

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YOZGAT İLİ'NDE BULUNAN KENTSEL-ENDÜSTRİYEL ATIKSU ARITMA
TESİSLERİ VE YAPAY SULAK ALANLARIN DURUMLARININ
İNCELENMESİ, YAŞANAN PROBLEMLERİN TESPİTİ VE ÇÖZÜM
ÖNERİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Ahmet FİDAN
DANIŞMAN: Doç. Dr. Zehra ŞAPCI AYAS

VAN-2020

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YOZGAT İLİ'NDE BULUNAN KENTSEL-ENDÜSTRİYEL ATIKSU ARITMA
TESİSLERİ VE YAPAY SULAK ALANLARIN DURUMLARININ
İNCELENMESİ, YAŞANAN PROBLEMLERİN TESPİTİ VE ÇÖZÜM
ÖNERİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Ahmet FİDAN

VAN-2020

KABUL VE ONAY SAYFASI

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Zehra ŞAPCI AYAS danışmanlığında, Ahmet FİDAN tarafından sunulan "Yozgat İli'nde Bulunan Kentsel-Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisleri Ve Yapay Sulak Alanların Durumlarının İncelenmesi, Yaşanan Problemlerin Tespiti Ve Çözüm Önerileri" isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 10/01/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği /oy-çokluğu ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisan tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Edip AVŞAR

İmza:

Üye : Doç. Dr. Zehra ŞAPCI AYAS

İmza:

Üye : Dr. Öğr. Ü. Melih ONAY

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 17/01/2020 tarih ve 2020/14-T sayılı kararı ile onaylanmıştır.



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yaptığımı bildiririm.



(İmza)

Ahmet FİDAN

ÖZET

YOZGAT İLİ'NDE BULUNAN KENTSEL-ENDÜSTRİYEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİ VE YAPAY SULAK ALANLARIN DURUMLARININ İNCELENMESİ, YAŞANAN PROBLEMLERİN TESPİTİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Ahmet FİDAN

Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Zehra ŞAPCI AYAS

Ocak 2020, 100 sayfa

Arıtma tesisleri, yaşam kaynağımız olan suyun evsel veya endüstriyel amaçla kullanıldıktan sonra, alıcı ortama verilebilmesi için karakteristik özelliklerini değiştirmeden, zarar veren etkilerini ortadan kaldırmak ya da en az düzeye indirmek için kurulmuş sistemlerdir. Arıtma tesisleri, evsel veya endüstriyel atıksuların özellikleri, jeolojik yapı, topoğrafik durum, gelişmişlik düzeyi vb. faktörler göz önüne alınarak projelendirilir. Bu faktörler tespit edilirken gerekli fizibilite çalışmalarının özenle yapılması, arıtma tesislerinde ilerleyen zamanlarda bir takım problemlerin ortaya çıkmasına ve arıtma tesisinin veriminin kötü olmasına sebep olabilir. Arıtma tesislerinde proje aşamasından sonra inşaat aşamasında yada işletilirken yapılan hatalardan dolayı birçok işletme sorunuyla karşılaşabilmektedir.

Yozgat İlinde bulunan atıksu arıtma tesislerinde yaşanan problemler tesislerin incelenmesi, numunelerin alınması ve değerlendirilmesi yapılarak çözüm önerileri irdelenmiştir. Çalışma kapsamında ilde bulunan 5 adet kentsel atıksu arıtma tesisinin, 5 adet endüstriyel atıksu arıtma tesisinin ve 30 adet yapay sulak alanların durumları incelenmiş, tesis çıkışlarından numuneler alınarak işletmede yaşanan problemler numune analiz sonuçları üzerinden değerlendirilmiştir.

Yapılan incelemeler neticesinde; atıksu arıtma tesislerinde ve yapay sulak alanlarda, işletme aşamasında bazı zamanlarda problemlerle karşılaşılmasına rağmen, alınan numune analiz sonuçları değerlendirildiğinde sonuçların deşarj kriterlerini sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Atıksu, Endüstriyel, Evsel, İşletme problemleri, Yapay sulak alan, Yozgat.

ABSTRACT

SITUATIONS OF URBAN-INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT PLANTS AND ARTIFICIAL WETLANDS IN YOZGAT, PROBLEMS AND SOLUTIONS

FIDAN, Ahmet
M.Sc. Thesis, Environmental Engineering
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Zehra ŞAPCI AYAS
January 2020, 100 pages

Treatment plants are the systems that are installed to eliminate or minimize the harmful effects of water, which is our source of life, without changing its characteristic features after being used for domestic or industrial purposes. Treatment plants are designed considering the characteristics of domestic or industrial wastewater, geological structure, topographic situation, level of development etc. factors. Failure to carry out the necessary feasibility studies in the determination of these factors may lead to problems in treatment plants in the future and may result in poor efficiency of the treatment plant. After the project stage in the treatment plants, many operational problems can be encountered due to the mistakes made during the construction phase or during operation.

The problems experienced in the wastewater treatment plants in Yozgat Province were examined by the facilities, samples were taken and evaluated and solutions were examined. Within the scope of the study, the situations of 5 urban wastewater treatment plants, 5 industrial wastewater treatment plants and 30 artificial wetlands in the province were examined and the problems experienced in the operation were evaluated by taking the sample analysis results.

As a result of the examinations; Although some problems were encountered in wastewater treatment plants and artificial wetlands during the operation phase, when the sample analysis results were evaluated, it was seen that the results met the discharge criteria.

Keywords: Artificial wetland, Industrial, Municipal, Process management problems, Waste water.



ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Zehra ŞAPCI AYAS'a teşekkür ederim. Ayrıca çalıştığım kurum olan Yozgat Çevre ve Şehircilik İl Müdürü İbrahim TAMER'e, Arıtma Tesisleri ile ilgili bilgi toplamamda yardımlarından dolayı Yozgat İl'inde bulunan Atıksu Arıtma Tesislerinin yetkililerine teşekkürlerimi sunarım.

2020
Ahmet FİDAN





İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	3
2.1. Atıksu Arıtma Tesisi ve Kademeleri	3
2.1.1. Izgara	3
2.1.2. Kum tutucu	4
2.1.3. Yağ tutucu	4
2.1.4. Çökeltme havuzları	5
2.1.5. Aktif çamur	5
2.1.6. Damlatmalı filtre	6
2.1.7. Stabilizasyon havuzları	8
2.1.8. Son çökeltim havuzları	8
2.1.9. Çamur yoğunlaştırıcılar	9
2.1.10. Çamur çürütme	9
2.1.11. Çamur kurutma	10
2.1.12. Santrifüj filtre	10
2.2. Atıksu Arıtma Tesislerinde Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Yöntemleri	11
2.2.1. Izgaralar ve karşılaşılan problemler	12
2.2.1.1. Aşırı yük kayıplarının oluşması	13
2.2.1.2. Fare ve sinek oluşumu	13
2.2.1.3. Kanallarda kabarma	13
2.2.2. Kum tutucu ve karşılaşılan problemler	13
2.2.2.1. Katı madde kaçması ve organik madde çökmesi	14
2.2.3. Ön çökeltme havuzları ve karşılaşılan problemler	15

	Sayfa
2.2.3.1. Yüzücü çamur problemi	16
2.2.3.2. Gres ve köpük problemi	16
2.2.3.3. Fazla köpük birikmesi problemi.....	17
2.2.3.4. Sıyırıcı problemleri	17
2.2.3.5. Sertleşmiş çamur problemi.....	17
2.2.3.6. Asılı katı maddelerin yüksek konsantrasyonu problemi	17
2.2.4. Aktif çamur havuzları ve karşılaşılan problemler.....	18
2.2.4.1. Çökeltme havuzları çıkış savaklarında floklar oluşumu	18
2.2.4.2. Çökeltme havuzlarında yüzen çamur	18
2.2.4.3. Havalandırma havuzunda taze, beyaz renkte aşırı köpük	19
2.2.4.4. Aktif çamurda kabarma	20
2.2.5. Damlatmalı filtreler ve karşılaşılan problemler	21
2.2.5.1. Filtrelerde göllenme	21
2.2.5.2. Biyokütle kaybı	21
2.2.5.3. Beyaz biyokütlenin gelişmesi.....	22
2.2.5.4. Tesis veriminde azalma	22
2.2.5.5. Katı madde birikimi	23
2.2.6. Stabilizasyon havuzları ve karşılaşılan problemler.....	23
2.2.6.1. Havuz dolarken bitki oluşumu	23
2.2.6.2. İşletmeye alma sırasında yetersiz yosun oluşumu.....	23
2.2.6.3. Yosunsal köpük oluşumu	24
2.2.6.4. Sinek ya da sivrisinek oluşumu	24
2.2.6.5. Aşırı yüklenmiş havuzların koku problemi.....	24
2.2.7. Son çökeltim havuzu ve karşılaşılan problemler	24
2.2.7.1. Savaklardan çamur kaçması	25
2.2.7.2. Flokların parçalanması	25
2.2.7.3. Kümelenme, küllenme ve çamur yükselmesi.....	25
2.2.7.4. Dağınık yumaklar	26
2.2.7.5. Çamur oluşumundaki sorunlar	26
2.2.8. Çamur çürütmede karşılaşılan problemler	26
2.2.8.1. Aerobik çürütme.....	26
2.2.8.2. Anaerobik çürütme	27
2.2.8.3. Uçucu asitlerin birikmesi	27

	Sayfa
2.2.8.4. Gaz üretiminde azalma.....	27
2.2.8.5. Çamur pompaj hızında azalma.....	28
2.2.8.6. Çamur sıcaklığında büyük dalgalanma	28
2.2.9. Çamur kurutma yatakları ve karşılaşılan problemler.....	28
2.2.9.1. Kumun değiştirilmesi	28
2.2.10. Atıksu arıtma tesislerinde koku problemi	28
2.2.11. Atıksu arıtma tesislerinde gürültü problemi.....	29
2.2.12. Atıksu arıtma tesislerinde zerrecik problemi	29
2.3. Yapay Sulak Alanlar	29
2.3.1. Serbest yüzey akışlı yapay sulak alanlar	31
2.3.2. Yüzey altı akışlı yapay sulak alanlar.....	32
2.3.3. Yapay sulak alanlarda kirlilik giderme mekanizmaları	33
2.3.4. Yapay sulak alan tasarımı	35
2.3.4.1. Fiziksel arıtma	35
2.3.4.2. Fosseptik.....	36
2.3.4.3. Yüzey alanı.....	36
2.3.4.4. Derinlik.....	37
2.3.4.5. Yatak medyası	37
2.3.4.6. Giriş ve çıkış yapıları	38
2.3.4.7. Bitki belirlenmesi	39
2.3.5. Yapay sulak alanların avantajları ve dezavantajları.....	40
2.3.5.1. Yapay sulak alanların avantajları	40
2.3.5.2. Yapay sulak alanların dezavantajları.....	40
2.3.6. Yapay sulak alan uygulamalarında karşılaşılan problemler.....	40
2.3.6.1. Projelendirme aşamasında.....	41
2.3.6.2. İnşaat aşamasında	41
2.3.6.3. İşletme aşamasında.....	41
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	43
3.1. Yozgat Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri	43
3.1.1. Yozgat Belediyesi biyolojik atıksu arıtma tesisi.....	43
3.1.2. Bozok Üniversitesi atıksu arıtma tesisi	45
3.1.3. Yerköy biyolojik atıksu arıtma tesisi	45
3.1.4. Şefaattli Belediyesi atıksu arıtma tesisi.....	46

	Sayfa
3.1.5. Sarayket Belediyesi biyolojik atıksu arıtma tesisi	47
3.2. Yozgat Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisleri.....	47
3.2.1. Gedaş genel gıda dağıtım pazarlama san. ve tic. a.ş. atıksu arıtma tesisi	47
3.2.2. Boğazlıyan şeker ve mamulleri entegre tesisi endüstriyel atıksu arıtma tesisi	48
3.2.3. Kale Seramik Yerköy şubesi endüstriyel atıksu arıtma tesisi.....	50
3.2.4. Yozgat Kraft Torba sanayi ve ticaret anonim şirketi atıksu arıtma tesisi	51
3.2.5. T.Ş.F.A.Ş Yozgat şeker fabrikası endüstriyel atıksu arıtma tesisi.....	53
3.3. Yozgat Yapay Sulak Alanlar	54
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	57
4.1. Yozgat Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinden Alınan Numune Sonuçları, Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri	57
4.1.1. Koku ve sinek oluşumu.....	57
4.1.2. Izgaralar arasından katı maddelerin geçmesi	57
4.1.3. Askıda katı madde gideriminin az olması problemi	58
4.1.4. Yüzücü çamur problemi.....	58
4.1.5. Ön çökeltme havuzunda sıyrıcı problemleri	58
4.1.6. Havalandırma havuzunda büyük hava kabarcıklarının oluşması problemi	59
4.1.7. Havalandırma havuzunda beyaz köpük oluşumu.....	59
4.1.8. Havalandırma havuzunda aeratör rulmanı problemi.....	59
4.1.9. Çamurun son çökeltim savaklarından çıkması.....	60
4.1.10. Son çökeltme havuzunda sıyrıcı problemi.....	60
4.2. Yozgat Bozok Üniversitesi Atıksu Arıtma Tesisinden Alınan Numune Sonuçları, Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri.....	62
4.2.1. Koku ve sinek oluşumu.....	62
4.2.2. Tırmık mekanizmasında yıpranma.....	62
4.2.3. Izgarada bulunan zincirlerin kopması	62
4.2.4. Kum tutucu motorunda tıkanma	63
4.2.5. Havalandırma havuzunda büyük hava kabarcıklarının oluşması problemi	64
4.2.6. Havalandırma havuzunda beyaz köpük oluşumu.....	64
4.2.7. Çamur borularının tıkanması	64

	Sayfa
4.2.8. Sık yaşanan elektrik kesintisi.....	65
4.3. Yerköy Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde Karşılaşılan Problemler ve Çözümleri	66
4.4. Şefaathli Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri	67
4.5. Saraykent Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri.....	67
4.6. Gedaş Genel Gıda Dağıtım Pazarlama San. ve Tic. A.Ş. Atıksu Arıtma Tesisinden Alınan Numune Sonuçları, Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri	68
4.6.1. Döner tamburda tıkanma problemi	68
4.6.2. Blowerların sık arızalanması problemi	69
4.7. Boğazlıyan Şeker ve Mamulleri Entegre Tesisi Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisinden Alınan Numune Sonuçları, Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri.....	71
4.7.1. Izgara kanalında kumların birikmesi problemi	71
4.7.2. Izgara sıyırıcısının bazen devreye girmemesi	71
4.7.3. Izgaralar arasından katı maddelerin geçmesi	71
4.7.4. Ön çöktürme havuzunda köpük taşması	72
4.7.5. Askıda katı madde gideriminin az olması problemi	72
4.7.6. Havalandırma havuzunda büyük hava kabarcıklarının oluşması problemi	72
4.7.7. Havalandırma havuzunda köpük oluşumu.....	72
4.7.8. Çamurun son çökeltim savaklarından çıkması.....	73
4.7.9. Çıkış suyunda flokların olması	73
4.7.10. Son çökeltim havuzu yüzeyinde kırmızı kurtların olması problemi	73
4.7.11. Eşanjörlerde tıkanma problemi	74
4.7.12. Anaerobik tankta uçucu yağ asitlerinin artması problemi	75
4.7.13. Anaerobik tankta bakteri popülasyonunun azalması problemi	75
4.8. Kale Seramik Yerköy Şubesi Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisinden Alınan Numune Sonuçları, Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri.....	77
4.8.1. Izgara kanalında kumların birikmesi problemi	77
4.8.2. Izgaralar arasından katı maddelerin geçmesi	77
4.8.3. Havalandırma havuzunda köpük oluşumu.....	78
4.8.4. Blowerların sık arızalanması problemi	78

	Sayfa
4.8.5. Donma problemi	79
4.8.6. Susuzlaştırılmış çamurun yeterince yoğun olmaması problemi	79
4.8.7. Süzüntü suyunda katı madde bulunması problemi	79
4.9. Yozgat Kraft Torba Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi Atıksu Arıtma Tesisinden Alınan Numune Sonuçları, Karşılaşılan Problemler ve Çözümleri	81
4.9.1. Çamurun sertleşmesi problemi.....	81
4.9.2. Biyolojik tankta bakteri popülasyonu problemi.....	82
4.9.3. Süzüntü suyunda katı madde bulunması problemi	83
4.9.4. Belt filtre bandının sık sık eskimesi ve değiştirilmesi problemi.....	83
4.10. T.Ş.F.A.Ş Yozgat Şeker Fabrikası Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisinden Alınan Numune Sonuçları, Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri.....	85
4.10.1. Sepet ızgarada katı madde geçişi	85
4.10.2. Eşanjörlerde tıkanma problemi	85
4.10.3. Anaerobik tankta uçucu yağ asitlerinin artması problemi	86
4.10.4. Anaerobik tankta bakteri popülasyonunun azalması problemi	86
4.10.5. Anaerobik tankta karıştırıcı problemi	87
4.10.6. Nitrifikasyon - denitrifikasyon tankında blowerların sık arızalanması problemi	87
4.10.7. Nitrifikasyon - Denitrifikasyon tankında köpük oluşumu	87
4.10.8. Son çökeltme havuzunda sıyırıcı problemi.....	88
4.10.9. Savaklardan suyun dengeli geçmeme problemi.....	89
4.10.10. Elektrik problemi	89
4.10.11. Otomasyon problemi.....	89
4.11. Yozgat İli Yapay Sulak Alanlarda Karşılaşılan Problemler ve Çözümleri.....	90
4.11.1. Belekcehan yapay sulak alanı	90
4.11.2. Baydığın yapay sulak alanı	91
4.11.3. Ozan yapay sulak alanı	92
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	95
KAYNAKLAR.....	97
ÖZ GEÇMİŞ.....	99

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Yozgat ili kentsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesisleri.....	43
Çizelge 3.2. Yozgat İli Yapay Sulak Alanları.....	55
Çizelge 4.1. Yozgat Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Numune Sonuçları	61
Çizelge 4.2. Bozok Üniversitesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Numune Sonuçları	65
Çizelge 4.3. Gedaş Genel Gıda Dağıtım Pazarlama San. ve Tic. A.Ş. Atıksu Arıtma Tesisi Ekim.2019 Numune Sonuçları.....	70
Çizelge 4.4. Boğazlıyan Şeker ve Mamulleri Entegre Tesisi Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi Numune Sonuçları.....	76
Çizelge 4.5. Kale Seramik Yerköy Şubesi Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi Haziran Ayı Numune Sonuçları.....	81
Çizelge 4.6. Yozgat Kraft Torba Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi Numune Sonuçları.....	84
Çizelge 4.7. T.Ş.F.A.Ş Yozgat Şeker Fabrikası Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi Numune Sonuçları	90
Çizelge 4.8. Belekcehan Yapay Sulak Alanı Numune Sonuçları	91
Çizelge 4.9. Baydıgın Yapay Sulak Alanı Numune Sonuçları	92
Çizelge 4.10. Ozan Yapay Sulak Alanı Numune Sonuçları.....	93



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Aktif çamur içindeki mikroorganizmalar	6
Şekil 2.2. Damlatmalı filtrenin perspektif ve kesit görünüşü	7
Şekil 2.3. Standart hızlı tek kademeli çamur çürütücü kesiti	10
Şekil 2.4. İnce ızgarada birikim.....	12
Şekil 2.5. Kum tutucudaki birikimler.....	14
Şekil 2.6. Sıyırıcılar.....	15
Şekil 2.7. Ön çökeltme havuzunda yüzen çamur.....	19
Şekil 2.8. Beyaz köpük.....	20
Şekil 2.9. Yapay sulak alan akım şeması	31
Şekil 2.10. Serbest yüzey akışlı yapay sulak alan.....	32
Şekil 2.11. Yüzey altı akışlı yapay sulak alan kesiti	33
Şekil 2.12. Yapay sulak alanlarda oksijen transferi	34
Şekil 2.13. Yapay sulak alanlarda Nütrient Giderimi.....	34
Şekil 2.14. Fosseptik örneği.....	36
Şekil 2.15. Yapay sulak alan giriş yapısı.....	38
Şekil 2.16. Yapay sulak alan çıkış yapısı.....	39
Şekil 2.17. Bakımı yapılmayan yapay sulak alanlardaki işletme problemleri.....	41
Şekil 3.1. Yozgat Belediyesi biyolojik atıksu arıtma tesisi.....	44
Şekil 3.2. Bozok Üniversitesi atıksu arıtma tesisi.....	45
Şekil 3.3. Yerköy Belediyesi biyolojik atıksu arıtma tesisi.....	46
Şekil 3.4. Şefaati Belediyesi biyolojik atıksu arıtma tesisi.....	46
Şekil 3.5. Saraykent Belediyesi biyolojik atıksu arıtma tesisi.....	47

Şekil	Sayfa
Şekil 3.6. Gedaş genel gıda dağıtım pazarlama san. ve tic. a.ş. atıksu arıtma tesisi.....	48
Şekil 3.7. Boğazlıyan şeker ve mamulleri entegre tesisi endüstriyel atıksu arıtma tesisi.	49
Şekil 3.8. Kale Seramik Yerköy şubesi endüstriyel atıksu arıtma tesisi.	50
Şekil 3.9. Yozgat Kraft torba sanayi ve ticaret anonim şirketi.....	52
Şekil 3.10. T.Ş.F.A.Ş Yozgat şeker fabrikası endüstriyel atıksu arıtma tesisi.	54
Şekil 4.1. Katı madde birikmiş ızgara.	57
Şekil 4.2. Ön çökeltme havuzunda yüzücü çamur.	58
Şekil 4.3. Havalandırma havuzunda beyaz köpük.....	59
Şekil 4.4. Son çökeltme havuzu.	60
Şekil 4.5. Numune alımı.....	62
Şekil 4.6. Izgaralarda katı madde birikimi.	63
Şekil 4.7. Kum tutucu.....	63
Şekil 4.8. Havalandırma havuzunda beyaz köpük.....	64
Şekil 4.9. Numune alımı.....	66
Şekil 4.10. Havalandırma havuzu.....	66
Şekil 4.11. Şefaatli atıksu arıtma tesisi.....	67
Şekil 4.12. Sarayken atıksu arıtma tesisinde problemler.....	68
Şekil 4.13. Döner tambur ızgarada katı madde birikimi.	69
Şekil 4.14. Havalandırma havuzunda blowerların çalışması.....	69
Şekil 4.15. Numune alımı.....	70
Şekil 4.16. Izgara sistemi.....	71
Şekil 4.17. Havalandırma havuzunda köpük.....	73

Şekil	Sayfa
Şekil 4.18. Son çökeltme havuzu.	74
Şekil 4.19. Eşanjör.....	74
Şekil 4.20. Anaerobik tank.	75
Şekil 4.21. Numune alımı.	77
Şekil 4.22. Atıksu giriş yapısı.....	78
Şekil 4.23. Dengeleme havuzu.	79
Şekil 4.24. Belt filtre.	80
Şekil 4.25. Ön çökeltme tankı.	82
Şekil 4.26. Biyolojik tanklar.....	82
Şekil 4.27. Belt Filtre.....	83
Şekil 4.28. Sepet ızgara yapısı.....	85
Şekil 4.29. Eşanjör Plakları.	86
Şekil 4.30. Anaerobik havuz karıştırıcısı.	87
Şekil 4.31. Nitrifikasyon-denitrifikasyon tankı.	88
Şekil 4.32. Son çökeltim havuzu savakları.....	88
Şekil 4.33. Belekcehan yapay sulak alanı.	91
Şekil 4.34. Baydığin yapay sulak alanı.	92
Şekil 4.35. Ozan yapay sulak alanı.....	93



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

cm	Santimetre
mm	Milimetre
L	Litre
m	Metre
m²	Metrekare
m³	Metreküp
Mg	Miligram

Kısaltmalar

Açıklama

AAT	Atıksu Arıtma Tesisi
AKM	Askıda Katı Madde
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
BOİ₅	5 günlük Biyolojik Oksijen İhtiyacı
Ç.O.	Çözünmüş Oksijen
N	Azot
P	Fosfor
pH	Çözeltideki Hidrojen İyonu Konsantrasyonu
SVI	Çamur hacim indeksi
KOİ	Kimyasal oksijen ihtiyacı
SKKY	Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu



1.GİRİŞ

Dünyamızdaki su miktarı 1.4 milyar km³'tür ve bu suların % 97,5'i okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su formundadır. İçme suyu ihtiyacının % 25-40'lık bölümünü yeraltı sularından karşılanmaktadır. Bu kapsamda insanoğlunun ihtiyaçları için kullanabileceği tatlı su kaynaklarının sınırlı olduğu görülmektedir (Ankara Tabip Odası, 2012). Dünyamızda, az durumdaki tatlı su kaynaklarının endüstriyel atıklar ve nüfus artışına bağlı evsel atıklarla kirletilmesi, fazla miktarda zirai ilaç kullanımından kaynaklı doğru olmayan tarım uygulamaları ve iklim değişiklikleri sebebi kuraklıklar su kaynağına olan ihtiyacı daha da artırmaktadır. Bu yüzden su kaynağına olan ihtiyaç arıtma tesislerinin yapılmasını gerektirmiş ve farklı kullanımlardan sonra oluşan atıksuların arıtılarak kullanılabilir su elde edilmesi sağlanmıştır. Dünya'da ilk kez atıksu arıtma tesisi 1842 yılında yapılmıştır. 1842 yılından günümüze kadar atıksu arıtma tekniklerinde ve teknolojisinde birçok çalışma yapılmış ve yeni gelişmeler ortaya çıkmıştır (Yıldız ve ark., 2013).

