4. Pompalarda gelen malzemelerden kaynaklı arızalar meydana gelmektedir.

5. Yağ tutucu ünitesinin tasarımından kaynaklanan, ünitenin tam verimle çalışmasını engellen sıkıntılar bulunmaktadır.

6. Mevcut hakim rüzgar yönü arıtma tesisinden oluşacak kokuları direk Şehir merkezine getirecek yöndedir.

7. Tesis ileri arıtım uygulanma işlemi için çalışmalar yapılmaktadır.

8. Arıtma tesisinin bulunduğu alanın sahilinde yer yer bataklık ve çöplükler bulunmaktadır.

9. Tesiste 1. 2. ve 3. Ünite bulunmaktadır. Ancak ilk ünite eski olduğundan oldukça aşınmış durumdadır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Van ASAT ilk ünitelerinin görünümü

4.4. Malatya Atıksu Arıtma Tesisi

Malatya Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi toplam 183.920 m² üzerinde kurulmuştur. Atıksu arıtma tesisi Malatya Belediyesi kontrolünde Sistem Yapı şirketi tarafında işletilmektedir. Arıtma tesisi 2030 yılına göre projelendirilmiş olup günlük 150.000 m³ atıksu kaldıracak kapasitede dizayn edilmiştir. Malatya Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suyu boran deresi vasıtasıyla Karakaya Baraj Gölüne deşarj edilmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Malatya atıksu arıtma tesisi

4.4.1. Kullanılan Prosesler

Malatya atıksu arıtma tesisinde kullanılan proses aşağıdaki gibidir.

- Ana kollektörler
- Kaba ızgaralar
- Giriş pompa istasyonu
- İnce ızgaralar
- Kum ve yağ tutucular
- Anaerobik tank
- Havalandırma havuzları
- Son çökeltme havuzları
- Dekantörler ile çamur Susuzlaştırma

4.4.1.1. Ana Kollektörler

Atıksu 2000 mm ve 1000 mm olan kollektör hatlarıyla Malatya Atıksu Arıtma Tesisine alınır.

4.4.1.2. Kaba Izgara

Daha ilerdeki ekipmanlar (giriş pompaları) korunması için, otomatik olarak çalışacak bir kaba ızgara ve atıkların tasfiye edilmesi amacı ile konteynırlara deşarjı sağlayacak bir ızgara konveyörü bulunmaktadır. 60 mm'den büyük partiküllerin tutulması sağlanır ve gelen katı yük azaltılmış olur.

4.4.1.3. Giriş Pompa İstasyonu

Atık suyun tesis boyunca cazibeli akışına olanak vermek için atıksu belli bir seviye giriş pompaları yardımıyla terfi ettirilir. İnşaat yapısının 2030 yılı için yapılmasına rağmen pompalar, 2010 hedef yılı yağışlı hava şartları altındaki maksimum debi için tasarlanmıştır. Pompa istasyonu performans optimizasyonu için, 4'ü sabit hızlı ve 2'si frekans kontrollü olan beş adet dalgıç pompa + 1 yedek sağlanmaktadır. Burada iki adet 6000 m³/h ve dört adet 3000 m³/h lik kapasiteli pompalar kullanılmıştır.

4.4.1.4. İnce Izgaralar

Üç adet otomatik olarak çalışan 6 mm aralıklı ince ızgara bulunmaktadır. Her ızgara, yukarı ve aşağı kısımlarına konulan stop-loglar ile ayrı ayrı izole edilebilir. Atıklar, ızgara konveyörünün üzerine boşaltılırlar ve oradan da iki ızgara presine yönlendirilirler. Sıkıştırılan atıklar, daha sonra kamyonlara aktarmak için konteynırlarda toplanmaktadır.

4.4.1.5. Kum ve Yağ Tutucular

Atıksu arıtma tesisinin sonraki bir aşaması olarak, paralel olarak işleyen 4 adet havalandırmalı kum ve yağ tutucu bulunmaktadır. Her bir havuz, yukarı kısma konulan kapaklar yardımıyla izole edilebilirler. Kum, organik maddelerden kurulan havalandırma sistemi ile ayrılacaktır. Kum ve yağ tutucuların deşarjı için 2 çift hareketli sıyrıcı bulunmaktadır.

4.4.1.6. Anaerobik ve Selektör Tankı

Fosfor giderimi ilk olarak 2020 hedef yılı için tasarlanmıştır. Atık suyun ve geri devir çamurunun altı havalandırma havuzunun girişinde dağıtılması gerektiğinden; bir dağıtım kanalı veya dağıtım yapısı ve borularını içeren bir sisteme ilk aşamada dahi ihtiyaç vardır. Bu nedenle, atıksuyun ve geri devir çamurunun 6 adet havalandırma havuzuna dağıtımını sağlayan, fosfor gideriminde uygun bir anaerobik tank tasarlanmıştır. Anaerobik tank, halihazırda 2030 hedef yılı için tasarlanmıştır. Anaerobik tanktaki çamur çökmesini önlemek için tank, dalgıç mikserler ile donatılmıştır. Anaerobik tankın yüzeyindeki muhtemel köpük oluşumu, bir köpük alma aleti ile giderilir ve yandaki köpük toplama pompa haznesine yönlendirilir. Çamur hacim indeksini olumsuz yönde etkileyecek olan filamentli bakteri oluşumunu engellemek için, bir selektör tankı sağlanmaktadır. Atık su ve geri devir çamuru, anaerobik tanka girmeden önce yoğun bir şekilde yakın temasta bulundurulur.

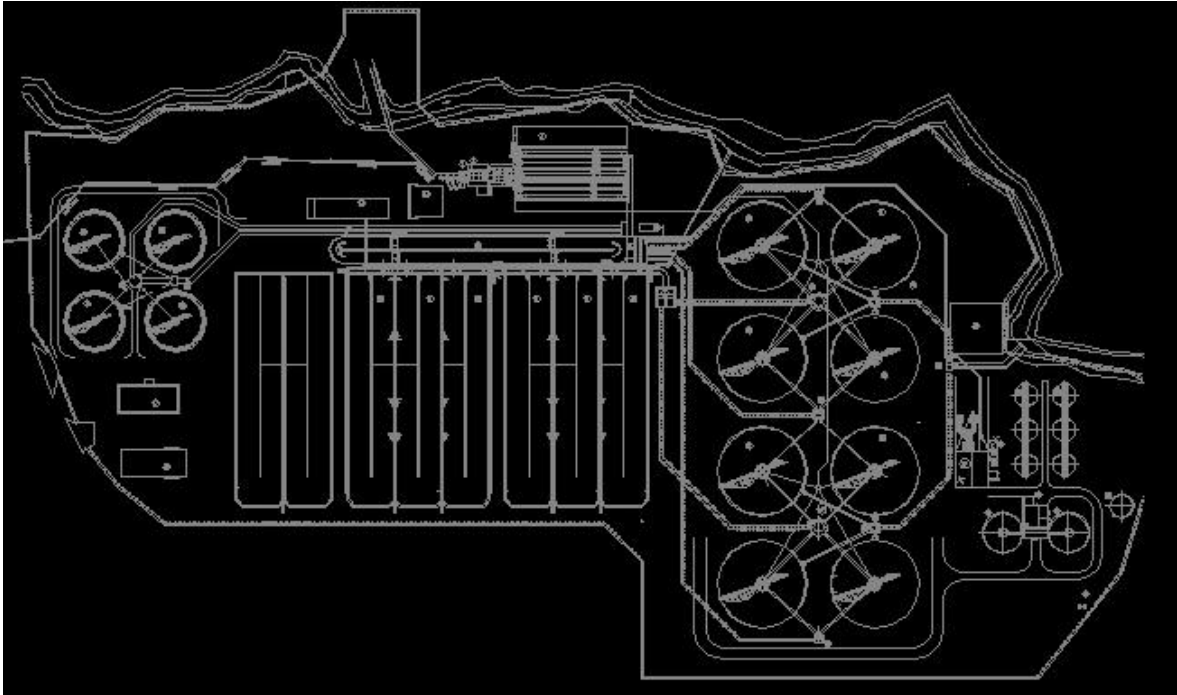
4.4.1.7. Havalandırma Havuzları

2020 hedef yılı için altı adet dikdörtgen şeklinde olan betonarme tank havalandırma havuzları bulunmaktadır. İlk olarak dalgıç mikserler ile donatılmış bir havasız bölge denitrifikasyon ve havalandırma difüzörleri donatılmış nitrifikasyon prosesinden oluşan piston akımlı bir sistem tasarlanmıştır.

Havalandırma havuzu, tankın ortasına boylu boyunca yerleştirilen bir duvar yardımıyla bölünmüş olduğundan tanklara giriş ve çıkış tankın ön uç tarafından yapılmaktadır. Oksijen temini için havalandırılmış alanlar, membran difüzörleri içeren ince kabarcıklı havalandırma ve hava blower istasyonuna bağlı hava dağıtım ve temin sistemiyle donatılmaktadır. Toplam hacimleri 170.000 m³ tür.

4.4.1.7. Son Çökeltme Havuzları

Havalandırma tanklarındaki atıksu/çamur karışımı, gravite ile son çökeltme tanklarına alınmaktadır. Paralel olarak çalışan 6 çökeltme tankı (çap 55 m, su derinliği 7.4 m) bulunmaktadır. Son çökeltme tankları, yüzen köpük kadar, çökelen çamur için mekanik çamur giderimli dairesel tanklar olarak inşa edilmiştir. Aktif çamur/su karışımı, her tankın merkez bölmesine tersine çevrilmiş bir sifon vasıtası ile girer. Arıtılmış su, toplama odaları ve arıtılmış su toplama kanallarıyla gravite ile Boran Deresi'ne akmaktadır. Çöktürülen çamur, döner çamur sıyrıcılar yardımıyla tankların ortasındaki çamur konilerine süpürülür. Çamur buradan, hidrostatik basınç altında çamur toplama haznesine ve çamur pompa istasyonuna gravite ile gönderilir. Şekil 4.6'te Malatya Atıksu Arıtma Tesisi yerleşim planı verilmiştir.



Şekil 4.11. Malatya Atıksu Arıtma Tesisi yerleşim planı (Toplam alan: 183.920).

4.4.2. Laboratuvarlar

Günlük yapılan deneyler için numuneler 4 farklı noktadan alınmaktadır. Deneyde kullanılacak kadar ve numune alma kuralları çerçevesinde numuneler alınmaktadır. Numuneler 8:00-9:00 saatleri arası alınmaktadır.

Tesis çıkışında atıksu karakterizasyonu:

BOİ5	< 25 mg/L
KOİ	< 125mg/L
Toplam N	< 10 mg/L
Askıda Katı Madde	< 35 mg/L
pH- Değeri	6.0 -9.0 olmalıdır.

4.4.3. Malatya Atıksu Arıtma Tesisinde karşılaşılan sorunlar ve çözüm yöntemleri:

1. Tesisin tam kapasite ile çalıştırılmadığı ve suların bir kısmının bypass edildiği görüldü. Bypass edilmesinin sebebinin ise tesisin arıtma verimini yüksek tutma amacını taşıdığı düşünülmektedir.

2. İnce ızgarada tıkanma sorunu gözlemlendi.

3. Çamur yüzmesi sorunu; Bazen, iyi çökme özelliklerine sahip çamur nispeten kısa çökme sürelerinde yüzme özelliği gösterebilir. Bunun başlıca nedeni, atıksudaki nitrit ve nitratların azot gazına dönüştürüldüğü denitrifikasyon prosesidir. Çamur yüzmesi düşük SRT'li sistemlerde daha çok görülmektedir. Çamur yüzmesini önlemenin yolları aşağıdaki şekildedir:

(a) Geri devir çamuru çekme hızını artırarak, çamurun çöktürme tankındaki bekleme süresini azaltmak,

(b) İlk yöntemin işe yaramadığı durumlarda, havalandırmadan gelen atıksuyun hızını azaltmak,

(c) Mümkün olduğu durumlarda çamur toplama mekanizmalarının hızını artırmak,

(d) SRT değerini nitrifikasyonun gerçekleştiremeyeceği değerlere kadar düşürmek.

4. Havalandırma havuzunda köpük sorunu bulunmaktadır. 2 bakteri cinsi, *Nocardia* ve *Microthrix parvicella*, aktif çamur proseslerinde köpürmeye sebep olur. Bu organizmalar hidrofobik hücre yüzeyine sahiptir ve hava kabarcıklarına tutunarak köpüğe neden olurlar.



Şekil 4.12. Malatya ASAT havuzlarında yaşanan köpük sorunu

5. Çamur kabarması sorunu; çoğu zaman düşük çökelme özelliğine sahip MLSS'in çöktürme ünitesinde iyi çökelememesi ve çıkış suyunda askıda katı konsantrasyonunun yüksek çıkması olarak tanımlanır. Çamur kabarması meydana geldiğinde MLSS flokları sıkışmaz veya iyi çökelmez.

Bundan dolayı çöktürülmüş çıkış suyu ile çamur partikülleride deşarj edilir. Sistemde iyi çöken çamur meydana geldiğinde, çöktürücünün dibinde çamur seviyesi 10-30 cm kadar olabilir. Çamur kabarması hallerinde ise MLSS'in büyük bir miktarı sistem çıkış suyuna karışır ve bu da kullanılıyorsa yetersiz dezenfeksiyona ve çıkış suyu filtrelerinin bozulmasına neden olur.

6. Arıtma tesisinde tesisle ilgili gerekli bilgilerin ve laboratuvar ile ilgili sonuçlarının alınamamasından dolayı tesis hakkında yeterli değerlendirmeler yapılamadı.

4.5. Gaziantep Merkez Atıksu Arıtma Tesisi

Gaziantep İli, Şahinbey İlçesi, Yeşilkent Köyü mevkiinde, 220.000 m² yüzölçümlü alan üzerinde, yer almaktadır. İşletme, Evsel atıksuların arıtılması konusunda faaliyet göstermekte olup, 26.10.2007-6061 sayılı T.C Çevre ve Orman Bakanlığı Gaziantep Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü tarafından verilen 12.02.2008-460 sayılı Deşarj İzin Belgesi bulunmaktadır. Şekil 4.13'te genel vaziyet planı görülmektedir.



Şekil 4.13. Gaziantep Atıksu Arıtma Tesisi genel vaziyet planı

İşletmenin Yıllık Ortalama Atıksu Debisi ve Kirlilik Yükleri

- Ortalama Atıksu Giriş Debisi : 300.000 m³ / gün
- Askıda Katı Madde Yüğü : 93,3 ton / gün
- BOİ₅ Yüğü : 94,6 ton / gün

GASKİ Merkez Atıksu Arıtma Tesisi, Gaziantep şehrinin evsel nitelikli atıksularının arıtılması amacı ile 1.000.000 EN karşılık 400.000 m³/gün kapasiteye göre projelendirilmiş ve 1999 yılında işletmeye alınmıştır.

