

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KENTSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİ
VE
İŞLETME SORUNLARI**

**Tezi Hazırlayan
Gülcan TURAN**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Temmuz 2014
NEVŞEHİR**

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KENTSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİ
VE
İŞLETME SORUNLARI**

**Tezi Hazırlayan
Gülcan TURAN**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Temmuz 2014
NEVŞEHİR**

Doç. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA danışmanlığında **Gülcan TURAN** tarafından hazırlanan "**Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri ve İşletme Sorunları**" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

11/072014

JÜRİ

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Erkan KALIPCI

Üye : Doç. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA

Üye : Yrd. Doç. Dr. Kemal ŞEN

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun...14.7.2014... tarih ve...26-02... sayılı kararı ile onaylanmıştır.



TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Gülcan TURAN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince tüm bilgilerimi benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan Sayın Hocam Doç. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA'ya, ikinci tez danışmanım olan Sayın Hocam Doç. Dr. Mustafa IŐIK'a ve Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Erkan KALIPCI'ya,

Maddi ve manevi olarak her zaman desteklerini hissettiren değerli AİLEME,

Desteğinden dolayı Dr. Yeter TURSUN'a ve Çevre Mühendisi Taner ALKAY'a,

Teknik yardımlarından dolayı Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İSU Genel Müdürlüğü Arıtma Tesisleri Daire Başkanlığı çalışanlarına teşekkür ederim.

KENTSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİ VE İŞLETME SORUNLARI
(Yüksek Lisans Tezi)

Gülcan TURAN

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2014

ÖZET

Bu çalışmada, kentsel atıksu arıtma tesislerine gelen atıksuların kaynakları, miktarı, özellikleri ile uygulanan arıtım prosesleri değerlendirilerek karşılaşılan işletme sorunları ve sorunlara yönelik çözüm önerileri belirlenmiştir. Kocaeli ilinde faaliyet gösteren evsel ve endüstriyel atıksuların arıtıldığı 42 Evler Atıksu Arıtma Tesisi ile sadece evsel atıksuların arıtıldığı Plajyolu Atıksu Arıtma Tesisi'nin son iki yıla ait proses, giriş ve çıkış atıksu analiz sonuçları değerlendirilerek atıksu karakterizasyonu yapılmıştır. Tesislerde uygulanan arıtma prosesleri hakkında detaylı bilgi verilmiş, karşılaşılan işletme sorunları tanımlanmış ve çözüm önerileri sunulmuştur. Atıksu arıtma tesislerinin planlama ve işletme sürecinde atıksu karakterizasyonunun bilinmesi, uygun işletme parametrelerinin seçilmesi ve yapılan sağlıklı bir bakım yönetiminin işletme sorunlarının çözümünde önemli rol oynadığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Atıksu, Arıtma, Aktif Çamur, İşletme Sorunları.

Tez Danışman: Doç. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA

Sayfa Adeti: 90

**URBAN WASTEWATER TREATMENT PLANTS AND OPERATING
PROBLEMS**

(M. Sc. Thesis)

Gülcan TURAN

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

July 2014

ABSTRACT

In this study, the sources, amount and characteristics of municipal wastewater and applied treatment processes are assessed; the operating problems encountered and the solutions advised are reviewed as well. The last two years process, inlet and outlet wastewater analysis and wastewater characterization of Kocaeli 42 Evler Domestic and Industrial Wastewater Treatment Plant and Kocaeli Plajyolu Domestic Wastewater Treatment Plant are represented. Detailed information about applied wastewater treatment processes in these plants is given, operating problems encountered are defined and solutions are recommended. Knowing the characterization of wastewater during planning and operating period, choosing the appropriate parameters for operation and sufficient method of maintenance play significant role according to this thesis.

Keywords: Wastewater, Treatment, Active Sludge, Operating Problems.
Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA
Page Number: 90

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
RESİMLER LİSTESİ	xv
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ	xvi
1. BÖLÜM	
GİRİŞ	1
2. BÖLÜM	
GENEL BİLGİLER.....	
2.1. Atıksular	4
2.1.1. Evsel atıksular	4
2.1.2 Endüstriyel atıksular.....	5
2.1.3 Kentsel atıksular	5
2.2. Atıksu Arıtımı	6
2.3. Atıksu Arıtma Yöntemleri.....	7
2.3.1. Fiziksel arıtma	7
2.3.2. Kimyasal arıtma	7
2.3.3. Biyolojik arıtma.....	8

2.3.4.	İleri arıtma	9
2.4.	Kentsel Atıksuların Arıtılmasında Temel İşlemler	9
2.4.1.	Ön (Birincil) arıtma üniteleri.....	10
2.4.1.1.	Izgaralar.....	11
2.4.1.2.	Kum tutucular.....	11
2.4.1.3.	Dengeleme havuzları.....	11
2.4.1.4.	Çöktürme havuzları	12
2.4.2.	İkincil arıtma yöntemleri.....	12
2.4.2.1.	Aktif çamur sistemi ve modifikasyonları	12
2.4.2.2.	Damlatmalı filtreler	15
2.4.2.3.	Biodisk üniteleri	15
2.4.2.4.	Ardışık kesikli reaktörler (AKR).....	15
2.4.2.5.	Anaerobik arıtma prosesleri	16
2.4.2.6.	Son çöktürme havuzları.....	16
2.4.3.	Üçüncül (İleri) arıtma üniteleri	17
2.4.3.1.	Azot giderimi.....	17
2.4.3.2.	Fosfor giderimi.....	17
2.4.4.	Arıtma çamuru işlenmesi ve arıtımı	18
2.4.4.1.	Çamur stabilizasyonu	18
2.4.4.2.	Anaerobik çürüme	18
2.4.4.3.	Aerobik çürüme.....	19
2.4.4.4.	Yoğunlaştırma	19
2.4.4.5.	Çamurun suyunun alınması.....	19
2.5.	İşletim Parametreleri	19

2.5.1.	Sıcaklık	20	
2.5.2.	pH	20	
2.5.3.	Çözünmüş oksijen	21	
2.5.4.	BOİ	21	
2.5.5.	KOİ	21	
2.5.6.	AKM	21	
2.5.7.	Azot	21	
2.5.8.	Fosfor	22	
3. BÖLÜM			
MATERYAL VE YÖNTEMLER			23
3.1.	42 Evler Atıksu Arıtma Tesisi.....	23	
3.1.1.	42 Evler AAT üniteleri.....	27	
3.1.1.1.	Otomatik temizlemeli ince ızgara ve ızgara presi	30	
3.1.1.2.	Elle temizlemeli kaba ızgara	30	
3.1.1.3.	Giriş pompa istasyonu.....	31	
3.1.1.4.	Havalandırılmalı kum tutucu ve yağ tutucu	31	
3.1.1.5.	Dengeleme havuzu	32	
3.1.1.6.	Ön çöktürme havuzu	32	
3.1.1.7.	Havalandırma havuzu.....	33	
3.1.1.8.	Son çöktürme havuzu	34	
3.1.1.9.	Klor temas havuzu.....	35	
3.1.1.10.	Çamur yoğunlaştırma havuzu.....	35	
3.1.1.11.	Çamur susuzlaştırma ünitesi (Dekantör).....	35	
3.2.	Plajyolu Atıksu Arıtma Tesisi.....	36	

3.2.1.	Plajyolu AAT üniteleri	40	
3.2.1.1.	P4 Pompa istasyonu ve manevra odası	42	
3.2.1.2.	Otomatik temizlemeli ince ızgara	43	
3.2.1.3.	Havalandırılmalı kum tutucu ve yağ tutucu	43	
3.2.1.4.	Geri devir çamuru (RAS) bekletme havuzu.....	44	
3.2.1.5	Biyolojik fosfor giderme havuzu (Anaerobik havuzlar)	44	
3.2.1.6.	Aktif çamur havuzları (Anoksik ve oksik havuzlar)	46	
3.2.1.7.	Dağıtım yapısı	47	
3.2.1.8.	Son çöktürme havuzları.....	47	
3.2.1.9.	Yükleme odası.....	48	
3.2.1.10.	Çamur geri devir pompa odası	48	
3.2.1.11.	Aerobik çamur çürütücü.....	48	
3.2.1.12.	Çamur susuzlaştırma ünitesi (Dekantör).....	49	
3.3.	Numune Alma ve Analiz Yöntemleri	49	
3.4.	Kullanılan Cihazlar ve Ekipmanlar	50	
4. BÖLÜM			
BULGULAR			51
4.1	Atıksu Karakteristiği	51	
4.1.1.	42 Evler AAT	51	
4.1.2.	Plajyolu AAT	57	
4.2.	Tesislerin İşletilmesi	63	
4.2.1.	42 Evler AAT	63	
4.2.1.	Plajyolu AAT	66	
4.3.	İşletme Sorunları	68	

4.3.1.	Planlama ve tasarım aşamasında yapılan hatalar	68	
4.3.2.	İşletme aşamasında karşılaşılan sorunlar	70	
4.3.2.1.	42 Evler AAT	70	
4.3.2.2.	Plajyolu AAT	73	
4.3.3.	Bakım yönetiminin sağlanmasından kaynaklı sorunlar	75	
4.3.4.	Operatörden kaynaklı sorunlar	75	
4.3.5.	Arıtma tesisi yöneticisinden kaynaklı sorunlar	76	
4.4.	İşletme Sorunlarına Yönelik Çözüm Önerileri.....	76	
5. BÖLÜM			
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....			79
KAYNAKLAR.....			85
ÖZGEÇMİŞ.....			90

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Evsel atıksuların genel bileşimi.....	5
Tablo 2.2. Türkiye’deki bazı şehir atıksularının karakterizasyonu	6
Tablo 2.3. Aktif çamur prosesleri için tasarım parametreleri.....	13
Tablo 3.1. 42 Evler AAT tasarım debileri	24
Tablo 3.2. 42 Evler AAT tasarım kirlilik yükü değerleri	24
Tablo 3.3. 42 Evler AAT deşarj suyu kalitesi değerleri	24
Tablo 3.4. 42 Evler AAT’ye bağlı olan endüstriler ve debileri	25
Tablo 3.5. Atıksu deşarjlarında uyulması gereken sınır değerler	26
Tablo 3.6. Alıcı ortam deşarjında uyulması gereken değerler	27
Tablo 3.7. İnce ızgara özellikleri	30
Tablo 3.8. Kaba ızgara özellikleri	30
Tablo 3.9. Giriş pompa istasyonu özellikleri.....	31
Tablo 3.10. Havalandırmalı kum tutucu ve yağ tutucu özellikleri	32
Tablo 3.11. Dengeleme havuzu özellikleri	32
Tablo 3.12. Ön çöktürme havuzu özellikleri	33
Tablo 3.13. Havalandırma havuzu özellikleri	34
Tablo 3.14. Son çöktürme havuzu özellikleri.....	34
Tablo 3.15. Klor temas havuzu özellikleri	35
Tablo 3.16. Çamur yoğunlaştırma havuzu özellikleri	35
Tablo 3.17. Çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri	36
Tablo 3.18. Plajyolu AAT tasarım debileri	37
Tablo 3.19. Plajyolu AAT kirlilik yükü değerleri	37
Tablo 3.20. Plajyolu AAT deşarj su kalitesi değerleri	38

Tablo 3.21. Alıcı ortam deşarjında uyulması gereken değerler.....	39
Tablo 3.22. Kentsel atıksu arıtım tesislerinde ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri	39
Tablo 3.23. P4 pompa istasyonu özellikleri	42
Tablo 3.24. İnce ızgara özellikleri	43
Tablo 3.25. Havalandırmalı kum tutucu ve yağ tutucu özellikleri	44
Tablo 3.26. RAS havuzu özellikleri	44
Tablo 3.27. Biyolojik fosfor giderme havuzu (anaerobik havuzlar) özellikleri	45
Tablo 3.28. Denitrifikasyon (anoksik) havuzların özellikleri.....	46
Tablo 3.29. Nitrifikasyon (oksik) havuzların özellikleri	46
Tablo 3.30. Son çöktürme havuzları özellikleri	47
Tablo 3.31. Aerobik çamur çürütücü özellikleri.....	48
Tablo 3.32. Çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri	49
Tablo 3.33. Analizlerde kullanılan metotlar	50
Tablo 3.34. Analizlerde kullanılan cihazlar ve ekipmanlar.....	50
Tablo 4.1. Tesisin giriş ve çıkış numunelerine ait renk analizi sonuçları	51
Tablo 4.2. Evler AAT 2012 yılı ağır metal giriş değerleri	52
Tablo 4.3. 42 Evler AAT 2013 yılı ağır metal giriş değerleri	52
Tablo 4.4. 42 Evler AAT 2012 yılı analiz sonuçları	53
Tablo 4.5. 42 Evler AAT 2013 yılı analiz sonuçları	53
Tablo 4.6. 2012 Yılı havalandırma havuzları MLSS ve MLVSS değerleri	55
Tablo 4.7. 2012 Yılı bertaraf edilen çamur ve polielektrolit kullanım miktarları	56
Tablo 4.8. 2013 Yılı havalandırma havuzları MLSS ve MLVSS durumu.....	56
Tablo 4.9. 2013 Yılı bertaraf edilen çamur ve polielektrolit kullanım miktarları	57
Tablo 4.10. Plajyolu AAT 2012 yılı analiz sonuçları	58

Tablo 4.11. Plajyolu AAT 2013 yılı analiz sonuçları	58
Tablo 4.12. 2012 Yılı havalandırma havuzları MLSS ve MLVSS değerleri	61
Tablo 4.13. 2012 Yılı bertaraf edilen çamur ve polielektrolit kullanım miktarları	61
Tablo 4.14. 2013 Yılı havalandırma havuzları MLSS ve MLVSS durumu	62
Tablo 4.15. 2013 Yılı bertaraf edilen çamur ve polielektrolit kullanım miktarları	63
Tablo 4.16. 42 Evler AAT işletme bilgileri	64
Tablo 4.17. Plajyolu AAT işletme bilgileri	67

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	42 Evler AAT vaziyet planı	28
Şekil 3.2.	42 Evler AAT akım şeması	29
Şekil 3.3.	Plajyolu AAT vaziyet planı.....	41
Şekil 3.4.	Plajyolu AAT akım şeması	42

RESİMLER LİSTESİ

Resim 3.1. 42 Evler AAT genel görünümü.....	28
Resim 3.2. Plajyolu AAT genel görünümü	40

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AAT	Atıksu arıtma tesisi
AKDY	Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği
AKM	Askıda katı madde
AKR	Ardışık kesikli reaktör
BOİ	Biyolojik oksijen ihtiyacı
Ç.O.	Çözünmüş oksijen
ÇKM	Çökebilir katı madde
F/M	Organik madde/bakteri kütlesi
İSU	Kocaeli Su ve Kanalizasyon İdaresi
KAAY	Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği
KAS	Katı alıkonma süresi
KOİ	Kimyasal oksijen ihtiyacı
MLSS	Karışık sıvıda katı madde
MLVSS	Karışık sıvıda uçucu katı madde
ORP	Oksidasyon redüksüyon potansiyeli
RAS	Geri devir çamuru
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
TKAÇS	Tam karışımli aktif çamur süreci
TKM	Toplam katı madde
TN	Toplam azot
TP	Toplam fosfor
TOK	Toplam organik karbon
UAKM	Uçucu askıda katı madde
θ_c	Çamur yaşı

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda kirlenmiş veya özellikleri kısmen veya tamamen değişmiş sular ile maden ocakları ve cevher hazırlama tesislerinden kaynaklanan sular ve şehir bölgelerinden cadde, otopark ve benzeri alanlardan yağışların yüzey veya yüzey altı akışa dönüşmesi sonucunda oluşan sulara atıksu denir. Suların çeşitli kullanımlar sonucunda atıksu haline dönüşerek yitirdikleri fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinin bir kısmını veya tamamını tekrar kazandırabilmek ve/veya boşaldıkları alıcı ortamın doğal fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirebilmek için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemlerinin birine veya birkaçına atıksu arıtma denir [1].

Arıtma ihtiyacı, ham atıksuyun miktarı, özellikleri, arıtılmış atıksuların verildiği alıcı ortamın kullanım maksadı ve deşarj standartlarına göre belirlenmektedir. Bahsedilen değişkenlere göre atıksu fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle veya bu yöntemlerin değişik kombinasyonları ile arıtılabilirler. Organik kirlilik içeren birçok evsel ve endüstriyel atıksuların arıtımında yaygın olarak kullanılan yöntem aktif çamur yöntemidir.

Aktif çamur yöntemi biyolojik arıtım yöntemlerinin en önemlilerindedir. Evsel atıksu arıtımında ve endüstriyel atıksu arıtımında ikincil arıtım olarak ülkemizde ve dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır [2]. Kutuplardan çok sıcak tropik ülkelere, dünyanın farklı iklim şartlarına sahip bölgelerinde aktif çamur birimlerine rastlamak mümkündür. Pek çok avantajının yanında aktif çamur birimlerinde sorunlarda yaşanmaktadır. Başlangıçta oldukça verimli olan tesislerde, arıtılmakta olan kullanılmış suların debilerinin hesaplanan değer in üstünde çıkması, gerekse ekonomik koşullar ve endüstriyel gelişme nedeniyle özelliklerinin değişmesi sonucunda çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır. Bunların giderilmesi için tasarım kriterleri yeniden gözden geçirilmekte ve karşılaşılan çeşitli sorunlar için proses değişimleri araştırılmaktadır [3].

Literatürde, atıksu arıtma tesislerine gelen atıksuların karakterizasyonu ve arıtma tesislerinde karşılaşılan işletme sorunlarını konu alan çalışmalara rastlanmıştır.

Erdoğan vd., çalışmalarında Türkiye’de atıksu arıtma tesisi tasarımına esas teşkil edecek temsil edici atıksu karakterizasyonunu, kirletici parametrelerin tipik değerlerini, birim kirletici yüklerini ve atıksu miktarını belirlemek amacıyla değişik ülkelerde yapılmış çalışmalarla, Türkiye’deki uygulamalar göz önüne alınarak önceden yapılmış ölçüm sonuçlarını dikkate almıştır. Çalışma kapsamında Ankara, Isparta, Antalya, Tarsus ve İzmir şehirlerinde yürütülen uzun süreli atıksu analiz ölçümleri de istatistiksel bazda değerlendirilerek nüfusa bağlı atıksu miktar ve konsantrasyonları evsel atıksu arıtma tesisi tasarımı için önerilmiştir [4].

Arslan ve Ayberk, çalışmalarında İzmit Endüstriyel ve Evsel Atıksu Arıtma Tesisi (42 Evler Atıksu Arıtma Tesisi) atıksularının karakterizasyonu ve tesisin mevcut verimini incelemiş, atıksu karakterinin çok geniş bir aralıkta değiştiğini gözlemiştir [5].

Toprak, çalışmasında atıksu arıtma sistemlerinde alternatif prosesleri anlatmış, bu proseslerin tasarım kriterleri ve işletme esasları ile ilgili bilgiler vermiştir [6].

Özalp, çalışmasında Ankara ASKİ atıksu özelliklerini ve uygulanan arıtma sistemini değerlendirerek, Türkiye ve dünyada atıksu arıtma tesislerinin durumu, uygulanan arıtma teknolojileri ve mevcut sorunları tartışmıştır [7].

Akyüz, çalışmasında Osmanbey Atıksu Arıtma Tesisi’nin ilk işletmeye alınma sürecinde tesisteki proseslerin arıtma verimlerini incelemiş ve arıtım verimliliğini arttırmak için sistemlerin işletim şartlarını belirlemiştir. Oluşan işletim problemlerini tespit ederek bu sorunları ortadan kaldırmak üzere çözüm önerileri sunmuştur [8].

Öz, çalışmasında fiziko-kimyasal biyolojik arıtma tesisinde karşılaşılan işletme sorunlarını tanımlamış, seçenekli çözüm önerileri sunmuştur [9].

Çınar, çalışmasında Karamürsel Atıksu Arıtma Tesisi'nin giriş ve çıkış atıksu analiz sonuçlarını değerlendirmiş ve karşılaşılan işletme sorunlarını tanımlamıştır. Karşılaşılan işletme sorunlarına yönelik çözüm önerileri sunmuştur [3].

Bu çalışmada, kentsel atıksu arıtma tesislerine gelen atıksuların kaynakları, miktarı, özellikleri ile uygulanan arıtım prosesleri değerlendirilerek karşılaşılan işletme sorunları ve sorunlara yönelik çözüm önerileri sunulmuştur.

Kocaeli ilinde faaliyet gösteren 42 Evler Atıksu Arıtma Tesisi ve Plajyolu Atıksu Arıtma Tesisi'nin son iki yıla ait atıksu analiz sonuçları değerlendirilerek atıksu karakterizasyonu yapılmıştır. Kentsel atıksu karakteristiği ile ilgili literatür veriler kullanılarak bahse konu tesislerin atıksu karakteri karşılaştırılmıştır. Tesislerde uygulanan arıtım prosesleri hakkında detaylı bilgi verilmiş, karşılaşılan işletme sorunları tanımlanmış ve çözüm önerileri sunulmuştur.

Tez çalışmasının amaçları;

- Kentsel atıksu arıtım tesislerine gelen atıksu karakterizasyonunu belirlemek ve literatür verileriyle karşılaştırmak,
- Tesislerdeki işletme sorunlarını ve atıksu karakterinin işletme sorunlarına etkilerini belirlemek,
- Tanımlanan işletme sorunlarına yönelik çözüm önerileri sunmaktır.

2. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

2.1. Atıksular

Atıksu, sıvı veya diğer bir değişle suyun taşıyabildiği, yerleşim birimlerinden, ticari ve endüstriyel kuruluşlardan gelen atıkların ve yer altı sularının, yüzey sularının ve yağışların karışımıdır. Basit bir ifadeyle, bir topluluktan gelen kullanılmış suya atıksu denilmektedir [10].

Atıksular bozunabilir kirleticiler sınıfına girmektedir. Bunlar, kanalizasyon suyu gibi kompleks organik maddeler ve derece derece mikrobiyolojik bozunmaya uğrayan ölü organizmalardır. Bozunabilir maddeler, aynı zamanda fiziksel bozunmaya ve çürümeye uğrayan maddeleri de içermektedir [11].

2.1.1. Evsel atıksular

Yaygın olarak yerleşim bölgelerinden ve çoğunlukla evsel faaliyetler ile insanların günlük yaşam faaliyetlerinin yer aldığı okul, hastane, otel gibi hizmet sektörlerinden kaynaklanan atıksulardır [12].

Evsel atık sular askıda madde, koloidal halde madde ve çözülmüş halde organik ve inorganik maddeler içerir. Atık suyun yoğunluğu, kullanılan temiz suyun kirlenmeden önceki yoğunluğuna ve suyun ne amaçla kullanıldığına bağlı olarak değişebilir. Bu değişikliği iklimsel şartlar, insanların yaşam standartları ve kültürleri yönlendirir. Evsel atık sulara endüstriyel atık suların boşaltılması evsel atık suyun özelliklerini değiştirmektedir [13].

Evsel atıksu sistemlerinde toplanan atıksular çok çeşitli kirleticiler içermektedir. Atıksuların bileşenleri, toplama sistemine karışan atıksuyun miktarı ve tipine bağlı olarak değişir. Buna göre evsel atıksuların genel bileşimi Tablo 2.1’de verilmiştir [14].

Tablo 2.1. Evsel atıksuların genel bileşimi

KİRLLETİCİ PARAMETRELER	KONSANTRASYON (mg/l)		
	ZAYIF	ORTA	GÜÇLÜ
Toplam Katı Maddeler (TKM)	350	720	1200
Askıda Katı Maddeler (AKM)	100	220	350
Çökelebilen Katı Maddeler (ÇKM, ml/l)	5	10	20
Biyolojik Oksijen ihtiyacı (BOİ ₅)	110	220	400
Toplam Organik Karbon (TOK)	80	160	290
Kimyasal Oksijen ihtiyacı (KOİ)	250	500	1000
Toplam Azot (TN)	20	40	85
Toplam Fosfor (TP)	4	8	15

2.1.2. Endüstriyel atıksular

Herhangi bir ticari veya endüstriyel faaliyetin yürütüldüğü alanlardan, evsel atıksu ve yağmur suyu dışında oluşan atıksulardır [12]. Endüstriyel atıksuların karakteristikleri, endüstriden endüstriye birçok farklılıklar göstermektedir. Aynı daldaki endüstrilerde bile, kullanılan hammaddelerin ve uygulanan proseslerin farklılığı, diğer birçok faktörle birlikte çıkan atıksuyun yapısında da farklılıklar oluşturmaktadır [15].

2.1.3. Kentsel atıksular

Evsel atıksu ya da evsel atıksuyun endüstriyel atıksu ve/veya yağmur suyu ile karışımı kentsel atıksuyu ifade etmektedir [16]. Türkiye’de bazı şehir atıksularının karakterizasyonu Tablo 2.2’de verilmiştir [17].

Tablo 2.2. Türkiye'deki bazı şehir atıksularının karakterizasyonu

TESİS	KOİ (mg/l)		BOİ ₅ (mg/l)		AKM (mg/l)		TKN (mg/l)		TP (mg/l)	
	Aralık	Ort.	Aralık	Ort.	Aralık	Ort.	Aralık	Ort.	Aralık	Ort.
İzmir AT	79-1154	424	80-540	202	54-1188	250	16-97	41	2.52-27.6	7.68
Tarsus AT	100-1198	439	140-400	225	19-923	190	21-71	46	15-37	24
Antalya AT	35-704	386	30-475	252	18-840	266	9-50	27	1-14	6
Ankara AT	109-528	305	50-245	159	65-380	147	8-87	40	3.3-12.2	8.2
Isparta AT	184-976	423	150-450	251	75-836	158	-	-	-	-

2.2. Atıksu Arıtımı

Atıksu arıtımı, suların çeşitli kullanımlar sonucunda atıksu haline dönüşerek yitirdikleri fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinin bir kısmını veya tamamını tekrar kazandırabilmek ve/veya boşaldıkları alıcı ortamın doğal fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirebilmek için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemlerinin birini veya birkaçını kapsamaktadır [12].

