

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

**EVSEL ATIKSULARIN ARITILMASINDA BİYOLOJİK ARITMA
YÖNTEMİNİN UYGULANMASI VE İŞLETME SORUNLARININ
İNCELENMESİ VAN İLİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Ahmet DURAK
DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÖZGÜVEN

VAN – 2020

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

**EVSEL ATIKSULARIN ARITILMASINDA BİYOLOJİK ARITMA
YÖNTEMİNİN UYGULANMASI VE İŞLETME SORUNLARININ
İNCELENMESİ VAN İLİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Ahmet DURAK

VAN – 2020

KABUL VE ONAY SAYFASI

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÖZGÜVEN danışmanlığında, Ahmet DURAK tarafından sunulan "EVSEL ATIKSULARIN ARITILMASINDA BİYOLOJİK ARITMA YÖNTEMİNİN UYGULANMASI VE İŞLETME SORUNLARININ İNCELENMESİ VAN İLİ ÖRNEĞİ" isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 02/01/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Zehra ŞAPCI AYAS

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DEMİR YETİŞ

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÖZGÜVEN

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 10.01/2020 tarih ve 2020/2-1 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 yapıldığını bildiririm.

Ahmet DURAK



ÖZET

EVSEL ATIKSULARIN ARITILMASINDA BİYOLOJİK ARITMA YÖNTEMİNİN UYGULANMASI VE İŞLETME SORUNLARININ İNCELENMESİ VAN İLİ ÖRNEĞİ

DURAK, Ahmet
Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÖZGÜVEN
Ocak 2020, 111 sayfa

Evsel atıksuların arıtılması amacıyla birçok farklı proses ve teknolojiler kullanılmaktadır. Evsel atıksu karakterinin farklılık göstermesi sebebiyle mevcut proseslerin optimize edilmesi veya o bölgeye uygun arıtma teknolojisinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Atıksu arıtma tesislerindeki problemler genel olarak fizibilite çalışmalarının iyi yapılmaması ve tip proje uygulamaları ile birlikte, mekanik, elektrik, inşaat ve proje hatalarından kaynaklanmaktadır. Arıtma tesislerinin projelendirme, inşaat ve işletme aşamalarında yapılan hatalar nedeniyle, istenilen çıkış suyu kaliteleri elde edilememekte veya işletme maliyetleri fazla olmaktadır. Bu çalışmada atıksu arıtma tesislerinde uygulanan biyolojik arıtma yöntemleri incelenerek uygulama alanlarından bahsedilmiştir. Ayrıca Arıtma tesislerinin; yapım yılları, biyolojik arıtma özellikleri, hizmet verdikleri nüfuslar ve kapasiteleri gibi genel özellikleri ele alınarak işletme problemleri ve çözüm önerileri değerlendirilmiştir. Farklı proseslere sahip atıksu arıtma tesisleri, İskele biyolojik atıksu arıtma tesisi (klasik aktif çamur), Edremit, Gevaş, Başkale, Çelebibağ ve Gölağzı ileri biyolojik atıksu arıtma tesisleri (uzun havalandırmalı aktif çamur) ile arıtma verimi, işletme koşulları ve alıcı ortam özellikleri baz alınarak karşılaştırma yapılmış ve Van ilinin alıcı ortam, iklim koşulları ve coğrafik konumuna uygun prosesin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Atıksu arıtımı, Biyolojik arıtma prosesleri, İşletme problemleri, Van Su ve Kanalizasyon İdaresi.

ABSTRACT

BIOLOGICAL TREATMENT IN TREATMENT OF DOMESTIC WASTEWATER OF BUSINESS PROBLEMS INVESTIGATION OF VAN PROVINCE

DURAK, Ahmet

M.Sc. Thesis, Environmental Engineering Department

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ayşe ÖZGÜVEN

January 2020, 111 Pages

Many different processes and technologies are used for the treatment of domestic wastewater. As the domestic wastewater characteristics differ, it is important to optimize the existing processes or determine the appropriate treatment technology for that area. The problems in wastewater treatment plants generally arise from mechanical, electrical, construction and project faults as well as poor feasibility studies and type project applications. Due to the mistakes made during the design, construction and operation phases of the treatment plants, the desired effluent quality cannot be obtained or the operating costs are high. In this study, biological treatment methods applied in wastewater treatment plants are examined and their application areas are mentioned. In addition, treatment plants; construction problems, biological treatment characteristics, populations they serve and their general characteristics such as their capacities and operational problems and solutions are evaluated. Wastewater treatment plants with different processes, Scaffold biological wastewater treatment plant (classical activated sludge), Edremit, Gevaş, Başkale, Çelebibağ and Gölağzı advanced biological wastewater treatment plants (long aerated activated sludge) based on treatment efficiency, operating conditions and receiving environment characteristics. The aim of this study is to determine the process appropriate for the receiving environment, climate conditions and geographical location of Van province.

Keywords: Biological treatment processes, Operational problems, Van Water and Sewerage Administration, Wastewater treatment.



ÖN SÖZ

Yüksek lisans öğrenimim boyunca değerli fikirlerinden ve yardımlarından faydalandığım, bu tezi hazırlamamda bana büyük destek veren, beni bilgi ve tecrübesiyle destekleyen, çalışmamda gösterdiği ilgi ve sabırdan dolayı danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÖZGÜVEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Desteklerinden ve katkılarından dolayı Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DEMİRE YETİŞ'e bilgileriyle beni aydınlatan ve yol gösteren Maden Mühendisliği bölümünden Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet TÜRKMENOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Engin bilgilerinden faydalandığım Sayın Doç.Dr. Zehra ŞAPÇI AYAS'a teşekkürlerimi sunarım.

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümündeki Değerli hocalarıma yardımlarından ötürü teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım esnasında benden yardımlarını esirgemeyen herdaim destekçim olan Atıksu Arıtma Tesisleri Dairesi Başkanı Sayın Murat ASLAN'a ve tüm atıksu arıtma tesisleri personellerine, teşekkürü bir borç bilirim.

Bu yoğun süreçte desteklerini benden esirgemeyip, hayatımın her döneminde bana maddi manevi hertürlü yardım eden annem Divan DURAK'a ve babam Abdurrahman DURAK'a, ayrıca canım eşim İnşaat Mühendisi Gamze Nur ÇAKIR DURAK'a gösterdikleri destek ve sabırdan dolayı teşekkür ederim.

Ocak 2020
Ahmet DURAK



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Evsel Atıksu Hakkında Genel Bilgiler.....	2
1.1.1. Evsel atıksu	2
1.1.2. Evsel atıksu karakterizasyonu.....	2
1.2. Atıksuların Arıtılması	5
1.2.1. Atıksu arıtma yöntemleri	5
1.2.2. Atıksu arıtma tesislerinin genel yapısı.....	6
1.2.3. Birinci kademe arıtıma (fiziksel arıtma)	7
1.2.4. İkinci kademe arıtma (kimyasal arıtma)	8
1.2.5. Biyolojik arıtma	8
1.2.5.1. Klasik aktif çamur (kaç)	9
1.2.5.2. Uzun havalandırılmalı aktif çamur	10
1.2.5.3. Oksidasyon hendekleri	10
1.2.5.4. Damlatmalı filtreler	11
1.2.5.6. Biyodisk.....	12
1.2.6. İleri arıtma	13
1.2.6.1. Proses konfigürasyonları	14
1.2.6.1.1. Bardenpo prosesi.....	14
1.2.6.1.2. A/O Prosesi	15
1.2.6.1.3. A ² /O Prosesi.....	16
1.2.6.1.4. Phostrip prosesi.....	16
1.2.6.1.5. UCT Prosesi	17
1.2.6.1.6. VİP prosesi.....	18
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	19

	Sayfa
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3.1. Materyal	23
3.1.1. Çalışma alanının tanıtımı (Van ili)	23
3.1.1.1. Sanayi ve organize sanayi bölgeleri	25
3.1.1.2. Kanalizasyon altyapısı.....	26
3.1.2. Van Gölü havzası.....	27
3.1.3. Van atıksu arıtma tesisleri	27
3.2. Yöntem.....	28
3.2.1. İskele biyolojik atıksu arıtma tesisi	29
3.2.1.1. Manuel temizlemeli kaba ızgara.....	31
3.2.1.2. Havalandırılmalı kum ve yağ tutucular	31
3.2.1.3. Ön çökeltme havuzları.....	32
3.2.1.4. Havalandırma havuzları	33
3.2.1.5. Son çökeltme havuzları	33
3.2.1.6. Çamur yoğunlaştırma havuzları	34
3.2.1.7. Çamur susuzlaştırma	34
3.2.1.8. Çamur kurutma yatakları.....	34
3.2.2. Edremit İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi	35
3.2.2.1. Otomatik temizlemeli kaba ve ince ızgara	38
3.2.2.2. Havalandırılmalı kum tutucu ve yağ tutucu	39
3.2.2.3. Biyolojik fosfor giderme havuzu.....	40
3.2.2.4. Havalandırma havuzları	41
3.2.2.5. Son çöktürme havuzları.....	41
3.2.2.6. Çamur susuzlaştırma ünitesi.....	42
3.2.3. Gevaş ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi	43
3.2.3.1. Otomatik temizlemeli kaba ve ince ızgara	46
3.2.3.2. Havalandırılmalı kum tutucu ve yağ tutucu	47
3.2.3.3. Biyolojik fosfor giderme havuzu.....	48
3.2.3.4. Havalandırma havuzları	48
3.2.3.5. Son çöktürme havuzları.....	49
3.2.3.6. Çamur susuzlaştırma ünitesi.....	50
3.2.4. Başkale ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi.....	51
3.2.4.1. Mekanik temizlemeli kaba ve ince ızgara	54

	Sayfa
3.2.4.2. Havalandırmalı kum tutucu ve yağ tutucu	54
3.2.4.3. Biyolojik fosfor giderme havuzu.....	55
3.2.4.4. Havalandırma havuzları	56
3.2.4.5. Son çöktürme havuzları.....	57
3.2.4.6. Çamur susuzlaştırma ünitesi.....	57
3.2.5. Çelebibağı ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi	58
3.2.5.1. Mekanik temizlemeli kaba ve ince Izgara.....	61
3.2.5.2. Havalandırmalı kum ve yağ tutucu	62
3.2.5.3. Biyolojik fosfor giderme havuzu.....	63
3.2.5.4. Havalandırma havuzları	63
3.2.5.5. Son çöktürme havuzları.....	64
3.2.5.6. Çamur susuzlaştırma ünitesi.....	64
3.2.6. Gölağzı ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi.....	65
3.2.6.1. Mekanik temizlemeli kaba ve ince ızgara	68
3.2.6.2. Havalandırmalı kum ve yağ tutucu	68
3.2.6.3. Biyolojik fosfor giderme havuzu.....	70
3.2.6.4. Havalandırma havuzları	70
3.2.6.5. Son çöktürme havuzları.....	71
3.2.6.6. Çamur susuzlaştırma ünitesi.....	71
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	73
4.1. Proses uygunluğunun incelenmesi.....	73
4.2. Van Atıksu Arıtma Tesislerinde Karşılaşılan Problemler ve Çözümleri.....	77
4.2.1. İskele A.A.T. işletme problemleri ve çözüm önerileri	77
4.2.2. Edremit A.A.T. işletme problemleri, proje hataları ve çözüm önerileri	80
4.2.3. Gevaş A.A.T. işletme problemleri, proje hataları ve çözüm önerileri.....	84
4.2.4. Başkale A.A.T. işletme problemleri, proje hataları ve çözüm önerileri	89
4.2.5. Çelebibağı A.A.T. işletme problemleri, proje hataları ve çözüm önerileri	92
4.2.6. Gölağzı A.A.T. işletme problemleri, proje hataları ve çözüm önerileri	96
5. SONUÇ.....	99
KAYNAKLAR.....	103
EKLER	109

ÖZ GEÇMİŞ..... 111



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Evsel atık suyun tipik özellikleri	3
Çizelge 1.2. Atıksuyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ve kirlilik kaynakları.....	4
Çizelge 1.3. Atıksu arıtımında kirletici parametreler ve önemi	5
Çizelge 1.4. Atıksu arıtma yöntem ve teknikleri.....	6
Çizelge 1.5. Atıksu arıtma işlemleri ve fonksiyonları.....	7
Çizelge 2.1. Farklı arıtma tesislerdeki atıksuların giriş karakterizasyonu	21
Çizelge 3.1. Van ili sıcaklık, yağış nem değerleri.....	24
Çizelge 3.2. Van İli Sanayi Siteleri.....	25
Çizelge 3.3. Van ili Atıksu Arıtma tesislerine ilişkin bilgiler.....	28
Çizelge 3.4. İskele A.A.T tasarım debileri.....	31
Çizelge 3.5. Edremit A.A.T. tasarım debileri	37
Çizelge 3.6. Edremit A.A.T. kirlilik yükleri ve konsantrasyonlar	37
Çizelge 3.7. Edremit A.A.T. kaba ızgara özellikleri.....	38
Çizelge 3.8. Edremit A.A.T. ince ızgara özellikleri.....	39
Çizelge 3.9. Edremit A.A.T. giriş pompa istasyonu	39
Çizelge 3.10. Edremit A.A.T. havalandırılmalı kum tutucu ve yağ tutucu özellikleri	40
Çizelge 3.11. Edremit A.A.T. biyolojik fosfor giderme havuzu özellikleri.....	40
Çizelge 3.12. Edremit A.A.T. havalandırma havuzları özellikleri.....	41
Çizelge 3.13. Edremit A.A.T. son çöktürme havuzları özellikleri.....	42
Çizelge 3.14. Edremit A.A.T. çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri.....	43

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.15. Gevaş A.A.T. tasarım.....	45
Çizelge 3.16. Gevaş A.A.T. Kirlilik Yükleri ve Konsantrasyonlar	45
Çizelge 3.17. Gevaş A.A.T. kaba ızgara özellikleri.....	46
Çizelge 3.18. Gevaş A.A.T. ince ızgara özellikleri.....	46
Çizelge 3.19. Gevaş A.A.T. havalandırılmalı kum tutucu ve yağ tutucu özellikleri	47
Çizelge 3.20. Gevaş A.A.T. giriş pompa istasyonu özellikleri	47
Çizelge 3.21. Gevaş A.A.T. biyolojik fosfor giderme havuzu özellikleri	48
Çizelge 3.22. Gevaş A.A.T. denitrifikasyon (anoksik) havuzların özellikleri.....	49
Çizelge 3.23. Gevaş A.A.T. nitrifikasyon (oksik) havuzların özellikleri	49
Çizelge 3.24. Gevaş A.A.T. son çökeltme havuzu özellikleri	50
Çizelge 3.25. Gevaş A.A.T. çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri.....	50
Çizelge 3.26. Başkale A.A.T. tasarım debileri.....	53
Çizelge 3.27. Başkale A.A.T. kirlilik Yükleri ve Konsantrasyonlar.....	53
Çizelge 3.28. Başkale A.A.T. kaba ızgara özellikleri	54
Çizelge 3.29. Başkale A.A.T. ince ızgara özellikleri	54
Çizelge 3.30. Başkale A.A.T. havalandırılmalı kum tutucu ve yağ tutucu özellikler	55
Çizelge 3.31. Başkale A.A.T. giriş pompa istasyonu özellikleri	55
Çizelge 3.32. Başkale AAT Biyolojik fosfor giderme havuzu (anaerobik havuzlar) özellikleri	56
Çizelge 3.33. Başkale A.A.T. havalandırma havuzların özellikleri.....	56
Çizelge 3.34. Başkale A.A.T. son çöktürme havuzları özellikleri.....	57
Çizelge 3.35. Başkale A.A.T. çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri	57
Çizelge 3.36. Çelebibağı A.A.T. tasarım debileri	60
Çizelge 3.37. Çelebibağı A.A.T. kirlilik yükleri ve konsantrasyonlar.....	60

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.38. Çelebibağ A.A.T. kaba ızgara özellikleri.....	61
Çizelge 3.39. Çelebibağ A.A.T. ince ızgara özellikleri	61
Çizelge 3.40. Çelebibağ A.A.T. havalandırmalı kum tutucu ve yağ tutucu özellikleri	62
Çizelge 3.41. Çelebibağ A.A.T. giriş pompa istasyonu özellikleri.....	62
Çizelge 3.42. Çelebibağ A.A.T. biyolojik fosfor giderme havuzu özellikleri	63
Çizelge 3.43. Çelebibağ A.A.T. havalandırma havuzlarının özellikleri	64
Çizelge 3.44. Çelebibağ A.A.T. son çöktürme havuzları özellikleri	64
Çizelge 3.45. Çelebibağ A.A.T. çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri	65
Çizelge 3.46. Gölağzı A.A.T. tasarım debileri.....	67
Çizelge 3.47. Gölağzı A.A.T. kirlilik yükleri ve konsantrasyonlar verilmiştir.....	67
Çizelge 3.48. Gölağzı A.A.T. kaba ızgara özellikleri	68
Çizelge 3.49. Gölağzı A.A.T. ince ızgara özellikleri	68
Çizelge 3.50. Gölağzı A.A.T. havalandırmalı kum tutucu ve yağ tutucu özellikleri	69
Çizelge 3.51. Gölağzı A.A.T. giriş pompa istasyonu özellikleri	69
Çizelge 3.52. Gölağzı A.A.T. biyolojik fosfor giderme havuzu özellikleri.....	70
Çizelge 3.53. Gölağzı A.A.T. havalandırma havuzlarının özellikleri.....	70
Çizelge 3.54. Gölağzı A.A.T. son çöktürme havuzları özellikleri.....	71
Çizelge 3.55. Gölağzı AAT Çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri	71
Çizelge 4.1. İskele A.A.T. Kış dönemi (Ocak 2018) ve Yaz dönemi (Temmuz 2018) tesis giriş-çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri.....	79
Çizelge 4.2. Edremit A.A.T. Kış dönemi (Ocak 2018) ve Yaz dönemi (Temmuz 2018) tesis giriş-çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri.....	83
Çizelge 4.3. Gevaş A.A.T. Kış dönemi (Ocak 2018) ve Yaz dönemi (Temmuz 2018) tesis giriş-çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri.....	88

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.4. Başkale A.A.T. Kış dönemi (Ocak 2018) ve Yaz dönemi (Temmuz 2018) tesis giriş-çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri	91
Çizelge 4.5. Çelebibağı A.A.T. Kış dönemi (Ocak 2018) ve Yaz dönemi (Temmuz 2018) tesis giriş ve çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri	95
Çizelge 4.6. Gölağzı AAT Kış ayı (Ocak 2018) ve Yaz ayı (Temmuz 2018) tesis giriş ve çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri	97



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Tipik evsel atıksu arıtma tesisi akım şeması	6
Şekil 1.2. Aktif çamur arıtma prosesi akım şeması	9
Şekil 1.3. Uzun havalandırmalı aktif çamur	10
Şekil 1.4. Oksidasyon hendeği	11
Şekil 1.5. Damlatmalı filtre	12
Şekil 1.6. Biyodisk	13
Şekil 1.7. Bardenpho prosesi	15
Şekil 1.8. A/O prosesi.....	15
Şekil 1.9. A ² /O Prosesi	16
Şekil 1.10. PhoStrip prosesi.....	17
Şekil 1.11. UCT prosesi.....	17
Şekil 1.12. VİP prosesi	18
Şekil 3.1. Hakim rüzgar yönleri.	25
Şekil 3.2. Van İskele atıksu arıtma tesisi.....	29
Şekil 3.3. İskele atıksu arıtma tesisi akım şeması.	30
Şekil 3.4. Edremit atıksu arıtma tesisi.	36
Şekil 3.5. Edremit A.A.T.uydu görüntüsü.....	36
Şekil 3.6. Gevaş atıksu arıtma tesisi.	44
Şekil 3.7. Gevaş A.A.T.uydu görüntüsü.....	44
Şekil 3.8. Başkale atıksu arıtma tesisi.	52
Şekil 3.9. Başkale AAT uydu görüntüsü.	52
Şekil 3.10. Çelebibağı A.A.T.uydu görüntüsü.	59

Şekil	Sayfa
Şekil 3.11. Çelebibağı atıksu arıtma tesisi.....	59
Şekil 3.12. Gölağzı atıksu arıtma tesisi.	66
Şekil 3.13. Gölağzı A.A.T.uydu görüntüsü.	66
Şekil 4.1. Gevaş A.A.T. havalandırma havuzu difüzör ve mikser onarım çalışmaları	86
Şekil 4.2. Şişme meydana gelen difüzörler.	93
Şekil 4.3. Havalandırma havuzunda hasar gören difüzörler.....	93



SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
A/O	Anoksik/Oksik
A²/O	Anaerobik-Anoksik/Oksik
UCT	University of Cape Town
VIP	Virginia Initiative Plant
AKM	Askıda Katı Madde
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
BOİ	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
BOİs	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
ÇHİ / SVI	Çamur Hacim İndeksi
F/M	Besin/Biyokütle (Food/Mass)
IWA	Uluslararası Su Birliği
İBAAT	İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi
VASKİ	Van Su ve Kanalizasyon İdaresi
TN	Toplam Azot
TP	Toplam Fosfor
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
UAC	Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur
KAAY	Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği
AAT	Atıksu Arıtma Tesisi
SRT	Çamur Yaşı
ÇO	Çözünmüş Oksijen

Kısaltmalar**Açıklama****UKM**

Uçucu Katı Madde

KAÇ

Klasik Aktif Çamur

MBR

Mebran Biyoreaktör

TÜİK

Türkiye İstatik Kurumu

Kfw

Alman Kalkınma Bankası

AB

Avrupa Birliği

YDA

Yaşam Döngüsü Analizi

KSS

Küçük Sanayi Sitesi

ASAT

Atıksu Arıtma Tesisi

TOKİ

Toplu Konut İdaresi Başkanlığı

MLSS

Askıda Katı Madde

VSS

Uçucu askıda katı madde

l

Litre

mg

Miligram

mm

Milimetre

m

Metre

m²

Metrekare

m³

Metreküp

N

Azot

P

Fosfor

Q

Debi

g

gram

pH

Çözeltildeki Hidrojen Konsantrasyonu

Kısaltmalar**Açıklama****V**

Hacim

dk

dakika

h

saat

N₂

Azot Gazı

ha

Hektar

m³/h

meteküp/saat

kg

Kilogram

mbar

Milibar



1. GİRİŞ

Nüfus artışı, teknolojinin gelişmesi ve hayat standartlarının yükselmesi gibi nedenlerle dünyada ve ülkemizde atıksu üretimi artmıştır. Oluşan bu atıksuların kontrolsüz bir şekilde doğaya verilmesi çevre sorunlarına yol açmaktadır. Evsel atıksularda sağlığı tehdit eden etkenlerin (bakteriler, virüsler, parazitler ve solucan yumurtaları) göz önüne bulundurulması gerekmektedir. İyi arıtılmış atıksularda dahi, hastalık yapıcı patojenlerin bir kısmı kalmış olabileceğinden atıksular arıtıldıktan sonra dezenfeksiyon işleminden geçirilerek hastalık yapıcı patojenlerin giderilmesi sağlanmalıdır (Samsunlu, 2008).