Ham atıksular tesise cazibeli olarak Ø 2500 kollektör hattı ile iletilmektedir. Tesis fiziksel arıtma, biyolojik arıtma ile çamur şartlandırma hattındaki çamur yoğunlaştırma, çamur yüzdürme (DAF), çamur çürütme ve çamur susuzlaştırma ünitelerini kapsamaktadır. Arıtılmış sular Sacır Deresi'ne deşarj edilmekte olup, bölgede 80.000 dönüm tarım arazisi bu sular ile sulanmaktadır. Tesiste yan ürün olarak günde yaklaşık 12.000 Nm³ Biyogaz elde edilmekte olup, elde edilen biyogaz 2006 yılında faaliyete geçen 1,6 MW kurulu güce sahip Kojenerasyon ünitesindeki 2 adet gaz motorunda yakılarak elektrik ve ısı enerjisine dönüştürülmektedir. Elde edilen elektrik enerjisi yaklaşık 24.000 kW/gün olup, tesis tüketiminin % 50-55'ini karşılamaktadır.

Atıksuların arıtılması sonucu çamur susuzlaştırma ünitesinden günde yaklaşık 170-200 m³ % 27 kurulukta biyokatı elde edilmektedir. Elde edilen biyokatı 17 km mesafedeki Büyükşehir Belediyesi Düzenli Çöp Depolama alanına günlük olarak sevk edilmektedir.

4.5.1. Gaski Merkez Atıksu Arıtma Tesisi Üniteleri

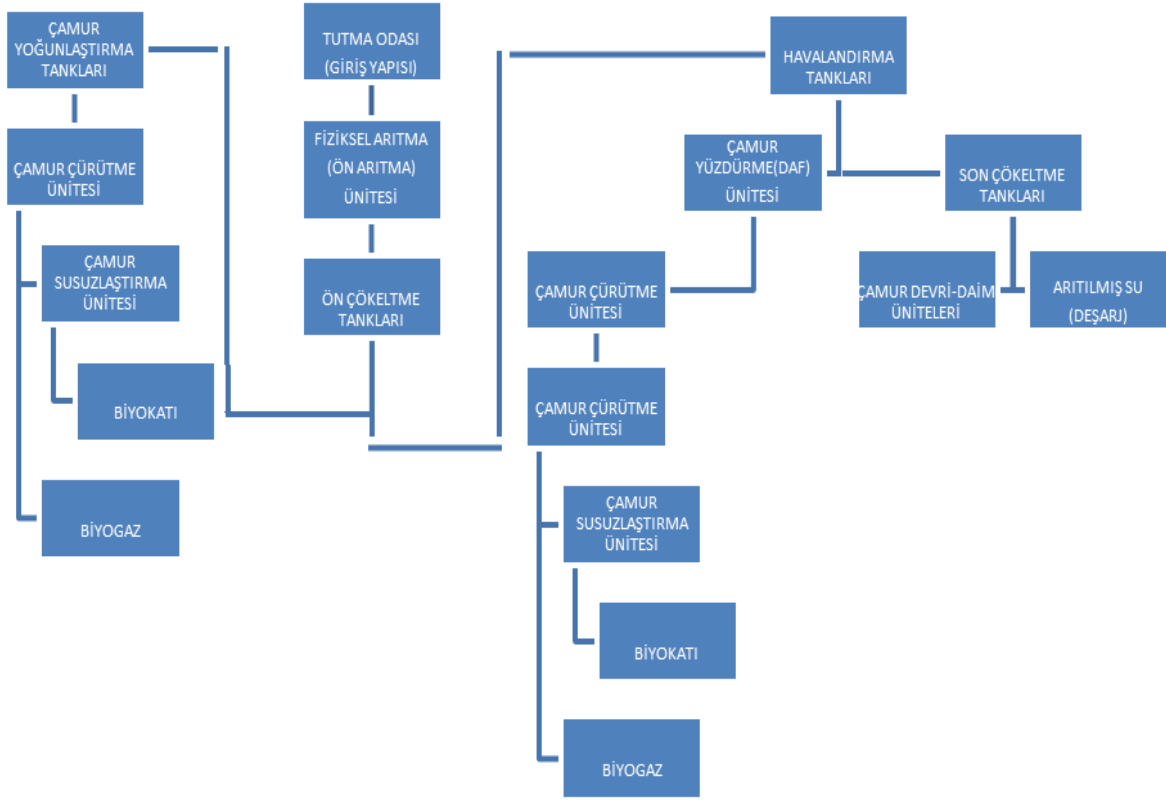
Su Arıtma Hattı

- Tutma Odası(Giriş Yapısı)
- Fiziksel Arıtma (Ön Arıtma) Ünitesi
- Ön Çökeltme Tankları
- Havalandırma Tankları
- Son Çökeltme Tankları
 - Çamur Devri-Daim Üniteleri

Çamur Şartlandırma Hattı

- Çamur Yoğunlaştırma Ünitesi
- Çamur Yüzdürme (Daf) Ünitesi
- Çamur Çürütme Ünitesi
- Çamur Susuzlaştırma Ünitesi
- Kojenerasyon Ünitesi

Gaziantep Atıksu Arıtma Tesisi iş-akış şeması Şekil 4.14'te verilmiştir.



Şekil 4.14. Gaziantep Atıksu Arıtma Tesisi iş-akış şeması

4.5.1.1. Tutma Odası (Giriş Yapısı):

Kanalizasyon şebekesi ile toplanan evsel nitelikli atıksuyun tesise $\varnothing$ 2500 giriş kollektör hattı ile taşınan ağır maddelerin ve cisimlerin tutulduğu yapıdır. İlk giriş noktası olan tutma odasında Günlük ortalama 3 m³ katı malzeme tutularak katı atık deponi alanına sevk edilmektedir.

4.5.1.2. Fiziksel Arıtma (Ön Arıtma) Ünitesi

Bünyesinde;

- 3 Adet Kaba Izgara (40 mm)

Atıksuyun, arıtma tesisinin diğer kısımlarının hasar ve büyük parçalar ile tıkanma problemlerinden korumak amacıyla, mekanik olarak temizlenen ve otomatik olarak işletilen 3 kaba ızgara kullanılmaktadır. Kaba ızgaralardan geçen atıksu ince ızgaralara gönderilir.

- 3 Adet İnce Izgara (15 mm)

Kaba ızgaralardan gelen atıksu cazibe ile 3 adet ince ızgaraya yönlendirilir. İnce ızgaralar mekanik olarak temizlenir ve otomatik olarak çalışır.

- 3 Adet havalandırmalı kum ve yağ tutucu tankı ($483 \text{ M}^3/\text{Adet}$)
- 1 Adet Yağ Sıyırıcı
- 2 Adet kum yıkama helezonu ihtiva eder.

İnce ızgaralardan gelen atıksu, kum ve yağın giderilmesi için kum ve yağ giderme havuzlarına gönderilir. Çöken kum, gezici köprülerde bulunan sıyırıcılar tarafından kum toplama hunilerine taşınmaktadır. Yağ, gres ve diğer yüzen malzemeler blowerların etkisi ile oluşan suyun helezonik yapısından dolayı yağ gres kapanlarına girmesi ile yüzey sıyırıcılar tarafından yağ haznelerine taşınır. AAT'de 3 adet havalandırmalı kum ve yağ tutucu bulunmaktadır.

Günlük Ortalama:

- 8 m³ kum,
- 2 m³ yağ ve yüzebilen maddeler,
- 6 m³ ızgara atığı, katı atık deponi alanına sevk edilmektedir.

4.5.1.3. Ön Çökeltme Tankları:

Kum ve yağ giderme havuzlarından gelen atıksu çökeltme havuzlarına gelmektedir. Her biri d=50 m çapında ve 5890 m³ hacminde 3 adet ön çökeltme tankı mevcuttur. Dairesel biçiminde d=50 m olacak şekilde tasarlanan çökeltme havuzunda tasarım kriterlerine göre su tutma süresi 1 saattir. Suda bulunan yüzer maddeler yüzey sıyırıcılar ile ceplere toplanarak sudan uzaklaştırılmaları sağlanacaktır. Yüzeyden hareket eden su ise savaklar ile toplanmaktadır. Günlük ortalama: 3 m³ yüzebilen posa katı atık deponi alanına sevk edilmektedir.

4.5.1.4. Havalandırma Tankları

Her biri $d=48$ m çapında ve 14466 m^3 hacminde 3 adet havalandırma tankı mevcuttur. Karbonlu maddelerin okside edildiği tam karışımlı aktif çamur prensibine göre çalışmaktadırlar. Tankların oksijen ihtiyacı her biri $11.800 \text{ m}^3/\text{h}$ kapasiteli 3 asıl + 1 yedek turbo blower'lar ile sağlanmaktadır. Her bir tankta oksijenin moleküler difüzyonu için 2048 adet 32 cm çapında membran tip disk difüzör mevcuttur. Aktif çamurun kontrolü merkez bölmede oksijen metre (mg/L) , dış bölmede redox metre (rh) ile yapılmaktadır.

4.5.1.5. Son Çökeltme Tankları

Her biri $d=52$ m çapında ve 7645 m^3 hacminde 6 adet son çökeltme tankı mevcuttur. Her bir havalandırma tankı için 2 adet son çökeltme tankı mevcuttur. Her bir tanktaki $\varnothing$ 250 mm çapında 18 adet simetrik çamur emme sifon boruları tankın tabanını 360° taramaktadır. Emilen çamurlar çamur devri-daim ünitesine iletilmektedir.

4.5.1.6. Çamur Devri-Daim Üniteleri

2 adet son çökeltme tankına bağlı çalışan 1 adet çamur devri-daim ünitesi mevcuttur. havalandırma tankındaki aktif çamurun stabil halde tutulması için son çökeltme tankından emilen çamur geri devrettirilir. Her bir üniteye 2 asıl + 1 yedek arşimet burguları mevcuttur. Her bir burgunun kapasitesi: Düşük devirde; $1050 \text{ m}^3/\text{h}$, yüksek devir; $2100 \text{ m}^3/\text{h}$ 'dir.

4.5.2. Laboratuvar

Gaziantep Atıksu Arıtma Tesisinde laboratuvar biriminde Atıksu arıtma tesisinde atıksu karakterini belirlemek, her bir prosesin çalışma sistemini etkileyebilecek parametreleri takip edebilmek veya arıtma tesisi verimini belirlemek için çıkış suyunun "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği", "Atıksuların Kanalizasyon Şebekesine Bağlantı Yönetmeliği" ve diğer çevre mevzuatlarında istenen parametrelerin analizi yapılmaktadır.

4.5.2.1. Analizi Yapılan Parametreler ve Ortalama Parametre Değerleri

Gaziantep Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suyu parametreleri, SKKY'nin deşarj standartlarını sağlayacak şekilde arıtmaya tabi tutulmaktadır (Tablo 4.14).

• AKM
• BOD ₅
• KOİ
• Ph

GASKİ ortalama konvansiyonel parametre değerleri Tablo 4.14’de verilmiştir. Arıtılmış sular Sacır Deresi’ne deşarj edilip, bölgede 80.000 dönüm tarım arazisi bu sular ile sulanmaktadır.

Tablo 4.14. GASKİ ortalama konvansiyonel parametre değerleri

PARAMETRE	BİRİM	MİKTAR
AKM	mg/L	16,68
BOD ₅	mg/L	22,27
KOİ	mg/L	64,37
pH	-	7,77

4.5.3. Gaziantep Atıksu Arıtma Tesisinde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri:

1. Pompalarda lifli malzemelerden kaynaklı, kum ve çakıldan kaynaklı problemler yaşanmaktadır.

2. Izgaralarda beklenmeyen işletme şartları (fazla süprüntü ve tıkayıcı maddelerin ani gelmesi vs. gibi) ve kontrol yetersizliği gibi sebeplerden ötürü ızgaraların önünde çökme hadisesi gözlenir. Bu çökmenin giderilmesi için ince ızgaraların önüne bir karıştırma işlemi veya günlük temizlik uygulanması gerekir.

3. Havalandırma havuzlarında yüzen köpük problemi; Bu sorun diğer atıksu arıtma tesislerinde anlatıldığı gibi, *Nocardia* ve *Microthrix parvicella* adlı bakteri cinsleri, aktif çamur proseslerinde köpürmeye sebep olur. Bu organizmalar hidrofobik hücre yüzeyine sahiptir ve hava kabarcıklarına tutunarak köpüğe neden olurlar (Şekil 4.15).

Aktif çamurda rastlanan *Nocardia* köpüğü problemleri anaerobik ve aerobik çamur çürütücülerde de görülmektedir. *Nocardia* kontrolü için şu metotlar kullanılır:

- (1) köpüğün son çöktürmede tutulmasını engellemek,
- (2) sıyrılan maddelerin geri devrinden kaçınmak
- (3) *Nocardia* köpüğü üzerine klor spreyi uygulamak.

Selektör ünitelerinin kullanımı *Nocardia* köpüğünü bertaraf edebilir. Küçük miktarlarda katyonik polimer kullanımı da bir diğer çözüm olarak düşünülebilir. Atıksu kanallarına lokantalardan, et işleme tesisleri gibi endüstrilerden yağ ve gresin girişinin önlenmesi de *Nocardia* probleminin çözümüne yardımcı olur.



Şekil 4.15. Havalandırma havuzunda yüzen köpük problemi

4.6. Bingöl Atıksu Arıtma Tesis

“Bingöl Belediyesi Atıksu Arıtma Tesis Projesi” AB-Türkiye mali işbirliği kapsamında yürütülen bölgesel kalkınma programlarında belirlenen öncelik alanlarında düzey 2 bölgeleri –TRB1 bölgesi için ayrılmış olan hibe projelerinden biridir. Projenin özel hedefi Bingöl Belediyesi evsel ve endüstriyel atıksularının arıtmadan deşarj edildiği Gayt Çayı ve nihai olarak ulaştığı Murat Nehri’nde kirlilik yüklerinin azaltılması, doğal çevre ve insan sağlığına yönelik tehditlerin giderilmesi ve çevre kalitesinin iyileştirilmesine yönelik arıtmanın yapılmasıdır. 2007 yılında DOKAP projesi kapsamında AB hibe projesi ile tesisin çalışmalarına başlamıştır. Tesis 2012 yılının sonucunda tamamlanmıştır. Arıtma tesisi biyolojik arıtma tesisi olup 16.500 m³/gün kapasiteli olarak dizayn edilmiştir (Şekil 4.16).

Tesis mevcut durumda;

Hizmet verilen nüfus : 99.247 kişi

Ortalama atıksu kapasitesi : 15.600 m³/gün

Arıtma çamuru miktarı : 1.469 kg/gün

4.6.1. Kullanılan Prosesler

Bingöl belediyesi atıksu arıtma tesisi üniteleri aşağıda verilmiştir.