Atıksu arıtımında temel amaç, suyun kirlilik derecesinin kullanım yerine göre istenilen düzeye indirilmesidir. Bu amaca yönelik olarak atıksu arıtımı genelde üç değişik düzeyde yapılabilir. Birincil arıtma, çok fazla kirli olmayan, sadece bazı basit fiziksel ve kimyasal arıtım yöntemleri ile atıksu standartlarına getirilebilen atıksulara uygulanmaktadır. Çoğu zaman ikincil arıtım birincil arıtımı takip eder. İkincil arıtımda amaç, biyolojik olarak organik maddelerin atıksulardan giderimini sağlamaktır. Üçüncül arıtım, atıksuyun ileri düzeyde arıtılmasını gerektiren özel durumlarda uygulanmaktadır. Bu arıtımda fiziksel ve kimyasal yöntemler birlikte kullanılmaktadır [18].

2.3. Atıksu Arıtma Yöntemleri

2.3.1. Fiziksel arıtma

Fiziksel arıtma atıksuda bulunan çökelebilen, yüzebilen değişik boyutlardaki katı maddelerin, çözünmüş organik/inorganik maddelerin ve gazların uzaklaştırılması amacıyla uygulanan işlemleri kapsamaktadır.

Atıksu arıtımında birinci kademe arıtma işlemlerinin kullanılmasının temelde iki önemli nedeni bulunmaktadır. Bunlardan ilki atıksudaki iri (kaba) maddelerin tutularak arıtma tesisindeki boru ve kanalların tıkanmasının önlenmesi, mekanik aksamın (pompa, vana, aeratör vs.) aşınmaya yönelik korunmasıdır. İkinci önemli neden ise arıtma tesisindeki diğer ünitelere gelecek yüklerin azaltılmasıdır [19]. Arıtma tesislerinde uygulanan fiziksel arıtma üniteleri ızgaralar, elekler, kum tutucular, yüzer madde tutucular, dengeleme, çökeltim ve yüzdürme havuzlarıdır [20].

2.3.2. Kimyasal arıtma

Kimyasal arıtma, atıksularda kirliliğe neden olan çözünmüş, kolloidal ve askıdaki maddelerin uzaklaştırılmasını temin veya hızlandırmak amacıyla, çeşitli kimyasal reaksiyonlardan yararlanılması esasına dayanan genel metodlardır. Kimyasal arıtma suda çözünmüş halde bulunan kirleticilerin, kimyasal reaksiyonlarla çözünürlüğü düşük bileşiklere dönüştürülmesi veya kolloidal ve askıdaki taneciklerin pıhtı ve yumaklar oluşturarak çökeltilmesinin sağlanmasını amaçlar.

Pıhtılaştırma işlemi genellikle hızlı karıştırma ünitelerinde yapılır. Atıksuyun bu ünitelerde kalış süreleri 0.5-5 dakika arasında değişmektedir. Pıhtılaştırma işlemi sonucunda, suda bulunan kolloidler ve kimyasal reaksiyon sonucu oluşan tanecikler çok küçük yumaklar halinde birleşirler. Bu aşamadan sonra suyun yavaş bir şekilde karıştırılması, pıhtılaştırma ile oluşmuş bu parçacıklar birleşerek daha kolay çökebilen büyük yumaklar oluşturmasını sağlar. Yumaklaştırma ünitelerinde suyun kalış süresi 15-60 dakika arasında değişim göstermektedir.

Yumaklaştırma işlemini hızlandırmak, kullanılan yumaklaştırıcıların miktarlarını azaltmak veya arıtma verimini artırmak için kil, kalsit, polielektrolit, aktif silika, çeşitli alkali ve asitler gibi yumaklaştırmaya yardımcı maddeler (koagülant yardımcısı) kullanılır. Yumaklaştırıcı (koagülant) olarak en çok kullanılan kimyasal maddeler $Al_2(SO_4)_3$, $AlCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, CaO , $Ca(OH)_2$ olup, yumaklaştırma yardımcı maddesi olarak en fazla polielektrolitler kullanılmaktadır.

Kimyasal yumaklaştırma sonucunda oluşan yumakların çöktürülmesi için çöktürme havuzları kullanılır. Hızlı karıştırma, yavaş karıştırma ve çöktürme havuzları ayrı birimler olarak inşa edilebildiği gibi, bunların bir arada yapıldığı bileşik sistemler de mevcuttur [20].

2.3.3. Biyolojik arıtma

Atıksu bünyesinde bulunan organik ve kısmen de anorganik kirletici maddelerin, mikroorganizmalar tarafından besin ve enerji kaynağı olarak kullanılmak suretiyle atıksudan uzaklaştırılmaları esasına dayanan metotlardır. Organik maddelerin bir kısmı mikroorganizma hücrelerine, bir kısmı da enerjiye dönüşür [20].

Biyolojik arıtmanın temel amaçları;

- Çözünmüş ve partiküler biyolojik olarak parçalanabilen bileşenleri (organik madde) kabul edilebilir son ürünlere dönüştürmek veya okside etmek (H_2O , H_2S , CO_2 , CH_4),
- Askıda ve çökelemeyen kolloidal katıları biyolojik bir floğa ya da biofilm tarafından yakalanmasını veya bir araya gelmesini sağlamak,
- Azot ve fosfor gibi nütrientleri dönüştürmek ve uzaklaştırmak,
- Bazı durumlarda spesifik iz (eser) organik bileşenleri ve bileşiklerini uzaklaştırmak

olarak sıralanabilir. Biyolojik arıtma yöntemleri, aerobik ve anaerobik olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadır.

2.3.4. İleri arıtma

Nutrientleri, biyolojik olarak kolayca ayrışamayan organikleri, ağır metalleri ve diğer toksik maddeleri içeren tam olarak arıtılmamış atıksuların alıcı ortamlara verilmesi, su kütlelerinin bozulmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple ikincil arıtma, atıksuların arıtılmasında yeterli olmayıp, fiziko-kimyasal arıtma proseslerini de içine alan üçüncül arıtma veya ileri arıtma yöntemleri önem kazanmıştır. Suların daha ileri düzeyde arıtılmaları amacıyla; aktif karbon adsorpsiyonu, iyon değişimi, ters ozmoz, kimyasal indirgeme, yükseltgeme gibi yöntemler kullanılmaktadır [21].

2.4. Kentsel Atıksuların Arıtılmasında Temel İşlemler

Atıksuların arıtılmasında şu temel işlemler kullanılmaktadır:

- Kaba ızgaradan geçirme
 - İnce ızgaradan geçirme
 - Debi ölçümü
 - Atıksuyun terfi edilmesi
 - Kum tutucudan geçirme
 - Ön çöktürme havuzları
- Ön (Birincil) Arıtma Üniteleri
- Biyolojik arıtma
 - Son çöktürme havuzları
 - Dezenfeksiyon
- İkincil Arıtma Üniteleri
- Azot giderimi
 - Fosfor giderimi
- Üçüncül Arıtma Üniteleri
- Atıksu çamuru arıtımı (stabilizasyon/çürütme)
 - Atıksu çamuru susuzlaştırma işlemleri

Ön arıtma üniteleri olarak gruplandırabileceğimiz; kaba ızgaralar, ince ızgaralar ve kum tutucular her atıksu arıtma tesisinde yer alan ünitelerdir. İkincil arıtma üniteleri olarak çok değişik sistemler kullanılabilir. Hangi biyolojik arıtma sisteminin kullanılacağına, projeci proje alanının özelliklerini ve gerekli arıtma verimi ihtiyacını dikkate alarak karar verir. Arıtılmış atıksular eğer sulama suyu olarak kullanılacaksa dezenfeksiyon işlemi tatbik edilmektedir. Eğer projelendirilecek arıtma sistemi azot ve fosfor gideriminden herhangi birini veya her ikisini de kapsıyorsa sistemimiz üçüncül arıtma olarak adlandırılmaktadır. Tüm biyolojik arıtma sistemlerinde yan ürün olarak çamur oluşmaktadır. Bu oluşan çamurun çevreye zarar vermeyecek şekilde bertarafı için değişik çamur çürütme (stabilizasyon) sistemleri ve susuzlaştırma ekipmanları kullanılabilir [22].

Arıtım için önceleri sadece septik havuz içinde çökeltme işlemi uygulanmaktaydı. Daha sonra şehirlerde imhoff havuzlarında arıtma işlemleri gerçekleştirilmeye başlandı. Bu havuzlarda yukarıda kalan kısım ile çökelen kısım alanları oluşmakta olup çökelen kısım eğimli olarak teşkil edilmekte ve buradan düzenli olarak çamur çekimi yapılmaktaydı. Ön arıtımın gelişmesinde son adım, ayırma işleminin ve çökeltme işleminin tamamlanması ve çamur arıtımı ünitelerinin kullanılması ile atılmıştır [23].

2.4.1. Ön (Birincil) arıtma üniteleri

Ön arıtım terimi atıksu içerisinde bulunan katıların fiziksel olarak ayrılması için kullanılmaktadır. Atıksu farklı şekillerde, büyüklük ve yoğunluklarda çeşitli katılar ihtiva etmektedir [26]. 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 [24]. 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 [25]. Herhangi bir giderim fonksiyonu

olmayan debi ölçüm üniteleri de genellikle ön arıtım üniteleri arasında yer almaktadır [26]. Bir tesiste bulunabilecek ön arıtma üniteleri aşağıda belirtilmiştir.

2.4.1.1. Izgaralar

Fiziksel arıtma ünitelerinin arasında en yaygın kullanılan ünitelerin başında ızgara ve elekler gelmektedir. Kullanım amacına göre arıtma tesisinin ilk ünitesi olarak ve/veya diğer ünitelerin önünde yer alabilirler. Arıtma mekanizması; suyun gözenekli veya aralıklı bir ortamdan geçirilmesi sırasında içindeki bez, karton, tahta, dal, yaprak vb. iri katı maddelerin tutulmasıdır.

Izgara sistemleri çubuklar arasındaki açıklıklarına ya da gözenek büyüklüklerine göre kaba, ince ve mikro olarak üç grupta sınıflandırılabilir. Izgaralar bu sınıflandırmaya göre arıtma tesislerinde ardışık olarak (örneğin, önce kaba ardından ince ızgara) birbirini izleyecek biçimde yer alabilirler.

2.4.1.2. Kum tutucular

Kum tutucular arıtma tesislerinde ızgaralardan sonra yer alan, atıksuların içerdiği mineral kökenli, bozunmayan ve kolay çökebilen malzemenin tutulduğu ünitelerdir. Kum, ince çakıl gibi inorganik özellikteki malzemenin tutulmasıyla arıtma tesisindeki boru ve kanallarda birikimin ve mekanik aksamda aşındırıcı etkisinin önlenmesi, takip eden arıtma kademelerinde ortaya çıkabilecek problemlerin azaltılması mümkün olmaktadır. Kum tutucular ile boyutları 2×10^{-2} cm'den büyük olan partiküllerin tutulabileceği, daha küçük boyutlardaki malzeme için çökeltim işleminin uygulanabileceği ifade edilmektedir [27].

2.4.1.3. Dengeleme havuzları

Debi dengeleme, esas itibarıyla bir arıtma prosesi değildir. Değişken akımların dengelenmesi sonucu, arıtma tesisi hemen hemen sabit bir debiye göre projelendirilebilir. Dengeleme havuzları atksu arıtma tesisine gelecek debi ve

konsantrasyon şoklarının giderilmesi yolu ile sistemin arıtma veriminin belirli sınırlar arasında kararlı tutulmasında büyük önem taşımaktadırlar.

2.4.1.4. Çöktürme havuzları

Çökeltim işlemi su ve atıksu arıtımında en yaygın kullanılan temel işlemlerdendir. Kumları ayrılan atıksular havuzlara alınarak çökelebilen ve yüzücü maddelerinden ayrılmaktadır [19].

2.4.2. İkincil arıtma yöntemleri

Ön arıtma metotları ile uzaklaştırılmayan çözünmüş ve kolloidal organik maddelerin uzaklaştırıldığı arıtma basamağıdır. Çözünmüş ve kolloid organik maddeler basit çöktürme metotları ile arıtılamayacağı için, bu maddelerin çökelebilen katılara dönüştürülmesi gerekmektedir. Söz konusu dönüşüm bu maddeler ile mikroorganizmaları (bakteriyi) bir araya getirmekle gerçekleşir.

Mikroorganizmalar çözünmüş ve kolloid maddeler üzerinde beslenirken büyürler ve çoğalırlar bu arada da çözünmüş ve kolloid maddeleri de çökelebilen katılar haline dönüştürürler. İşte ikincil arıtım yöntemleri bu işlemleri gerçekleştiren biyolojik prosesler ve gerekmesi durumunda kullanılan son çöktürme havuzlarını içerirler. Atıksular anaerobik olarak arıtılabilirler de özellikle yüzeysel sular ve evsel veya endüstriyel atıksular çoğunlukla aerobik sistemler ile arıtılırlar. Aerobik ve anaerobik arıtım sistemlerinin ikisinde de bağlı büyüme veya askıda büyüme gerçekleşebilir [24].

2.4.2.1. Aktif çamur sistemi ve modifikasyonları

Biyolojik arıtmada kullanılan en yaygın yöntem aktif çamur sistemleridir. Bu sistem organik kirliliğin, askıda tutulan mikroorganizmalar (heterotrofik bakteriler) yardımıyla giderildiği bir arıtım metodudur [28]. 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 ayrıştırılmaları esnasından yararlanılarak geliştirilen bir aerobik biyolojik arıtma sistemidir [29].

Bu proses, sürekli çalışan havalandırmalı bir havuz ile havuzun çıkışına yerleştirilen bir çökeltim havuzundan ibarettir. Çökeltim çamuru geri döngüyle havuzun girişine verilir ve bir kısmı da sistemden uzaklaştırılır [30]. Karbon giderimi yapan aktif çamur prosesleri için tasarım parametreleri Tablo 2.3'te verilmiştir [28].

Tablo 2.3. Aktif çamur prosesleri için tasarım parametreleri

PROSES ÇEŞİTLERİ	θ_c , Gün	F/M, kg BOI/kgTAKM.g	kg BOI ₅ / m ³ .g	TAKM, mg/l	t=V/Q, sa	Q _r /Q
Klasik	5-15	0.2-0.4	0.32-0.4	1500-3000	4-8	0.25-0.75
Tam karışımli	5-15	0.2-0.6	0.8-1.92	2500-4000	3-5	0.25-1
Kademeli besleme	5-15	0.2-0.4	0.64-0.96	2000-3500	3-5	0.25-0.75
Temas stabilizasyonu	5-15	0.2-0.6	0.96-1.2	1000-3000	0.5-1	0.5-1.5
Uzun havalandırmalı	20-30	0.05-0.15	0.16-0.4	3000-6000	18-36	0.5-1.5
Yüksek-hızlı havalandırma	5-10	0.4-1.5	1.6-16	4000-10000	2-4	1-5
Oksidasyon hendeği	10-30	0.05-0.3	0.08-0.48	3000-6000	8-36	0.75-1.5
AKR	-	0.05-0.3	0.08-0.24	1500-5000	12-50	-

Aktif çamur sistemlerinin tam karışımli, kademeli beslemeli-havalandırmalı, piston akımlı, kontakt (temas), uzun havalandırmalı aktif çamur süreci ve oksidasyon hendeği gibi çeşitli konfigürasyonları mevcuttur. Aktif çamur prosesinin konfigürasyonları ise aşağıda özetlenmiştir.

Tam karışımli aktif çamur sürecinin (TKAÇS) en genel tanımı, havuz içerisindeki kirletici madde konsantrasyonu ile mikroorganizma konsantrasyonunun havuzun her noktasında aynı olduğu şeklinde yapılabilir. Giren atıksu hızla tüm havuz içeriğine yayılır ve katılar, solunum hızı ve çözünmüş BOI₅ bazında ölçülen işletme özellikleri havuzun her kesiminde aynıdır. Havuzun her noktasındaki özellikler aynı olduğundan, çıkış suyu kalitesi de havuz içeriğine özdeştir. Çıkış suyu büyük miktarda mikroorganizma ve kısıtlı besin maddesi içerir. TKAÇS'nin bu özelliği sayesinde,

organik yüklemelerdeki salınımlar, çıkış suyu kalitesinde azalma yaratmadan sönmelenmektedir.

Kademeli havalandırma, piston akımlı reaktörlerin bir modifikasyonudur. Bu süreçte, giriş suyu havuzun uzunluğu boyunca iki veya daha fazla noktadan verilir. Böylelikle, oksijen gereksinimi nispeten daha düşüktür ve basamak havalandırma gereksinimi ortadan kaldırılmıştır. Giren organik yük havuz içeriğindeki MLSS'e kademeli olarak dağıtıldığından, sistemde değişik bir mikrobiyal üreme söz konusudur.

Piston akımlı reaktörler, uzunluk:genişlik oranının yüksek tutulması ile ya tek bir havuzda ya da tam karışım küçük reaktörlerin birbirine seri bağlanması ile birden fazla sayıda havuzda gerçekleştirilebilir. Piston akımlı reaktörlerde genelde difüze havalandırma uygulanmaktadır [31].

Kontak stabilizasyon metodu, aktif çamurun absorplama özelliklerinden faydalanmak amacıyla geliştirilmiştir. Çöktürülmüş atıksular geri devir çamuru ile karıştırılıp kontak havuzunda 30-90 dakika süreyle havalandırılır. Bu esnada organik maddeler çamur flokları tarafından absorbe edilir. Son çöktürme 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 atılmaktadır [32].

Uzun havalandırılmalı aktif çamur sürecinde, ham atıksu ızgaralardan ve kum tutuculardan sonra doğrudan doğruya havalandırma havuzuna verilir. Buradaki şartlar tamamen aerobik özelliktedir. Atıksuyun havalandırma havuzundaki kalış süresinin uzun olmasından dolayı bu prosese uzun havalandırma prosesi denmektedir [11]. Uzun havalandırılmalı aktif çamur süreci ya tam karışım küçük ya da piston akımlı reaktör olarak tasarılır. Tek farkı hidrolik alıkonma süresinin en az 18 saat olmasıdır. Süreç yüksek KAS'da (düşük F:M'de) işletilir ve tüm mikroorganizmalar için yeterli substrat yoktur. Bunun sonucunda mikroorganizmalar birbirleriyle rekabet ederler ve substrat yokluğunda iç solunuma girerek kendi hücrelerini tüketirler. Bu durum çıkış suyu kalitesinin yükselmesine ve düşük çamur üretimine neden olmaktadır [31].

Oksidasyon hendeği, uzun havalandırmalı aktif çamur sürecinin değişik bir modifikasyonudur. Oksidasyon hendeklerinin popülaritesi hızla artmaktadır. Bu sistemde, havuz içeriği bir yüzeysel havalandırıcı veya rotor ile dairesel bir yörünge boyunca hareket ettirilmektedir [31].

2.4.2.2. Damlatmalı filtreler

Damlatmalı filtreler sabit yataklı biyofilm reaktörleridir. Atıksu, damlatmalı filtreye yatak üzerinde bulunan dağıtım sistemi ile beslenmektedir. Biyofilm yüzeyinden süzülen su aşağı doğru akarken, hava aşağı veya yukarı hareket ederek, akışkan sıvıya ve biyofilme difüzyon ile geçmektedir. Damlatmalı filtre sistemi bileşenleri, giriş atıksu dağıtım sistemi, taş veya plastik dolgu malzemesinin yer aldığı genelde dairesel kesitli havuz, süzüntü toplama (taban drenajı) yapısı ve havalandırma sistemidir [33].

2.4.2.3. Biyodisk üniteleri

Biyodiskler, genel karakteri ile aktif çamuru andırmaktadır. Yalnız havalandırma havuzu yerine döner diskler bulunmaktadır. Bu üniteler, plastikten yapılan 2-3 cm çapında 2-3 cm kalınlığında disklerden oluşmaktadır. Diskler bir şaft üzerinde birbirine paralel olarak yerleştirilir ve şaft bir motor yardımıyla döndürülmektedir. Atıksu uzun ve sığ havuzların içerisine konur, diskler atıksu içine % 40-50 oranında batık şekilde 2-10 devir/dakika hızıyla döndürülmektedir. Organizmalar disk yüzeyinde biyofilm şeklinde büyürler ve atıksudaki organik bileşikler biyofilm içine difüzenirken organizmalar tarafından karbondioksit oksitlenirler. 13 derecenin altında verim oldukça düşmekte ve yeni biyofilm tabakası 10-15 gün arasında oluşmaktadır [14].

2.4.2.4. Ardışık kesikli reaktörler (AKR)

Doldur-boşalt esasına göre çalıştırılan aktif çamur sistemleri Ardışık Kesikli Reaktör (AKR) olarak adlandırılmaktadır [34]. 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. Ardışık kesikli reaktörlerin besleme düzeni ve sayısına göre dengeleme havuzu yapılmasına gerek duyulmamaktadır [35].

2.4.2.5. Anaerobik arıtma prosesleri

Atıksuyun anaerobik şekilde arıtılması, organik maddelerin moleküler oksijenin bulunmadığı bir ortamda anaerobik mikroorganizmalar tarafından çözümlenmesiyle gerçekleşmektedir. Bu teknoloji septik havuz ve havuzdan başlayıp içerisinde sıcaklık kontrolü ve karışımın uygulandığı yüksek verimli reaktörlere dönüşmüştür [14].

Bu biyolojik işlem sırasında organik maddeler öncelikle kendilerini oluşturan yapıtaşları gruplarına enzimatik hidrolize katkıda bulunan mikroorganizmalarla 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 [36].

Anaerobik reaktörler; mikroorganizmaların askıda çoğaldığı veya biyofilm üzerinde çoğaldığı reaktörler olarak iki grupta ele alınabilirler. Askıda çoğalan sistemler; klasik anaerobik çürütücüler, anaerobik temas reaktörleri, membranlı anaerobik reaktörler, yukarı akışlı çamur örtü reaktörler, genişmiş granüler çamur ve örtü reaktörlerdir. Biyofilm üzerinde çoğalan sistemler; anaerobik akışkan yataklı reaktörler ve anaerobik filtrelerdir [37].

2.4.2.6. Son çöktürme havuzları

Son çöktürme havuzu boyutlandırılırken biyolojik arıtım yöntemine bağlı olarak farklı kriterler göz önüne alınır. Bu havuzların asıl amacı; biyolojik büyümenin, humusun veya filtre ortamının yıkanmasından gelen maddelerin giderilmesidir. Çökelen bu maddelerin periyodik olarak çekilmesi performansı artırmaktadır [23].

2.4.3. Üçüncül (İleri) arıtma üniteleri

2.4.3.1. Azot giderimi

Atıksular karbonlu bileşiklerinin yanısıra azot, fosfor, kükürt vb. gibi bileşikler de içermektedir. Atıksulardan azot gideriminde genellikle biyolojik yöntemler uygulanmaktadır. Organik azot bileşikleri organizmalar tarafından parçalanarak amonyuma dönüştürülmektedir. Amonyumun bir kısmı organizmalar tarafından asimile edilerek hücrel proteine çevrilirken diğer kısmı da nitrifikasyon bakterileri tarafından önce nitrit ve sonra da nitrate dönüştürülmektedir. Bu proses nitrifikasyon olarak adlandırılmaktadır. Oluşan nitrat iyonlarının denitrifikasyon bakterileri tarafından önce nitrit, sonra da azot gazına (N₂) dönüştürülmesi ise denitrifikasyon olarak ifade edilmektedir. Böylece atıksulardan azot giderimi ardışık nitrifikasyon ve denitrifikasyon kademeleri ile sağlanmaktadır.

2.4.3.2. Fosfor giderimi

Biyolojik fosfor giderimi için biyolojik azot giderimi prosesinden önce anaerobik selektör havuzu (Bio-P) tasarlanmalıdır. Anaerobik selektör havuzuna nitrat ve oksijen geri devrinin minimum seviyede tutulması gerekmektedir. Anaerobik havuz özellikle nitrat yükünün azaltılması için kademeli inşa edilmelidir (2 veya 3 seri bağlı reaktör). Biyolojik fosfor gideriminin yetersiz olduğu koşullarda, ayrıca kimyasal madde dozlaması yapılmalıdır. Kimyasal madde dozlaması havalandırma havuzu ile son çökeltim havuzu arasına yapılarak otomatik olarak kontrol edilmelidir. Aşırı biyolojik fosfor giderimi için gerekli minimum çamur yaşı 2-3 gün olmalıdır [38].

Ayrıca, yukarıda bahsedilen proseslerin haricinde atıksu karakterizasyonu ve çevresel koşullara göre UCT, Johannesburg, VIP, Phostrip vb. çeşitli özel/patentli prosesler de biyolojik azot ve/veya fosfor giderimi için uygulanabilmektedir [39].

2.4.4. Arıtma çamuru işlenmesi 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.

Çamura uygulan birim işlemler ve yöntemlerin amacı temel olarak, çamurun su ve organik muhtevasını azaltmak, çamurun nihai bertarafı ve tekrar kullanımını sağlamaktır. Çamurun kaynağına bağlı olarak uygulanan arıtma işlemi ve seçilen nihai bertaraf yöntemi de farklılık göstermektedir. 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 [40].

2.4.4.1. Çamur stabilizasyonu

Stabil çamur, çevreye bir zarar vermeksizin ve herhangi bir kötü koku yaratmaksızın bertaraf edilebilen çamurdur. Arıtma çamurları, patojenleri ve istenmeyen kokuları gidermek, potansiyel bozunmayı azaltmak, inhibe etmek veya durdurmak amacıyla stabilize edilmektedirler. Stabilizasyon işlemleri sırasında bu istenmeyen koşulları gidermek için kireç stabilizasyonu, ısı işlem, anaerobik çürütme, aerobik çürütme gibi işlemler uygulanmaktadır.

2.4.4.2. Anaerobik çürütme

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 yapılabilir [36].

2.4.4.3. Aerobik çürüme

Çeşitli arıtma işlemlerinden gelen organik çamurların biyolojik stabilizasyonu için kullanılan bir prosesdir. Atık aktif çamur veya damlatmalı filtre çamurları ve ön çökeltim çamuru karışımları, ön çökeltimi olmayan aktif çamur tesislerinden gelen atık çamurların stabilizasyonunda kullanılabilir [13].