Yaşamın temel kaynağı olan su, günlük yaşamda çok farklı alanlarda kullanıldığından sürekli kirlenmekte ve bunun sonucunda atıksu haline dönüşmektedir. Atıksuların arıtılması; suların çeşitli alanlarda kullanılmasına bağlı olarak atıksu haline dönüşmesi ile birlikte kısmen kaybettikleri fiziksel, kimyasal, biyolojik özellikleri yeniden kazandırabilmek veya salındıkları ekolojik çevreye zarar vermelerini önlemek için uygulanan arıtma iş ve işlemleri biçiminde tanımlanabilir (Sekaran ve ark., 2007).

Evsel atıksu arıtımı geçmişte yalnızca karbon giderimi olarak yapılmaktaydı. Günümüzde karbon giderimiyle beraber azot ve fosforun da arıtılması zorunlu hale gelmiştir (Villaverde, 2004). Evsel atıksuların arıtılmasında biyolojik arıtım prosesleri son dönem itibarıyla fiziksel ve kimyasal proseslere göre daha çok tercih edilmektedir (Chen ve ark., 2011). Evsel atıksuların arıtılmasında çoğunlukla kullanılan biyolojik prosesler; aerobik oksidasyon, nitrifikasyon, denitrifikasyon ve fosfor giderimi prosesleridir. Evsel atıksulardan karbon, fosfor ve azot giderimi; ekonomik ve daha az atık çamur oluşumu gibi özelliklerinden dolayı aktif çamur sistemleri ile yapılmaktadır (Vaiopoulou ve ark., 2008). Bu üstünlüklere rağmen aynı işletme koşullarında ototrofik ve heterotrofik bakterilerin ve fosfor depolayan organizmaların enerji eldesi ve çoğalma, büyüme amacı ile rekabetlerinden dolayı eş zamanlı organik madde ve nütrient giderimini maksimize etmek çok zordur (Chen ve ark., 2011).

1.1. Evsel Atıksu Hakkında Genel Bilgiler

1.1.1. Evsel atıksu

Evsel atıksular, çoğunlukla yerleşim bölgelerinden ve evsel faaliyetler (banyo, mutfak, tuvalet, ev temizliği, çamaşır yıkama vs.) ile toplumun günlük yaşam faaliyetlerinin yer aldığı okul, hastane, otel, iş yerleri gibi hizmet sektörlerinden kaynaklanan atıksulardır (Açıktepe, 2016).

1.1.2. Evsel atıksu karakterizasyonu

Evsel atıksular genellikle organik madde, besi maddesi (nütrientler) ve askıda katılardan meydana gelmektedir (Tsang ve ark., 2008). Ayrıca evsel atıksular insan bağırsağında yaşayan hastalık yapıcı mikroorganizmaları da (Salmonellas, helminths ova, protozoa cysts, toplam koliform, fekal koliform,) içermektedir (Sekaran ve ark., 2007). Atıksu arıtımında kullanılan biyolojik proseslerin genel amaçları; (1) Alıcı ortam sularında yüksek miktarda çözünmüş oksijen (ÇO) tüketimine sebep olan organik maddelerin giderilmesi, (2) Kolloidal formda ve askıda katı maddelerin giderilmesi ve (3) Hastalık yapıcı mikroorganizmaların minimize edilmesi olarak sıralanabilir. Evsel atıksuların bir diğer önemli özelliği ise yüksek miktarda nütrient (azot ve fosfor) bulundurmaları ve alıcı ortamlarda ötrofikasyona sebep olmasıdır. (Zhang ve ark., 2009). Ötrofikasyon genellikle göllerde ve yavaş akışlı nehirlerde etkisini göstermektedir (Mulkerrins ve ark., 2004). Ötrofikasyon ile birlikte amonyak da suda yaşayan balık ve diğer canlılar üzerinde toksik etkiye sebep olmaktadır (Liu ve ark., 2009).

Evsel atıksuların karakterizasyonu ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Evsel atıksuların bazı karakteristik özellikleri Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Evsel atık suyun tipik özellikleri (Metcalf ve Eddy, 2003)

Parametre	Birim	Kuvvetli	Orta	Zayıf
KOİ (toplam)	mg/L	1200	750	500
KOİ (çözünmüş)	mg/L	480	300	200
KOİ (askıda)	mg/L	720	450	300
BOİ ₅	mg/L	560	350	230
KOİ/BOİ ₅	mg/L	3,5	2,5	1,5
Toplam Azot (TN)	mg/L	100	60	30
NH ⁺ ₄ -N	mg/L	75	45	20
Toplam Fosfor	mg/L	25	15	6
Ortofosfor	mg/L	15	10	4
AKM	mg/L	350	220	100
UKM	mg/L	480	320	200
Alkalinite	mg/L	200	100	50
İletkenlik	mS/cm	1200	1000	700
Yağ ve Gres	mg/L	150	100	50
pH		8,00	7,50	7,00

Evsel atık suyun; fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini oluşturan kirlilik kaynakları Çizelge 1.2’de, atıksudaki çeşitli parametreler ve bunların etkileri ise Çizelge 1.3’de açıklanmaktadır.

Çizelge 1.2. Atıksuyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ve kirlilik kaynakları (Metcalf ve Eddy, 2003)

	Atıksu Karakteristiği	Kaynak
Fiziksel Özellikler	Renk	Evsel ve endüstriyel atıklar, organik maddelerin doğal bozunması
	Koku	Ayrışan/bozunan atıksu ve endüstriyel atıklar
	Katı madde	Evsel su temini, evsel ve endüstriyel atıklar, toprak erozyonu, sızma
	Sıcaklık	Evsel ve endüstriyel atıklar
Kimyasal Bileşenler		Organik
	Karbonhidratlar ve yağ-gres	Evsel, ticari ve endüstriyel atıklar
	Pestisitler	Tarımsal atıklar
	Fenol	Endüstriyel atık
	Proteinler ve mikrokirleticiler	Evsel, ticari, ve endüstriyel atık
	Yüzeysel dezenfektanlar	Evsel, ticari, ve endüstriyel atık
	Uçucu organik bileşikler	Evsel, ticari, ve endüstriyel atık
	Diğerleri	Organik maddelerin doğal bozunması
		İnorganik
	Alkalinite ve klorür	Evsel atıklar, evsel su temini, yer altı suyunda sızma
	Ağır metal	Endüstriyel atıklar
	Azot	Evsel ve tarımsal atıklar
	pH ve mikrokirleticiler	Evsel, ticari ve endüstriyel atıklar
	Fosfor	Evsel, ticari ve endüstriyel atıklar; doğal yüzeysel akış
Sülfür	Evsel, ticari ve endüstriyel atıklar	
	Gazlar	
Hidrojen sülfür ve metan	Evsel atıkların ayrışması	
Biyolojik Bileşenler	Hayvanlar ve bitkiler	Açık kanallar/dereler ve arıtma birimleri
	Bakteriler	Evsel atıklar, yüzeysel susan sızma, arıtma birimleri
	Virüsler	Evsel atıklar

Çizelge 1.3. Atıksu arıtımında kirletici parametreler ve önemi (Metcalf ve Eddy, 2003)

Kirleticiler	Önemi
Askı Katı Madde	Alıcı ortamda sediment birikimine ve anaerobik koşulların oluşmasına neden olur.
Biyolojik Ayrışabilir Organikler	BOİ ve KOİ olarak ölçülen bu maddeler oksijeni tüketerek septik ortamın oluşmasına neden olurlar.
Patojenler (Hastalık Yapıcı Mikroorganizmalar)	Hastalıklara sebep olurlar.
Besi Maddeleri (nütrient)	Azot ve fosfor mikroorganizma büyümesi için gerekli besi maddeleridir. Suda yaşayan canlıların (alg gibi) aşırı büyümesine neden olurlar.
Mikrokirleticiler	Kanserojen, mutajen, teratojen ve yüksek zehirlilikte maddelerdir.
Kalıcı Organikler	Konvansiyonel arıtma metotlarına direnç gösteren ve bu yöntemle arıtılmayan organiklerdir (fenol, pestitler, dezenfektanlar gibi).
Ağır Metaller	Ticari ve endüstriyel faaliyetlerden atıksuya karışan maddelerdir.
Çözünmüş İnorganikler	Ca, Na, SO ₄ gibi evsel su temininde suya eklenen maddelerdir. Atıksu tekrar kullanılacaksa giderilmeleri gerekir.

1.2. Atıksuların Arıtılması

1.2.1. Atıksu arıtma yöntemleri

Evsel atıksular kirletici özelliklerinden dolayı arıtma işleminden geçirilmeden alıcı ortamlara verilmemelidir. Atıksu arıtma işlemi atıksuyun karakterizasyonuna ve alıcı ortamın özelliklerine bağlıdır. Kirletici maddeler su içinde çözülmüş ve kolloidal durumda bulunmaktadır (Sekaran ve ark., 2007).

Evsel atıksuların arıtılmasında kullanılan yöntemler:

- ✓ Fiziksel arıtma
- ✓ Biyolojik arıtma
- ✓ İleri arıtma olmak üzere 3'e ayrılır.

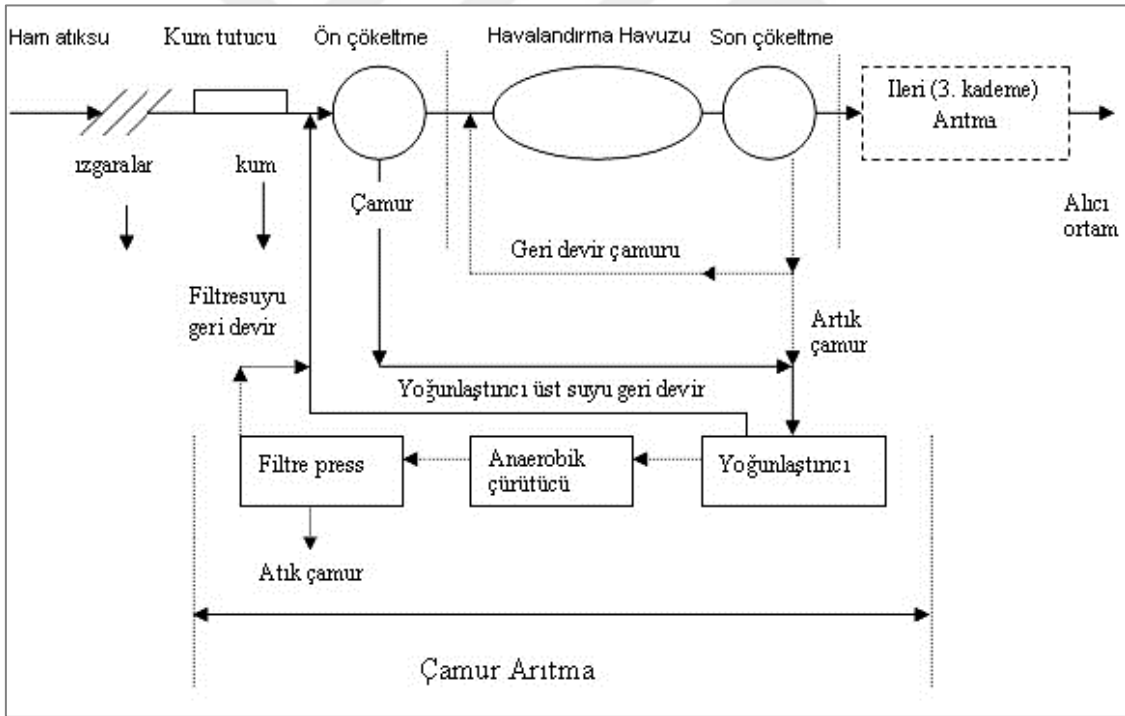
Çizelge 1.4'de atıksu arıtma yöntem ve teknikleri verilmiştir.

Çizelge 1.4. Atıksu arıtma yöntem ve teknikleri (Topacık, 1987)

Fiziksel Arıtma	Biyolojik Arıtma	İleri Arıtma
Izgara	Aktif çamur	Nitrifikasyon+denitrifikasyon
Elek	Damlatmalı filtre	Yumaklaştırma+çökeltme
Kum ve yağ tutucu	Biyodiskler	Filtrasyon
Filtreler	Havalandırılmalı lagünler	MBR
Çökeltme havuzu	Stabilizasyon havuzları	Karbon adsorpsiyonu
Dengeleme	Anaerobik arıtma	İyon değişirme
	Doğal arıtma	

1.2.2. Atıksu arıtma tesislerinin genel yapısı

Arıtılmış veya ham atıksular nehir, göl, gölet, deniz, dere gibi alıcı ortamlara verilmekte veya nadiren zemine sızdırılmaktadır. Tipik bir evsel atıksu arıtma tesisi akım şeması Şekil 1.1’de verilmektedir (Samsunlu, 2011).



Şekil 1.1. Tipik evsel atıksu arıtma tesisi akım şeması (Samsunlu, 2011).

Atıksuların arıtılmadan alıcı ortama deşarj edilmesi sonucu ötrifikasyona, anaerobik bir ortamın oluşmasına, sucul organizma ölümlerine ve koku oluşumuna neden olmaktadır. Arıtılmamış atıksuların alıcı ortama deşarjı kolera, sarılık, tifo gibi enfeksiyon hastalıklarının artmasına sebep olmaktadır, ayrıca bu durum suların tekrar endüstride ve tarımda kullanılmasını azaltmaktadır veya tamamen engellemektedir. Atıksuların arıtılma amacı, yüzeysel su kaynaklarının ve yeraltı sularının kirletilmesini engellemek, çevre ve toplum sağlığının korunmasını sağlamaktır (Samsunlu, 2008).

Evsel atıksu arıtma tesislerinde yaygın olarak kullanılan arıtma işlemleri ve fonksiyonları Çizelge 1.5’te verilmiştir.

Çizelge 1.5. Atıksu arıtma işlemleri ve fonksiyonları (Metcalf ve Eddy,1991)

İşlem	Fonksiyon
Izgara ve elekler	İri askıda veya yüzen maddelerin ayrılması
Kum Tutucu	İnorganik iri çökelebilen maddelerin ayrılması
Ön Çökeltme	Yerçekimiyle çökebilen maddelerin ayrılması
Biyolojik Reaktörler (Aktif çamur)	Çözünmüş ve yarı çözünmüş organik maddelerin giderimi
Son çökeltme havuzu	Arıtma sırasında oluşan biyolojik ve kimyasal yumakların sudan ayrılması
Dezenfeksiyon	Hastalık yapan mikroorganizmaların ve bakterilerin giderimi
Koagülasyon	Partikül büyüklüğünü artırmak için kimyasal madde ilave ederek karıştırma
Nitrifikasyon	Besi maddesi giderimi (amonyağın nitrite dönüştürülmesi)
Denitrifikasyon	Besi Maddesi giderimi (nitrit ve nitratın biyolojik reaksiyonlara giderim)

1.2.3. Birinci kademe arıtıma (fiziksel arıtma)

Fiziksel arıtma atıksuda mevcut çökelebilen, yüzebilen katı maddelerin, çözünmüş organik/inorganik maddelerin ve gazların giderilmesi maksadıyla uygulanan işlemlerdir. Atıksu arıtma tesislerinde fiziksel işlemlerde; ızgara ve elekler, öğütücüler/parçalayıcılar, kum tutucular, havalandırıcılar, dengeleme havuzları, yüzdürme (flotasyon) havuzları, filtreler, membran prosesler, çökeltim havuzları gibi sistemler kullanılmaktadır.

Evsel atıksu arıtımında fiziksel arıtma işlemlerinin iki ana nedeni vardır. Birincisi atıksu arıtma tesislerindeki boru ve kanalların tıkanmasının önlenmesi amacıyla atıksudaki kaba malzemelerin giderilmesidir. İkincisi ise arıtma tesisindeki diğer ünitelere gelecek yüklerin minimize edilmesidir. Fiziksel arıtma süreçleri ile diğer

arıtma süreçlerinin hidrolik yüklemesi azaltılmaktadır. Bu işlemler çok basit ve ekonomik olmaktadır. Ayrıca fiziksel arıtma biyolojik arıtma öncesi bir hazırlık aşamasıdır (Kargı, 1995).

1.2.4. İkinci kademe arıtma (kimyasal arıtma)

Kimyasal atıksu arıtma prosesleri kısmen evsel atıksu arıtımında çoğunlukla da endüstriyel atık suların arıtımında kullanılan sistemlerdir. Bu sistemlerde atık suyun karakterizasyonuna bağlı olarak endüstriyel nitelikli atıksulara, jar testlerine göre kimyasal maddeler eklenmektedir. Kimyasal arıtma yöntemlerinden koagülasyon/flokülasyon sistemleri ile atıksuda bulunan askıda katı maddeler yumaklar halinde çökeltilerek sudan giderilmesi sağlanır. Kimyasal arıtma sistemi ile askıda katı madde, ağır metal, KOİ, BOİ ve fosfor gibi kirleticilerin giderimi sağlanmaktadır (Röske ve ark., 2003).

1.2.5. Biyolojik arıtma

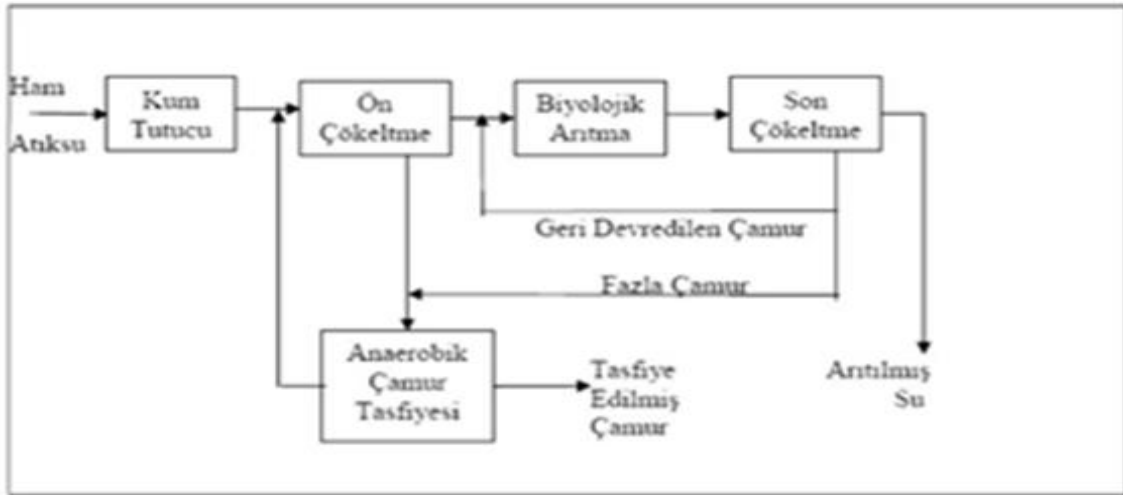
Biyolojik arıtma, atıksudaki organik maddelerin bakteriyolojik faaliyetler ile ayrıştırılarak giderilmesi işlemidir.

Atıksuların karakterizasyonuna bağlı olarak arıtma yöntemleri değişiklik göstermektedir. Günümüzde, biyolojik arıtma yöntemleri atıksulardan azot, fosfor ve karbon giderimi açısından kimyasal arıtma yöntemlerine göre daha kaliteli çıkış suyu elde edilmesi sebebiyle tercih edilmektedir (Vaiopoulou ve ark., 2008). Biyolojik arıtma yöntemlerinin diğer avantajları; (1) Alıcı ortamlardaki toksisitenin azaltılması, (2) oksijen ihtiyacının az olması, (3) Daha az atık çamur oluşumu, (4) çamur çökeltme özelliğinin iyileştirilebilmesi, (5) İşletme kolaylığı ve (6) Kademeli azot ve fosfor gideriminin sağlanabilmesi şeklinde sıralanabilir (Muchie ve ark., 2010). Aktif çamur sistemleri son zamanlarda biyolojik ve ileri atıksu arıtımı (karbon, azot ve fosfor giderimi) amacıyla daha çok tercih edilmektedir (Zhang ve ark., 2007). Aktif çamur sistemleri gibi klasik tekniklerle evsel atıksulardan %95 – 98'in üzerinde organik karbon giderimi sağlanabilmektedir. Bu sistemler yüksek verimlilik ve işletme kolaylığı nedeniyle uygulanmaktadır (Röske ve ark., 2003). Atıksu arıtma tesislerine

karar verirken göz önünde bulundurulması gereken parametreler kısaca; (1) Arıtma maksadı, (2) Alıcı ortam deşarj standartları, (3) Atıksuyun karakterizasyonu, (4) Çeşitli proses ve işlemlerin bir arada uygulanabilirliği, (5) Arıtılmış atıksuyun yeniden kullanımı, (6) Çeşitli proseslerin çevresel ve ekonomik fizibilitesi şeklinde sıralanabilmektedir. Günümüzde azot ve fosforun birlikte giderildiği proseslerde fizibilite çalışmaları yapılmıştır (Jiang ve ark., 2010).

1.2.5.1. Klasik aktif çamur (kaç)

Organik ve inorganik maddeleri içinde bulduran canlı ve ölü mikroorganizmaların karışımı olup biyolojik faaliyetler gösteren çamura aktif çamur denir (Toprak, 1996). Aktif çamur prosesi, sürekli faaliyette olan havalandırmalı derin bir havuz ile bu havuzun çıkışına yerleştirilen çökeltme havuzundan ibarettir. Çökeltim çamuru geri devir ile istenen mikroorganizma konsantrasyonunu sağlamak üzere havalandırma havuzu girişine verilir, bir miktarı da sistemden uzaklaştırılır. Aktif çamur prosesi geri devirsiz olarak da çalıştırılabilir ancak geri devirli sistemler yüksek verimlilik açısından tercih edilmektedir. Şekil 1.2'de aktif çamur arıtım prosesi akım şeması verilmiştir.

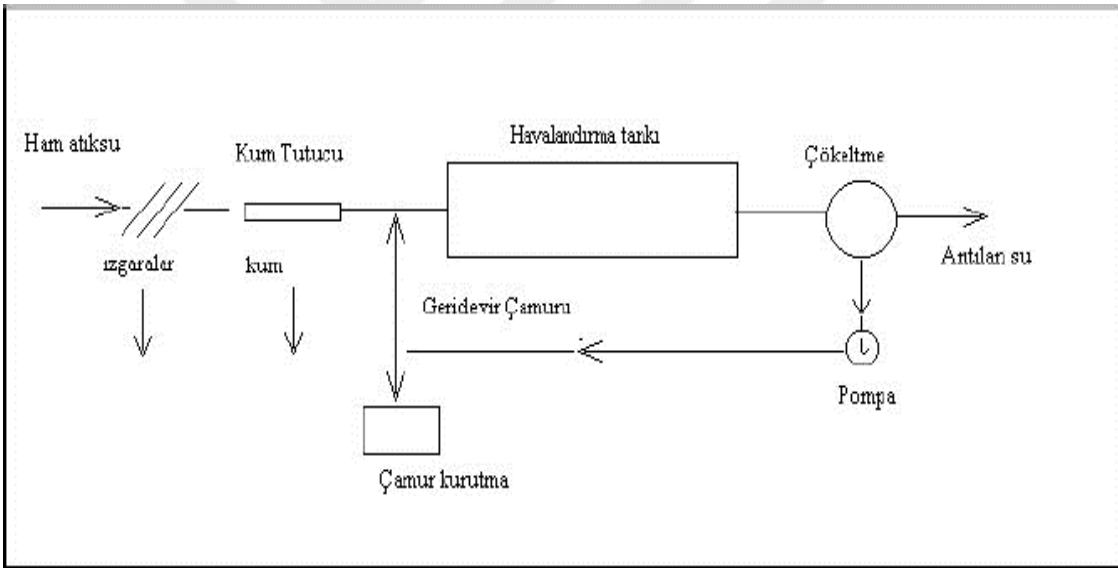


Şekil 1.2. Aktif çamur arıtım prosesi akım şeması (Toprak, 1996).