Atıksu arıtma tesisleri yapılırken projeden kaynaklı, inşaattan kaynaklı ve işletmeden kaynaklı olmak üzere birçok problemle karşılaşılabilir. Bu çalışmada Yozgat İl'inde bulunan kentsel, endüstriyel atıksu arıtma tesisleri ve yapay sulak alanların mevcut durumları incelenmiş, işletmede yaşanan problemler tespit edilmiş ve çözüm önerileri getirilmiştir. İncelemeler arıtma tesislerinde yapılan gözlemler ve çıkış suyundan alınan numunelerin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde bulunan deşarj standartları tablolarına göre yapılmıştır. İncelemeler neticesinde elde edilen bilgiler deşarj standartları ile karşılaştırılmıştır.

2.KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

2.1.Atıksu Arıtma Tesisi ve Kademeleri

Atıksular fiziksel arıtma, kimyasal arıtma ve biyolojik arıtma yöntemleriyle arıtılabilmektedir.

Fiziksel arıtma, biyolojik yada kimyasal arıtmadan önce kurulur ve atıksu içerisindeki yüzebilir maddeler ve kendiliğinden çökebilecek nitelikteki katı maddelerin giderilmesi için amacıyla tasarlanır. Fiziksel arıtmada kullanılan ekipmanlar ise ızgaralar, elekler, kum tutucular, yağ tutucular ve ön çökeltme havuzlarıdır. Fiziksel arıtmada sağlanan verim bir sonra üniteler olan biyolojik yada kimyasal ünitelerin yükünü azaltması açısından önemlidir.

Kimyasal arıtma, fiziksel arıtmadan sonra tasarlanan atıksu içindeki çözünmüş halde, askıda bulunan ve kendiliğinden çökmeyen maddelerin çökmesinin sağlanarak sudan giderilmesi için kullanılan yöntemdir. Kimyasal prosesleri ise uygun pH ortamında nötralizasyon prosesi, uygun kimyasallar eklenerek yapılan koagülasyon prosesi, koagülant eklendikten sonra suyun hızlı bir şekilde karıştırılmasıyla flokların oluşturulup çökmenin sağlandığı flokülasyondur.

Biyolojik arıtma, fiziksel arıtmadan sonra tasarlanan atıksu içindeki çözünmüş olarak bulunan organik maddelerin bakteriyolojik faaliyetler kullanılarak atıksudan giderilmesi yöntemidir. Biyolojik arıtmanın prosesleri aerobik ve anaerobik olmak üzere iki çeşittir. Aerobik proseslerin bakteriyolojik faaliyetlerin hava ortamında gerçekleştiği proseslerdir. Anaerobik prosesler ise bakteriyolojik faaliyetlerin havasız ortamda gerçekleştiği faaliyetlerdir. Aerobik proseslerde damlatmalı fitreler, stabilizasyon havuzları, biyofilm ve aktif çamur yöntemleri kullanılırken, anaerobik proseslerde akışkan yataklı sistemler, anaerobik filtreler ve sürekli karışımli reaktörler yöntemleri kullanılır.

2.1.1.Izgara

Izgaralar; atıksuda çözünmemiş halde bulunan katı maddelerin pompa gibi ekipmanlara zarar vermemesi için sudan uzaklaştırarak, daha sonraki arıtma tesisi

ünitelerine gelecek kirlilik yükünü azaltmak için kullanılan ekipmanlardır (Çevretered, 1996).

Izgaralar atıksu arıtma tesislerine gelen atıksuyun fiziksel olarak arıtıldığı ilk ünedir. Atıksuyun akış yönüne konulan malzemelerle yapılan bu sistem, ilk atıksuda tutulması istenen katı maddelerin boyutlarına göre seçilir ve yapılır. Bugünkü proseslerde ince ızgaralar 6 mm ile 15 mm arasında, kaba ızgaralar ise 35 mm ile 100 mm arasında uygulanmaktadır (Meral ve Cavadzade, 2013).

2.1.2. Kum tutucu

Kum tutucular, atıksuda bulunan ve ızgaradan geçen kum ve çakıl gibi maddeleri sudan uzaklaştırmak ve bu maddelerin tesisin diğer ünitelerine geçmesini engellemek için kullanılır (Toprak, 2006).

Atıksuda bulunan kumlar boru, pompa gibi mekanik ekipmanların aşınmasına sebep olur. Kum tutucular ise bu kumları yakalayarak boruların, pompaların aşınmasını azaltır, borularda çökme meydana gelmesinin ve boruların tıkanmasının önüne geçer. Kum tutucular, düzenli aralıklarla temizlenen çürütücülerin temizlenme aralıklarının daha uzun sürede olmasını sağlar (Samsunlu, 2011).

Bu günlerde arıtma kapasitesinin yüksek olduğu tesislerde, havalandırma sistemi olan kum tutucuları kullanılmaktadır. İki bölmeli olarak planlanan kum ve yağ tutucunun ilk kısmında kumun çöktürülmesi, ikinci kısımda ise köpük ve yağın yüzdürülmesi sağlanmaktadır. Havalandırma olarak planlanan kum-yağ tutucularda atıksuyun durma zamanı 10-20 dakika arasındadır. Fakat genellikle projelendirme yapılırken bekletme süresi olarak 10 dakika alınmaktadır. Durma zamanı ve havanın miktarı kum ve yağ tutucuda oldukça önemlidir (Meral ve Cavadzade, 2013).

2.1.3. Yağ tutucu

Yağ tutucular, atıksuda bulunan yağ, gres gibi maddelerin atıksu yüzeyinde tutulduktan sonra sıyırıcı yardımıyla sudan uzaklaştırıldığı sistemlerdir. Evsel atıksuda bulunan yağ, gres gibi maddeler, benzin istasyonlarından, oto tamir merkezlerinden ve evlerdeki işlemlerden (deterjan, bulaşık yağları) meydana gelmektedir (Toprak, 2006).

Yağ tutucular tasarlanırken, bekleme zamanı 1-15 dk arasında kabul edilmektedir. Ufak yapılarda değer 1-3 dk arasında alınmaktadır. Atıksuda bulunan yağ gibi malzemelerin yakalanabilmesi için sıradan bir havuz yeterli görülmektedir. Yağ tutucularda genel ilke suyun hızını yavaşlatmak ve su yüzeyinin durgun olmasını sağlamaktır (Samsunlu, 2011).

2.1.4.Çökeltme havuzları

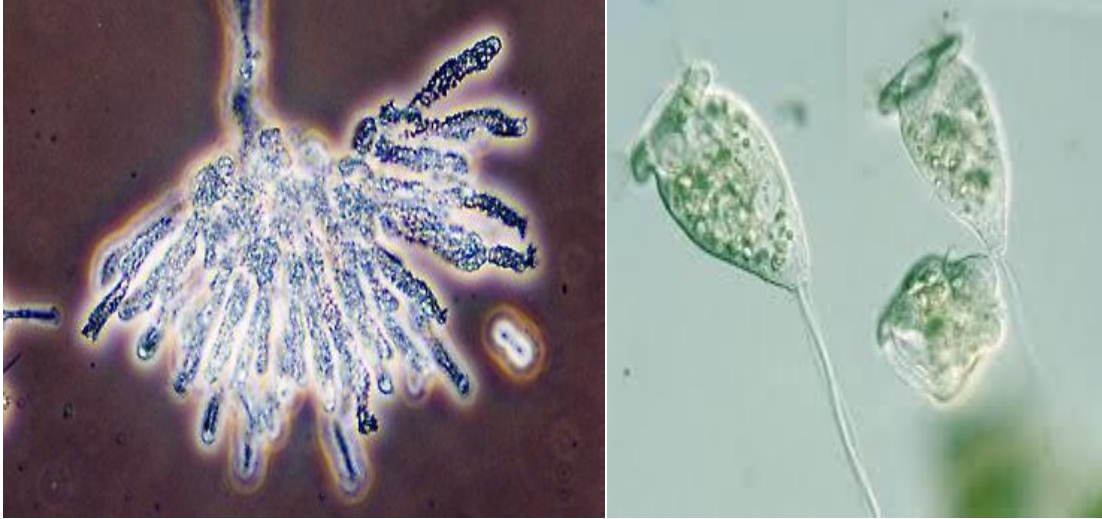
Çökeltme havuzları, atıksuda askıda bulunan katı maddelerin giderilmesinde çok sık uygulanan sistemlerdir. Ön çökeltme havuzları, bir sonraki ünite olan biyolojik artma ünitelerinden önce gelen ve askıda bulunan katı maddelerin uzaklaştırılmasında etkili bir prostestir. Arıtma tesislerinde kimyasal arıtma prosesi ile birlikte çalıştırıldığında, çözünebilen fosfatların ve diğer çözünmüş katı maddelerin uzaklaştırılmasını sağlamaktadır (Toprak, 2006).

Ön çökeltme havuzlarında, atıksuyun havuzda kalma süresine göre askıda katı maddelerin % 40-60'ının, organik maddelerin biyolojik olarak parçalanması için gereken biyolojik oksijen ihtiyacında ise % 35-50 bandında azalma olduğu görülmektedir. Ön çökeltme havuzları askıda katı maddelerin giderimi haricinde azot ve fosfor gideriminde de önemlidir (Meral ve Cavadzade, 2013).

2.1.5.Aktif çamur

Aktif çamur sistemi, mikroorganizmaların ihtiyaç duyduğu enerjiyi, organik maddeyi oksijenden faydalanarak parçalamaları esnasından faydalanılarak geliştirilmiş aerobik biyolojik arıtma yöntemidir. Aktif çamurda bulunan mikroorganizmalar Şekil 2.1'de gösterilmektedir.

Mikroorganizmalar, atıksu içinde bir kısım çözünmüş halde, bir kısım asılı halde bulunan organik maddeleri hücrelerini yapmak ve enerji sağlamak için kullanılırlar, bunun sonucunda da hızlı bir şekilde ürerler. Bu esnada organik maddelerin bir kısmı yanarak CO₂ haline dönüşürken, kalan kısmı, hücre yapımında kullanılmaktadır (Toprak, 2006).



Zoogloca Ramigera

Vorticella

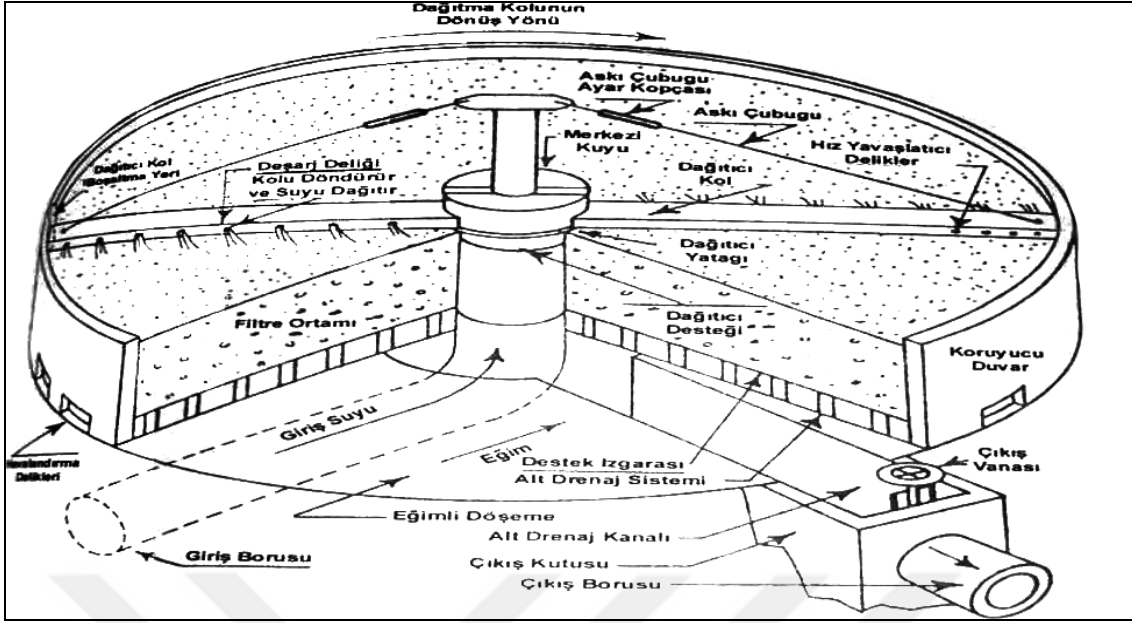
Şekil 2.1. Aktif çamur içindeki mikroorganizmalar (Samsunlu, 2011).

Sayıları artan mikroorganizmalar birbirlerine ve suda asılı halde bulunan maddelere tutunarak yumaklar meydana getirirler. Meydana gelen bu yumaklar çöktürülür ve üstte kalan duru sıvı, suyun temizlenmiş olduğunun göstergesidir. Dibe çöken katı maddelere ise aktif çamur denilir (Muslu, 1994).

2.1.6.Damlatmalı filtre

Biyolojik çoğalmanın hareket etmeden duran bir ortamda gerçekleştiği ve çamur geri devir işleminin uygulanmadığı sistemlerdir (Toprak, 2006).

Modern damlatmalı filtreler, üstüne mikroorganizmaların tutunduğu, çok geçirimli maddeden üretilmiş bir yataktan oluşur. Damlatmalı filtrenin perspektif ve kesit görünüşü Şekil 2.2’de verilmektedir. Mekanik bir arıtmadan geçmiş ve içindeki çökebilir maddelerden kurtulmuş olan atıksular, bu yatak içinden geçirilir (Muslu, 1994).



Şekil 2.2. Damlatmalı filtrenin perspektif ve kesit görünüşü (Topacık, 2000).

Yatak malzemesi, çapları 25 ile 100 mm arasında değişen kırma taşlardan meydana gelir. Bu tanelerin arasındaki boşluklar, tamamen sıvı ile dolu değildir. Su ve hava sıcaklığına bağlı olarak, tanelerin arasındaki boşlukların bir kısmından, yani sıvının doldurmadığı kısımdan aşağıdan yukarıya veya yukarıdan aşağıya doğru bir hava akımı meydana gelir. Bu sırada tanelerin üzerinde mikro ve makro organizmalardan meydana gelen bir biyolojik tabaka oluşur. Buradaki mikroorganizmalar, sıvı içinde bulunan organik maddeleri kullanarak kalınlığını artırırlar, belli bir süre sonunda biyolojik tabakanın tane yüzeyine yapışma özelliği kaybolur. Sonuçta biyofilm, suyun sürüklenme kuvveti ile yerinden koparılır. Filtreden çıkan su, bu biyofilm parçalarını bulundurur ve bu parçalar son çökeltme havuzunda sudan uzaklaşır (Muslu, 1994).

Damlatmalı filtre çamuru, aktif çamura göre daha ağırdır ve bu sebeple hızlı bir şekilde dibe çöker. Bu sebeple son çökeltme havuzları aktif çamur prosesine göre daha ufak yapılabilir. Dolayısıyla damlatmalı filtre proseslerinin son çökeltme havuzlarında daha fazla hidrolik yük kullanılabilir. Son çökeltme havuzlarının taban eğim, aktif çamur prosesinde en az 1:8 olması lazımken, damlatmalı filtre sisteminde 1:50'lik bir eğim kafidir (Toprak, 2006).

2.1.7.Stabilizasyon havuzları

Stabilizasyon havuzları atıksuda bulunan organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından parçalandıktan sonra sudan uzaklaştırıldığı, topraktan yapılmış çok fazla derin olmayan havuzlardır. Bu havuzlar, özellikle nüfusu az yerleşim çok kullanılır. Çünkü stabilizasyon havuzlarının inşaa ve işletme maliyetleri diğeer arıtma yöntemlerine göre daha azdır. Stabilizasyon havuzları endüstriyel kaynaklı atıksularının arıtılmamasında da sıklıkla kullanılmaktadır (Muslu, 1994).

Stabilizasyon havuzlarında ham atıksular arıtılabileceğı gibi, daha önce bir arıtma işleminden geçirilmiş ve kısmen arıtılmış sularda arıtılabilir. Stabilizasyon havuzlarını, atıksuyun türüne, oluşan biyokimyasal olaylara, inşaa şekline göre farklı şekillerde sınıflandırılabilir (Muslu, 1994).

Aerobik stabilizasyon havuzları, suyun içine ışık geçebilmesi ve alglerin fotosentez yaparak üreyebilmesi için derin inşaa edilmez. Bu sistemlerde organik maddelerin parçalanması, bakteri ve alglerin faaliyetleri ile yapılır. Havuz içerisinde devamlı dağılmış durumda çözülmüş oksijen bulunur. Bu havuzlar atıksuyun arıtımından daha fazla alglerin üretilmesi için kullanılmaktadır (Samsunlu, 2011).

Anaerobik stabilizasyon havuzlarında, mikroorganizmaların organik maddeyi parçalayabilmesi için ihtiyaç duyulan oksijen, nitrat ve sülfat gibi bileşiklerden temin edilir. Bu tip havuzlar çok sığ inşaa edilmez, BOİ₅ yükünün daha yüksek olması sebebiyle aerobik bölge oluşmaz ve neredeyse havuzun tamamında anaerobik bölge egemendir. Stabilizasyon havuzlarının arıtma verimleri düşüktür, bu yüzden anaerobik stabilizasyon havuzlarından sonra fakültatif stabilizasyon havuzları yapılır. Bu sayede fakültatif havuzun BOİ yükünü azaltılır. Bu sistemde koku problemi büyük bir sorundur (Samsunlu, 2011).

2.1.8.Son çökeltim havuzları

Son çökeltim havuzları tasarlanırken dikdörtgen kesitli ya da daire kesitli tasarlanabilir. Son çökeltim havuzlarının ana görevi, havalandırma havuzunda oluşan flokların çökeltilerek giderilmesini gerçekleştirmektir. Havuz dibinde çökeltilen çamurun bir miktarı pompalar vasıtasıyla havalandırma havuzuna iletilir. Kalan kısmı

da yoğunlaştırıcılarda yoğunlaştırıldıktan sonra kurutma yataklarına veya dekantörlere gönderilir (Muslu, 1994).

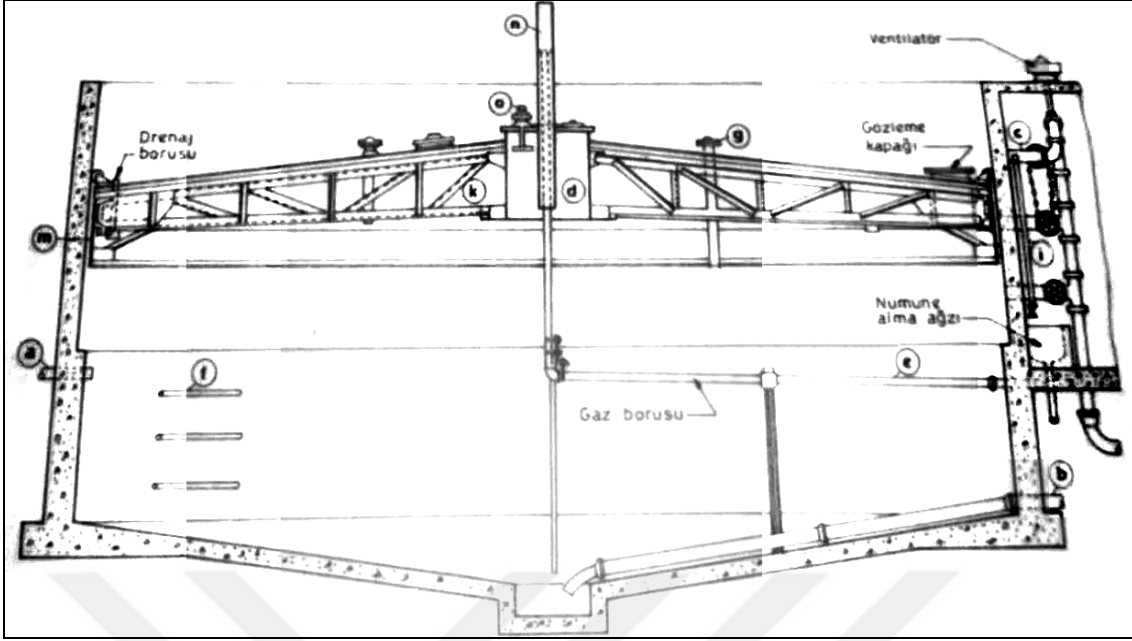
2.1.9.Çamur yoğunlaştırıcılar

Çamur yoğunlaştırma prosesi çamur bertaraf işlemlerinin ilk aşamasıdır. Çamur yoğunlaştırmanın amacı çamuru daha yoğun hale getirmek, bu şekilde bertaraf işlemlerinin verimini yükseltmek ve kendisinden sonra gelen belt-pres gibi işlemlerin maliyetini düşürmektir. Çamur daha yoğun çamur elde etmek, daha küçük hacimdeki çamurla ilgilenmek ve daha az maliyetli çürütücü tankı yapmak için konsantrale hale getirilir (İller Bankası, 1989).

2.1.10. Çamur çürütme

Aerobik çamur çürütme, organik çamurların, aerobik biyolojik yöntemlerle parçalanması prensibine dayanır. Genelde aktif çamur ve damlatmalı filtre gibi proseslerin sonucunda oluşan arıtma çamurlarına tatbik edilebilecek en iyi çamur bertaraf türüdür.

Anaerobik çamur çürütme sisteminin, evsel atıksudan kaynaklanan arıtma çamurlarının bertarafında ve organik madde ihtivası çok fazla olan endüstrilerden kaynaklı atıksuların arıtıma çamurlarının bertarafında geniş bir kullanım alanı vardır. Çamur çürütme işlemi prosesinde, uçucu maddeler indirgenir ve çamurun koloidal su bağlı bünyesi parçalanır. Sistemden uzaklaştırılan katı maddelerin içerdiği su, çürütme işlemi uygulanmamış çamurlara göre daha basit şekilde ayrılabilir. Aerobik çamur çürütücülerin anaerobik çamur çürütücülere kıyasla; ilk yatırım maliyeti düşüktür, koku problemi olmayan son ürünler elde edilebilir, çıkış suyunda daha az biyokimyasal oksijen ihtiyacı ve daha basit işletme gibi avantajları bulunmaktadır (Toprak, 2006).



Şekil 2.3. Standart hızlı tek kademeli çamur çürütücü kesiti (Filibeli, 2013).

2.1.11. Çamur kurutma

Çamur kurutma yatakları, altta drenaj borularının olduğu, üzerine 20-40 cm'lik bir çakıl katmanının serildiği ve onun üzerini kaplayan 10-15 cm kalınlığında bir kum tabakasından oluşur. Sulu halde bulunan çamur bu yatağın üzerine 30-40 cm'lik bir kalınlıkta serilir ve önce drenaj sonra da atmosferik kurutma yoluyla su uzaklaştırma gerçekleşir. Çamur keki kum yüzeyin üzerinden elle ya da ekipmanlar yardımıyla alınıp uzaklaştırılır (Çevretered, 1996).