- **Fiziksel Arıtma:**

Mekanik temizlemeli kaba ızgara

Pompa istasyonu

Mekanik temizlemeli ince ızgara

Kum ve yağ tutucu

Parshall savağı

Geri devir çamuru toplama yapısı

- **Biyolojik arıtma**

Havalandırma havuzları

Çökeltme havuzları

Geri devir terfi havuzları

- **Çamur susuzlaştırma sistemi**

Mekanik çamur yoğunlaştırıcı

Filtre pres çamur Susuzlaştırma

4.6.1.1. Mekanik Temizlemeli Kaba Izgara

Atıksular arıtma tesisi girişinde önce kaba ızgaradan geçirilerek içerdikleri kaba pisliklerden arındırılmaktadır. Kaba ızgara aralık açıklıkları 3 cm olarak seçilmiştir. Kaba ızgara mekanik olarak temizlenmektedir. İki adet kaba ızgara bulunmaktadır.

Mekanik temizlemeli kaba ızgara:

Adet	: 3 (2 Asıl, 1 Yedek)
Çubuk Aralığı	: 30 mm
Çubuk sayısı	: 25 adet
Çubuk kalınlığı	: 10 mm
Izgara geçiş hızı	: 0,82 m/s (Q_{max})
Malzeme	:St. 37 epoksi boya

4.6.1.2. Pompa İstasyonu

Kaba ızgara kanalından geçen atıksu terfi ettirilmek amacıyla pompa istasyonuna alınır. Buradan özel atıksu pompaları vasıtasıyla ince ızgaraya verilir. Üç adet pompa bulunmaktadır.

4.6.1.3. İnce Izgara

Mekanik temizlemeli kaba ızgaralarda geçirilen atıksu daha sonra ince ızgaralardan geçirilir. İki adet ince ızgara bulunmaktadır.

Mekanik İnce ızgara:

Adet	: 3 (2 Asıl, 1 Yedek)
Çubuk Aralığı	: 10 mm
Çubuk sayısı	: 40 adet
Çubuk kalınlığı	: 10 mm
Izgara geçiş hızı	: 0,85 m/s (Q_{max})
Kanal genişliği	: 800 mm
Motor	: 0.55 kW
Malzeme	: Paslanmaz çelik

4.6.1.4. Havalandırılmalı Kum ve Yağ Tutucu

Kum ve yağ tutucu, kanallarla taşınabilecek inorganik kökenli kum, yağ ve gres ile diğer yüzücü maddelerin atıksudan ayrılması için tasarlanmıştır. İki adet havalandırılmalı kum ve yağ tutucu bulunmaktadır. Seçilen parametreler Tablo 4.15 'te verilmiştir.

Tablo 4.15. Havalandırılmalı kum ve yağ tutucu için seçili parametreler

HİDROLİK BEKLETME SÜRESİ(T)	5 dk. (Maksimum debide)
Adet	2(1Asıl, 1Yedek)
Malzeme	Paslanmaz çelik
Kum ve yağ tutucu yükseklik (h)	1.5 m
Kum ve yağ tutucu Boyutları(A)	$L*W= 16*3,8 =60 \text{ m}^3$
Blower	3 adet(2 asıl, 1 yedek)
Blower kapasitesi	$340 \text{ m}^3/\text{s}$
Yatay hız	$0,08 \text{ m/s} < 0,2 \text{ m/s}$

4.6.1.5. Biyolojik Arıtma

Biyolojik arıtmada temel prensip, çözünmüş karbonlu organik maddelerin oksijenli ortamda yaşayan mikroorganizmalar tarafından son ürünlere dönüştürülmesidir. Biyolojik arıtmanın temel ünitesi olan ve paralel iki ünite halinde tasarlanan havalandırma havuzlarına gerekli oksijen, blowerler ile verilen havanın ince kabarcıklar ile suya iletilmesiyle sağlanmaktadır. Bu hava ile çözünmüş oksijen konsantrasyonu arttırılan havuzda, aynı zamanda gerekli karışım sağlanır. Bu karışım aynı zamanda mikroorganizma kütlesiyle atıksuyun temasını da sağlar. Havalandırma havuzlarında bulunan çözünmüş oksijen ölçme sistemleri ile sürekli olarak havuzlardaki çözünmüş oksijen konsantrasyonu ölçülerek elde edilen değerler otomatik olarak kaydedilir.

Tesiste blowerler frekans konvertörlü seçilmekte olup gelen değişken yüklere göre oksijen konsantrasyonu ayarlanmaktadır. Seçilen blower sayısı; 3 Asıl 1 yedek olmak üzere 4'tür. Blower kapasitesi olarak ise $4000 \text{ m}^3/\text{saat}$ olarak seçilmiştir. Karıştırma işlemini gerçekleştirmek için toplam 4 adet yatay milli mikser bulunmaktadır. Difüzörlerin kapasitesi ise $5 \text{ m}^3/\text{saat}$ olarak seçilmiştir.

4.6.1.6. Çöktürme Havuzları

Havalandırma havuzlarında mikroorganizma faaliyeti sonucu teşekkül eden biyokütle biyolojik çökeltme havuzunun durgun hidrolik koşullarında çökerek havuzun konik kısmında toplanır ve yüzey- dip sıyrıcı vasıtası ile konik kısımdan sıyrılarak havuzun çamur alma bölümüne alınır ve buradan geri devir pompaları vasıtaları ile çekilerek büyük bir yüzde ile geri devir çamur toplama yapısına gönderilir ve oradan tekrar havalandırma havuzuna verilir. Fazla çamur ve köpük ise fazla çamur pompaları ile mekanik çamur yoğunlaştırıcıya verilir. Arıtılmış su savaklanarak havuzu terk eder.

4.6.1.7. Mekanik Çamur Yoğunlaştırıcı

Sistemde atılması gereken fazla çamur, geri devir pompa merkezinde bulunan pompalar aracılığı ile alınmakta ve mekanik yoğunlaştırıcıda katı madde oranı arttırılıp buradan da filtre pres susuzlaştırmaya verilmektedir.

Seçilen mekanik çamur yoğunlaştırıcı kapasitesi.....= 25 m³/s
Ünite sayısı.....=1 Adet
Katı madde tutma oranı.....= % 95
mekanik çamur yoğunlaştırıcı çıkışındaki katı madde miktarı.....=2812 kg/gün

4.6.1.8. Filtre Pres

Mekanik yoğunlaştırıcıda yoğunlaştırılmış çamur filtre preste susuzlaştırılıp çamur keki haline dönüştürülüp katı atık olarak uzaklaştırılmaktadır.

Filtre preste işlenecek çamur miktarı	= 2812 kg/gün
Filtre preste işlenecek çamurun kuru katı madde miktarı	= 50 kg/m ³
Filtre preste işlenecek çamur miktarı	= 60 m ³ /gün
Filtre preste işlenecek çamur miktarı	= 18 saat
Seçilen filtre pres kapasitesi	= 3,75 m ³ /saat
Birim ünite başına hidrolik kapasite	= 3,75 m ³ / saat
Susuzlaştırmış çamur keki madde miktarı	= 250 kg KM/m ³
Katı madde tutma oranı	= %95
Kuru madde içeriği	= % 25

$$\text{Çıkan çamur miktarı} = \frac{2812 \text{ kg kuru madde/ gün} * 0,95}{250 \text{ kg kuru madde / m}^3} = 10.75 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

4.6.2.Labaratuvar

4.6.2.1. Numune Alma Noktaları ve Yapılan Ölçümler

Atıksu arıtma tesisinde giriş ve çıkış ünitelerinden numune alınmaktadır.

4.6.2.2. Atıksu Giriş ve Çıkış

Atıksu arıtma tesisinde giriş ve çıkış suyunda aşağıdaki parametreler analiz edilmektedir.

- pH-değeri
- AKM
- KOI
- BOI

4.6.3. Bingöl Atıksu Arıtma Tesisinde Karşılaşılan Sorunlar Ve Çözüm Yöntemleri

1. Yapım aşamasında özellikle inşaat işleri yapılmadan önce beton kalitesi mevsim koşulları vb. noktalarda yeterli denetlenmeler yapılmadığından yapı itibarı ile büyük olan havuzlarda (ve köprüler) sızıntılara neden olmuştur. Bundan dolayı tesiste mevcut olan bütün havuz betonarmelerinde gerekli olan yerlere (Yürüme yolları, havuz kenar yüzeyleri, dış ve iç yüzeyler vb...) sıvama, boyama işlemleri yapılması planlanmaktadır.

2. Tesisin dizayn aşamasında fizibilite çalışmalarının sağlıklı yapılmaması ve gerekli kontrollerin yapılmamasından dolayı işletme aşamasında ekipmanların düzensiz çalışmalarına ve hasar görmeleri gibi çeşitli sıkıntılara neden olmaktadır.

Bu kapsamda son çöktürme havuzuna paslanmaz çelik savak ve savak perdesi imalatı, üst sıyrıcı ve köpük toplama hunisi onarımı ve devreye alınması, havuz kırılan bölgeler, orta göbek ve çamur kuyusu betonarme yükseltme, sıvama ve onarımı, çamur havuzu boru, motor bakım mekanizmaları ve platform onarımı yapılacaktır.

3. Tesiste kum tutucu ünitesinde, kum toplama haznesine kum taşınması için gerekli olan konik'lik oluşturulmadığı ayrıca kum dip sıyırma mekanizmasının kısa kalmasından dolayı kumun devirme işlemini yapılamamaktadır. Bu nedenle kum tutucu havuz tam olarak çalışmamaktadır. Bu sıkıntıların giderilmesi için kum tutucunun yeniden revizyonu düşünülmektedir. Burada Kum tutucu havuzun İki ayrı birime dönüştürülmesi için ara perde beton, kum toplama haznesine kum taşınması için gerekli konik'liğin oluşturulması için betonarme çalışması ve kum dip sıyırma mekanizmasının kulunun kum devirme noktasına kadar uzatılarak devirme işleminin gerçekleştirilmesi sağlanacak ve havuz tam çalışır hale getirilecektir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Bingöl ASAT kum tutucu ünitesi

4. Arıtma tesisinde çamur kurutma yatağı bulunmamaktadır. Çamur kurutma yatağının inşaatı için çeşitli hesaplamalar yapılmıştır. Bunun için Günlük ort. 1469 kg. çamur çekileceği hesaplanmıştır. Bu doğrultuda; Elazığ atıksu arıtma tesisi verileri de göz önünde bulundurularak 5 yıllık çevrim için 10000 m² alana ihtiyaç duyulacağı belirlenmiştir. Mevcut olan filtre pres yerine dekantör, döner kurutma fırını, kurutma fırını ısıtma ünitesi, kuru çamur depolama silosu ve gerekli teçhizat yapımı, imalatı çamur bertarafı için yeterli olacaktır (Bu ünitenin yapılması durumunda çamur yataklarına gerek kalmayacaktır).

5. Tesiste yapım aşamalarında işletme binalarında zemin etütlerinde yapılan hatalardan dolayı oluşan bina kaymasından kaynaklanan çatlakların sıvanması, ara kapı kasalarının sıva işleri ve ana bina zemin malzemesinin değiştirilmesi gerekmektedir

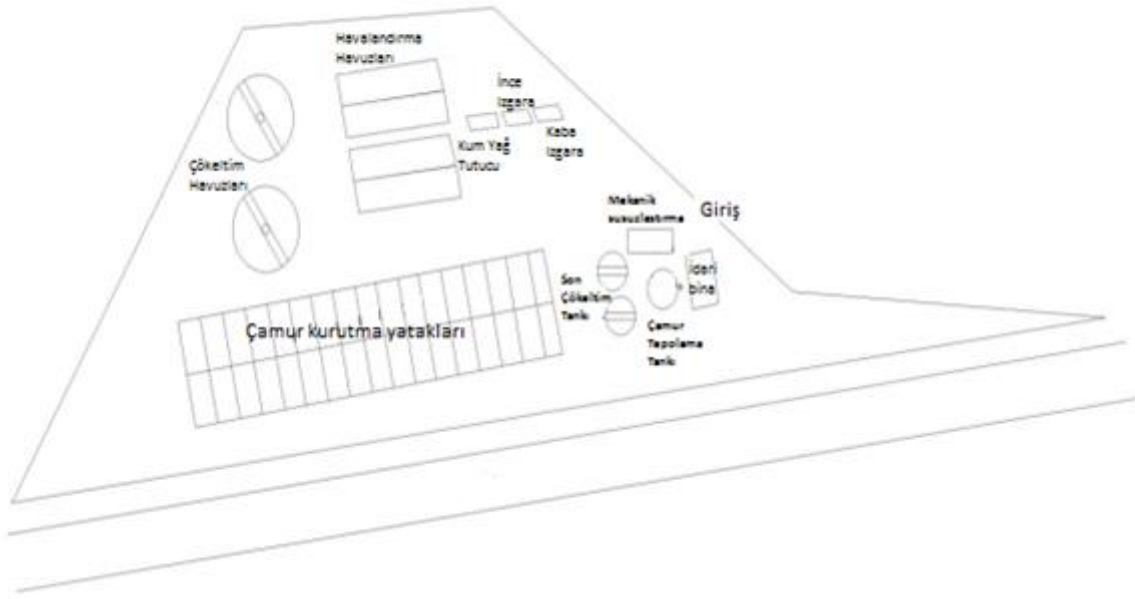
6. Tesiste klorlama ünitesi yapılmamıştır. Ancak klorlama ünitesi için tesiste tank, klor ve otomatik dozaj makinası mevcut olup yapılan hesaplamalarda klor tankı ve dozajlama ünitesi için $3 \times 3 = 9 \text{ m}^2$ 'lik kapalı alan inşası gereklidir.

7. Çevre Bakanlığının istemiş olduğu izleme sistemi gerekmektedir. Tesiste mevcut olan önemli eksikliklerin giderilmesine binaen bu sistemin kurulması planlanmaktadır.

8. Tesiste laboratuvarın bulunduğu fakat yeterli malzeme ve numuneleri analizleyecek (kimyager, çevre mühendisi vb.) kalifiyeli personelin bulunmamasından dolayı düzenli olarak ölçümlerin yapılmadığı görüldü.