1.2.5.2. Uzun havalandırmalı aktif çamur

Ön çökeltim havuzu ve çamur çürütücülerinin olmaması ve diğer konvansiyonel arıtma tesislerine göre işletilmesi ve inşası daha kolay olması sebebiyle uzun havalandırmalı aktif çamur sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Öztürk ve ark., 2005).

Şekil 1.3' te gösterilen uzun havalandırmalı aktif çamur prosesinde klasik aktif çamur prosesine göre daha uzun bir havalandırma süresi vardır. Havalandırma süresinin uzun olması sebebiyle mikroorganizmalar büyüme eğrisinde ölme fazında faaliyet gösterirler. Ön çökeltim havuzu bulunmaması sebebiyle tesisten çıkan çamur stabil atık çamurdur. Herhangi bir işlemde geçirilmeden direk kurutma yataklarına veya susuzlaştırma ünitelerine verilir (Eroğlu, 2002).

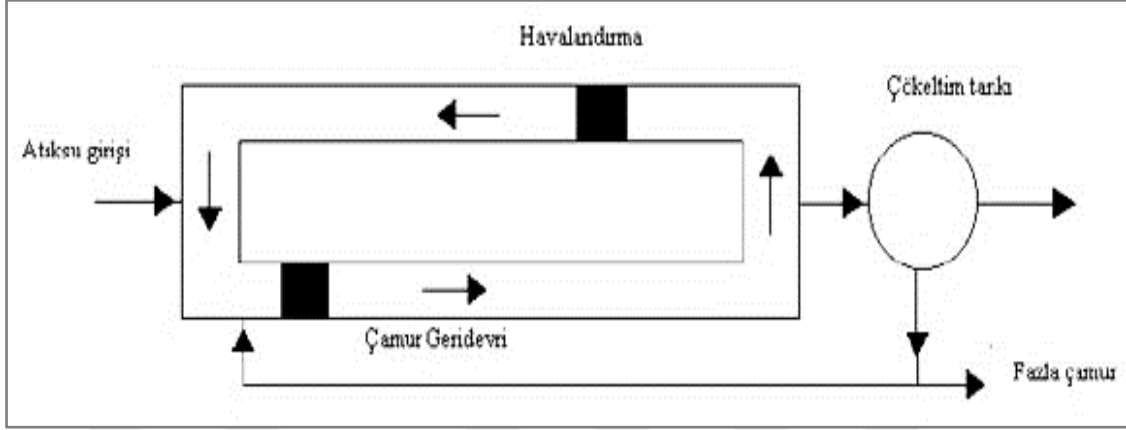


Şekil 1.3. Uzun havalandırmalı aktif çamur (Öztürk ve ark., 2005).

1.2.5.3. Oksidasyon hendekleri

Oksidasyon hendekleri oval veya dairesel şekilli olup mekanik sistemlerle (rotor ya da yüzeysel havalandırıcı) havalandırılırlar (Şekil 1.4). Fiziksel arıtmadan geçirilen atıksu havalandırılarak hendek içinde 0,3-0,4 m/sn yatay hızla hareket ederken mikroorganizmalar aracılığıyla arıtım gerçekleştirilir. Oksidasyon hendekleri genel olarak uzun havalandırmalı aktif çamur özelliğindedir. Oksidasyon hendekleri

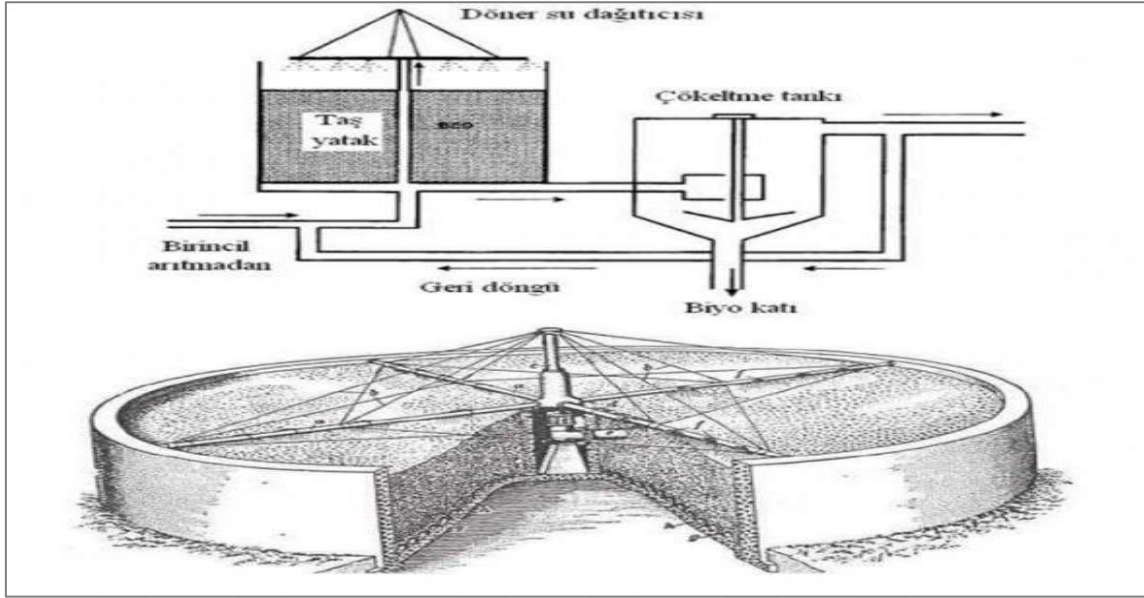
genellikle atıksu debisinin düşük olduğu yerler için tercih edilmektedir (Öztürk ve ark., 2005).



Şekil 1.4. Oksidasyon hendeği (Chen ve ark., 2011).

1.2.5.4. Damlatmalı filtreler

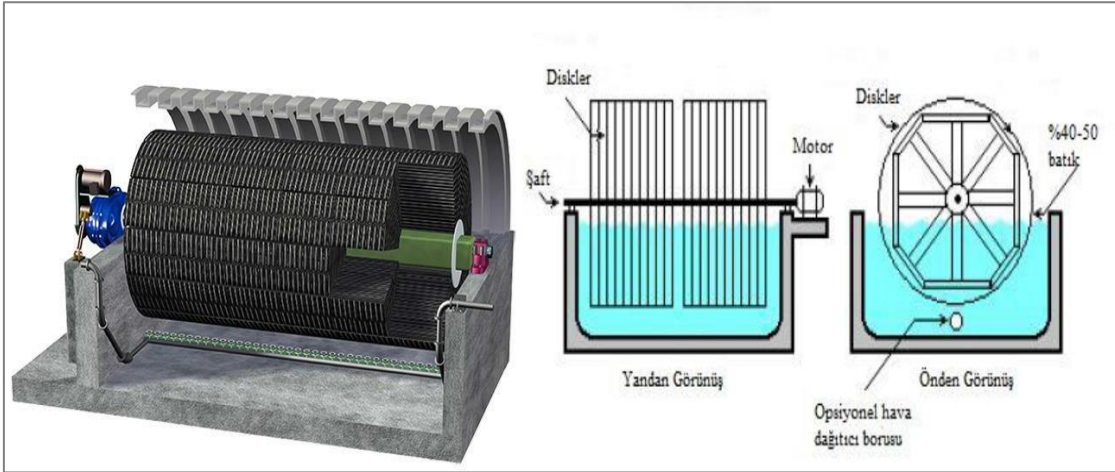
Damlatmalı filtreler, mikroorganizmaların geçirimli dolgu malzemesine tutunarak faaliyet gösterdiği biyolojik arıtma prosesidir (Şekil 1.5). Damlatmalı filtreler dairesel veya dikdörtgen havuz içine dolgu malzemelerinin (kırma taş, plastik vb.) yerleştirilmesiyle meydana gelir. Mikroorganizmalar bu dolgu malzemesi üzerine tutunarak biyofilm tabaka oluştururlar. Böylece fiziksel arıtmadan gelen atıksu dolgu malzemeleri arasından geçerken organik maddeler mikroorganizmalar tarafından giderilir. Yüze tutunan mikroorganizmalar zamanla filtre ortamından kopar ve suya karışırlar. Damlatmalı filtrelerde genel olarak çamur döngüsü yoktur (Kargı, 1995; Eroğlu, 2002). Damlatmalı filtreler, diğer proseslere oranla daha fazla alana ihtiyaç duyarlar, sıcak iklim koşullarında koku, sivrisinek problemi, soğuk iklim koşullarında ise buzlanma sorunları yaşanır (Eroğlu, 2002).



Şekil 1.5. Damlatmalı filtre (Eroğlu, 2002).

1.2.5.6. Biyodisk

Biyodiskler, genel özellikleri ile aktif çamura benzerler. Havalandırma havuzu yerine döner diskler yer almaktadır. Sistem plastikten yapılan 2-3 cm çapında 2-3 cm kalınlığında döner disklerden oluşur. Diskler bir şaft üzerinde birbirine paralel olarak konumlandırılır ve şaft bir motor yardımıyla döndürülür. Atıksu uzun ve derin havuzların içerisine yerleştirilir, diskler atıksu içine %40-50 oranında batık şekilde 2-10 devir/dakika hızlarla döndürülür. Mikroorganizmalar disk yüzeyinde tutunarak gelişirler ve atıksudaki organik maddeleri parçalayarak karbondioksit oksitlerler. Sıcaklık 13°C'nin altında olduğu zamanlarda verimde düşüşler gözlemlenir (Şekil 1.6). Verimlilik açısından düşük olan bu proseslerde aynı zamanda doğal arıtım gerçekleşmektedir (Yıldırım., 2006).



Şekil 1.6. Biyodisk (Şahinkaya, 2014).

1.2.6. İleri arıtma

Konvensiyonel atıksu arıtma tesisleri sadece karbon gideren sistemler olarak bilinirler. İkincil arıtma sonunda çıkış suyunda çözünmüş madde, AKM, organik maddeler (özellikle fosfor, azot vb.) gibi kirletici maddelerin bulunması durumunda ileri arıtım kademesi gereklidir. Atıksulardan fosfor, karbon ve azot giderimi için birden fazla proses kombinasyonu kullanılmaktadır (Ding ve ark., 2011).

Evsel atıksuların ileri arıtılmasında kullanılan yöntemler şunlardır:

- ✓ **Azot Giderme:** Atıksuyun içinde bulunan amonyum iyonları azot bakterileriyle önce nitrite sonrada nitrata dönüştürülür. Bu işleme nitrifikasyon denir. Bir sonraki aşamada ise denitrifikasyon kademesinde nitratlar anoksik şartlar altında azot gazı (N_2) halinde sudan uzaklaştırılır (Ding ve ark., 2011).
- ✓ **Fosfor Giderme:** Fosfor bileşiklerini gidermek amacıyla biyolojik ve kimyasal yöntemler birlikte veya ayrı ayrı kullanılır. Kimyasal arıtma yöntemiyle kimyasal maddeler kullanılarak yüksek pH değerinde fosfor, fosfat tuzları halinde çöktürülür. Biyolojik arıtma yönteminde ise fosfatın mikroorganizmalar tarafından besi maddesi olarak hücrelerine alınması sağlanır (Gomez ve ark., 2007).

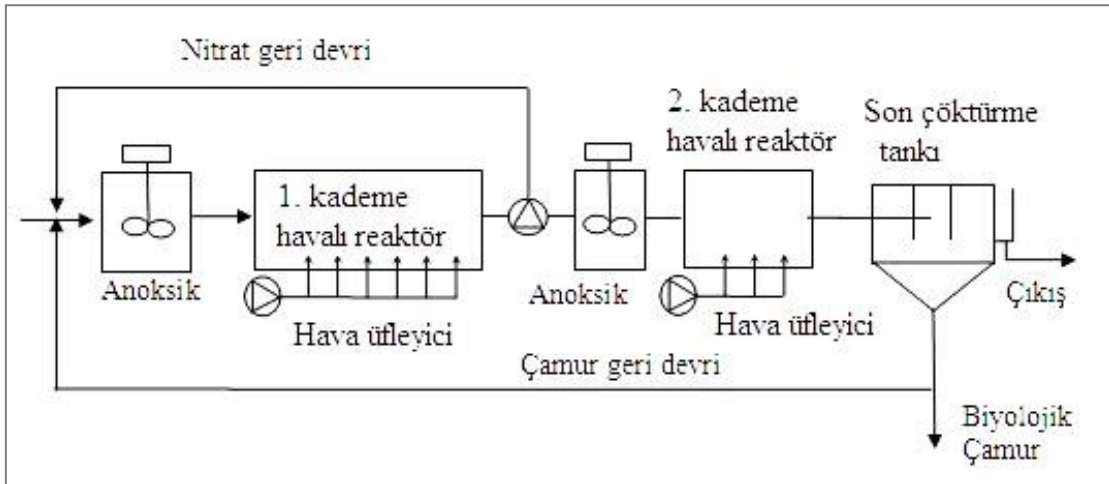
- ✓ Dezenfeksiyon: Arıtma tesisi çıkış sularının alıcı ortama verilmeden önce, suda bulunan hastalık yapıcı virüs ve bakterilerin çeşitli yöntemlerle giderilmesi işlemidir (Öztürk ve ark., 2005).

1.2.6.1. Proses konfigürasyonları

Azot ve fosfor gibi organik maddelerin atıksudan uzaklaştırılması ile ilgili prosesler aşağıda verilmiştir.

1.2.6.1.1. Bardenpo prosesi

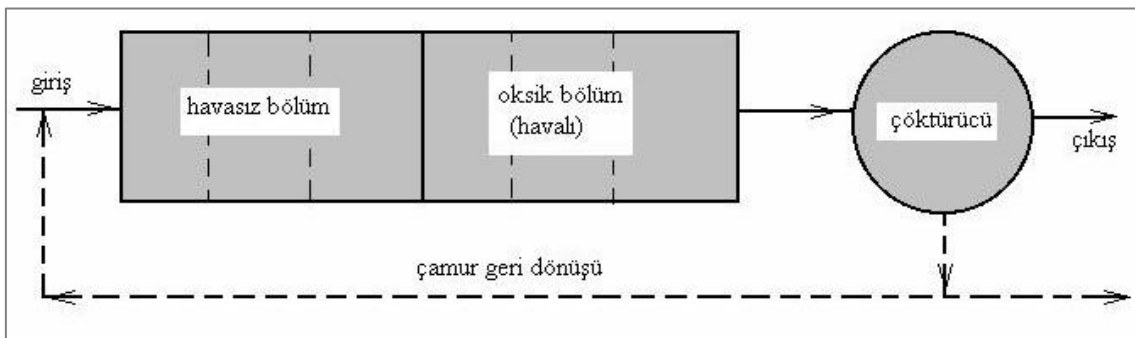
Bardenpho prosesinde denitrifikasyonun oluşabilmesi için atıksudaki karbon, karbon kaynağı olarak kullanılır. Karbon ve azot giderimi (denitrifikasyon ve nitrifikasyon) havuzda ayrı bölümlerde yapılmaktadır. Atıksu ilk olarak anoksik olan denitrifikasyon bölümüne girer. Atıksudaki karbon, geri devredilen atıksudaki nitratın denitrifikasyonunda kullanılır. Denitrifikasyonun hızı organik yükleme ile doğru orantılıdır. Atıksuda bulunan amonyum önce anoksik reaktöre girer ve değişime uğramadan sistemdeki ilk havalandırma havuzuna gelir. Bu havuzdan çıkan nitrifikasyona uğramış atıksu, ikinci anoksik bölüme girer. Bu ikinci bölümde karbon içsel solunum ile sağlanır ve denitrifikasyon reaksiyonu meydana gelir. İkinci havalandırma havuzu azot gazının ortamdaki giderilmesi için kullanılır, genellikle önceki havuza göre küçük olur. İkinci anoksik havuzda son havalandırma bölümünde nitrifikasyon sonucu meydana gelmiş çamurdan ayrılan amonyağın denitrifikasyonu gerçekleşir. Bardenpho prosesi Şekil 1.7’de verilmiştir (EWT, 2007).



Şekil 1.7. Bardenpho prosesi (EWT, 2007).

1.2.6.1.2. A/O Prosesi

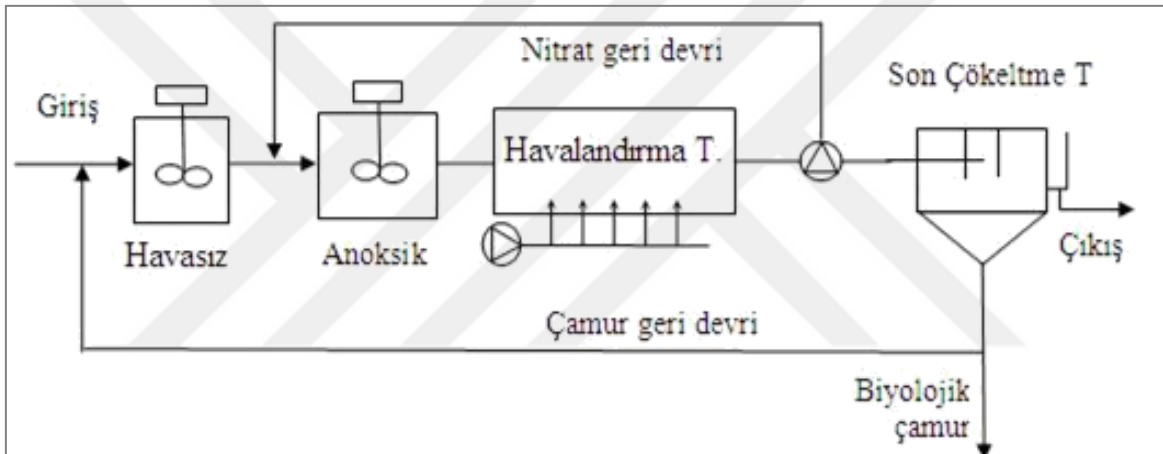
A/O prosesi, askıda çoğalan tek sistemli olarak inşa edilen havalı ve havasız bir havuzdan oluşmaktadır (Şekil 1.8). Bu proses atıksulardan fosfor ve karbonun giderilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Havalandırma havuzunda gerekli bekleme süresi iyi ayarlandığında nitrifikasyon için gerekli koşullar sağlanmış olur. Proseste çamur geri devri giriş atıksuyunun olduğu bölüme yapılır. Havasız koşullardaki reaktörde, geri devri yapılan çamurda bulunan fosfor ortama geri verilir. Havasız ortamda ortaya çıkan fosfor, oksijenli koşullarda yeniden mikroorganizmalarca giderilir. Sonuçta atıksuda bulunan fosfor miktarı azalmış olur. Fosfor giderimi, atıksudaki BOİ/P oranına bağlıdır. Bu oran 10/1'i aştığında çıkış suyundaki fosfor miktarı 1 mg/L veya daha altına düşer. BOİ/P oranının 10/1'den daha küçük olması durumunda metal tuzları ile fosfor giderimi yapılır (Öztürk ve ark., 2005).



Şekil 1.8. A/O prosesi (Öztürk ve ark., 2005).

1.2.6.1.3. A²/O Prosesi

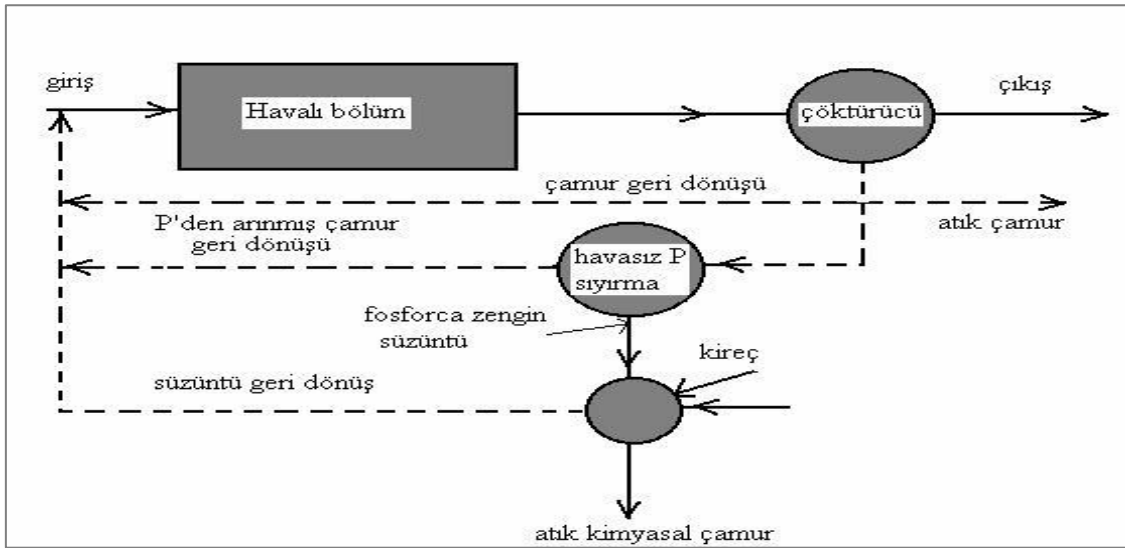
A²/O prosesi, A/O prosesinin modifikasyonudur. A/O prosesine denitrifikasyon reaksiyonunu gerçekleştirmek için bir anoksik reaktör eklenmiştir (Şekil 1.9). Denitrifikasyonun gerçekleştirilebilmesi için, nitrifikasyon reaksiyonunun meydana geldiği aerobik havuzun çıkış suyundan %100-300 oranlarında anoksik bölüme geri devir yapılır. Bu arada fosfor salınımı için çökeltim havuzundan biraz aktif çamur anaerobik bölümün girişine döndürülür. Çıkış suyundaki fosfor miktarı herhangi bir işlem yapılmaksızın 2 mg/L'nin altındadır. Çıkış suyuna filtrasyon işlemi uygulanması sonucu fosfor miktarı 1,5 mg/L'nin altına düşürülebilir (Chen ve ark., 2011).



Şekil 1.9. A²/O Prosesi (Chen ve ark., 2011).

1.2.6.1.4. PhoStrip prosesi

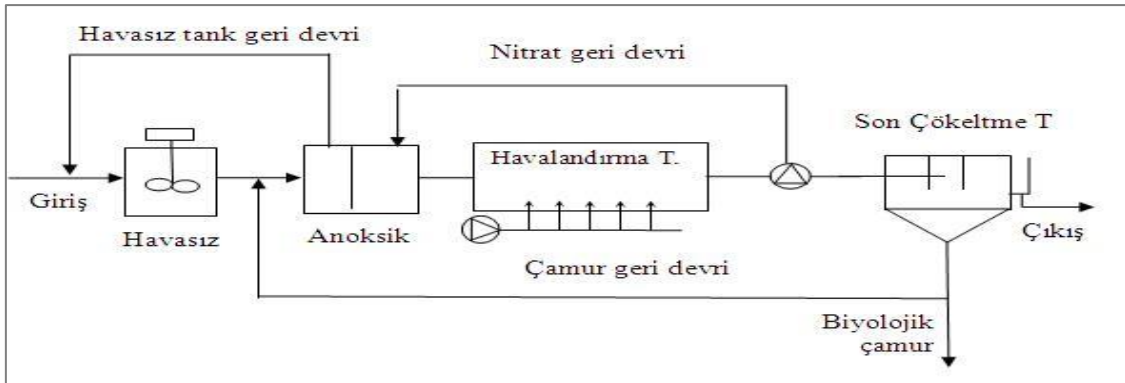
PhoStrip prosesinin çalışma mekanizmasında anaerobik fosfor sıyırma reaktörüne çamur geri devri yapılır. Fosfor sıyırma reaktöründe bekleme süresi 8 ile 10 saat arasında değişmektedir. Fosfor sıyırma bölümünde fosfor mikroorganizmalarca atıksuya salınır, bu şekilde atık suyun içindeki fosfor miktarı artmış olur. Fosfor bakımından zengin atıksu ayrı bir havuza alınır, kimyasal yöntemlerle (kireç veya koagülantlarla) çöktürülmesi sağlanır (Şekil 1.10). Böylece fosfor kimyasal olarak giderilmiş olur (Manav, 2006).