2.4.4.4. Yoğunlaştırma

Atıksu arıtma tesislerinde çamur katı madde konsantrasyonunu arttırmak için yoğunlaştırıcılar kullanılmaktadır. Çamur katı madde konsantrasyonundaki artış önemli derecede hacim azalmasına neden olmaktadır.

2.4.4.5. 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. Kurutma işleminden sonra da, nihai bertaraf amacıyla düzenli depolama sahalarına gönderilmekte veya tarımsal amaçlı gübre olarak toprakta kullanılmaktadır. 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 [40].

2.5. İşletim Parametreleri

Biyolojik atık su arıtma tesislerinin optimum koşullarda işletilebilmesi ve istenilen dönüşüm 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.

Parametrelerin sürekli olarak kontrol edilmesi, atıksuyun ve arıtılmış suyun tam analizlerinin devamlı olarak yapılması, atıksuyun debisinin ölçülmesi, ekipmanların fiziksel kontrollerinin ve bakımlarının periyodik olarak yapılarak, bütün sonuçların kaydedilmesi ve grafiklerin oluşturulması sorunsuz bir işletme için gereklidir. Bu kapsamda; bir aktif çamur sisteminin başarılı olarak işletilmesi için eskiden beri bilinen bazı kavramların sürekli olarak takip edilmesi yeterlidir. Bunlar; organik yüklenme değeri (F/M), çamur yaşı (θ_c), havalandırma havuzundaki organizma konsantrasyonu (UAKM), havalandırma havuzundaki çözülmüş oksijen konsantrasyonudur [41].

Arıtma tesisinin çeşitli ünitelerinde otomatik olarak pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen tayinleri rutin olarak yapılmalı ve kaydedilmelidir. Kimyasal arıtma ünitelerinde pH ve oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP) tayinleri gereklidir. Aktif çamur havuzlarında günlük olarak çökebilen çamur hacmi, MLSS, MLVSS tayinleri yapılmalı ve çamur hacim indeksi hesaplanmalıdır. Ayrıca aktif çamur havuzunda çözülmüş oksijen konsantrasyonu ve pH sürekli izlenmelidir [42].

2.5.1. Sıcaklık

Mikroorganizmaların metabolizma ile ilgili faaliyetlerinin tamamı kimyasal reaksiyonlara dayanmaktadır. Kimyasal tepkimeler gibi, mikroorganizmaların meydana getirdiği tepkimeler de sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık yalnız metabolik aktiviteleri etkilemekle kalmaz, biyolojik çamurun çökme özelliği, gaz transfer hızı gibi faktörleri de etkilemektedir [10].

2.5.2. pH

Hidrojen iyonu konsantrasyonu (pH), organizmaların aktivitelerini ve büyümelerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu özellik hidrojen iyonunun enzim faaliyetine etkisi ile açıklanabilmektedir [10]. Atıksuyun pH değeri biyolojik ve kimyasal arıtma işlemlerinin belirlenmesinde önemlidir.

2.5.3. Çözünmüş oksijen

Oksijen, hücre sentezi ve solunum için gerekli yüksek enerjili bileşiklerin üretilmesi amacı ile substratın ayrıştırılmasında kullanılmaktadır [12]. 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 [13].

2.5.4. BOİ

Atıksudaki organik maddelerin biyokimyasal oksidasyonu sırasında mikroorganizmalar tarafından kullanılan çözünmüş oksijenin miktarıdır. Su kaynaklarının kirlenme derecelerinin belirlenmesi, atıksuların kirlenme potansiyelinin saptanması ve arıtma sistemlerinin tasarımı ve işletilmesi konularında BOİ temel öneme sahiptir [22, 43].

2.5.5. 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 [44].

2.5.6. AKM

Kullanılmış suda filtre üstünde kalan maddelerin kurutulup tartılmasıyla bulunmaktadır. Kirlenmiş sularda süspanse katı madde tayini oldukça önemlidir. Evsel atıksuların kirlilik durumu ve arıtma tesislerinin verimini belirlemede önemli bir parametredir [44].

2.5.7. Azot

Azot ve azotlu maddeler çevre mühendisliğinin çeşitli ilgi alanlarında büyük önem taşımaktadır. Hava kirlenmesi ve su kirlenmesi olaylarının çoğunda azotlu maddeler ilk aranması gereken kirlilik unsurları olmaktadır. Aktif çamur veya benzeri atıksu arıtma

tekniklerinin gerçekleşmesi için sudaki karbonlu maddenin % 5'inden daha fazla miktarda azotlu maddenin suda bulunması gerekmektedir [44]. Atıksudaki azot ve fosforun alıcı ortamlarda ötrofikasyonu hızlandırdığı ve sucul büyümeyi artırdığı görülmüştür. Bu nedenle azot ve fosforun kontrolü ve deşarjında sınırlandırılması önem kazanmıştır [45].

2.5.8. Fosfor

Fosfat tayini evre mühendisliği uygulamalarında gittikçe önem kazanmaktadır. Özellikle inorganik fosfat bileşikleri veya bunların dehidrate olmuş şekilleri olan polifosfatlar evre mühendisliği için önemlidir [44]. Evsel atıksular; sentetik deterjanlar vb. organik madde, bünyesinde bulunan fosfatlar nedeniyle önemli miktarda fosfor içermektedir. Aşırı fosfor yüzey sularında ötrofikasyona sebep olmaktadır [46].

3. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEMLER

3.1. 42 Evler Atıksu Arıtma Tesisi

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İSU Genel Müdürlüğü bünyesinde işletilmekte olan 16 adet atıksu arıtma tesisinden biri olan 42 Evler Atıksu Arıtma Tesisi (AAT), İzmit Çevre Entegre Projesi (İÇEP) dahilinde inşaatı yaptırılan 3 adet tesisten biridir. Tesis tek aşamalı olarak tasarlanmıştır. Tesis inşaatına 29/01/1993 yılında başlanmış ve 24/11/1996 tarihi itibariyle tesise atıksu alınmaya başlanmıştır.

42 Evler AAT, İzmit'in doğu kesimindeki irili ufaklı 20 fabrikanın endüstriyel nitelikte atıksuyu ile 42 Evler Sanayi Mahallesi, Yahya Kaptan Mahallesi, Uzuntarla, Yuvam Akarca konutlarından gelen evsel nitelikte atıksularını arıtmak üzere kurulmuştur.

Ancak Yahya Kaptan Mahallesi, Uzuntarla, Yuvam Akarca konutlarından gelen evsel nitelikte atıksular 2003 yılında devreye alınan Kullar AAT'ye bağlanmıştır. Günümüz itibariyle 42 Evler AAT'de irili ufaklı 47 işletmenin endüstriyel nitelikte atıksuyu ile 42 Evler Sanayi Mahallesi ve Outlet Center alışveriş merkezinden gelen evsel nitelikte atıksuları arıtmaktadır.

Tesis biyolojik arıtma tesisidir ve klasik aktif çamur sistemi ile çalışmaktadır. Atıksular tesise çapları 600 ile 1400 mm arasında değişen yaklaşık 18 km uzunluğunda kollektör sistemi ile taşınmaktadır. Tesis tasarım debileri Tablo 3.1'de, kirlilik yük değerleri ise Tablo 3.2'de verilmiştir [47].

Tablo 3.1. 42 Evler AAT tasarım debileri

DEBİ	BİRİM	DEĞERLERİ
Minimum Debi (Q_{\min})	m^3/sa	570
Ortalama Debi (Q_{ort})	m^3/sa	1460
Maksimum Debi (Q_{\max})	m^3/sa	1750
Proje Debisi (Q_{pro})	m^3/sa	1500
Ortalama Atıksu Debisi	$m^3/gün$	35000
Endüstriyel Atıksu Debisi	$m^3/gün$	19500
Evsel Atıksu Debisi	$m^3/gün$	8500
Sızma Debisi	$m^3/gün$	7000

Tablo 3.2. 42 Evler AAT tasarım kirlilik yükü değerleri

PARAMETRELER	BİRİM	DEĞERLERİ
BOİ ₅ (250 mg/l)	kg/gün	8750
AKM (350 mg/l)	kg/gün	12250
KOİ (800 mg/l)	kg/gün	28000

Klasik aktif çamur prosesinin uygulandığı 42 Evler AAT'de arıtılmış atık sudaki deşarj su kalitesi değerleri Tablo 3.3'te verilmiştir [47].

Tablo 3.3. 42 Evler AAT deşarj suyu kalitesi değerleri

PARAMETRELER	BİRİM	DEĞERLERİ
BOİ ₅	mg/l	45
AKM	mg/l	30
KOİ	mg/l	100

42 Evler AAT evsel ve endüstriyel atıksuların arıtıldığı bir tesistir. Endüstriyel debi miktarı, İSU Genel Müdürlüğünden Deşarj Kalite Kontrol Ruhsatı alan firmaların beyan ettiği debilerin toplamından hesaplanmıştır. Tesise bağlı olan endüstrilerin sektörü ve debileri Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4. 42 Evler AAT'ye bağı olan endüstriler ve debileri

ENDÜSTRİLER	TABLO (SKKY)	Q (m ³ /gün)
Maya endüstrisi	5.2. Maya üretimi	4200
Metal endüstrisi	15.2. Genelde Metal Hazırlama ve İşleme	1303
Elektrik, gaz endüstrisi	9.6.-20.7. Soğutma suyu, su yumuşatma, demineralizasyon	689
Lastik endüstrisi	14.11. Kauçuk üretimi ve benzerleri	972
Otomotiv endüstri	18.2. Otomobil, kamyon, traktör, minibüs, v.b. taşıt aracı üretimi	500
Düzenli depolama	19. Karışık endüstri	250
Petroyağ endüstrisi	20.3. Benzin istasyonları, yer ve taşıt yıkama suları	30
Araç tekstili endüstrisi	10.1-10.7. Tekstil sanayi,	364
Mezbaha	5.6-5.8. Mezbahalar ve entegre et tesisleri	45
Karışık endüstriler	19. Karışık endüstri	465
Süt endüstrisi	5.3. Süt ve süt ürünleri	15
Antibiyotik endüstri	14.6. Antibiyotik hammadde üretimi	15
Kağıt endüstrisi	13.10. Selüloz, kağıt, karton ve benzeri sanayi	153
Ağaç, mobilya end.	16. Ağaç mamülleri ve mobilya sanayi	347
TOPLAM		9348

Endüstriyel atıksu kategorisinde en fazla debi maya endüstrisinden gelmekte, endüstri debisinin % 45'ini oluşturmaktadır. Tesis atıksuyu maya endüstrisinin koku ve rengini yani kahverengi özelliği göstermektedir. Maya endüstrisi şeker endüstrisi ürünü olan melası kullanmakta bu da yüksek organik madde ve siyaha yakın kahverengi atıksu özeliği göstermektedir. Proses çıkışında kahverengi renk ise melonoidin pigmentinden kaynaklanmaktadır [48].

Kanalizasyon şebekesine bağı olan endüstriler Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İSU Genel Müdürlüğü Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği'nde (AKDY) belirtilen şartları sağlamakla yükümlüdürler. Atıksularının özellikleri nedeniyle kanalizasyon sistemine doğrudan deşarjı uygun görülmeyen endüstriyel atıksu oluşturan kuruluşlar gerekli ön arıtma düzenini kurmak zorundadır. Kanalizasyon şebekesine deşarj edilecek atıksularda sağlanması gereken sınır değerler Tablo 3.5'te verilmiştir [49].

Tablo 3.5. Atıksu deşarjlarında uyulması gereken sınır değerler

PARAMETRELER	İKİ SAATLİK KOMPOZİT ATIKSU ÖRNEĞİNDE İZİN VERİLEBİLİR DEĞER
KOİ (mg/l)	800
AKM (mg/l)	350
TN (mg/l)	100
TP (mg/l)	10
Yağ ve gres (mg/l)	50
Anyonik Yüzey Aktif	
Maddeler (Deterjan) (mg/l)	10
Arsenik (As) (mg/l)	3
Antimon (Sb) (mg/l)	3
Kalay (Sn) (mg/l)	5
Demir (Fe) (mg/L)	5
Bor (B) (mg/l)	3
Kadmiyum (Cd) (mg/l)	2
Toplam Krom (Cr) (mg/l)	5
Bakır (Cu) (mg/l)	2
Kurşun (Pb) (mg/l)	3
Nikel (Ni) (mg/l)	5
Çinko (Zn) (mg/l)	5
Civa (Hg) (mg/l)	0.2
Gümüş (Ag) (mg/l)	5
Toplam Siyanür (CN) (mg/l)	10
Fenol (mg/l)	20
Toplam Sülfür (mg/l)	2
Serbest Klor (mg/l)	5
Sülfat (SO ₄) (mg/l) (c)	1700
Sıcaklık (0 °C) (b)	40
pH (b)	6-10
	436 nm : 20
Renk (RES birimi)	525 nm: 17
	620 nm: 11
Alüminyum (Al) (mg/l)	3

42 Evler AAT evsel ve endüstriyel atıksuların arıtıldığı bir tesis olduğu için 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Su

Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) Tablo 19 (Karışık endüstriyel atık suların alıcı ortama deşarj standartları) deşarj limit değerlerini sağlamakla yükümlüdür. Alıcı ortam deşarjında uyulması gereken değerler Tablo 3.6’da verilmiştir [12].

Tablo 3.6. Alıcı ortam deşarjında uyulması gereken değerler

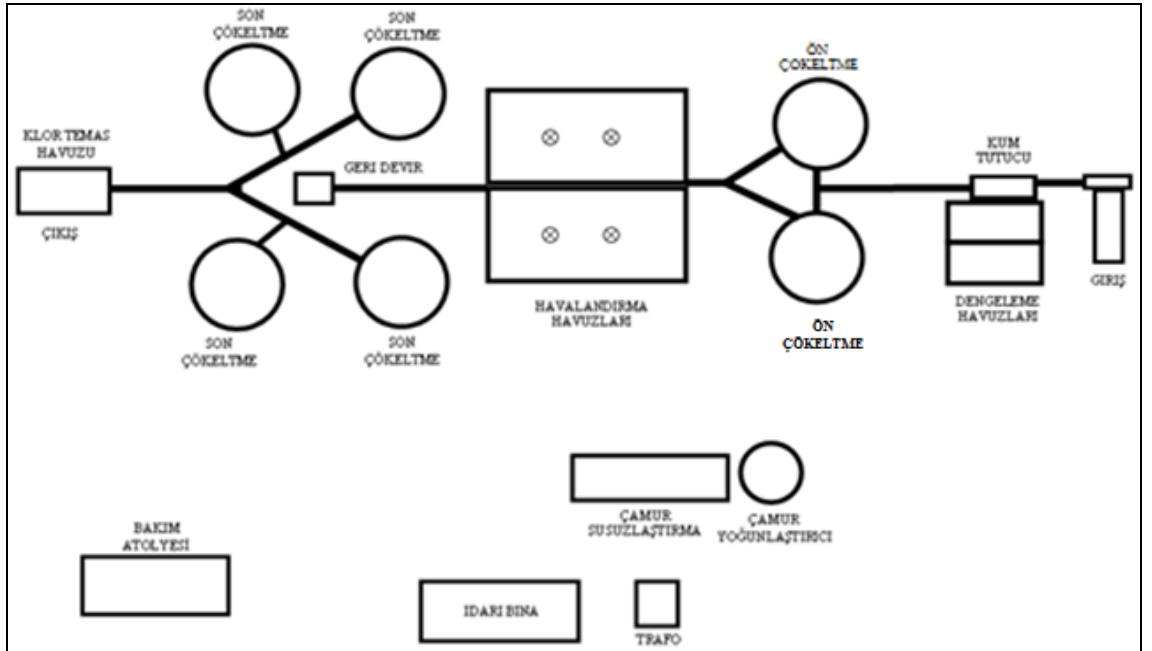
Parametre	Birim	Kompozit Numune	Kompozit Numune
		2 saatlik	24 saatlik
KOİ	(mg/L)	400	300
AKM	(mg/L)	200	100
Yağ ve gres	(mg/L)	20	10
TP	(mg/L)	2	1
Toplam krom	(mg/L)	2	1
Krom (Cr ⁺⁶)	(mg/L)	0.5	0.5
Kurşun (Pb)	(mg/L)	2	1
Toplam Siyanür (CN ⁻)	(mg/L)	1	0.5
Kadmiyum (Cd)	(mg/L)	0.1	-
Demir (Fe)	(mg/L)	10	-
Florür (F ⁻)	(mg/L)	15	-
Bakır (Cu)	(mg/L)	3	-
Çinko (Zn)	(mg/L)	5	-
Civa (Hg)	(mg/L)	-	0.05
Sülfat (SO ₄)	(mg/L)	1500	1500
Toplam Kjeldahl-Azotu (*)	(mg/L)	20	15
Balık Biyodeneyi (ZSF)	-	10	10
pH	-	6-9	6-9
(Ek satır:RG-24/4/2011-27914)			
Renk	(Pt-Co)	280	260

3.1.1. 42 Evler AAT üniteleri

42 Evler AAT’ye ait genel görünüm Resim 3.1’de ve vaziyet planı Şekil 3.1’de verilmiştir.



Resim 3.1. 42 Evler AAT genel görünümü



Şekil 3.1. 42 Evler AAT vaziyet planı

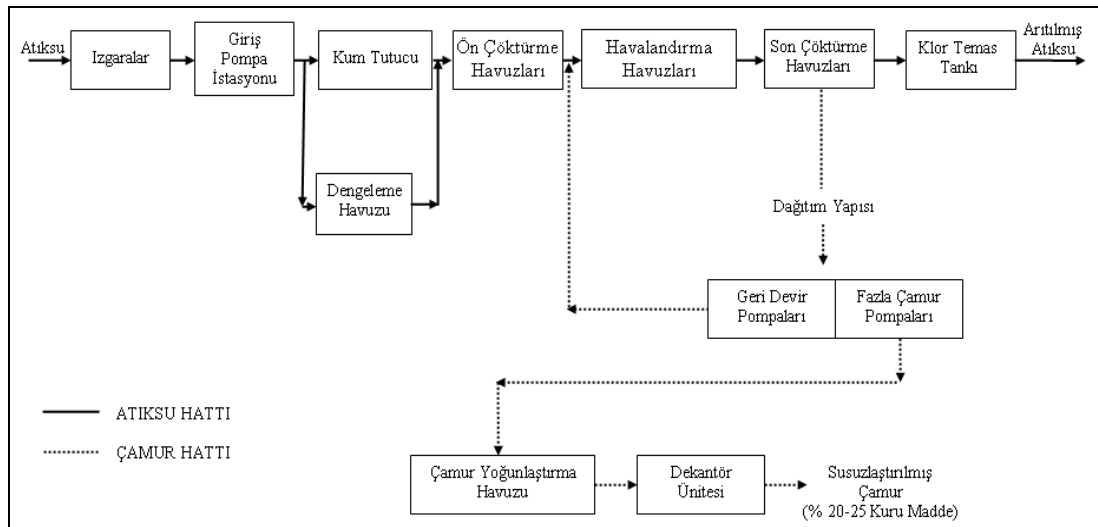
Klasik aktif çamur sistemi havalandırma havuzu, çöktürme havuzu ve geri devir sisteminin mevcut olduğu bir prosestir. 42 Evler AAT temel olarak havalandırma

havuzları ve çöktürme havuzları olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Havalandırma havuzlarında proses için gereken oksijen yüzeysel havalandırıcılar (aeratörler) vasıtasıyla verilmektedir. Çöktürme havuzunda, biyolojik floklarla su birbirinden ayrılır. Çamurun bir kısmı havalandırma havuzlarına geri dönerken, fazla çamur da yoğunlaştırıcı havuzuna pompalanmaktadır.

Kolektör hattıyla tesise gelen atıksu;

- Izgara,
- Giriş pompa istasyonu,
- Havalandırmalı kum ve yağ tutucu,
- Dengeleme havuzu,
- Ön çöktürme havuzu,
- Havalandırma havuzu,
- Son çöktürme havuzu,
- Klor temas havuzu,
- Çamur yoğunlaştırıcı,
- Çamur susuzlaştırma (dekantör)

ünitelerinden geçmektedir. Tesise ait proses akım şeması Şekil 3.2’de verilmiştir.



3.1.1.1 Otomatik temizlemeli ince ızgara ve ızgara presi

Atıksular tesise çapları 600 ile 1400 mm arasında değişen yaklaşık 18 km uzunluğunda kolektör sistemi ile taşınmaktadır. Giriş pompaları ile tesisin diğer ünitelerinin hasar görmemesi ve tıkanma problemlerinden korumak amacıyla tesise iletilen atıksu otomatik temizlemeli ince ızgaralardan geçirilmektedir. İnce ızgaralar zaman ve seviye ayarlı olarak çalışmaktadır. Izgarada tutulan katı atıklar, otomatik temizlemeli ızgara ile beraber çalışan ızgara presinden geçirilmektedir. Izgara presindeki toplama hunisine alınan atıklar vida konveyör ile sıkıştırılarak susuzlaştırılmaktadır. İşlem sonunda oluşan atıksular ızgara kanalına gönderilmekte, susuzlaştırılan atıklar ise konteynıra alınarak sistemden uzaklaştırılmaktadır. İnce ızgaranın tasarım parametreleri Tablo 3.7’de verilmiştir [47].

Tablo 3.7. İnce ızgara özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Izgara sayısı	2 adet
Izgara çubuk aralığı	10 mm
Izgara kapasitesi (her biri)	1500 m ³ / sa
Izgara kanalındaki hız	1 m/s

3.1.1.2. Elle temizlemeli kaba ızgara

İnce ızgaralarda arıza olduğu durumlarda devreye alınan kaba ızgara el ile temizlenmektedir. Kaba ızgaranın tasarım parametreleri Tablo 3.8’de verilmiştir [47].

Tablo 3.8. Kaba ızgara özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Izgara sayısı	1 adet
Izgara çubuk aralığı	40 mm
Izgara kapasitesi	3500 m ³ / sa

3.1.1.3. Giriş pompa istasyonu

Atıksu ızgaralardan sonra giriş pompa istasyonuna gönderilmekte ve su seviye kontrollü olarak dalgıç pompayla tesisin birinci arıtma kademesine iletilmektedir. Giriş pompa istasyonu özellikleri Tablo 3.9'da verilmiştir [47].

Tablo 3.9. Giriş pompa istasyonu özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Dalgıç pompa kapasitesi (2 adet)	500 m ³ /sa
Dalgıç pompa kapasitesi (2 adet)	1000 m ³ /sa

3.1.1.4. Havalandırmalı kum tutucu ve yağ tutucu

Birinci arıtma kademesinde atıksu ilk olarak kumun çöktürüldüğü havalandırıcılı kum ve yağ tutucuya gelmektedir. Proses ünitelerinde istenmeyen kum birikmelerini ve ekipmanların normalin üzerinde aşınmalarını önlemek için atıksuyun içindeki kum ve benzeri maddeler uzaklaştırılmaktadır. Yağ ise uçucu organiklerin ve kötü kokulu çamurların yol açtığı estetik problemlerden dolayı uzaklaştırılmaktadır.

Blowerlarla sisteme hava verilmekte ve askıdaki katı maddelerin çökmesi engellenerek, ağır olan kum, çakıl vb. maddeler çöktürülmektedir. Sistemden çekilen kum, kum toplama haznesinde suyu alındıktan sonra düzenli deponi alanına gönderilmektedir. Kum tutucunun hemen yanında yağ tutucu sistemi bulunmaktadır. Yağ tutucu haznesinde toplanan atıklar ise vidanjörle çekilerek düzenli deponi alanına gönderilmektedir. Havalandırmalı kum ve yağ tutucunun tasarım parametreleri Tablo 3.10'da verilmiştir [47].

Tablo 3.10. Havalandırmalı kum tutucu ve yağ tutucu özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Bekletme süresi	384 s
Kum giderim verimi	% 88
Toplam hacim	160 m ³
Yüzey yüklemesi	18.8 m ³ /m ² .sa
Uzunluk	20 m
Su derinliği	2.65 m
Blower hava debisi (2 adet)	90 m ³ /sa
Kum pompası kapasitesi (2 adet)	69 m ³ /sa

3.1.1.5. Dengeleme havuzu

Kum tutucudan çıkan atıksular veya maksimum debi olan 1.750 m³/sa'i aşan debi dengeleme havuzuna iletilmektedir. Dengeleme havuzları atıksuyun kirliliğini homojenize etmek, karıştırmak ve kokuşmayı engellemek için difüzörlerle havalandırılmaktadır. Burada amaç debi, pH ve organik maddenin salınımlarını minimize ederek toksik etkiyi gidermektir. Dengeleme havuzu tasarım parametreleri Tablo 3.11'de verilmiştir [47].

Tablo 3.11. Dengeleme havuzu özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Toplam hacim	5000 m ³
Su seviyesi	5 m
Bekletme zamanı	3.5 sa
Dengeleme pompaları kapasitesi	300 m ³ /sa 600 m ³ /sa 850 m ³ /sa
Blower (2 adet)	1300 m ³ /sa

3.1.1.6. Ön çöktürme havuzu

Atıksu, dengeleme havuzundan dalgıç pompalarla ön çöktürme havuzlarına aktarılmaktadır. Ön çöktürme havuzlarında atıksu içindeki graviteyle çökebilir katıların sudan uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Çöktürme havuzlarında biyokimyasal oksijen ihtiyacının % 25'i, askıda katı maddenin ise % 50'si giderilmektedir. Bu havuzlarda

organik ve katı madde giderimi biyolojik arıtmadaki yükü azaltmaktadır. Ön çöktürme havuzu tasarım parametreleri Tablo 3.12’de verilmiştir [47].