Çamur kurutma yatakları uzun süreler geniş bir su giderme yöntemi olarak kullanılmış, fazla işçilik giderleri, geniş arazi ihtiyacı ve verimin hava şartlarına çok bağlı olması sebebiyle günümüzde büyük ölçüde bırakılmıştır. 30-40 cm'lik bir sulu çamurun kuruması hava şartlarına bağlı olarak 3-6 hafta arasında olabilir. Ulaşılabilen kuru madde oranı genellikle % 15-25 aralığındadır. Çok güneşli havalarda bu oran % 40 hatta % 60'a seviyelerine de çıkabilmektedir (Çevretered, 1996).

2.1.12. Santrifüj filtre

Santrifüj filtre prosesi, çamurun içindeki katı maddelerin çökme hızlarını arttırmak için uygulanan santrifüj kuvveti ile gerçekleştirilir. Dönen tankta, berraklaşan suyun çıkışını sağlayan, çıkış savakları bulunur. Karşı tarafta ise, suyu uzaklaştırılmış

çamurun çıkacağı delikleri bulunur. Silindir yapıda olan tankın çamur keki çıkışının olduğu yerdeki çapı küçültülmüştür. Bu kısım suya batmış halde değildir ve konveyörün getirdiği çamurun çıkışmasına olanak verir. Çamur girişi konveyör ve aksını oluşturan yatay şekildeki borudan sağlanır. Katı maddeler tankta çökerken konveyör vasıtasıyla çıkışa ulaştırılır. Artık berrak su da çıkış savaklarından uzaklaştırılır (Toprak, 2006).

2.2. Atıksu Arıtma Tesislerinde Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Yöntemleri

Atıksu arıtma tesislerinde istenilen arıtma veriminin yakalanması tesisin bakım ve kontrol işlemlerinin zamanında ve düzenli olarak yapılmasıyla mümkündür. Bilhassa biyolojik atıksu arıtma tesislerinin çevre açısından sürekli olarak çalışması gerekmektedir. Eğer sürekli çalışmazsa biyolojik faaliyet durur ve tesisin tekrar çalıştırılabilmesi için uzun bir süreye ihtiyaç duyulacaktır (Şermet, 2012).

Tesiste bulunan tüm elektrikli cihazların kullanımında gerekli hassasiyet gösterilmeli, bakım ve kontrolleri düzenli yapılmalı, elektrikten kaynaklı arızaların tamiri sadece bu konuyla ilgilenen personel tarafından yapılmalıdır. İçinde su veya atıksu bulunan tankların, havuzların civarında çalışırken dikkatli olunmalı, gerekli iş güvenliği ekipmanları (kurtarma halatı, kurtarma çengeli vb.) tankların, havuzların yakınında olmalıdır (Şermet, 2012).

Yer altı suyu seviyesine dikkat edilmeli ve bütün derin yerlerde suyun kaldırma kuvvetine karşı tedbirler mutlak suretle alınmalıdır. Güçsüz merdivenler ve yürüme yapılarını kullanmamaya özen gösterilmelidir. Suyun taşmasını önlemek ve tamir anında bir prosesi devre dışı bırakmak için, yeterince by-pass hattı olmalıdır. Alarmlar ve önleyici ekipmanlar basit olmalıdır. Elektronik malzemeler, anahtarlar ve kablolar ulaşımı rahat olan yerlerde olmalıdır. Otomatik vanaların kullanımı için gereken elektriğin yerine hidrolik sistemler seçilmelidir. Çökeltme havuzunda ihtiyaçtan uzun bekletme süresi, anaerobik şartlardan dolayı koku probleminin oluşmasına neden olur. Havalandırma malzemelerinin türü özenle seçilmelidir. Havuz ve lagünler yapılırken zemin sıkıştırılmalı, ihtiyaca göre şevler yapılmalıdır. Kanalizasyon sistemlerine kaçak ve akıntı engellenmelidir. Akıntı ve kaçaklar, debinin artmasına, tuzluluğun artmasına ve seyrelemeyle atıksu özelliklerinin değişmesine sebep olur. Umulmayan bir zamanda korozyon olursa; boru kalınlıkları, ihtiyaç duyulandan kalın seçilmeli; gerekirse beton kaplama yapılmalı, epoksi gibi dayanıklı malzemeler seçilmelidir (Arceivala, 1998).

2.2.1. Izgaralar ve karşılaşılan problemler

Tesise gelen ham atıksuyun içerisinde de tekstil parçaları, metal malzemeler, çöp, ağaç parçaları, inşaat atıkları vb. malzemeler bulunur. Eğer bu atıklar ızgaralarda tutulmazlarsa boru, kanal ve pompa gibi ekipmanların tıkanmasına yol açabilirler. Zincir, zincir dişlisi çarkı ve şaft gibi hareketli parçaların bozulmasına yol açabilir ve diğer ünitelerde verimi düşürebilirler. Diğer ünitelere geçtikten sonra bu atıkların uzaklaştırılması zordur ve tesisin durmasına yâda suların boşaltılmasına ihtiyaç duyulabilir. Izgaraların işlevi bu istenmeyen malzemeleri sudan uzaklaştırmaktır. İnce ızgaralarda tutulan zararlı cisimlerin bir görüntüsü Şekil 2.4’de verilmektedir (İller Bankası, 1989).



Şekil 2.4.İnce ızgarada birikim.

Meydana gelen sorunlar beklenmeyen işletme koşulları, personel hataları, ekipmanların düzenli kontrol ve bakımlarının yapılmadığından oluşabilmektedir.

Kaba ızgaraların yağışsız havalarda günde bir defa olmak üzere temizlenmeleri yeterlidir. Yağışlı havalarda süprüntü malzemelerinin daha fazla gelme ihtimali olduğundan birleşik sistem kanalları üzerindeki ızgaraların normalden sık sürelerle

temizlenmesi gereklidir. İnce ızgaralar devamlı süreyle çalıştıklarından temizleme sıklıkları günlük gelen atık miktarları esas alınarak yapılmalıdır(Muslu, 1994).

2.2.1.1.Aşırı yük kayıplarının oluşması

Ani yağışlar ve kanalların temizlenmesi sırasında yüksek miktarda süprüntü maddelerin prosese gelmesi aşırı yük kaybına sebep olmakta ve kontrol cihazları yetmeyebilmektedir. Böyle zamanlarda fiziksel arıtma ünitelerinde bulunan ekipmanlar daha sık temizlenmelidir (Öz, 2009).

2.2.1.2. Fare ve sinek oluşumu

Fiziksel arıtma ünitelerinde toplanan atık malzemeler; koku ve görüntü açısından rahatsız edici malzemelerdir. Izgarada tutulan atıkların bulunduğu ortamlar besin açısından fareler ve sinekler için cazip ortamlardır. Problemin çözümü için ızgaralarda ve diğer fiziksel arıtma ünitelerinde oluşan bu atıkların ortamdan bir an önce uzaklaştırılması gerekmektedir. Tesislerden kaynaklanan atıkların uzaklaştırılması için tesis yakınlarında uygun yerler bulunmalıdır (Öz, 2009).

2.2.1.3. Kanallarda kabarma

Çok yağışlı havalarda bileşik sistem kanal ağı ucundaki atıksu arıtma tesisi girişindeki fazla debi artımı veya katı maddelerin tesise gelişinde artma görülür. Eğer proses düzenli olarak kontrol edilmezse yük kaybında artış olur. Bu sebeple de kanallarda kabarma olur. Bazen dolu savak varsa yüzeysel sulara bir miktar su taşar (Öz, 2009).

2.2.2.Kum tutucu ve karşılaşılan problemler

Kum dediğimiz malzeme aslında kumun yanı sıra taş, kül ve benzeri ağır, inorganik maddeleri ihtiva eder. Birleşik sistem kanalları üzerinde bulunan elle temizlemeli kum tutucular aşırı yağmurlardan sonra kesinlikle temizlenmelidir. Kum tutucuda oluşan birikimin görüntüsü Şekil 2.5’de verilmektedir.

Mekanik kum tutucular belirli sürelerle devamlı olarak çalıştırılmalı ve kumların mekanik aksamının, sıyırma ve uzaklaştırma kapasitesinin üzerinde birikmesine engel

olunmalıdır. Ekipmanı imal eden firmanın önerilerine kesinlikle uyulmalıdır ve ekipmanın bakımları düzenli yapılmalıdır (Muslu, 1994).

Kum malzemesinin düzenli olarak temizlenmesi pompa kanatları, salmastra yuvası ve toplayıcı mekanizmaları gibi mekanik donanımın yıpranmasını önler, boru, tank, çamur çukurları gibi tesis ünitelerinin tıkanması engeller, çamurun toplanmasını ve uzaklaştırılmasını kolaylaştırır (İller Bankası, 1989).

Kum tanelerinin çökelemeyecek kadar ufak olduğu zamanlarda kum sürüklenmesi olur. Kum sürüklenmesi sorununun engellenmesi için kum daha sık uzaklaştırılabilir, kullanılan kanal sayısı artırılabilir yâda kanalların kesit alanını genişletilebilir (Çevretek, 1989).



Şekil 2.5.Kum tutucudaki birikimler.

2.2.2.1. Katı madde kaçması ve organik madde çökmesi

Kum ve yağ tutucularda atıksuyun hızı yüksek olursa, katı maddeler kaçabilir. Ufak olursa organik madde dibe çökebilir. Bundan dolayı havalandırma debisi uygun seçilmelidir. Katı madde helisel hareket ile sistemin sonuna varmadan önce, maksimum debide 2-3 kere prosesin tabanından geçmelidir. Atıksular suyun akış yönünde üniteye verilmelidirler (Öz, 2009).

2.2.3. Ön çökeltme havuzları ve karşılaşılan problemler

Çökeltme havuzlarında su altında ve su üstünde bulunan bütün mekanik ekipmanlar kontrol edilebilir şekilde tasarlanmalıdır. Su üstündeki şartlara dikkat edilerek, aşırı gaz kabarcıklarının ve yüzücü çamurlarının oluşması sürecin başarısız olduğunu veya mekanik ekipmanın zarar gördüğünü belirtir.

Ön Çökeltme havuzlarında yılın belirli aralıklarında yüzen çamurla karşılaşılabilir. Yüzücü çamurla karşılaşıldığında sıyrıcı çalıştırılır, çamur çekimi yapılır ve çamurlar havuzdan alınır. Sorun bu şekilde bir süreliğine ortadan kaldırılır. Çamur sıyrıcının görüntüsü Şekil 2.6'da verilmektedir (Akyüz, 2011).

Sinek ve koku problemi oluşumunu önlemek, tesisin güzel görünmesini sağlamak ve ön çökeltmeden sonra gelen ünitelerin daha verimli çalışmasını sağlamak için yüzen maddeler elle sıyırılmalıdır (Akyüz, 2011).

Çöktürme havuzlarının daha randımanlı çalışabilmesi için; giriş ve çıkış dalgıç perdelerinden oluşan birikintiler elle ya da basınçlı hava ile sürekli temizlenmelidir, biriken atıklar uzaklaştırılmalıdır, eğer bunlar yapılmazsa tesis bakımsız ve kötü görünecektir ve koku problemine yol açacaktır (Muslu, 1994).



Şekil 2.6.Sıyrıcılar.

Havuzdan alınan çamurun su içeriği pompalanmasında zorluk oluşturacak düzeyde olmalıdır. Eğer çamur arıtmaya tabi tutulacaksa, çürütücü içerisindeki çamuru soğutmamak ve çürütücüdeki çamur durma zamanını düşürmemek için çamurdaki katı madde miktarının el verdiği yüksek olması faydalıdır (İller Bankası, 1989).

Çamurun boşaltılma hızı da önemlidir. Bu hız üstteki suyun çamur çıkışına ulaşması sağlayacak kadar yüksek yâda katı maddelerin çamur borusunda birikerek tıkanmaya yol açmasını sağlayacak kadar düşük olmamalıdır (İller Bankası, 1989).

Ön çökeltme havuzlarında karşılaşılan problemler yüzücü çamur, siyah ve kokan çamur, aşırı köpüklenme, sıyırıcıların arızalanması, çamurların sertleşmesi problemleridir. Bu problemlerden bazıları mevsimlere göre meydana gelebilir. Soğuk havalarda çamurun pompalanması daha güçtür, boru hatları gresten dolayı daha çabuk tıkanır. Yazında koku sorunu meydana gelir (İller Bankası, 1989).

2.2.3.1.Yüzücü çamur problemi

Ön çöktürme havuzlarında çamurun parçalanması sonucunda ve daha sonra havuzun üzerinde toplanan çamurlardır(İller Bankası, 1989).

Havuzda oluşan bu problemi çözmek için sıyırıcılar uzun bir süre çalıştırılmalı, sıyırıcıların normal çalışıp çalışmadığı düzenli olarak kontrol edilmeli, sıyırıcıların aksamaları ihtiyaç varsa değiştirilmeli ve sonrasında çamurların havuzdan uzaklaştırılması sağlanmalıdır.

2.2.3.2. Gres ve köpük problemi

Ön çökeltme havuzlarında gaz oluşumu sebebiyle çamurun içinde oluşan balonlarla ortaya çıkan çamur kabarması; çamurun uzaklaştırma sıklığı yetersizliği, çamur uzaklaştırma işlemi esnasında havuzdaki çamurun hepsinin alınmaması, kısmen çürütülmüş çamur içeren sıvı kısmın geri devir yapılması, çürütülmüş çamur yâda sıvının çürütme havuzlarından geri gelmesi gibi sebeplerden meydana gelir (İller Bankası, 1989).

Eğer yalnızca bir havuzda kabarma varsa; atıksu akışı ya da yükün eşit bir şekilde dağılmadığından, sıyırıcının birinin yerinden çıkmış olması yada tekerinin yıpranmış olması gibi bir sorunun olduğundandır (İller Bankası, 1989).

2.2.3.3. Fazla köpük birikmesi problemi

Fazla köpük birikmesi sorunu sıyırıcılarının düzenli çalışmamasından meydana gelir. Bu sorunu gidermek için sıyırıcıların daha düzenli çalışması sağlanmalı ve gerekirse endüstriyel atıksu girişine sınırlandırma getirilmelidir (İller Bankası, 1989).

2.2.3.4. Sıyırıcı problemleri

Ön çökeltme havuzlarında mekanik çamur sıyırıcıların üzerindeki yük arttığı zaman sıyırıcılarda bir takım sorunlar oluşur. Bu sorunları gidermek için; havuzlar belirli aralıklarla boşaltılmalı bütün ekipmanlar kontrol edilmeli, eskiyen, yıpranan parçalar değiştirilmelidir, havuz duvarlarında oluşan buzlar temizlenmelidir, havuza kum girişi fazla ise kum tutucu artırılmalıdır, çamur pompaları daha sık çalıştırılmalıdır (İller Bankası, 1989).

2.2.3.5. Sertleşmiş çamur problemi

Arıtma çamurların yüksek yoğunlukta kum, inorganik çamur ve diğer ağır veya hafif sıkışabilen maddeden meydana gelmesinden ve çamur çekme borusunda yeterli hız bulunmaması durumunda meydana gelir. Eğer pompa ve borularda tıkanma olmuşsa bu sorunla karşılaşılır. Sorunu çözmek için kum tutucu yoksa tesise kum tutucu yapılmalı, basınçlı hava veya basınçlı su vererek çamur gevşetilmeli, boru hatlarında geri yıkama yapılmalıdır, ayda en az iki kere çekme ve deşarj boruları basınçlı su ile temizlenmelidir ve pompaların tıkanıklığı düzenli olarak kontrol edilmelidir (İller Bankası, 1989).

2.2.3.6. Asılı katı maddelerin yüksek konsantrasyonu problemi

Bütün havuzların çıkış suyunda askıdaki katı madde yüzdesi yüksek düzeyde ise bunun sebebi; havuzlarda çamur birikmesi, son çökeltme çamurunun veya tesis üniteleri yüzey sularının, çok yüksek bir hızda geri dönmesi ya da atıksuda endüstriyel atıksularının bulunması olabilir (İller Bankası, 1989).

2.2.4. Aktif çamur havuzları ve karşılaşılan problemler

Bir atıksu arıtma tesisinde aktif çamur prosesinin verimli bir şekilde çalıştırılması yeteri kadar besin maddesine, yeterli miktarda çözülmüş oksijen konsantrasyonuna, elverişli atıksu sıcaklığına ve mikroorganizmalar için zehirli atıkların olamamasına bağlıdır (Öz, 2009).

Aktif çamur sisteminin işletilmesinde havalandırma tankında sabit bir askıda katı madde konsantrasyonu bulundurulmalıdır. Bu değerin, boya sanayi aktif çamur sistemleri için 3500-4000 mg/L arasında olması gerekmektedir. Havalandırma tankında bir diğer kontrol parametresi olan çözülmüş oksijen konsantrasyonunun 2.0-3.5 mg/ L arasında olması belirlenmiştir (Kavaklı ve Civan, 1997).

2.2.4.1.Çökeltme havuzları çıkış savaklarında floklar oluşumu

Havalandırma havuzlarında oluşan flokların yeterli düzeyde büyük ve ağır olmamalarından iyi bir çökeltme olmaz. Çamur hacmi indeksi (SVI) analiz sonuçları sabit değil veya değerler normalden çok yüksekse çıkış savaklarında floklar olur. Bu sorunun çözümü için, havalandırma havuzlarındaki AKM miktarına bakılmalıdır.

İyi bir çamurda SVI<100 ml/g, çok iyi bir çamurda SVI=50 ml/g olmalıdır. SVI>120 ml/g olması çökeltme problemi olduğundandır. Yüksek AKM konsantrasyonları SVI değerine etki etmektedir. AKM>400 mg/L olduğunda çökeltme problemleri ortaya çıkmaktadır (Gray, 2005).

2.2.4.2. Çökeltme havuzlarında yüzen çamur

Çökeltme tanklarındaki çamurun gözle görülür şekilde yükselmesi ve çökeltme tankı çıkış savaklarından yüzücü katı maddeler olması problemidir. Problemin önlenmesi için; havalandırma tanklarına daha fazla O₂ verilmelidir. Havalandırma tanklarına kireç kaymağı ile birlikte demir klorür veya alüminyum sülfat verilebilir, tanklardan geri dönen aktif çamura kontrollü bir şekilde klorlama (sodyum hipoklorit vb.) yapılmalıdır. Bu işlemler sırasında havalandırma tankındaki çamurun yaşı azalacak ve nitrifikasyon duracaktır. Havalandırma tanklarına geri dönen çamur miktarı artırılmalı veya bütün çamur havalandırma tanklarına geri döndürülmeli, havalandırma tanklarındaki difüzörlerdeki hava vanaları sonuna kadar açılarak tanklara giren hava

miktarı yükseltilmeli, tanklarda mikroorganizmalar için gerekli besinin bulunup bulunmadığı kontrol edilmeli, azot ve fosfor ilave edilerek filamentli mikroorganizmaların üremeleri önlenmelidir (Curi, 1994).

Son çökeltim havuzunda bazen toplu iğne büyüklüğünde floklar ve yüzen çamur oluşur. Toplu iğne floklarının oluşma nedeni havalandırma havuzlarında fazla havalandırmadan dolayıdır. Bu problemin çözümü için havalandırma düşürülmelidir (Akyüz, 2011).



Şekil 2.7.Ön çökeltme havuzunda yüzen çamur.

2.2.4.3.Havalandırma havuzunda taze, beyaz renkte aşırı köpük

Havalandırma havuzlarında karşılaşılan en büyük problemlerden birisi taze, beyaz renkte aşırı köpük oluşmasıdır. Havuzda oluşan beyaz köpük Şekil 2.8’de verilmektedir. Bu problem havalandırma havuzundaki mikroorganizma miktarının çok az ve çamurun çok genç olduğundandır (Akyüz, 2011).



Şekil 2.8.Beyaz köpük.

2.2.4.4. Aktif çamurda kabarma

Aktif çamurda kabarma dikkat edilmesi gereken en önemli sorunlardandır. Bu durum, çok zayıf çökme hızını ve sınırlı bir derecede sıkışmanın göstergesidir (Topacı, 2000).

Aktif çamurda kabarma probleminin önüne geçmek için; aktif çamur sistemlerinde esas olarak filament yapısındaki mikroorganizmaların oluşmasının önlenmesi için klorlama işlemi yapılır (Tünay, 1996).

Aktif çamurda kabarma probleminde; homojen olarak yükselen ve çöktürme tankından savaklanan çamurlar, çamur hacim indeksinin yükselmesi ve mikroskopik olarak yapılan incelemede filamentli türler bulunmaktadır (Baklaya ve Kufacı, 2003).

Havalandırma havuzlarında katı maddeleri tutmak için uygun yöntemlerden biride alüminyum sülfat veya demir klorür eklenmesidir. Bununla birlikte demir sülfat alkalinitenin 50-100 mg CaCO₃/L" nin altına inmesini önlemek için kireç ilavesiyle bir flokülant olarakda kullanılabilir. Makul bir polielektrolit diğer kimyasallardan daha pahalı olabilir fakat alkaliniteyi artırmak için alkali ilavesine ihtiyaç duyulmayabilir (Çınar, 2008).

2.2.5. Damlatmalı filtreler ve karşılaşılan problemler

Damlatmalı filtrelerin görevi çözülmüş organik maddeleri gidermek, evsel yada endüstriyel atıksudaki organik katı maddeleri biyolojik olarak parçalayarak çökebilen stabil maddeler haline dönüştürmektir.

Klasik arıtmada damlatmalı filtreler ön ve son çöktürme havuzları arasında bulunur. Düşük düzeyde katı madde bulunduran endüstriyel atıksular doğrudan damlatmalı filtreye verilir (İller Bankası, 1989).

2.2.5.1. Filtrelerde göllenme

Filtrelerde göllenme; kaya ve diğer dolgu malzemelerinin çok ufak olması veya yeterli düzeyde uniform olmaması, hava sıcaklığındaki büyük değişme sonucunda kayaların parçalanarak delikleri tıkaması, daha konsantre biyomaslı kullanılmış suyun filtreye verilmesi, filtrelere verilen organik yükün aşırı olmasından meydana gelir.

Filtrelerdeki göllenme problemi; basınçlı su ile filtreyi yıkayarak, haftalık aralıklarla yüksek dozlarda klor tatbik ederek, eğer kullanılabilecek başka filtreler varsa, filtreyi kuruyacak kadar bir süre çalıştırmayarak önlenabilir. Eğer bu belirtilen uygulamaların hepsi uygulanmış ve başarısız olunmuş ise filtre dolgu malzemesini değiştirmek, bazen eskimiş malzemeyi temizlemekten daha düşük maliyetli olabilmektedir (İller Bankası, 1989).

2.2.5.2. Biyokütle kaybı

Damlatmalı filtre sistemlerinin çalıştırıldığı ilk zamanlar aşırı çamurlara veya biyolojik çamurların levhaların üzerine tutunmamasıyla yani biyokütle kaybıyla genellikle karşılaşılmaktadır Fakat bu başlangıç sürecinden sonra da çamur ve biyokütle kaybı devam ederse tedbir almak gerekir.

Giriş suyunda zehirli madde veya mikroorganizmaların gelişmesini önleyici maddelerin bulunmasından dolayı biyolojik kütle büyümeye yavaşlar veya durur (İller Bankası, 1989).

Bu problemin çözülmesi için biyokütleyi etkileyen toksik maddenin cinsini, yoğunluğunu, verildiği yeri ve miktarını tespit etmek ve bu maddenin sisteme girmesini engellemek gerekir. Eğer bu uygulamalar yapılmıyorsa o zaman toksik

maddenin tesise uygun konsantrasyonda girmesinin yolu açılmalıdır (İller Bankası, 1989).

2.2.5.3. Beyaz biyokütlenin gelişmesi

Damlatmalı filtrelerde levhaların üstünde beyaz renkte biyokütle gözlenebilir. Levhanın büyük bir kesiminde oluşan bu beyaz kütle sistemin veriminin azalmasına yol açar (İller bankası, 1989).

Böyle bir durum karşısında, tesise giren sular ön havalandırmaya tabi tutulur ve atıksuya oksitleyici kimyasal madde ilave edilir. Ön havalandırmanın miktarı ve gerekip gerekmediği atıksudaki oksitleyici ve oksitlenmeyi azaltıcı maddelerin miktarına ve atıksuyun pH'ına bağlıdır.