Şekil 1.10. PhoStrip prosesi (Manav, 2006)

1.2.6.1.5. UCT Prosesi

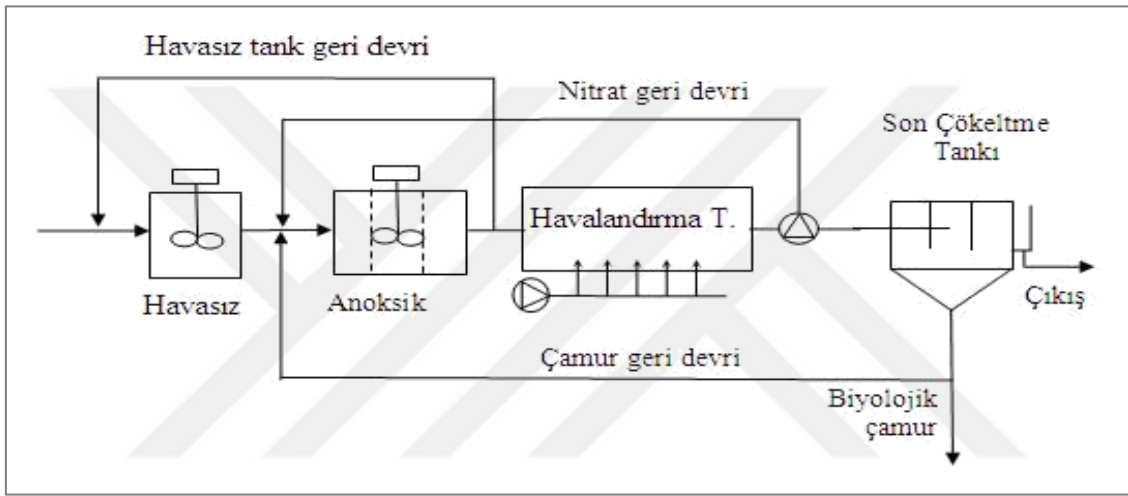
Proses iki özelliği hariç genellikle A^2/O prosesine benzerdir (Şekil 1.11). Aktif çamur geri devri oksik havuz yerine, anoksik havuza geri devri yapılır ve aktif çamur geri devri de anoksik havuzdan anaerobik bölüme yapılır. Aktif çamur anoksik bölüme geri devrettirildiğinde nitrat anaerobik reaktöre girmez, bu durumda anaerobik reaktörde fosforun daha iyi salınımı sağlanmaktadır. Aktif çamur ise anaerobik havuzda organik maddenin kullanımının artışı sağlar. Anoksik havuzdaki karışım, az miktarda nitrat ve önemli miktarda çözünmüş BOI içermektedir. Anoksik havuzda bulunan karışımın geri devri anaerobik bölümde fermentasyon reaksiyon hızı için optimum şartları sağlar (Öztürk ve ark., 2005).



Şekil 1.11. UCT prosesi (Öztürk ve ark., 2005).

1.2.6.1.6. VİP prosesi

VİP prosesi, geri devirler olmaksızın A²/O ve UCT proseslerine benzemektedir. Havalandırma tankı sonrası nitrat geri devri ile biyolojik çamur anoksik bölüme geri devri yapılır. Anoksik havuzdaki aktif çamur anaerobik havuza geri gönderilir (Şekil 1.12). Deney verilerine göre, atıksuda bulunan organik maddenin bir kısmı anaerobik faaliyetler sonucunda giderilir, bu durumda prosesin oksijen ihtiyacı minimuma indiririlir (Metcalf ve Eddy, 2003).



Şekil 1.12. VİP prosesi (Metcalf ve Eddy, 2003).

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Literatürde atıksuların arıtımı ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar çoğunlukla sistemlerin inşa ve işletim maliyetlerinin belirlenmesi, giderim verimlerinin tespiti ve işletme problemlerine yöneliktir.

Kavak (2016), yapmış olduğu çalışmada, atıksu arıtma tesislerinde uygulanan arıtma yöntemlerini araştırmıştır, örneklem olarak Kayseri ili seçilmiştir. Çalışma süresince, Kayseri’de bulunan beş farklı atıksu arıtma tesisinde inceleme yapılmış; pH, askıda katı madde (AKM), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) giriş ve çıkış değerlerini belirlemişlerdir. Analiz sonuçlarına göre AKM, KOİ ve BOİ arıtma verimleri sırasıyla; aktif çamur prosesinde % 98, % 96, % 99; ardışık kesikli reaktörlerde (SBR) % 92, % 91, % 96; membran biyoreaktörlerde (MBR) % 96, % 95, % 99; doğal arıtma yönteminde % 82, % 56, % 60 olarak belirlemişlerdir. MBR uygulanan arıtma tesisinde çıkış suyundaki AKM, KOİ ve BOİ değerleri sırasıyla 5 mg/L, 28 mg/L, 2 mg/L olarak ölçülmüştür.

Çiğdem (2019), atıksu arıtma tesisinin işletme ve performans yönünden değerlendirilmesini araştırmıştır. Tesisin İşletilmesi kapsamında belirli periyotlarda alınan giriş ve çıkış atıksu örnekleri analiz edilerek arıtma tesisinin verimi ve tesisin tasarım kriterleri mevzuat kapsamında değerlendirilmiştir. Tesis kayıtları 01.01.2015-31.03.2018 tarihleri arasında incelenmiş ve tesiste %91 BOİ₅, % 86 KOİ, % 90 AKM, gideriminin sağlandığı gözlenmiştir. Tesisin bu parametrelerde verim değerleri tasarım ve mevzuat yönünden kabul edilebilir olmasına rağmen TN ve TP giderim verimlerinin artırılması gerektiği tespit edilmiştir.

Akyüz (2011), Osmanbey Atıksu Arıtma Tesisinin ilk işletmeye alma sürecinde tesisteki proseslerin arıtma verimlerini inceleyere arıtma sistemlerinin işletme problemlerini tespit etmek ve bu sorunlara çözüm aramak için incelemeler yapmıştır. Arıtma tesisinin Ekim 2009 ile Mayıs 2010 arasındaki 8 aylık işletim süresi boyunca, arıtma tesisi girişi, ön çökeltim havuzu ve biyolojik proseslerden alınan numunelerde KOİ, AKM, UAKM, pH, çözünmüş oksijen ve bulanıklık ölçümleri yapılmış ve kimyasal oksijen ihtiyacı giderim verimleri belirlenmiştir. Aktif Çamur prosesinde yıl boyunca ortalama % 51 KOİ giderimi sağlanmıştır. Yüzey altı akışlı yapay sulakalan

sisteminde; % 72 KOİ giderim verimi elde edilmiştir. Stabilizasyon havuzunda ise % 27 KOİ giderimi sağlanmıştır. Bardenpho (5 basamaklı) sisteminde de KOİ giderim verimini % 62 olarak belirlemiştir.

Turan (2014), kentsel atıksu arıtma tesislerini ve işletme sorunlarını incelemiştir. Kentsel atıksu arıtma tesislerine gelen atıksuların kaynakları, miktarı, özellikleri ve uygulanan arıtım prosesleri değerlendirilerek karşılaşılan işletme sorunları ve sorunlara yönelik çözüm önerileri belirlenmiştir. Kocaeli ilinde faaliyet gösteren 42 Evler Atıksu Arıtma Tesisi ile Plajyolu Atıksu Arıtma Tesisi'nin son iki yıla ait tesis giriş ve çıkış atıksu analiz sonuçları değerlendirilerek atıksu karakterizasyonu yapılmıştır.

Azman (2007), yapmış olduğu çalışmada kentsel nitelikli atıksuların Avrupa Birliği'ndeki önemiyle beraber arıtma süreçlerini incelemiş ve alıcı ortam deşarj standartları ile karşılaştırarak ilgili yasal mevzuat çerçevesinde ülkemizdeki kentsel nitelikli atıksularla ilgili analizler yapmıştır.

Nas (2017), Projesi kapsamında yapılan incelemelerde ülke genelinde projelendirmede, inşaatta ve işletmede yapılan hatalardan dolayı verimli işletilemeyen, atıl durumda olan çok sayıda atıksu arıtma tesisi tespit edilmiştir.

Çizelge 2.1'de dünyanın farklı yerlerinde evsel atıksu karakterizasyonunun gerçekleştirildiği literatür çalışmaları özetlenmiştir (Gupta ve ark., 2001). Hindistan'ın 2 milyon 346 bin nüfuslu Jaipur şehrinde yaptıkları çalışmada evsel atıksuyun KOİ konsantrasyonu yaklaşık 1000 mg/L bulunurken, Abomohra ve ark. (2018), Çin'in Shenzhen şehrinde bulunan yaklaşık 3 bin nüfuslu yüksek okulunda bulunan atıksu arıtma tesisi giriş atıksuyu KOİ konsantrasyonunu ortalama 179,26 mg/L olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 2.1. Farklı arıtma tesislerdeki atıksuların giriş karakterizasyonu (Abomohra ve ark., 2018)

REFERANSLAR	PARAMETRELER								
	KOİ (mg/l)	BOİ (mg/l)	TN (mg/l)	NH ₄ ⁺ -N (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	TOK (mg/l)	TP (mg/l)	pH	Alkalinite (CaCO ₃ mg/l)
Shingare ve ark.(2017).	1350	155,6	-	-	-	-	-	7,43	-
Lie-yu Zhang ve ark.(2010)	570,0	285,2	47,2	35,7	0,22	-	-	-	-
Changyong Wu ve ark.(2007)	182,0	-	84,9	79,1	0,68	-	-	7,56	510,6
Lorena B Guimarães ve ark. (2017)	450	380	-	68	-	-	8	-	-
Yanchen Liu ve ark. (2010)	90–500	35–250	15–60	14–58	0,02–4,5	1,5-6	-	6,8–8,3	220–310
Man-hong Huang ve ark. (2010)	273	96	50–70	-	-	50,3–139	-	7,54	-
Gupta ve ark. (2001)	1000	-	-	110	-	-	102	7,40	300
Tatsuka Ueda ve ark. (1999)	-	135	34	20	-	59	4	-	-
Abomohra ve ark. (2018)	179,26	-	94,38	28,47	-	-	-	6,80	-
Annop ve ark. (2014)	390,6	262	55,5	30,9	-	-	9,5	7,50	-

Alaton- Arslan ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada ülkemizdeki kentsel nitelikli atıksu arıtma sistemlerinin mevcut durumunu özetlemişlerdir. Dört farklı arıtma tesisinin performansı üzerinde ayrıntılı olarak anket çalışması yapmışlardır. Alıcı sulara deşarj limitlerini yürürlükteki yönetmelik ile karşılaştırmışlardır. Sulama amaçlı atıksuların uygunluğunu mevcut sulama suyu kalite standartlarına göre

değerlendirmişlerdir. Sulama suyu kalite standartlarına göre atıksuların sulamada yeniden kullanılmasının uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Muga ve Mihelcic (2008), anaerobik, aerobik, fakültatif ve doğal arıtma sistemlerinin kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada atıksu arıtma tesislerinin sosyo-ekonomik ve çevresel boyutlarda etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca bir bölgede yapılması düşünülen arıtma tesisi seçiminde o bölgenin coğrafi konumu, demografik durumu ve iklim şartları önemli olduğu için bu etkiler göz önünde bulundurularak tesisin tasarlanması gerektiği tespit edilmiştir.

Alaton-Arslan ve ark. (2004), diğer başka bir çalışmalarında Türkiye’de sürdürülebilir kentsel atıksu yönetimi ile ilgili tespitlerde bulunmuşlardır. 2004 yılı araştırma raporlarına göre; Avrupa Birliği ile uyum sürecinde bulunan ülkemiz için çevre ve su yönetimi konularının öncelikli konular arasında yer alması gerektiğini bildirmişlerdir. Atıksu yönetim politikalarını; arıtma yöntem ve teknolojileri, atıksuların karakteristik özellikleri, alıcı ortama olan etkileri, yeniden kullanım alanları gibi başlıklar ile açıklamışlardır.

Metcalf ve Eddy (1991), ekonomik ve en uygun atıksu arıtma tesislerinin seçiminde; atıksuyun karakterizasyonu, alıcı ortamların özellikleri, coğrafi konum, iklim koşulları, jeolojik özelliklerin dikkate alınması gerektiğini vurgulamışlardır. Konvansiyonel ve tam karışimli aktif çamur prosesleri için gerekli parametrelerin aynı olduğunu ve suyun hangi maksatla kullanılacağına bağlı olarak, ileri arıtma yapılabileceğini belirtmişlerdir.

Kalbar ve ark. (2012), tarafından yapılan çalışmada 100.000 eşdeğer nüfus kapasitesine sahip bir atıksu arıtma tesisinin ardışık kesikli reaktör prosesinde yaşam döngüsü analizi kullanılarak çevresel ayak izi belirlemişlerdir. Bu çalışma sonucunda tesisin inşaat aşamasındaki çevresel etkileri işletme ve bakım aşamasındaki etkilerine göre ihmal edilebilir düzeyde olduğu görülmüş ve atıksu arıtma tesisine karar verilirken tesisin işletme aşamasındaki etkilerinin karşılaştırılmasının yeterli olduğu görülmüştür.

Kocadağistan ve Topçu (2007), yılında Erzurum’da yaptıkları çalışmada Erzurum şehrinin gerçek evsel atıksularını kullanmış olup, atıksu karakterizasyonunu 350 –500 mg/L KOİ, 3– 4,5 mg/L PO₄-P, 15– 21 mg/L NH₄-N, 6,5 –7,8 pH ve 5 – 14°C sıcaklık olarak belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada, Van ilinde bulunan ve Van Su ve Kanalizasyon İdaresi (VASKİ) sorumluluğunda işletilen biyolojik atıksu arıtma tesisleri incelenerek, uygulama alanlarından bahsedilmiştir. Arıtma tesislerinin; yapım yılları, biyolojik arıtma özellikleri, hizmet verdikleri nüfuslar ve kapasiteleri gibi genel özellikleri ele alınarak işletme problemleri ve çözüm önerileri değerlendirilmiştir. Ayrıca farklı proseslere sahip atıksu arıtma tesisleri, İskele atıksu arıtma tesisi (klasik aktif çamur), Edremit, Gevaş, Başkale, Çelebibağ ve Gölağzı ileri biyolojik atıksu arıtma tesisleri (uzun havalandırılmalı aktif çamur) ile arıtma verimi, işletme koşulları ve alıcı ortam özellikleri baz alınarak karşılaştırma yapılmış ve Van ilinin alıcı ortam, iklim koşulları ve coğrafik konumuna uygun prosesin belirlenmesi amaçlanmıştır.

3.1.1. Çalışma alanının tanıtımı (Van ili)

Van İli dünya üzerinde, 42° 40' - 44° 30' doğu boylamları ile 37° 43' - 39° 26' kuzey enlemleri arasındadır. Türkiye üzerinde ise Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Murat-Van Bölümündeki Van Gölü kapalı havzasındadır. Kuzeyden Ağrı ili Doğubayazıt Diyadin ve Hamur ilçeleri; batıdan Van Gölü ile Ağrı ilinin Patnos ilçesi Bitlis' in Adilcevaz Tatvan ve Hizan ilçeleri; güneyden Siirt' in Pervari Hakkari ili Beytüşşebap ve Yüksekova ilçeleri ile komşudur.

Van Türkiye'nin nüfus bakımından en kalabalık 19.ildir. Toplam yüz ölçümü 21.334 km²dir. TÜİK' in 2018 yılı verilerine göre Van'da yaklaşık 1.123.784 kişi yaşamaktadır. İpekyolu, Edremit, Başkale, Çaldıran, Erciş, Tuşba, Muradiye başta olmak üzere 13 tane ilçesi bulunmaktadır.

Doğusunda İran Devleti sınırı yer alır. İl toprakları 19.069 km kare olan yüz ölçümü ile Türkiye topraklarının % 25' ini oluşturur. Van Doğu Anadolu Bölgesinin volkanik dağlarla kaplı çukur kesiminde bulunan Van Gölü' nün doğu kıyısına 5 km uzaklıkta çok az meyilli bir arazi üzerine kurulmuştur. Rakım yüksekliği yaklaşık 1725 m'dir.

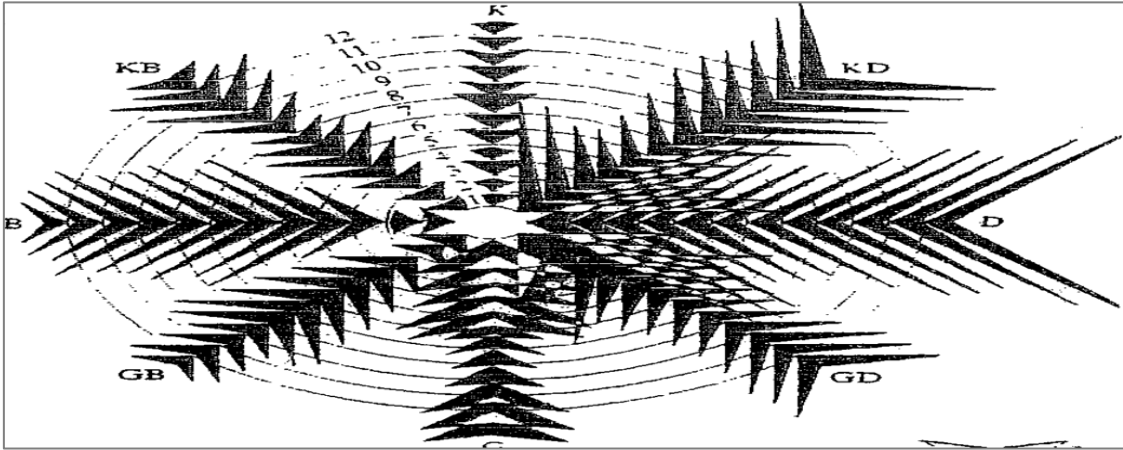
Van ilinde kara iklimi hüküm sürer. Kışlar sert ve uzun geçer. Kışın 150 güne yakını 0°C altında geçer. Yazın ise 20 gün +30°C'nin üstündedir. Senelik yağış miktarı ilçelere göre 370 mm ile 570 mm arasında değişir. Yazlar az yağışlı ve çok sıcak geçer. Sıcaklık -26,9°C ile +36°C arasında değişir. Çizelge 3.1'de Van ilinin sıcaklık, yağış ve nem değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.1. Van ili sıcaklık, yağış nem değerleri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2018)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ort. Sıcaklık (° C)	-3.7	-3	1.5	7.5	12.4	17.1	21.2	20.9	16.9	10.9	4.9	-0.3
Min. Sıcaklık (° C)	-8.2	-7.7	-3	2.6	6.8	10.5	14.4	13.9	10	4.9	0	-4.4
Maks. Sıcaklık (° C)	0.8	1.8	6	12.4	18	23.7	28.1	28	23.9	16.9	9.8	3.9
Yağış / Yağış (mm)	37	36	44	59	53	21	5	4	12	50	51	37

21.2 °C sıcaklıkla Temmuz yılın en sıcak ayıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık -3.7 olup yılın en düşük ortalamasıdır.

Yerleşim yerinde egemen rüzgar toplam 2885 esme sayısı ile kuzeydoğu yönünden olmaktadır. Bunu batı ve güneydoğu izlemektedir. Van Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen bilgilere göre, hakim rüzgar yazın batılı, kışın doğulu olmaktadır. Hakim rüzgar yönleri Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Hakim rüzgar yönleri.

3.1.1.1. Sanayi ve organize sanayi bölgeleri

Van ili sanayi, ticaret, turizm ve ekonomide önemli bir yer tutmaktadır. Van Çimento Fabrikası (Edremit), Şeker Fabrikası (Erciş) ve Van Et Entegre Sanayi (Gürpınar) tesisleri dışında kalan önemli sanayi tesislerinin tamamı merkez sınırları içerisinde bulunmaktadır. Bu işletmeler ağırlıklı olarak Van Organize Sanayi Bölgesinde yoğunlaşmıştır. Van ilinde faaliyet halinde beş tane Küçük Sanayi Sitesi (KSS) mevcuttur. Bu KSS'lerden üç tanesi Van ilinde yer almaktadır.

Diğer KSS'ler diğer ilçelerde yer almaktadırlar. Van kentinde yer alan KSS'lerde 1136 küçük işletme bulunmaktadır. Ticari işletmeler sayıları Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Van İli Sanayi Siteleri

<u>Küçük Sanayi Sitesinin Adı</u>	<u>Kuruluş Yeri</u>	<u>İşyeri Sayısı</u>
Van Yeni Küçük Sanayi Sitesi	Merkez	752
Van Keresteciler Hızarcılar ve Marangozlar Küçük Sanayi Sitesi	Merkez	169
Yeni Marangozlar Küçük Sanayi Sitesi	Merkez	215
Özalp Küçük Sanayi Sitesi	Özalp	50
Ercis Küçük Sanayi Sitesi	Erciş	184
<u>TOPLAM</u>		<u>1.370</u>

Van-Erciş karayolunda 13. kilometre civarında bulunan Van Organize Sanayi Bölgesi 2 etap halinde planlanmıştır. Bölgenin Büyüklüğü 127 ha olup 2012 yılı itibari ile üretime geçen firma sayısı 73'dür. İnşaat alışması bitirilen 73, inşaat aşamasında olan 7, projelendirilen 40 firma bulunmaktadır.

Faaliyet gösteren toplam 73 adet sanayi tesisinin 25 tanesi gıda 1 tanesi dokuma ve giyim, 5 tanesi lastik-plastik, 3 tanesi madeni eşya, geri kalan işletmeler diğer imalat sanayi tesisi (yem, branda, gaz dolum vb.) olarak faaliyet göstermektedir.