Tablo 3.12. Ön çöktürme havuzu özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Çap	20 m
Su derinliği	3 m
Bekletme süresi	1.3 sa
AKM giderim verimi	% 50
BOİ giderim verimi	% 25
Yüzey yüklemesi	2.4 m ³ /m ² .sa
Toplam hacim	1880 m ³
Çamur hacmi	160 m ³ /gün
Çamur pompası (2 adet)	25 m ³ /sa

3.1.1.7. Havalandırma havuzu

Biyolojik arıtmının temelini oluşturan ve en önemli mikroorganizmalar olan bakterilerin geliştiği ve çoğaldığı ünedir. Aktif çamur kolloidal çözülmüş maddelerin mikroorganizmalar ile çökebilir biyolojik floklara dönüştürüldüğü prosestir. Bu ünite, mikroorganizmaların organik maddeleri oksitlemesi sonucu organik maddenin bir kısmı biyokütleyle bir kısmı da CO₂ ve H₂O’ya dönüştürülür.

Mikroorganizmaların besinini atıksu içindeki organik kirlilik oluşturmakta ve atıksu içindeki çözülmüş oksijeni kullanarak organik maddeleri parçalamaktadır. Havuzlardaki oksijen ihtiyacı 4 adet aeratör tarafından sağlanmaktadır. Havalandırma havuzunda gereken arıtma veriminin sağlanması amacıyla havuz içerisinde faaliyet gösteren mikroorganizma sayısını (MLSS) sabit bir değerde tutmak gerekmektedir. Bu nedenle biyokütlenin bir kısmı çöktürme kademesinde fazla çamur olarak sistemden atılırken diğer kısmı havalandırma bölümüne geri devrettirilmektedir. Çünkü mikroorganizmalar organik maddelerin parçalanmasından sorumludurlar. Havalandırma havuzu tasarım parametreleri Tablo 3.13’de verilmiştir [47].

Tablo 3.13. Havalandırma havuzu özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Havalandırma toplam hacmi	10400 m ³
Derinlik	3.22 m
Bekletme süresi	6.9 sa
Çamur yaşı	8 gün
F/M	0.17 kg BOI ₅ /kgMLVSS*gün
Yüzey Aeratör adedi	4
Yüzey aeratör tipi	Gyrox 360 S-29
Her bir aeratör oksijen kapasitesi	212.5 kg O ₂ /sa

3.1.1.8. Son çöktürme havuzu

Biyolojik arıtmadan gelen arıtılmış suyun içindeki bakterilerin arıtılmış sudan ayrılması için son çöktürme havuzları kullanılmaktadır. Bu sistemde merkezden (deflektörden) 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 çökelerken 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. Son çöktürme havuzu tasarım parametreleri Tablo 3.14'te verilmiştir [47].

Tablo 3.14. Son çöktürme havuzu özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	4 adet
Çap	25 m
Bekletme süresi	4 sa
Her bir havuz hacmi	1470 m ³
Su derinliği	3 m
Yüzey yüklemesi	0.76 m ³ /m ² .sa
Geri devir çamuru pompa kapasitesi	750 m ³ /sa (2 adet)
	500 m ³ /sa (1 adet)
Fazla çamur pompası kapasitesi	30 m ³ /sa (2 adet)

3.1.1.9. Klor temas havuzu

Son çöktürme havuzundan savaklanan arıtılmış atıksu, klor temas havuzuna gönderilmekte ve buradan alıcı ortama deşarj edilmektedir. Klor temas havuzu tasarım parametreleri Tablo 3.15'te verilmiştir [47].

Tablo 3.15. Klor temas havuzu özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	1 adet
Havuz hacmi	880 m ³
Bekletme süresi	30 dk

3.1.1.10. Çamur yoğunlaştırma havuzu

Ön çöktürme ve son çöktürme havuzlarından alınan yaklaşık % 1.5 kuru maddeli çamur, çöktürme havuzlarının mantığıyla çalışan yoğunlaştırma havuzunda yaklaşık 12-24 saat arasında bekletilmekte % 3-5 kuru maddeye çıkarılmaktadır. Fazla çamurdan ayrılan su üstten savaklanarak tesisin giriş ünitesine gönderilmektedir. Çamur yoğunlaştırma havuzu tasarım parametreleri Tablo 3.16'da verilmiştir [47].

Tablo 3.16. Çamur yoğunlaştırma havuzu özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	1 adet
Havuz hacmi	616 m ³
Çap	14 m
Sağlanan katı madde konsantrasyonu	% 3-5
Bekletme zamanı	12-24 sa

3.1.1.11. Çamur susuzlaştırma ünitesi (Dekantör)

Çamur susuzlaştırma işlemi ile nihai olarak uzaklaştırılacak çamurun hacminin azalması sağlanmaktadır. Çamur susuzlaştırma ekipmanı olarak dekantörler kullanılmaktadır. Dekantörler çamuru minimum % 25 kuru maddeye çıkaracak özelliktedirler.

Çamur yoğunlaştırma havuzundaki çamur, homojenliği sağlayan bir parçalayıcıdan geçirilip çamur besleme pompaları ile dekantörlere iletilmektedir. Bir adet polielektrolit hazırlama ünitesinde hazırlanan su-polielektrolit karışımı, çamurun yumaklaşmasını sağlamak üzere dekantörlere verilmektedir. Susuzlaştırılan çamur, dekantörlerin altında bulunan burgu konveyör vasıtasıyla bina dışında bulunan kamyonlara yüklenerek bertarafa gönderilmekte, dekantörlerden çıkan süzüntü suyu ise tesisin giriş ünitesine iletilmektedir. Çamur susuzlaştırma ünitesinin özellikleri Tablo 3.17’de verilmiştir [47].

Tablo 3.17. Çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Dekantör sayısı	2 adet
Dekantör kapasitesi	25 m ³ /sa
Dekantör katı madde çıkışı	% 20-25
Çamur pompası kapasitesi	35 m ³ /sa (2 adet)
Polielektrolit pompası kapasitesi	2 m ³ /sa (2 adet)

3.2. Plajyolu Atıksu Arıtma Tesisi

Plajyolu AAT, 1987 yılında “İzmit (Merkez) AAT Projesi” adı ile İller Bankası Genel Müdürlüğü tarafından 2020 hedef yılı ihtiyacına göre projelendirilmiş, 1995 ve 2005 yılları için kademeli olarak tasarlanmıştır. Projelendirme çalışmaları tamamlandıktan sonra 20/09/1988 tarihinde tesis inşaatına başlanılarak 06/02/1994 tarihinde kesin kabul ile İzmit Belediye Başkanlığı’na teslim edilmiştir. Ancak kolektör bağlantıları tamamlanamadığı için tesis 1998 yılında devreye alınmıştır.

İzmit (Merkez) AAT’nin (bugünkü adı ile Plajyolu AAT), 1999 yılındaki depremde hasar gördükten sonra onarımı yapılarak Nisan 2001 yılında tekrar devreye alınmıştır. Ancak devreye alındıktan sonraki işletme çalışmalarında onarım çalışmalarının yeterli olmadığı görülmüştür. En fazla % 60 verimlilikle işletilebilen tesisin rehabilitasyonu için, öncelikle tesise gelen atıksuların % 50’si Seka AAT’ye alınmıştır. Tesisin sağlam olan bölümlerinde % 15-20 oranında arıtma yapılmıştır.

1999 depreminde hasar görerek işlevselliğini yitiren tesisin 21/10/2008 tarihinde başlatılan iyileştirme çalışmaları sırasında tesis ünitelerindeki bütün çamurlar çekilerek susuzlaştırılmış, susuzlaştırılan çamurlar bertaraf için İzmit Atık ve Artıkları Yakma ve Değerlendirme A.Ş.'ye gönderilmiş, tesisin tüm mekanik ekipmanları sökülüştür.

İyileştirme çalışmaları Ulusal Mevzuat ve Avrupa Birliği Direktifleri esas alınarak gerçekleştirilmiş ve mevcut tesis yapıları mümkün olduğunca değerlendirilmeye çalışılmıştır. Buna göre tesis, “ATV 131 E Standartları” dikkate alınarak ileri azot ve fosfor giderimi yapan uzun havalandırmalı aktif çamur prosesinin uygulandığı arıtma tesisi biçimine dönüştürülmüştür. Tesis tasarım debileri Tablo 3.18’de verilmiştir [50].

Tablo 3.18. Plajyolu AAT tasarım debileri

DEBİ	BİRİM	DEĞERLERİ
Minimum Debi (Q_{\min})	m^3/sa	2088
Ortalama Debi (Q_{ort})	m^3/sa	3000
Maksimum Debi (Q_{\max})	m^3/sa	4130
Ortalama Atıksu Debisi	$m^3/gün$	72000

Plajyolu Atıksu Tesisinin kirlilik yüklerinin belirlenmesi aşamasında paralel olarak çalıştığı Seka AAT analiz sonuçları kullanılmıştır. Plajyolu AAT kirlilik yük değerleri Tablo 3.19’da verilmiştir [50].

Tablo 3.19. Plajyolu AAT tasarım kirlilik yükü değerleri

PARAMETRELER	BİRİM	DEĞERLERİ
BOİ ₅ (200 mg/l)	kg/gün	14400
AKM (230 mg/l)	kg/gün	16560
KOİ (427 mg/l)	kg/gün	30744
TN (45 mg/l)	kg/gün	3240
TP (9 mg/l)	kg/gün	648

Günümüz itibarıyla tesise büyük ölçekli iki adet endüstri bağlı olup tesislerin toplam atıksu debisi $100 m^3/gün$ ’ün altındadır. Tesise gelen atıksu evsel niteliktedir.

Plajyolu AAT’de, biyolojik karbon ve azot giderimi için önde denitrifikasyonlu aktif çamur sistemi (pre-anoksik zon) seçilmiştir. Bu proste denitrifikasyon havalı havuzun öncesine yerleştirilen anoksik reaktörde sağlanmaktadır.

Atıksulardan biyolojik azot giderimi ile birlikte fosfor giderimi için; havasız, anoksik ve havalı koşulların sağlandığı bir aktif çamur sistemi konfigürasyonu olan A²O (Anaerobik-Anoksik-Oksik) prosesi seçilmiştir. Bu proses ön denitrifikasyon prosesi önüne bir havasız reaktörünün eklenmesi ile elde edilmiştir. Havasız reaktörün eklenmesi ile azot giderimine ek olarak biyolojik fosfor giderimi de sağlanmaktadır. Burada nitrat geri devri anoksik reaktöre, çamur geri devri ise son çökeltim havuzundan havasız reaktöre yapılmaktadır [51].

A²O tipi aktif çamur prosesinin uygulandığı Plajyolu AAT’de arıtılmış atık sudaki deşarj su kalitesi değerleri Tablo 3.20’de verilmiştir [50].

Tablo 3.20. Plajyolu AAT deşarj su kalitesi değerleri

PARAMETRELER	BİRİM	DEĞERLERİ
BOİ ₅	mg/l	≤20
AKM	mg/l	≤20
KOİ	mg/l	≤ 100
TN	mg/l	≤ 10
TP	mg/l	≤ 4 mg/l (Sadece biyolojik fosfor giderimi olunca)
	mg/l	≤ 1 mg/l (Biyolojik + kimyasal fosfor giderimi olunca)

Plajyolu AAT 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren SKKY Tablo 21.4 (Evsel Nitelikli Atıksular, Sınıf 4: Kirlilik Yüğü Ham BOİ Olarak 6000 Kg/Gün’den Büyük, Nüfus > 100000) deşarj limit değerlerini sağlamakla yükümlüdür. Alıcı ortam deşarjında uyulması gereken değerler Tablo 3.21’de verilmiştir [12].

Tablo 3.21. Alıcı ortam deşarjında uyulması gereken değerler

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT	KOMPOZİT
		NUMUNE 2 SAATLİK	NUMUNE 24 SAATLİK
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅)	(mg/L)	40	35
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	120	90
Askıda Katı Madde (AKM)	(mg/L)	40	25
pH	-	6-9	6-9

Plajyolu AAT atıksu deşarjını İzmit Körfezi'ne yapmaktadır. Ancak, İzmit Körfezi'nde günümüze değin gerçekleştirilen çalışmalardan elde edilen veriler değerlendirildiğinde körfezin tamamında ötrofikasyon riskini gösteren TRİX değerleri 4-6 aralığında belirlenmiştir. Körfez TRİX İndeksi skalasına göre ötrofikasyon riski yüksek kategorisinde değerlendirilebilir [52].

İzmit Körfezi 27/06/2009 tarih ve 27271 sayılı Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği Ek 4'te yer alan haritaya göre "hassas su alanı" olarak tanımlanmıştır. Buna göre tesis arıtılmış atıksu çıkış değerleri, 08/01/2006 tarih ve 26047 sayılı Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği (KAAY) Madde 11'deki a ve b bentleri gereğince bahse konu yönetmelik ek IV'te yer alan Tablo 2'de verilen değerleri sağlamak zorundadır [16].

Tablo 3.22. Kentsel atıksu arıtım tesislerinde ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri

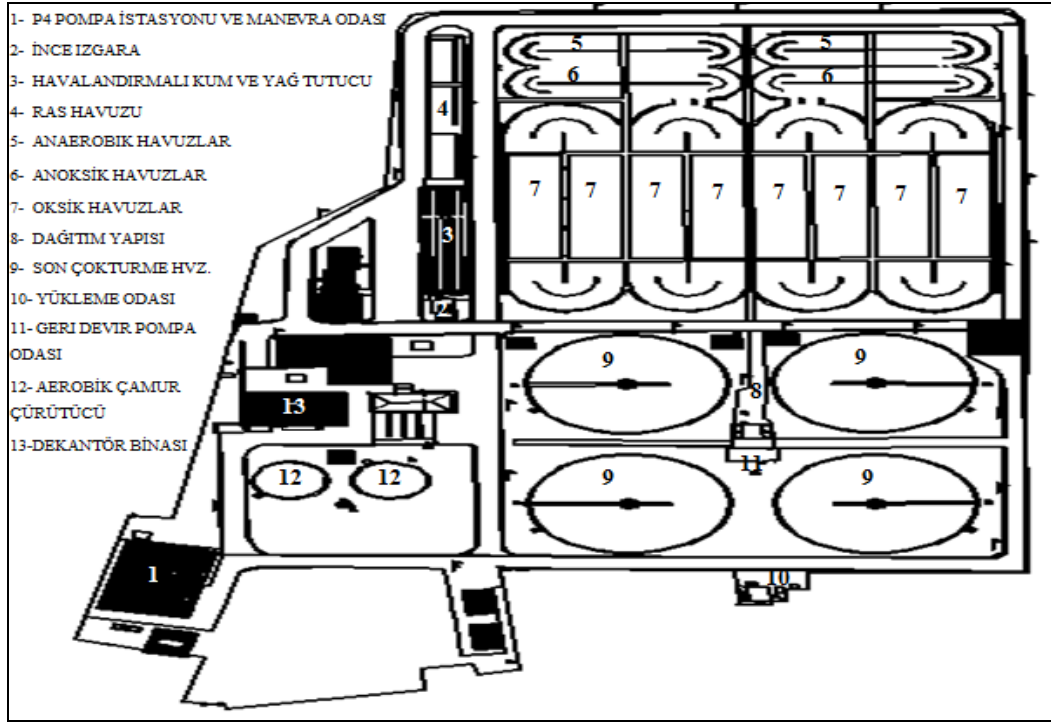
PARAMETRELER	KONSANTRASYON	MİNİMUM ARITMA VERİMİ (%)	REFERANS ÖLÇÜM METODU
TP	2 mg/l P (10000-100000 E.N.)	80	Moleküler absorpsiyon spektrofotometre
	1 mg/l P (100 000 E.N.'den fazla)		
TN	15 mg/l N (10000-100000 E.N.)	70-80	Moleküler absorpsiyon spektrofotometre
	10 mg/l N (100 000 E.N.'den fazla)		

3.2.1. Plajyolu AAT üniteleri

İleri azot ve fosfor giderimi yapan uzun havalandırılmalı aktif çamur prosesinin uygulandığı Plajyolu AAT'ye ait genel görünümü Resim 3.2'de, vaziyet planı ise Şekil 3.3'te verilmiştir.



Resim 3.2. Plajyolu AAT genel görünümü

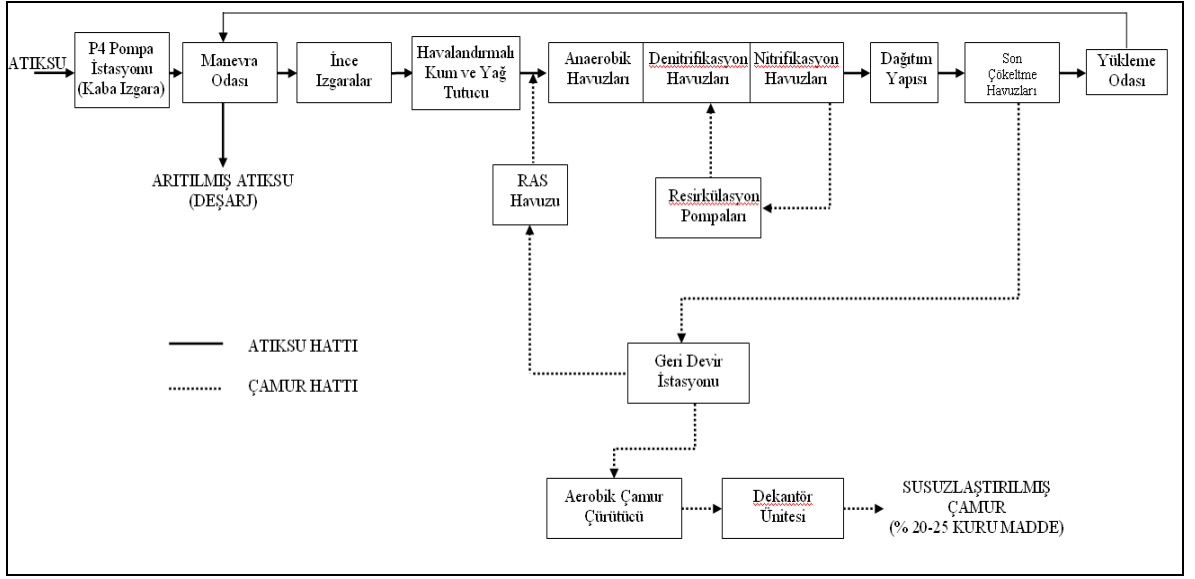


Şekil 3.3. Plajyolu AAT vaziyet planı

Plajyolu AAT;

- P4 pompa istasyonu ve manevra odası,
- İnce ızgara,
- Havalandırmalı kum ve yağ tutucu,
- RAS havuzu,
- Anaerobik havuzlar,
- Anoksik ve oksik havuzlar,
- Dağıtım yapısı,
- Son çöktürme havuzları,
- Yükleme odası,
- Geri devir pompa odası,
- Aerobik çamur çürütücü,
- Çamur susuzlaştırma (dekanör) binası

ünitelerinden oluşmaktadır. Tesise ait proses akım şeması Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4. Plajlyolu AAT proses akım şeması

3.2.1.1. P4 pompa istasyonu ve manevra odası

P4 pompa istasyonuna gelen atıksu, öncelikle ızgara aralığı 80 mm olan sepet ızgara ve ızgara aralığı 20 mm olan mekanik temizlemeli kaba ızgaradan geçirilmektedir. Kaba ızgaralar otomatik temizlemeli olarak çalışmakta ve ızgarada tutulan atıklar konteynıra aktarılmaktadır.

Atıksu, P4 pompa istasyonundan 1500 mm bir çelik boru ile manevra odasına gelmekte ve buradan da yine 1500 mm bir çelik boru ile tesisin ön arıtma üniteleri başındaki giriş yapısına iletilmektedir. Arıtılmış atıksu mevcut 1500 mm çelik hatla yükleme odasından manevra odasına gelmekte ve 1200 mm HDPE hatla denize deşarj edilmektedir. P4 pompa istasyonu tasarım parametreleri Tablo 3.23'te verilmiştir [50].

Tablo 3.23 . P4 pompa istasyonu özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Izgara aralığı (Sepet ızgara)	80 mm
Izgara aralığı (Kaba ızgara)	20 mm
Pompa kapasitesi (2 + 1 adet)	1450 l/ sa
Pompa kapasitesi (1 adet)	250 l/sa

3.2.1.2. Otomatik temizlemeli ince ızgara

Tesis ünitelerinin hasar görmemesi ve tıkanma problemlerinden korumak amacıyla tesise iletilen atıksu otomatik temizlemeli ince ızgaralardan geçirilmektedir. İnce ızgaralar zaman ve seviye ayarlı olarak çalışmaktadır. Izgarada tutulan katı atıklar, otomatik temizlemeli ızgara ile beraber çalışan ızgara presinden geçirilmektedir. Izgara presindeki toplama hunisine alınan atıklar vida konveyör ile sıkıştırılarak susuzlaştırılmaktadır. İşlem sonunda oluşan atıksular ızgara kanalına gönderilmekte, susuzlaştırılan atıklar ise konteynıra alınarak sistemden uzaklaştırılmaktadır. İnce ızgaranın tasarım parametreleri Tablo 3.24'te verilmiştir [50].

Tablo 3.24. İnce ızgara özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Izgara sayısı	2 adet
Izgara çubuk aralığı	10 mm
Izgara kapasitesi (her biri)	3000 m ³ / sa
Izgara kanalındaki hız	0.83 m/s

3.2.1.3. Havalandırmalı kum tutucu ve yağ tutucu

Birinci arıtma kademesinde atıksu ilk olarak kumun çöktürüldüğü havalandırıcılı kum ve yağ tutucuya gelmektedir. Proses ünitelerinde istenmeyen kum birikmelerini ve ekipmanların normalin üzerinde aşınmalarını önlemek için atıksuyun içindeki kum ve benzeri maddeler uzaklaştırılmaktadır. Yağ ise uçucu organiklerin ve kötü kokulu çamurların yol açtığı estetik problemlerden dolayı uzaklaştırılmaktadır.

Blowerlarla sisteme hava verilmekte ve askıdaki katı maddelerin çökmesi engellenerek, ağır olan kum, çakıl vb. maddeler çöktürülmektedir. Sistemden çekilen kum, kum toplama haznesinde suyu alındıktan sonra düzenli deponi alanına gönderilmektedir. Kum tutucunun hemen yanında yağ tutucu sistemi bulunmaktadır. Yağ tutucu haznesinde toplanan atıklar ise vidanjörle çekilerek düzenli deponi alanına

gönderilmektedir. Havalandırılmalı kum ve yağ tutucunun tasarım parametreleri Tablo 3.25'te verilmiştir [50].

Tablo 3.25. Havalandırılmalı kum tutucu ve yağ tutucu özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Bekletme süresi	864 s
Toplam hacim	990 m ³
Uzunluk	44 m
Su derinliği	3.34 m
Blower hava debisi (2 adet)	645 m ³ /sa
Kum pompası kapasitesi (2 + 1 adet)	17.5 l/s

3.2.1.4. Geri devir çamuru (RAS) bekletme havuzu

Anaerobik havuzlarda tam bir anaerobik ortam yaratmak amacıyla geri devir çamuru, içerisindeki nitratı elimine etmek maksadıyla RAS havuzuna alınmaktadır. Geri devir çamuru, RAS havuzundan savaklanarak ön arıtmadan gelen atıksuyla bu havuzun kenarında askıda duran bir kanalda karışmaktadır. RAS havuzu tasarım parametreleri Tablo 3.26'da verilmiştir [50].

Tablo 3.26. RAS havuzu özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	1 adet
Hacim	973 m ³
Karıştırıcı sayısı	4 adet

3.2.1.5. Biyolojik fosfor giderme havuzu (Anaerobik havuz)

İnce ızgara ve kum tutucudan gelen atıksu, geri devir çamuruyla karışarak biyolojik fosfor ünitesine girmektedir. Biyolojik fosfor giderme ünitesinde, anaerobik (havasız) ortam şartları sağlanmaktadır. Anaerobik reaktörlerde oksijen transferi söz konusu değildir. Sistemde sadece organizmaların atıksu ile tam karışımının sağlanması ve

tabanda çökelmenin önlenmesi için karıştırma gerekmektedir. Oksidasyon hendeği biçiminde tasarlanan havuzda söz konusu karıştırma için dalgıç mikserler kullanılmaktadır. Havuzlardaki anaerobik şartların devamlılığı, her bir havuza yerleştirilen redoks metrelerle ORP ölçülerek izlenmektedir.

Biyolojik fosfor giderimi iki kademedен oluşmaktadır. Elektron alıcısız (anaerobik ortam) ortamda fosfor salınımı ve elektron alıcısı varlığında (anoksik ve oksik ortam) salınan fosforun aşırısının depolanması.

Heterotrofik bakteriler çoğalma sırasında nutrient ihtiyacı olarak fosforu bünyelerine almaktadır. Bu durumda fosfor giderimi % 10-% 30 mertebesinde olmaktadır. Ancak, ileri biyolojik fosfor gideriminde, fosfor depolayan mikroorganizmalar fosfatı nutrient ihtiyacından daha fazla miktarda depolamakta olup sistemin fosfor giderimi % 85-% 95 mertebesine kadar ulaşmaktadır. Fosfor depolayabilen heterotrofik mikroorganizmalar nitrat ve çözünmüş oksijenin bulunmadığı havasız koşullarda (anaerobik ortam), atıksudaki uçucu yağ asitlerini depolayarak bünyesinde tuttuğu fosforu hücre dışına salmaktadır. Bunu takip eden havalı koşullarda (aerobik ortam) ise depolama ürünlerini hücre sentezinde kullanarak saldığı fosfordan daha fazlasını bünyesinde depolamaktadır. Bu şekilde sistemden atılan fazla çamur (bakteri-biyokütle) ile fosfor da atılarak biyolojik olarak giderimi sağlanmış olmaktadır. Yeterli fosfor giderimi sağlanamadığı durumlarda ilave olarak kimyasal çöktürme işlemi de uygulanması için demir klorür havuzu bulunmaktadır. Biyolojik fosfor giderme havuzu tasarım parametreleri Tablo 3.27’de verilmiştir [50].