Oksitleyici kimyasal madde olarak hidrojen peroksit veya sodyum nitrat kullanılıyorsa o zaman dozlama miktarı deneme yanılma yoluyla ile belirlenir. Reaktöre aşırı derecede organik madde yüklenmesi yapılırsa, tesisin ilk kademesinde beyaz filamentli biyokütle oluşabilir (İller bankası, 1989).

2.2.5.4. Tesis veriminde azalma

Damlatmalı filtrelerde sürecin verimini; atıksu sıcaklığının azalması, debide ve/veya organik yüklemeye ani değişikliklerin olması ve pH azaltan faktörler etkileyebilir (İller bankası, 1989).

Sıcaklığın 13 derecenin altına düşmesi biyolojik faaliyetin azalmasına ve bu nedenle biyolojik arıtmanın azalmasına sebep olur. Eğer tesis nitrifikasyona göre tasarlanmış ise sıcaklık çok önemli bir parametredir. Nitrifikasyona göre tasarlanan tesislerde, tesisin kararlı hale ulaşması için 7-8 derecede 6-8 hafta arasında çalıştırılmasına gerek vardır.

Evsel atıksularda pH, 6,5-8,5 arasındadır. Ph'daki büyük değişimler verimi de çok etkiler. Nitrifikasyonda pH ve alkalinite çok önemli parametrelerdir. Nitrifikasyon olduğu zaman pH olduğunca 8.4'te sabit tutulmalıdır (İller Bankası, 1989).

2.2.5.5.Katı madde birikimi

Damlatmalı filtrelerde kum ve diğer katı maddeler yeterli düzeyde uzaklaştırılmazsa askıda katı maddeler reaktörde birikir. Atıksuyun biokütle ile temas etmesine engel olur. Reaktörde uçucu maddelerin birikmesi ise reaktörden kötü kokuların gelmesine ve tesis verimin düşmesine neden olur. Bu problemin çözümü için reaktör boşaltılmalı ve birikimin türü ve miktarı öğrenilmelidir (İller Bankası,1989).

2.2.6. Stabilizasyon havuzları ve karşılaşılan problemler

Çok az seviyede bir bakımla, hatta hiç bakım olmaksızın iyi kaliteli bir çıkış suyu sağlayarak çalışabildikleri için stabilizasyon havuzları atıksu arıtma tesisleri içinde önemli bir yer tutmaktadır. Fakat bakım seviyesinin düşüklüğü sivrisinek, sinek ve kötü koku problemlerini ortaya çıkarabilir. Bu nedenle, bir yandan iyi kaliteli bir çıkış suyu elde edip diğer yandan da söz konusu problemlerin oluşmasını önlemek için düzenli aralıklarla bakımları yapılmalıdır. Stabilizasyon havuzlarının düşük düzeyde bir bakıma ihtiyacı vardır ve işletme personeli tarafından gereken bakım rahatlıkla yapılabilir (İller Bankası, 1989).

2.2.6.1.Havuz dolarken bitki oluşumu

Stabilizasyon havuzlarını doldurmadan önce havuz dibinde bulunan bitki tabakası temizlenmelidir. Stabilizasyon havuzdaki mevcut su derinliği 1 m'nin üzerinde olmalıdır. Havuzlar olduğunca hızlı bir şekilde doldurulmalıdır. Su doldurma esnasında su üzerinde oluşabilecek bitki örtüsü alınmalıdır.

2.2.6.2.İşletmeye alma sırasında yetersiz yosun oluşumu

Stabilizasyon havuzlarına ilk olarak endüstriyel kaynaklardan gelen su özellikleri incelenmelidir. Yeterli olmayan yosun büyümesi, yeterli olmayan besin maddesi ya da sıvıdaki zehir bileşimlerden kaynaklı olabilir. Endüstriyel atıksular kanalizasyon sistemine verilmeden bir ön arıtmadan geçirilmelidir.

2.2.6.3. Yosunsal köpük oluşumu

Stabilizasyon havuzlarında oluşan yosunsal köpük yüksek basınçlı kullanarak dağıtılır. Stabilizasyon havuzundan toplanan yosunsal köpükler havuz etrafında bulunan çime yayılmalı veya uygun yerde bertaraf edilmelidir.

2.2.6.4. Sinek ya da sivrisinek oluşumu

Stabilizasyon havuzu ve etrafı bitkilerden temizlenmelidir. Havuzlarda oluşacak sinek yada sivrisinek sorununun çözümü için havuzlarda balık beslenebilir.

2.2.6.5. Aşırı yüklenmiş havuzların koku problemi

Anaerobik stabilizasyon havuzlarında koku problemine çözüm bulmak için havuzların derinliği artırılabilir, yüzeye havalandırma konulabilir yada havuzlar arasında devir daim sağlanabilir (İller Bankası, 1989).

2.2.7. Son çökeltim havuzu ve karşılaşılan problemler

Son çökeltim havuzlarındaki kütleli aktif çamur, katı maddenin çökeliş tam olarak sıkışmadığı bir çamurdur. Kütleli aktif çamur, aktif çamur tesisinin iyi işletilmediğinden oluşur.

Kütleli aktif çamur, genelde filamentli yada filamentli olmayan mikroorganizmaların faaliyetinden meydana gelir. Filamentli olmayan veya “zooglear” kütlelilik çok az rastlanır. Bu halde çamur floğunun içerisinde yüksek düzeyde su vardır (İller Bankası, 1989).

Kütleli aktif çamur sorununun kısa sürede çözümü için çamura kimyasal madde uygulanır.

Kütleli aktif çamur problemi için uygulanan kimyasal maddeler; ozon, klor gibi dezenfektan, hidrojen peroksit gibi O₂ kimyasallarıdır.

Kütleli aktif çamur probleminin çözümü için eklenen kimyasal maddeler uygun dozda verilmelidir. Aşırı dozlama yapılmamalıdır.

2.2.7.1.Savaklardan çamur kaçması

Son çökeltme havuzunda çamur kabarması olmadığı hallerde bile katı maddenin bir kısmı çıkış savağından kaçabilir. Örneğin çamurun sistemden çekilmemesinden kaynaklı son çökeltme havuzundaki çamur seviyesi havuzun su yüzeyine yaklaşır ve çamurun bir kısmı bu yüzden savaklardan çıkar. Son çökeltme havuzunda bu problemin önlenmesi için son çöktürme havuzuna giren ve çıkan çamur miktarının dengeli olması gerekir. Ayrıca çıkış savaklarının, dalgiç perdelerin ayarları yapılmalı, hidrolik yükün fazla olmamasına dikkat edilmelidir (İller Bankası, 1989).

2.2.7.2. Flokların parçalanması

Son çökeltme havuzunda flokların parçalanması problemi; çamur çok ufak parçalara ayrılır, çökeltme kötüleşir, çıkış suyunda bulanıklık görülür. Çıkış suyundaki bulanıklık suda bulunan mikroskobik hücrelerden ve mikroskobik canlılardan dolayı oluşur. Bundan dolayı çıkış suyundaki AKM ve BOİ değerleri yüksek çıkar. Atıksuda tok maddelerden, asitli maddelerden, havalandırma havuzundaki anaerobik koşullardan dolayı, havalandırma havuzundaki N ve P eksikliğinden floklar parçalanır. Bununla birlikte flokların parçalanması geçici bir olay olup sistem kendi kendisini birkaç günde düzeltebilir. Böyle bir durumda kimyasal arıtmaya ihtiyaç yoktur (İller Bankası, 1989).

2.2.7.3.Kümelenme, küllenme ve çamur yükselmesi

Son çökeltme havuzunda kümelenme problemi; dipten kopan çamurun kopup yükselmesi ve su yüzeyinde bir tabaka oluşturması problemidir. Küllenme problemi ise, zaman zamanda renkleri koyu kahverengi ile gri arasında değişen daha ufak çaplı çamur parçaları dipten koparak yükselmesi ve su yüzeyini kaplamasıdır. Son çöktürme havuzunda çamur miktarı çok yüksek veya çökeltme havuzu girişinde ÇO seviyesi çok düşük olursa “denitrifikasyon” oluşur. Nitratlardan O_2 uzaklaşır. Azot gazı açığa çıkar ve su yüzeyine yükselir. Bu sırada beraberinde bir miktar katı maddeyi yükselterek yüzdürür. Bu anda anaerobik şartlar başlamış demektir. Bu durum çamur yükselmesine sebep olur (İller Bankası, 1989).

Son çökeltme havuzunda yüksek miktarlarda yüzücü çamur görülürse; son çökeltme havuzundan çekilen geri devir çamuru miktarı artırılmalı, tanktaki çamur

miktarı azaltılmalı ve sistemden alınan fazla çamur miktarı artırılmalıdır. Geri devir çamuru miktarı artırıldığı halde havuzda çamur derinliği azalmıyorsa havalandırma havuzundan alınan su miktarı azaltılmalı ve diğer çöktürme havuzları devreye sokulmalıdır. Nihai havuzda çamur toplama mekanizmasının hızı artırılmalıdır. Bu durum ise giderilen çamur miktarını artırır veya daha doğrusu çökelmiş çamurun bekleme süresini azaltır. Havalandırma havuzunda nitrifikasyon minimum yapacak şekilde dengeli havalandırma yapılmalıdır.

2.2.7.4. Dağınık yumaklar

Son çökeltme havuzlarında bazen küçük ve şeffaf, çok hafif çamur parçacıklarının savak yakınlarında su üzerine yükseldikleri görülür. Böyle durumlarda çıkış suyu temizdir ve havuzun yüzeysel yükü biraz azdır. Problemin çözümü için çamur yaşı az miktarda artırılır (İller Bankası, 1989).

2.2.7.5.Çamur oluşumundaki sorunlar

Son çökeltim havuzlarında arıtma sonrası oluşan fazla çamur; çamur yaşının yükselmesine, çamur çökeltme özelliklerinin kötüleşmesine ve mikrobiyolojik kütle aktivitesindeki düzensizliklere sebebiyet verebilmektedir. Arıtma sonrası oluşan fazla çamurun sistemden düzenli olarak uzaklaştırılması gerekir. Bu şekilde tanklardan flokların kaçması ve septik durumların oluşmasının önüne geçilir (Öz, 2009).

2.2.8. Çamur çürütmede karşılaşılan problemler

2.2.8.1.Aerobik çürütme

Aerobik çamur çürütme olayı; çürütülecek katı maddelere hava verilmesi ve her gün çamur yüklemesi yapılması gereken basit bir iştir. Yapılan bu işlem, kötü kokulara ya da patlayıcı miktarda gazlara sebep olmadan tanklarda gerçekleştirilir. Aerobik çamur çürütme basit bir işlem olduğundan bakımları da kolaydır (İller Bankası, 1989).

2.2.8.2. Anaerobik çürütme

Anaerobik çürütme organik çamurların çürütülmesinde en sık kullanılan yöntemlerdendir. Anaerobik çürütme; organik çamurların stabilize olmuş humusa dönüştürmek, çamurun hacmi ve kütlesini azaltmak, faydalı yan ürün elde etmek ve enfeksiyonlara yol açabilecek mikroorganizmaların zararlarını önlemek için uygulanan bir sistemdir.

Çamur çürütme işlemi uygun sıcaklıklarda daha hızlı meydana gelir. Uygun sıcaklığı sağlamak için, çamur gazı dışında propan ya da sanayi ısıtıcı gibi bir ısı kaynağı kullanmaya ihtiyaç vardır. Sıcak yaz günlerinde ısıtmaya ihtiyaç duyulmayabilir.

2.2.8.3. Uçucu asitlerin birikmesi

Çürütücüde zehirli bileşiklerin birikmesi, kum ve tortu gibi maddelerin birikmesi, organik yüklemekten bağımsız olarak sıcaklıktaki değişimler uçucu asitlerin oluşmasına sebep olur.

Uçucu yağ asitlerinin birikmesi probleminin çözümü için çürütücü türüne göre önerilen organik yükleme değerleri sabit tutmalıdır. Çamur beslemesi olduğunca sabit yapılmalı, bir defa besleme yerine günde eşit aralıklarla bir kaç defa besleme yapılmalı. Aşırı yüklemelerden yapılmamalı, eğer aşırı yükleme yapıldıysa uçucu asitler normal değerine gelinceye kadar tesis yeni yükleme yapılmamalıdır.

Ayrıca çürütücünün tabanında kum ve katı maddelerin çökelediği tespit edildiğinde çürütücünün tabanı temizlenmelidir. Kumların çürütücüye gelmesinin önlenmesi için ızgara ve kum tutucuların etkinliği artırılmalı buralarda biriken kum ve diğer atıklar çürütücüye verilmemeli, uygun şekilde bertarafı yapılmalıdır. Eğer ısıtıcıyla ilgili arıza varsa ve çalışmıyorsa, sisteme çamur yüklemesi yapılmamalıdır.

2.2.8.4. Gaz üretiminde azalma

Çürütücüde gaz üretimi azalmış ise tesise yükleme hızı azalmıştır, toksik maddeler sisteme girmiştir ya da sistemin ısısı uygun değildir demektir. Eğer organik yükleme normal aralıkta olmasına rağmen gaz üretiminde bir azalma varsa, çamur daha fazla karıştırılmalı ya da diğer çürütücülerden alınan çamurla aşılama yapılmalıdır.

2.2.8.5.Çamur pompaj hızında azalma

Çamur pompaları geri devir çamuru yada diğer çamurlarla tıkanmışsa veya besleme çamuru çok yoğunsa çamur pompalarının çamuru iletmesinde bir yavaşlama olur. Bu sorunların çözümü için tıkanmaya yol açabilecek maddelerin ızgaralarda tutulması gerekir. Ayrıca pompalar düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve temizlenmelidir.

2.2.8.6. Çamur sıcaklığında büyük dalgalanma

Çamur çürütücü sistemlerinde büyük hacimli ince çamur çürütücüye yüksek hızlarda verilirse sıcaklığın ani düşmesine sebep olabilir. Verilecek olan büyük hacimli çamuru çürütücüye yavaş yavaş verilirse sıcaklıktaki ani değişmelerin önüne geçilmiş olur. (İller Bankası, 1989).

2.2.9. Çamur kurutma yatakları ve karşılaşılan problemler

Çamur kurutma yatakları küçük ve orta büyüklükteki tesislerde, tesisin yeterli alanının olması durumunda ve eğer gübre ihtiyacı da varsa sıklıkla kullanılmaktadır.

2.2.9.1. Kumun değiştirilmesi

Çamur kurutma yataklarında her çamur oluştuğunda bir miktar kumda çamurla birlikte eksilir. Tesiste eksilen kumu tamamlamak için eksilen kumun özelliklerinde ve uygun derinliğe kadar temiz ve sert kum eklenmelidir.

2.2.10. Atıksu arıtma tesislerinde koku problemi

Atıksu arıtma tesislerindeki koku problemini çözmek için arıtma tesisinin etrafının temiz tutulması, ızgaralarda ve diğer ünitelerde oluşan atıklar özel kaplarda biriktirilmeli ve düzenli olarak tesis dışında bertarafı sağlanmalıdır. Arıtma tesisinde oluşan çamurlar açık olarak depolanmamalı ve açık olarak işleme tabi tutulmalı, çamur kapalı alanlarda depolanmalı ve işleme tabi tutulmalıdır. Tesiste çamurdan kaynaklanabilecek diğer kirlilikler düzenli olarak basınçlı suyla temizlenmelidir (Samsunlu, 2011).

2.2.11. Atıksu arıtma tesislerinde gürültü problemi

Atıksu arıtma tesislerinde çok fazla mekanik ekipman olduğundan ve bu mekanik ekipmanlarında gürültülü bir şekilde çalıştığından tesislerde gürültü problemi olabilmektedir. Ülkemizde Gürültü Kontrolü Yönetmeliği'ne göre yerleşim birimlerinde esas alınan gündüz 55 dB(A), gece 40 dB(A) gürültü şiddeti değerlerinin genelde aşılması istenmektedir. Gürültü probleminin önüne geçilmesi için arıtma tesisi projelendirilirken yerleşim yerlerine uzaklıklar iyi hesaplanmalı ve değerlendirilmelidir. Eğer tesis yerleşim alanı içerisinde yapılacaksa tesiste perdeler, bariyerler ve ağaçlandırma gibi önleyici tedbirler alınmalıdır (Samsunlu, 2011).

2.2.12. Atıksu arıtma tesislerinde zerrecik problemi

Atıksu arıtma tesisinde atıksular rüzgârın etkisiyle zerrecikler halinde havaya karışır ve yine rüzgâr etkisiyle civara yayılır. Hava zerrecik halinde bulunan atıksular sağlık problemlerine yol açabilir. Bu problemin önüne geçilebilmesi için zerreciklerin civara yayılmasını önleyecek bariyerler konulmalıdır. Eğer yüzey havalandırıcıların olduğu ve fazla türbülansla çalışan tesislerde havuz etrafında çalışılacaksa havalandırıcılar durdurulup öyle çalışılmalıdır (Samsunlu, 2011).

2.3. Yapay Sulak Alanlar

Yapay sulak alanlar günümüzde oldukça önem hale gelmiştir. Yapay sulak alanlar atıksuyun doğal koşullarda fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerle derinliği 1 m'den daha az olan havuz veya kanallarda, sucul bitkilerin yetiştirilmesi ile atıksuyun arıtılması olayıdır. Yapay sulak alanlar geçirimsiz bir kil tabakası içine taş, çakıl ve kum gibi gözenekli maddelerin yerleştirilmesi ile meydana gelen, su akışının, bekletme zamanının ve atıksu seviyesinin düzenli olarak kontrol edildiği sistemlerdir.

Bu tesisler genelde nüfus yoğunluğunun az olduğu yerlerde daha sık kullanılmaktadır. Yapay sulak alanın yapılacağı yerin iklim koşulları, zemin özellikleri toprak geçirgenliği, hidrolojik yapısı önemlidir.

Yapay sulak alanlar, geniş araziler gerektirdiğinden, arazinin ucuz olduğu ve çok bakıma ihtiyaç olmadığından tecrübeli personelin olmadığı yerlerde uygulanabilecek sistemlerdir. İstenen çıkış suyu kalitesine göre diğer arıtma sistemleriyle birlikte de

kullanılabilirler. Yapay sulaklara ham suyun doğrudan verilmesi önerilmez, öncesinde bir ön arıtmadan geçirildikten sonra atıksu yapay sulak alanına verilmelidir. Bu şekilde yapay sulak alanının verimi artırılır (Anonim, 2010).

Yapay sulak alanlar, bitkilerden oluştuğundan dolayı, ortamdaki güneş enerjisini kullanırlar ve kendilerini yenileyebilirler. Ayrıca bu alanlar birçok canlı türüne de yaşam alanı sağlarlar. Yapay sulak sisteminin ilk kademesinde fosseptik yapılar vardır.

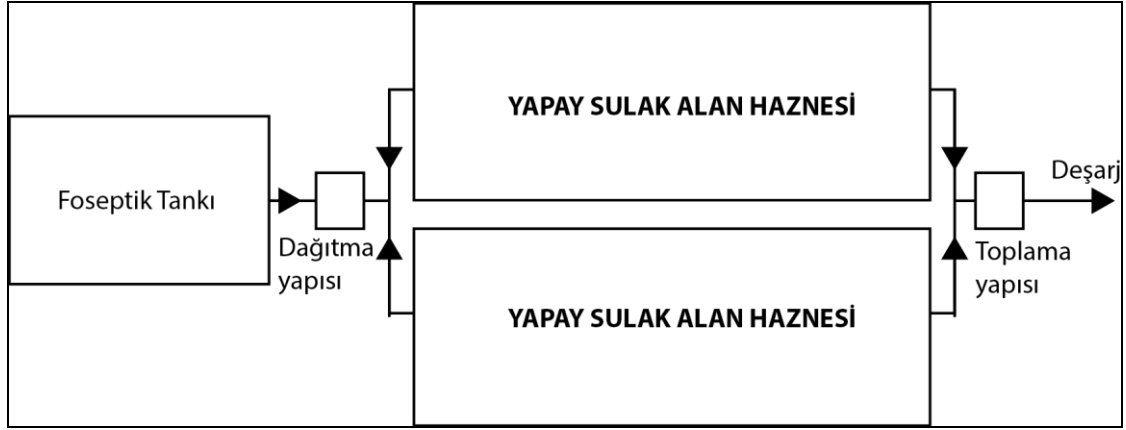
Fosseptikten çıkan sular yapay sulak alanlarda arıtıldıktan sonra alıcı ortama güvenle verilebilir (Yıldız, 2011).

Yapay sulak alanlar, doğal sulak alanlardaki gibi fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma proseslerinden faydalanmak ve organik madde, toplam askıda madde, nütrient ve patojen organizmaları gidermek için tasarlanmış tesislerdir. Yapay sulak alanlar, atıksuları arıtmak için sulak alan bitki örtüsünü, toprak ve bunlarla ilişkili mikrobiyal toplulukları içeren doğal işleme süreçlerinin yaptığı işin aynısını yapar (Arroyo ve ark., 2010).

Yapay sulak alanlar zemin yapısında bulunan mikroorganizmalar sayesinde dolgu malzemesi, bitkiler ve hava boşluğu ile birlikte bir etkileşim içinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma proseslerini gerçekleştirir (Water Environment Federation, 2010).

Günümüzde yapay sulak alanlar üzerinde çok araştırma yapılmış ve bu sistemlerin sadece evsel atıksular için değil, endüstriden kaynaklanan atıksuların arıtımında kullanılmaya başlanmıştır. Yapay sulak alanlarda, doğal sulak alanların sahip olduğu bütün arıtma özelliklerine sahiptir. Yapay sulak alan sistemlerinin iki türü geliştirilmiştir. Bu sistemler; serbest yüzey akımlı sulak alan sistemleri (SYS) ve yüzey altı akımlı sulak alan (YAS) sistemleridir (Ayaz ve ark., 2011). Şekil 2.9'da yapay sulak alan akım şeması verilmiştir.

Yapay sulak alanlardan serbest yüzey akışlı sistemlerde su yüzeyi atmosferle temas etmektedir. Yüzey altı akışlı sistemlerde su bir dolgu malzemesi arasından aktığından su yüzeyi atmosferle temas etmez.



Şekil 2.9. Yapay sulak alan akım şeması (Ayaz ve ark., 2011).

2.3.1. Serbest yüzey akışlı yapay sulak alanlar

Serbest yüzey akışlı yapay sulak alanlar köklü bitkileri desteklemek için toprak ya da başka bir uygun ortam malzemesi ile oluşan havuz yada kanallarda oluşmaktadır. Sistemde sığ su derinliğinde, düşük akış hızı ve bitki saplarının varlığında uzun ve dar kanallar şeklinde tasarlanmaktadır. Sistemden yeraltı suyuna atıksuyun geçmemesi için tabana, kil gibi geoteknik malzemeler serilmektedir (Reed ve ark., 1995; Dağlı, 2006; Temel, 2013).

Serbest yüzeyli yapay sulak alanların su yüzeyi zemin üstündedir ve atmosferle temas halindedir. Serbest yüzeyli yapay sulak alanlar doğal bataklıklar gibi görünürler ve su arıtımının yanında canlılar içinde yaşam alanı oluşturur ve estetik şekilde görünür. Bu sistemler bitkileri, açık su alanlarını ve yeni habitatlarda su kuşlarını üretmek için uygun alanlardır (Ayaz ve ark., 2011).