3.1.1.2. Kanalizasyon altyapısı

Van İli kanal şebeke sistemi projesi 1998 yılında yapılmıştır. Kentin atıksuyu mevcut arıtma tesisine üç ayrı hat ile gelmektedir. Bunlardan Ø 1400 mm ve Ø 1800 mm hatlar kentin güney kısmındaki atıksuyu toplamaktadır. Kentin kuzeyinde bulunan Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi ve yakınındaki yerleşimlerin atıksuları Ø 600 mm boru ile arıtma tesisine ulaşmaktadır. Nüfusun kanalizasyon altyapısına bağlantı oranı 2006 yılında hazırlanan Alman Kalkınma Bankası (KfW) Kentsel altyapı programı Van ili su temini ve atıksu bertarafı acil önlemleri nihai tasarım raporu'na göre 2005 yılında %75 olarak tespit edilmiştir. 1976 yılında Van kanalizasyon projesinin 1. Etap inşaatı tamamlanmıştır. İlk etapta beton boru kullanılmış olup bu borular fiziki olarak ömrünü tamamlamak üzeredir. Ayrıca o dönemde yapılmış olan kanal bağlantılarının durumlarında belirsizliğini korumakta olup bazı hatların dolu çalıştığı belirtilmektedir. 2. Etap kanalizasyon inşaatı 1998 yılında yapılmış olup ana kollektörlerin yapımı tamamlanmıştır. 3. Etap için kısmi kanalizasyon projesi 2008 yılında hazırlanmıştır. 2. Etap kanalizasyon projesi için hazırlanan rapordaki ana hususlar aşağıda belirtilmektedir.

Ø 1800 mm.'lik hattın başlangıcı olan bacaya; güney kesiminin atıksularını toplayan TM 2 terfi merkezine ait 796 m. uzunluğundaki terfi hattı irtibatlandırılmıştır. Ancak söz konusu Ø 1800 mm.'lik hattın inşaatından önce TM 2 terfi merkezi ve bu terfi merkezine gelen pissu hatları öngörülen 5906 no'lu muayene bacası yerine, 834 m. uzatılarak toplam 1630 m. terfi hattı ile mevcut Ø 1400 mm.'lik hattın başlangıcı olan bacaya irtibatlandırılmıştır.

3.1.2. Van Gölü havzası

Van gölü kapalı havzası, kentsel atıksu arıtımı yönetmeliği hassas ve az hassas su alanları tebliğinde belirtilen beş hassas havzadan biridir. Van gölü Türkiye'nin ikinci büyük içe akışlı havzasıdır. Toplam alanı 17.964 km²'dir. Bu havzanın kapalı havza olması ve dolayısıyla dışarıya herhangi bir akışının olmaması kirlenme potansiyelini arttırmaktadır. Havzanın kirlenmesindeki başlıca etkenlerden birisi evsel atıksulardır. TÜİK tarafından gerçekleştirilen 2018 yılı adrese dayalı nüfus kayıt sistemi verilerine göre Van gölü havzası toplam nüfusu 1.123.784 kişidir. Bu nüfus havzada yer alan ilçelerin kentsel ve kırsal nüfusların toplamıdır. Van gölü havza sınırları içerisinde Van ilinin % 62'si, Bitlis ilinin % 34'ü, Ağrı ilinin %1,8'i ve Muş ilinin %0,2'si yer almaktadır. Van Gölü Havzası'nda 2012 yılı verilerine göre noktasal yüklerin oranı TN parametresi %11, TP parametresi %31 olarak belirlenmiştir. Van Gölü Havzası genelinde 2012 yılı noktasal kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) yükünün ciddi bir bölümünün (%97) kentsel atıksu kaynaklı olduğu görülmüştür. Diğer %3'lük kısım ise endüstriyel kirleticilerden kaynaklanmaktadır. Toplam noktasal TN parametresi açısından açısından ise endüstriyel ve kentsel kaynaklı dağılım sırasıyla %2 ve %98 değerlerindedir. Havzaya gelen noktasal toplam fosfor yükünün, %99'u kentsel atıksulardan kaynaklanıyorken, %1'lik kısmı endüstriyel atıksulardan kaynaklanmaktadır (Atıksu Arıtımı Eylem Planı 2014-2023).

3.1.3. Van atıksu arıtma tesisleri

Van Büyükşehir Belediyesi VASKİ Genel Müdürlüğüne yürütülen çalışmalar kapsamında atıksu kaynaklı kirliliğin önüne geçilmesi amaçlı bazı ilçelerde mevcut olan atıksu arıtma tesislerinin işletim çalışmaları yapılmaktadır. Van ilinin merkez ilçeleri olan İpekyolu ve Tuşba'nın tüm atıksuları, Edremit ilçesine ait atıksuların ise bir bölümü Tuşba ilçesinde bulunan İskele atıksu arıtma tesisine verilmektedir. Bunun yanında Başkale, Edremit, Gevaş ve Erciş ilçesinde Çelebibağı ve Gölağzı mahallelerinde de ileri biyolojik atıksu arıtma tesisleri bulunmakta ve aktif olarak işletilmektedir. Mevcutta var olan ve işletme çalışmaları devam eden atıksu arıtma tesislerine ilişkin bilgiler Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Van ili Atıksu Arıtma tesislerine ilişkin bilgiler

İlçe	AAT Adı	Eş Değer Nüfus	Kapasite max.debi (m ³ /gün)	Arıtma Türü	Alıcı Ortam	Açıklama
Merkez	İskele A.A.T.	320.000	103.680	Biyolojik arıtma (Klasik aktif çamur)	Van Gölü	İşletmede
Edremit	Edremit A.A.T.	100.000	21.840	İleri biyolojik arıtma (Uzun havalandırmalı aktif çamur)	Van Gölü	İşletmede
Gevaş	Gevaş A.A.T.	22.000	7.607,00	İleri biyolojik arıtma (Uzun havalandırmalı aktif çamur)	Van Gölü	İşletmede
Başkale	Başkale A.A.T.	21.000	4.442,24	İleri biyolojik arıtma (Uzun havalandırmalı aktif çamur)	Değir Dere	İşletmede
Erciş	Çelebibağ A.A.T.	40.000	4.361,52	İleri biyolojik arıtma (Uzun havalandırmalı aktif çamur)	Van Gölü	İşletmede
Erciş	Gölağzı A.A.T.	205.000	72.372,00	İleri biyolojik arıtma (Uzun havalandırmalı aktif çamur)	Van Gölü	İşletmede

3.2. Yöntem

Van Büyükşehir Belediyesine ait olan atıksu arıtma tesisleri hakkında genel bilgiler verilmiştir. Ayrıca atıksu arıtma tesislerinin işletilmesi esnasında karşılaşılan işletme sorunları tespit edilmiştir. Bu tespit yapılırken yöntem olarak;

1. Arıtma tesislerinin yapıldığı yıllarda bölgenin atıksu karakterizasyonu incelenmiş ve atıksuyun debi ve karakterizasyonu yardımıyla atıksu arıtma tesislerinde seçilen proseslerin uygunluğu belirlenmiştir.
2. Atıksu arıtma tesisleri genellikle 35 yıl hizmet edecek şekilde tasarlanmakta olup zamanla gerek atıksu karakterinde gerekse de arıtma gereksinimlerinde bazı değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimlerin tesisleri nasıl etkilediği ve neler yapılması gerektiği tespit edilmiştir.

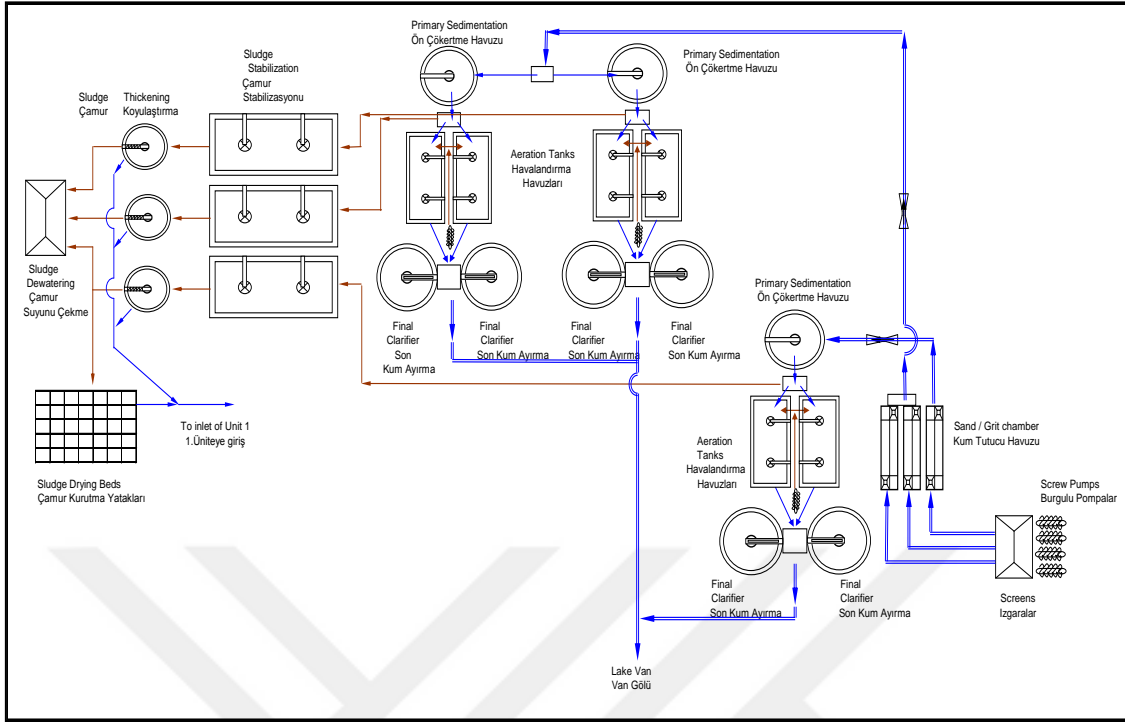
3. Atıksu arıtma tesislerinin yapıldığı tarihten bu zamana kadar karşılaşılan işletme sorunları araştırılmıştır ve karşılaşılan işletme sorunları ile atıksu özelliklerinin arasındaki bağlantılar incelenmiştir.
4. Tespit edilen işletme sorunlarının nedenleri hakkında tespitler yapılmış ve çözüm önerileri verilmiştir.

3.2.1. İskele biyolojik atıksu arıtma tesisi

Van/Tuşba ilçesi İskele mahallesinde kurulu bulunan İskele atıksu arıtma tesisine kanalizasyon hatları ile toplanan atıksular gelmekte ve burada arıtıldıktan sonra Van gölüne deşarj edilmektedir. Şekil 3.2’de görülen İskele Atıksu Arıtma tesisinin Projesi 1988 yılında yapılmış ve inşası 1992 de tamamlanarak hizmete alınmıştır. 320.000 eşdeğer nüfusa hizmet vermek üzere inşa edilen $Q_{max}=1200$ l/sn debili İskele atıksu arıtma tesisi klasik aktif çamur prosesi uygulanmış biyolojik arıtma tesisidir. Atıksular tesise çapları 1800, 1400 ve 600 mm arasında değişen yaklaşık 17 km uzunluğunda kollektör sistemi ile taşınmaktadır. Tesisin akım şeması Şekil 3.3’te tasarım debileri ise Çizelge 3.4’de verilmiştir (Anonim, 2009).



Şekil 3.2. Van İskele atıksu arıtma tesisi.



Şekil 3.3. İskele atıksu arıtma tesisi akım şeması.

İskele biyolojik atıksu arıtma tesisi aşağıdaki arıtma birimlerinden ibarettir:

- Manuel temizlemeli kaba ızgara,
- Giriş terfi (burgulu pompa) merkezi,
- Mekanik olarak temizlenen ince ızgaralar,
- Yağ kapanları dahil olmak üzere kum tutucular,
- Kum tutucu,
- Ön çökeltme havuzları,
- Ara terfi merkezi,
- Havalandırma havuzları,
- Son çökeltme havuzları,
- Çamur geri devri pompa istasyonları,
- Çamur yoğunlaştırma havuzları,
- Çamur susuzlaştırma,
- Çamur kurutma yatakları.

Çizelge 3.4. İskele A.A.T tasarım debileri (Anonim, 2009)

DEBİ	BİRİM	DEĞERLERİ
Q_{min}	m^3/sa	1440
Q_{ort}	m^3/sa	2700
Q_{max}	m^3/sa	4320
Q_{proj}	m^3/sa	4000
Ortalama ham atıksu debisi	$m^3/gün$	64800

Fosseptik alma yapısı, rehabilitasyon önlemleri kapsamında inşa edilmiş ve kaba malzemelerin atıksu arıtma tesisi giriş yapısına gitmesini engelleyen, elle temizlenebilen ızgaraları olan bir atıksu bacasından ibarettir. Fosseptik alma yapısı, giriş terfi merkezinin arka tarafında inşa edilmiş ve 300 mm çapındaki bir boru ile giriş terfi merkezine bağlanmıştır. 4 adet burgulu pompa ile donatılmış olan giriş terfi merkezinde, atık su yaklaşık 6 m yükseğe terfi edilmektedir. Burgulu pompaların (1'i yedek) kapasitesi ve motor gücü aşağıda verilmiştir:

- Burgulu pompa 1: $400 \text{ l/sn} = 1,440 \text{ m}^3/\text{saat}$ (motor: 55 kW)
- Burgulu pompa 2: $400 \text{ l/sn} = 1,440 \text{ m}^3/\text{saat}$ (motor: 55 kW)
- Burgulu pompa 3: $400 \text{ l/sn} = 1,440 \text{ m}^3/\text{saat}$ (motor: 55 kW)
- Burgulu pompa 4: $400 \text{ l/sn} = 1,440 \text{ m}^3/\text{saat}$ (motor: 55 kW)

3.2.1.1. Manuel temizlemeli kaba ızgara

Giriş terfi merkezi burgulu pompalarının önünde, pompaları taş, ağaç parçası gibi kaba maddelerden korumak üzere manüel olarak temizlenebilen kaba ızgaralarla (çubuklar arası mesafe: 100 mm) donatılmış bir dağıtım yapısı vardır.

3.2.1.2. Havalandırmalı kum ve yağ tutucular

İzgaralardan sonra, atıksu, yağ haznesi de olan ve paralel olarak devreye alınan 3 adet havalandırmalı kum tutucuya (uzunluk: 28,5 m; genişlik: 2,2 m; derinlik: 3 m; toplam hacim: 414 m^3) doğru akmaktadır. Her bir kum tutucunun tabanına çökelen kum, hareketli bir köprüye monte edilmiş olan sıyrıcı aracılığı ile kum tutucu

membasında yer alan kum haznesine ulaşmaktadır. Kum, her üç hazneden dalgıç pompalarla haznenin yanındaki bir kum kompartımanına pompalanmaktadır. Kum tutucuların havalandırılması için gerekli olan basınçlı hava, giriş terfi merkezindeki bir odada yer alan 4 adet hava üfleyici (1'i yedek; her biri 225 Nm³/saat, 0.6 bar) tarafından temin edilmektedir.

Yağ tutucular kum tutuculara paralel uzun kompartımanlar (uzunluk: 25.15 m; genişlik: 2.2; toplam alan: 165 m²) halinde olup, suyun hızını kesmek için çubuk ızgaralarla donatılmış olan açıklıklardan suyu almaktadır. Yağ tutucularda toplanan yüzer maddeler, hareketli köprüye monte edilmiş olan yüzey sıyrıcı yardımıyla kum tutucunun mansabında yer alan yağ haznesine taşınmaktadır. Yüzer maddelerin sıyrıcısı manüel olarak aşağı ve yukarı yönde ayarlanabilmektedir. .

İkinci ve üçüncü arıtma ünitelerine gelen atıksu, ara-terfi istasyonunda bulunan üç adet (1'i yedek) burgulu pompa aracılığı ile ilave olarak terfi (terfi yüksekliği h= 5 m) edilmektedir. Ara terfi istasyonunda bulunan üç adet burgu pompanın ve motorlarının boyutları aşağıda verilmiştir:

- Burgulu pompa 1: 400 l/sn = 1,440 m³/saat (motor: 37 kW)
- Burgulu pompa 2: 400 l/sn = 1,440 m³/saat (motor: 37 kW)
- Burgulu pompa 3: 400 l/sn = 1,440 m³/saat (motor: 37 kW)

3.2.1.3. Ön çökeltme havuzları

Mekanik atıksu arıtma, dairesel ön çökeltme havuzları (3 adet; çap: 30 m; yükseklik: 3 m; her bir havuzun yaklaşık hacmi. 2,000 m³) ile tamamlanmaktadır. 1. üniteye atıksu ilgili kum tutucudan sonra cazibeyle doğrudan ön çökeltme havuzunun giriş bacasına akmaktayken, 2 ve 3 nolu ünitelere atıksu, ara terfi merkezinden ve dağıtım yapısından geçtikten sonra ilgili ünitenin ön çökeltme havuzunun dağıtım bacasına ulaşmaktadır.

3.2.1.4. Havalandırma havuzları

Biyolojik arıtma, aktif çamur sistemi olarak tasarlanmıştır. Her bir arıtma ünitesinde, birbirine paralel iki adet havalandırma havuzu bulunmaktadır; her birinin hacmi 2.600 m³ ve derinliği 4,0 metredir. Toplam havalandırma havuzu hacmi ise 20.800 m³'dür. Her bir havuzda 2 adet mekanik havalandırıcı (jiroskop şeklindeki havalandırıcılar: 45 kW; 1,8 – 2,0 kg O₂/kWh). Havalandırıcıların oksijen transfer oranı, karıştırma/dalma derinliğine bağlı olduğu için her havuzun çıkışında elle ayarlanabilen iki adet taşkın savağı yer almaktadır. Ön çökeltme havuzundan mekanik arıtmaya tabii tutulmuş olarak gelen atıksu, iki havalandırma havuzuna yukarıda belirtilen çelik borunun iki kola ayrılmasıyla ulaşır. Geri-devir çamuru, her ünitenin iki havalandırma havuzunun arasındaki geri-devir çamuru kanalının iki açıklığından havalandırma havuzlarına akmaktadır.

3.2.1.5. Son çökeltme havuzları

Aktif çamurun arıtılmış atık sudan ayrılması için her üniteye ikişer adet dairesel yatay akışlı son çökeltme havuzu (her birinin çapı: 36 m, derinliği 3,03 m, yüzey alanı: 1,011 m²) bulunmaktadır. Bu havuzlar, çökelen aktif çamuru havuzun tabanındaki çamur haznelere ileten sıyrıcı köprülerle donatılmıştır. Havuzlarda, suda yüzen maddelerin sıyırılması için herhangi bir düzenek mevcut değildir. Arıtılmış atıksu V-şeklindeki savağın üzerinden aşarak havuzdan ayrılmakta ve diğer havuzun deşarj suyuyla tek bir açık kanalda birleşmektedir.

Her iki son çökeltme havuzundan çıkan geri-devir çamuru, cazibeli akışla, geri-devir pompa istasyonuna ulaşmaktadır. İki burgu pompa, geri devir çamurunu 5,3 m terfi yüksekliğine pompalamakta ve bu çamuru her ünitenin iki havalandırma havuzu arasında yer alan açık kanala deşarj etmektedir. Burgulu pompaların her biri 2,016 m³/saatlik pompa kapasitesine sahiptir.

3.2.1.6. Çamur yoğunlaştırma havuzları

Son çöketme havuzlarından sonra atıksu üç adet cazibeli yoğunlaştırıcıya ulaşır. Dairesel olan yoğunlaştırıcıların her birinin (çapı: 12 m) yüzey alanı 113 m² ve hacmi 452 m³ 'dür. Sürekli olarak çamurla beslenen cazibeli çamur yoğunlaştırıcılar, kafes sıyırıcılar ile donatılmıştır. Süzüntü suyu (supernatant) supernatant pompa istasyonuna cazibeyle iletilmektedir.

3.2.1.7. Çamur susuzlaştırma

Yoğunlaştırılan stabilize çamur, 4 adet bant filtre pres ile mekanik olarak susuzlaştırılabilmektedir. Filtre preslerin her biri 15 m³/h miktarındaki arıtma kapasitesine sahip olup yoğun çamur pompaları ile beslenmektedir. Çamur, polimer kullanılarak şartlandırılmaktadır. İki kompartımanlı (polimer tozu ve servis suyu için) birer tanka sahip olan iki adet polimer istasyonu mevcuttur; bu istasyonlarda iki adet de polimer dozajlama pompası bulunmaktadır.

3.2.1.8. Çamur kurutma yatakları

Alternatif olarak yoğun çamur, doğrudan çamur kurutma yataklarına pompalanmaktadır. Her birinin yüzey alanı 300 m² olan (toplam yüzey alanı: 16,800 m²) toplam 56 adet çamur kurutma yatağı ASAT'ın kuzey-batısına inşa edilmiştir.

Yoğunlaştırıcılardaki çamurun süzüntü suyu, susuzlaştırma (filtre pres) ve çamur kurutma yataklarından süzülen sular, 4 adet dalgıç pompa (her birinin kapasitesi; 20 m³/saat) ile donatılmış olan çamur supernatant pompa istasyonuna ulaşmaktadır. Süzüntü suları, buradan, 1. ünitenin ön çökeltme tankının giriş kanalına pompalanmaktadır.

3.2.2. Edremit İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi

Edremit ilçesinde Toplu Konut İdarei Başkanlığı konutları bölgesinde kurulu bulunan arıtma tesisi 2011 yılı Van depreminden sonra TOKİ Başkanlığı tarafından yapılan TOKİ AFET konutları atıksularının arıtılması için dizayn edilmiştir. Edremit ileri biyolojik atıksu arıtma tesisinin 2011- 2013 yılları arasında yapımı tamamlanmıştır.

Şekil 3.4'te görülen Edremit ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi kapasite olarak 100.000 kişilik eşdeğer nüfus ve maksimum 21.840 m³/gün debi ile hizmet verecek şekilde tasarlanmıştır. Arıtma tesisinde biyolojik fosfor havuzları ve uzun havalandırmalı aktif çamur prosesi kullanılarak azot, fosfor ve karbon giderimi yapılmaktadır. 600 mm kollektör hattı ile arıtma tesisine gelen atıksu öncelikle fiziksel arıtma (kaba atıklar, kum çakıl ve yağların alınması) sürecinden geçirilmektedir. Fiziksel arıtma süreci tamamlanmış atıksu daha sonra ileri biyolojik arıtma aşamasından geçirilmektedir. İleri biyolojik arıtma aşamasından sonra son çökeltme havuzu yüzeyinde savaklanan temiz su 600 mm'lik kollektörle kapalı menfez yapısı ile Van Gölüne deşarj edilmektedir.

Son çökeltme havuzundan çıkan ve içeriği büyük oranda biyolojik olan arıtma çamurları katyonik polielektrolit kullanarak santrifüj dekantörler yardımı ile susuzlaştırma işleminden geçirilmektedir, katı madde oranı % 25' e çıkarılan arıtma çamuru kekler halinde traktör ve römorklar yardımı ile arıtma tesisinden uzaklaştırılmaktadır. Tesiste günlük olarak 8 ton arıtma çamuru oluşmaktadır. Tesisin uydu görüntüsü Şekil 3.5'de tasarım debileri ise Çizelge 3.5'te verilmiştir (Anonim, 2011).



Şekil 3.4. Edremit atıksu arıtma tesisi.



Şekil 3.5. Edremit A.A.T.uydu görüntüsü.

Çizelge 3.5. Edremit A.A.T. tasarım debileri (Anonim, 2011)

DEBİLER	N = 50.000 kişi		N = 100.000 kişi	
	m ³ /gün	m ³ /sa	m ³ /gün	m ³ /sa
Q _{ort}	5.208	217	10.392	433
Q _{proj}	8.904	371	17.832	743
Q _{mak}	10.920	455	21.840	910
Q _{min}	3.384	141	6.744	281

Uzun havalandırmalı aktif çamur prosesinin uygulandığı Edremit AAT'de atıksudaki kirlilik yükleri ve konsantrasyonlar Çizelge 3.6'da verilmiştir (Edremit A.A.T.Proses Raporu).