4.7. Siirt Atıksu Arıtma Tesisi

Siirt Atıksu Arıtma Tesisi, Siirt İli, Merkez İlçesi, Doğan Mah. adresinde, 132.000 m^2 yüzölçümlü alan üzerinde ve 500 m^2 yüzölçümlü kapalı alanda yer almaktadır. Arıtma tesisi 31 Ocak 2009 tarihinde devreye alınmıştır. 20.718 $\text{m}^3/\text{gün}$ mevcut kapasiteli arıtma tesisi yaklaşık 135.000 kişilik nüfusa hizmet etmektedir. Arıtma tesisi, karbon giderimi ve daha stabilize çamur elde edilmesi için uzun havalandırmalı aktif çamur sistemi olarak dizayn edilmiştir. Stabilize edilmiş fazla çamur, yoğunlaştırma tanklarında yoğunlaştırıldıktan sonra, çamur tanklarına alınmakta ve daha sonra, yazın kurutma yataklarında kışın ise santrifüj dekantörlerde susuzlaştırılmaktadır. Arıtılmış su ise Gökçebağ Deresi üzerinden Yerlibahçe Köyü mevkiinden Botan Çayına deşarj edilmektedir. 2013 yılı boyunca 5.419.426 m^3 atıksu biyolojik olarak deşarj standartlarına uygun şekilde arıtılmış ve ortama bırakılmıştır Siirt Atıksu Arıtma Tesisi İşletmesi Sistem Yapı alt yüklenicisi olan Remondis Su ve Atıksu Teknolojileri San. ve Tic. A.Ş. firması tarafından yapılmaktadır. Atıksu arıtma tesisi biyolojik arıtma ve çamur susuzlaştırma ünitelerinden oluşmaktadır. Siirt Atıksu Arıtma Tesisi genel vaziyet planı Şekil 4.18'de verilmiştir.



Şekil 4.18. Siirt Atıksu Arıtma Tesisi genel vaziyet planı

4.7.1. Atıksu Arıtma Tesisi Proses Özeti

Atıksu tesise cazibe ile gelmektedir. Taşkın ve by-pass yapısından tesise giren atıksu, kaba ve ince ızgaralardan geçtikten sonra debi ölçüm kanalı vasıtasıyla havalandırma kum yağ tutucuya gelir. Bu ünitelerde ön arıtması yapılmış atıksu biyolojik arıtma ünitelerinin başladığı selektör ve dağıtım yapısına geçer. Selektör tankı çamur yüzmesi problemine yol açan ipliksi bakterilerin üremesine uygun ortamın oluşmasını engellemek amacıyla dizayn edilmiştir. Bu tanka, iyi bir karışım sağlamak amacıyla dalgıç mikser yerleştirilmiştir. Biyolojik arıtmada kütle dengesinin korunması amacıyla yapılan geri devir de bu tanka bağlanmaktadır. Selektör ve dağıtım yapısının çıkışından su, havalandırma havuzuna gönderilir. Havalandırma havuzu oksidasyon hendeği şeklinde 4 adet tanktan oluşmaktadır. Tanklar seri ve paralel çalışabilecek şekilde dizayn edilmişlerdir. Ayrıca tanklarda, çökmeyi önleyecek şekilde, dipte 0,3 m/s yatay hızı sağlayacak dalgıç mikserler bulunmaktadır. Sisteme gereken hava 2 asıl + 1 yedek 4.615 Nm³/saat/adet kapasiteli blowerlar ile sağlanmaktadır.

Blowerlardan gelen havanın suda etkin bir biçimde dağılımın sağlanması amacıyla membran tipi hava difüzörleri kullanılmıştır. Tankın içinde birbirini takip eden oksik ve anoksik bölümler bulunmaktadır. Atıksu önce anoksik bölüme gelmektedir. Burada döngü halinde bulunan ve nitrat olarak zengin ilk bölmede nitratlar denitrifiye edilmektedir. Anoksik bölümü terk eden su oksik bölüme geçmekte, burada tabanda bulunan difüzörler ile tanka hava verilmektedir. Oksidasyon hendeği tipi havuzlarda içsel döngü suyun havuz içinde dolaşması ile sürekli olarak yapılmaktadır. Blowerların etkin kullanımının sağlanması ve gereksiz enerji giderlerinin azaltılması amacıyla havalandırma havuzlarının içerisine çözünmüş oksijen ölçerler yerleştirilmiştir. Oksijen metrelerle bağlı olarak çalışan otomatik vana sistemi sayesinde blowerların gereğinden fazla kapasitede hava üretmesi ve dolayısı ile yüksek enerji sarfiyatı engellenecektir. Havalandırma havuzlarından çıkan aktif çamur-su karışımı, son çökeltme havuzlarına dağıtılmak için dağıtım yapısına gelmektedir. Dağıtım yapısından ilk aşama için ikiye ayrılan su dairesel son çökeltme havuzlarına alınır. Burada sudan ayrılarak tabana çöken aktif çamur selektör ve dağıtım yapısına gönderilmek üzere geri devir pompa istasyonuna alınmakta, üstten alınan duru su ise savaklar ile toplanarak Gökçebağ kanalına deşarj yapısına aktarılmaktadır.

Sistemden atılması gereken fazla çamur, geri devir pompa istasyonu içerisinde bulunan 115 m³/saat/adet kapasiteli 1 asıl + 1 yedek dalgıç pompalar ile çamur karıştırma ve depolama tankına alınmaktadır. Pompa basma hattının üzerinde atılan çamur miktarını ölçen debi ölçer bulunmaktadır.

Çökeltme tankı yüzeyinde biriken köpük, yüzey sıyrıcılar ile toplanarak köpük pompa haznesine aktarılmaktadır. Bu hazneden köpük pompaları ile çamur uzaklaştırma sistemine gönderilmektedir. Çamur susuzlaştırma ünitelerinin boyutlarının büyümesini engellemek ve verimini arttırmak için katı madde miktarının arttırılması yani yoğunlaştırılması gerekmektedir. Siirt atıksu arıtma tesisi için seçilen çamur uzaklaştırma sistemi; gravite çamur yoğunlaştırıcı ve santrifüj dekantörden oluşmaktadır. Son çökeltme tankından alınan fazla çamurda katı madde yüzdesi % 0,88 mertebesinde. Fazla çamur, susuzlaştırma öncesinde, gravite yoğunlaştırıcılara, oradan da çamur tankına alınacaktır. Çamur tankındaki ve yoğunlaştırıcıdaki çamurun yoğunluğu % 3,5 olacaktır. Yoğunlaştırmadan sonra, susuzlaştırılacak çamur için 2 yöntem düşünülmüştür. Siirt ili, coğrafi konumu gereği, yaz aylarında güneş enerjisinden faydalanma imkânı yüksek bir şehirdir.

4.7.2. Kullanılan Prosesler

4.7.2.1. Kaba Izgaralar

2 adet otomatik kontrollü kaba ızgara, bir adedi yedek olacak şekilde çalışmaktadır. Her bir ızgaranın kapasitesi 684 L/s'dir. Dolayısıyla pik debilerde bile tüm debinin ızgaralanarak tesise girmesi sağlanmıştır.

4.7.2.2. İnce Izgaralar

2 adet otomatik kontrollü ince ızgara her ikisi de devrede olacak şekildedir. Her bir ızgaranın kapasitesi 400 L/s olacak şekilde dizayn edilmiştir. Kanalların giriş ve çıkışlarında birer adet manuel penstock bulunmaktadır.

4.7.2.3. Doğrusal Kum Tutucu ve Kum Ayırıcılar

2 adet havalandırılmalı kum-yağ tutucu paralel olarak çalışmaktadır. Her bir hat girişlerinde bulunan penstocklar vasıtasıyla hatlar ayrı ayrı izole edilmiştir. Her iki paralel hattın üzerinde tek bir sıyrıcı köprü otomatik olarak çalışmaktadır. Köprü üzerine monteli taban sıyrıcıları vasıtasıyla dipteki kum, dalgıç tip olarak seçilen kum pompalarına taşımakta, üstteki yağ ve yüzücü malzemeler ise üst sıyrıcılar vasıtasıyla yağ kanalına sıyrılarak atıksudan ayrılmaktadır.

Dipteki pompalar vasıtasıyla emilen kum, 1 tanesi yedek olmak kaydıyla kum ayırıcılara aktarılarak suyundan ayrılmakta ve konteynırlarda toplanmaktadır. Havalandırma sistemi için, 2+1 adet Roots tipi blower (her birinin kapasitesi 247 m³/h) seçilmiştir. Blowerlar tarafından üretilen hava, delikli çelik borular vasıtasıyla havuza verilmektedir.

4.7.2.4. Selektör Tankı

Geri devir çamurunun ve kum-yağ tutucudan gelen atıksuyun karışımı bu tankta sağlanmaktadır. Bir adet yavaş karıştırıcı ile tank içindeki karışım sağlanır. Tankın ana amacı çamur kabarması ve yüzmesini engellemektir. İlave olarak bu tankta bir miktar fosfor giderimi biyolojik olarak gerçekleşir.

Ayrıca selektör tankı, hem havalandırma havuzlarına dağıtım yapmak, hem de havalandırma havuzlarının çıkışlarını çökeltim havuzlarına yönlendirmek için kullanılmaktadır. Ön arıtmadan gelen atıksu, bu tanka bağlı bir hat vasıtasıyla biyolojik arıtma üniteleri by-pass edilerek deşarj yapısına yönlendirilmektedir.

4.7.2.5. Havalandırma Tankı

Havalandırma havuzları 2015 yılına göre karbon giderimi ve kısmen azot giderimi yapılacak şekilde dizayn edilmiştir. Çamur yaşı daha iyi bir çamur stabilizasyonu için 20 gün olarak tasarlanmıştır. Havuzlar normal işletme koşullarında paralel çalıştırılmaktadır.

Her bir tank 7.500 m^3 dür. Fakat manuel ayarlanabilir penstocklar vasıtasıyla havuzların seri çalıştırılması da mümkündür. Havuzlarda çamurun çökmesini engellemek amacıyla dalgıç mikserler yerleştirilmiştir. Havalandırma sistemi disk membran tipi difüzörler ile donatılmıştır. Ayrıca oksijen metreler vasıtasıyla havuzlardaki çözünmüş oksijen konsantrasyonu kontrol edilmektedir.

4.7.2.6. Hava Üfleyciler (Blowerlar)

Her birinin kapasitesi $4615 \text{ m}^3/\text{h}$ olan 3 adet blower (1 tanesi yedek) seçilmiştir. İleriki yıllarda tesisin genişletilmesine olanak sağlayacak şekilde 1 adet blower için yer ayrılmıştır.

4.7.2.7. Disk Difüzörler

Membran difüzörleri havalandırma tanklarında her hatta 6 grup olmak üzere sıralı olarak düzenlenmiştir. Difüzörlerin yerleşimi pervaneli karıştırıcıların konumları dikkate alınarak yapılmıştır.

Difüzör grupları her proses biriminde ikinci, üçüncü ve dördüncü tanklarda bulunur. Çözünmüş Oksijen seviyesi ayarlama noktası değerini sağlanmak amacıyla, her havalandırma tankına motorlu kontrol vanaları yerleştirilmiştir. Her bir difüzörün hava kapasitesi $5,0 \text{ m}^3/\text{saat}$ 'tir.

4.7.2.8. Son Çökeltme Tankları

Havalandırma havuzlarından gelen aktif çamur selektör yapısından 2 çökeltim havuzuna dağıtılır. Her iki havuz selektörde bulunan penstocklar vasıtasıyla birbirinden yalıtılabilir. Tanklarda çöken çamur, sıyrıcı vasıtasıyla merkezde toplanarak geri devir pompa istasyonuna aktarılır. Çamurun çökmesinden sonra üstte kalan arıtılmış su ise savaklar vasıtasıyla toplanarak cazibeyle deşarj yapısına geçer. Yüzeyde biriken köpük, sıyrıcı vasıtasıyla köpük haznelerinde toplanarak buradan cazibe ile köpük pompa istasyonuna aktarılır. Buradan da pompalar vasıtasıyla çamur yoğunlaştırma tankına veya kurutma yataklarına pompalanır.

4.7.2.9. Çamur Kurutma Yatakları

Çamur kurutma yatakları yaz aylarında, yağışsız sezonda, yoğun çamurun, minimum enerji sarfıyatları ile güneş enerjisinden faydalanılarak susuzlaştırılması amacıyla tasarlanmışlardır.

Toplam kurutma yatağı yüzey alanı 22.400 m²'dir ve 35 adet kurutma yatağı inşa edilmiştir. Yataklardaki çamur tabakasının derinliği 30 cm olacaktır. Her yatak ayrı bir borulama ve vana sistemi ile donatılmıştır. Bu sayede doldurulup kurutma işleminin başladığı yataklar kuruma tamamlanana kadar devre dışı bırakılabilecektir. Süzülen su perfore tip borularla yataklardan toplanıp ve süzüntü suyu pompa istasyonuna cazibe ile akmaktadır.

4.7.3. Laboratuvar

Atıksu arıtma tesisinin optimum çalışmasını sağlamak, donanımı değerlendirmek ve tesise gelen ham atıksuyun güç ve kompozisyon değişikliği hakkında bir fikir sahibi olabilmek için analizlerin sık aralıklarla incelenmesinde yarar vardır. Bu incelemeler için laboratuvar tahlilleri gereklidir.

Bunun için tesiste yapılan analizler Tablo 4.16'daki gibidir. Siirt atıksu arıtma tesisinde yapılan analizlerin ortalama sonuçları Tablo 4.17'de verilmiştir. Ortalama analiz sonuçlarına göre çıkan değerler su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre deşarj değerlerini sağlamaktadır.

Tablo 4.16. Siirt atıksu arıtma tesisin laboratuvarında yapılan analizler

• AKM • BOİ • KOİ • IMHOFF	• TKN • TN • NO₃-N • NO₂-N	• TP • UAKM • PH • SICAKLIK • KEK KURULUĞU
--	--	--

Tablo 4.17. Siirt atıksu arıtma tesisinde yapılan analizlerin ortalama sonuçları

Analizler	Giriş	Çıkış
KOİ	604 mg/L	30 mg/L
AKM	341 mg/L	15 mg/L
BOİ	224 mg/L	8,95 mg/L
TN	63 mg/L	16,5 mg/L
TP	7,41 mg/L	1,91 mg/L

4.7.4. Siirt Atıksu Arıtma Tesisinde karşılaşılan sorunlar ve çözüm yöntemleri

1- Proje kriterlerinde, atıksu debisi 20.718 olarak belirlenmiş olsa da, uygulamada bu miktarda atıksu tesise gelmemektedir. Bunun sebebi ise, altyapıdaki sorunlardan kaynaklanmaktadır.

2- Birçok evsel bağlantılar, yağmur suyu kanalına bağlanmıştır. Bu sebepten yağmur suyu kanalına bağlanmış olan atıksular, hiç tesise girmeden, arıtılmamış bir halde Botan Nehri'ne karışmaktadır. Bu suların da tesise alınabilmesi için kaçak bağlantıların ortadan kaldırılması gerekir. Siirt Belediyesi'nin de bu konuda çalışmaları devam etmektedir. Tesisin kapasitesi bu kaçak bağlantıları da almaya yetecek büyüklüktedir.