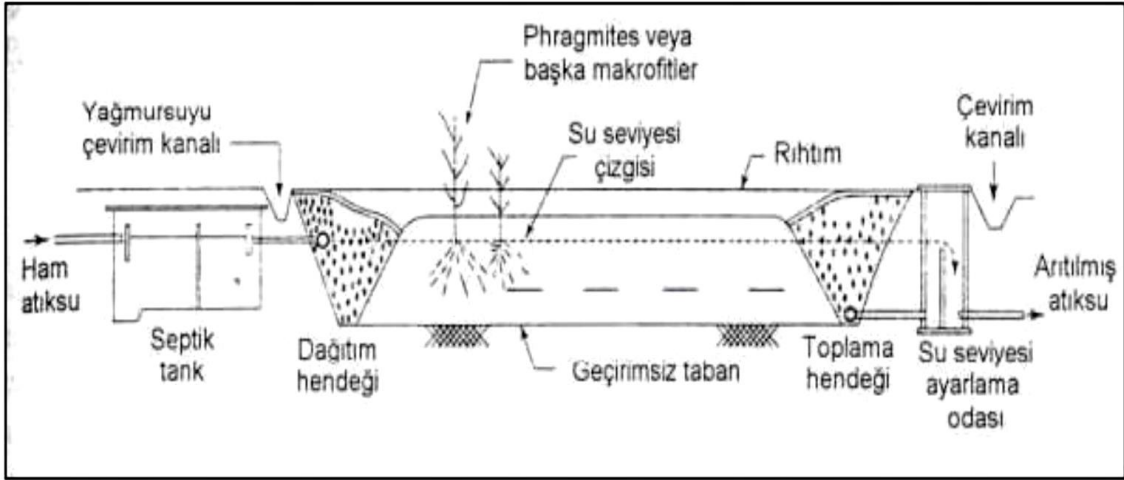
Serbest yüzeyli yapay sulak alanların en önemli problemleri, koku, sivrisinek üremesi, geniş araziler gerektirmesidir. Sistemin avantajları ise yapım, işletim ve bakım maliyetlerinin düşük olmasıdır (Saraçoğlu, 2006). Ülkemizde genellikle tercih edilmeyen serbest yüzey akışlı yapay sulak alan örneği Şekil 2.10'da verilmektedir.



Şekil 2.10.Serbest yüzey akışlı yapay sulak alan.

2.3.2.Yüzeyaltı akışlı yapay sulak alanlar

Yüzey altı akışlı yapay sulak alanlar geçirimsiz bir zemin üzerine köklü bitkileri destekleyen ve gözenekli yapıda olan kum ya da çakıl gibi yatak malzemesi ile doldurulmuş kanallar ya da havuzlardan meydana gelir. Bu sistemlerde su dolgu malzemeleri arasından aktığından atmosferle temas etmez. Bu sistemler il yatırım maliyetinin düşük olması, işletme ve bakım maliyetlerinin fazla olmamasından dolayı ülkemizde yaygın olarak yapılmaktadır. Yüzey altı akışlı yapay sulak alanlarda aerobik koşulları sağlamak için mevcut tek oksijen taşıma mekanizması yapraklardan köklere transferdir (Demirörs, 2006). Bu sistemler daha az koku problemi olması, sivrisinek üremelerinin fazla olmaması ve kışın yaprakların su yüzeyini kapladığından donma olayının fazla olmamasından dolayı serbest yüzey akışlı yapay sulak alanlara göre daha avantajlıdır. Şekil 2.11’de yüzey altı akışlı yapay sulak alan kesiti verilmektedir.



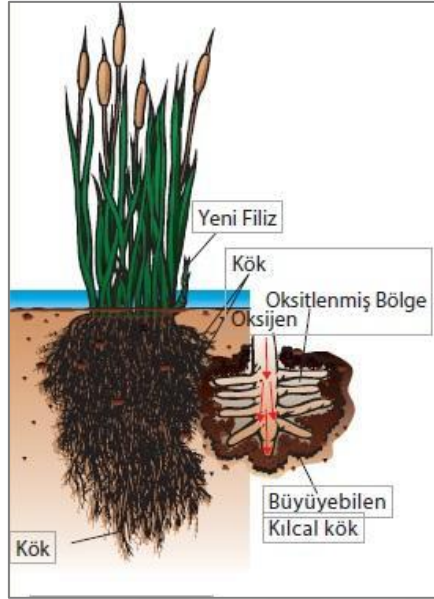
Şekil 2.11. Yüzeysel akışlı yapay sulak alan kesiti (Öztürk ve ark., 2005).

2.3.3. Yapay sulak alanlarda kirlilik giderme mekanizmaları

Yapay sulak alanlar, atıksu, besin maddesi, bitki örtüsü ve bir çok farklı mikroorganizmayı bünyesinde barındıran kompleks bir sistemdir. Bitki örtüsü yüzey alanı, mikroorganizmalar için uygun büyüme ortamı ve filtrasyonu sağladıkları için yapay sulak alanlar için çok önemlidir. Bu sistemler atıksu içerisinde bulunan organik maddeyi fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerle giderirler. (UN-HABITAT, 2008).

Sistemde bitkiler su akım hızı düşürerek askıda katı maddelerin çoğu çökeltme ve filtrasyonla uzaklaştırılır. Daha büyük boyutlardaki katı maddelerin giderimi için yapay sulak alanın girişine bir ön çökeltme tankı yapılır. Bu tank aynı zamanda su çok kirli ise giriş suyunu seyreltmek için de faydalıdır. Bu süreç BOİ, nutrientler ve patojenlerin uzaklaştırılmasında da oldukça etkilidir.

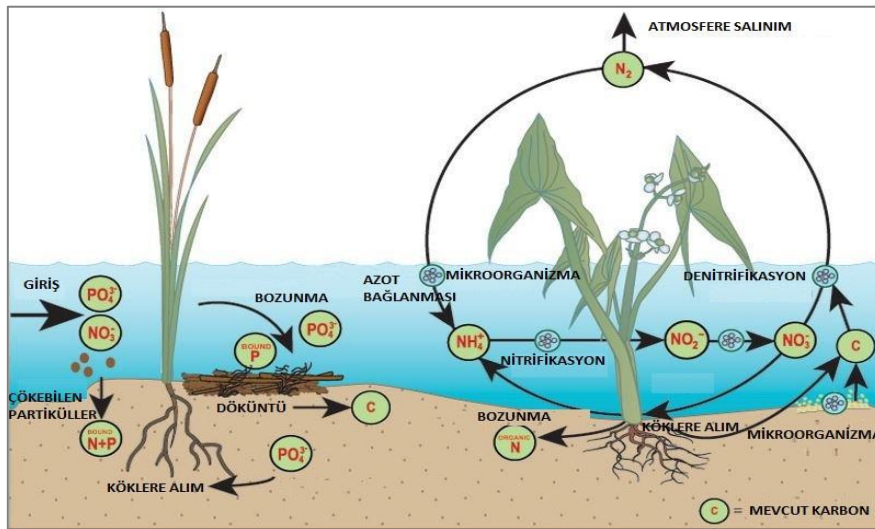
Çökelmeden geriye kalan çözünebilir organik maddeler bitkilerle temas halindeki mikroorganizmalar tarafından oksijen varlığında parçalanarak uzaklaştırılır. Organik maddelerin anaerobik parçalanması ise tabanda bulunan aerobik mikroorganizmalardan tarafından gerçekleştirilir. Yapay sulak alanlarda bitki örtüsünün sağladığı oksijen transferi Şekil 2.12'de verilmektedir.



Şekil 2.12.Yapay sulak alanlarda oksijen transferi (UN-HABITAT, 2008).

Azot, insan sağlığının korunması ve yüzeysel sularda ötrofikasyonu önlemek için dikkat edilmesi gereken bir nütrienttir. Azot giderimi nitrifikasyon ve denitrifikasyon başta olmak üzere bitkiler tarafından alınması ve amonyağın uçuculaştırılması ile sağlanır.

Yapay sulak alanlarda fosforda giderilmesi gereken bir parametredir ve fosforun giderimi, adsorpsiyon, filtrasyon, fiziksel çökeltme, kimyasal çökeltme ve bitkilerin bünyesine almasıyla olur. Yapay sulak alanlarda nütrient giderimi Şekil 2.13’de verilmektedir.



Şekil 2.13.Yapay sulak alanlarda Nütrient Giderimi (Kadlec ve Knight, 1996).

Yapay sulak alanlarda patojenlerin uzaklaştırılması atıksuyun sıcaklığına ve özelliklerine ve güne ışığına bağlı olarak gerçekleşir.

Yapay sulak alan sisteminde patojen mikroorganizmalar parazitler, bakteriler ve virüslerden oluşmaktadır. Sistemdeki bütün patojenlerin takip edilmesi zor olduğundan Fekal koliform gibi indikatör organizmalar takip edilir. Fekal streptococci ve MS-2 atıksu arıtma tesislerinde bulunan patojenlerin giderimini ölçmek için kullanılır. Doğal sulak alanlar patojenlerin yaşamlarını sürdürmeleri için iyi bir ortamdır. Bu yüzden bu patojenleri sulak alandan uzaklaştırmak için dezenfeksiyon gerekir.

Yapay sulak alanlar toksinler için iyi bir engelleyicidir, hidrokarbon, fenol, benzen, toluen ve ham yağlar bu sistemlerde iyi bir verimle giderilebilmektedir (Ayaz ve ark., 2011).

2.3.4.Yapay sulak alan tasarımı

Yapay sulak alanların tabanı, atıksuda bulunan taş, kum gibi maddelerle ya da askıda katı maddelerle dolarak tıkanabilir. Bu nedenle yapay sulak alanlar tasarlanırken sistemin önüne bir fiziksel arıtma ünitesi yapılmalıdır (UN-HABITAT, 2008).

2.3.4.1. Fiziksel arıtma

Yapay sulak alanlarda fiziksel arıtmalar atıksu içinde tesise gelen ve suda çözünmemiş halde olan katı maddelerin tutulması için yapılır. Fiziksel arıtma bir sonraki üniteye bu katı maddelerin gitmesini engeller ve sistemin daha verimli çalışmasını sağlar.

Fiziksel arıtmanın daha iyi çalışması için ızgaralar belirli aralıklarla kontrol edilmeli ve bakımları yapılmalıdır. Maalesef ülkemizde yapay sulak alanların hiçbir kontrole ve bakıma gereksinim duymadığı düşünüldüğünden bakımları yapılmamakta ve buda tesiste önemli problemler oluşturmaktadır.

Türkiye’de genellikle yapay sulak alanlarda fiziksel arıtma ünitesi olarak ızgaralar seçilmektedir. Izgara ünitesi tasarlanırken ızgaradaki çubuk aralıklarına dikkat edilmelidir. Çünkü çubuk aralıkları az olursa katı madde birikimi fazla olur. Eğer çubuk aralıkları fazla ise bu seferde bir sonraki üniteye katı madde geçişi olur.

2.3.4.2. Fosseptik

Fosseptikler askıda katı madde ve organik madde giderimde verimli yapılardır. Fosseptiklerin amacı atıksu ile aktif çamurun birbirine temas zamanının fazla olması sağlamaktır (UN-HABITAT, 2008). Fosseptik içerisindeki perdeler sayesinde atıksuyun üstten alta doğru hareketi sağlanır. Atıksu üstten alta doğru hareket ettikçe tabandaki aktif çamurla temas süresi artar.

Fosseptiklerde meydana gelen en önemli sorunlardan birisi tıkanmadır. Fosseptikler tıkanmış zaman su fosseptikten taşar ve yapay sulak alana ulaşamaz. Su yapay sulak alana ulaşamadığından dolayı yapay sulak alandaki bitkiler susuz kalır ve kururlar. Bu problemin çözümü için fosseptikler düzenli aralıklarla temizlenmelidir. Şekil 2.14'de yapay sulak alana ait bir fosseptik örneği verilmektedir.



Şekil 2.14.Fosseptik örneği.

2.3.4.3.Yüzey alanı

Yapay sulak alanlarda yüzey alanı tasarlanırken, atıksu miktarı ve atıksuda bulunan organik madde miktarı hesabı kullanılabileceği gibi kişi başına düşen alan hesaplaması da kullanılabilir.

BOİ sabiti sıcaklık, yapay sulak alan derinliği ve porozite yüzdesine göre değişen bir parametredir. Bu sabit 20 C^0 , 40 cm yatak derinliği ve % 40 porozite değerlerine göre dikey akışlı yapay sulak alanlar için 2 alınırken, yatay akışlı yapay sulak alanlar için 1.5 m/gün olarak alınır. Yapay sulak alanın yüzey alanı tasarlanırken, kişi başına düşen yapay sulak yüzey alanı dikey akışlı yapay sulak alanlar için 0.8-1.5 m²/kişi, yatay akışlı yapay sulak alanlar için ise 1-2 m²/kişi olarak alınır (UN-HABITAT, 2008).

2.3.4.4. Derinlik

Yapay sulak alanlarda bitki köklerinin atıksu ile teması sağlanarak verimli bir arıtma sağlamak için yapay sulak alanlarda derinlik bitkilerin köklenebileceği derinliğe göre yapılır. Avrupa ülkelerinde yatay akışlı yapay sulak alanlarda ortalama derinlik 60 cm iken Amerika'da bu değer 30-45 cm aralığında değişmektedir (Steiner ve Watson, 1993). İspanya'da yapılan bir araştırmada ortalama 27 cm yatak derinliğine sahip yatay akışlı sistemlerde ortalama 50 cm yatak derinliğine sahip yatay akışlı yapay sulak alanlara göre daha verimli bir arıtma olduğu görülmüştür (Caselles-Osorio ve García, 2007). Yatay akışlı yapay sulak alanlar için ortalama 30-40 cm yatak derinliği tavsiye edilmektedir (UN-HABITAT, 2008).

2.3.4.5. Yatakmedyası

Yapay sulak alanlarda yatak medyasının atıksuyun arıtılması sürecinde farklı görevleri bulunmaktadır. Bunlar;

- Bitki köklerinin tutunmasını sağlamak,
- Atıksuyun giriş ve çıkış boyunca düzenli bir şekilde dağılımını sağlamak,
- Mikroorganizmaların büyümesi için uygun bir ortam oluşturmak,
- Atıksuyun filtrasyonunu sağlamaktır.

Yatak medyası planlanırken yatak medyasının boyutlarına dikkat edilmelidir. Çünkü yatak medyası çok küçük seçilirse yatak medyası yüzeysel akışa sebep olabilir. Eğer yatak medyası çok büyük seçilirse bu seferde ıslak yüzey alanı düşük olabilir, buda mikroorganizmaların gelişmesi için uygun bir ortam olmaz. Ayrıca geniş ve köşeli yatak medyasıda bitkilerin kök gelişimini olumsuz etkileyeceğinden uygun olmaz. Bu

nedenlerden yapay sulak alanlarda yatak malzemesi seçilirken yıkanmış ve elenmiş dere çakıllarının olması avantaj sağlayacaktır (UN-HABITAT, 2008).

Yapılan araştırmalarda yatay akışlı yapay sulak alanlar için kullanılan medya malzemesi çaplarının 0.2 mm ile 30 mm aralığında olduğu görülmüştür (Steiner ve Watson, 1993; Reed ve ark., 1995).

2.3.4.6. Giriş ve çıkış yapıları

Yapay sulak alanlarda giriş ve çıkış yapıları atıksuyun akışını sistem içerisinde düzenli olarak dağıtmak ve su derinliğini ayarlamak kullanılan yapılardır. Sistemde suyun üniform olarak dağıtılması için giriş ve çıkış yapılarında yeterli sayıda delik bulunmalıdır. Sistemde giriş yapıları tıkanma olasılığını en aza indirmek ve eşit dağılımı sağlayacak şekilde projelendirilmelidir. Çıkış yapıları da atıksuyun akışını en üst düzeye çıkarmak atıksuyun seviyesini ayarlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Yapay sulakların giriş yapılarında kullanılan borular genelde perfore borulardır. Bu giriş yapıları yüzeyin üzerinden yada altından yapılabilir. Yüzey üzerinden yapılan giriş yapıları ile yüzey altından yapılan giriş yapılarının farklı avantajları ve dezavantajları vardır, Bunlar; yüzey üstünden yapılan giriş yapılarının bakım ve onarımı kolaydır fakat yosun oluşumu gözlenebilir. Yüzey altından yapılan giriş yapılarında ise yosun oluşumu gözlenmezken, bakım ve onarımları zordur.



Şekil 2.15.Yapay sulak alan giriş yapısı.



Şekil 2.16.Yapay sulak alan çıkış yapısı.

Yapay sulak alanların tasarımı yapılırken bitkilerin gelişmesine de dikkat edilmelidir. Bundan dolayı bitkilerin büyümeleri dikkate alınarak çıkış yapıları atıksu seviyesini en az 15 cm azaltma veya artırma yapacak şekilde tasarlanmalıdır. Çıkış yapısının ayarlanabilir şekilde tasarlanması iletme için hem kolaylık hem de güvenilirlik sağlar (UN-HABITAT, 2008).

2.3.4.7. Bitki belirlenmesi

Yapay sulak alanlarda bitkiler hem atıksuyun arıtılması için hem de güzel bir görüntü için önemlidir. Yapay sulak alanlarda dikilecek bitkiler seçilirken;

- Bitki türlerinin bölgeye uygun olmasına,
- Bitkilerin köklerini derine indirme kabiliyetleri fazla olmasına,
- Bitkilerin büyük saçaklı ve lifli köklere sahip olmasına,
- Bitkilerin kalın gövdeli olmasına ve mikroorganizmalar için yüksek düzeyde yüzey alanına sahip olmasına dikkat edilmelidir.

Ülkemizde yapay sulak alanlara çoğunlukla hasırotu, saz ve sukamışı gibi bitkiler dikilmektedir. Yapay sulak alanlarda su kamışı ve saz bitkisi fazla ürediklerinden, bulunmaları kolay olduğundan ve dirençli olduklarından daha çok tercih edilirler. Yapay sulak alanlarda bitkiler 1 m²'ye 4 kök gelecek şekilde dikilir. Bitkilerin

ekimi için ilkbahar ve sonbahar ayları tercih edilir. Yapay sulak alana dikilen bitkiler her yıl bir kere hasat edilmelidir (UN-HABITAT, 2008).

2.3.5.Yapay sulak alanların avantajları ve dezavantajları

Bütün atıksu arıtma tesislerinde olduğu gibi yapay sulak alanlarında çeşitli avantajları ve dezavantajları vardır.

2.3.5.1. Yapay sulak alanların avantajları

- Yapay sulak alanlar diğer atıksu arıtma tesislerine göre daha düşük maliyetlerle yapılabilir.
- Yapay sulak alanların işletme ve bakım maliyetleri diğer arıtmalara göre daha düşüktür.
- Yapay sulak alanların her zaman bakıma ihtiyacı yoktur, belirli aralıklarla bakımı yapılır.
- Yapay sulak alanlar suların yeniden kullanılması açısından daha avantajlıdır.
- Yapay sulak alanlar atıksuyun arıtımı haricinde diğer canlılara yaşam ortamı sunar.
- Yapıldıkları yerlerde estetik bir görünüm sunarlar.

2.3.5.2. Yapay sulak alanların dezavantajları

- Yapay sulak alanlar diğer atıksu arıtma tesislerine göre daha geniş bir alana ihtiyaç duyarlar.
- Yapay sulak alanların yapımı arazinin ucuz olduğu yerlerde ekonomiktir.
- Verimi diğer atıksu arıtma tesislerine göre düşük olabilir.
- Yapay sulak alanların verimi mevsimsel koşullara göre değişmektedir.
- Yapay sulak alanlarda bitki dikimine dikkat edilmelidir ve her sene yapılması gerekir.

2.3.6. Yapay sulak alan uygulamalarında karşılaşılan problemler

Yapay sulak alanlarda yaşanan problemler proje, inşaat ve işletme aşamasında olmak üzere sınıflandırılır.

2.3.6.1. Projelendirme aşamasında

- Yapay sulak alanlar projelendirilirken yanlış nüfus ve debi seçimi, boyutlandırma hataları,
- Yapay sulak alana dikilecek bitkilerin yanlış seçilmesi proje aşamasındaki problemlerdir.

2.3.6.2. İnşaat aşamasında

- Yapay sulak alanların inşa edilirken projeye uymamaları,
- İnşa yapılırken uzmanlar tarafından değil kendi imkânlarıyla yapma,
- Yapay sulak alan inşasında kullanılan malzemelerin uygun olmaması inşaat aşamasındaki problemlerdendir.

2.3.6.3. İşletme aşamasında

- Sistemi işletecek bakımlarını yapacak personelin bulunmaması,
- Tesisin bakımlarının düzenli olarak yapılmaması,
- Yeni bitkilerin dikilmemesi, mevcut bitkilerin hasadının yapılmaması,
- Yapay su alanının etrafının çevrili olmaması,
- Yapay sulak alanların giriş ve çıkış yapılarındaki tıkanmaların tamir edilmemesi işletme aşamasında yaşanan problemlerdir.

Şekil 2.18 ve Şekil 2.19'da yapay sulak alan uygulamalarında karşılaşılan problemler verilmektedir.



Şekil 2.17. Bakımı yapılmayan yapay sulak alanlardaki işletme problemleri.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Yozgat ili kentsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesislerine ait bazı bilgiler çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Yozgat ili kentsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesisleri

YOZGAT İLİ KENTSEL - ENDÜSTRİYEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİ				
Sıra No	İl	İlçe	Türü	Tesis Adı
1	Yozgat	Merkez	Kentsel	Yozgat Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesis
2	Yozgat	Merkez	Kentsel	Bozok Üniversitesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesis
3	Yozgat	Yerköy	Kentsel	Yerköy Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesis
4	Yozgat	Şefaati	Kentsel	Şefaati Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesis
5	Yozgat	Saraykent	Kentsel	Saraykent Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesis
6	Yozgat	Boğazlıyan	Endüstriyel	Gedaş Genel Gıda Dağıtım Pazarlama San. ve Tic. A.Ş. Atıksu Arıtma Tesis
7	Yozgat	Boğazlıyan	Endüstriyel	Boğazlıyan Şeker ve Mamulleri Entegre Tesis Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesis
8	Yozgat	Yerköy	Endüstriyel	Kale Seramik Yerköy Şubesi Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesis
9	Yozgat	Merkez	Endüstriyel	Yozgat Kraft Torba Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi
10	Yozgat	Sorgun	Endüstriyel	T.Ş.F.A.Ş Yozgat Şeker Fabrikası Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesis

3.1. Yozgat Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri

Yozgat İli’nde Yozgat Biyolojik Atıksu Arıtma Tesis, Yerköy Biyolojik Atıksu Arıtma Tesis, Saraykent Biyolojik Atıksu Arıtma Tesis, Şefaati Biyolojik Atıksu Arıtma Tesis olmak üzere 5 adet kentsel atıksu arıtma tesisi vardır (Çizelge 3.1).

3.1.1. Yozgat Belediyesi biyolojik atıksu arıtma tesisi

Yozgat Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesis Yozgat İl Merkezinde oluşan evsel atıksuların Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği kapsamında arıtıldıktan sonra alıcı ortama verilmesi için kurulmuş bir tesistir. Tesisin 1991 yılında iller bankası tarafından inşasına başlanmış ancak işi alan firma tamamlamadan bırakmıştır. Aradan geçen 14 yıl içerisinde işi alan firmalar işi bitirememiş 2005 tarihinde 34 nolu belediye meclis

kararı ile bu yetkinin iller bankasından alınıp belediye tarafından tamamlanması öngörölmüş 2006 yılında ihalesi yapılip 15.06.2006 tarihinde deneme amaçlı tesise ilk su girişı sağlanmıştır. Atıksu arıtma tesisi Klasik aktif çamur prensibine göre projelendirilmiştir. Tesisin ortalama debisi 19.000 m³/gün, Kapasitesi 25.000 m³/gün'dür. Atıksu arıtma tesisi, Kaba ızgara, ince ızgara, ön çökeltim havuzu, kum tutucu havuzu, havalandırma havuzu, yoğunlaştırma havuzu, son çökeltim havuzu, dekantör ünitesinden oluşmaktadır. Tesise atıksular 2 ana kolektör ile gelmektedir. Tesise gelen atıksular önce 9 cm çubuk aralıklı kaba ızgaradan sonra yaklaşık 2.5 cm çubuk aralıklı ince ızgaradan geçerek 2 adet kum tutucu havuza geçmektedir. Kum tutucu havuzlarda kumun önemli miktarı giderildikten sonra atıksu ön çökeltme havuzuna gelmektedir. Ön çökeltme havuzunda bir süre bekletildikten sonra atıksu havalandırma havuzuna gelmektedir. Yüzeysel havalandırıcıların bulunduğu havalandırma havuzunda yeterli süre kalan atıksu sonra yoğunlaştırma havuzuna daha sonra son çökeltme havuzuna geçmektedir. Son olarak arıtılan atıksular Balta özü deresine deşarj edilmektedir. Tesiste günlük 1.5 ton ortalama çamur çıkmaktadır. Çıkan çamurun şartlandırılmasında polielektrolit kullanılmaktadır. Tesisten çıkan çamurun bertarafı Katı Atık Düzenli Depolama Alanında yapılmaktadır.