Çizelge 3.6. Edremit A.A.T. kirlilik yükleri ve konsantrasyonlar (Anonim, 2011)

PARAMETRE	N = 50.000 kişi Q _{ort} = 5208m ³ /gün		N = 100.000 kişi Q _{ort} = 10392m ³ /gün	
	Kirlilik Yüğü (kg/gün)	Konsantrasyon (mg/l)	Kirlilik Yüğü (kg/gün)	Konsantrasyon (mg/l)
BOİ ₅	1.550	298	3.100	298
AKM	1.500	288	3.000	288
Azot (N)	210	40	420	40
Fosfor (P)	40	7.7	80	7.7

Edremit Atıksu Arıtma Tesisi aşağıdaki arıtma birimlerinden ibarettir:

- Kaba ızgaralar
- İnce ızgaralar,
- Terfi merkezi,
- Havalandırılmalı kum ve yağ tutucu,
- Dağıtım yapısı,
- Debimetre yapısı,
- Anaerobik havuzlar,
- Havalandırma havuzları,
- Son çökeltim havuzları,
- Geri devir ve fazla çamur terfi merkezi,
- Mekanik çamur yoğunlaştırma ve çamur susuzlaştırma üniteleri,
- Blower binası,

3.2.2.1. Otomatik temizlemeli kaba ve ince ızgara

Tesis ünitelerinin hasar görmemesi ve tıkanma problemlerinin önlenmesi amacıyla tesise iletilen atıksu otomatik temizlemeli kaba ve ince ızgaralardan geçirilmektedir. Izzaralar zaman ve seviye ayarlı olarak çalışmaktadır. İşlem sonunda oluşan atıksular ızgara kanalına gönderilmekte, susuzlaştırılan atıklar ise konteynıra alınarak sistemden uzaklaştırılmaktadır. Kaba ve ince ızgaranın tasarım parametreleri Çizelge 3.7 ve Çizelge 3.8’de verilmiştir (Anonim, 2011).

Çizelge 3.7. Edremit A.A.T. kaba ızgara özellikleri (Anonim, 2011)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Izzgara sayısı	2 adet
Izzgara çubuk aralığı	30 mm
Izzgara çubuk kalınlığı	10 mm
Izzgara kanalındaki hız	1.08 m/s

Çizelge 3.8. Edremit A.A.T. ince ızgara özellikleri (Anonim, 2011)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Izgara sayısı	3 adet
Izgara çubuk aralığı	10 mm
Izgara çubuk kalınlığı	10 mm
Izgara kanalındaki hız	1.08 m/s

Atıksu ızgaralardan sonra giriş pompa istasyonuna gönderilmekte ve kontrollü olarak dalgıç pompayla tesisin birinci arıtma kademesine iletilmektedir. Giriş pompa istasyonu özellikleri Çizelge 3.9’da verilmiştir (Anonim, 2011).

Çizelge 3.9. Edremit A.A.T. giriş pompa istasyonu (Anonim, 2011)

Pompa	ÖZELLİKLER
Dalgıç pompa kapasitesi (3 adet) her biri	360 m ³ /sa

3.2.2.2. Havalandırmalı kum tutucu ve yağ tutucu

Evsel atıksu içerisindeki kum, çakıl ve yağ gibi kirletici parametreleri atıksudan ayırarak bu maddelerin arıtma tesisinin diğer proseslere geçmesini engellemek için trapez yapılı kum tutucu, mekanik temizlemeli olarak tasarlanmıştır. Kum tutucular hidrolik olarak 918 m³/saat debiye göre projelendirilmiştir. Hava üfleyicilerle havalandırmalı kum ve yağ tutucu prosesine hava verilerek askıda katı maddelerin çökmesi engellenerek kum ve çakıl gibi maddeler çöktürülmektedir. Kum tutucu ünitesinde yağ tutucu kanalı bulunmaktadır. Yağ tutucu haznesinde toplanan atıklar ise vidanjörlerle tesisten uzaklaştırılmaktadır. Havalandırmalı kum ve yağ tutucunun tasarım parametreleri Çizelge 3.10’da verilmiştir (Anonim, 2011).

Çizelge 3.10. Edremit A.A.T. havalandırılmalı kum tutucu ve yağ tutucu özellikleri (Anonim, 2011)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Bekletme süresi	13.94 d
Toplam hacim	213.2 m ³
Uzunluk	26 m
Su derinliği	1.5 m
Blower hava debisi (2 adet)	280 m ³ /
Kum pompası kapasitesi (2 adet)	7.5 m ³ /h

3.2.2.3. Biyolojik fosfor giderme havuzu

Havalandırılmalı kum ve yağ tutucudan çıkan atıksu, geri devirden çıkan aktif çamurla karıştırılarak anaerobik havuza girmektedir. Biyolojik fosfor giderme ünitesinde, anaerobik ortam şartları sağlanmaktadır. Sistemde sadece organizmaların atıksu ile tam karışımının sağlanması ve tabanda çökelmenin önlenmesi için dalgıç mikserler kullanılmaktadır.

Heterotrofik bakteriler anaerobik koşullarda büyüme ve üreme esnasında besi maddesi olarak fosforu bünyelerinde depolarlar. Ancak, ileri biyolojik fosfor arıtımında, fosfor depolayan mikroorganizmalar fosfatı besi ihtiyacından daha fazla miktarda depolayarak % 85-% 95 fosfor giderimi sağlamaktadırlar. Biyolojik fosfor giderme havuzu tasarım parametreleri Çizelge 3.11’de verilmiştir (Anonim, 2011).

Çizelge 3.11. Edremit A.A.T. biyolojik fosfor giderme havuzu özellikleri (Anonim, 2011)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	4 adet
Bekletme süresi	32.4 dk
Toplam hacim	664 m ³
Su derinliği	5.5 m
Karıştırıcı sayısı/gücü	4 adet / 3.32 kW

3.2.2.4. Havalandırma havuzları

Atıksu, biyolojik fosfor giderme havuzlarından havalandırma ünitelerine alınmaktadır. Azot giderimi; organik azot (Org-N), amonyak-amonyum ($\text{NH}_3\text{-NH}_4$), nitrit (NO_2) ve nitratın (NO_3) azot gazına (N_2) dönüştürülmesini sağlayan nitrifikasyon (oksik bölge) ve denitrifikasyon (anoksik bölge) adımlarıyla gerçekleştirilmektedir. Bunu sağlamak amacıyla oksik bölgeden anoksik bölgeye içsel atıksu döngüsü (resirkülasyon) yapılmaktadır. Bu şekilde havalandırma havuzunda nitrata dönüştürülen diğer azot formları, anoksik bölümde denitrifikasyon reaksiyonu ile azot gazına dönüştürülüp atmosfere verilmektedir. Havalandırma havuzlarında oksijen ihtiyacı ince kabarcıklı difüzörler ile sağlanmaktadır. Difüzörlere oksijen blower tarafından temin edilmektedir. Blowerlar havalandırma bölgesindeki çözünmüş oksijen konsantrasyonunu 2 mg/l değerinde tutacak şekilde değişken devirli çalışmaktadır. Havalandırma havuzlarının özellikleri çizelge 3.12’de verilmiştir (Anonim, 2011).

Çizelge 3.12. Edremit A.A.T. havalandırma havuzları özellikleri (Anonim, 2011)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı (Nitrifikasyon)	4 adet
Havuz hacmi (Nitrifikasyon)	5522.12 m ³
Hidrolik alıkonma süresi	50.97 sa
Çamur yaşı (12 °C)	25 gün
Su derinliği	5.80
Karıştırıcı sayısı/gücü	8 adet / 7.5 kW
Blower kapasitesi (4+1 adet)	1500 Nm ³ /sa
Difüzör debisi	4.2 m ³ /sa

3.2.2.5. Son çöktürme havuzları

Havalandırma havuzlarından çıkan aktif çamur dağıtım yapısından sonra çökeltim havuzlarına gelir ve yerçekimi etkisiyle çöktürülerek arıtılmış sudan ayrılır. Çökeltim havuzlarında üçgen tipi savaklarla toplanan temiz su cazibe ile alıcı ortama deşarj edilmektedir. Dağıtım yapısından gelen arıtılmış suyun içindeki bakterilerin atıksudan ayrılması için son çöktürme havuzları kullanılmaktadır. Bu sistemde merkezden beslenen çamur yerçekimi yardımıyla havuz tabanına çökelmekte ve burada biriken çamur dip sıyrıcısının her bir dönüşünde havuzun merkezine doğru

yönlendirilmektedir. Çökeltim havuzunda döner köprüye bağlı üst sıyırıcı havuz yüzeyinde yüzen maddeleri ayırmakta ve aynı köprüye bağlı dip sıyırıcı ise dipte toplanan çamurları sıyırmaktadır. Havuz yüzeyinden toplanan yüzücü maddeler, sıyırıcı ile köpük hunilerine aktarılmaktadır. Köpük hunilerinden köpük rögarına süzülen atıksular pompa ile çamur depolama havuzuna gönderilmektedir. Çöktürme havuzlarının tabanından toplanan çamur, geri devir pompa odasına gönderilmektedir. Son çöktürme havuzları özellikleri Çizelge 3.13’de verilmiştir (Anonim, 2011).

Çizelge 3.13. Edremit A.A.T. son çöktürme havuzları özellikleri (Anonim, 2011)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	4 adet
Çap	18 m
Bekletme süresi	3.7 h
Her bir havuz hacmi	928 m ³
Su derinliği	3.6 m
Yüzey yüklemesi	0.47 < 0.5 m ³ /m ² .h

3.2.2.6. Çamur susuzlaştırma ünitesi

Arıtma tesisinde uzaklaştırılması gereken atık çamur, geri devir ünitesinde pompalar yardımıyla çamur susuzlaştırma binasında bulunan santrifüj dekantöre iletilecektir.

Çamur susuzlaştırma ünitesinde bulunan dekantörlerin çamur susuzlaştırma işleminde şartlandırıcı olarak katyonik polielektrolit kullanılmaktadır. Katyonik polielektrolit çamurun sıkışabilme özelliğini arttırarak susuzlaştırma işlemi yapmaktadır. Polielektrolit çözeltisi dozlama sistemi ile mekanik yoğunlaştırıcılar öncesinde bulunan statik mikserlere dozlanmaktadır. Çamur susuzlaştırma binasında bulunan mekanik yoğunlaştırıcılarla çamurun katı madde oranı arttırılır ve böylece hacimde azalma olur. Sonra dekantörlere iletilen ve %20-25 katı madde içeriğine getirilen atık çamur kek halinde römorklar yardımıyla tesisten uzaklaştırılmaktadır. Mekanik susuzlaştırma ve dekantörden ünitesinden çıkan süzüntü suyu giriş terfi merkezine gönderilmektedir. Çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri Çizelge 3.14’te verilmiştir. (Anonim, 2011).

Çizelge 3.14. Edremit A.A.T. çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri (Anonim, 2011)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Dekantör sayısı	2 adet
Dekantör kapasitesi	11.89 m ³ /sa
Dekantör katı madde çıkışı	% 20-25
Çamur pompası kapasitesi (2 + 1 adet)	30 m ³ /h
Polielektrolit dozlama kapasitesi (1 adet)	20 kg/gün

3.2.3. Gevaş ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi

Gevaş ilçesi Selimbey mahallesinde kurulu bulunan tesis 2013 yılında İller Bankası Genel Müdürlüğü destekli yaptırılmış ve 2015 yılında işletmeye alınmıştır. Proje kapsamında deşarj yeri Van Gölü olarak belirlenmiştir. Van Gölü Tabiat Varlıkları Koruma Genel Müdürlüğü tarafından hassas alan olarak belirlenmiştir. Hassas Alanlar için atıksu deşarj kriteri Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliğinde ikincil arıtıma ilişkin deşarj limitleri belirtilmiştir. Hassas alan olması nedeniyle azot fosfor giderimi gereklidir. Proses seçiminde yürürlükte bulunan yönetmelik ve mevzuat gereğince 22.000 eşdeğer nüfusa hizmet vermek üzere inşa edilen Gevaş atıksu arıtma tesisi uzun havalandırmalı aktif çamur prosesine sahip 7607 m³/gün kapasitelidir.

Havalandırma havuzlarının şekli “Carousel Hendeği” şeklinde seçilmiştir. Böylece havuz içerisinde difüzörlerin, mikserlerin konumu ve oksijenmetrelerle havuzda oksik ve anoksik bölümler oluşturularak atıksu içerisinde bulunan kirletici parametre azotun uzaklaştırılması nitrifikasyon-denitrifikasyon prosesi ile gerçekleştirilmektedir. 400 mm kollektör hattı ile arıtma tesisine gelen atıksu öncelikle fiziksel arıtma (kaba atıklar, kum çakıl ve yağların alınması) sürecinden geçirilmektedir. Fiziksel arıtma süreci tamamlanmış atıksu daha sonra ileri biyolojik arıtma (azot, fosfor, karbon giderimi) aşamasından geçirilmektedir. İleri biyolojik arıtma aşamasından sonra son çökeltme havuzu yüzeyinde savaklanan temiz su Van gölüne deşarj edilmektedir.

Son çökeltmeden gelen arıtma çamuru katyonik polielektrolit kullanarak dekantörler yardımı ile susuzlaştırılmaktadır. Tesiste günlük olarak 4 ton arıtma çamuru oluşmaktadır. Şekil 3.6’da tesisin üstten görünümü, Şekil 3.7’de ise tesisin uydu

görüntüsü verilmiştir. Tesis tasarım debileri Çizelge 3.15’de verilmiştir (Anonim, 2013b).



Şekil 3.6. Gevaş atıksu arıtma tesisi.



Şekil 3.7. Gevaş A.A.T. uydu görüntüsü.

Çizelge 3.15. Gevaş A.A.T. tasarım (Anonim, 2013b)

DEBİLER	I. KADEME (2027)		II. KADEME (2047)	
	m ³ /gün	m ³ /sa	m ³ /gün	m ³ /sa
Qort	2401,50	100,06	3479,50	144,98
Qproj	4317,84	179,91	5193,60	261,04
Qmak	5244,24	218,51	7607,04	316,96
Qmin	1557,84	64,91	2265,60	94,04

Uzun havalandırmalı aktif çamur prosesinin uygulandığı Gevaş AAT'de atıksudaki kirlilik yükleri ve konsantrasyonları Çizelge 3.16'da verilmiştir (Anonim, 2013b).

Çizelge 3.16. Gevaş A.A.T. Kirlilik Yükleri ve Konsantrasyonlar (Anonim, 2013b)

PARAMETRE	I. KADEME (2027)		II. KADEME (2047)	
	Q ₂₄ = 2401,50 m ³ /gün		Q ₂₄ = 3479,50 m ³ /gün	
	Kirlilik Yüğü (kg/gün)	Konsantrasyon (mg/l)	Kirlilik Yüğü (kg/gün)	Konsantrasyon (mg/l)
BOİ ₅	590,06	245,70	854,48	245,57
AKM	1180,65	491,63	1709,75	491,38
Azot (N)	118,07	49,16	170,98	49,14
Fosfor (P)	35,55	14,80	51,49	14,80

Gevaş Atıksu Arıtma Tesisi aşağıdaki arıtma birimlerinden ibarettir:

- Kaba ızgaralar,
- İnce ızgaralar,
- Havalandırmalı kum ve yağ tutucu,
- Terfi merkezi,
- Dağıtım yapısı ve debimetre yapısı,
- Anaerobik havuzlar,

- Havalandırma havuzları,
- Son çökeltme havuzları,
- Geri devir ve fazla çamur terfi merkezi,
- Çamur susuzlaştırma üniteleri,
- Blower binası,

3.2.3.1. Otomatik temizlemeli kaba ve ince ızgara

Tesis ünitelerinin hasar görmemesi ve tıkanma problemlerinden korumak amacıyla tesise iletilen atıksu otomatik temizlemeli kaba ve ince ızgaralardan geçirilmektedir. Izgaralar zaman ve seviye ayarlı olarak çalışmaktadır. Kaba ve ince ızgaranın tasarım parametreleri çizelge 3.17 ve Çizelge 3.18’de verilmiştir (Anonim, 2013b).

Çizelge 3.17. Gevaş A.A.T. kaba ızgara özellikleri (Anonim, 2013b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Izgara sayısı	1 adet
Izgara çubuk aralığı	40 mm
Izgara kapasitesi	2100 m ³ /h
Izgara kanalındaki hız	0.75 m/sn

Çizelge 3.18. Gevaş A.A.T. ince ızgara özellikleri (Anonim, 2013b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Izgara sayısı	2 adet
Izgara çubuk aralığı	15 mm
Izgara kapasitesi (her biri)	2100 m ³ /h
Izgara kanalındaki hız	0.80 m/sn

3.2.3.2. Havalandırmalı kum tutucu ve yağ tutucu

Kaba atıklardan temizlen atıksu kum, çakıl ve yağ gibi kirletici parametreleri atıksudan uzaklaştırılması amacı ile kum ve yağ tutucu ünitesine geçmektedir. Trapez yapıllı kum tutucu, mekanik temizlemeli olarak tasarlanmıştır. Kum tutucular hidrolik olarak $316 \text{ m}^3/\text{saat}$ debiye göre projelendirilmiştir. Arıtma tesisi mekanik aksamalarının aşınmalarını önlemek amacıyla atıksuyun içindeki kum ve benzeri parametreler giderilmektedir. Kum tutucu ünitesinde yağ tutucu haznesinde toplanan atıklar vidanjörlerle tesisten uzaklaştırılmaktadır. Havalandırmalı kum ve yağ tutucunun tasarım parametreleri Çizelge 3.19'da verilmiştir (Anonim, 2013b).

Çizelge 3.19. Gevaş A.A.T. havalandırmalı kum tutucu ve yağ tutucu özellikleri (Anonim, 2013b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Bekletme süresi	743 sn
Toplam hacim	65.36 m^3
Uzunluk	9.50 m
Su derinliği	2.65 m
Blower hava debisi (3 adet)	$40 \text{ m}^3/\text{h}-300 \text{ mbar}-1.5 \text{ kW}$
Kum pompası kapasitesi (2 + 1 adet)	$15 \text{ m}^3/\text{h}$

Atıksu havalandırmalı kum tutucudan T.106 (TM1) terfi merkezine geçiş yapacaktır. Giriş terfi merkezinde I. Kademedede (2+1), II. Kademedede (3+1) 30 l/sn 'lik dalgıç pompa bulunacaktır. Giriş pompa istasyonu özellikleri Çizelge 3.20'de verilmiştir (Anonim, 2013b).

Çizelge 3.20. Gevaş A.A.T. giriş pompa istasyonu özellikleri (Anonim, 2013b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Dalgıç pompa kapasitesi (2+1 adet) 1.kademe	30 lt/sn ve $N=75 \text{ kW}$
Dalgıç pompa kapasitesi (3+1 adet) 2.kademe	30 lt/sn ve $N=75 \text{ kW}$

3.2.3.3. Biyolojik fosfor giderme havuzu

Geri devirden gelen aktif çamur ve kum-yağ tutucu ünitesinden çıkan atıksu anaerobik havuzun toplama haznesinde karışarak havuzlara geçmektedir. Biyolojik fosfor giderme ünitesinde, oksijensiz ortam şartları sağlanmaktadır. Sistemde sadece homojen karışımın sağlanması ve tabanda çökelpmenin önlenmesi için karıştırma yapılmaktadır. Dikdörtgen biçiminde tasarlanan havuzda söz konusu karıştırma için dalgıç mikserler kullanılmaktadır.

Anaerobik koşullarda heterotrofik bakteriler atıksuda bulunan uçucu yağ asitlerini bünyelerinde depolayarak önceden yapılarında bulunan fosforu hücre dışına salmaktadır. Aerobik koşullarda ise fosforu hücre sentezinde kullanmak üzere anaerobik koşullarda saldığı fosfordan daha fazlasını bünyesinde almaktadır. Bu şekilde sistemden atılan fazla çamur (bakteri-biyokütle) ile fosfor da atılarak biyolojik olarak giderimi sağlanmış olmaktadır. Biyolojik fosfor giderme havuzu tasarım parametreleri Çizelge 3.21’de verilmiştir (Anonim, 2013b).

Çizelge 3.21. Gevaş A.A.T. biyolojik fosfor giderme havuzu özellikleri (Anonim, 2013b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Bekletme süresi (min.)	45 dk
Toplam hacim	339,35 m ³
Su derinliği	4 m
Karıştırıcı sayısı/gücü/devri	4 adet / 1.5 kW/ 22 d/dk
Demir klorür havuzu (2 adet depo)	1 m ³

3.2.3.4. Havalandırma havuzları

Aritma tesisinde uzun havalandırılmalı aktif çamur prosesi uygulanmıştır. Havalandırma havuzlarının şekli “Carousel Hendeği” şeklinde seçilmiştir. Böylece havuz içerisinde difüzörlerin, mikserlerin konumu ve oksijenmetrelerle havuzda oksik ve anoksik bölümler oluşturularak atıksu içerisinde bulunan kirletici parametre azotun uzaklaştırılması nitrifikasyon-denitrifikasyon prosesi ile gerçekleştirilmektedir

Oksik bölgeden anoksik bölgeye içsel atıksu döngüsü (resirkülasyon) yapılmaktadır. Bu şekilde havalandırma havuzunda nitrata dönüştürülen diğer azot formları, anoksik bölümde denitrifikasyon reaksiyonu ile nitrat azot gazına çevirilerek atmosfere verilmektedir. Havalandırma havuzlarında hava ihtiyacı ince kabarcıklı difüzörler ile karşılanmaktadır. Denitrifikasyon havuzların özellikleri Çizelge 3.22’de, nitrifikasyon havuzların özellikleri Çizelge 3.23’de verilmiştir (Anonim, 2013b).

Çizelge 3.22. Gevaş A.A.T. denitrifikasyon (anoksik) havuzların özellikleri (Anonim, 2013b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı (Denitrifikasyon)	2 adet
Havuz hacmi (Denitrifikasyon)	459 m ³
Su derinliği	5 m
Karıştırıcı sayısı/gücü/devri	4 adet / 5.5 kW/ 32 d/dk

Çizelge 3.23. Gevaş A.A.T. nitrifikasyon (oksik) havuzların özellikleri (Anonim, 2013b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı (Nitrifikasyon)	2 adet
Havuz hacmi (Nitrifikasyon)	612 m ³
Hidrolik alıkonma süresi	11.3 h
Çamur yaşı (12 °C)	10 gün
Su derinliği	5 m
Karıştırıcı sayısı/gücü/devri	4 adet / 5.5 kW/ 32 d/dk
Blower kapasitesi (2+1 adet)	7942 m ³ /h
Difüzör debisi	65,3 kg/h
Temiz sudaki O ₂ transfer konsantrasyonu	18 gr O ₂ / Nm ³

3.2.3.5. Son çöktürme havuzları

Son çökeltme havuzunda merkezden beslenen çamur yerçekimi yardımıyla havuz tabanına çökelmekte ve burada biriken çamur dip sıyrıcılar ile konik sisteme doğru yönlendirilmektedir. Çökeltim havuzlarında, aktif çamur yerçekim etkisi ile dibe çöktükten sonra çamurdan ayrılan su savaklanmaktadır. Çökeltim havuzunda döner köprüye bağlı üst sıyrıcı havuz yüzeyinde yüzen maddeleri ayırır. Havuz yüzeyinden toplanan yüzücü maddeler, sıyrıcı ile köpük hunilerine aktarılmaktadır. Köpük hunilerinden köpük rögarına süzülen atıksular pompa ile çamur depolama havuzuna gönderilmektedir. Havuzlarının tabanından toplanan çamur, geri devir pompa odasına

gönderilmektedir. Son çöktürme havuzları özellikleri Çizelge 3.24'de verilmiştir (Anonim, 2013b).