3- Tesisin etrafından dolanarak geçen yağmur suyu kanalında, değişik tarihlerde yapılan analizler ve yine değişik tarihlerde yapılan debi ölçümlerinde, geçen suyun debisinin 1500 – 3600 m³/saat olarak ölçüldüğü, Bu suya karışan çıkış suyunun debisinin ise, 500 – 800 m³/saat olduğu belirlenmiştir.

4- Karışım oranı 1/3 – 1/4 olmasına rağmen, KOİ ve BOİ seyrelmeleri önemli değerlerdedir. Yapılan analizler sonucunda, karışımdan önceki KOİ değeri ortalama 172 mg/L, karışımdan sonra ise ortalama 111 mg/L olarak ölçülmüştür. BOİ değeri ise, karışım öncesi 82 mg/L, karışım sonrası ise 59 mg/L olarak ölçülmüştür.

5- Kum tutucu ünitesi, saman tutucu üniteye dönüşmüştür (Şekil 4.20). Saman suda şişme yaptığından, kum pompalarının zaman zaman tıkanmalarına sebep olmaktadır. Bunun sebebi; Siirt Atıksu Arıtma Tesisine su cazibe ile gelmesi ve bu sebepten önüne gelen her şeyi de alıp getirmesidir. Siirt'in kenar mahallelerde hayvan yetiştiriciliği devam ettiğinden giriş suyu ile birlikte, saman, gübre, hayvan yemi ve hayvan atıkları da tesise gelmektedir.



Şekil 4.20. Siirt AAT kum tutucu ünitesi atıkları

6- Bir diğer sorun ise kaçak yapılan kesimler sebebiyle tesise özellikle sabah saatlerinde kan ve hayvan artıkları gelmesidir. Anlık olarak gelen bu sular, kirlilik yükünü arttırmaktadır. Bu zamanlarda KOİ değeri 1800 mg/L seviyesine kadar yükselmektedir.

7- Karşılaşılan bir diğer sorun ise, akaryakıt istasyonlarından zaman zaman petrol atıklarının gelmesidir. Bu atıklar toksik olduklarından prosesi olumsuz yönde etkilemektedir.

Bu atıklar kaba ve ince ızgara ekipmanlarına yapışarak çalışmalarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumlarda tesis bypass edilerek bu atığın tesise girmesi engellenmektedir.

8- Yağışlı havalarda tesise yol süprüntüleri gelmektedir. Bunlar, mıcır taşları veya yeni yapılmış olan asfalt yamalarıdır.

Gelen malzeme ağır malzeme olduğundan kaba ızgara ve ince ızgara kanalında çökelmektedir. Zemine malzeme çöktüğünden tesisin su alma kapasitesi düşmektedir. Bunun önüne geçmek için yağışlardan önce ve yağışlardan sonra kanala çöken malzeme temizlenmelidir.

9- Bölgede fıstık yetiştiriciliği yaygın olarak yapılmaktadır. Fıstığın hasat zamanı ise eylül ayıdır. Bu tarihte yaşanan en büyük sıkıntı, toplanan ve işlenmek üzere fabrikaya gönderilen fıstıkların kabuk ve çöplerinin direk olarak kanalizasyon şebekesine verilmesidir. Aşırı derecede gelen atıklar, kaba ızgara, ince ızgara ve kum tutucu ünitelerinin çalışmasını olumsuz yönde etkilemektedir.

Kum tutucu sisteminde kum pompaları gelen aşırı yükü karşılayamamaktadır, malzeme kum tutucuda çökelmektedir. Doğrusal köprü alt sıyırıcı sistemi bu çöken malzeme yüzünden çalışmamaktadır.

10- Yaz aylarında sıcaklık ortalamasının yüksek seyretmesinden dolayı, prosese çamur kurutma yatakları yerleştirilmiştir. Çamur kurutma yataklarına serilen çamurun kuruduktan sonraki kuruluk oranı %90'ın üzerinde çıkmıştır. Kış aylarında kullanılan dekantörde ise kuruluk oranı %27 oranında olmaktadır.

Yaz ayları içerisinde çamur kurutma yataklarının kullanılması çamur keki kuruluğu açısından iyi olmasına karşın, ilk çamur serildiğinde ortaya koku sorununu da doğurmaktadır.

11-Tesis için seçilmiş olan yerin şehir merkezine yakın olması ve halim rüzgar yönünün de şehre doğru olmasından dolayı zaman zaman koku şikayetleri gelmektedir.

Bu problemi ortadan kaldırmak için alınan önlemler;

a- Stabil bir çamur oluşumu için çamur yaşının kontrolü sağlanmış, Çamur yaşı ortalama 19-21 gün arasında tutularak koku miktarının düşmesi amaçlanmıştır.

b- Çamur yoğunlaştırıcıdan alınan fazla çamur, insanların daha fazla dışarıda olduğu gündüz saatleri dışında, gece saatlerinde çamuru kurutma yataklarına serme yoluna gidilmiştir.

4.8. Batman Atıksu Arıtma Tesisi

Batman Şehri Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi 2015 yılındaki 320.000 nüfusa ve 61.000 m³/gün hidrolik kapasiteye göre mekanik, biyolojik ve çamur arıtımı olarak tasarlanmıştır. Mevcut durumda tesise ortalama 46.886 m³/gün atıksu girişi yapılmaktadır. Yapımına 2009 yılında başlanmış olan mekanik ve çamur arıtımı bölümleri Aralık 2010 yılında tamamlanıp işletmeye alınmıştır. Ancak Biyolojik bölümünün 2011 yılında yapımına başlanıp işletmeye alınması planlanmasına rağmen ödenek sıkıntılarından dolayı henüz yapımına başlanılmamıştır. Batman Atık su Arıtma Tesisine kanalizasyon ana kolektörü ile gelen evsel nitelikli atık sular ilk etapta mekanik olarak arıtılmaktadır.

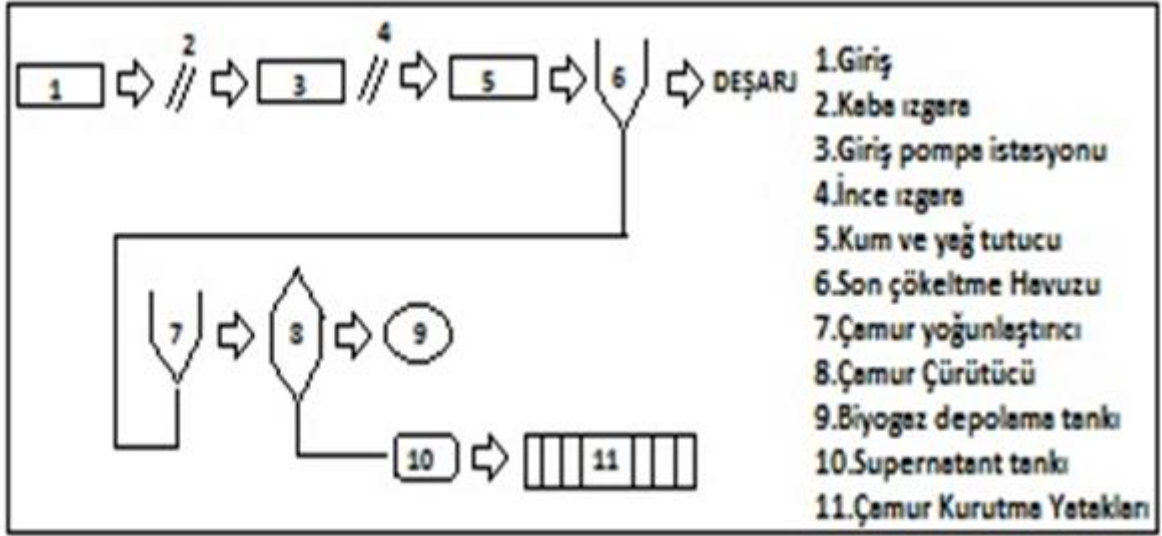
Çıkan atık çamur çürütölme işlemine tabi tutularak çıkan biyogazı (metan) enerjiye dönüştürülmekte, çıkan çürütölmüş çamur (tabii gübre) ise kurutarak tarlalarda kullanılmak üzere bir depoda bekletilmektedir. Bu projenin finansörü KfW (Alman Kalkınma Bankası) ve AIB (Avrupa Yatırım Bankası), yapımı ve 3 yıllık işletmesini ise Passavant Roediger Firması üstlenmiştir.

4.8.1. Kullanılan Prosesler:

Arıtma tesisinde kullanılan prosesler sırasıyla şu şekildedir.

- Sisteme giriş kanalı
- Kaba Izgara Ünitesi
- Giriş Pompa İstasyonu
- İnce Izgara Ünitesi
- Kum ve Yağ Tutma Ünitesi
- Ön Çökeltme Havuzu (Dairesel)
- Çamur Yoğunlaştırma Havuzu (Thickener)
- Çamur Çürütücü Tankı (Digester)
- Gaz Depolama Tankı ve Fazla Gaz Yakma Kulesi (Gaz Flare)
- Gaz Kükürtsüzleştirme ünitesi
- CHP- Kojenerasyon Ünitesi
- Çamur kurutma yatakları
- Kurutulmuş çamur toplama deposu

Batman Atıksu Arıtma Tesisi İş-Akış Şeması Şekil 4.21’de verilmiştir.



Şekil 4.21. Batman Atıksu Arıtma Tesisi iş-akış şeması

4.8.1.1. Sisteme Giriş Kanalı

Kanalizasyon sistemiyle günlük yaklaşık olarak 61.000 m³ evsel atıksu 2000 mm çapındaki kanaldan sisteme alınmaktadır.

4.8.1.2. Kaba Izgara Ünitesi

Sistemde giriş kanalından gelen atıksuyun, arıtma tesisinin diğer kısımlarına hasar vermemesi ve büyük parçalar ile tıkanma probleminin olmaması için, mekanik olarak temizlenen ve otomatik olarak işletilen 1 adet kaba ızgara kullanılmaktadır. Paslanmaz çelikten yapılmış olan kaba ızgaraların çubuk aralıkları 6 cm’dir Atıksudan ayrıştırılan 6 cm’den büyük atıklar kol sistemiyle alınarak bantlar vasıtası ile konteynırlara boşaltılır.

4.8.1.3. Giriş Pompa İstasyonu

Kaba ızgaralardan geçirilen atıksu giriş pompaları ile tesisin tamamından cazibe ile akabilmesi için gerekli olan seviyeye yükseltilir. Giriş pompa istasyonundaki 4 helezonik pompanın her birinin kapasitesi 1680 m³/saattir. Pompalar atıksuyu 7 m yükseğe terfi ederek atıksuyun kendi cazibesi ile akmasını sağlar. Giriş pompa istasyonu suyu ince ızgaraya basmaktadır.

4.8.1.4. İnce Izgaralar

İnce ızgaralar; proses ekipmanlarına hasar verebilecek ya da arıtma proseslerinin etkinliğini ve emniyetini azaltabilecek kağıt ve plastik gibi maddelerin uzaklaştırılmasını sağlar. Bu üniteye gelen atıksular iki adet ince ızgara vasıtası ile 6 mm'den büyük olan atıkları ayıklayarak helezonik konveyör yardımıyla presleyerek 5 m³'lük konteynere gönderilir.

4.8.1.5. Kum ve Yağ Giderme Havuzları

İnce ızgaradan gelen atıksu açık kanaldan geçerek ikiye ayrılır. Havalandırılmalı kum ve yağ tutucu havuzuna giriş yapar.

Kum Tutma İşlemi: Atıksu içinde bulunan kum ve benzeri atıklar 4 adet Uzun Havalandırılmalı havuzda dibe çöktürülür. Dipte biriken madde sıyrıcılar vasıtasıyla beton hunilerde toplanır. Toplanan kum ve benzeri atıklar 4 adet vakum pompası yardımıyla kum yıkama makinesine gönderilir. Yıkanan kumlar 5 m³'lük bir konteynere gönderilir.

Yağ Tutma İşlemi: Atıksu içinde bulunan yağ, gress vb. maddeler hava ve seperatörler yardımıyla 4 adet beton yağ biriktirme haznesinde toplanır. Burada toplanan yağ, gres vb. maddeler vidanjör tarafından alınarak bertaraf edilir.

4.8.1.6. Ön Çökeltme Havuzu

Kum ve yağ giderme havuzlarından gelen atıksu çökeltme havuzuna gelmektedir. 44 m çapındaki bu havuza gelen atıksu içindeki çamur dibe çöker. Çöktürülen primer çamur zemindeki sıyrıcılar yardımıyla merkezdeki hunide toplanır ve pompaları vasıtasıyla yoğunlaştırma havuzuna gönderilir. Suda bulunan yüzer maddeler yüzey sıyrıcılar ile ceplere toplanarak sudan uzaklaştırılmaları sağlanmaktadır.

4.8.1.7. Çamur Yoğunlaştırıcı (Thickener)

Ön çökeltme havuzlarında toplanan çamur, dalgıç pompalar aracılığı ile ham çamur yoğunlaştırıcılarına gönderilmektedir. Çamur yoğunlaştırıcı, birincil çamurun %2,5 katı maddeden %5 katı maddeye kadar koyulaştırılması amacıyla kullanılmaktadır. 17 metre çapında 1 adet dairesel çamur yoğunlaştırıcı bulunmaktadır.

4.8.1.8. Çamur Çürütücüler (Digester) ve Gaz Depolama Tankı

Çamur Çürütücü Tankı: 18 m çapında ve 4300 m³ hacimli çürütücü tankına, yoğunlaştırma tankından pompalar vasıtasıyla gönderilir. Çürütücü, silindirik betonarme yapılı ve yalıtımlı malzeme ile muhafaza edilmektedir. Çamur çürütücüde, çamur 35°C'ye kadar ısıtılarak mezofilik çürüme ve pH'da 6,5-7,5 arasında tutularak metan bakterileri için uygun ortam sağlanarak ideal çürütme oluşturulur. Çürütücüdeki bakterilerin anerobik faaliyeti sırasında biyogaz üretimi gerçekleşir. Oluşan biyogaz 1000 m³ 'lük gaz tankında toplanır. Üretilen gaz depolama kapasitesinin üzerinde olduğu takdirde fazla gaz, otomatik olarak gaz yakıcısı (çakmak) tarafından yakılmaktadır.

4.8.1.9. Gaz Kükürtsüzleştirme ve Chp-Kojenerasyon Ünitesi

Gaz Kükürtsüzleştirme Ünitesi: Çürütücüde üretilen biyogazın gaz tankına gelmeden önce bu ünite kükürdün alınmasını sağlar.

CHP-Kojenerasyon Ünitesi: Gaz tankından gelen gazlar bu ünite vasıtasıyla elektrik ve ısı enerjisine dönüştürülür. Herhangi bir enerji üretilmediğinden her iki ünite de aktif durumda değildir.