şekil 3.1.Yozgat Belediyesi biyolojik atıksu arıtma tesisi.

3.1.2. Bozok Üniversitesi atıksu arıtma tesisi

Atıksu Arıtma Tesisi 16.06.2016 tarihinde Yozgat Bozok Üniversitesi kampüsünde oluşan evsel nitelikteki atıksuların arıtılması için yapılmıştır. Tesise gelen suyun debisi 590 m³/gün olup tesisin kapasitesi 8.900 kişi/gündür. Tesis klasik aktif çamur sistemine göre projelendirilmiştir. Tesis kaba ızgara, ince ızgara, kum tutucu, havalandırma ve son çökeltme ve dekantör ünitelerinden oluşmaktadır. Tesise gelen atıksular öncelikle kaba ızgaraya sonra ince ızgara geçmektedir. Burada kaba maddeler alındıktan sonra atıksu kum tutucu havuza geçmektedir. Kum tutucudan çıkan atıksular havalandırma havuzuna gelmektedir. Havalandırma havuzunda havalandırma işlemi blowerlar ve difüzörler yardımıyla yapılmaktadır. Havalandırma havuzunda atıksuyun büyük miktarı arıtıldıktan sonra son çökeltmeye gelmektedir. Son çökeltmede yeterli sürede bekletilen su son olarak kuru dere yatağına deşarj edilmektedir. Tesiste çamur susuzlaştırılması dekantör ile yapılmakta olup, daha sonra çamur düzenli depolama sahasına gönderilmektedir.



Şekil 3.2.Bozok Üniversitesi atıksu arıtma tesisi.

3.1.3. Yerköy biyolojik atıksu arıtma tesisi

Tesis 2015 yılında İller Bankası tarafından Yozgat İli Yerköy İlçesi ve Kırşehir İli Çiçekdağ ilçesinde oluşan evsel atıksuların arıtılması için yapılmıştır. Tesisin 1. kademesi 52.000 kişi nüfus, maksimum debisi 11.214 m³/gün, ikinci kademesi 78.000 kişi, maksimum debisi 16.248 m³/gündür. Tesisin ilk yatırım maliyeti 9.179.253 TL'dir.

Tesis kaba ızgara, ince ızgara, kum tutucu, biyolojik arıtma, son çökeltme ve dekantör ünitelerinden oluşmaktadır. Arıtılmış suyun deşarj yeri derince deresidir. Çamur susuzlaştırma dekantör ile yapılması planlanmaktadır. Tesise henüz su alınmamıştır.



Şekil 3.3.Yerköy Belediyesi biyolojik atıksu arıtma tesisi.

3.1.4.Şefaattli Belediyesi atıksu arıtma tesisi

Şefaattli İlçesine ait nüfus 8.815 olup, ilçede kanalizasyon oranı % 100'dür. İlçeye atıksu arıtma tesisi 2014 yılında Şefaattli Belediyesi tarafından Çevre ve Şehircilik Bakanlığı hibesiyle yapılmıştır. Tesis 10.000 kişilik yüzey havalandırmalı biyolojik atıksu arıtma tesisidir. Maksimum debisi 2.400 m³/gündür. Tesis kaba ızgara, ince ızgara, kum tutucu, havalandırma havuzu, son çökeltme ünitelerinden oluşmaktadır. Arıtılmış suların deşarj yeri delice çayıdır. Tesisten kaynaklanan çamur plakalı filtre-press yöntemiyle susuzlaştırılmakta ve belediyeye ait vahşi depolama alanlarında bertaraf edilmektedir. Tesis atıl durumdadır.



Şekil 3.4.Şefaattli Belediyesi biyolojik atıksu arıtma tesisi.

3.1.5. Sarayket Belediyesi biyolojik atıksu arıtma tesisi

Tesis Saraykent Belediyesi tarafından 2012 yılında Çevre Şehircilik Bakanlığı hibesiyle yapılmıştır. Tesisin ilk yatırım maliyeti 641.000 TL'dir. Tesisi 10.000 kişilik biyolojik atıksu arıtma tesisidir. Maximum debisi 2.400 m³/gündür. Tesis kaba ızgara, ince ızgara, terfi merkezi, kum tutucu, havalandırma havuzu ve son çökeltim ünitelerinden oluşmaktadır. Deşarj yeri kaynayan deresidir. Tesiste oluşan çamur plakalı filtre pres yöntemiyle susuzlaştırılıp belediyeye ait vahşi depolama alanında bertaraf edilmektedir. Tesis atıl durumdadır.



Şekil 3.5.Saraykent Belediyesi biyolojik atıksu arıtma tesisi.

3.2.Yozgat Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisleri

Yozgat İlinde kızartmalık patates üretimi, seramik üretimi, kâğıt torba üretimi ve 2 adet şeker üretiminden kaynaklanan atıksuların arıtılması için kurulmuş 5 adet endüstriyel atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır (Çizelge 3.1).

3.2.1. Gedaş genel gıda dağıtım pazarlama san. ve tic. a.ş. atıksu arıtma tesisi

Tesis Yozgat İlinin Boğazlıyan İlçesinde Dondurulmuş Kızartmalık Patates üretimi yapan işletmeye ait atıksu arıtma tesisidir. Tesis 2014 yılında işletme tarafından kurulmuştur. Tesise gelen sular patatesin işlenmesinden kaynaklanan atıksulardır.

Tesisin kapasitesi 360 m³/gündür. Tesis kaba ızgara, döner tambur, ön çöktürme, havalandırma, son çöktürme ve çamur filtresi ünitelerinden oluşmakta olup Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 5.9'da bulunan standartları sağlamak zorundadır. Deşarj yeri kuru dere yatağıdır. Çamur bertarafı ilçeye ait vahşi depolama sahalarında yapılmaktadır.



Şekil 3.6.Gedaş genel gıda dağıtım pazarlama san. ve tic. a.ş. atıksu arıtma tesisi.

3.2.2. Boğazlıyan şeker ve mamulleri entegre tesisi endüstriyel atıksu arıtma tesisi

Kayseri Şeker Fabrikası A.Ş. Boğazlıyan Şeker ve Mamulleri Entegre Tesisi'nde 2006 yılında Arbiogaz Çevre Teknolojileri İnşaat San. ve Tic. A.Ş. tarafından kurulan atıksu arıtma tesisi ön arıtma, anaerobik arıtma, aerobik arıtma proseslerinden oluşmaktadır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Tablo 5.11.a kapsamında bulunan atıksu arıtma tesisin giriş proses değerleri 7.000 mg/l KOİ ve 7.200 m³/gün göre dizayn edilmiştir. Tesise gelen atıksuların kaynağı, şeker pancarının yıkanması ve işletme sırasında ortaya çıkan Brükner suları ile işletmeden kaynaklanan diğer proses sularından oluşmaktadır. Tesis üç adet çökeltme lagünleri, dengeleme havuzu anaerobik ünite (Hidroliz ve tam karışimli anaerobik tankı (CSTR), aerobik arıtma ve son çökeltim havuzlarından oluşmaktadır. Lagünlerde biriktirilen atıksu statik kaba ızgaradan geçirildikten sonra lagün terfi pompaları yardımıyla döner tambur ızgaradan geçirilip dengeleme havuzuna alınır. Dengeleme havuzunda bulunan ana terfi pompaları

yardımıyla, biri ısı geri kazanım diğeri fabrika sıcak su eşanjörlerinden geçirilen atıksu tam karışimli hidroliz tankına alınır. Hidroliz tankında gerekli sıcaklığa ulaşan ve pH, N, P dengesi sağlanan atıksu, CSTR'ye sevk edilir. Anaerobik ünite de mezofilik anaerobik bakteriler tarafından KOİ % 85-95 oranında giderilir. Tank üzerinden kendi cazibesi ile Lamella tankına alınan atıksuyun içerisindeki mikroorganizma çökeltilecek geri devir pompaları yardımıyla anaerobik sisteme geri gönderilir. Bu sayede, reaktör için gerekli mikroorganizma miktarı korunmuş olur. Lamella tankından savaklanan birinci arıtılmış atıksu ısı geri kazanım eşanjörüne gönderilerek ham atıksuyun ısınması sağlanır.

Ayrıca birinci arıtılmış atıksuyun sıcaklığı 25-30 °C'ye kadar düşürülmüş olur. Sıcaklığı düşürülen atıksu havalandırma havuzuna alınmaktadır. Bu ünite için gerekli oksijen 4 adet jet aeratörler vasıtasıyla sağlanmaktadır. Havuzda bulunan jet aeratörler, jet aeratör sirkülasyon pompaları ile aldığı atıksuyu blowerdan aldığı hava ile karıştırarak oksijenin suya transfer miktarını arttırmaktadır. Aerobik havuzdaki çözülmüş oksijen konsantrasyonu oksijen metre vasıtasıyla sürekli ölçülerek 1.5-2.0 mg/l'tnin altına düşmemesi sağlanacaktır. Havalandırma havuzundan çıkan arıtılmış atıksu cazibe ile son çökeltim havuzuna iletilmektedir. Çöktürme havuzunda durgun hidrolik şartlarda bekletilmiş arıtılmış atıksu içerisindeki aktif çamur tabana çökmekte, üste kalan durgun arıtılmış su deşarj logarından alıcı ortama gönderilmektedir. Çöktürme havuzunun tabanına çöken aktif çamur çöktürme havuzu sıyrıcısıyla sıyrılarak çamur pompası ile havalandırma havuzuna mikroorganizma dengesini sağlamak için geri gönderilir.



Şekil 3.7.Boğazlıyan şeker ve mamulleri entegre tesisi endüstriyel atıksu arıtma tesisi.

3.2.3. Kale Seramik Yerköy şubesi endüstriyel atıksu arıtma tesisi

Tesis 2007 yılında Kale Seramik A.Ş. tarafından kurulmuştur. Atıksu arıtma tesisinde proses ve evsel amaçlı kullanım sonucu oluşan atıksuların arıtımı sağlanmaktadır. Tesise gelen suyun debisi yaklaşık 200 m³/gündür. Arıtma sistemi kimyasal çökeltme ve biyolojik arıtma bölümlerinden oluşur. Üretim sırasında tank, kazan, değirmen vb. ekipmanların su ile yıkanması, iletim ve taşıma sırasında oluşan zemin üzerindeki kayıp ve kaçakların su ile yıkaması sonucu oluşan atıksular üretim kaynaklı atıksuları oluşturmaktadır. Evsel atıksu kaynağı ise fabrikada çalışan personel kaynaklıdır.

Arıtma tesisinin kimyasal prosesi ızgara, dengeleme havuzu, çamur terfi havuzu, kimyasal tanklar (Aliminyumsülfat, polielektrolit), çamur çökeltme kazanı, çamur yoğunlaştırma kazanı, çamur filtre prestir. Buradan çıkan su üretim yerinden gelen diğer evsel atıksularla birleşerek havalandırma havuzlarına gitmektedir. Havalandırma havuzunda difüzörlerle havalandırılan su son çökeltme havuzuna gitmekte ve son olarak da deşarj edilmektedir. Uygulanan deşarj kriterleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 7.4: “Maden Sanayi (Seramik ve topraktan çanak çömlek yapımı ve benzerleri)” tablosunda yer alan deşarj kriterleridir. Çamur filtre pressten çıkan çamur kekleri belediyeye ait vahşi depolama sahasında bertaraf edilmektedir.



Şekil 3.8.Kale Seramik Yerköy şubesi endüstriyel atıksu arıtma tesisi.

3.2.4. Yozgat Kraft Torba sanayi ve ticaret anonim şirketi atıksu arıtma tesisi

Tesis Yozgat Merkez Saray Mevkiinde kurulmuş olup, kâğıt torba üretimi yapan Yozgat Kraft Torba Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi'ne ait atıksu arıtma tesisidir. Tesis 2009 yılında işletme tarafından yapılmıştır. Tesise gelen sular kâğıt torba üretiminden kaynaklı atıksular ve tesis içinde günlük kullanılan sulardan kaynaklı evsel atıksulardır. Tesis Biyolojik ve Kimyasal ünitelerden oluşmakta olup kapasitesi 8 m³/gündür.

Prosesten kaynaklanan endüstriyel nitelikli atıksular önce Dengeleme Havuzuna gelmektedir. Buradan Dengeleme Havuzunda, atıksudaki debi salınımları dengelenerek arıtma tesisine gün boyunca eşit debide besleme yapılacak ve tesis şok yüklemelerden korunmaktadır. Dengeleme Havuzunda toplanan atıksular bu havuzda bulunan ve seviye kontrollü çalışan mevcut terfi pompasıyla sabit debide kimyasal arıtma sisteminin ilk ünitesi olan hızlı karıştırma tankına alınmaktadır.

Bu tankta hızlı karıştırma altında kimyasal reaksiyon için gerekli olan Demir3klorür ve pH düzenleyen Kireç + Kostik maddesi ilave edilir. Hızlı karıştırmayı müteakip atıksu, yavaş karıştırma tankına alınmaktadır. Yavaş karıştırma tankında düşük karıştırma altında atıksuya yardımcı pıhtılaştırıcı bir organik polimer olan Anyonik Polielektrolit ilave edilir. Polielektrolit ilavesiyle ince olan floklar birleşerek çökebilir büyüklük ve ağırlığa ulaşır. Bu tankta oluşan su-çamur karışımı doğal akışla kimyasal çöktürme tankına alınır.

Kimyasal çökeltim tankında durgun hidrolik koşullarda çamurun kendi ağırlığı ile tabana çökmesi sağlanır ve tabanına çöken çamur, çamur pompası ile çamur yoğunlaştırma tankına alınır. Durulan su ise Biyolojik Dengeleme Havuzuna alınır.

Kimyasal Arıtmadan geçen arıtılmış endüstriyel nitelikli atıksular evsel atıksular ile birleşerek Biyolojik Dengeleme Havuzunda toplanmaktadır. Bu havuzda atıksudaki debi salınımları aynı dengeleme havuzunda olduğu gibi dengelenerek biyolojik paket arıtma sistemlerine gün boyunca eşit debide besleme yapılacak ve tesis şok yüklemelerden korunmaktadır. Biyolojik Dengeleme Havuzunda toplanan atıksular bu havuzda bulunan ve seviye kontrollü çalışan 2 adet terfi pompasıyla sabit debide bir kısmı Evsel Biyolojik Paket Arıtma Sistemine gönderilirken, bir kısmı da Endüstriyel Biyolojik Paket Arıtma Sistemine gönderilir.

Evsel ve Endüstriyel Biyolojik Arıtma Sistemi, atıksuyun içindeki organik maddelerin bakteriler tarafından parçalanarak su ve karbondioksit dönüşme esasıyla çalışır. Sistemin ihtiyacı olan oksijen, blower ve difüzör vasıtasıyla sağlanmaktadır. Sağlanan oksijen, bakterilerin gereksinimini sağlarken, aynı zamanda da çökeltme oluşmasını da engeller. Bu da sistemin kokusuz ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlar.

Her iki sistemde de arıtma işlemi tamamlandıktan sonra blower dinlenme moduna geçer, sistemde çoğalan fazla çamur, çamur yoğunlaştırma tankına iletilir. Savaklanan arıtılmış atıksu ise filtrasyon sisteminden geçirildikten sonra Temiz Su Havuzuna alınarak buradan pompa ile Rögara alınarak deşarj edilir.

Çamur yoğunlaştırma tankında kimyasal ve biyolojik çamurun yoğunluğu artırılarak filtre prese gönderilir. Filtre presten alınan çamurdan % 20-25 katı madde oranında çamur keki elde edilir ve bu kek tesisten diğer tehlikeli katı atıklarla birlikte uzaklaştırılarak bertarafı yaptırılır. Filtre Presten süzülen süzüntü suyu Dengeleme Havuzuna geri döndürülür.

Tesis Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 13.8'de bulunan standartları sağlamak zorundadır.



Şekil 3.9.Yozgat Kraft torba sanayi ve ticaret anonim şirketi.

3.2.5. T.Ş.F.A.Ş Yozgat şeker fabrikası endüstriyel atıksu arıtma tesisi

Yozgat Şeker Fabrikası endüstriyel atıksu arıtma tesisi 2006 yılında faaliyete geçmiş olup anaerobik yöntem kullanılmaktadır. Dizayn debisi 3.840 m³/gün olarak hesaplanmıştır. Tesise gelen atıksuların kaynağı, şeker pancarının yıkanması ve işletme sırasında ortaya çıkan brükner suları ile işletmeden kaynaklanan diğer proses sularından oluşmaktadır. Arıtma tesisi; toprak çamur havuzları, dengeleme havuzu, hidroliz tankı, Anaerobik tank, Degazifikasyon ve Lamella tankı, Nitrifikasyon ve Denitrifikasyon tankı, Son durultma tankı ünitelerinden oluşmaktadır.

Toprak çamur havuzlarının toplam hacmi 99.500 m³ olup bu havuzlarda dinlendirilerek çamuru çökeltilen atıksu dengeleme havuzuna gelmektedir. Dengeleme havuzu 45mx45mx3m boyutlarında beton havuzdur.

Hidroliz tankı; anaerobik parçalanmanın ilk aşamasının gerçekleştiği bu tank 9 m çapında içindeki maximum su yüksekliği 15.8 m ve 1.004 m³ hacminde olup tam izolasyonludur. Tanktaki atıksu taşkan vasıtasıyla, tankta oluşan biyogaz ise tank üstündeki bağlantı ile anaerobik tanka geçmektedir.

Anaerobik tank; anaerobik parçalanmanın gerçekleştiği ve biyogazın üretildiği bu tank tam izolasyonlu olup 22.9 m çapında, maximum su yüksekliği 15.5 m ve hacmi 6.400 m³dür. Tankta karışımın sağlanması için 12 devir/dk dönme hızına sahip 2 adet karıştırıcı bulunmaktadır. Taşkan vasıtasıyla su lamella dekantörüne geçmektedir.

Degazifikasyon ve Lamella tankı; önce gazsızlaştırma balonuna gelen taşkan su içerisindeki mevcut gaz bir fan yardımıyla çekilerek atmosfere verilir. Gazsızlaştırılan atıksu flokülasyon ünitesine geçmektedir. Lamella dekantörü içinde çöken çamur tabandaki sıyrıcı yardımıyla toplanarak bir kısmı anaerobik tanka döndürülmekte fazlası ise dışarı atılmaktadır. Durultulan su taşkan vasıtasıyla Denitrifikasyon ünitesine geçmektedir.

Denitrifikasyon ve Nitrifikasyon tankı; iç içe iki tank olup toplam hacmi 2.900 m³dür. Lamella dekantöründen gelen berrak su ile hidroliz tankından gelen atıksu karışarak önce içte bulunan denitrifikasyon tankına gelmektedir. Denitrifikasyon/Nitrifikasyon tankında azot giderimi sağlanmakta olup oksijen kontrolü yapılmaktadır. Nitrifikasyon tankında bulunan gazsızlaştırma balonunda mevcut oksijen, azot ve karbondioksit gazları ayrılarak su son durultma tankına gönderilir.

Son durultma tankı; 18.6 m çapında ve 272 m² yüzey alanına sahiptir. Denitrifikasyon/Nitrifikasyon tankından gelen su, tank merkezindeki dağıtım sistemi yardımıyla tanka girmektedir. Bu ünite de çöken çamur taban sıyrıcı yardımıyla merkezde toplanarak bir kısmı nitrifikasyona gönderilirken bir kısmı da fazla çamur olarak çamur havuzlarına gönderilir. Arıtılan su alıcı ortamlara gönderilmektedir.



Şekil 3.10.T.Ş.F.A.Ş Yozgat şeker fabrikası endüstriyel atıksu arıtma tesisi.

3.3. Yozgat Yapay Sulak Alanlar

Ülkemizde küçük yerleşim yerlerinin evsel atıksularının arıtılması için yaygın olarak yapay sulak alanlar yapılmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı verilerinde Türkiye’de 260 adet yapay sulak alan vardır. Ayrıca İçişleri Bakanlığı tarafından yaptırılan 1.464 adet yapay sulak alan mevcuttur. Toplam olarak ülkemizde 1.724 adet yapay sulak alan vardır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı verilerine göre ülkemiz nüfusunun % 0.95’nin atıksuları ise yapay sulak alanlara gitmektedir.

Yozgat ili sınırları içerisinde 2019 yılı itibariyle 30 adet yapay sulak alan bulunmaktadır. Çizelge 3.2’de ise yapay sulak alanların buldukları ilçeler ve yapay sulak alanların hizmet ettiği nüfuslar verilmektedir.

Çizelge 3.2. Yozgat İli Yapay Sulak Alanları

İl	İlçe	Belediye	Nüfus (2017)	Kanalizasyon Oranı (%)	Atıksu Arıtma Tesisleri(AAT) Adı	Tamamlanma tarihi	Arıtma türü
Yozgat	Akdağmadeni	Belekçahan	1.966	100	Belekçahan Belediyesi AAT	27.09.2012	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Akdağmadeni	Oluközü	1.206		Oluközü Belediyesi AAT	25.09.2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Akdağmadeni	Umutlu	1.984	80	Umutlu AAT		Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Aydıncık	Aydıncık	2.853	60	Aydıncık Belediyesi AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Aydıncık	Baydıgın	3.238	80	Baydıgın Belediyesi AAT	2010	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Ovakent	2.314		Ovakent Belediyesi AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Sırçalı	1.602		Sırçalı AAT	15.08.2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Uzunlu	2.199		Uzunlu Belediyesi AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Yamaçlı	2.647		Yamaçlı AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Yenipazar	291		Ömerli AAT	2010	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Yenipazar	621		Sarıkaya AAT	2007	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Yenipazar	350		Yaraş AAT	2010	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Yenipazar	1.814	75	Yenipazar AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Çayıralan	Konuklar	1.986	95	Konuklar AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Çekerek	Özükavak	1.390		Özükavak AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Kadıışehri	Halıköy	1.728		Halıköy AAT	Ara.16	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Saraykent	Dedefakılı	1.505	98	Taşlıhöyük AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Saraykent	Ozan	1.397	80	Ozan AAT	2014	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sarıkaya	Karayakup	2.146		Karayakup AAT	2011	
Yozgat	Sorgun	Araplı	1.845		Araplı AAT	2009	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Bahadın	2.138	70	Bahadın AAT	31.10.2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Çiğdemli	1.975	90	Çiğdemli AAT	2015	Biyolojik
Yozgat	Sorgun	Doğankent	133		Çavuşlu Mah. AAT	2009	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Doğankent	2.038	80	Doğankent AAT	2009	Biyolojik
Yozgat	Sorgun	Doğankent	204		Mahmatlı AAT	2009	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Eymir	1.755	60	Eymir AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Gülşehri	1.942		Gülşehri AAT	13.07.2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Gülşehri	396	80	Hoşumlu Mah. AAT 1	2014	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Gülşehri	396		Hoşumlu Mah. AAT 2	2014	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Yeniye	2.094		Ahmetfakılı Mah. AAT	2009	Biyolojik (Doğal Arıtma)



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Yozgat Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinden Alınan Numune Sonuçları, Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri

4.1.1. Koku ve sinek oluşumu

Izgaralarda biriken malzemelerden dolayı koku ve sinek oluşumu gözlenmiştir. Izgaralarda biriken malzemeler daha sık temizlenirse koku ve sinek oluşumunun önleneceği düşünülmektedir.

4.1.2. Izgaralar arasından katı maddelerin geçmesi

Izgaralar arasından katı maddelerin kaçmasının sebebinin çubukların arasındaki boşluğun fazla olması ve hızın yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Izgara çubukları arasındaki mesafelerin azaltılmasıyla çözüleceği kanaatindeyim.



Şekil 4.1. Katı madde birikmiş ızgara.

4.1.3. Askıda katı madde gideriminin az olması problemi

Tesis yetkilileri tarafından ön çöktürme havuzunda askıda katı madde gideriminin bazı zamanlar az olduğu belirtilmiştir. Sebebinin ön çöktürme havuzunda çamur çekmenin yetersiz olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ön çöktürme havuzunda yeterli çamur çekildiğinde problemin giderileceği düşünülmektedir.