Çizelge 3.24. Gevaş A.A.T. son çökeltme havuzu özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2+1 adet
Çap	13 m
Bekletme süresi	4 saat
Her bir havuz hacmi	347.1 m ³
Su derinliği	2.68 m
Yüzey yüklemesi	0.40 < 0.5 m ³ /m ² .h

3.2.3.6. Çamur susuzlaştırma ünitesi

Çamur susuzlaştırma ekipmanı olarak dekantörler kullanılmaktadır. Dekantörler % 0.8-1 kuru madde içeren çamuru minimum % 25 kuru maddeye çıkaracak özelliktedir.

Son çökeltme havuzundaki aktif çamur belirli aralıklarla geri devir terfi merkezindeki pompalar yardımıyla çamur susuzlaştırma binasında bulunan dekantörlere iletilmektedir. Susuzlaştırılan çamur, dekantörlerin altında bulunan burgu konveyör vasıtasıyla bina dışında bulunan kamyonlara yüklenerek bertarafa gönderilmekte, dekantörlerden çıkan süzüntü suyu ise tesisin başına iletilmektedir. Çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri Çizelge 3.25'te verilmiştir (Anonim, 2013b).

Çizelge 3.25. Gevaş A.A.T. çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri (Anonim, 2013b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Dekantör sayısı	1+1 adet
Dekantör kapasitesi	5 m ³ /sa
Dekantör katı madde çıkışı	% 20-25
Çamur pompası kapasitesi (3 + 1 adet)	15 lt/sn
Polielektrolit pompası kapasitesi (1+ 1 adet)	4.3 l/s

3.2.4. Başkale ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi

Başkale ilçesi Tepebaşı Mahallesi bölgesinde kurulu bulunan Başkale atıksu arıtma tesisi 2029 ve 2049 yılları olmak üzere 2 kademedede inşa edilmiştir. Yaklaşık 21.000 eşdeğer nüfusa hizmet vermek üzere inşa edilen Başkale atıksu arıtma tesisinde kum tutucular sonrasında biyolojik fosfor giderimi yapan anaerobik havuzlar tasarlanmıştır. Şekil 3.8’de görülen Başkale ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi deşarj noktası değıirmen dere olup sonrasında dolaylı olarak zap suyuna oradanda Dicle nehrine ulaşmaktadır. Arıtma tesisinde atıksu kaba ızgara, ince ızgara, kum tutucu ve terfi merkezinden oluşan arıtma ünitelerinden geçerek biyolojik arıtmanın gerçekleştiğı anaerobik tank, havalandırma tankları, son çöktürme tanklarını içeren kısma alınır. Biyolojik arıtımı gerçekleşen atıksu son çöktürme tanklarında su ve çamur fazına ayrılır ve arıtılmış su tankın üst kısmından toplanarak alıcı ortama verilir. Tankın tabanında biriken çamur toplanarak biyolojik arıtmanın başına aşu çamuru olarak verilir. Arıtma tesisinde oluşan atık çamur ise çamur susuzlaştırma ünitesinde susuzlaştırılarak kekler halinde tesisten uzaklaştırılmaktadır. Tesisin uydu görüntüsü Şekil 3.9’da tesis tasarım debileri ise Çizelge 3.26’da verilmiştir (Anonim, 2013a).



Şekil 3.8. Başkale atıksu arıtma tesisi.



Şekil 3.9. Başkale AAT uydu görüntüsü.

Çizelge 3.26. Başkale A.A.T. tasarım debileri (Anonim, 2013a)

DEBİLER	I. KADEME (2029)		II. KADEME (2049)	
	m ³ /gün	m ³ /sa	m ³ /gün	m ³ /sa
Q _{ort}	1492,8	62,2	2174,4	90,6
Q _{proj}	250,6	104,4	3648	152,0
Q _{mak}	3050,4	127,1	4442,4	185,1
Q _{min}	919,2	38,3	1336,8	55,7

Uzun havalandırılmalı aktif çamur prosesinin uygulandığı Başkale A.A.T’de atıksudaki kirlilik yükleri ve konsantrasyonları Çizelge 3.27’de verilmiştir (Anonim, 2013a).

Çizelge 3.27. Başkale A.A.T. kirlilik Yükleri ve Konsantrasyonlar (Anonim, 2013a)

PARAMETRE	I. KADEME (2029)		II. KADEME (2049)	
	Q _{ORT} = 1492,8 m ³ /gün		Q _{ORT} = 2174,4 m ³ /gün	
	Kirlilik Yüğü (kg/gün)	Konsantrasyon (mg/l)	Kirlilik Yüğü (kg/gün)	Konsantrasyon (mg/l)
BOİ ₅	367,3	260	546,4	260,2
AKM	392,9	272	571,2	272
Azot (N)	61,8	42	89,9	42,8
Fosfor (P)	11,5	8	16,7	8

Başkale Atıksu Arıtma Tesisi aşağıdaki arıtma birimlerinden ibarettir:

- Kaba ızgaralar,
- İnce ızgaralar,
- Havalandırılmalı kum ve yağ tutucu,
- Terfi merkezi,
- Dağıtım yapısı ve debimetre yapısı,
- Anaerobik havuzlar,
- Havalandırma havuzları,

- Son çökeltme havuzları,
- Geri devir ve fazla çamur terfi merkezi,
- Çamur susuzlaştırma üniteleri,
- Blower binası,

3.2.4.1. Mekanik temizlemeli kaba ve ince ızgara

Tesis ünitelerinin hasar görmemesi ve tıkanma problemlerini engellemek için tesise iletilen atıksu otomatik temizlemeli kaba ve ince ızgaralardan geçirilmektedir. İşlem sonunda oluşan atıksular ızgara kanalına gönderilmekte, susuzlaştırılan atıklar ise konteynıra alınarak sistemden uzaklaştırılmaktadır. Kaba ve ince ızgaranın tasarım parametreleri Çizelge 3.28 ve Çizelge 3.29’ da verilmiştir (Anonim, 2013a).

Çizelge 3.28. Başkale A.A.T. kaba ızgara özellikleri (Anonim, 2013a)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Izgara sayısı	1 adet
Izgara çubuk aralığı	30 mm
Izgara kanalı genişliği	0,5 m
Izgara kanalındaki hız	0.75 m/sn

Çizelge 3.29. Başkale A.A.T. ince ızgara özellikleri (Anonim, 2013a)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Izgara sayısı	2 adet
Izgara çubuk aralığı	10 mm
Izgara kanalı genişliği	0,60 m
Izgara kanalındaki hız	0.94 m/sn

3.2.4.2. Havalandırmalı kum tutucu ve yağ tutucu

Arıtma tesisi ünitelerinde istenmeyen kirletici parametrelerin mekanik aksamalarının aşınmalarını önlemek amacıyla atıksuyun içindeki kum ve benzeri parametreler giderilmektedir. Trapez yapılı kum tutucu, mekanik temizlemeli olarak tasarlanmıştır. Kum tutucular hidrolik olarak 185,1 m³/saat debiye göre projelendirilmiştir. Hava üfleyicilerle havalandırmalı kum ve yağ tutucu prosesine hava verilerek askıda katı maddelerin çökmesi engellenerek kum ve çakıl gibi maddeler

çöktürülmektedir. Havalandırmalı kum ve yağ tutucunun tasarım parametreleri Çizelge 3.30'da verilmiştir (Anonim, 2013a).

Çizelge 3.30. Başkale A.A.T. havalandırmalı kum tutucu ve yağ tutucu özellikler (Anonim, 2013a)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Bekletme süresi	774 sn
Toplam hacim	54.6 m ³
Uzunluk	12 m
Su derinliği	3.34 m
Blower hava debisi (2+1 adet)	42 m ³ /h
Kum pompası gücü(2 + 1 adet)	2.2 kW

Atıksu kum tutuculardan sonra giriş pompa istasyonuna gönderilmekte ve kontrollü olarak dalgıç pompayla tesisin biyolojik arıtma kademesine iletilmektedir. Giriş pompa istasyonu özellikleri çizelge 3.31'de verilmiştir (Anonim, 2013a).

Çizelge 3.31. Başkale A.A.T. giriş pompa istasyonu özellikleri (Anonim, 2013a)

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

3.2.4.3. Biyolojik fosfor giderme havuzu

Anaerobik ortam şartları sağlandığı sistemde sadece organizmaların atıksu ile homojen olarak karışmasının sağlanması ve tabanda çökelmenin önlenmesi için karıştırma yapılmaktadır. Dikdörtgen biçiminde tasarlanan havuzda söz konusu karıştırma için dalgıç mikserler kullanılmaktadır. Heterotrofik bakteriler anaerobik koşullarda atıksuda bulunan uçucu yağ asitlerini bünyelerinde depolayarak önceden yapılarında tuttukları fosforu hücre dışına salmaktadır. Aerobik koşullarda ise fosforu hücre sentezinde kullanmak üzere anaerobik koşullarda saldıgı fosfordan daha fazlasını bünyesinde almaktadır. Bu şekilde sistemden atılan fazla çamur (bakteri-biyokütle) ile fosfor da atılarak biyolojik olarak giderimi sağlanmış olmaktadır. Biyolojik fosfor giderme havuzu tasarım parametreleri çizelge 3.32'de verilmiştir (Anonim, 2013a).

Çizelge 3.32. Başkale AAT Biyolojik fosfor giderme havuzu (anaerobik havuzlar) özellikleri (Anonim, 2013a)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Bekletme süresi (min.)	30 dk
Toplam hacim	159,6 m ³
Su derinliği	3 m
Karıştırıcı sayısı/gücü	2 adet / 1.5 kW

3.2.4.4. Havalandırma havuzları

Oksidasyon havuzları şeklinde projelendirilen havalandırma havuzlarında nitrifikasyon-denitrifikasyon reaksiyonları ile azotlu bileşiklerin nitrit ve nitrata son olarak da azot gazına (N₂) dönüştürülmesi sağlanmaktadır. Havalandırma havuzlarında hava ihtiyacı ince kabarcıklı difüzörler ile karşılanmaktadır. Difüzörlere hava blower tarafından temin edilmektedir. Havalandırma havuzların özellikleri çizelge 3.33'te verilmiştir (Anonim, 2013a).

Çizelge 3.33. Başkale A.A.T. havalandırma havuzların özellikleri (Anonim, 2013a)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Havuz hacmi	1350 m ³
Hidrolik alıkonma süresi	15.6 h
Çamur yaşı (12 °C)	25 gün
Su derinliği	5,75 m
Karıştırıcı sayısı/gücü	8 adet / 3 kW
Blower kapasitesi (3+1 adet)	360 m ³ /h
Difüzör debisi	4.2 m ³ /h

3.2.4.5. Son çöktürme havuzları

Çökeltim havuzlarında, aktif çamur yerçekim etkisi ile dibe çöktükten sonra çamurdan ayrılan su savaklanmaktadır. Havuz yüzeyinden toplanan yüzücü maddeler, sıyrıcı ile köpük hunilerine aktarılmaktadır. Köpük hunilerinden köpük rögarına süzülen atıksular pompa ile çamur depolama havuzuna gönderilmektedir. Çöktürme havuzlarının tabanından toplanan çamur, geri devir pompa odasına gönderilmektedir. Son çöktürme havuzları özellikleri çizelge 3.34’de verilmiştir (Anonim, 2013a).

Çizelge 3.34. Başkale A.A.T. son çöktürme havuzları özellikleri (Anonim, 2013a)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Çap	9 m
Bekletme süresi	4 h
Her bir havuz hacmi	253 m ³
Su derinliği	3.60 m
Yüzey yüklemesi	0.45 < 0.5 m ³ /m ² .h

3.2.4.6. Çamur susuzlaştırma ünitesi

Çamur susuzlaştırma işlemi ile nihai olarak uzaklaştırılacak çamurun hacminin azalması sağlanmaktadır. Çamur susuzlaştırma ekipmanı olarak belt filtre kullanılmaktadır. Belt filtre % 0.8-1 kuru madde içeren çamurun içeriğini % 18 kuru maddeye çıkaracak özelliktedir. Çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri çizelge 3.35’de verilmiştir (Anonim, 2013a).

Çizelge 3.35. Başkale A.A.T. çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri (Anonim, 2013a)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Belt filtre sayısı	1 adet
Belt filtre kapasitesi	2.00 m ³ /h
Belt filtre katı madde çıkışı	% 20-25
Çamur pompası kapasitesi (2 + 1 adet)	20 m ³ /h
Polielektrolit pompası kapasitesi (2 + 1 adet)	1000 l/sn

3.2.5. Çelebibağı ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi

40.000 kişilik eşdeğer nüfusa hizmet vermek üzere 2014 tarihinde Van ili Erciş İlçesi 2,14 hektar alan üzerinde kurulan Çelebibağı ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi 2023 ve 2043 yılları olmak üzere iki kademede tasarlanmıştır. Van gölü Tabiat Varlıkları Koruma Genel Müdürlüğü tarafından hassas alan olarak belirlenmiştir. Hassas Alanlar için atıksu deşarj kriteri Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ikincil arıtıma ilişkin deşarj limitleri belirtilmiştir. Hassas alan olması nedeniyle azot fosfor arıtımı gereklidir. Proses seçiminde yürürlükte bulunan yönetmelik ve mevzuat gereğince Çelebibağ atıksu arıtma tesisi uzun havalandırmalı aktif çamur prosesine sahip maksimum 4361,52 m³/gün kapasitelidir.

Şekil 3.10'da uydu görüntüsü verilen Çelebibağı arıtma tesisinde biyolojik fosfor giderme havuzları ve uzun havalandırmalı aktif çamur prosesi kullanılarak ileri düzeyde azot, fosfor ve karbon giderimi yapılmaktadır. 500 mm kollektör hattı ile arıtma tesisine gelen atıksu öncelikle fiziksel arıtma (kaba atıklar, kum çakıl ve yağların alınması) sürecinden geçirilmektedir. Fiziksel arıtma süreci tamamlanmış atıksu daha sonra ileri biyolojik arıtma (azot, fosfor, karbon giderimi) aşamasından geçirilmektedir. İleri biyolojik arıtma aşamasından sonra son çökeltme havuzu yüzeyinde savaklanan temiz su kapalı menfez yapısı ile Van gölüne deşarj edilmektedir.

Son çökeltme havuzundaki arıtma çamuru kimyasal şartlandırıcı kullanılarak belt filtre yardımı ile susuzlaştırma işleminden geçirilmektedir, böylece katı madde oranı % 18 çıkarılan arıtma çamuru, çamur kekleri halinde traktör ve römorklar yardımı ile arıtma tesisinden uzaklaştırılmaktadır. Tesiste günlük olarak 4 ton arıtma çamuru çıkmaktadır. Şekil 3.11'de tesisin görüntüsü verilmiştir. Tasarım debileri ise Çizelge 3.36'da verilmiştir (Anonim, 2014a).



Şekil 3.10. Çelebibağı A.A.T.uydu görüntüsü.



Şekil 3.11. Çelebibağı atıksu arıtma tesisi.

Çizelge 3.36. Çelebibağı A.A.T. tasarım debileri (Anonim, 2014a)

DEBİLER	I. KADEME (2023)		II. KADEME (2043)	
	m ³ /gün	m ³ /sa	m ³ /gün	m ³ /sa
Q _{ort}	1496,88	62,37	2107,44	87,81
Q _{proj}	2533,44	105,56	3571,2	148,80
Q _{mak}	3096,48	129,02	4361,52	181,73
Q _{min}	944,88	39,37	1329,12	55,38

Uzun havalandırmalı aktif çamur prosesinin uygulandığı Çelebibağı A.A.T. kirlilik yükleri ve konsantrasyonları Çizelge 3.37’de verilmiştir (Anonim, 2014a).

Çizelge 3.37. Çelebibağı A.A.T. kirlilik yükleri ve konsantrasyonlar (Anonim, 2014a)

PARAMETRE	I. KADEME (2023)		II. KADEME (2043)	
	Q ₂₄ = 1496,88 m ³ /gün		Q ₂₄ = 2107,44 m ³ /gün	
	Kirlilik Yüğü (kg/gün)	Konsantrasyon (mg/l)	Kirlilik Yüğü (kg/gün)	Konsantrasyon (mg/l)
BOI ₅	367,09	250	517,15	250
AKM	396,46	270	558,52	270
Azot (N)	58,74	40	82,74	40
Fosfor (P)	11,75	8	16,55	8

Çelebibağı atıksu arıtma tesisi aşağıdaki arıtma birimlerinden ibarettir:

- Kaba ızgaralar,
- İnce ızgaralar,
- Havalandırmalı kum ve yağ tutucu,
- Terfi merkezi,
- Dağıtım yapısı ve debimetre yapısı,
- Anaerobik havuzlar,
- Havalandırma havuzları,
- Son çökeltme havuzları,
- Geri devir ve fazla çamur terfi merkezi,
- Çamur susuzlaştırma üniteleri,
- Blower binası,

3.2.5.1. Mekanik temizlemeli kaba ve ince Izgara

Izgaralar zaman ve seviye ayarlı olarak çalışmaktadır. İşlem sonunda oluşan atıksular ızgara kanalına gönderilmekte, susuzlaştırılan atıklar ise konteynıra alınarak sistemden uzaklaştırılmaktadır. Kaba ve ince ızgaranın tasarım parametreleri Çizelge 3.38 ve Çizelge 3.39’da verilmiştir (Anonim, 2014a).

Çizelge 3.38. Çelebibağ A.A.T. kaba ızgara özellikleri (Anonim, 2014a)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Izgara sayısı	1 adet
Izgara çubuk aralığı	50 mm
Izgara kapasitesi	3500 m ³ /h
Izgara kanalındaki hız	0.95 m/sn

Çizelge 3.39. Çelebibağ A.A.T. ince ızgara özellikleri (Anonim, 2014a)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Izgara sayısı	2 adet
Izgara çubuk aralığı	10 mm
Izgara kapasitesi (her biri)	3500 m ³ /h
Izgara kanalındaki hız	0.95 m/sn

3.2.5.2. Havalandırmalı kum ve yağ tutucu

Atıksu içinde bulunan kum, çakıl gibi inert maddelerin sonraki ünitelere ve mekanik aksama zarar vermesini önlemek için tesiste 2 adet parabolik kesistli yatay akışlı havalandırmalı kum tutucu projelendirilmiştir. Kaba ve ince ızgaralaradan geçirilen atıksu ilk olarak kumun çöktürüldüğü havalandırıcılı kum ve yağ tutucuya gelmektedir. Arıtma tesisi ünitelerinde mekanik aksamlarının aşınmalarını önlemek amacıyla atıksuyun içindeki kum ve benzeri parametreler giderilmektedir. Hava üfleyicilerle havalandırmalı kum ve yağ tutucu prosesine hava verilerek askıda katı maddelerin çökmesi engellenerek kum ve çakıl gibi maddeler çöktürülmektedir. Havalandırmalı kum ve yağ tutucunun tasarım parametreleri Çizelge 3.40'da verilmiştir (Anonim, 2014a).

Çizelge 3.40. Çelebibağ A.A.T. havalandırmalı kum tutucu ve yağ tutucu özellikleri

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Bekletme süresi	1680 sn
Toplam hacim	82,08 m ³
Uzunluk	12 m
Su derinliği	3 m
Blower hava debisi (2 adet)	42 m ³ /h
Kum pompası kapasitesi (2 + 1 adet)	20 m ³ /h

Atıksu kum tutucu ünitesinden sonra giriş pompa istasyonuna gönderilmekte ve dalgıç pompayla tesisin biyolojik fosfor giderme havuzu arıtma kademesine iletilmektedir. Giriş pompa istasyonu özellikleri Çizelge 3.41'de verilmiştir (Anonim, 2014a).

Çizelge 3.41. Çelebibağ A.A.T. giriş pompa istasyonu özellikleri (Anonim, 2014a)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Dalgıç pompa kapasitesi (2+1 adet)	64,8 m ³ /h

3.2.5.3. Biyolojik fosfor giderme havuzu

Havalandırılmalı kum ve yağ tutucudan çıkan atıksu, geri devirden çıkan aktif çamurla karışarak anaerobik havuza girmektedir. Biyolojik fosfor giderme ünitesinde, anaerobik ortam şartları sağlanmaktadır. Oksidasyon hendeği şeklinde tasarlanan havuzda karıştırma işlemi için dalgıç mikserler kullanılmaktadır.

Biyolojik fosfor giderme havuzu tasarım parametreleri Çizelge 3.42’de verilmiştir (Anonim, 2014a).

Çizelge 3.42. Çelebibağ A.A.T. biyolojik fosfor giderme havuzu özellikleri (Anonim, 2014a)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Bekletme süresi (min.)	45 dk
Toplam hacim	61,8 m ³
Su derinliği	3 m
Karıştırıcı sayısı/gücü/devri	2 adet / 1.5 kW/ 12 d/dk

3.2.5.4. Havalandırma havuzları

Atıksu, biyolojik fosfor giderme havuzlarından havalandırma ünitelerine alınmaktadır. Azot giderimi, organik azotun nitrit ve nitrata ve son olarak da azot gazına dönüştürülmesini sağlayan nitrifikasyon (oksik bölge) ve denitrifikasyon (anoksik bölge) reaksiyonlarıyla gerçekleştirilmektedir. Difüzörlere hava blower tarafından temin edilmektedir. Blowerlar havalandırma bölgesindeki çözünmüş oksijen konsantrasyonunu 2 mg/L değerinde tutacak şekilde değişken devirli çalışmaktadır. Havalandırma havuzlarının özellikleri Çizelge 3.43’de verilmiştir (Anonim, 2014a).

Çizelge 3.43. Çelebibağ A.A.T. havalandırma havuzlarının özellikleri (Anonim, 2014a)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Havuz hacmi	2620 m ³
Hidrolik alıkonma süresi	15 h
Çamur yaşı (12 °C)	10 gün
Su derinliği	4,5 m
Karıştırıcı sayısı/gücü/devri	2 adet / 3 kW/ 25 d/dk
Blower kapasitesi (2+1 adet)	306 m ³ /sa 600 mBar
Difüzör sayısı (her biri)	120 adet
Temiz sudaki O ₂ transfer konsantrasyonu	15 gr O ₂ / Nm ³

3.2.5.5. Son çöktürme havuzları

Çökeltim havuzlarında, aktif çamur yerçekim etkisi ile dibe çöktükten sonra çamurdan ayrılan su savaklanmaktadır. Havuz yüzeyinden toplanan yüzücü maddeler, sıyrıcı ile köpük hunilerine aktarılmaktadır. Köpük hunilerinden köpük rögarına süzülen atıksular pompa ile çamur depolama havuzuna gönderilmektedir. Çöktürme havuzlarının tabanından toplanan çamur, geri devir pompa odasına gönderilmektedir. Son çöktürme havuzları özellikleri Çizelge 3.44’de verilmiştir (Anonim, 2014a).