Tablo 3.27. Biyolojik fosfor giderme havuzu (anaerobik havuzlar) özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Bekletme süresi (min.)	45 dk
Toplam hacim	6200 m ³
Su derinliği	5 m
Karıştırıcı sayısı/gücü/devri	2 adet / 5.5 kW/ 42 d/dk
Demir klorür havuzu (1 adet)	20 m ³

3.2.1.6. Aktif çamur havuzları (Anoksik ve oksik havuzlar)

Atıksu, Bio-P havuzlarından havalandırma ünitelerine alınmaktadır. Azot (N) giderimi organik azot (Org-N), amonyak-amonyum ($\text{NH}_3\text{-NH}_4$), nitrit (NO_2) ve nitratın (NO_3) azot gazına (N_2) dönüştürülmesini sağlayan nitrifikasyon (oksik bölge) ve denitrifikasyon (anoksik bölge) adımlarıyla gerçekleştirilmektedir. Bunu sağlamak amacıyla oksik bölgeden anoksik bölgeye içsel atıksu döngüsü (resirkülasyon) yapılmaktadır. Bu şekilde havalandırma havuzunda nitrate dönüştürülen diğer azot formları, anoksik bölgede nitratı azot gazına çeviren denitrifikasyon bakterileri yardımıyla arıtılmaktadır. Azot gaz formuna dönüştürüldüğünde atmosfere karışarak atıksudan ayrılmaktadır. Havalandırma havuzlarında hava ihtiyacı ince kabarcıklı difüzörler ile karşılanmaktadır. Difüzörlere hava blower tarafından temin edilmektedir. Blowerlar havalandırma bölgesindeki çözünmüş oksijen konsantrasyonunu 2 mg/l değerinde tutacak şekilde değişken devirli çalışmaktadır. Denitrifikasyon (anoksik) havuzların özellikleri Tablo 3.28’de, nitrifikasyon (oksik) havuzların özellikleri Tablo 3.29’da verilmiştir [50].

Tablo 3.28. Denitrifikasyon (anoksik) havuzların özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı (Denitrifikasyon)	2 adet
Havuz hacmi (Denitrifikasyon)	11700 m ³
Su derinliği	5 m
Karıştırıcı sayısı/gücü/devri	2 adet / 5.5 kW/ 42 d/dk

Tablo 3.29. Nitrifikasyon (oksik) havuzların özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı (Nitrifikasyon)	2 adet
Havuz hacmi (Nitrifikasyon)	35100 m ³
Hidrolik alıkonma süresi	15.6 sa
Çamur yaşı (12 °C)	10 gün
Su derinliği	5 m
Karıştırıcı sayısı/gücü/devri	12 adet / 5.5 kW/ 42 d/dk
Blower kapasitesi (3+1 adet)	7000 m ³ /sa
Difüzör debisi	4.2 m ³ /sa
Temiz sudaki O ₂ transfer konsantrasyonu	15 gr O ₂ / Nm ³
Resirkülasyon pompaları kapasitesi (6 adet)	1000 m ³ /sa

3.2.1.7. Dağıtım yapısı

Havalandırma havuzu çıkışından alınan atıksu dağıtım yapısına, oradan da her birinin çapı 42 m olan dört adet çöktürme havuzuna eşit olarak dağıtılmaktadır.

3.2.1.8. Son çöktürme havuzları

Dağıtım yapısından gelen arıtılmış suyun içindeki bakterilerin arıtılmış sudan ayrılması için son çöktürme havuzları kullanılmaktadır. Bu sistemde merkezden (deflektörden) 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 çökelerken arıtılmış atıksu savaklanmaktadır. Çöktürme havuzu üzerindeki sıyrıcı, hem havuz yüzeyinde kalan yüzücü maddeleri hem de dipte çökelen çamuru sıyırmaktadır. Havuz yüzeyinden toplanan yüzücü maddeler, sıyrıcı ile köpük hunilerine aktarılmaktadır. Köpük hunilerinden köpük rögarına süzülen atıksular pompa ile çamur depolama havuzuna gönderilmektedir. Çöktürme havuzlarının tabanından toplanan çamur, geri devir pompa odasına gönderilmektedir. Son çöktürme havuzları özellikleri Tablo 3.30'da verilmiştir [50].

Tablo 3.30. Son çöktürme havuzları özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	4 adet
Çap	42 m
Bekletme süresi	4.7 sa
Her bir havuz hacmi	4872 m ³
Su derinliği	3.5 m
Yüzey yüklemesi	< 0.5 m ³ /m ² .sa

3.2.1.9. Yükleme odası

Çöktürme havuzlarından savaklanan arıtılmış atıksu yükleme odasında toplanmaktadır. Buradan manevra odasına çelik boru ile gelmekte ve manevra odasından denize deşarj edilmektedir.

3.2.1.10. Çamur geri devir pompa odası

Her çöktürme havuzunun tabanına döşenmiş olan çamur alma boruları, çamur geri devir pompa odasının giriş gözlerine ayrı ayrı bağlanmaktadır. Çamur geri devir odası giriş gözlerine gelen çamur, sürgülü kapaklarla kontrollü olarak pompa haznesine savaklanmaktadır. Çamurun bir kısmı 1620 m³/sa kapasitede 3 adet geri devir pompalarıyla RAS havuzuna döndürülürken bir kısmı da fazla çamur pompaları ile aerobik çamur çürütücüye aktarılmaktadır.

3.2.1.11. Aerobik çamur çürütücü

Biyolojik arıtma sonucu oluşan fazla çamur, çamur depolama havuzlarına alınmaktadır. Havuza alınan çamura, havuz tabanına yerleştirilen difüzörler ile hava verilerek çamurun stabilizasyonu sağlanmaktadır. Böylece kolay uzaklaştırılabilir, kokusuz, biyolojik olarak stabil ve çamur susuzlaştırma ünitesinde suyunu çabuk bırakan bir çamur elde edilmektedir. Aerobik çamur çürütücü özellikleri Tablo 3.31'de verilmiştir [50].

Tablo 3.31. Aerobik çamur çürütücü özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Havuz hacmi	804 m ³
Çap	16 m
Sağlanan katı madde konsantrasyonu	% 0.8-1
Gerekli hava miktarı	919 m ³ /sa
Blower kapasitesi (2 + 1 adet)	960 m ³ /sa

3.2.1.12. Çamur susuzlaştırma ünitesi (Dekantör)

Çamur susuzlaştırma işlemi ile nihai olarak uzaklaştırılacak çamurun hacminin azalması sağlanmaktadır. Çamur susuzlaştırma ekipmanı olarak dekantörler bulunmaktadır. Dekantörler % 0.8-1 kuru madde içeren çamuru minimum % 25 kuru maddeye çıkaracak özelliktedirler.

Aerobik çamur çürütücüdeki çamur uygun seviyeye geldiğinde, çamur susuzlaştırma binasında bulunan çamur besleme pompaları tarafından çekilerek, homojenliği sağlayan bir parçalayıcıdan geçirilip, dekantörlere iletilmektedir. Bir adet polielektrolit hazırlama ünitesinde hazırlanan su-polielektrolit karışımı, çamurun yumuşaklaşmasını sağlamak üzere dekantörlere verilmektedir. Susuzlaştırılan çamur, dekantörlerin altında bulunan burgu konveyör vasıtasıyla bina dışında bulunan kamyonlara yüklenerek bertarafa gönderilmekte, dekantörlerden çıkan süzüntü suyu ise tesisin başına iletilmektedir. Çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri Tablo 3.32’de verilmiştir [50].

Tablo 3.32. Çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Dekantör sayısı	2 + 1 adet
Dekantör kapasitesi	45 m ³ /sa
Dekantör katı madde çıkışı	% 20-25
Çamur pompası kapasitesi (2 + 1 adet)	45 m ³ /sa
Polielektrolit pompası kapasitesi (2 + 1 adet)	1500 l/s

3.3. Numune Alma ve Analiz Yöntemleri

Tesis numuneleri 24 saatlik kompozit numuneler olup tesisin giriş ve çıkış noktalarından otomatik numune alma cihazıyla alınmıştır. Numuneler SKKY Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği hükümlerine uygun olarak ağız kapalı plastik şişelere alınmış ve hiç bekletilmeden analizleri yapılmıştır. Plajyolu ATT’ye ait analizler tesisin atıksu laboratuvarında, 42 Evler AAT’ye ait analizler ise akreditasyon sertifikasına sahip İSU Genel Müdürlüğü Laboratuvar Şube Müdürlüğü laboratuvarında yapılmıştır. Analizlerde kullanılan metotlar Tablo 3.33’te belirtilmiştir [53-55].

Tablo 3.33. Analizlerde kullanılan metotlar

DENEY ADI	BİRİM	DENEY METODU
KOİ (KOİ-Kapalı Refluks Kolorimetrik Yöntemi)	mg/l	Standart Metod - 21. Baskı - 5220.D [53]
AKM (Gravimetrik Yöntemi)	mg/l	Standart Metod - 21. Baskı - 2540.D [53]
Al, Fe, Zn, Pb, Cu, Ni, Cd, Cr Tayini (ICP Atomik Emisyon Spektrofotometrik Metot)	mg/l	Standart Metod - 21. Baskı - 2540.D [53]
Ag, B, Mn, P Tayini (ICP Atomik Emisyon Spektrofotometrik Metot)	mg/l	TS EN ISO 11885 [54]
pH Tayini (Elektrometrik Yöntemi)	mg/l	Standart Metod - 21. Baskı-4500-H+B [53]
Krom (VI) Tayini (Kolorimetrik Metot)	mg/l	Standart Metod - 21. Baskı-3500-Cr B [53]
BOİ	mg/l	Standart Metod - 21. Baskı -5210-B [53]
Renk	mg/l	Standart Metod - 21. Baskı -2120-A [53]
TN	mg/l	DIN EN ISO 11905 -1 [55]
TP	mg/l	TS EN ISO 11885 [54]
UAKM (Gravimetrik Yöntemi)	mg/l	Standart Metod - 21. Baskı- 2540-E [53]

3.4. Kullanılan Cihazlar ve Ekipmanlar

Analizlerin yapıldığı laboratuvarlarda, kullanılan cihaz ve ekipmanların gerektirdiği özel koşulları sağlamak üzere uygun aydınlatma, ısıtma ve havalandırma sistemleri bulunmaktadır. Analiz cihazlarının çalışmalarının olumsuz etkilenmemesi için ortamda toz, nem, buhar, titreşim gibi etkenler için gerekli önlemler alınmaktadır. Bununla birlikte cihazların ve ekipmanların doğrulama ve kalibrasyonları düzenli olarak yapılmaktadır. Analizlerde kullanılan cihazlar ve ekipmanlar Tablo 3.34.'te verilmiştir.

Tablo 3.34. Analizlerde kullanılan cihazlar ve ekipmanlar

DENEY ADI	CİHAZ VE EKİPMAN
KOİ	Phoro 300 merc UV spektrofotometre
TN	
Krom (VI) Tayini	
Al, Fe, Zn, Pb, Cu, Ni, Cd, Cr Tayini	Pelkinelmer optical emission spectrometer optima 2100 dv
Ag, B, Mn, P Tayini	İndüktif eşleşmiş plazma atomik emisyon (ICP OES) spektrofotometre
TP	
pH Tayini	WTW pH metre
BOİ	BOİ şişeleri, inkübatör
Renk	Hach DR 5000 UV spektrofotometre
AKM	Whatman 0,44 µm gözenekli Millipore AP 40 filtre kağıtları, süzme seti, Binder etüv, Heraeus instruments kül fırını
UAKM	

4. BÖLÜM

BULGULAR

4.1. Atıksu Karakteristiği

Tesislerin genel atıksu karakteristiğinin belirlenmesi için İSU Genel Müdürlüğü Arıtma Tesisleri Daire Başkanlığının 2012 ve 2013 yıllarına ait işletme ve proses verileri kullanılmıştır.

4.1.1. 42 Evler AAT

İSU atıksu laboratuvarlarında arıtma tesisi giriş ve arıtma tesisi çıkış numunelerinde haftada bir kez yapılan ağır metal analizlerinde SKKY Tablo 19'da verilen ağır metal limit değerlerini aştığı görülmemiştir. Bu sebepten yalnızca 2012 yılı ve 2013 yılı arıtma tesisi giriş atıksuyu ağır metal analiz sonuçları verilmiştir.

Tesisin 2012 ve 2013 yıllarına ait renk analiz sonuçları Tablo 4.1'de, ağır metal analiz sonuçları Tablo 4.2 ve Tablo 4.3'te, günlük yapılan analiz sonuçları ise Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.1. Tesisin giriş ve çıkış numunelerine ait renk analizi sonuçları

AYLAR	2012 YILI RENK (Pt-Co)		2013 YILI RENK (Pt-Co)	
	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ
Ocak	-	-	201	150
Şubat	-	-	224	179
Mart	-	-	202	182
Nisan	-	-	-	-
Mayıs	-	-	288	212
Haziran	-	-	371	314
Temmuz	207	145	301	204
Ağustos	248	205	313	225
Eylül	299	251	312	219
Ekim	334	278	193	147
Kasım	312	237	265	223
Aralık	176	157	342	284
Ortalama	262	212	274	213

Tablo 4.2. 42 Evler AAT 2012 yılı ağır metal giriş değerleri

Prmt.	Metod	Birim	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort.	AKDY	SKKY
Toplam Krom	TS EN ISO 11885:2010	mg/L	0.084	0.059	0.072	0.100	0.062	0.064	0.107	0.072	0.070	0.033	0.055	0.071	0.071	5	1
Cr ⁶⁺	SM 3500-Cr	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	0.5
Pb	TS EN ISO 11885:2010	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	3	1
*T-CN ⁻	Merck Yön. 14561	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	10	0.5
Cd	TS EN ISO 11885:2010	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	2	0.1
Fe	TS EN ISO 11885:2010	mg/L	1.582	2.340	1.652	0.196	0.660	0.809	0.480	0.790	1.256	0.833	1.133	1.226	1.080	5	10
Cu	TS EN ISO 11885:2010	mg/L	0.084	0.079	0.089	0.103	0.071	0.081	0.117	0.073	0.150	0.019	0.070	0.110	0.087	2	3
Zn	TS EN ISO 11885:2010	mg/L	0.153	0.245	0.200	0.167	0.145	0.150	0.210	0.140	0.205	0.084	0.167	0.126	0.166	5	5

Tablo 4.3. 42 Evler AAT 2013 yılı ağır metal giriş değerleri

Prmt.	Metod	Birim	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort.	AKDY	SKKY
Toplam Krom	TS EN ISO 11885:2010	mg/L	0.092	0.066	-	0.030	0.037	0.045	0.050	0.113	0.075	0.042	0.118	0.041	0.059	5	1
Cr ⁶⁺	SM 3500-Cr	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	0.5
Pb	TS EN ISO 11885:2010	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	3	1
Cd	TS EN ISO 11885:2010	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	2	0.1
Fe	TS EN ISO 11885:2010	mg/L	0.601	0.879	-	0.770	0.695	0.736	0.675	0.840	1.080	0.959	2.609	1.205	0.921	5	10
Cu	TS EN ISO 11885:2010	mg/L	0.126	0.100	-	0.041	0.049	0.064	0.089	0.077	0.077	0.069	0.090	0.069	0.071	2	3
Zn	TS EN ISO 11885:2010	mg/L	0.203	0.294	-	0.069	0.069	0.174	0.152	0.115	0.101	0.109	0.210	0.276	0.148	5	5

Tablo 4.4. 42 Evler AAT 2012 yılı analiz sonuçları

AYLAR	DEBİ (m ³ /gün)	pH		SICAKLIK (°C)		AKM (mg/L)		KOI (mg/L)		BOI ₅ (mg/L)		TP (mg/L)	
		GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ
Ocak	25687	7.78	7.83	9.86	9.23	830	53	1575	177	394	23	2.35	0.92
Şubat	31126	7.78	7.88	9.37	9.15	915	77	2385	262	596	34	2.37	0.95
Mart	26128	7.80	7.77	13.18	11.87	588	50	1319	171	330	22	1.55	0.95
Nisan	27965	7.71	7.69	16.88	16.71	377	46	1286	173	322	18	2.43	1.11
Mayıs	22563	7.95	7.79	20.17	19.44	368	40	1395	145	349	15	2.59	1.23
Haziran	21147	7.82	7.73	22.36	21.98	385	41	1245	152	311	20	-	-
Temmuz	19500	7.77	7.78	24.41	24.39	530	45	1159	133	290	13	-	-
Ağustos	25524	7.64	7.84	23.85	23.99	598	50	1308	176	327	21	1.85	1.76
Eylül	20862	7.71	7.86	22.19	22.32	1014	51	2154	235	539	31	1.69	1.22
Ekim	22685	7.66	7.73	21.13	20.27	577	47	1235	211	309	23	1.44	0.90
Kasım	26578	7.70	7.76	17.29	16.92	785	66	1876	244	469	26	1.73	1.15
Aralık	28097	7.51	7.73	16.54	15.50	882	60	1505	211	376	22	1.43	1.01
Ortalama	24822	7.73	7.78	18.10	17.65	654	52	1537	191	384	22	1.94	1.12

Tablo 4.5. 42 Evler AAT 2013 yılı analiz sonuçları

AYLAR	DEBİ (m ³ /gün)	pH		SICAKLIK (°C)		AKM (mg/L)		KOI (mg/L)		BOI ₅ (mg/L)		TN (mg/L)		TP (mg/L)	
		GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ
Ocak	26756	7.54	7.76	16.97	16.40	708	44	1664	172	416	18	88	72	1.20	0.95
Şubat	30185	7.75	7.81	18.20	17.76	1422	54	2226	214	557	21	132	109	2.76	1.14
Mart	23841	7.68	7.79	16.07	16.36	966	42	1675	175	419	17	98	85	2.25	1.08
Nisan	25493	7.85	7.94	16.78	16.29	813	74	1876	204	469	30	95	83	2.72	1.24
Mayıs	26339	7.88	7.91	21.61	21.38	818	44	1526	251	382	32	104	89	-	-
Haziran	20797	7.66	7.84	26.47	25.32	761	62	1519	213	380	37	82	63	2.83	1.53
Temmuz	20739	7.79	7.86	26.01	24.25	930	51	1768	187	442	36	65	48	1.88	1.12
Ağustos	18964	7.66	7.88	26.08	25.79	891	74	1840	238	460	24	59	41	2.11	1.25
Eylül	21066	7.76	7.77	22.24	21.88	1054	61	1694	232	423	30	95	76	1.27	0.94
Ekim	24698	7.75	7.82	16.79	16.09	657	38	1189	148	297	45	49	30	1.07	0.58
Kasım	26785	7.78	7.91	14.68	15.17	1036	74	1484	269	371	27	91	76	1.92	0.85
Aralık	28120	7.62	7.81	14.67	14.71	378	48	1248	214	312	21	62	48	1.75	0.80
Ortalama	24482	7.73	7.84	19.71	19.28	869	55	1.642	210	411	28	85	68	1.98	1.04

Tesiste 2012 yılı verileri incelendiğinde tesis debisinin ortalama 24822 m³/gün olduğu görülmektedir. Tesise giren atıksuyun KOİ değerleri ve AKM değerleri yıl boyunca kanalizasyona deşarj limitlerinin çok üzerindedir. BOİ değeri için AKDY’de herhangi bir limit değeri verilmemiş ancak tasarım değeri olan 250 mg/l’nin üzerinde olduğu görülmektedir. TP, pH ve sıcaklık parametreleri giriş limit değerlerini sağlamaktadır. Tesise giren atıksuyun ortalama KOİ, AKM ve BOİ değerleri sırasıyla 1537 mg/l, 654 mg/l ve 384 mg/l olup evsel ve/veya kentsel atıksu içeriğindeki kirletici parametre konsantrasyonlarının çok üzerindedir. Bu yönüyle tesise gelen atıksu endüstriyel atıksu özelliği göstermektedir.

2012 yılı arıtılmış atıksu KOİ değeri ve AKM değeri yıl boyunca SKKY Tablo 19’da belirtilen deşarj limitlerini sağlamaktadır. pH parametresi limit değerler arasındadır. 2012 yılı arıtma verimleri % 88 KOİ, % 94 BOİ ve % 92 AKM giderimi şeklindedir. 2012 yılı giriş renk parametresi ortalama değeri 262 Pt-Co, çıkış renk parametresi ortalama değeri 212 Pt-Co olup SKKY Tablo 19’da belirtilen deşarj limitlerini sağlamaktadır.

2013 yılı verileri incelendiğinde tesis debisinin ortalama 24482 m³/gün olduğu görülmektedir. Tesise giren atıksuyun KOİ ve AKM değerleri yıl boyunca kanalizasyona deşarj limitlerinin çok üzerindedir. BOİ değeri için AKDY’de herhangi bir limit değeri verilmemiş ancak tasarım değeri olan 250 mg/l’nin üzerinde olduğu görülmektedir. TP, pH ve sıcaklık parametreleri giriş limit değerlerini sağlamaktadır. Tesise giren atıksuyun ortalama KOİ, AKM ve BOİ değerleri sırasıyla 1642 mg/l, 869 mg/l ve 411 mg/l olup endüstriyel atıksu özelliği göstermektedir. Bir önceki yıla kıyasla KOİ ve AKM değerlerinin arttığı gözlenmektedir. KOİ ve AKM konsantrasyonlarının yükselmesinin sebebi, 42 Evler AAT’ye bağlı olan endüstrilerden kaynaklanan uygunsuz atıksu deşarjlarının ve kanalizasyon bacalarına kaçak boşaltımların artarak devam etmesi ile açıklanabilir.

2013 yılı arıtılmış atıksu KOİ ve AKM değeri ise yıl boyunca SKKY Tablo 19’da belirtilen deşarj limitlerini sağlamıştır. pH parametresi limit değerler arasındadır. 2013 yılı arıtma verimleri % 87 KOİ, % 93 BOİ ve % 93 AKM giderimi şeklindedir. 2013

yılı giriş renk parametresi ortalama değeri 274 Pt-Co, çıkış renk parametresi ortalama değeri 213 Pt-Co olup SKKY Tablo 19’da belirtilen deşarj limitlerini sağlamaktadır.

Tesisin 2012 yılında çalıştığı MLSS ve MLVSS konsantrasyonları Tablo 4.6’da verilmiştir. Ocak ve şubat aylarındaki MLSS ve MLVSS miktarlarının diğer aylara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Söz konusu aylarda, kanalizasyon sistemine deşarjı uygun olmayan endüstriyel atıksu miktarının artmasına bağlı olarak tesise gelen organik kirlilik yükün de artması ve yeterli miktarda çamur bertaraf edilmemesi MLSS konsantrasyonunun artmasında etkili olmaktadır. Tesiste ortalama MLSS konsantrasyonu 7173 mg/l, ortalama MLVSS konsantrasyonu ise 4670 mg/l’dir.

Tablo 4.6. 2012 Yılı havalandırma havuzları MLSS ve MLVSS değerleri

AYLAR	HAVALANDIRMA HAVUZU-1		HAVALANDIRMA HAVUZU-2	
	MLSS (mg/l)	MLVSS (mg/l)	MLSS (mg/l)	MLVSS (mg/l)
Ocak	9596	6237	9197	5978
Şubat	10426	6777	10764	6997
Mart	7811	5077	7888	5127
Nisan	7050	4583	5980	3887
Mayıs	5652	3674	5426	3527
Haziran	6848	-	6986	-
Temmuz	6004	3902	6697	4353
Ağustos	5719	3717	5854	3805
Eylül	5666	3683	5434	3532
Ekim	5434	3532	5062	3290
Kasım	7243	4708	7965	5177
Aralık	8766	5698	8663	5631
Ortalama	7185	4690	7160	4664

Tesisin 2012 yılında bertaraf ettiği çamur ve polielektrolit kullanım miktarları Tablo 4.7’de verilmiştir. Tesiste ocak, şubat, mart ve nisan aylarında bertaraf edilen çamur miktarı diğer aylara göre daha fazladır. Yıllık ortalama % 22.89 kuru maddeli 6221970 kg çamur bertaraf edilmiş ve 1 ton kuru katı başına ortalama 9.5 kg polielektrolit kullanılmıştır.

Tablo 4.7. 2012 Yılı bertaraf edilen çamur ve polielektrolit kullanım miktarları

AYLAR	ÇIKAN ÇAMUR MİKTARI (kg/ay)	ÇIKAN ÇAMUR KURU MADDE (%)	POLİ TÜKETİMİ (kg/ay)	kg POLİ/10 ³ kg KURU KATI
Ocak	628070	23.01	1300	9
Şubat	799380	24.64	1675	8.5
Mart	950710	23.58	2275	10.1
Nisan	811470	22.96	1950	10.5
Mayıs	649900	22.18	1250	8.7
Haziran	375000	21.53	625	7.7
Temmuz	327800	21.68	650	9.1
Ağustos	300030	21.60	550	8.5
Eylül	353500	22.84	825	10.2
Ekim	301450	23.60	775	10.9
Kasım	396320	23.14	800	8.7
Aralık	328340	23.97	800	10.2
Ortalama	6221970	22.89	13475	9.5

Tesisin 2013 yılında çalıştığı MLSS ve MLVSS konsantrasyonları Tablo 4.8’de verilmiştir. Ocak, şubat ve nisan aylarındaki MLSS ve MLVSS miktarlarının diğer aylara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Söz konusu aylarda, kanalizasyon sistemine deşarjı uygun olmayan endüstriyel atıksu miktarının artmasına bağlı olarak tesise gelen organik kirlilik yükün de artması ve yeterli miktarda çamur bertaraf edilmemesi, MLSS konsantrasyonunun artmasında etkili olmaktadır. Tesiste ortalama MLSS konsantrasyonu 8300 mg/l, ortalama MLVSS konsantrasyonu ise 5400 mg/l’dir.