4.1.4. Yüzücü çamur problemi

Ön çöktürme havuzlarında çamurun parçalanmasıyla çamurun yüzeyde toplanmasıdır. Bu çamurları önlemek için sıyrıcıların uzun bir süre çalıştırılması gerektiği, sıyrıcıların doğru çalışıp çalışmadığının kontrol edilmesi gerektiği kanaatindeyim.

4.1.5.Ön çökeltme havuzunda sıyrıcı problemleri

Mekanik olan çamur sıyrıcıların üzerine fazla yük geldiği zaman problemler ortaya çıkmaktadır. Böyle zamanlarda havuz boşaltılıp sıyrıcılar temizlenmeli eskiyen parçalar yenilerle değiştirilmelidir.



Şekil 4.2.Ön çökeltme havuzunda yüzücü çamur.

4.1.6.Havalandırma havuzunda büyük hava kabarcıklarının oluşması problemi

Tesis yetkilisi tarafından bazen büyük kabarcıkların oluşması probleminin havalandırıcıların tıkanmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Havalandırıcıların düzenli olarak temizlenmesiyle sorunun çözüleceği kanaatindeyim.

4.1.7. Havalandırma havuzunda beyaz köpük oluşumu

Havalandırma havuzunda bazen fazla düzeyde köpük oluştuğu belirtilmektedir. Fazla köpük oluşumunun tesise aşırı yüklemeye yapıldığından, atıksuların ve geri devir çamurlarının düzenli dağıtılmadığından olabileceği düşünülmektedir. Tesise aşırı yüklemeye yapılmaması ve geri devir çamurunun sürekli kontrol edilmesi gerektiği kanaatindeyim.

4.1.8. Havalandırma havuzunda aeratör rulmanı problemi

Tesis operatörü tarafından havalandırma havuzundaki aeratörlerin sık arızalandığı rulmanların sık dağıldığı belirtilmiştir. Bu problemin aeratörlerin sürekli kontrol edilmesi ve rulmanların zamanında değiştirilmesiyle çözüldüğü söylenmiştir.



Şekil 4.3.Havalandırma havuzunda beyaz köpük.

4.1.9. Çamurun son çökeltim savaklarından çıkması

Son çökeltim havuzlarındaki savaklardan çamurun çıkmasının, çamurun düzenli çekilmediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çamur çekiminin sürekli kontrol edilmesi ve çamur çekiminin düzenli yapılmasıyla sorunun çözüleceği kanaatindeyim.

4.1.10. Son çökeltme havuzunda sıyrıcı problemi

Son çökeltmenin sıyrıcı köprüsünün ağır olduğu ve köprü tekerlerinin sıkıştığı belirtilmiştir. Köprülere daha dayanıklı tekerler takılması ve tekerlerin düzenli olarak yağlanması gerektiği kanaatindeyim.



Şekil 4.4.Son çökeltme havuzu.

Tesiste yaşanan işletme problemleri araştırılırken tarafımca numune alınmıştır. Tarafımca alınan numuneler ve daha önce tesis yetkilileri tarafından alınan numuneler incelendiğinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği 21.3 tablosu kapsamında sağlaması gereken standartları sağladığı tespit edilmiştir (SKKY, 2004). Alınan numune sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yozgat Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Numune Sonuçları (Sektör 21.3) (2017-2019)

Yıllar	Parametre	Birim	24 Saatlik Kompozit Numune Deşarj Standartı	24 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu (Yağışlı aylar, Mart-Nisan-Mayıs Ort.)	24 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu (Yağışlı aylar, Eylül-Ekim-Kasım Ort.)	24 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu (Yağışsız aylar, Aralık-Ocak-Şubat Ort.)	24 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu (Yağışsız aylar, Haziran-Temmuz-Ağustos Ort.)
2017	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ5)	mg/L	45	40.33	11.47	14.00	50.00
	pH	-	6-9	7.75	8.24	7.75	7.44
	Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	30	38.00	13.80	36.00	33.10
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	100	130.33	51.80	55.90	132.80
2018	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ5)	mg/L	45	7.13	14.33	15.01	14.43
	pH	-	6-9	7.74	7.58	7.63	7.56
	Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	30	16.50	21.76	27.16	23.03
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	100	31.26	75.03	80.83	72.96
2019	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ5)	mg/L	45	15.63	14.90	23.90	17.47
	pH	-	6-9	7.63	7.61	7.46	7.87
	Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	30	21.40	31.15	29.93	31.43
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	100	80.20	51.75	101.20	78.67



Şekil 4.5.Numune alımı.

4.2. Yozgat Bozok Üniversitesi Atıksu Arıtma Tesisinden Alınan Numune Sonuçları, Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri

4.2.1. Koku ve sinek oluşumu

Izgaralarda biriken malzemelerden dolayı koku ve sinek oluşumu gözlenmiştir. Izgaralarda biriken malzemeler daha sık temizlenirse koku ve sinek oluşumunun önleneceği düşünülmektedir.

4.2.2.Tırmık mekanizmasında yıpranma

Tırmık mekanizmasında oluşan yıpranmanın tesise gelen taş gibi sert ve büyük malzemelerden oluştuğu düşünülmektedir. Izgaraların sık sık kontrol edilmesi gerekmektedir.

4.2.3.Izgarada bulunan zincirlerin kopması

Tırmığın bağlı olduğu zincirin sık sık kopmasının sebebinin tırmığa gelen sert malzemelerden dolayı sıkışması ve düzenli olarak yağlanmaması olduğu

düşünülmektedir. Tırmığın düzenli olarak kontrol edilmesi ve düzenli olarak yağlanması gerektiği kanaatindeyim.



Şekil 4.6. Izgaralarda katı madde birikimi.

4.2.4. Kum tutucu motorunda tıkanma

Kum tutucu motorlarındaki tıkanmaların motora kum kaçmasından dolayı olduğu tespit edilmiştir ve motorların sökülerek düzenli olarak temizlenmesi gerektiği kanaatindeyim.



Şekil 4.7. Kum tutucu.

4.2.5.Havalandırma havuzunda büyük hava kabarcıklarının oluşması problemi

Tesis yetkilisi tarafından bazen büyük kabarcıkların oluşması probleminin havalandırıcıların tıkanmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Havalandırıcıların düzenli olarak temizlenmesiyle problemin çözüleceği düşünülmektedir.

4.2.6. Havalandırma havuzunda beyaz köpük oluşumu

Havalandırma havuzunda bazen fazla düzeyde köpük oluştuğu belirtilmektedir. Fazla köpük oluşumunun tesise aşırı yükleme yapıldığından, atıksuların ve geri devir çamurlarının düzenli dağıtılmadığından olabileceği düşünülmektedir. Tesise aşırı yükleme yapılmaması ve geri devir çamurunun sürekli kontrol edilmesi gerektiği kanaatindeyim.



Şekil 4.8.Havalandırma havuzunda beyaz köpük.

4.2.7.Çamur borularının tıkanması

Tesisi operatörü tarafından verilen bilgide çamur borularının bazen tıkanmış belirtmiştir. Bu tıkanıklıkların elle ya da basınçlı su kullanarak temizlenerek giderilebileceği düşünülmektedir.

4.2.8.Sık yaşanan elektrik kesintisi

Tesiste elektriklerin çok sık kesildiği belirtilmiş ve bu problemi jeneratör olarak giderdikleri belirtilmiştir.

Tesiste yaşanan işletme problemleri araştırılırken tarafımda numune alınmıştır. Bu aldığım numuneler ile daha önce tesis yetkilileri tarafından alınan numuneler incelendiğinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği 21.3 tablosu kapsamında sağlaması gereken standartları sağladığı tespit edilmiştir (SKKY, 2004). Numune sonuçları Çizelge 4.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.2.Bozok Üniversitesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Numune Sonuçları (Sektör 21.3) (2018-2019)

Yıllar	Parametre	Birim	2 Saatlik Kompozit Numune Deşarj Standartı	2 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu (Yağışlı aylar, Mart-Nisan-Mayıs Ort.)	2 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu (Yağışlı aylar, Eylül-Ekim-Kasım Ort.)	2 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu (Yağışsız aylar, Aralık-Ocak-Şubat Ort.)	2 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu (Yağışsız aylar, Haziran-Temmuz-Ağustos Ort.)
2018	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ5)	mg/L	50	35.33	50.50	-	14.50
	pH	-	6-9	7.60	7.85	-	7.90
	Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	45	25.56	34.00	-	16.40
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KÖİ)	mg/L	140	108.33	87.50	-	42.00
2019	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ5)	mg/L	50	-	13.00	9.93	-
	pH	-	6-9	-	7.42	7.71	-
	Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	45	-	29.30	13.17	-
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KÖİ)	mg/L	140	-	35.00	37.00	-



Şekil 4.9.Numune alımı.

4.3. Yerköy Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde Karşılaşılan Problemler ve Çözümleri

Tesiste yapılan incelemede; tesisin yapıldığından beri çalıştırılmadığı, bu süre zarfında tesisin elektrik kablolarının çalındığı, belirtilmiştir. Elektrik sisteminin yenilendiği ve tesisin gerekli yasal izinleri aldıktan sonra su alabileceği tespit edilmiştir.



Şekil 4.10.Havalandırma havuzu.

4.4. Şefaattli Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri

Tesis yapıldığı süreçten itibaren çok kısa süreli çalıştırılmış olup şu anda atıl durumdadır. Tesise gelen atıksu direkt olarak bay-pass edilmektedir. Tesis belediyede tecrübeli personel bulunmadığından ve tesise gereken önemin verilmemesinden dolayı çalıştırılmamıştır. Tesisteki ekipmanlar 4 yıldır çalıştırılmadığından çürümüş olup çalışmamaktadır. Betonarme havuzların dökülmeye başladığı gözlenmiştir.

Şefaattli belediyesi tarafından atıksu arıtma tesisi için 1 milyon civarında yeni bir proje hazırlanmış olup, çevre ve şehircilik bakanlığına başvuru aşamasındadır.



Şekil 4.11.Şefaattli atıksu arıtma tesisi.

4.5. Saraykent Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri

Tesiste kimliği belirsiz kişilerin bekçi olmadığından tesise girmesi sonucunda aeratör motorları, oksijen metre panelleri, bütün pompalar, sistem otokontrol panosu, trafo panosu, elektrik ve su tesisatı, makara sehplarına verilen zarardan ötürü adli süreç başlatılmıştır ve tesis atıl bir durumdadır.



Şekil 4.12.Sarayken atıksu arıtma tesisinde problemler.

4.6. Gedaş Genel Gıda Dağıtım Pazarlama San. ve Tic. A.Ş. Atıksu Arıtma Tesisinden Alınan Numune Sonuçları, Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri

4.6.1.Döner tamburda tıkanma problemi

Döner tambura gelen kaba malzemelerden tıkandığı görülmüştür. Döner tamburun düzenli aralıklarla kontrol edilmesi gerektiği ve sökülüp temizlenmesi gerektiği düşünülmektedir.



Şekil 4.13.Döner tambur ızgarada katı madde birikimi.

4.6.2. Blowerların sık arızalanması problemi

Blowerların sık arızalanmasının sebebinin blowerların kullanım ömürlerinin dolması ya da düzenli bakım yapılmadığından yaşandığı düşünülmektedir. Blowerların bakımlarının düzenli yapılması eğer kullanım ömürleri dolduysa yenisiyle değiştirilmesi gerektiği kanaatindeyim.



Şekil 4.14.Havalandırma havuzunda blowerların çalışması.

Tesiste yaşanan işletme problemleri araştırılırken tarafımda numune alınmıştır. Tarafımda alınan numune incelendiğinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği 5.9 tablosu kapsamında sağlaması gereken standartları sağladığı tespit edilmiştir (SKKY, 2004). Numune sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3.Gedaş Genel Gıda Dağıtım Pazarlama San. Ve Tic. A.Ş. Atıksu Arıtma Tesisi Ekim 2019 Numune Sonuçları (Sektör 5.9)

Parametre	Birim	2 Saatlik Kompozit Numune Deşarj Standartı	2 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu
pH	-	6-9	7.75
Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	200	10
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg/L	150	134.6



Şekil 4.15.Numune alımı.

4.7. Boğazlıyan Şeker ve Mamulleri Entegre Tesisi Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisinden Alınan Numune Sonuçları, Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri

4.7.1. Izgara kanalında kumların birikmesi problemi

Izgara kanalında kum birikmesi probleminin, tesisi yüksek miktarda kum gelmesi ve ızgara kanalında hızın düşük olduğu düşünülmektedir. Çözüm önerisi olarak ızgara kanalındaki akış hızının artırılması ve kanalda biriken kumun temizlenmesi gerektiği kanaatindeyim.

4.7.2. Izgara sıyırıcısının bazen devreye girmemesi

Izgara sıyırıcısının devreye girmemesinin sensör arızalarından olduğu tespit edilmiştir ve sensörlerin düzenli aralıklarla kontrol edilmesi ve arızalı sensörlerin değiştirilmesi gerektiği kanaatindeyim.

4.7.3. Izgaralar arasından katı maddelerin geçmesi

Izgaralar arasından katı maddelerin kaçmasının sebebinin çubukların arasındaki boşluğun fazla olması ve hızın yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Izgara çubukları arasındaki mesafelerin azaltılmasıyla problemin çözüleceği kanaatindeyim.



Şekil 4.16. Izgara sistemi.

4.7.4. Ön çöktürme havuzunda köpük taşması

Ön çöktürme havuzunda köpük taşması probleminin sıyrıcıların yeterli düzeyde çalışmadığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Problemin çözülmesi için sıyrıcıların kontrol edilmesi gerektiği ve düzenli çalışmasının sağlanması gerektiği kanaatindeyim.

4.7.5. Askıda katı madde gideriminin az olması problemi

Tesis yetkilileri tarafından ön çöktürme havuzunda askıda katı madde gideriminin bazı zamanlar az olduğu belirtilmiştir. Sebebinin ön çöktürme havuzunda çamur çekmenin ve havalandırma havuzuna beslemenin yetersiz olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ön çöktürme havuzunda yeterli çamur çekilip havalandırma havuzuna besleme yapılırsa problemin giderileceği düşünülmektedir.

4.7.6.Havalandırma havuzunda büyük hava kabarcıklarının oluşması problemi

Tesis yetkilisi tarafından bazen havalandırma havuzunda büyük kabarcıkların oluştuğu belirtilmiştir. Probleminin havalandırıcıların tıkanmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Havalandırıcıların düzenli olarak temizlenmesiyle bu problemin giderileceği kanaatindeyim.

4.7.7. Havalandırma havuzunda köpük oluşumu

Havalandırma havuzunda bazen fazla düzeyde köpük oluştuğu belirtilmektedir. Fazla köpük oluşumunun tesise aşırı yükleme yapıldığından, atıksuların ve geri devir çamurlarının düzenli dağıtılmadığından olabileceği düşünülmektedir. Tesise aşırı yükleme yapılmaması ve geri devir çamurunun sürekli kontrol edilmesi gerektiği kanaatindeyim.



Şekil 4.17.Havalandırma havuzunda köpük.

4.7.8. Çamurun son çökeltim savaklarından çıkması

Son çökeltim havuzlarındaki savaklardan çamurun çıkmasının, çamurun düzenli çekilmediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çamur çekiminin sürekli kontrol edilmesi ve çamur çekiminin düzenli yapılması gerektiği kanaatindeyim.

4.7.9. Çıkış suyunda flokların olması

Tesis operatörü tarafından belirtilen çıkış suyunda bazen flokların olmasının sebebi çamur yaşının yüksek olduğundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir ve çamur yaşının azaltılmasıyla problemin çözüleceği düşünülmektedir.

4.7.10.Son çökeltim havuzu yüzeyinde kırmızı kurtların olması problemi

Çökeltme havuzunda su yüzeyinde kırmızı kurtların olmasının atıksuların arıtılması yönünden bir zararı olmasa da görüntü itibariyle istenmeyen bir olaydır. Bu problemin bakterileri öldürmeyecek şekilde klorlanmaya giderileceği kanaatindeyim.



Şekil 4.18.Son çökeltme havuzu.

4.7.11.Eşanjörlerde tıkanma problemi

İhtiyaç duyulan sıcaklığın sağlanmasında kullanılan eşanjörlerde tıkanma olması suyun ısıtılmasını engellemektedir. Tıkanma olayının sebebinin eşanjörlerde biriken katı malzemelerin olduğu düşünülmektedir. Problemin giderilmesi için eşanjörlerin düzenli aralıklarla kontrol edilmesi ve düzenli olarak basınçlı suyla yıkanması gerektiği kanaatindeyim.



Şekil 4.19.Eşanjör.

4.7.12. Anaerobik tankta uçucu yağ asitlerinin artması problemi

Anaerobik tankta aşırı yükleme sonucunda uçucu yağ asitleri artmaktadır. Yükleme azaltılarak tankta düzenin sağlanacağı düşünülmektedir.

4.7.13. Anaerobik tankta bakteri popülasyonunun azalması problemi

Tesis yetkilisi tarafından şeker fabrikalarının yılın çoğu gününde çalışmadığından dolayı bakteri popülasyonunda azalmaların olduğu, bu problemin en yakın tesisten bakteri getirilerek çözüldüğü belirtilmiştir.



Şekil 4.20. Anaerobik tank.

Tesis şeker pancarı üretimine bağlı olduğundan belirli aylarda çalışmaktadır. Tesiste yaşanan işletme problemleri araştırılırken tarafımda numune alınmıştır. Tarafımda alınan numuneler ve daha önce tesis yetkilileri tarafından alınan numuneler incelendiğinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği 5.11. tablosu kapsamında sağlaması gereken standartları sağladığı tespit edilmiştir (SKKY, 2004). Numune sonuçları çizelge 4.4'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.4. Boğazlıyan Şeker ve Mamulleri Entegre Tesisi Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi Numune Sonuçları (Sektör 5.11.a) (2014-2019)

Yıllar	Parametre	Birim	2 Saatlik Kompozit Numune Deşarj Standartı	2 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu (Ekim-Kasım, Aralık Ort.)
2014	Balık Biyodeneği (ZSF)	mg/L	4	<4
	Askıda Katı Madde (AKM)	-	100	18.20
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	500	146.30
2015	Balık Biyodeneği (ZSF)	mg/L	4	<4
	Askıda Katı Madde (AKM)	-	100	30.67
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	500	84.30
2016	Balık Biyodeneği (ZSF)	mg/L	4	<4
	Askıda Katı Madde (AKM)	-	100	38.13
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	500	67.70
2017	Balık Biyodeneği (ZSF)	mg/L	4	<4
	Askıda Katı Madde (AKM)	-	100	40.60
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	500	87.77
2018	Balık Biyodeneği (ZSF)	mg/L	4	<4
	Askıda Katı Madde (AKM)	-	100	60
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	500	136
2019	Balık Biyodeneği (ZSF)	mg/L	4	<4
	Askıda Katı Madde (AKM)	-	100	26
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	500	341.3



Şekil 4.21.Numune alımı.

4.8. Kale Seramik Yerköy Şubesi Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisinden Alınan Numune Sonuçları, Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri

4.8.1. Izgara kanalında kumların birikmesi problemi

Izgara kanalında kum birikmesi probleminin, tesisi yüksek miktarda kum gelmesi ve ızgara kanalında hızın düşük olduğu düşünülmektedir. Çözüm önerisi olarak, ızgara kanalındaki akış hızının artırılması ve kanalda biriken kumun temizlenmesi gerektiği kanaatindeyim.

4.8.2.Izgaralar arasından katı maddelerin geçmesi

Izgaralar arasından katı maddelerin kaçmasının sebebinin çubukların arasındaki boşluğun fazla olması ve hızın yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Izgara çubukları arasındaki mesafelerin azaltılmasıyla problemin çözüleceği kanaatindeyim.



Şekil 4.22. Atıksu giriş yapısı.

4.8.3. Havalandırma havuzunda köpük oluşumu

Havalandırma havuzunda bazen fazla düzeyde köpük oluştuğu belirtilmektedir. Fazla köpük oluşumunun tesise aşırı yüklemeye yapıldığından, atıksuların ve geri devir çamurlarının düzenli dağıtılmadığından olabileceği düşünülmektedir. Tesise aşırı yüklemeye yapılmaması ve geri devir çamurunun sürekli kontrol edilmesi gerektiği kanaatindeyim.

4.8.4. Blowerların sık arızalanması problemi

Blowerların sık arızalanmasının sebebinin blowerların kullanım ömürlerinin dolması ya da düzenli bakım yapılmadığından yaşandığı düşünülmektedir. Blowerların bakımlarının düzenli yapılması eğer kullanım ömürleri dolduysa yenisiyle değiştirilmesi gerektiği kanaatindeyim.

4.8.5. Donma problemi

Tesis operatörü bölgenin iklim koşullarından dolayı tesisteki malzemelerin donduğu, daha sonra donan malzemelerin etrafına yalıtım yapılmasıyla donma probleminin çözüldüğünü belirtmiştir.



Şekil 4.23.Dengeleme havuzu.

4.8.6. Susuzlaştırılmış çamurun yeterince yoğun olmaması problemi

Çamur yoğunluğunun fazla olmamasının sebebinin polimer miktarının yanlış olmasından yada bant hızının yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Polimer miktarının ve bant hızının kontrol edilip, ayarlanmasıyla problemin giderileceği kanaatindeyim.

4.8.7. Süzüntü suyunda katı madde bulunması problemi

Süzüntü suyunda katı maddelerin bulunmasının sebebinin polimer miktarının doğru olmaması ya da belt-filtrenin yanlarından çamur geçmesinin olabileceği düşünülmektedir. Problemin polimer miktarının kontrol edilip ayarlanması ve belt-filtre hızının, süresinin kontrol edilip ayarlanmasıyla giderileceği kanaatindeyim.



Şekil 4.24.Belt filtre.

Tesiste yaşanan işletme problemleri araştırılırken tarafimca numune alınmıştır. Tarafimca alınan numuneler ve daha önce tesis yetkilileri tarafından alınan numuneler incelendiğinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği 7.4 tablosu kapsamında sağlaması gereken standartları sağladığı tespit edilmiştir (SKKY, 2004). Numune sonuçları çizelge 4.5'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.5.Kale Seramik Yerköy Şubesi Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi Haziran Ayı Numune Sonuçları (Sektör 7.4)

Yıllar	Parametre	Birim	2 Saatlik Kompozit Numune Deşarj Standartı	2 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu (Yağışlı aylar, Mart-Nisan-Mayıs Ort.)	2 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu (Yağışlı aylar, Eylül-Ekim-Kasım Ort.)	2 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu (Yağışsız aylar, Aralık-Şubat Ort.)	2 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu (Yağışsız aylar, Haziran-Temmuz-Ağustos Ort.)
2018	Kadmiyum (Cd)	mg/L	0.1	0	0.01	0	0
	pH	mg/L	6-9	7.18	7.50	6.34	7.27
	Çinko (Zn)	mg/L	3	0.12	1.08	0.89	0.24
	Kurşun (Pb)	mg/L	1	0	0	0	0
	Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	100	16.26	17.46	86.50	15.84
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	80	22.60	30.56	66.30	25.20
2019	Kadmiyum (Cd)	mg/L	0.1	0	0	0	0.01
	pH	mg/L	6-9	7.45	6.91	7.65	7.30
	Çinko (Zn)	mg/L	3	0	0	0.08	0
	Kurşun (Pb)	mg/L	1	0	0	0	0
	Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	100	14.67	31	13.54	15.34
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	80	12.44	52.93	20.44	54.8

4.9. Yozgat Kraft Torba Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi Atıksu Arıtma Tesisinden Alınan Numune Sonuçları, Karşılaşılan Problemler ve Çözümleri

4.9.1. Çamurun sertleşmesi problemi

Çamurun yüksek konsantrasyonda olması olayıdır, çamurun fazla miktarda kum, inorganik madde ve ağır maddeler içerdiği düşünülmektedir. Problemin tesise kum tutucu ilave edilerek ya da sertleşen çamuru belirli aralıklarla basınçlı suyla gevşeterek giderilebileceği kanaatindeyim.



Şekil 4.25.Ön çökeltme tankı.