4.8.1.10. Süpernatant Kuyusu ve Çürütülmüş Çamur Kurutma Yatakları

Çürütücülerden gelen çamur supernatant kuyusuna alınarak bekletilir. Burada santrafuj edildikten sonra ayrılan ve üstte kalan atıksu tesis girişine gönderilir. Dibe çöken çamur ise çamur kurutma yataklarına alınır. Çürütülmüş ve büyük oranda kokusu giderilmiş çamur 16 adet kurutma yataklarında, yaklaşık 16 günde güneşin etkisiyle kurutulduktan sonra toplama deposuna nakledilir. Kurutulmuş olan çamur, Tarım Bakanlığının izni ile çiftçilere verilmek üzere bu depoda bekletilir.

4.8.2. Laboratuvar

Batman Atıksu Arıtma Tesisinde laboratuvar biriminde atıksu arıtma tesisinde atıksu karakterini belirleyen parametreler ile her bir prosesin çalışma sistemini etkileyebilecek parametreler ve çıkış suyunun çevre mevzuatlarında istenen parametrelerin analizi yapılmaktadır. 2014 yılı atıksu arıtma tesisi giriş ve çıkış sularında yapılan analiz sonuçları aşağıda verilmiştir. (Tablo 4.18 ve Tablo 4.19)

Tablo 4.18. 2014 yılı Batman Atıksu Arıtma Tesisi ortalama giriş değeri

Parametreler	Birim	Değer
Ort. Atıksu Girişi ($Q_{atıksu}$)	m^3/s	46.886
Ort. Sıcaklık ($C_{atıksu}$)	C	19,4
Ort. pH	-	7,72
Ort. Kimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	524
Ort. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı ($BOİ_5$)	mg/L	304
Ort. Askıda Katı Madde(AKM)	mg/L	302
Ort. KOİ Kirlilik Yüğü	kg/s	23.256
Ort. $BOİ_5$ Kirlilik Yüğü	kg/s	13.247
Ort. AKM Kirlilik Yüğü	kg/s	14.107
Biyogaz Üretimi	m^3	3.566

Tablo 4.19. 2014 yılı Batman Atıksu Arıtma Tesisi ortalama çıkış değeri

Parametreler	Birim	Değer
Ort. pH	-	7,49
Ort. Kimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	272
Ort. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı ($BOİ_5$)	mg/L	182
Ort. Askıda Katı Madde(AKM)	mg/L	75
Ort. KOİ Kirlilik Yüğü	kg/s	12.146
Ort. $BOİ_5$ Kirlilik Yüğü	kg/s	7.836
Ort. AKM Kirlilik Yüğü	kg/s	3.823

4.8.3. Batman Atıksu Arıtma Tesisinde karşılaşılan sorunlar ve çözüm yöntemleri

1. Kanalizasyon sistemi birleşik sistem olduğundan yağışlı havalarda tesise aşırı miktarlarda kum, çakıl ve mıcır taşları gelmektedir.

2. Gelen kum, çakıl ve mıcır taşları ağır malzeme olduğundan kaba ızgara ve ince ızgara kanalında çökelmektedir. Zemine malzeme çöktüğünden tesisin su alma kapasitesi düşmektedir. Bunun önüne geçmek için yağışlardan önce ve yağışlardan sonra kanala çöken malzeme temizlenmelidir.

Birleşik sistem kanalları üzerine konulan elle temizlemeli kum tutucular her kuvvetli yağmurdan sonra muhakkak temizlenmelidir.

3. Izgaraların tıkanması ve atıksuyun ihtiva ettiği katı malzeme nedeni ile ızgara kanallarında kum ve çakıl birikmesi sorunu oluşmaktadır. Kaba ızgaradan geçen ve pompanın taşıdığı sert malzemeler, özellikle taş ve çakıl parçaları ince ızgaralarda sorun yaşanmasına neden olmaktadır.

4. Atıksu içerisinde bulunan kıl, ip, yün ve bez parçaları ince ızgaraların konveyör hareketinden ötürü sürekli yumaklaşarak ızgara giriş kanalını tıkayarak suyun maksimum seviyeye gelmesini sağlamaktadır. Bunun sonucunda ızgara sürekli temizleme komutuna girmektedir. Bu durum ızgara performansını olumsuz etkiler. Bu sorunu engellemek için ızgara ağzını tıkayan yumaklaşmış malzemeler alınmaktadır.

5. Çamur yoğunlaştırıcı içerisinde ki katı maddelerin uzun bekleme süresi nedeniyle (sıcaklık faktörünün birleşmesiyle) çamur çürüme işlemi bu bölgede başlayabilir. Bu olay yoğunlaştırıcı üzerinde yüzer katı malzeme ve gaz oluşmasına neden olmaktadır.

6. Batman AAT'de ızgaralardan geçen askıda ve yüzen malzemeler sonra ki arıtma proseslerinde bazı problemlere neden olmaktadır. Çürütücülerde bulunan askıda ve yüzer maddeler çürütücü yüzeyini kaplayarak bir tabaka oluşturmaktadır. Oluşan bu tabaka çürütme esnasında oluşan gazların yüzeye çıkmasını engelleyerek tankın yüzeyine doğru hareket eder. Buda çamur miktarını maksimum olarak gösterir. Bu sorunu engellemek için; askıda ve yüzer malzemeleri tankın üst kısmında bulunan yüzer çamur kapısından deşarjını sağlamaktır.

7. Bir diğer sorun ise zaman zaman kaçak yapılan kesimler sebebiyle tesise kan ve hayvan artıklarının gelmesidir (Şekil 4.22). Anlık olarak gelen bu sular, kirlilik yükünü arttırmaktadır.



Şekil 4.22. Batman AAT’ne gelen atıklar

4.9. Erzurum Atıksu Arıtma Tesisi

4.9.1. Mevcut Atıksu Oluşumu ve Bertarafı

Erzurum ilinde mevcut halde faal durumda herhangi bir atıksu arıtma tesisi bulunmamaktadır. Oluşan evsel nitelikli atıksular herhangi bir arıtma işleminden geçmeksizin iki farklı noktadan Karasu Nehri’ne deşarj edilmektedir.

Ülkemizin Avrupa birliğine uyum sürecinde çevre alanındaki mevzuatın uygulanmasına dönük destek sağlamak amacıyla, AB tarafından sağlanan mali yardımın 2005 yılı programlaması altında çevre sektörüne yönelik olarak Çevre ve Orman Bakanlığı bugünkü adıyla Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından “Türkiye’de 15 Belediye için Atıksu Arıtma Tesisi Hazırlanmasına Yönelik Teknik Yardım” projesi başlatılmıştır. Proje kapsamında yürütülen Mastır Plan çalışmalarında Erzurum için;

- Atıksu arıtma tesisinin ilk aşamasının yapılması
- Mevcut kolektörlerin ve atıksu şebekesinin rehabilitasyonu ve ek atıksu kolektörlerinin yapılması gibi bazı konular öngörülmüştür.

Bu kapsamda yapılması planlanan atıksu arıtma tesisi 1. Aşama için 2025 yılı, 2. Aşama için de 2040 yılı hedef alınarak projelendirilmiştir.

4.10. Şanlıurfa Atıksu Arıtma Tesisi

4.10.1. Proje Geçmişi

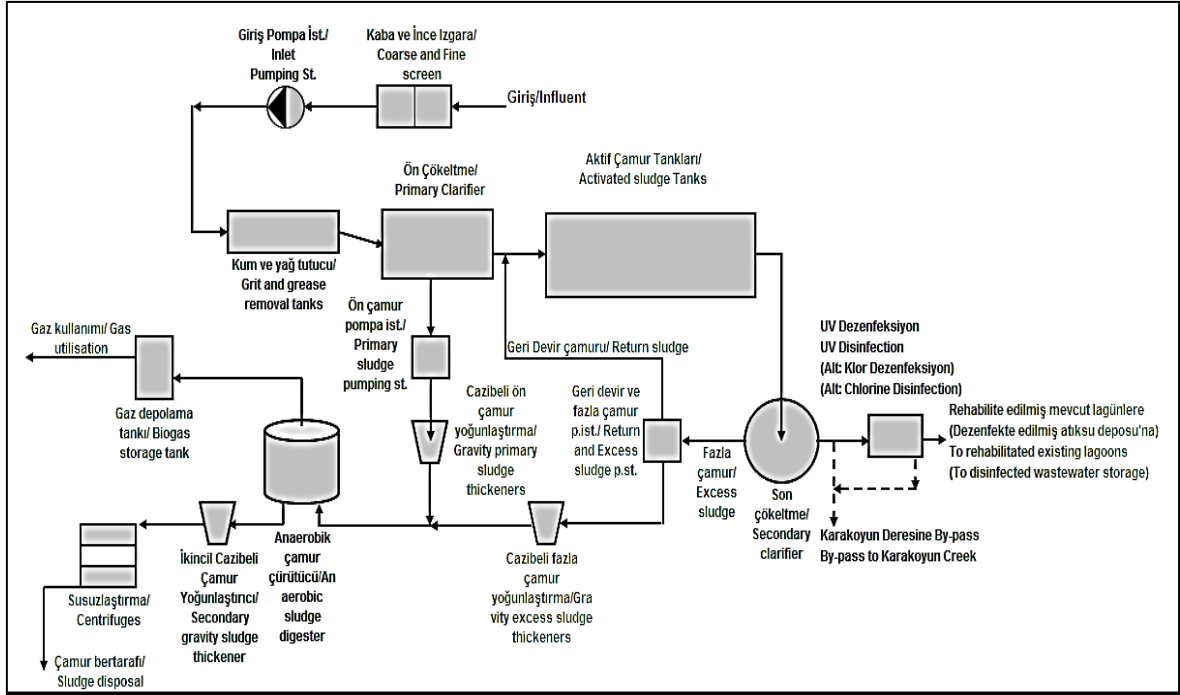
Şanlıurfa Belediyesi Alman Kredi Teşkilatı KfW'nun katkısı ile 2006 yılında atıksu bertarafına yönelik bir fizibilite çalışması başlatmıştır. Atıksu arıtma tesisi fizibilite çalışması hazırlanması Danışmanlık Hizmetleri Alman -Türk ortaklı bir konsorsiyum (Gauff/Temelsu) tarafından yürütülmüş ve çalışma 2007 yılında tamamlanmıştır. 2008 - 2012 dönemi için Çevre ve Orman Bakanlığı'nın (ÇOB) tarafından hazırlanan “Atıksu Arıtımı Eylem Planında Şanlıurfa Merkez Atıksu Arıtma Tesisinin KfW ile yapılacak işbirliği kapsamında 2010 yılı başında işletmeye alınacağı ifade edilmiş ancak kredi anlaşması gerçekleşmediğinden yatırım uygulamaya alınmamıştır (Aecom Turkey Danışmanlık ve Mühendislik Ltd. Şti., 2011). Proje kapsamında kurulması planlanan AAT'nin Şanlıurfa şehir merkezinin yaklaşık 8 km güneyinde yer alan ve stabilizasyon havuzlarından oluşan ancak kullanılmayan mevcut AAT sahasına inşa edilmesi planlanmıştır. Söz konusu mevcut tesisin tasarımı, havalandırmasız havuz sistemi kullanılarak İller Bankası tarafından yapılmıştır. Tesisin inşaatı 1989'da tamamlanmıştır. Ancak tesise hiç atıksu alınmadığından tesis işletmeye geçmemiştir. Şehirde toplanan atıksu, atıksu arıtma tesisi sahasına kadar geldikten sonra giriş yapısından by-pasa verilerek doğrudan kuru akarsu yatağı olan Karakoyun Deresine bağlanmaktadır. Mevcut tesis şu yapılardan oluşmaktadır.

- Giriş yapısı (kullanılabilir durumda değildir),
 - El kumandalı kaba ızgara (kullanılması mümkün değildir),
 - Kum tutucu (elle temizlemeli ve çok küçük olduğundan kullanılması mümkün değildir),
 - Kenar şevleri beton kaplama olmak üzere iki sıra halinde toprak tabanlı havalandırmasız havuzlar (şev eğimlerindeki kaplamalar çatlaktır),
 - Çıkış savakları ve Karakoyun Deresi'ne bağlantı borusu (yıkılmış durumdadır)
- (Aecom Turkey Danışmanlık ve Mühendislik Ltd. Şti., 2011)

4.10.2. Şanlıurfa Belediyesi AAT Teknik Özellikleri

Proje kapsamında inşa edilecek AAT için teknoloji alternatifleri değerlendirilmiştir. B.18.0.İUM.0.01-746.01 sayılı ve Şubat 2011 tarihli yazısında Çevre ve Orman Bakanlığı Karakoyun Deresi'ni sadece ikincil arıtmaya tabii alan olarak belirlenmiştir. AAT ilk kademede sadece karbon giderilmesini sağlayan ikincil arıtma tesisi olarak planlanmıştır. Proses iş akım şeması şekil 4.23' te verilmiştir. İkinci kademede, üçüncül arıtmaya uygun olacak şekilde azot ve fosfor arıtımı için saha genel yerleşiminde ve hidrolik kayıplarda pay bırakılmıştır. Seçilen proses aşağıdaki arıtma ünitelerini içermektedir (Aecom Turkey Danışmanlık ve Mühendislik Ltd. Şti., 2011).

- Kaba ızgara
- İnce ızgara
- Giriş pompa istasyonu
- Kum ve yağ tutucu
- Ön çökeltme havuzları
- Aktif çamur tankları
- Son çökeltme havuzları
- UV dezenfeksiyon sistemi (Alternatif: Klorla dezenfeksiyon)
- Çamur yoğunlaştırıcılar (cazibeli)
- Anaerobik çamur çürütücüler
- Çürütülmüş çamur için çamur tampon tankı
- Gaz kullanım tesisleri
- Çamur susuzlaştırma (santrifüjler)
- Çamur bertarafı
- Kombine Isı ve Güç Merkezi (CHP) (Aecom Turkey Danışmanlık ve Mühendislik Ltd. Şti., 2011).



Şekil 4.23. Şanlıurfa AAT proses akım şeması (Aecom Turkey Danışmanlık ve Mühendislik Ltd. Şti., 2011).

4.10.3. AAT Tasarımı için Atıksu Debileri

Arıtma tesisi birimlerinin tasarımında kullanılacak debiler Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20. Arıtma tesisi birimlerinin tasarımında kullanılacak debiler (Aecom Turkey Danışmanlık ve Mühendislik Ltd. Şti., 2011).