Tablo 4.8. 2013 Yılı havalandırma havuzları MLSS ve MLVSS durumu

AYLAR	HAVALANDIRMA HAVUZU-1		HAVALANDIRMA HAVUZU-2	
	MLSS (mg/l)	MLVSS (mg/l)	MLSS (mg/l)	MLVSS (mg/l)
Ocak	10042	6527	10186	6621
Şubat	1.738	6979	1.590	6883
Mart	8520	5538	9257	6017
Nisan	9890	6428	9813	6378
Mayıs	9052	5884	8881	5773
Haziran	6482	4213	7411	4817
Temmuz	7961	5175	8852	5754
Ağustos	9225	5996	8797	5718
Eylül	9416	6121	8150	5297
Ekim	5003	3252	5295	3442
Kasım	5369	3490	6254	4065
Aralık	7365	4787	7289	4738
Ortalama	8255	5366	8398	5459

Tesisin 2013 yılında bertaraf ettiği çamur ve polielektrolit kullanım miktarları Tablo 4.9’da verilmiştir. Tesiste nisan, mayıs, temmuz ve ekim aylarında bertaraf edilen

çamur miktarı diğer aylara göre daha fazladır. Yıllık ortalama % 24.03 kuru maddeli 6067120 kg çamur bertaraf edilmiş ve 1 ton kuru katı başına ortalama 9.4 kg polielektrolit kullanılmıştır. Santrifüj ile susuzlaştırılan aktif çamurlar ve birincil çamurlar için kullanılan polimer miktarı 2-5 kg poli/10³ kg kuru katıdır [14]. Tesise gelen endüstriyel atıksuların debi ve atıksu karakteristiği endüstrilerin üretim durumlarına göre salınım göstermektedir. Bu durum çamurunda özelliklerini değiştirmektedir. Bu nedenle kullanılan polielektrolit zaman zaman uyumsuzluk göstermekte ve fazla sarfiyat olmaktadır.

Tablo 4.9. 2013 Yılı bertaraf edilen çamur ve polielektrolit kullanım miktarları

AYLAR	ÇIKAN ÇAMUR MİKTARI (kg/ay)	ÇIKAN ÇAMUR KURU MADDE (%)	POLİ TÜKETİMİ (kg/ay)	kg POLİ/10 ³ kg KURU KATI
Ocak	300450	19.38	750	12.9
Şubat	209950	22.01	475	10.3
Mart	553050	23.72	1425	10.9
Nisan	648150	24.98	1525	9.4
Mayıs	609350	25.64	1650	10.6
Haziran	545550	23.94	1250	9.6
Temmuz	643300	24.45	1450	9.2
Ağustos	505850	25.23	1175	9.2
Eylül	525790	25.24	1125	8.5
Ekim	762180	25.70	1500	7.7
Kasım	487550	23.41	925	8.1
Aralık	275950	24.68	525	7.7
Ortalama	6067120	24.03	13775	9.4

4.1.2. Plajyolu AAT

Tesisin 2012 ve 2013 yıllarına ait 24 saatlik kompozit atıksu numunelerinde günlük yapılan analiz sonuçları Tablo 4.10 ve Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.10. Plajyolu AAT 2012 yılı analiz sonuçları

AYLAR	DEBİ (m ³ /gün)	pH		SICAKLIK (°C)		AKM (mg/L)		KOI (mg/L)		BOI ₅ (mg/L)		NİTRAT (mg/L)		TN (mg/L)		ALKALİNİTE (mg/L)		TP (mg/L)	
		GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ
Ocak	69072	7.97	7.80	10.53	11.65	156	23	263	71	158	18	4.28	6.61	30.01	9.57	278	-	-	-
Şubat	70553	7.65	7.43	10.32	11.18	160	23	279	48	-	-	4.38	7.34	23.63	8.46	274	-	6.85	0.95
Mart	66564	7.15	7.33	12.62	12.90	158	20	248	31	130	11	4.03	7.21	28.34	9.99	285	-	5.80	0.93
Nisan	74044	7.74	7.58	15.53	15.66	175	20	278	37	116	11	3.17	6.80	27.44	9.07	281	-	8.62	2.98
Mayıs	69028	8.07	7.93	18.74	19.33	266	24	298	49	144	12	2.40	5.27	31.76	9.09	278	-	8.26	1.12
Haziran	63281	7.84	7.69	22.43	23.00	228	19	332	42	113	17	1.34	6.76	29.06	9.56	277	-	6.23	0.87
Temmuz	57460	7.73	7.62	23.97	24.40	234	23	351	68	157	12	1.51	5.86	29.99	9.05	273	-	7.13	0.92
Ağustos	52728	7.62	7.61	23.52	23.41	189	24	348	66	169	10	1.24	3.91	-	-	270	-	7.95	1.51
Eylül	51334	7.64	7.69	21.43	21.76	210	22	425	72	184	12	1.55	5.90	-	-	285	-	8.06	1.29
Ekim	54011	7.86	7.83	20.17	20.11	232	25	441	72	157	7	1.48	5.61	-	-	280	-	7.39	1.95
Kasım	60340	7.85	7.68	16.73	16.53	198	21	318	52	147	15	1.70	9.72	-	-	281	-	6.88	1.31
Aralık	71115	7.97	7.75	12.71	13.17	200	24	284	57	113	10	1.38	8.73	-	-	269	-	7.78	2.09
Ortalama	63294	7.76	7.66	17.39	17.76	200	22	322	55	144	12	2,37	6.64	28.61	9.26	277,58	-	7.36	1.45

Tablo 4.11. Plajyolu AAT 2013 yılı analiz sonuçları

AYLAR	DEBİ (m ³ /gün)	pH		SICAKLIK (°C)		AKM (mg/L)		KOI (mg/L)		BOI ₅ (mg/L)		NİTRAT (mg/L)		TN (mg/L)		TP (mg/L)	
		GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ	GİRİŞ	ÇIKIŞ
Ocak	71190	7.68	7.39	11.24	10.84	149	22	256	36	119	12	-	8.12	23.60	9.83	4.82	1.32
Şubat	72216	7.71	7.44	11.26	10.89	150	18	296	37	98	11	-	7.95	26.75	9.85	7.80	2.38
Mart	71874	7.73	7.41	12.81	12.64	202	20	311	50	122	11	-	7.35	29.93	9.90	6.53	1.98
Nisan	67297	7.68	7.41	14.90	14.92	201	20	389	52	109	14	-	7.13	31.50	9.88	6.79	1.29
Mayıs	63795	7.58	7.54	20.03	19.79	239	23	435	41	192	18	-	5.27	34.69	7.24	7.69	0.97
Haziran	66079	7.57	7.60	23.02	23.24	212	21	416	43	201	13	-	4.99	33.67	7.24	6.06	1.09
Temmuz	60226	7.54	7.57	23.16	23.23	204	20	428	57	152	15	-	5.70	33.88	8.26	7.21	0.98
Ağustos	58812	7.52	7.89	24.76	24.62	181	19	378	74	144	15	-	4.97	30.76	7.09	8.07	1.05
Eylül	57913	7.52	7.78	21.00	20.46	206	20	448	50	175	15	-	5.50	32.73	8,12	7.23	0.99
Ekim	61047	7.51	7.52	15.16	14.40	196	20	428	53	139	16	-	5.69	31.83	10.27	7.09	1.07
Kasım	63347	7.48	7.53	14.55	13.75	211	21	423	73	178	17	-	5.25	33.47	8.85	6.01	1.86
Aralık	62920	7.60	7.63	8.29	8.77	167	25	318	88	150	22	-	5.02	33.71	9.45	6.81	1.02
Ortalama	65143	7.59	7.56	16.68	16.46	193	21	377	55	162	16	-	6.08	31.38	8.83	7.46	1.45

2012 yılı verileri incelendiğinde tesis debisi ortalama 63294 m³/gün'dür. Tesise giren atıksuyun ortalama KOİ, AKM, BOİ, TN ve TP değerleri sırasıyla 332 mg/l, 200 mg/l, 144 mg/l, 28.61 mg/l ve 7.36 mg/l olup tipik bir evsel atıksu özelliği göstermektedir.

2012 yılı arıtılmış atıksu KOİ, BOİ, AKM ve pH değerleri yıl boyunca SKKY Tablo 21.4'te belirtilen deşarj limitlerini sağlamaktadır. Arıtılmış atıksu, KAAY Ek IV Tablo 2'de yer alan TN için 10 mg/l ve TP için 1 mg/l değerlerini sağlamalıdır. 9.26 mg/l olan toplam azot değeri tabloda verilen limit değeri sağlarken, 1.45 mg/l toplam fosfor ile limit değeri sağlanmamaktadır. Ancak, kentsel atıksu arıtma tesislerinden ileri arıtma ilişkin deşarj limiti TP için 1 mg/l olmalı ya da minimum % 80 arıtma verimini sağlamalıdır. TP parametresi için 2012 yılında % 80 arıtma verimi sağlanmaktadır. 2012 yılı arıtma verimleri % 83 KOİ, % 92 BOİ, % 89 AKM, % 68 TN, % 80 TP giderimi şeklindedir.

2013 yılı verileri incelendiğinde tesis debisi ortalama 65143 m³/gün'dür. Tesise giren atıksuyun ortalama KOİ, AKM, BOİ, TN ve TP değerleri sırasıyla 377 mg/l, 193 mg/l, 162 mg/l, 31.38 mg/l ve 7.46 mg/l olup tipik bir evsel atıksu özelliği göstermektedir.

2013 yılı arıtılmış atıksu KOİ, BOİ, AKM ve pH değerleri yıl boyunca SKKY Tablo 21.4'te belirtilen deşarj limitlerini sağlamaktadır. Arıtılmış atıksu, KAAY Ek IV Tablo 2'de yer alan TN için 10 mg/l ve TP için 1 mg/l değerlerini sağlamalıdır. 8.83 mg/l olan toplam azot değeri tabloda verilen limit değeri sağlarken, 1.45 mg/l toplam fosfor ile limit değeri sağlanmamaktadır. Ancak, kentsel atıksu arıtma tesislerinden ileri arıtma ilişkin deşarj limiti TP için 1 mg/l olmalı ya da minimum % 80 arıtma verimini sağlamalıdır. TP parametresi için 2013 yılında % 81 arıtma verimi sağlanmaktadır. 2013 yılı arıtma verimleri % 86 KOİ, % 90 BOİ, % 89 AKM, % 72 TN, % 81 TP giderimi şeklindedir.

Atıksu karakteristiği belirlenirken TN ve TP değerleri üzerinde de durulmuştur. Çünkü tesis ileri azot ve fosfor giderimine yönelik bir tesistir. Tesise evsel nitelikte atıksular geldiğinden dolayı ağır metal ile ilgili bir sorun yaşanmamaktadır.

Havalandırma havuzlarında çözünmüş oksijen değerlerinin sabit oksijen metreler ile yerinde izlendiği ve çözünmüş oksijen değerlerinin genelde 1.5 ve 2 mg/l arasında olduğu, anoksik havuzda ise ≤ 0.5 mg/l olduğu işletmeciler tarafından belirtilmiştir. Çözünmüş oksijen ölçümleri yapılmış ancak kayıt tutulmamıştır. Oksijen, hücre sentezi ve solunum için gerekli yüksek enerjili bileşiklerin üretilmesi amacı ile substratın ayrıştırılmasında kullanılmaktadır. Yüksek katı alıkonma süresi (KAS) değerine sahip süreçlerde, hücre bakımı için gerekli enerji substrat metabolizması için gerekli olan oksijen miktarı ile aynıdır. Substrat giderimini sınırlamamak için, havalandırma havuzunda en az 0.5 ila 2.0 mg/L'lik bir minimum çözünmüş oksijen konsantrasyonu sağlanmalıdır [29].

Anaerobik havuzlarda monte edilen ORP ölçerler enstrümanları vasıtasıyla biyolojik aktivitelerin indirgenme ve yükseltgenme potansiyelleri günlük olarak izlenerek reaksiyonlar takip edilmektedir. Anaerobik havuzlarda ORP değerlerinin -150 mV ve -250 mV arasında, yağışlı havalarda ise ORP değerlerinin $\geq +50$ mV olduğu işletmeciler tarafından belirtilmiştir. ORP ölçümleri yapılmış ancak kayıt tutulmamıştır. Oksik şartlardaki ORP değeri pozitifdir (standart ORP olarak $+50$ mV'dan daha büyüktür.). Anaerobik şartlardaki ORP değeri ise negatiftir (standart ORP olarak -50 mV'dan daha küçüktür) [29]. Bu durumda anaerobik havuzlarda istenilen şartlar çoğunlukla sağlanmaktadır. Ancak yağışlı havalarda tesise yağmur suyu girişi olduğu için atıksuda çözünmüş oksijen konsantrasyonunun arttığı işletmeciler tarafından belirtilmiştir.

Tesisin 2012 yılında çalıştığı MLSS ve MLVSS konsantrasyonları Tablo 4.12’de verilmiştir. Mart ayında ortalama MLSS konsantrasyonu 3320 mg/l, ortalama MLVSS konsantrasyonu ise 2195 mg/l olup yıllık ortalamanın altındadır. Ayrıca 1 nolu havalandırma havuzunun MLSS ve MLVSS değerleri 2 nolu havuza göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum gelen organik kirlilik yükünün ve 1 nolu havalandırma havuzuna yapılan geri devir oranının düşük olması ve mart ayında bertaraf edilen çamur miktarının fazla olması ile alakalıdır. Tesiste ortalama MLSS konsantrasyonu 4300 mg/l, ortalama MLVSS konsantrasyonu ise 2700 mg/l’dir.

Tablo 4.12. 2012 Yılı havalandırma havuzları MLSS ve MLVSS değerleri

AYLAR	HAVALANDIRMA HAVUZU-1		HAVALANDIRMA HAVUZU-2	
	MLSS (mg/l)	MLVSS (mg/l)	MLSS (mg/l)	MLVSS (mg/l)
Ocak	4761	3342	4270	2947
Şubat	4608	3052	4360	2917
Mart	2554	1689	4085	2700
Nisan	4072	2684	4015	2649
Mayıs	5362	3204	5409	3240
Haziran	4973	2832	4954	2821
Temmuz	4169	2366	4163	2417
Ağustos	4777	2789	4581	2898
Eylül	4222	2622	4302	2632
Ekim	4568	2943	4594	2958
Kasım	3514	2434	3459	2345
Aralık	3690	2297	3776	2371
Ortalama	4272	2688	4331	2741

2012 yılı bertaraf edilen çamur ve polielektrolit kullanım miktarları Tablo 4.13’te verilmiştir. Tesiste mart, haziran ve ekim aylarında bertaraf edilen çamur miktarı diğer aylara göre daha fazladır. Yıllık ortalama % 22.15 kuru maddeli 8963570 kg çamur bertaraf edilmiş ve 1 ton kuru katı başına ortalama 8.5 kg polielektrolit kullanılmıştır.

Tablo 4.13. 2012 Yılı bertaraf edilen çamur ve polielektrolit kullanım miktarları

AYLAR	ÇIKAN ÇAMUR MİKTARI (kg/ay)	ÇIKAN ÇAMUR KURU MADDE (%)	POLİ TÜKETİMİ (kg/ay)	kg POLİ/10 ³ kg KURU KATI
Ocak	499550	20.05	750	7.5
Şubat	733600	20.36	1150	7.7
Mart	991300	21.01	1425	6.8
Nisan	615050	22.18	875	6.4
Mayıs	947200	18.74	1350	7.6
Haziran	1059450	24.06	1625	6.4
Temmuz	751250	23.26	1450	8.3
Ağustos	661900	24.21	1075	6.7
Eylül	695750	22.44	1475	9.4
Ekim	998430	23.05	2650	11.5
Kasım	585510	22.37	1750	13.4
Aralık	424580	22.00	1250	13.4
Ortalama	8963570	22.15	16825	8.5

Tesisin 2013 yılında çalıştığı MLSS ve MLVSS konsantrasyonları Tablo 4.14'te verilmiştir. Yıl boyunca MLSS ve MLVSS miktarlarında ocak ve aralık ayları dışında önemli bir değişimin olmadığı görülmüştür. Bu durum ocak ve aralık aylarında bertaraf edilen çamur miktarının az olması ile açıklanabilir. Tesiste ortalama MLSS konsantrasyonu 3800 mg/l, ortalama MLVSS konsantrasyonu ise 2600 mg/l'dir.

Tablo 4.14. 2013 Yılı havalandırma havuzları MLSS ve MLVSS durumu

AYLAR	HAVALANDIRMA HAVUZU-1		HAVALANDIRMA HAVUZU-2	
	MLSS (mg/l)	MLVSS (mg/l)	MLSS (mg/l)	MLVSS (mg/l)
Ocak	4778	2952	4452	2895
Şubat	3997	2618	4036	2647
Mart	3689	2452	3664	2397
Nisan	3041	2079	3507	2294
Mayıs	3944	2859	4446	3210
Haziran	3700	2705	-	-
Temmuz	3914	2826	-	-
Ağustos	2878	2106	-	-
Eylül	3084	2298	-	-
Ekim	3032	2215	-	-
Kasım	3382	2591	-	-
Aralık	4107	3019	-	-
Ortalama	3629	2560	4021	2689

2013 yılı bertaraf edilen çamur ve polielektrolit kullanım miktarları Tablo 4.15'te verilmiştir. Tesiste nisan, mayıs, eylül ve ekim aylarında bertaraf edilen çamur miktarı diğer aylara göre daha fazladır. Yıllık ortalama % 22.35 kuru maddeli 6067120 kg çamur bertaraf edilmiş ve 1 ton kuru katı başına ortalama 10.6 kg polielektrolit kullanılmıştır. Santrifüj ile susuzlaştırılan aktif çamurlar için kullanılan polimer miktarı 5-8 kg poli/10³ kg kuru katıdır [14]. Tesise gelen atıksu tamamen evsel nitelikte özellik göstermekte olup çamur özellikleri genellikle değişmemektedir. Artan kimyasal sarfiyatı, kullanılan polielektrolitin çamura uygun olmaması, polielektrolit çözeltilsinin iyi hazırlanamaması ve/veya operatörün makineyi uygun çalışma ayarlarında çalıştırmaması ile açıklanabilir.

Tablo 4.15. 2013 Yılı bertaraf edilen çamur ve polielektrolit kullanım miktarları

AYLAR	ÇIKAN ÇAMUR MİKTARI (kg/ay)	ÇIKAN ÇAMUR KURU MADDE (%)	POLİ TÜKETİMİ (kg/ay)	kg POLİ/10 ³ kg Kuru Katı
Ocak	565370	23.04	1100	8.4
Şubat	710100	22.95	1500	9.2
Mart	729250	23.03	1800	10.7
Nisan	808950	23.02	2150	11.5
Mayıs	814950	23.33	1900	10.0
Haziran	770050	21.81	1875	11.2
Temmuz	805000	20.48	1800	10.9
Ağustos	739450	24.98	1825	9.9
Eylül	922080	21.02	2425	12.5
Ekim	899450	22.04	2250	11.3
Kasım	744620	22.26	1700	10.3
Aralık	464320	20.19	900	9.6
Ortalama	8973590	22.35	21225	10.6

4.2. Tesislerin İşletilmesi

4.2.1. 42 Evler AAT

Mevcut haliyle % 57 evsel nitelikte ve % 43 endüstriyel nitelikte atıksularının oluşturduğu kentsel atıksuların arıtıldığı, sadece karbon giderimine yönelik klasik aktif çamur prosesinin uygulandığı biyolojik bir tesistir.

Tesiste, dengeleme havuzları yağışlı havalarda debinin yüksek olduğu zamanlarda (1750 m³/sa'yı aşan debi) dengeleme havuzuna by-pass yapmak suretiyle kullanılmakta olup aktif olarak amacına uygun çalıştırılmamaktadır. Arıtılmış atıksuların alındığı klor temas havuzuna klorlama yapılmamaktadır. Tesisin işletme bilgileri Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tesisten çıkan çamur, tehlikeli ve özel atıkları ilave yakıt olarak kullanmak üzere lisans almış olan bir çimento fabrikasına bertaraf edilmek üzere gönderilmektedir. Ancak bertaraf tesisinin arıza ya da bakım amaçlı uzun süreli duruşları sebebiyle istenilen miktarda çamur bertarafı yapılamamaktadır.

Tablo 4.16. 42 Evler AAT işletme bilgileri

PROSES	BİRİM	DİZAYN	*İŞLETME
Debi	m ³ /gün	35000	24652
Çamur Yaşı	Gün	8	15
F/M	kg BOİ ₅ /kgMLVSS*gün	0.17	0.18
MLSS Konsantrasyonu	mg/l	4000	7750
BOİ ₅ (250 mg/l)	kg/gün	8750	9811
AKM (350 mg/l)	kg/gün	12250	18784
KOİ (800 mg/l)	kg/gün	28000	39197
Tesis Çıkış Değerleri			
BOİ	mg/l	45	25
KOİ	mg/l	100	201
AKM	mg/l	30	54

* 2012 ve 2013 yılı işletme verileri ortalaması kullanılmıştır.

Tesis 35000 m³/gün debiye göre dizayn edilmiştir. 42 Evler AAT 2012 ve 2013 yılı ortalama debisi 24652 m³/gün dür. Tesise gelen kirlilik yükleri dizayn yükünden fazladır. Tesisin çamur yükü de fazladır. Dizaynda 8 gün olan çamur yaşı, istenilen miktarda çamur çekilemediği için işletme aşamasında 15 güne çıkmıştır.

Tesis dizaynında 4000 mg/l olan MLSS işletme sürecinde ortalama 7750 mg/l'dir. İşletme sürecinde havalandırma havuzlarında MLVSS ortalama 5035 mg/l olup MLVSS/MLSS oranı 0.65'tir. Klasik aktif çamur süreç tasarımında MLVSS/MLSS oranı 0.80 olarak uygulanmaktadır [31]. Kum tutucu ve ön çöktürme havuzlarından taşınan inorganik maddeler havalandırma havuzlarında MLVSS/MLSS oranının düşük olmasına neden olmaktadır.

Havalandırma havuzlarında çözülmüş oksijen değerlerinin sabit oksijen metreler ile yerinde izlendiği ve çözülmüş oksijen değerlerinin genelde 1 mg/l'nin altında olduğu belirtilmiştir. Çözülmüş oksijen değerleri ölçülmüş ancak kayıt tutulmamıştır. Normal şartlarda minimum 1 mg/l ile maksimum 2 mg/l oksijen seviyesinin uygun olduğu proje raporunda belirtilmiştir. Organik yükün fazla olması çözülmüş oksijen değerinin 1 mg/l'nin altına düşmesine sebep olmaktadır.

Arıtılmış atıksu deşarjı dere yoluyla İzmit Körfezine yapılmaktadır. 42 Evler AAT evsel ve endüstriyel atıksuların arıtıldığı bir tesis olduğu için 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren SKKY Tablo 19 (Karışık endüstriyel atık suların alıcı ortama deşarj standartları) limitlerini sağlamakla yükümlüdür. Atıksu deşarjlarında 24 saatlik kompozit numuneye ait KOİ değeri 300 mg/l ve AKM değeri 100 mg/l'dir. Tesisin 2012 ve 2013 yılları çıkış atıksu KOİ ortalaması sırasıyla 191 mg/l ve 210 mg/l olup 300 mg/l'nin altındadır. 2012 ve 2013 yılları çıkış atıksu AKM ortalaması sırasıyla 52 mg/l ve 55 mg/l olup 100 mg/l'nin altındadır. BOİ₅ parametresi SKKY Tablo 19'da bulunmamaktadır.

Kentsel atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı ile belirli endüstriyel sektörlerden kaynaklanan atıksu deşarjının olumsuz etkilerine karşı çevreyi korumak amacıyla 08/01/2006 tarih ve 26047 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren KAAY kapsamında, hassas ve az hassas bölgelerin genel olarak tanımlamaları yapılmış ve buralara deşarj edilecek atıksular için arıtma prensipleri tariflenerek deşarj kriterleri konulmuştur. Kentsel atıksu arıtma tesislerinden ikincil arıtıma ilişkin deşarj limitleri KOİ için 125 mg/l ya da minimum % 75 arıtma veriminin sağlanması, AKM için ise 35 mg/l ya da minimum % 70 arıtma veriminin sağlanması şeklindedir. 42 Evler AAT çıkış atıksuyu KOİ ve AKM parametrelerinin limit değerlerini sağlamamakta ancak arıtma verimlerini sağlamaktadır.

42 Evler AAT'ye maya endüstrisinden endüstriyel nitelikte atıksu gelmektedir. Maya endüstrisi şeker endüstrisi ürünü olan melası kullanmakta bu da yüksek organik madde ve siyaha yakın kahverengi atıksu özeliği göstermektedir. Maya endüstrisi atıksularından anaerobik-aerobik arıtma kombinasyonu sonrasında KOİ giderimi büyük ölçüde sağlanmış olsa bile, atıksudaki renk ve koku tamamıyla giderilememektedir [56]. Yüksek oranda renk veren bu bileşiklerin arıtma süreçlerinde parçalanması oldukça zordur [57]. Renkli atıksuların arıtımı için biyolojik arıtma sistemlerinden uzun havalandırmalı aktif çamur prosesi kullanılmaktadır. Fakat konvansiyonel biyolojik arıtma sistemleri renk gideriminde yeterli performansa sahip değildir. Bakterilerin konvansiyonel biyolojik arıtma sistemlerine adapte edilmesi, her bir türün optimum şartlarının belirlenmesi ile ilgili çalışmalardaki zorluklar, renk oluşturan maddelerin

(örneğin melanoidin gibi) biyolojik arıtım ile giderimini zorlaştırıcı etkenler olarak belirtilmiştir [58]. Bu nedenle mikroorganizmalarla renk giderimine yönelik çalışmalar, laboratuvar düzeyinden endüstriyel boyuta yeterince taşınamamıştır. Dolayısıyla atıksulardaki renk veren ve kalıcı nitelikteki organiklerin gideriminde deşarj kriterlerini sağlamak için farklı yöntemlerin araştırılmasına ihtiyaç duyulmuştur [58]. Tesiste klasik aktif çamur prosesi uygulanmakta ve melanoidin pigmentinden kaynaklanan renk % 10- % 30 arasında giderilebilmektedir. Tesis çıkış atıksuyu renk parametresi SKKY Tablo 19'da belirtilen deşarj limitini sağlamaktadır. Ancak kahverengi renk derede görüntü kirliliğine sebep olmaktadır.

Tesiste azot ve fosfor giderimi olmadığından bu iki parametre değerlendirmeye alınmamıştır. İSU bünyesinde azot ve fosforun biyolojik giderimine yönelik rehabilitasyon projeleri yapılmaya başlanmıştır.