4.9.2. Biyolojik tankta bakteri popülasyonu problemi

Tesis operatörü tarafından soğuk aylarda bakteri popülasyon oranının düştüğü, çözüm olarak bakteri çoğalmasını sağlamak için biyolojik tanka içeriği azot ve fosforca zengin kompoze bir gübre olan DAP gübresi ilave edildiği belirtilmiştir.



Şekil 4.26.Biyolojik tanklar.

4.9.3. Süzüntü suyunda katı madde bulunması problemi

Süzüntü suyunda katı maddelerin bulunmasının sebebinin polimer miktarının doğru olmaması yada belt-filtrenin yanlarından çamur geçmesinin olabileceği düşünülmektedir. Problemin polimer miktarının kontrol edilip ayarlanması ve belt-filtre hızının, süresinin kontrol edilip ayarlanmasıyla giderileceği kanaatindeyim.

4.9.4. Belt filtre bandının sık sık eskimesi ve değiştirilmesi problemi

Belt filtre bandının çok sık eskimesi ve değiştirilmesi probleminin bandın yanlış hizalanmasından ve bandın altına çamur birikmesinden tamburun yanlış hizalanmasına yol açtığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Problemin bandın ve bandın altının kontrol edilmesi ve temizlenmesiyle, tamburun hizasının kontrol edilmesi ve ayarlanmasıyla giderileceği kanaatindeyim.



Şekil 4.27.Belt Filtre.

Tesiste yaşanan işletme problemleri araştırılırken tarafımca numune alınmıştır. Tarafımca alınan numuneler ve daha önce tesis yetkilileri tarafından alınan numuneler incelendiğinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği 13.8 tablosu kapsamında sağlaması gereken standartları sağladığı tespit edilmiştir (SKKY, 2004). Numune sonuçları çizelge 4.6'da belirtilmiştir.

Çizelge 4.6.Yozgat Kraft Torba Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi Numune Sonuçları (Sektör 13.8) (2013-2019)

Yıllar	Parametre	Birim	Anlık Numune Deşarj Standart	Anlık Numune Analiz Sonucu
2013	Renk	(Pt-Co)	280	-
	Çökebilir Katı Madde	mg/L	0.5	0.05
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg/L	75	5
2014	Renk	(Pt-Co)	280	-
	Çökebilir Katı Madde	mg/L	0.5	0.25
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg/L	75	59
2015	Renk	(Pt-Co)	280	-
	Çökebilir Katı Madde	mg/L	0.5	0.2
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg/L	75	51
2016	Renk	(Pt-Co)	280	18
	Çökebilir Katı Madde	mg/L	0.5	0.2
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg/L	75	0.21
2017	Renk	(Pt-Co)	280	19
	Çökebilir Katı Madde	mg/L	0.5	1.5
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg/L	75	24
2018	Renk	(Pt-Co)	280	19
	Çökebilir Katı Madde	mg/L	0.5	0.24
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg/L	75	24
2019	Renk	(Pt-Co)	280	20.7
	Çökebilir Katı Madde	mg/L	0.5	0.2
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg/L	75	28

4.10. T.Ş.F.A.Ş Yozgat Şeker Fabrikası Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisinden Alınan Numune Sonuçları, Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri

4.10.1. Sepet ızgarada katı madde geçişi

Izgaralar arasından katı maddelerin kaçmasının sebebinin çubukların arasındaki boşluğun fazla olması ve hızın yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Izgara çubukları arasındaki mesafelerin azaltılmasıyla problemin giderileceği kanaatindeyim.



Şekil 4.28.Sepet ızgara yapısı.

4.10.2.Eşanjörlerde tıkanma problemi

İhtiyaç duyulan sıcaklığın sağlanmasında kullanılan eşanjörlerde tıkanma olması suyun ısıtılmasını engellemektedir. Tıkanma olayının sebebinin eşanjörlerde biriken katı malzemelerin olduğu düşünülmektedir. Problemin giderilmesi için eşanjörlerin düzenli

aralıklarla kontrol edilmesi gerektiği ve düzenli olarak basınçlı suyla yıkanması gerektiği kanaatindeyim.



Şekil 4.29.Eşanjör Plakları.

4.10.3. Anaerobik tankta uçucu yağ asitlerinin artması problemi

Anaerobik tankta aşırı yükleme sonucunda uçucu yağ asitleri artmaktadır. Yükleme azaltılarak düzenin sağlanacağı kanaatindeyim.

4.10.4. Anaerobik tankta bakteri popülasyonunun azalması problemi

Tesis yetkilisi tarafından şeker fabrikalarının yılın çoğu gününde çalışmadığından dolayı bakteri popülasyonunda azalmaların olduğu, bu problemin en yakın tesisten bakteri getirilerek çözüldüğü belirtilmiştir.

4.10.5. Anaerobik tankta karıştırıcı problemi

Anaerobik tankta bulunan sıyrıcının sık sık arızalandığı, daha sonra karıştırıcının milinin tamamen aşınarak koptuğu ve karıştırıcının tankın içine düştüğü belirtilmiştir. Yapılan tamirden sonra karıştırıcı yerine takılmıştır. Karıştırıcının milinin çok fazla aşınmasının, karıştırıcının yerinde dengeli çalışmadığından olduğu düşünülmektedir. Karıştırıcının yerine dengeli ve doğru şekilde yerleştirildiğinin kontrol edilmesi gerektiği kanaatindeyim.



Şekil 4.30. Anaerobik havuz karıştırıcısı.

4.10.6. Nitrifikasyon - denitrifikasyon tankında blowerların sık arızalanması problemi

Blowerların sık arızalanmasının sebebinin blowerların kullanım ömürlerinin dolması yada düzenli bakım yapılmadığından yaşandığı düşünülmektedir. Blowerların bakımlarının düzenli yapılması eğer kullanım ömürleri dolduysa yenisiyle değiştirilmesi gerektiği kanaatindeyim.

4.10.7. Nitrifikasyon - Denitrifikasyon tankında köpük oluşumu

Nitrifikasyon - Denitrifikasyon Tankında bazen fazla düzeyde köpük oluştuğu belirtilmektedir. Fazla köpük oluşumunun tesise aşırı yükleme yapıldığından, atıksuların ve geri devir çamurlarının düzenli dağıtılmadığından olabileceği

düşünülmektedir. Tesise aşırı yükleme yapılmaması ve geri devir çamurunun sürekli kontrol edilmesi gerektiği kanaatindeyim.



Şekil 4.31.Nitrifikasyon-denitrifikasyon tankı.

4.10.8. Son çökeltme havuzunda sıyrıcı problemi

Son çökeltmenin sıyrıcı köprüsünün ağır olduğu ve köprü tekerlerinin sıkıştığı belirtilmiştir. Köprülere daha dayanıklı tekerler takılması ve tekerlerin düzenli olarak yağlanmasıyla problemin çözüleceği düşünülmektedir.



Şekil 4.32.Son çökeltim havuzu savakları.

4.10.9. Savaklardan suyun dengeli geçmeme problemi

Son çökeltim havuzunda suyun savaklardan dengeli bir geçmemesinin nedeninin savakların seviyelerinin doğru şekilde ayarlanmadığından olduğu düşünülmektedir. Savakların kontrol edilmesi ve savak seviyelerinin ayarlanması gerektiği kanaatindeyim.

4.10.10. Elektrik problemi

Tesisin elektriğini fabrikadan aldığı belirtilmiştir. Ancak fabrikada kazanlar için gereken elektriğin fazla olduğu zamanlar tesise elektriğin düzenli verilmediği, bu gibi durumlarda tesisin elektriğini şehir şebekesinden aldığı ve şehir şebekesinin de sık sık kesildiği belirtilmiştir. Bu gibi problemlerin önüne geçilmesi için tesise ayrı bir jeneratör sisteminin yapılması gerektiği düşünülmektedir.

4.10.11. Otomasyon problemi

Tesisin otomasyonun arızalı olduğu ve tesisin manuel olarak işletildiği belirtilmektedir. Tesisin düzenli izlenebilmesi için otomasyon sisteminin bir an önce tamir edilmesi gerekmektedir.

Tesiste yaşanan işletme problemleri araştırılırken tarafımda numune alınmıştır. Tarafımda alınan numuneler ve daha önce tesis yetkilileri tarafından alınan numuneler incelendiğinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği 5.11.a tablosu kapsamında sağlaması gereken standartları sağladığı tespit edilmiştir (SKKY, 2004). Numune sonuçları çizelge 4.7'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.7.T.Ş.F.A.Ş Yozgat Şeker Fabrikası Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi Numune Sonuçları (Sektör 5.11.a)(2018-2019)

Yıllar	Parametre	Birim	2 Saatlik Kompozit Numune Deşarj Standartı	2 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu
2018	Balık Biyodeneyi (ZSF)	-	4	<4
	Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	100	39
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg/L	500	29
2019	Balık Biyodeneyi (ZSF)	-	4	<4
	Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	100	0.25
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg/L	500	59

4.11. Yozgat İli Yapay Sulak Alanlarda Karşılaşılan Problemler ve Çözümleri

Yozgat İl'inde bulunan 30 adet yapay sulak alan incelenmiş ve 3 tanesinden numune alınmıştır. Numune alınan bu 3 tesis;

4.11.1. Belekcehan yapay sulak alanı

Belecehan yapay sulak alanı Yozgat ilinin Akdağmadeni ilçesine bağlı Belekcehan beldesine ait yapay sulak alandır. Tesis 2012 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığının verdiği hibelerle yapılmıştır. Yapılan incelemede tesisin etrafının tel örgüsünün tam olmadığı, ulaşım yollarının düzenli olmadığı tespit edilmiştir. Tesisin bitkilerinin düzenli olması, kontrol ve bakımlarının düzenli yapılmasından kaynaklı alınan numune sonuçlarının Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen deşarj limitlerini sağladığı görülmüştür (SKKY, 2004).



Şekil 4.33.Belekcehan yapay sulak alanı.

Çizelge 4.8.Belekcehan Yapay Sulak Alanı Numune Sonuçları (Sektör 21.1)
(Ekim.2019)

Parametre	Birim	2 Saatlik Kompozit Numune Deşarj Standartı	2 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ5)	mg/L	50	14
pH	-	6-9	7.53
Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	200	8
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	180	36

4.11.2. Baydığın yapay sulak alanı

Baydığın yapay sulak alanı Yozgat ilinin Aydıncık ilçesine bağlı Baydığın beldesine ait yapay sulak alandır. Tesis 2010 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığının verdiği hibelerle yapılmıştır. Tesisten alınan numunenin analiz sonuçlarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen deşarj standartlarını sağladığı görülmüştür (SKKY, 2004).



Şekil 4.34.Baydıgın yapay sulak alanı.

Çizelge 4.9.Baydıgın Yapay Sulak Alanı Numune Sonuçları (Sektör 21.1) (Ekim.2019)

Parametre	Birim	24 Saatlik Kompozit Numune Deşarj Standartı	24 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ5)	mg/L	45	35
pH	-	6-9	7
Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	45	40
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	120	90

4.11.3. Ozan yapay sulak alanı

Ozan yapay sulak alanı Yozgat ilinin Saraykent ilçesine bağlı Ozan beldesine ait yapay sulak alandır. Tesis 2014 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığının verdiği hibelerle yapılmıştır. Tesiste yapılan incelemelerde bitkilerin bakım ve hasadının iyi yapılmadığı, tesise ulaşım yollarının olmadığı tespit edilmiştir. Tesisten alınan numunenin analiz sonuçlarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen deşarj standartlarını sağladığı görülmüştür (SKKY, 2004).



Şekil 4.35.Ozan yapay sulak alanı.

Çizelge 4.10.Ozan Yapay Sulak Alanı Numune Sonuçları (Sektör 21.1)(Ekim.2019)

Parametre	Birim	24 Saatlik Kompozit Numune Deşarj Standart	24 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonucu
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ5)	mg/L	45	35
pH	-	6-9	7
Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	45	40
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	120	90

Yozgat ilinde bulunan yapay sulak alanlarda karşılaşılan genel problemler;

- 1) Nüfusun yanlış hesaplanması sebebiyle arazini çok küçük ya da çok büyük seçilmiş olması,
- 2) Bölgenin iklim koşulları göz önünde bulundurulmadığından bitkilerin çabuk ölmesi,
- 3) Tesislerin etrafı çevrili olmadığından içeri hayvanların girmesi ve otlaması,
- 4) Yaşam yerlerine yakın olmasından dolayı görüntü ve sağlık problemleri
- 5) Tesislere ulaşım yollarının olmaması,
- 6) Giriş çıkış borularının doğru seçilmemesinden dolayı borularda kırılmalar ve tıkanmaların olması,

- 7) Tesislerin yatak malzemesinin doğru seçilmemesinden dolayı, tıkanmaların olması,
- 8) Tesislerde zemin eğiminin doğru verilmemesinden farklı bölgelerde göllenmelerin olması,
- 9) Çıkış yapılarının doğru olmamasından dolayı içerdeki su düzeyinin ayarlanamaması,
- 10) Bitkilerin doğru ve uygun sayıda ekilmemiş olması,
- 11) Tesisleri kendi imkânları yapan belediyelerin projeye uygun tesis yapmamış olması,
- 12) Tesislerde işletme personelinin olması,
- 13) Tesislerin düzenli kontrollerinin ve bakımlarının yapılmaması,
- 14) Fosseptiklerin temizlenmemesi,
- 15) Bitki bakımlarının yapılmaması, bitki olmayan yerlere yeni bitkilerin ekilmemesi,
- 16) Yaşanan tıkanmaların giderilmesi için herhangi bir çalışmanın yapılamaması,
- 17) Zararlı otlanma ve böceklenmeye karşı gerekli mücadelenin yapılmaması.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Yozgat İl'inde bulunan 5 adet kentsel atıksu arıtma tesisi, 5 adet endüstriyel atıksu arıtma tesisi ve 30 adet yapay sulak alanda işletme problemleri incelenmiş, 13 adet tesisten numuneler alınmıştır. Yapılan incelemeler neticesinde tesislerin ızgara sistemlerinde, kum tutucu havuzlarında, ön çökeltme havuzlarında, havalandırma havuzlarında, son çökeltim havuzlarında ve çamur susuzlaştırma ünitelerinde çeşitli işletme problemleri tespit edilmiştir ve bu problemlerin giderilmesi için çözüm önerileri getirilmiştir. Ayrıca bu aşamada tesislerden alınan numuneler Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmelerde tesislerin genelinde bazı işletme problemleri olmasına rağmen tesislerin çıkış suyu kalitesinin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde sağlaması zorunlu olan kriterleri sağladığı görülmüştür. Tesislerde işletme esnasında ızgaralarda; büyük malzemelerin gelmesi, malzemelerin birikmesi sonucu koku ve sineklenmenin oluştuğu, Kum tutucularda; motorlarda kumların birikmesi, ön çökeltme havuzlarında sertleşmiş çamur, köpük oluşumu, sıyırıcı problemleri, askıda katı madde oranların yüksek olması, havalandırma havuzlarında; genellikle beyaz köpük oluşumu, blowerlarda sık arızalar, aşırı yükleme, donma, bakteri popülasyonunda azalma, anaerobik tanlarda; bakteri popülasyonun ayarlanması, uçucu yağ asitlerinin oluşması, sıcaklık problemi, son çökeltme havuzlarında; savaklardan çamur kaçması, boruların tıkanması, su yüzeyinde kırmızı kurtların oluşması, çamur susuzlaştırma ünitesinde; özellikle belt-filtrelerde, bandın sık eskimesi, çamurun süzöntü suyuna geçmesi, yapay sulak alanlarda; işletme personelinin olmaması, bitkilerin bakımının düzenli yapılmaması, tesislerin etrafının kapalı olmaması ve hayvanların bitkileri yemesi, fosseptik bakımlarının düzenli yapılmaması gibi problemlerle karşılaşmıştır.

Kentsel atıksu arıtma tesisleri, endüstriyel atıksu arıtma tesisleri ve yapay sulak alanlarda iyi bir çıkış suyu kalitesi yakalamak için, tesislerin proje aşamasında başlamak üzere gerekli hassasiyetin gösterilmesi gerekmektedir. Bu konuda uzman ekiple çalıştırılacak atıksu arıtma tesislerinin, ihtiyaç duyulan doğru ekipmanın temini ve işletilmesi, ekipmanların düzenli kontrol ve bakımlarının yapılması ile SKKY deşarj

limitlerini saęlayan tesislerin uzun yıllar çalıřtırılabileceęi ve var olan ve/veya oluřacak iřletme problemlerinin özölebileceęi dūřönlömektedir.



KAYNAKLAR

- Akyüz, İ.N., 2011. *Osmanbey Atıksu Arıtma Tesisinin İşletilmesi* (yüksek lisans tezi). Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Ankara Tabip Odası, 2012. *Su ve Yaşam*. Ankara Tabip Odası, Yay. No:978-05-5867-66-9, Ankara. 80.
- Anonim, 2010. *Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Sculler Emboli*. Çevre ve Orman Bakanlığı, Yay. No: 27527, Ankara. 102.
- Arceivala, S.J., 2002. *Çevre Kirliliği Kontrolünde Atıksu Arıtımı*. McGraw-Hill, Ankara. 473.
- Arroyo, P., Ansola, G. ve de Luis, E., 2010. *Water, Air, & Soil Pollution*. Springer-Verlag, Germany. 210.
- Ayaz, S., Fındık, N., Kınacı, C., Tunçsiper, B. ve Güneş, E., 2011. *Yapay Sulak Alanlar El Kitabı*. Tübitak (MAM), Yay. No: 105G047, Ankara. 111.
- Baklaya, N. ve Kufacı, E., 2003. Atıksu arıtma tesislerinde işletme ve bakım problemleri. *Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu IV*. 9-10 Ekim 2003, Kocaeli. 362-366.
- Caselles-Osorio, A. ve García, J., 2007. *Impact Of Different Feeding Strategies And Plant Presence On The Performance Of Shallow Horizontal Subsurface-Flow Constructed Wetlands, Science Of The Total Environment*. Maritime and Environmental Engineering, Spain. 378.
- Curi, K., 1994. *Ön Arıtma Olarak Biyolojik Arıtma*. Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, İstanbul. 16.
- Çevretered, 1996. *Atıksu Arıtma Tesislerinin İşletilmesi Seminer Kitabı*. Çevre Teknolojileri Uygulayıcıları Derneği Yayınları, İstanbul. 164.
- Çınar, A., 2008. *Biyolojik Atıksu Arıtma Tesislerinde Verimlilik Kontrolü ve Karşılaşılan Önemli İşletme Sorunlarına Çözüm Yaklaşımları* (yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Dağlı, S., 2006. *Evsel Atıksulardan Yapay Sulak Alan Sistemleriyle Fosfor Gideriminin İncelenmesi* (doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Demirörs, B., 2006. *Çukurova Bölgesinde Yapay Sulak Alan Teknolojisinin Kırsal Alanda Kullanımının Araştırılması* (yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Filibeli, A., 2013. *Arıtma Çamurlarının İşlenmesi* (7. Baskı). Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yay. No: 255, İzmir. 279.
- Gray, N. F., 2005. *Water Tecnology An Introduct For Environmental Scientist And Engineers*. Elsevier Butterworth-Heinemann, İreland. 645.
- İller Bankası Genel Müdürlüğü, 1989. *Atıksu Arıtma Tesisleri Proses, İşletme, Bakım El Kitabı*. İller Bankası, U.N.D.P ve W.H.O İşbirliği, Yay. No: TUR/89/01/14, Ankara. 600.
- İller Bankası Genel Müdürlüğü, 2010. *Türkiyede’ki Küçük ve Orta Ölçekli Belediyelerde Atıksu Arıtımı İçin Rehber El Kitabı*. İller Bankası, Yay. No: G2G08/TR/7/2, Ankara. 67.

- Kavaklı, M. ve Civan, Z., 1997. Boya sanayi atıksu arıtma tesislerinin kontrolü ve karşılaşılan sorunlar. **II. Uluslar Arası Boya, Vernik, Mürekkep Ve Yardımcı Maddeler Sanayi Kongresi Ve Sergisi**. 20 Kasım 1997, İstanbul. 237-247.
- Kadlec, R.H., Knight, R.L., 1996. **Treatment Wetlands**. CRC Press. USA. 154.
- Meral, R. ve Cavazade, F., 2013. **Atıksu Arıtma Tesislerinin İşletilmesi**. Kerem Çevre, Bakü. 139.
- Muslu, Y., 1994. **Kullanılmış Suların Arıtılması**, İTÜ Yayınları, Yay. No:1535, İstanbul. 855.
- Öz, A., 2009. **Atıksu Arıtma Tesislerinde Verimlilik Kontrolü Ve İşletme Sorunları** (yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Öztürk, I., Timur, H. ve Koşkan, U., 2005. **Atıksu Arıtımının Esasları: Eysel, Endüstriyel Atıksu Arıtımı ve Arıtma Çamurlarının Kontrolü**. Çevre ve Orman Bakanlığı. Ankara. 459.
- Reed, S. C., Crites, R. W. ve Middlebrooks, E. J., 1995. **Natural Systems For Waste Management And Treatment**. McGraw-Hill, Inc., USA. 433.
- Samsunlu, A., 2011. **Atıksuların Arıtılması**. Birsen Yayınevi, Yay. No: 0029, İstanbul. 647.
- Saraçoğlu, S., 2006. **Eskikaraağaç Köyü Eysel Atıksularının Dip Akışlı Yapay Sulak Alan Arıtma Yöntemiyle Arıtılması** (yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- SKKY, 2004. **Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği**. T.C. Resmi Gazete, Yay No: 25687, Ankara. 56.
- Steiner, G. R. ve Watson, J. T., 1993. **General Design, Construction, And Operation Guidelines: Constructed Wetlands Wastewater Treatment Systems For Small Users Including Individual Residences**. Tennessee Valley Authority, Chattanooga, United States. 50.
- Şermet, F., 2012. **Atıksu Arıtma Tesislerinin Yapılandırılması** (yüksek lisans tezi). Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Temel, F. A., 2013. **Türkiye'de Atıksu Arıtımında Yapay Sulak Alanların Tasarımı ve Potansiyelinin Değerlendirilmesi: Örnek Çalışma, Kızılcaören** (doktora tezi). Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Topacık, D., 2000. **Atıksu Arıtma Tesisleri İşletme El Kitabı**. İstanbul Büyükşehir Belediyesi İSKİ Genel Müdürlüğü Yayını, İstanbul. 664.
- Toprak, H., 2006. **Atıksu Arıtma Sistemlerinin Tasarım Esasları**. Cilt-1 ve Cilt-2. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yay. No:240-241, İzmir. 335-364.
- Tünay, O., 1996. **Çevre Mühendisliğinde Kimyasal Prosesler**. İTÜ Yayınları, Yay. No: 9755610995, İstanbul.155.
- UN-HABITAT, 2008. **Constructed Wetlands Manual**. UN-HABITAT, Nepal. 102.
- Water Environment Federation, 2010. **Natural System for Wastewater Treatment**. Water Environment Federation, Alexandria. 133.
- Yıldız, E., 2011. **Türkiye'de ve İsrail'de Yapay Sulak Alanlar ile Atıksu Arıtımı ve Atıksuyun Sulama Amaçlı Olarak Tekrar Kullanımı**, ORSAM Su Araştırmaları Programı, Yay No: 8, Ankara. 56.
- Yıldız, S., Namal, O.Ö., Çekim, M., 2013. Atıksu Arıtma Teknolojilerindeki Tarihsel Gelişimler. **Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt No:1: 55-67**.

ÖZ GEÇMİŞ

1986 yılında Yozgat İl'inde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Yozgat İl'inin Sorgun İlçe'sinde tamamladı. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2018 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine devam edildi.



T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 21/01/2020

Tez Başlığı / Konusu: Yozgat ili'nde bulunan kentsel-endüstriyel atıksu arıtma tesisleri ve yapay sulak alanların durumlarının incelenmesi, yaşanan problemlerin tespiti ve çözüm önerileri

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 123 sayfalık kısmına ilişkin, 21/01/2020 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından iThenticate intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 10 (yüzde on) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.


21/01/2020
Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Ahmet FİDAN


Öğrenci No:17910001174

Anabilim Dalı: Çevre Mühendisliği

Programı:

Statüsü: Y. Lisans Doktora

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR


Doç. Dr. Zehra ŞAPCI AYAS
(Unvan, Ad Soyad, İmza)

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR


(Unvan, Ad Soyad, İmza)
Enstitü Müdürü