		2015	2030	2045
Tasarım debisi, m ³ /saat	Q _{proje}	6.695	9.117	10.406
Ortalama debi, m ³ /saat	Q _{ort}	4.456	6.035	6.881
Minimum debi, m ³ /saat	Q _{min}	2.960	3.962	4.502
Maksimum debi, m ³ /saat	Q _{max}	8.919	12.267	14.055

4.10.4. Birim Kirletici Yükleri

Şanlıurfa AAT’ye ulaşacak olan atıksuların kirletici yükleri ve kirletici konsantrasyonları hem endüstriyel hem de endüstriyel olmayan atıksuların yükleri düşünülerek hesaplanmıştır. Buna göre, tasarım ve proses hesaplamalarında kullanılan evsel nitelikli atıksuların karakteristiği Tablo 4.21’de verilmiştir. Evsel nitelikli atıksuyun karakteristiği belirlenirken literatür değerleri de düşünülmüştür (Aecom Turkey Danışmanlık ve Mühendislik Ltd. Şti., 2011).

Ayrıca evsel nitelikli atıksulara ticari ve endüstriyel tesislerden gelen atıksu ile sanayi dışı diğer kullanıcılardan gelen atıksular dahil edilmiştir

Tablo 4.21. Evsel Nitelikli Atıksuyun Kirlilik Yükleri (Aecom Turkey Danışmanlık ve Mühendislik Ltd. Şti., 2011).

Parametre	2015	2030	2045
BOİ ₅ , g/kişi/gün	40	45	50
TAKM, g/kişi/gün	40	45	50
TKN, g/kişi/gün 10,5	9,5	10	10,5
Toplam P, g/kişi/gün	1,2	1,3	1,4

5. ARITMA TESİSLERİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

5.1. Mekanik Arıtım

5.1.1. Izgaralarda Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri

Izgaraların amacı atık suyun içinde bulunan belirli büyüklükteki çöp, sopa, tuğla vb. malzemelerin tesisin her hangi bir ünitesine zarar verip arıtma verimini etkilemesini engellemek amacıyla bu malzemeleri atıksudan uzaklaştırmaktır.

Genellikle ince ızgaraların açık alanı %50'den daha düşüktür ve burada hızlar da yavaştır. Bu yüzden ince ızgaraların önünde çökelme gözlenir. Bu çökelmenin giderilmesi için ince ızgaraların önüne bir karıştırma işlemi veya günlük temizlik uygulanabilir.

İnce ızgarada toplanan cisimler tırmıkla temizlenir. En iyi uygulama ızgarada biriken malzemeyi dikkatle yukarıdaki platforma doğru sürerek genellikle orada bulunan drende suyundan arındırılmasından sağlanmasıdır.

5.1.2. Kum Tutucuda Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri

Kumun tutucu genellikle ızgara ünitesinden sonra yada bu ünitenin bir parçasını oluşturacak şekilde dizayn edilir. Kum tutucular arıtma tesislerinde ızgaralardan sonra yer alan, atıksuların içerdiği mineral kökenli, bozunmayan ve kolay çökebilen malzemenin tutulduğu ünitelerdir. Burada kum olarak tanımlanan maddeler; kum, taş, cüruf gibi yoğunluğu veya çökelme hızı, biyolojik arıtmada parçalanabilen organik maddelere kıyasla daha yüksek olan maddelerdir. Bu maddeler genellikle yağmur suyu ile sürüklenerek geldiğinden kum tutucular genellikle birleşik sistemde söz konusudur. Kum tutucular, yatay akış hızı 0,25 ila 0,4 m/s olacak şekilde projelendirilir. Bu hız organik daneciklerin kum tutucudan dışarıya sürüklenmesini temin edilir.

Kum tutucudan ayrılan kumlar çok fazla koku yapıyorsa burada kumla beraber fazla miktarda organik madde tutulduğunu gösterir. Aynı şekilde ön çökeltme tankı çamurunda fazla kum varsa, çamur sıyrıcılarda ve diğer mekanik aksamalarda fazla aşınma oluyorsa burada kum tutucu tam verimle çalışmıyor demektir. Birleşik sistem kanalları üzerine konulan elle temizlemeli kum tutucular her kuvvetli yağmurdan sonra temizlenmelidir.

Kum tutucuda atıksu hızının yüksek olması veya kum tanelerinin çökelemeyecek kadar küçük olması durumunda kum sürüklenir. Bunun önlenmesi ve giderilmesi için kumun daha sık tahliyesinin yapılması, kanal sayısının arttırılması veya kanalların kesit alanlarının genişletilmesi gerekir.

Kum tutucunun etkin şekilde çalışmasıyla;

- Pompa ve toplayıcı mekanizmaları gibi mekanik donanımın aşınması önlenir.
- Boru, tank, çamur havuzları gibi tesis ünitelerinin tıkanması riskini ve zararlarını azaltır.
- Çamurun toplanmasını ve giderimini kolaylaştırır.

5.1.3. Ön Çökeltme Havuzlarında Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri

Ön çöktürme havuzları, durgun şartlarda çöktürme tanklarında, çökebilen ve yüzebilen katıların ayrılmasını sağlar. Burada atıksudan katıların giderilmesi ile bir miktar askıda katı ve BOI_5 de giderilmiş olur, böylece biyolojik arıtma ünitesinde arıtılacak organik yük azaltılmış olur.

Çöktürme havuzunun yüzeyinde aşırı gaz taneleri ve yüzücü çamurlar görülebilir. Yüzücü gres tesisin büyüklüğüne göre mekanik olarak veya elle sıyrılırlar. Yüzücü maddelerin sıyrılmasıyla koku ve sinek probleminin azaltılması ve daha sonraki ünitelerin daha verimli çalışması gibi faydalar görülür.

Ön çökeltim havuzlarında Yüzücü çamur, siyah ve kokan çamur, çamur kabarması, fazla köpük birikmesi ve sertleşmiş çamur gibi sorunlarla karşılaşılabilir.

- **Yüzücü Çamur;** sistemi bu çamurlardan korumak için sıyrıcıların uzunca bir süre çalıştırılmalı ve çamurların tanktan uzaklaştırılması sağlanmalıdır.
- **Siyah ve Kokulu Çamur;** sistemi bu çamurlardan korunmak için kuvvetli organik atık veren endüstrinin yükleri azaltılır ve ön tasfiyeye tabi tutulur.
- **Çamur kabarması;** gaz oluşumu nedeniyle tüm tanklardaki çamurun içinde beliren balonlarla ortaya çıkan çamur kabarması;
 - Çamur boşaltıldığı zaman tanktaki çamurun tamamı alınmaması,
 - Çürümüş çamur içeren atıksuyun geri devri,

- Çürütülmüş çamur yada sıvının çürütme tanklarından çamur veya atıksuyun geri dönmesi gibi nedenlerin sonucu olabilir.
- **Fazla Köpük Birikmesi;** bu sorun sıyrıcıların yetersiz çalışmasından kaynaklanır. Bu sorunu azaltmak için sıyrıcıların sık sık devreye girmesi ve gerekirse endüstri atıksu girişinin atıksu girişi sınırlandırılmalıdır.
- **Sertleşmiş Çamur Problemi;** bu sorun çamurların yüksek oranda kum ve diğer ağır veya hafif sıkışabilen madde içermesinden dolayı oluşur. Bu sorunu önlemek için tesiste kum tutucu yoksa ilave edilmesi gerekir.

5.2. Biyolojik Arıtmada Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri

Biyolojik arıtma; atıksudaki askıda veya çözünmüş organik maddelerin bakterilerce parçalanması ve çökebilen biyolojik floklarla sıvının içinde kalan veya gaz olarak atmosfere kaçan sabit inorganik bileşiklere dönüşmesidir.

İşletmede Karşılaşılan Bazı Sorunlar;

- Aktif çamur tesislerinde fazla miktarda köpüğün meydana gelmesi sorunu varsa bu sorunu çözmek için kullanılan deterjan miktarının ve tanka verilen hava miktarının belli oranlarda azaltılması gibi yöntemler uygulanabilir.
- Çökme tanklarında çamurun koyu renkte olma sorunu varsa bu sorunu çözmek için havalandırma tanklarına daha fazla O₂ girmesi sağlanmalıdır.
- Çökme tanklarında çökmesi gereken çamur yüzüyorsa bu sorunu çözmek için;
 - Mümkünse havalandırma tanklarına giren evsel ve endüstriyel atık su debilerinin düşürülerek organik yükün azaltılması,
 - Havalandırma tanklarına kireç konulması ile birlikte demir klorür veya alüminyum sülfat ilave edilmesi
 - Havalandırma tanklarına geri dönen aktif çamurun kontrollü bir şekilde klorlanması,
 - Havalandırma tanklarındaki difüzörlerdeki hava miktarı artırılması gibi yöntemler uygulanabilir.

- Koku problemi; Arıtma sistemlerinde sık sık karşılaşılan sorunlardan başında koku problemi gelmektedir. Koku veren bileşiklerin çoğu azot ve sülfür içeren organik maddelerin anaerobik ayrışması sonucu oluşur. Çok şiddetli olmayan koku probleminde havalandırma kullanılır. Bunun dışında klorlama, KMnO_4 kromatlar ve ozonda koku giderimin de kullanılmaktadır.

Biyolojik sistemlerin devreye alınmasının yanı sıra çalışan sistemlerde karşılaşılan genel bazı sorunlar ve bu sorunların muhtemel sebepleri, çözüm önerileri Tablo 5.1’de verilmiştir (Çevreter, 1996).

- Köpük oluşumu
- Tablo 5.2’de Çamur kabarması
- Tablo 5.3’de Çökeltme problemleri görülmektedir.

Tablo 5.1. Köpük oluşumu (Çevreter, 1996).

GÖZLEMLER		MUHTEMEL SEBEP	ÖNERİLER
1	Havalandırma havuzunda taze beyaz sabunumsu köpük oluşumu	Mikroorganizma konsantrasyonunun az olması sebebiyle çok yükselmiş genç çamur	Sistemden çamur uzaklaştırılmamalı ve F/M oranıyla AKM konsantrasyonları kontrol edilmelidir. Mümkünse demir tuzları ve inert maddeler ilave edilmeli veya çamur gelişimi sağlanmalıdır. Geri devir oranı tedrici olarak artırılmalıdır.
2	Havalandırma havuzunda parlak koyu kahverengi yağlı köpük oluşumu	Sistemin F/M oranı, yeterli miktarda çamurun uzaklaştırılmaması nedeniyle düşüktür.	Günlük fazla çamur atımı %10’dan fazla olmamak kaydıyla artırılmamalıdır. Bu işlem sistem düzelinceye kadar sürdürülmelidir.
3	Havalandırma havuzunda kalın, koyu kahverengi köpük oluşumu	Düzensiz çamur atılması nedeniyle F/M kritik olacak şekilde azalmıştır.	Günlük çamur atımı %10’dan fazla olmamak kaydıyla artırılmalıdır. Bu işlem sistem düzelinceye kadar sürdürülmelidir.
4	Çöktürme havuzunun üstünde yağlı, koyu renkli köpük	Nokardia türünde filamentli organizmaların varlığıdır.	Girişte ve geri devir hattında yağ gres bakılmalı havalandırma ve çöktürme tankından fiziksel olarak bu köpük alınmalıdır. Bu köpük geri devirle yada başka bir şekilde sistemde tutulmamalıdır.
5	Koyu kahverengi yada siyah köpük ve çürük yumurta kokusunun varlığı	Havalandırma havuzunda çözünmüş O_2 konsantrasyonu azalmış ve septik şartlar oluşmuştur	Havalandırma sistemi kontrol edilmeli, arıza varsa giderilmeli sistemden çamur uzaklaştırılmalı eğer varsa paralel havalandırma sistemi devreye alınmalıdır.

Tablo 5.2. Çamur kabarması (Çevreter, 1996).

GÖZLEMLER		MUHTEMEL SEBEP	ÖNERİLER
1	Homojen olarak yükselen ve çöktürme tankından savaklanan çamurlar	Toksik maddeler sebebiyle parçalanmış flokların oluşumu	Mümkünse çöktürme yardımcılarını kullanılmalı toksik maddelerin varlığı önlenmeli ve fazla çamur atımı durdurulmalı
2	Yavaş çöken fakat sıkışamayan çamur	Büyük F/M oranının sebep olduğu bir tür çökme problemi	Mümkünse çöktürme yardımcılarını kullanılmalı fazla çamur atımı durdurulmalı ve eğer mümkünse sistem kontakstabilizasyon sistemi gibi çalışmalıdır.
3	SVI değerinin artması mikroskopik incelemede flamenti türlerinin gözlenmesi	Muhtemel sebepleri olmakla birlikte en önemlileri nutrient eksikliği, yüksek F/M, düşük çözünmüş O ₂ vb.	Geri devir hattında klor polimer H ₂ O ₂ , dozlaması yapılmalı, havalandırma ekipmanları kontrol edilmeli F/M oranı düzenlenmelidir. Eğer PH düşükse bunun dengelenmesi gereklidir. Çünkü düşük pH'dan dolayı fungi gelişimi söz konusudur.

Tablo 5.3. Çökme problemleri (Çevreter, 1996).

GÖZLEMLER		MUHTEMEL SEBEP	ÖNERİLER
1	İlk 30 dakikalık sürede çökmüş olan çamur daha sonraki saatlerde kısmen yada tamamen yükseliyorsa	Sistemin çöktürme havuzundaki bekletme süresi fazla olduğu için havalandırma havuzunda tamamlanan nitrifikasyon çöktürmede denitrifikasyona uğruyor	Sisteme anoksik bir ilave edilerek yada havalandırma havuzu içinde böyle bir bölge oluşturularak bu oluşum önlenmelidir. Diğer bir yol geri devir pompasının kapasitesini artırmak yada çamur pompasının debisi artırılarak çamurun havuzda kalma süresi azaltılmalıdır.
2	Çökme hızı yavaş ve üst sıvıda bulanık kalınıyorsa	Fazla havalandırma sonucunda pin flok oluşmuştur. F/M oranı yükselmiş olabilir. Çözünmüş oksijen seviyesi azalmış olabilir.	Çöktürme yardımcılarını konulmalı, havalandırıcılar oksijen verimini, hız gradyanı çevresel hız açısından değerlendirilmeli.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinden özellikle laboratuvarları mevcut olan ve arıtma kademelerinin birkaçına sahip olan arıtma tesislerinde araştırma ve incelemelerde bulunulup uygulanan arıtma yöntemleri, tesislerin tasarımı, işletimi, arıtma tipleri, atıksu analiz sonuçları tesis verimleri konuları hakkında bilgi verilmiş ve karşılaşılan işletme sorunları ve çözüm yöntemleri tanımlanmıştır.

Arıtma tesisleri, evsel ve evsel nitelikteki endüstriyel atıksuların tehlikeli ve zararlı etkilerini ortadan kaldırmak ya da azaltmak için kurulmuş sistemlerdir. Bu sistemler, evsel nitelikteki atık suların özelliklerine, karakteristiğine, gelişmişlik düzeyine ve jeolojik yapısı gibi faktörlere göre düzenlenirler. Bu faktörleri tespit çalışmaların titizlikle yapılmaması, arıtma tesislerinin çalışma verimlerini olumsuz etkileyecektir. Arıtma tesisleri tasarlanırken çok pahalı sistemler ile en iyi verimin elde edileceği yanılgısına düşüp büyük yatırımların bu tip tesislere aktarılması tesisin ekonomik özelliğini ortadan kaldıracaktır. Ülkemizdeki arıtma tesislerinin büyük çoğunluğu ya aşırı verimle çalışmakta ya da istenilen verimi sağlayamamaktadır.