4.2.2. Plajyolu AAT

1998 yılında devreye alınan ve 1999 depreminde hasar görerek işlevselliğini yitiren Plajyolu AAT, 21/10/2008 tarihinde başlatılan iyileştirme çalışmaları ile ileri azot ve fosfor giderimi yapan uzun havalandırmalı aktif çamur prosesinin uygulandığı arıtma tesisi biçimine dönüştürülmüştür. İyileştirme çalışmaları Ulusal Mevzuat ve Avrupa Birliği Direktifleri esas alınarak gerçekleştirilmiş ve mevcut tesis yapıları mümkün olduğunca değerlendirilmeye çalışılmıştır. Tesisin işletme bilgileri Tablo 4.17'de verilmiştir.

Tablo 4.17. Plajyolu AAT işletme bilgileri

PROSES	BİRİM	DIZAYN	*İŞLETME
Debi	m ³ /gün	72000	64.219
Çamur Yaşı	gün	10	20
F/M (kg BOİ ₅ /kgMLVSS*gün)		0.10	0.08
MLSS Konsantrasyonu	mg/l	5000	4050
BOİ ₅ (200 mg/l)	kg/gün	14400	9826
AKM (230 mg/l)	kg/gün	16560	12780
KOİ (427 mg/l)	kg/gün	30744	22445
TN (45 mg/l)	kg/gün	3240	1926
TP (9 mg/l)	kg/gün	648	475
Tesis Çıkış Değerleri			
BOİ	mg/l	≤20	16
KOİ	mg/l	≤ 90	55
AKM	mg/l	≤ 20	21
TN	mg/l	≤ 10	8.83
TP	mg/l	≤ 4 mg/l (Sadece biyolojik fosfor giderimi olunca) ≤ 1 mg/l (Biyolojik + kimyasal fosfor giderimi olunca)	1,49 (Sadece biyolojik fosfor giderimi olunca)

* 2012 ve 2013 yılı işletme verileri ortalaması kullanılmıştır.

Tesis 72000 m³/gün debiye göre dizayn dirmiştir. Plajyolu AAT 2012 ve 2013 yılları ortalama debisi 64219 m³/gün'dür. Tesise gelen organik yük dizayn yükünden daha azdır. Dizaynda 10 gün olan çamur yaşı, işletme aşamasında organik yükün az olmasından dolayı 20 gündür.

Tesis dizaynında 5000 mg/l olan MLSS işletme sürecinde ortalama 4050 mg/l'dir. İşletme sürecinde havalandırma havuzlarında MLVSS ortalama 2650 mg/l'dir.

Havalandırma havuzlarında çözülmüş oksijen değerlerinin sabit oksijen metreler ile yerinde izlendiği ve çözülmüş oksijen değerlerinin minimum 0.5 mg/l ile maksimum 2 mg/l oksijen seviyesi olduğu, anaerobik havuzlarda ise ORP değerlerinin -150 mV ve -250 mV arasında olduğu işletmeciler tarafından belirtilmiştir. ORP ve çözülmüş oksijen değerleri ölçülmüş ancak kaydı tutulmamıştır.

Atıksu deşarjlarında 24 saatlik kompozit numuneye ait BOİ değeri 35 mg/l, KOİ değeri 90 mg/l ve AKM değeri 25 mg/l'dir. Tesisin 2012 ve 2013 yılları çıkış atıksu BOİ₅ değeri ortalaması sırasıyla 12 mg/l ve 16 mg/l olup 35 mg/l'nin altındadır. Tesisin 2012 ve 2013 yılları çıkış atıksu KOİ değeri ortalaması 55 mg/l olup 90 mg/l'nin altındadır. 2012 ve 2013 yılları çıkış atıksu AKM değeri ortalaması sırasıyla 22 mg/l ve 21 mg/l olup 25 mg/l'nin altındadır. pH 6-9 aralığında olup deşarj limitleri arasındadır.

Kentsel atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı ile belirli endüstriyel sektörlerden kaynaklanan atıksu deşarjının olumsuz etkilerine karşı çevreyi korumak amacıyla 08/01/2006 tarih ve 26047 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren KAAY kapsamında, hassas ve az hassas bölgelerin genel olarak tanımlamaları yapılmış ve buralara deşarj edilecek atıksular için arıtma prensipleri tariflenerek deşarj kriterleri konulmuştur. Kentsel atıksu arıtma tesislerinden ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri TP için 1 mg/l ya da minimum % 80 arıtma veriminin sağlanması, TN için ise 10 mg/l ya da minimum % 70-80 arıtma veriminin sağlanması şeklindedir. Plajyolu AAT çıkış atıksuyu TN parametresi deşarj değerlerini sağlamakta, TP parametresi ise arıtma verimini sağlamaktadır.

4.3. İşletim Sorunları

Atıksu arıtma tesislerinin planlama, tasarım ve işletimi oldukça kapsamlı bir iş olup sosyal ve teknik hususların birlikte dikkate alınmasını gerektirmektedir. Planlama ve tasarım aşamalarında yapılan hatalar işletme aşamasını da olumsuz yönde etkileyerek problemlerin oluşmasına sebep olmaktadır.

4.3.1. Planlama ve tasarım aşamasında yapılan hatalar

Bir AAT ile ilgili planlama süreci başında tesis yeri seçimi, deşarj yeri ve atıksu karakteristiği mutlaka göz önünde tutulması gereken önemli faktörler arasındadır.

42 Evler AAT yerleşim merkezi içinde bulunmaktadır. En yakın yerleşime yaklaşık 150 m uzaklıktadır. Arıtılmış atıksu deşarjı yine yerleşim bölgesinin içerisinden geçen

dereye yüzeyden yapılmaktadır. Tesis arıtılmış atıksuyu maya endüstrisi atıksuyundan kaynaklanan kahverengi atıksu özeliği göstermektedir. Arıtma prosesinde giderilemeyen kahverengi renk derede görüntü kirliliği yaratmaktadır. Tesiste zaman zaman yaşanan koku problemi de o bölgede yaşayan insanları rahatsız etmektedir.

Plajyolu AAT de yine yerleşim merkezi içinde bulunmaktadır. En yakın yerleşime yaklaşık 30 m uzaklıktadır. Arıtılmış atıksu deşarjı bir hatla deniz içerisinden yapılmaktadır. Çamur yükleme alanının kapalı olmaması ve yerleşimlere çok yakın olmasından dolayı zaman zaman oluşan koku problemi de o bölgede yaşayan insanları rahatsız etmektedir. Aynı şekilde hava temini için kullanılan blowerların ve elektrik kesintilerinde devreye giren jeneratörlerin gürültüsü o bölgede yaşayan insanları rahatsız etmektedir.

Atıksu arıtma tesisleri planlanırken atıksu karakterizasyonu, seçilecek arıtma prosesinin hedeflenen deşarj standartlarına uygun olarak tasarlanması büyük önem taşımaktadır. Bu sebepten detaylı fizibilite çalışması yapılmalıdır. Fizibilite çalışması sırasında, evsel atıksu miktarının, atıksu karakterinin, endüstriyel deşarjların debisinin ve kirlilik konsantrasyonlarının belirlenmesi gerekmektedir. Elde edilen veriler aynı konuda, başka şehirlerde yapılmış olan çalışmalar ile karşılaştırılmalı ve literatürdeki diğer bulgularla birlikte değerlendirilerek atıksu karakterizasyonu yapılmalıdır. 42 Evler AAT irili ufaklı 20 fabrikanın endüstriyel nitelikte atıksuyunu arıtmak üzere projelendirilmiş ve kirlilik hesapları buna göre yapılmıştır. Atıksu karakterizasyonu endüstriler için sektörel bazda ve ileriye yönelik yapılmamıştır. Mevcut durumda tesise irili ufaklı 47 fabrikanın endüstriyel nitelikte atıksuyu gelmektedir. Tesiste işletme sürecinde kirlilik yükü dizayn yükünün üstündedir. Bu durum işletme problemlerine sebep olmaktadır.

Proje hesaplarında yapılan kabuller, işletme aşamasında bazen problemlere sebep olmaktadır. Tesise gelen kum miktarı tasarım miktarından fazla olduğu durumlarda kum pompaları sürekli çalıştırılmakta ve pompaların ömrünü kısalmaktadır. 42 Evler AAT'de aynı durumdan dolayı seçilen kum ayırıcının hacmi gelen kum miktarını karşılamamış ve kum ayırıcının hacmi arttırılmak üzere değiştirilmiştir.

Plajyolu AAT, iyileştirme çalışmaları ile ileri azot ve fosfor giderimi yapan aktif çamur prosesinin uygulandığı arıtma tesisi biçimine dönüştürülmüştür. İyileştirme çalışmalarında, alan yetersizliği nedeniyle havalandırma havuzlarının hacmi değiştirilememiş ve tesiste çamur yaşı 10 gün seçilip projelendirilmiştir. Ancak işletme aşamasında BOİ ve AKM kirlilik yüklerinin dizayn yükünden az olması sebebiyle çamur yaşı ortalama 20 gün olmuştur. Bu haliyle tesis uzun havalandırmalı aktif çamur sistemi biçiminde çalışmaktadır.

Sürdürülebilir kullanımın sağlanması için istenilen düzeyde arıtma verimini sağlayacak, uygun yatırım ve işletim maliyetine sahip AAT teknolojileri seçilmelidir. 42 Evler AAT'de oksijen temini için ilk yatırım maliyeti düşük aeratör seçilmiştir. Ancak aeratörler havalandırma verimi düşük ekipmanlardır. Bu nedenle işletme koşullarında çok fazla enerji harcamakta ve maliyeti arttırmaktadır. Ayrıca çevreye aerosol yayması, gürültü yapması ve etki derinliği gibi nedenlerle günümüzde artık tercih edilmemektedir.

4.3.2. İşletme aşamasında karşılaşılan sorunlar

4.3.2.1. 42 Evler AAT

Tesiste, manuel temizlemeli kaba ızgara mevcuttur. Izgaranın temizlik işlemi personel tarafından gerçekleştirilmektedir. Hijyenik değildir ve zaman kaybına sebep olmaktadır. Temizleme sıklığı azaldığı durumlarda özellikle yağışlı havalarda ızgara tıkanmakta ve tesise su alma işlemi güçleşmektedir.

Temizleme döngüsünün kısa olması, insan faktörüne az ihtiyaç duyulması, işletme kolaylığı sağlanması ve hijyenik olması avantajları vardır. Ancak tesiste kullanılan mekanik temizlemeli ince ızgaralar, özellikle yağışlı havalarda çok fazla atık maddelerin gelmesiyle mekanizması zorlanmakta ve sık sık arızaya geçmektedir. Bu durum yine ızgaranın tıkanmasına ve tesise su alma işleminin güçleşmesine neden olmaktadır.

Kum aşındırıcı bir malzeme olduğu için kum tutucu ünitesine ait kum pompalarında tıkanma, fanlarında aşınma ve motorunda yanma problemleri olmaktadır. Özellikle yağışlı havalarda aşırı kum taşındığı durumlarda kum sıyırıcılar ve kum pompaları en üst sıklıkla çalıştırılmaktadır. Ancak bu durum beraberinde mekanik ve elektrik arızaları getirmektedir (kum pompalarının ve sıyırıcı redüktörlerinin arızalanması, kablo makarasının takılması, vb). Kum pompalarında meydana gelen arızalar kumun diğer ünitelere taşınmasına sebep olmaktadır.

Taşıma işlemi ve bertaraf yerinde zaman zaman meydana gelen aksaklıklardan dolayı kum ayırıcısı düzenli olarak boşaltılamamakta ve kum tesis girişine taşınmaktadır. Bu durum terfi pompalarına da zarar verebilmektedir. Kum tutucudan çıkan kum düzenli olarak bertaraf edilmediği durumlarda koku problemi de yaşanmaktadır.

Kumun dengeleme havuzlarına taşınması, havuz tabanında bulunan difüzörlerin tıkanmasına ve dengeleme havuzu pompalarının arızalanmasına sebep olmuştur. Sıklıkla yaşanan bu durumdan dolayı dengeleme havuzları sadece by-pas amaçlı kullanılmaktadır.

Tesiste AKM yükünün fazla olması ve istenilen miktarda çamur çekilememesinden dolayı çamur havuz içinde uzun zaman tutulmaktadır. Bu durum çamurda septik şartların gelişmesine sebep olmaktadır. Havuz tabanında oluşan septik çamurda kopmalar meydana gelmekte ve yüzeye taşınmaktadır. Yüzeyde biriken yüzebilir maddeler devamlı ve düzenli bir şekilde sıyırılmaktadır. Ancak yüzeyde biriken madde miktarı fazla olduğundan sıyırıcı hunisi sıklıkla dolmakta ve tıkanmaktadır. Sıyırıcı hunisinde biriken septik çamur düzenli olarak uzaklaştırılmadığı durumlarda havuz yüzeyi çamurla kaplanmakta, kokuya sebep olmakta ve sinek oluşturmaktadır. AKM yükünün fazla olması katı maddelerin havalandırma havuzlarına taşınmasına sebep olmakta ve oradaki yükü arttırmaktadır. Yine AKM yükünün fazla olması çamur pompalarının olması gerekenden daha fazla çalışmasına sebep olmakta ve pompaların ömrünü kısaltmaktadır.

KOI ve BOI yükünün tasarım yükünden fazla olması havalandırma havuzlarında çözülmüş oksijen değerlerinin genelde 1 mg/l'nin altında olmasına sebep olmaktadır. Zaman zaman çözülmüş oksijen değerlerinin düşük olması son çöktürme havuzlarında septik şartların oluşmasına sebep olmaktadır.

Dizaynda aeratörlerin % 55-% 100 kapasite ile çalıştırma esnekliği sağlanmıştır. Havalandırma havuzları çıkışlarında savaklar mevcut olup havuz içindeki çözülmüş oksijen seviyelerine göre açılıp kapanmaktadır. Çözülmüş oksijen değerleri 1 mg/l'nin altına düştüğünde savaklar kapanmakta, 2 mg/l'nin üstüne çıktığında açılmaktadır. Havuzda çözülmüş oksijen değerleri genelde 1 mg/l'nin altında olduğundan aeratörler tam kapasite çalışmakta ve bu durum enerji maliyetini arttırmaktadır.

Organik kirliliğin yüksek olması dolayısıyla üretilen çamurun fazla olması ve istenilen miktarda çamurun çekilememesi sebebiyle çamur yaşı 15 gündür. Çamur çekilememesi havalandırma havuzunda MLSS miktarını 7750 mg/l'ye yükseltmiştir. MLSS miktarının yüksek olması havalandırma havuzu yüzeyinde kalın, kirli koyu esmer köpük oluşturmakta ve aeratörlerin atıksuya oksijen transferini düşürmektedir. Ayrıca bu durum son çökeltim havuzlarının yüzeyinde aynı köpüğün oluşmasına neden olmaktadır. Son çöktürme havuzlarında katı madde kaçışını engellemek için geri devir oranı da artmaktadır. Debinin yüksek geldiği durumlarda son çökeltim havuzlarında katı madde yüklemesi artmakta ve bu durumda katı madde kaçışına neden olmaktadır.

Kanalizasyon şebekesine bağlı olan endüstriler, kanalizasyon sistemine deşarjı uygun görülmeyen endüstriyel atıksularını zaman zaman doğrudan kanala vermekte ya da kanalizasyon bacalarına vidanjörle kaçak boşaltım yapılmaktadır. Tesise karakteri bilinmeyen anlık gelen atıksu mikroorganizma üzerinde inhibasyon etkisi göstermekte ve havalandırma havuzlarında köpürmelere neden olmaktadır.

Dengeleme havuzlarının çalıştırılmaması nedeniyle gelen atıksu konsantrasyonu homojen olmayıp mikroorganizmalar üzerinde anlık inhibasyon etkisi göstermektedir. Bu durum havalandırma havuzlarında ve son çöktürme havuzlarında köpük problemi yaratmaktadır.

Kirlilik yükünün fazla olması çamur üretimini arttırdığı için dekantörün çalışma sürelerini ve susuzlaştırma ünitesinde kullanılan kimyasal sarfiyatını arttırmıştır. Çamurun fazla üretilmesi taşıma ve bertaraf maliyetini arttırmıştır. Çamurun bertaraf edildiği lisanslı yakma tesislerinde arıza ya da bakım kaynaklı duruşlardan dolayı çamur bertarafı istenilen miktarda yapılamamaktadır.

Tesise gelen endüstriyel atıksuların debi ve atıksu karakteristiği endüstrilerin üretim durumlarına göre salınım göstermektedir. Bu durum çamurunda özelliklerini değiştirmektedir. Bu nedenle kullanılan polielektrolit zaman zaman uyumsuzluk göstermekte ve çok fazla sarfiyat olmaktadır. Buna ek olarak polielektrolit çözültisinin iyi hazırlanamadığı durumlarda (kimyasalın tam çözünmemesi ve topaklanma) ve/veya operatörden kaynaklı polielektrolit sarfiyatı da artmaktadır.

4.3.2.2. Plajyolu AAT

Atıksu birleşik sistem kanal hattıyla gelmektedir ve birleşik sistem atıksuyu, yağmur suyunu da içermektedir. Yağmur suyu girişi ile kum, katı madde, poşet vb. maddeler daha fazla gelmekte ve tesisin fiziksel arıtma ünitelerinde problemlere sebep olmaktadır.

Tesiste, manuel temizlemeli sepet ızgara mevcuttur. Izgaranın temizlik işlemi personel tarafından gerçekleştirilmektedir. Hijyenik değildir ve zaman kaybına sebep olmaktadır. Temizleme sıklığı azaldığı durumlarda özellikle yağışlı havalarda ızgara tıkanmakta ve tesise su alma işlemi güçleşmektedir.

Mekanik temizlemeli kaba ve ince ızgaraların temizleme döngüsünün kısa olması, insan faktörüne az ihtiyaç duyulması, işletme kolaylığı sağlaması ve hijyenik olması avantajları vardır. Ancak tesiste kullanılan mekanik temizlemeli ince ızgaralar, özellikle yağışlı havalarda çok fazla atık maddelerin gelmesiyle mekanizması zorlanmakta ve sık sık arızaya geçmektedir. Bu durum yine ızgaranın tıkanmasına ve tesise su alma işleminin güçleşmesine neden olmaktadır.

Kum aşındırıcı bir malzeme olduğu için kum tutucu ünitesine ait kum pompalarında tıkanma, fanlarında aşınma ve motorunda yanma problemleri olmaktadır. Özellikle yağışlı havalarda aşırı kum taşındığı durumlarda kum sıyırıcılar ve kum pompaları en üst sıklıkla çalıştırılmaktadır. Ancak bu durum beraberinde mekanik ve elektrik arızaları getirmektedir (kum pompalarının ve sıyırıcı redüktörlerinin arızalanması, kablo makarasının takılması, vb). Kum pompalarında meydana gelen arızalar kumun diğer ünitelere taşınmasına sebep olmaktadır.

Taşıma işlemi ve bertaraf yerinde zaman zaman meydana gelen aksaklıklardan dolayı kum ayırıcısı düzenli olarak boşaltılamamakta ve kum tesis girişine taşınmaktadır. Bu durum terfi pompalarına da zarar verebilmektedir. Kum tutucudan çıkan kum düzenli olarak bertaraf edilmediği durumlarda koku problemi de yaşanmaktadır.

Yağmur suyu girişi atıksuyun çözünmüş oksijen konsantrasyonunu arttırmaktadır. Bu sebepten ileri biyolojik arıtım prosesinin uygulandığı Plajyolu AAT'de anaerobik havuzlarda çözünmüş oksijen değeri artmakta ve fosfor giderimi olumsuz yönde etkilenmektedir. 2012 yılı nisan ve aralık ayları ile 2013 yılı şubat ve mart ayları proses raporlarında görüldüğü üzere bu aylarda debiler yüksek olup yağmur suyu girişi olduğu ve bu sebepten çıkış TP konsantrasyonunun yüksek olduğu düşünülmektedir. Ancak ölçümleri yapılan çözünmüş oksijen ve ORP değerleri kayıt altına alınmadığı için kesin bir değerlendirme yapılamamaktadır.

Havalandırma havuzlarında resirkülasyon ve geri devir oranları ayarlanamadığı zaman, RAS havuzuna geri devir çamuru ile yüksek konsantrasyonda gelen nitrat yeteri kadar giderilememektedir. RAS havuzunda elimine edilemeyen nitrat anaerobik havuzlarda anoksik şartlar oluşturmakta ve nitrat bu havuzlarda giderilmektedir. Çünkü nitrat mikroorganizmaların ilk tercihi olacağından fosfor giderimi olmayacaktır. 2012 yılı ekim ayı ile 2013 yılı kasım ayı proses raporlarında görüldüğü üzere TP çıkış konsantrasyonları yüksektir.

Son çöktürme havuzlarında bekletme süresinin artması, çöktürme havuzu tabanında septik şartların meydana gelmesine dolayısıyla gaz oluşumuna sebep olmaktadır. Havuz

tabanındaki gazlar serbest kalarak su yüzeyine çıkmakta, beraberinde çamur kopmaları ve çamur yükselmesi oluşmaktadır. Bu durum havuz yüzeyinde öbekler halinde yüzen çamur şeklinde kendini göstermektedir.

Tesise gelen atıksu tamamen evsel nitelikte özellik göstermekte olup çamur özellikleri genellikle değişmemektedir. 2012 ve 2013 yıllarında MLSS konsantrasyonları hemen hemen aynı olup kg kuru madde başına tüketilen polielektrolit miktarları arasında fark bulunmaktadır. Bu durum kullanılan polielektrolitin çamura uygun olmaması, polielektrolit çözeltisinin iyi hazırlanamadığı ve/veya operatörün makineyi uygun çalışma ayarlarında çalıştırmaması ile açıklanabilir. Artan polielektrolit sarfiyatı ile birlikte arıtma maliyetleri de artmaktadır.

4.3.3. Bakım yönetiminin sağlanmamasından kaynaklı sorunlar

Tesislerde yeterli seviyede koruyucu bakım yapılmamakta ve sadece arıza olduğu durumlarda müdahale edilmektedir. Sağlıklı bir bakım yönetimi ve mekanik işletme yapılmamaktadır. Tesislerde yer alan mekanik ekipmanların periyodik bakım ve yağlamalarının yapılması ile mekanik işletme yapılmış olur. Makineler, tesisat ve ekipmanların, tüm fonksiyonel yapıların ve fonksiyonel olmayan yapıların, motorlu araçların rutin bakım, yağlama, eskimiş veya aşınmış parçaların değiştirilmesi, onarımların yapılması ve yedek parçaların depolanması gerekmektedir. Mekanik işletmenin ve bakım yönetiminin sağlıklı yapılmaması işletmede ciddi problemlere yol açmaktadır. AAT'nin bir ünitesindeki arıza, ünitenin by-pass yapılarak boşaltılmasını ve arıza giderildikten sonra tekrar işletmeye alınmasını gerektirebilir. Bu durum ek iş gücü gerektirmekte, maliyeti arttırmakta ve proseste problemlere yol açmaktadır.

4.3.4. Operatörden kaynaklı sorunlar

Tesislerde yeterli sayıda kalifiye personel çalıştırılmamaktadır. Eğitim programları düzenlenmekte ve belirli aralıklarla toplantılar yapılmaktadır. Ancak az sayıda personel olması ve üç vardiya çalışılmasından dolayı eğitimlere ve toplantılara yeterli katılım sağlanamamaktadır.

4.3.5. Arıtma tesisi yöneticisinden kaynaklı sorunlar

Tesis yöneticisinin proses kontrolü için gerekli olan parametreleri iyi belirlememesi, analizlerini yaptırmaması, günlük izlememesi, yapılan analiz sonuçlarının iyi değerlendirilmemesi, tesis ünitelerinin, ekipmanların gözlemlenmemesi nedeniyle proses takibi yapılamamaktadır. Proses takibi için önemli olan ORP ve çözünmüş oksijen değerleri ölçülmekte ancak kayıtları tutulmamaktadır. Son çöktürme havuzlarında çamurun bekletme süresi, resirkülasyon ve geri devir debi oranlarının ayarlanması tesis işletmecisinin doğru gözlemlemesi ve değerlendirmesiyle gerçekleşmektedir.

4.4. İşletme Sorunlarına Yönelik Çözüm Önerileri

Atıksu arıtma tesisleri planlanırken iyi bir fizibilite çalışması yapılmalıdır. Atıksu karakterinin, endüstriyel deşarjların debisinin ve kirlilik konsantrasyonlarının belirlenmesi gerekmektedir. Atıksu karakterizasyonuna ve hedeflenen deşarj standartlarına uygun arıtma prosesi seçilmelidir.

Atıksu arıtma tesislerinin planlama aşamasından başlamak üzere Çevre Mevzuatı ve ilgili yönetmelik, genelge, tebliğ vb. çerçevesinde gerekli izinlerin ve onayların alınması gerekmektedir. Örneğin, proje onayı alınmadan yapılan tesisler, projesinde olması muhtemel hataların ya da eksikliklerin fark edilmemesine neden olmaktadır. Bu durum işletme aşamasında ve diğer yasal izinlerin alınmasında sıkıntılara sebep olmaktadır.

Planlama süreci başında tesis yeri seçimi ve deşarj edilecek alıcı ortamın özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir.

Proje hesaplarında yapılan kabuller yapılması planlanan tesisin bölge özellikleri (nüfus, yağış, sosyoekonomik durum, vb.) göz önüne alınarak yapılmalıdır.

Projeyi hazırlayan ve inşaat/montaj aşamasında bulunan teknik ekip, uygulama deneyimi de olan personellerden oluşmalıdır.

Kanalizasyon şebekesine bağı olan endüstrilerden kaynaklanan uygunsuz atıksu deşarjlarının ve kanalizasyon bacalarına kaçak boşaltımların önüne geçilmesi için denetim sıklığı arttırılmalı ve caydırıcı ceza işlemleri uygulanmalıdır.

42 Evler AAT'de dengeleme havuzlarının aktif hale getirilmesi gerekmektedir. Havuzlar kullanıldığında giriş KOİ ve AKM değerleri homojen hale getirilip organik karbon salınımlarını azaltmak mümkün olacaktır.

2872 sayılı Çevre Kanunu'na dayalı olarak çıkarılan SKKY ve KAAAY gereklerinin sağlanması amacıyla arıtma 42 Evler AAT'nin azot ve fosfor giderimi yapan ileri biyolojik AAT olacak şekilde rehabilite edilmesi gerekmektedir. Mevcut durumuyla azot ve fosfor giderimi yapamamaktadır.

Tesislerden düzenli olarak çamur çekilebilmesi için alternatif bertaraf tesisleri ve/veya bertaraf yöntemleri araştırılmalıdır.

Sürdürülebilir kullanımın sağlanması için istenilen düzeyde arıtma verimini sağlayacak, uygun yatırım ve işletim maliyetine sahip AAT teknolojileri seçilmelidir.

Plajyolu AAT'de istenilen fosfor çıkış suyu değeri ya da arıtma verimi sağlanamadığı durumlarda ikinci kademe arıtımı sonrası son çöktürme havuzları öncesinde demir klorür sisteme ilave edilmelidir.

Atıksu kanalizasyon sistemlerinin birleşik veya ayrık tipte olması arıtma tesisine gelecek pik yüklerin dengelenmesinde farklılıklar göstermektedir. Birleşik sistemler ayrık sistemlere göre daha büyük ölçekte yük dalgalanmalarına yol açmaktadır [59].

Kentsel atıksular tesislere birleşik sistem kanalizasyon sistemleri ile taşınmaktadır. Yağışlı havalarda tesislere farklı debide ve özellikle atıksu girişi olmakta bu da prosesi olumsuz etkilemektedir. Yağmur suyu girişi ile kum, katı madde, poşet vb. maddeler daha fazla gelmekte ve tesisin fiziksel arıtma ünitelerinde problemlere sebep

lmaktadır. Bu nedenlerden dolayı atıksu toplama sisteminin yağmur suyunun karışmadığı ayırık sistem olarak tasarlanması gerekmektedir.

Tesislerde işletme esnasında proseste minimum kesinti sağlanmalıdır. Bunun için, bir bakım planı geliştirilmeli, günlük bakım işleri tanımlanmalı, bakım planına dayalı olarak finansmanı da planlanmalıdır.

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.

5. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Kocaeli ilinde faaliyet gösteren evsel ve endüstriyel atıksuların artıldığı 42 Evler AAT ile sadece evsel atıksuların arıtıldığı Plajyolu AAT'nin son iki yıla ait proses, giriş ve çıkış atıksu analiz sonuçları değerlendirilerek atıksu karakterizasyonu yapılmış, tesislerde uygulanan arıtma prosesleri hakkında detaylı bilgi verilmiş ve karşılaşılan işletme sorunları tanımlanmıştır. İşletme sorunları ve deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar;

- 42 Evler AAT'de 35000 m³/gün olan ortalama dizayn debisi, işletme aşamasında 24652 m³/gün'dür.
- 42 Evler AAT, mevcut haliyle % 57 evsel nitelikte ve % 43 endüstriyel nitelikte atıksularının oluşturduğu kentsel atıksuların arıtıldığı, sadece karbon giderimine yönelik klasik aktif çamur prosesinin uygulandığı biyolojik bir tesistir. Tesise giren atıksuyun KOİ ve AKM değerleri iki yıl boyunca kanalizasyona deşarj limitlerinin çok üzerindedir. BOİ değeri için AKDY'de herhangi bir limit verilmemiş ancak tasarım değeri olan 250 mg/l'nin üzerinde olduğu görülmüştür. 2012 ve 2013 yılları ortalama KOİ, AKM ve BOİ değerleri sırasıyla 1590 mg/l, 762 mg/l ve 397 mg/l olup evsel ve/veya kentsel atıksu içeriğindeki kirletici parametre konsantrasyonlarının çok üzerindedir. Bu yönüyle tesise gelen atıksu endüstriyel atıksu özelliği göstermektedir.
- 2012 ve 2013 yılları ortalama % 23.46 kuru maddeli 6144545 kg çamur bertaraf edilmiş ve 1 ton kuru katı başına ortalama 9.5 kg polielektrolit olup literatürde belirtilen miktardan fazladır. Tesise gelen endüstriyel atıksuların debi ve atıksu karakteristiği endüstrilerin üretim durumlarına göre salınım göstermektedir. Bu durum çamurunda özelliklerini değiştirmektedir. Bu nedenle kullanılan polielektrolit zaman zaman uyumsuzluk göstermekte ve çok fazla sarfiyat olmaktadır.
- Tesisin 2012 ve 2013 yılları ortalama verimleri % 87.5 KOİ, % 93.5 BOİ ve % 93 AKM giderimi şeklindedir.

- Arıtılmış atıksu SKKY Tablo 19 limitlerini sağlamaktadır. Tesisin tabi olduğu diğer bir yönetmelik olan KAAY kapsamında, tesis çıkış atıksuyu KOİ ve AKM parametrelerinin limit değerlerini sağlamamakta ancak arıtma verimlerini sağlamaktadır.
- Tesiste, dengeleme havuzları yağışlı havalarda debinin yüksek olduğu zamanlarda by-pass yapmak suretiyle kullanılmakta olup aktif olarak amacına uygun çalıştırılmamaktadır. Kanalizasyon şebekesine bağlı olan endüstriler, kanalizasyon sistemine deşarjı uygun görülmeyen endüstriyel atıksularını zaman zaman doğrudan kanala vermekte ya da kanalizasyon bacalarına vidanjörle kaçak boşaltım yapılmaktadır. Dengeleme havuzlarının çalıştırılmaması nedeniyle tesise karakteri bilinmeyen anlık gelen atıksuyun konsantrasyonu homojen olmayıp mikroorganizmalar üzerinde anlık inhibasyon etkisi göstermektedir. Bu durum havalandırma havuzlarında ve son çöktürme havuzlarında köpük sorunu yaratmaktadır.
- Tesisten çıkan çamur, tehlikeli ve özel atıkları ilave yakıt olarak kullanmak üzere lisans almış olan bir çimento fabrikasına bertaraf edilmek üzere gönderilmektedir. Ancak bertaraf tesisinin arıza ya da bakım amaçlı uzun süreli duruşları sebebiyle istenilen miktarda çamur bertarafı yapılamamaktadır.
- Atıksu karakterizasyonu endüstriler için sektörel bazda ve ileriye yönelik yapılmamıştır. Tesiste işletme sürecinde kirlilik yükü dizayn yükünün üstündedir.
- Organik kirliliğin yüksek olmasından dolayı üretilen çamur da fazla olmakta ve istenilen miktarda çamur çekilememektedir. Bu sebepten dizaynda 8 gün olan çamur yaşı işletme aşamasında 15 güne çıkmıştır. Çamur çekilememesi havalandırma havuzunda MLSS miktarını 7750 mg/l'ye yükseltmiştir. MLSS miktarının yüksek olması havalandırma havuzu yüzeyinde kalın, kirli koyu esmer köpük oluşturmakta ve aeratörlerin atıksuya oksijen transferini düşürmektedir. Ayrıca bu durum son çökeltim havuzlarının yüzeyinde aynı köpüğün oluşmasına neden olmaktadır. Son çöktürme havuzlarında katı madde kaçışını engellemek için geri devir oranı da artmaktadır.
- Organik yükün fazla olması havalandırma havuzunda çözülmüş oksijen değerinin 1 mg/l'nin altına düşmesine sebep olmaktadır. Bu durumda aeratörler

tam kapasite çalışmakta ve enerji maliyeti artmaktadır. Zaman zaman çözülmüş oksijen değerlerinin düşük olması son çöktürme havuzlarında da septik şartların oluşmasına sebep olmaktadır.

- Tesis atıksuyu, maya endüstrisinden kaynaklı siyaha yakın kahverengi özelliktedir. Tesiste klasik aktif çamur prosesi uygulanmakta ve maya endüstrisinden kaynaklanan renk % 10-% 30 arasında giderilebilmektedir. Tesis çıkış atıksuyu renk parametresi SKKY Tablo 19'da belirtilen deşarj limitini sağlamaktadır. Ancak kahverengi renk derede görüntü kirliliğine sebep olmaktadır.
- Tesiste azot ve fosfor giderimi olmadığından bu iki parametre değerlendirmeye alınmamıştır. İSU bünyesinde azot ve fosforun biyolojik giderimine yönelik rehabilitasyon projeleri yapılmaya başlanmıştır.
- Plajyolu AAT'de, 72000 m³/gün olan ortalama dizayn debisinin, işletme aşamasında 64219 m³/gün'dür.
- Tesise giren atıksuyun 2012 ve 2013 yılları ortalama KOİ, AKM, BOİ, toplam azot ve toplam fosfor değerleri sırasıyla 349 mg/l, 197 mg/l, 153 mg/l, 30 mg/l ve 7.41 mg/l olup tipik bir evsel atıksu özelliği göstermektedir.
- 2012 ve 2013 yılları ortalama % 22.25 kuru maddeli 8968580 kg çamur bertaraf edilmiş ve 1 ton kuru katı başına ortalama 9.5 kg polielektrolit olup literatürde belirtilen miktardan fazladır. Tesise gelen atıksu tamamen evsel nitelikte özellik göstermekte olup çamur özellikleri genellikle değişmemektedir. Ancak kullanılan polielektrolitin çamura uygun olmaması, polielektrolit çözeltisinin iyi hazırlanmaması ve/veya operatörün makineyi uygun çalışma ayarlarında çalıştırmaması polimer sarfiyatının artmasına neden olmaktadır.
- Tesisin 2012 ve 2013 yılları ortalama verimleri % 84.5 KOİ, % 91 BOİ, % 89 AKM, % 70 TN ve % 80.5 TP giderimi şeklindedir.
- Arıtılmış atıksu SKKY Tablo 21.4 limitlerini sağlamaktadır. Tesisin tabi olduğu diğer bir yönetmelik olan KAAY kapsamında, tesis çıkış atıksuyu TN parametresi deşarj değerlerini sağlamakta, TP parametresi ise arıtma verimini sağlamaktadır.

- Dizaynda 10 gün olan çamur yaşı, işletme aşamasında organik yükün az olmasından dolayı 20 güne çıkmıştır. Bu haliyle tesis uzun havalandırmalı aktif çamur sistemi biçiminde çalışmaktadır.
- Havalandırma havuzlarında çözülmüş oksijen ve ORP değerleri izlenmekte ancak kayıt tutulmamaktadır.
- Havalandırma havuzlarında resirkülasyon ve geri devir oranları ayarlanamadığı zamanlarda fosfor ve azot giderimi olumsuz yönde etkilenmektedir.
- Son çöktürme havuzlarında bekletme süresinin artması, çöktürme havuzu tabanında septik şartların meydana gelmesine dolayısıyla gaz oluşumuna sebep olmaktadır.
- Atıksular tesise birleşik sistem kanalizasyon sistemleri ile taşınmaktadır. Yağışlı havalarda tesise farklı debide ve özellikle atıksu girişi olmakta buda prosesi olumsuz etkilemektedir.
- Yağmur suyu girişi ile kum, katı madde, poşet vb. maddeler daha fazla gelmekte ve tesisin fiziksel arıtma ünitelerinde problemlere sebep olmaktadır.
- Yağmur suyu girişi, atıksuyun çözülmüş oksijen konsantrasyonunu arttırmaktadır. Bu sebepten anaerobik havuzlarda çözülmüş oksijen değeri artmakta ve fosfor giderimi olumsuz yönde etkilenmektedir.
- Tesislerin yerleşim merkezlerine çok yakın olmasından dolayı zaman zaman oluşan koku, görüntü ve gürültü kirliliği sorunları o bölgede yaşayan insanları rahatsız etmektedir.
- Tesislerde yeterli seviyede koruyucu bakım yapılmamakta ve sadece arıza olduğu durumlarda müdahale edilmektedir.
- Tesislerde yeterli sayıda kalifiye personel çalıştırılmamaktadır. Eğitim programları düzenlenmekte ve belirli aralıklarla toplantılar yapılmaktadır. Ancak az sayıda personel olması ve üç vardiya çalışılmasından dolayı eğitimlere ve toplantılara yeterli katılım sağlanamamaktadır.

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

- Atıksu arıtma tesisleri planlanırken iyi bir fizibilite çalışması yapılmalıdır. Atıksu arıtma tesislerinin planlama aşamasından başlamak üzere Çevre Mevzuatı ve ilgili yönetmelik, genelge, tebliğ vb. çerçevesinde gerekli izinlerin ve onayların alınması gerekmektedir.
- Planlama süreci başında tesis yeri seçimi ve deşarj edilecek alıcı ortamın özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Proje hesaplarında yapılan kabuller yapılması planlanan tesisin bölge özellikleri (nüfus, yağış, sosyoekonomik durum, vb.) göz önüne alınarak yapılmalıdır.
- Projeyi hazırlayan ve inşaat/montaj aşamasında bulunan teknik ekip, uygulama deneyimi de olan personellerden oluşmalıdır.
- Kanalizasyon şebekesine bağlı olan endüstrilerden kaynaklanan uygunsuz atıksu deşarjlarının ve kanalizasyon bacalarına kaçak boşaltımların önüne geçilmesi için denetim sıklığı arttırılmalı ve caydırıcı ceza işlemleri uygulanmalıdır.
- 42 Evler AAT'de dengeleme havuzlarının aktif hale getirilmesi gerekmektedir. Havuzlar kullanıldığında giriş KOİ ve AKM değerleri homojen hale getirilip organik karbon salınımlarını azaltmak mümkün olacaktır.
- 2872 sayılı Çevre Kanunu'na dayalı olarak çıkarılan SKKY ve KAAY gereklerinin sağlanması amacıyla arıtma 42 Evler AAT'nin azot ve fosfor giderimi yapan ileri biyolojik AAT olacak şekilde rehabilite edilmesi gerekmektedir. Mevcut durumuyla azot ve fosfor giderimi yapılamamaktadır.
- Tesislerden düzenli olarak çamur çekilebilmesi için alternatif bertaraf tesisleri ve/veya bertaraf yöntemleri araştırılmalıdır.
- Sürdürülebilir kullanımın sağlanması için istenilen düzeyde arıtma verimini sağlayacak, uygun yatırım ve işletim maliyetine sahip AAT teknolojileri seçilmelidir.
- Plajyolu AAT'de istenilen fosfor çıkış suyu değeri ya da arıtma verimi sağlanamadığı durumlarda ikinci kademe arıtımı sonrası son çöktürme havuzları öncesinde demir klorür sisteme ilave edilmelidir.
- Atıksu toplama sisteminin yağmur suyunun karışmadığı ayrık sistem olarak tasarlanması gerekmektedir.
- Tesislerde bir bakım planı geliştirilmeli, günlük bakım işleri tanımlanmalı, bakım planına dayalı olarak finansmanı da planlanmalıdır.

- 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

1. Samsunlu A., “Atıksuların arıtılması 3. baskı”, *Birsen Yayınevi*, s. 647, İstanbul, 2006.
2. Villaverde, S., Lacalle, M.L., García-Encina, P.A. and Fdz-Polanko, F., “Nitrification-denitrification of UASB effluents highly loaded with nitrogen in an activated sludge reactor operated with short cycled aeration”, *Wat. Sci. Tech.*, 44 (4), 279-286, 2001.
3. Çınar A., “Biyolojik atıksu arıtma tesislerinin verimlilik kontrolü ve karşılaşılan önemli işletme sorunlarına çözüm yaklaşımları”, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.1-3, Kocaeli, 2008.
4. Erdoğan A.O., Zengin G.E., Orhon D., “Türkiye’de evsel atıksu oluşum miktarları ve karakterizasyonu”, *İTÜ Dergi*, (15) 1-3, 52-69, 2005.
5. Arslan A., Ayberk S., “İzmit Endüstriyel ve Evsel Atıksu Arıtma Tesisi atıklarının konvansiyonel karakterizasyonu ve değerlendirilmesi”, *Ekoloji*, 14 (54), 7-12, 2005.
6. Toprak, H., “Atıksu Arıtma Sistemlerinin Tasarım Esasları cilt 1”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Müh. Fakültesi*, s. 420, İzmir, 1999.
7. Özalp, F.N., “Ankara ASKİ atıksu özellikleri ve arıtma sisteminin değerlendirilmesi”, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 114, Ankara, 2005.
8. Akyüz, İ.N., “Osmanbey Atıksu Arıtma Tesisinin işletilmesi”, *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 114, Şanlıurfa, 2011.
9. Öz, A., “Atıksu arıtma tesislerinde verimlilik kontrolü ve işletme sorunları”, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 94, Kocaeli, 2009.
10. Metcalf & Eddy, Inc., “Wastewater Engineering 3rd ed.”, *Mc Graw Hill Inc.*, s. 540, USA, 1991.
11. Arcevala, S.J., “Wastewater Treatment and Disposal: Engineering and Ecology in Pollution Control 15th ed.”, *M. Dekker Inc.*, s. 892, New York, 1981.
12. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Aralık 31, *T.C. Resmi Gazete*, 25687, s. 51, 2004.

13. Arceivala, Soli J., “Çevre Kirliliği Kontrolünde Atıksu Arıtımı 2. cilt”, Vahap Balman, *Mc Graw Hill Inc.*, s. 473, India, 2002.
14. Metcalf & Eddy, “Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 4th ed.”, *Mc Graw Hill Inc.*, s. 1848, New York, 2002.
15. ŞENGÜL, F., “Endüstriyel Atıksuların Arıtılması 2. baskı”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi*, s. 476, İzmir, 1991.
16. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği, Ocak 8, *T.C. Resmi Gazete*, 26047, s. 6, 2006.
17. Erdoğan, A. O., “Türkiye’de optimum maliyete dayalı atıksu arıtma tesisi tasarımı”, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi*, s. 20-23, İstanbul, 2004.
18. Çabukçu, E., “Krom (IV), bakır (II), demir(III) iyonlarının tek ve çok bileşenli metal sistemlerinde R. Arhizus’la biyosorpsiyonunun sürekli karıştırılmalı kaplarda incelenmesi”, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.10-15, Ankara, 1998.
19. Muslu, Y., “Kullanılmış Suların Tavsiyesi 2. cilt”, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, s. 567, İstanbul, 1990.
20. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği, Ocak 7, *T.C. Resmi Gazete*, 20748, s. 2-5, 1991.
21. Patterson, J.W., “Waste Water Treatment Technology”, *Science Publishers Inc.*, s. 43-81, USA, 1977.
22. Dağ, C.M., “Çevre Mühendisliği Uygulamaları”, *Çevre Mühendisleri Odası*, s. 63-74, Ankara, 2002.
23. Hammer, M.J., “Water and Wastewater Technology 2nd ed.”, *John Wiley & Sons, Inc.*, s. 502, New York, 1975.
24. Reible, D.D., “Fundamentals of Environmental Engineering 1st ed.”, *CRC Press LLC*, s. 526, Germany, 1999.
25. Eckenfelder, W.W.Jr., “Principles of Water Quality Management 3rd ed.”, *CBI Publishing Company Inc.*, s. 717, USA, 1980.
26. Peavy, H.S., “Environmental Engineering 1st ed.”, *Mc Graw Hill Inc.*, s. 719, Singapore, 1985.
27. Degremont, “Water Treatment Handbook 6th ed.”, *Lavoisier Publishig Inc.*, s. 487, France, 1991.

28. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, Mart 20, *T.C. Resmi Gazete*, 27527, s. 28, 2010.
29. Toprak. H., “Aktif Çamur Sürecinin İşletilmesi 2. baskı”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi*, s. 257 , İzmir, 2000.
30. Kargı, F., “Çevre Mühendisliğinde Biyoprosesler 12. cilt”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi*, s. 425, İzmir, 1995.
31. Toprak. H., “Aktif Çamur Sürecinin Tasarım Esasları 1. cilt”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi*, s. 364, İzmir, 2000.
32. Metcalf & Eddy, Inc., “Wastewater Engineering, Disposal and Reuse 4th ed.”, *Mc Graw Hill Publishing Inc*, s. 1819, USA, 2003.
33. WEF, “Biofilm Reactors 11th ed.”, *Water Environment Federation Pres*, s. 608, New York, 2011.
34. The Great Lakes-Upper Mississippi River Board of State and Provincial Public Health and Environmental Managers, “Recommended standards for wastewater facilities” *GLUMRB, USA*, s. 112, 2004.
35. Deutsche Vereinigung Für Wasserwirtschaft, “DWA-M 210 Belebungsanlagen mit aufstaubetrieb (SBR)”, *DWA, Germany*, s. 25, 2009.
36. İleri, R., “Çevre Biyoteknolojisi 1. baskı”, *Değişim Yayınları*, s. 525, Adapazarı, 2000.
37. Elmitwalli T. A., Bruning H., Zeeman G., Lettinga G.,” The role of filter media in removing suspended and colloidal particles in an anaerobic reactor treating domestic sewage”, *Bioresource Technology*, 75 (3), 235-242, 2000.
38. Deutsche Vereinigung Für Wasserwirtschaft, “ATV-A 131E Dimensioning of single-stage activated sludge plants”, *DWA, Germany*, s. 7, 2000.
39. Henze, M., Loosedrecht, M., Ekama, G., Brdjanovic, D., “Biological Wastewater Treatment: Principles 2nd ed.”, *IWA Publishing Inc.*, s. 511, London, 2008.
40. Filibeli, A., “Arıtma Çamurlarının İşlenmesi 2. baskı ”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi*, s. 189, İzmir, 1996.
41. Topacık, D., “Atık Su Arıtma Tesisleri İşletilmesi 3. cilt”, *İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü*, s. 1-5, İstanbul, 1987.

42. Şengül, F., “Arıtma tesisinde numune alma laboratuvar analizleri ve performans tespiti”, Atıksu Arıtma Tesislerinin Tasarım ve İşletim Esasları ATTİK II, *DEÜ Çevre Araştırma ve Uygulama Merkezi (ÇEVMER)*, İzmir, s.11, 2001.
43. Samsunlu, A., “Çevre Mühendisliği Kimyası 4.baskı”, *Sam-Çevre Teknolojileri*, s. 266, İstanbul, 1999.
44. Şengül, F., Müezzinoğlu, A., Samsunlu, A., “Çevre Mühendisliği Kimyası 1. baskı”, *D.E.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi*, s. 170, İzmir, 1986.
45. İnternet: Dokuz Eylül Üniversitesi “İleri Atıksu Arıtımı”
<http://web.deu.edu.tr/atıksu/ana58/bolum06.pdf>.
46. İnternet: İstanbul Teknik Üniversitesi “Çevre Mühendisliği Laboratuvarı Temel Parametre Analizleri”
<http://web.itu.edu.tr/~itucevrelab/dokuman/Foyler/FOSFOR.pdf>.
47. Lurgi Bamak GmbH, “Process operating instructions waste water treatment plant İzmit-integrated environment project”, *Lurgi, Kocaeli*, s. 1-15, 1996.
48. Gengeç E., “Optimization of baker’s yeast wastewater using response surface methodology by electrocoagulation desalination”, *Desalination*, 286 (2012), 200-209, 2012.
49. Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği, Kasım 30, *T.C. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İzmit Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü*, 2006/2, s. 26, 2007.
50. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İSU Genel Müdürlüğü, “Plajyolu atıksu arıtma tesisi revizyon tatbikat projesi hazırlama işi proses raporu”, *KBB İSU, Kocaeli*, s. 85, 2008.
51. İnternet: Orman ve Su İşleri Bakanlığı “Atıksu Arıtma Tesisleri Tasarım Rehberi”
<http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/libraries/su/aattasar%C4%B1mrehberi.sflb.ashx>.
52. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi, “İzmit Körfezi su kalitesinin ve karasal girdilerin izlenmesi ve kirliliğın önlenmesine yönelik önerilerin geliştirilmesi projesi”, *TÜBİTAK MAM, 511870 ÇE.12.78.*, *Kocaeli*, s. 100-101, 2012.

53. American Public Health Association (APHA), “Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 21nd ed.”, s. 1325, Washington D.C., 2005.
54. Türk Standardları Enstitüsü, “TS EN ISO 11885 Su kalitesi-İndüktif olarak eşleşmiş plazma atomik emisyon spektrometresi (ICP OES) ile seçilen elementlerin tayini”, *TSE, Ankara*, s. 1-25, 2013.
55. International Organization for Standardization, “DIN EN ISO 11905-1 Determination of nitrogen in water, Part 1. Method using oxidative digestion with peroxodisulfate”, *ISO, Switzerland*, s. 13, 1997.
56. Delipınar Ş., “Maya endüstrisi atıksularının elektrokoagülasyon ve kimyasal koagülasyon ile arıtımı”, *Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 20-22, Gebze, 2007.
57. Miyata N., Mori T., Iwahori K., Fujita M., “Microbial decolorization of melanoidin containing wastewaters: Combined use of activated sludge and the fungus *coriolus hirsutus*”, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 89, 145-150, 2000.
58. Alkan R., “Melanoidin içeren atık suların renginin mikroorganizmalarla giderilmesi”, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2, 89-94, 2010.
59. Türk Standardları Enstitüsü, “TS EN 12255-3 Atıksu arıtma tesisleri”, *TSE, Ankara*, s. 8, 2004.

ÖZGEÇMİŞ

Gülcan TURAN 1983 yılında Sakarya’da doğdu. İlk öğrenimini Ankara ve orta öğrenimini Kocaeli’de tamamladı. 2000 yılında kazandığı Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünden 2004 yılında mezun oldu. 2012 yılında Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans yapmaya hak kazandı. Hayat Kimya A.Ş. ve Kütahya Şeker Fabrikası A.Ş.’de çevre mühendisi olarak, Barış Çevre Danışmanlık San. Tic. Ltd. Şti.’de çevre danışmanı olarak çalıştı. Şu an Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İSU Genel Müdürlüğünde atıksu arıtma tesisi sorumlusu ve çevre görevlisi olarak görevine devam etmektedir.

Adres: Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İSU Genel Müdürlüğü
Arıtma Tesisleri Daire Başkanlığı İzmit/KOCAELİ
Telefon: 0 262 317 30 00 - 4268
Belgegeçer: 0 262 317 33 57
e-posta : guturan@isu.gov.tr