Bunun en önemli iki nedeni;

1. Tesisin işletilmesi ve takibi için laboratuvar imkânlarının bulunmaması ve tesisleri işletecek kalifiye personelin istihdam edilmemesi.
2. Proses ve ekipman açısından yapılan yanlış seçimlerin tesisi istenilen kapasiteye ulaştırılamamasıdır.

Bu faktörler arıtma tesislerinde ızgaralarda tıkanıklık, kum tutucularda organik maddelerin çökmesi, ön çökeltim havuzlarında; siyah çamur, yüzen çamur, çamur kabarması, sertleşmiş çamur, gres ve köpük gibi problemlerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Biyolojik arıtmada ise; havalandırma havuzlarında köpük oluşumu ve çamur kabarması gibi problemler ortaya çıkmaktadır.

Yaşanan problemler incelendiğinde bunların büyük bir bölümünün projelendirme hatası olduğu yada personelin arıtma konusunda yeterli eğitiminin olmaması ve üniteler arasındaki işleyişi yeterince gözlemleyemeyip, doğru yaklaşımlarda bulunamaması olduğu görülmektedir.

Bu yüzden arıtma tesislerinin projelendirme aşamasında gerek tesisleri dizayn edenlerin deneyimli kişilerden yada kuruluşlardan oluşması ve işleyen personelin mutlaka bu işin eğitimini almış deneyimli kişilerden oluşması veya bu iş için özel bir eğitimden geçirilmesi, bu problemlerin aşılmasına ve arzu edilmeyen sonuçların elde edilmesine mani olacaktır.

Bu çalışmadan çıkan sonuçlara ve edinilen gözlemlere göre ortaya çıkan öneriler ise aşağıda sıralanmıştır.

- Arıtma tesisinin projesini hazırlayan inşaat ve montaj aşamasında bulunan teknik ekip, uygulama deneyimi olan personellerden oluşmalıdır.
- Atıksu arıtma tesisleri tasarlanırken fizibilite çalışmasına önem verilmelidir. Tesislerin planlama aşamalarından itibaren ilgili mevzuat, yönetmelik, genelge ve tebliğlerin dikkate alınıp gerekli izinlerin ve onayların alınması gerekmektedir.
- Planlama sürecinde tesis yerinin seçimi ve alıcı ortamın özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Proje içerisindeki hesaplamalarda yapılan kabuller tesisin bulunduğu bölgenin nüfus, yağış, sosyoekonomik durum vb. özelliklerinin göz önüne alınarak yapılması gerekmektedir.
- Birden fazla firmanın konsorsiyum yaparak yüklendiği yapım işlerinde firmalar arasında çıkan ihtilaf yapım aşamasını olumsuz yönde etkileyebilmektedir.
- Tesisin dizayn aşamasında fizibilite çalışmalarının sağlıklı yapılmaması, kanalizasyon altyapısı, kanalizasyon kullanım kültürü, atıksu ve çamur karakterinin finansmanı sağlayan kuruluşun veya yüklenici firmanın kendi ülkelerinin kriterlerine uygun tasarım yapmaları işletme aşamasında çeşitli sıkıntılara neden olabilmektedir. Tesisin projelendirme ve dizayn aşamalarında bu noktalara dikkat edilmelidir.
- Yüklenici firmaların bazı ekipmanları seçerken maliyet, temin süresi vb. durumları göz önünde bulundurarak üretimden kalkmış veya kalkmak üzere olan, eski modellerden seçmeleri.

Bunun sonucunda işletme esnasında meydana gelecek herhangi bir arızanın giderilmesi yedek parça ile çözülebilecekken üretimden kalkmış bir ekipmanın yedek parçasının maliyeti ya çok pahalıya temin edilebilmekte veya hiç temin edilememektedir.

- Özellikle yükleniciliğini yurtdışındaki yabancı firmaların yaptığı arıtma tesislerinde yedek parça, ekipman, servis hizmetleri temini durumunda yurtdışına bağımlı kalınmaktadır. Bu da temin süresinin uzamasına dolayısıyla ilgili tesisin işletmesinde ciddi aksaklıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.
- Atıksu arıtma tesisinin bağlı bulunduğu kanalizasyon şebekesine farklı endüstrilerden gelebilecek kaçak girişlerin önüne geçilebilmesi için denetim sıklığının artırılması ve caydırıcı cezai müeyyidelerin uygulanması gerekmektedir.
- Yapım aşamasında özellikle inşaat işleri yapılmadan önce beton kalitesi mevsim koşulları vb. noktalarda yeterli denetlenmeler yapılmadığında yapı itibarı ile büyük olan havuzlardan sızıntılar meydana gelebilmektedir.
- Giriş suyunda organik kirleticilerle beraber kum tutucu ünitesinde belirtilen miktarda kum, çakıl ve mıcır gibi malzemeler taşınmaktadır. Izgaraların tıkanması ve atıksuyun ihtiva ettiği katı malzeme nedeni ile ızgara kanallarında kum ve çakıl birikmesi sorunu oluşmaktadır. Burada ızgara temizliğine dikkat edilmelidir.
- Yoğunlaştırıcı içerisinde ki katı maddelerin uzun bekleme süresi nedeniyle (sıcaklık faktörünün birleşmesiyle) çamur çürüme işlemi bu bölgede başlayabilir. Bu olay yoğunlaştırıcı üzerinde yüzer katı malzeme ve gaz oluşmasına neden olur. Yoğunlaştırma havuzunda oluşan kalın çamur tabakası ve tank içerisinde bulunan atıksuyun renk değiştirmesi, tank içerisinde bulunan malzemelerin uzun süreden (1- 2 günden fazla süre) beri bekliyor anlamına gelmektedir. Burada bekleme süresine dikkat edilmelidir.
- Çamur yoğunlaştırma tanklarında çamur yoğunluğu % 10'nun üzerinde olması durumunda karıştırıcının motorunda ve sıyrıcılarında arızalara neden olmaktadır.

- Eski model ekipmanların veriminin düşük olması da ayrı bir problem olarak ortaya çıkmaktadır.
- Çürümüş çamur depolama tankında, çamurun homojen olarak karıştırılması için kullanılan mikserlerin karıştırmada yetersiz kalması tank taban ve yüzeyinde malzeme birikmesi, çamur susuzlaştırma ünitesine sulu çamur gönderilmesi gibi bazı sorunlara neden olmaktadır. Özellikle tank tabanında malzeme birikmesi; depolama tankının, çürütücülerden gelen çürümüş çamuru depolamada yetersiz kalmasına ve kısa bir sürede maksimuma ulaşarak tank içerisinde ki karışımın sağlanması için ideal çamur yüksekliğini aşmasına neden olmaktadır.
- Birleşik sistemde yağmur suları fazla olduğu zaman biyolojik arıtmada sorunlara neden olmaktadır.
- Atıksu toplama sisteminin yağmur suyunun karışmadığı ayırık sistem olarak tasarlanması gerekmektedir.
- Tesis projelendirildiğinde farklı sektörlerden tesise gelebilecek sulara göre tesisin projelendirilmesi, işletme aşamasında oluşabilecek sıkıntıları gidermiş olacaktır.
- Tesislerde işletme ve bakım planı oluşturulmalı, günlük yapılacak işler tanımlanmalıdır.
- Atıksu arıtma tesislerinde, gerekli bilgi ve deneyime sahip, belirli sayıda eğitilmiş personel çalıştırılmalıdır. Personele yönelik eğitim programları düzenlenmeli, eğitimin sürekliliği ve katılımı sağlanmalıdır
- Proses kontrolü için gerekli olan parametrelerin analizleri yapılmalı ve bu parametreler günlük izlenmelidir. İşletme sorunu gelişmeye başladığı zaman, sorunun nedenini anlamaya yardımcı olan proses kayıtları tutulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Altınbaş, U.,** 2001. Nutrient removal from low strength domestic wastewater in sequencing batch biofilm reactor, *Water Science and Technology*, Vol.44, No.1, pp 181-186.
- Aecom Turkey Danışmanlık ve Mühendislik Ltd. Şti.,** 2011. Şanlıurfa Belediyesi AAT ve kollektör hatları projesi, Çevresel etki değerlendirmesi raporu, Ankara.
- Bakıcı, İ.,** 2003. Atıksu Arıtma Tesisinin İşletilmesi.
- Balman, V.,** 2002. Çevre Kirliliği Kontrolünde Atıksu Arıtımı, Atılım Yayınları, Ankara.
- Bilstad, T.,** 1997. Membrane Operations. Wat. Sci. Tech. Vol. 36, No.2-3, 17-24.
- Baltaş, S.,** 2014. Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi, İş Akım Şeması ve Proses Özeti, SİSKİ, Siirt.
- Ciardelli, G., Corsi, L., Marcucci, M.,** 2000. Membrane Separation for Wastewater Reuse in the Textile Industry, *Resources, Conservation and Recycling* 31, 189-197. 242
- Dağ, M.,** 2002. Evsel Nitelikli Atıksular İçin Arıtma Prosesleri, Çevre Mühendisliği Uygulamaları, ÇMO, Ankara.
- Demirel, G.,** 2002. Çevre Mühendisliği Uygulamaları, ÇMO, Ankara.
- DİSKİ,** 2004 . Ön İşletme Kitabı.
- Derin, O., Artan, N.,** 1994. Modelling of Activated Sludge Systems, TÜ Techonomic Publishing Company.
- Dağ, C.M.,** 2002. Çevre Mühendisliği Uygulamaları, Çevre Mühendisleri Odası, s. 63-74, Ankara.
- Eckenfelder, W. W. Jr.,** 1980. Principles of Water Quality Management 3rd ed., CBI Publishing Company Inc., s. 717, USA.
- Eroğlu, V.,** 2002. Atıksuların Tasfiyesi, Su Ürünleri Vakfı.
- İleri R.,** 2000. Çevre Biyoteknolojisi, Değişim yayınları.
- Metcalf ve Eddy.,** 2000. Wastewater Engineering, Treatment Disposal Reuse,. McGraw-Hill International Editions.
- Muslu Y.,** 1998. Çevre Mühendisliğinin Esasları, 1. Baskı, İTÜ, İstanbul.

- Muslu, Y.**, 1990. Kullanılmış Suların Tavsiyesi. 2. cilt, İstanbul Teknik Üniversitesi, s. 567, İstanbul.
- Muslu Y.**, 1998. Çevre Mühendisliğinin Esasları, 1. Baskı, İstanbul İTÜ.
- Malatya Belediyesi**, 2012. Faaliyet Raporu.
- Öbek E., Yakupoğulları Y., Tepe M., Toraman Z.**, 2007. Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi giriş ve çıkış sularının helmintolojik riskinin araştırılması, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Bursa, Cilt 12, Sayı 1.
- Öztürk İ., Timur, H., Koşkan U.**, 2005. Atıksu Arıtımının Esasları, İstanbul.
- Peavy, H.S.**, 1985. Environmental Engineering 1st ed., *Mc Graw Hill Inc.*, s. 719, Singapore.
- Patterson, J.W.**, 1977. Waste Water Treatment Technology, *Science Publishers Inc.*, s. 43-81, USA.
- Reible, D.D.**, 1999. “Fundamentals of Environmental Engineering 1st ed.”, CRC Pres LLC, s. 526, Germany.
- Syed R.**, 1985. Wastewater Treatment Plants, Treatment, Design, and Operation, CBS Publishing Japan Ltd.
- Soyupak, S.**, 1997. Atıksu Arıtma Tesislerinin Planlanması, Ortadoğu Amme İdaresi Enstitüsü, Ankara.
- Soli J. Arceivala**, 2002. Çevre Kirliliği Kontrolünde Atıksu Arıtımı, Tata McGraw –Hill Publishing company limited.
- Syed R.**, 1999. Wastewater Treatment Plants, Planning, Design, and Operation, Technomic publication.
- Samsunlu A.**, 2006. Atıksuların Arıtılması, 3.baskı, İTÜ, İstanbul.
- T.C. Resmi Gazete**, 31.12.2004, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, (25687).
- Tuncer F.**, 2012. AAT Faaliyeti, İş Akım Şeması ve Proses Özeti, Elazığ Belediyesi, Elazığ.
- Toprak, H.**, 1999. Atıksu Arıtma Sistemlerinin Tasarım Esasları, Cilt 1, DEÜ Müh. Fak. Yayınları, İzmir.
- Toprak, H.**, 2002. Çamurların Susuzlaştırılması, Çevre Mühendisliği Uygulamaları, ÇMO, Ankara.

- Tokgöz, S.**, 2002. Arıtılmış Atıksuyun ve Arıtma Çamurlarının Geri Kazanımı, Çevre Mühendisliği Uygulamaları, ÇMO, Ankara.
- Uyanık A.**, 2011. Merkez Atıksu Arıtma Tesisi, İş Akım Şeması ve Proses Özeti, GASKİ, Gaziantep.
- VASKİ**, 2013. Atıksu Arıtma Tesisi Yönetim, İşletme ve Bakım Hizmetleri Faaliyet Raporu. Van Belediye Başkanlığı.
- Wesley, W., Eckenfelder, Jr.**, 1989. Industrial Water Pollution Control, ,McGraw-Hill International Editions.
- Water Environment Federation**, 1996. Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants, Manual of Practice No. 11, Chapter 19.
- Water Environmental Federation**, 1998. Biological and Chemical Systems for Nutrient Removal, A special publication.
- Yayla, F. ve Kaçar, A.**, 1991. Çevre ve Mühendis Dergisi.
- Yalçın, F., Koyuncu, I., Öztürk, İ., and Topacık, D.** 1999. Pilot Scale UF and RO Studies on Water Reuse in Corrugated Board Industry. *Wat. Sci. Tech.* Vol.40, No.4-5, 303-310.

ÖZGEÇMİŞ

30/03/1987 tarihinde Diyarbakır'da doğdum. İlköğretim ve lise tahsilimi Diyarbakır'da tamamladım. 2006 yılında Fırat Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünü kazandım. 2007 yılında Anadolu üniversitesi İktisat Fakültesine kayıt yaptırdım. 2010 yılında Fırat Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun oldum. 2011 yılında Bingöl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne kayıt yaptırdım. Aynı yıl Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü Çevre Teknolojisi Ana Bilim Dalında yüksek lisansa başladım. 2011 yılında Anadolu üniversitesi İktisat Fakültesi Kamu yönetimi bölümünden, 2015 yılında ise Bingöl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden mezun oldum.