Çizelge 3.44. Çelebibağ A.A.T. son çöktürme havuzları özellikleri (Anonim, 2014a)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Çap	9 m
Bekletme süresi	3.90 h
Her bir havuz hacmi	293 m ³
Su derinliği	2.90 m
Yüzey yüklemesi	0.45 < 0.5 m ³ /m ² .h

3.2.5.6. Çamur susuzlaştırma ünitesi

Son çökeltme havuzu dibinde aktif çamur belirli aralıklarla geri devir terfi istasyonunda bulunan pompalar yardımıyla çamur susuzlaştırma binasında bulunan belt filtreye iletilmektedir. Susuzlaştırılan çamur, belt filtrelerin altında bulunan burgu konveyör vasıtasıyla bina dışında bulunan kamyonlara yüklenerek tesisten uzaklaştırılmaktadır, belt filtrelerden çıkan süzüntü suyu ise tesisin başına

iletilmektedir. Çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri Çizelge 3.45’de verilmiştir (Anonim, 2014a)

Çizelge 3.45. Çelebibağ A.A.T. çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri (Anonim, 2014a)

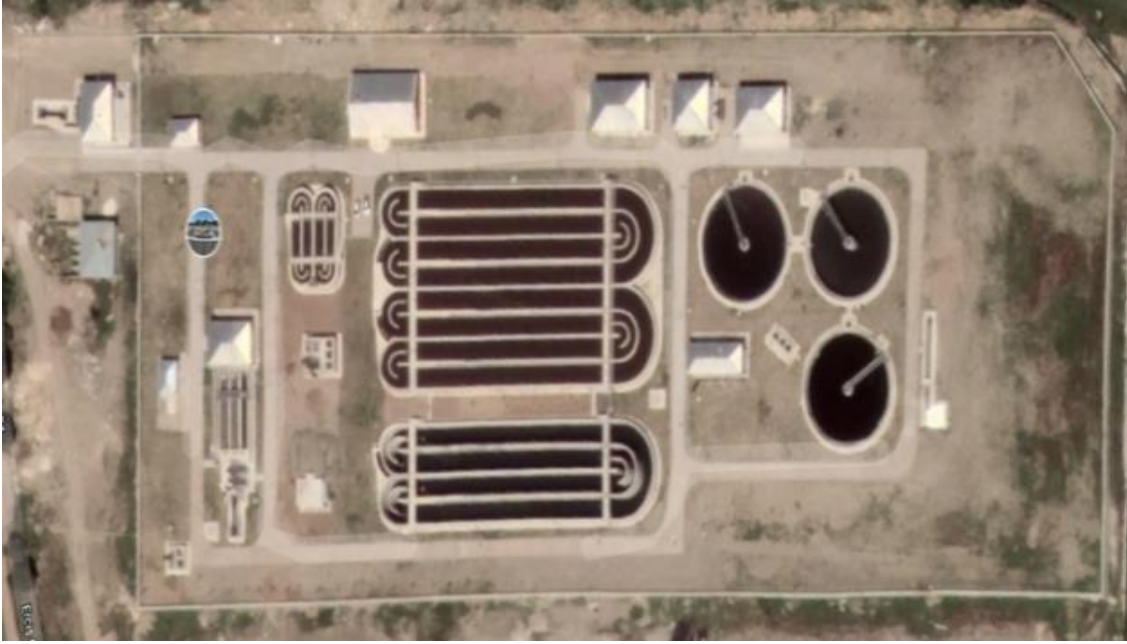
ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Belt filtre sayısı	1 adet
Belt filtre kapasitesi	1,45 m ³ /h
Belt filtre katı madde çıkışı	% 18-25
Çamur pompası kapasitesi (2 + 1 adet)	25 m ³ /h
Polielektrolit pompası kapasitesi (2 + 1 adet)	1000

3.2.6. Gölağzı ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi

Erciş ilçesi Gölağzı mahallesinde kurulu bulunan yaklaşık 205.000 eşdeğer nüfusa hizmet vermek üzere inşa edilen maksimum 72.372 m³/gün kapasiteli Gölağzı atıksu arıtma tesisi iki kademeli olarak tasarlanmıştır. Bu proses birbirini sırayla takip eden birer anaerobik, anoksik ve oksik bölümden sonra çökeltme havuzundan ve anaerobik havuz girişinde bulunan çamur geri dönüş bağlantısından oluşmaktadır. Havalandırma havuzları için Carrousel tipi havuzlar seçilmiştir. Atıksudaki fosforun giderilmesi için havalandırma havuzu girişinde anaerobik bir tank tasarlanmıştır. Şekil 3.12’de arıtma tesisinin görünümü Şekil 3.13’te ise tesisin uydu görüntüsü verilmiştir. Uzun havalandırmalı aktif çamur prosesinin uygulandığı. Gölağzı atıksu arıtma tesis tasarımı debileri Çizelge 3.46’da verilmiştir (Anonim, 2014b).



Şekil 3.12. Gölağzı atıksu arıtma tesisi.



Şekil 3.13. Gölağzı A.A.T.uydu görüntüsü.

Çizelge 3.46. Gölağzı A.A.T. tasarım debileri (Anonim, 2014b)

DEBİLER	I. KADEME (2028)		II. KADEME (2048)	
	m ³ /gün	m ³ /sa	m ³ /gün	m ³ /sa
Qort	24072,00	1003,00	45312,00	1888,00
Qproj	30936,00	1289,00	57612,00	2400,50
Qmak	39172,8	1632,20	72372,00	3015,50
Qmin	15816,72	659,03	29780,64	1240,86

Uzun havalandırmalı aktif çamur prosesinin uygulandığı Gölağzı AAT’de atıksu kirlilik yükleri ve konsantrasyonları Çizelge 3.47’de verilmiştir (Anonim, 2014b).

Çizelge 3.47. Gölağzı A.A.T. kirlilik yükleri ve konsantrasyonlar verilmiştir (Anonim, 2014b)

PARAMETRE	I. KADEME (2028)		II. KADEME (2048)	
	Q _{ort} = 24072,00 m ³ /gün		Q _{ort} = 45312,00 m ³ /gün	
	Kirlilik Yükü (kg/gün)	Konsantrasyon (mg/l)	Kirlilik Yükü (kg/gün)	Konsantrasyon (mg/l)
BOİ ₅	6.018	250	11.328	250
AKM	6.981	290	13.141	290
Azot (N)	1.204	50	22.66	50
Fosfor (P)	289	10	544	10

Gölağzı atıksu arıtma tesisi aşağıdaki arıtma birimlerinden ibarettir:

- Kaba ızgaralar,
- Terfi merkezi,
- İnce ızgaralar,
- Havalandırmalı kum ve yağ tutucu,
- Dağıtım yapısı ve debimetre yapısı,
- Anaerobik havuzlar,
- Havalandırma havuzları,
- Son çökeltme havuzları,
- Geri devir ve fazla çamur terfi merkezi,
- Çamur susuzlaştırma üniteleri,
- Blower binası,

3.2.6.1. Mekanik temizlemeli kaba ve ince ızgara

Tesis ünitelerinin hasar görmemesi ve tıkanma problemlerinden korumak amacıyla tesise iletilen atıksu otomatik temizlemeli kaba ve ince ızgaralardan geçirilmektedir. İşlem sonunda oluşan atıksular ızgara kanalına gönderilmekte, susuzlaştırılan atıklar ise konteynıra alınarak sistemden uzaklaştırılmaktadır. Kaba ve İnce ızgaranın tasarım parametreleri Çizelge 3.48 ve Çizelge 3.49'da verilmiştir (Anonim, 2014b).

Çizelge 3.48. Gölağzı A.A.T. kaba ızgara özellikleri (Anonim, 2014b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Izgara sayısı	2 adet
Izgara çubuk aralığı/sayısı	40 mm/17 adet
Izgara kapasitesi (her biri)	5000 m ³ /h
Izgara kanalındaki hız	0.85 m/sn

Çizelge 3.49. Gölağzı A.A.T. ince ızgara özellikleri (Anonim, 2014b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Izgara sayısı	2 adet
Izgara çubuk aralığı/sayısı	10 mm/41 adet
Izgara kapasitesi (her biri)	5000 m ³ /h
Izgara kanalındaki hız	0.85 m/sn

3.2.6.2. Havalandırmalı kum ve yağ tutucu

Atıksu içinde bulunan kum, çakıl gibi inert maddelerin sonraki ünitelere ve mekanik aksama zarar vermesini önlemek için tesiste 2 adet parabolik kesistli yatay

akışlı havalandırılmalı kum tutucu projelendirilmiştir. Arıtma tesisi ünitelerinde istenmeyen kirletici parametrelerin mekanik aksamalarının aşınmalarını önlemek amacıyla atıksuyun içindeki kum ve benzeri parametreler giderilmektedir. Prosesden atılan kum, kum biriktirme bölmesinde suyu çekildikten sonra tesisten uzaklaştırılır. Yağ tutucu haznesinde toplanan atıklar ise vidanjörlerle tesisten uzaklaştırılır. Havalandırılmalı kum ve yağ tutucunun tasarım parametreleri Çizelge 3.50’de verilmiştir (Anonim, 2014b).

Çizelge 3.50. Gölağzı A.A.T. havalandırılmalı kum tutucu ve yağ tutucu özellikleri (Anonim, 2014b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	3 adet
Bekletme süresi	372 sn
Toplam hacim	168,48 m ³
Uzunluk	18 m
Su derinliği	3.34 m
Blower hava debisi (3+1 adet)	96 m ³ /h
Kum pompası kapasitesi (2 + 1 adet)	15 m ³ /h

Atıksu kum tutuculardan sonra giriş pompa istasyonuna gönderilmekte ve kontrollü olarak dalgıç pompayla tesisin birinci arıtma kademesine iletilmektedir. Giriş pompa istasyonu özellikleri Çizelge 3.51’de verilmiştir (Anonim, 2014b).

Çizelge 3.51. Gölağzı A.A.T. giriş pompa istasyonu özellikleri (Anonim, 2014b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Dalgıç pompa kapasitesi (4+1 adet) 1.kademe 2028	432 m ³ /h
Dalgıç pompa kapasitesi (4+1 adet) 2.kademe 2048	432 m ³ /h

3.2.6.3. Biyolojik fosfor giderme havuzu

Havalandırılmalı kum ve yağ tutucudan çıkan atıksu, geri devirden çıkan aktif çamurla birlikte anaerobik havuza girmektedir. Biyolojik fosfor giderme ünitesinde, anaerobik ortam şartları sağlanmaktadır. Sistemde tam karışımının sağlanması ve tabanda çökelpmenin önlenmesi için karıştırma gerekmektedir.

Biyolojik fosfor giderme havuzu tasarım parametreleri Çizelge 3.52'de verilmiştir (Anonim, 2014b).

Çizelge 3.52. Gölağzı A.A.T. biyolojik fosfor giderme havuzu özellikleri (Anonim, 2014b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	2 adet
Bekletme süresi (min.)	45 dk
Toplam hacim (2 adet)	1038 m ³
Su derinliği	5,18 m
Karıştırıcı sayısı/gücü/devri	2 adet / 5.5 kW/ 42 d/dk

3.2.6.4. Havalandırma havuzları

Havalandırma havuzlarında hava ihtiyacı ince kabarcıklı difüzörler ile karşılanmaktadır. Difüzörlere hava blower tarafından temin edilmektedir. Blower havalandırma bölgesindeki çözünmüş oksijen konsantrasyonunu 2 mg/l değerinde tutacak şekilde değişken devirli çalışmaktadır. Havalandırma havuzları özellikleri Çizelge 3.53'de verilmiştir (Anonim, 2014b).

Çizelge 3.53. Gölağzı A.A.T. havalandırma havuzlarının özellikleri (Anonim, 2014b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı (Nitrifikasyon)	3 adet
Havuz hacmi (Nitrifikasyon)	24200 m ³
Hidrolik alıkonma süresi	15.6 h
Çamur yaşı (12 ⁰ C)	23 gün
Su derinliği	5 m
Karıştırıcı sayısı/gücü/devri	12 adet / 5.7 kW/ 42 d/dk
Blower kapasitesi (3+1 adet)	5100 m ³ /h
Difüzör sayısı (her havuzda)	825 adet

3.2.6.5. Son çöktürme havuzları

Çökeltim havuzlarında, aktif çamur yerçekim etkisi çöktürüldükten sonra çamurdan ayrılan su savaklanmaktadır. Havuz yüzeyinden toplanan yüzücü maddeler, sıyrıcı ile köpük hunilerine aktarılmaktadır. Köpük hunilerinden köpük rögarına süzülen atıksular pompa ile çamur depolama havuzuna gönderilmektedir. Çöktürme havuzlarının tabanından toplanan çamur, geri devir pompa odasına gönderilmektedir. Son çöktürme havuzları özellikleri Çizelge 3.54’de verilmiştir (Anonim, 2014b).

Çizelge 3.54. Gölağzı A.A.T. son çöktürme havuzları özellikleri (Anonim, 2014b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Dekantör sayısı	2 adet
Dekantör kapasitesi	30 m ³ /h
Dekantör katı madde çıkışı	% 20-25
Çamur pompası kapasitesi (2 + 1 adet)	30 m ³ /h
Polielektrolit pompası kapasitesi (2 + 1 adet)	500 lt/h

3.2.6.6. Çamur susuzlaştırma ünitesi

Çamur susuzlaştırma işleminde şartlandırıcı olarak katyonik polielektrolit kullanılmaktadır. Polielektrolit çözeltisi bir adet paket sistemde hazırlanmakta ve dozlama sistemi ile dekantörlere iletilmektedir. Çamur %20-25 katı madde içeriğine getirildikten sonra kek halinde römorklar yardımıyla tesisten uzaklaştırılmaktadır. Dekantör ünitesinden alınan süzüntü suyu giriş terfi merkezine gönderilmektedir. Çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri Çizelge 3.55’de verilmiştir (Anonim, 2014b).

Çizelge 3.55. Gölağzı AAT Çamur susuzlaştırma ünitesi özellikleri (Anonim, 2014b)

ÜNİTE	ÖZELLİKLER
Havuz sayısı	3 adet
Çap	26 m
Bekletme süresi	3.88 h
Her bir havuz hacmi	2113 m ³
Su derinliği	3.62 m
Yüzey yüklemesi	0,41 < 0.5 m ³ /m ² .h



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Van iline uygun biyolojik arıtma proses tipi belirlenmiştir, ayrıca Van ilinde bulunan 6 adet atıksu arıtma tesisinde 2015 Ocak - 2019 Kasım tarihleri arasında yapılan işletme çalışmalarında, proje ve işletmeden kaynaklı problemler tespit edilmiş, bu problemlerin işletmeye ve bağlı ünitelere olan olumsuz etkileri tespit edilmiştir. Tesis giriş ve çıkış parametreleri, ünitelere ait gözlem, sorunlar ve iyileştirme önerileri detaylandırılmıştır.

4.1. Proses uygunluğunun incelenmesi

Evsel atıksuların arıtılması amacıyla kullanılan biyolojik arıtma sistemlerinde mikroorganizmalar atıksudaki organik maddeleri parçalayarak su, CO₂ ve enerjiye dönüştürmektedirler.

Yapılacağı bölgenin şartlarına uygun biyolojik atıksu arıtma tesislerinin seçiminde dikkat edilmesi gerekli faktörler aşağıda verilmiştir.

- Alıcı ortamın hassasiyeti
- Deşarj kriterlerinin sağlanması
- Ekonomik durum
- İşletme ve bakım maliyeti
- Debi ve kirlilik yüklerindeki salınlara karşı az etkilenmesi
- İklim koşullarına uyumu
- Arazi ihtiyacı
- Topografik ve jeolojik koşullara uyumu

Van ilinde bulunan atıksu arıtma tesislerinin deşarj yeri Van Gölü olarak belirlenmiştir. Van Gölü Tabiat Varlıkları Koruma Genel Müdürlüğü tarafından hassas alan olarak belirlenmiştir. Hassas alanlar için atıksu deşarj kriteri Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliğinin'de deşarj limitleri belirtilmiştir.

Hassas alan olması nedeniyle proses seçiminde yürüklükte bulunan yönetmelik ve mevzuat gereğince azot fosfor ve karbon gideren arıtma sistemlerinin tasarlanması gereklidir.

Van ili atıksu arıtma tesisleri incelendiğinde, İskele atıksu arıtma tesisinde karbon gideren klasik aktif çamur prosesi (biyolojik arıtma) uygulanmıştır. Edremit Gevaş, Başkale, Gölağzı Çelebibağı atıksu arıtma tesislerinde ise anaerobik havuz ve azot fosfor ve karbon giderimli uzun havalandırmalı aktif çamur prosesi uygulanmıştır. Klasik aktif çamur ve uzun havalandırmalı aktif çamur prosesleri karşılaştırılarak Van iline uygun proses belirlenmiştir.

Alternatif 1 - Klasik Aktif Çamur (KAÇ);

Alternatif 1 aşağıdaki üniteleri kapsamaktadır.

- Giriş – ön arıtma üniteleri,
- Dağıtma yapıları,
- Ön çökeltim havuzları,
- Havalandırma havuzları,
- Son çökeltme havuzları,
- Çamur yoğunlaştırıcılar (yerçekimli tank / mekanik),
- Aerobik / anaerobik çamur stabilizasyonu,
- Çamur susuzlaştırma (belt filtre press / dekantör),
- Çamur uzaklaştırılması.

Klasik aktif çamur prosesi dünyada en yaygın kullanılan arıtma tipidir. İşlemin karmaşık biyokimyasal mekanizması birçok araştırmacının bu konuya yönelmesine sebep olmuştur. Genellikle aktif çamur sistemiyle ikinci derece bir arıtma sağlanmaktadır.

Alternatif 2 - Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur (UHAÇ);

Alternatif 2 aşağıdaki üniteleri kapsamaktadır.

- Giriş – ön arıtma üniteleri,
- Dağıtma yapıları,
- Uzun havalandırmalı havuzlar,

- Son çökeltme havuzları,
- Çamur yoğunlaştırıcılar (yerçekimli tank / mekanik),
- Çamur susuzlaştırma (belt press / dekantör),
- Çamur uzaklaştırılması.

Uzun havalandırmalı havuzların kullanıldığı sistemlerde, ön çökeltim havuzlarına ve ayrı çamur çürütme tanklarına gerek yoktur. Havalandırma işlemi için gerekli enerji tüketimi diğer proseslere göre daha fazla olmasına karşılık organik maddelerin giderme verimi, uzun havalandırmalı aktif çamur proseslerinde daha yüksektir. Uzun havalandırmalı aktif çamur prosesinin genel olarak özellikleri şöyle sıralanabilir.

a) Katıların kontrol yöntemlerinde tam kontrol uygulanır. Katıların çökmesine ve arıtmayı terk etmesine müsaade edilmez.

b) Katı bekletme süresi fazladır.

c) Çamur fazlası havuz içerisindeki katı konsantrasyonunu belli bir seviyede tutmak amacı ile kontrollü olarak uzaklaştırılır. Uzaklaştırılan çamurlar ya doğrudan kullanılır ya da kurutulur.

d) Birim hacime uygulanması gereken güç miktarı fazladır. Oksijen transferi esas alınarak hesaplanan güç miktarları karıştırma için de yeterli olmaktadır.

e) Sıcaklık etkisi çok azdır.

f) BOİ giderme verimi %95-98 dir.

g) Nitrifikasyon havalandırmanın yeterli olduğu durumlarda meydana gelebilir.

h) Tercih edilmelerini etkileyen faktörler: Konvansiyonel aktif çamur ile karşılaştırılırsa işletmesi daha basittir. Havuzdan çıkan suyun kalitesi çok iyidir. Sistemden atılması gereken çamur miktarı oldukça düşüktür.

i) Uzun havalandırmalı sistemlerden çıkan çamur fazlası stabil halde olduğundan başka hiçbir işlem yapılmaksızın susuzlaştırılarak uzaklaştırılabilecek özelliktedir.

Azot, fosfor ve karbon giderimi hedeflendiğinde uygulanacak biyolojik yöntemlerden biri anaerobik havuzlar, nitrifikasyon ve denitrifikasyon prosesleridir. İki kademede gerçekleşen bir prosesin ilk aşaması olan nitrifikasyon prosesinde atıksuyun uzun süreler havalandırma tanklarında tutulması gerekmektedir; dolayısıyla klasik aktif

çamur prosesleri için öngörülen havalandırma süreleri nitrifikasyonun gerçekleşmesi ve azot giderimi için uygun değildir.

Van ili atıksu arıtma tesislerinde alıcı ortamı hassas alan Van Gölü olmasından dolayı yönetmelik ve mevzuat gereğince azot, fosfor ve karbon gideren arıtma proseslerinin uygulanması gerekmektedir.

Bu kapsamda Van ili merkez atıksularının arıtıldığı İskele atıksu arıtma tesisi incelecek olursa; 320.000 eşdeğer nüfusa hizmet vermek üzere 1992 yılında inşaa edilmiştir. İskele atıksu arıtma tesisi karbon gideriminin sağlandığı klasik aktif çamur prosesi olarak tasarlanmıştır.

Tesis inşaa edildiği tarih itibari ile o zamanın şartlarına uygun dizayn edilmiş olduğu halde kentsel atıksu arıtımı yönetmeliğinin belirttiği azot ve fosfor giderimi yapan özelliklerde değildir. Dolayısı ile Van Merkez atıksularının tamamının arıtılmasında hizmet veren İskele atıksu arıtma tesisinin proses özellikleri hassas alan olan Van Gölü alıcı ortam şartları için uygun değildir. Van ilinin iklim şartlarına uygun yönetmelik ve mevzuat gereğince azot, fosfor ve karbon giderimi yapan donanımlı bir arıtma tesisinin kurulması gereklidir.

Edremit, Gevaş, Başkale, Gölağzı ve Çelebibağı ileri biyolojik atıksu arıtma tesislerinde ise yürürlükte bulunan yönetmelik ve mevzuat gereğince azot fosfor ve karbon giderimi yapan arıtma prosesleri uygulanmaktadır.

Van ili Atıksu arıtma tesislerinde uygulanmış olan uzun havalandırma aktif çamur prosesi seçimi doğrudur, ancak kış mevsimi aylarının soğuk olması sıcaklık değerlerinin 0 °C'nin altına düştüğü zamanlarda tesis verimlerinde önemli derecede düşüşler görülmektedir. Bunun sebebi ise tip proje uygulamaları (yani başka bir yerde uygulanan projenin yeni yere göre tasarlanmadan yeniden projelendirilip uygulanması) ve fizibilite çalışmalarının doğru ve yeterli yapılmamış olmasından ileri gelmektedir.

4.2. Van Atıksu Arıtma Tesislerinde Karşılaşılan Problemler ve Çözümleri

4.2.1. İskele A.A.T. işletme problemleri ve çözüm önerileri

Problem 1: Tesis proje ömrünü tamamlamıştır.

Çözüm 1: Yeni bir arıtma tesisinin yapılması gerekmektedir.

Problem 2: Mevcut İskele atıksu arıtma tesisi proje sahası incelendiğinde kanalların çökmüş olduğu, havuzların beton duvarlarının kullanılamaz hale geldiği görülmektedir.

Çözüm 2: Betonarme yapılar kullanılmaz durumda olduğu için herhangi bir onarım-bakım çalışması yapılamamaktadır. Betonarme yapılar tekrar yapılmalıdır.

Problem 3: Arıtma tesisi mekanik ve elektrik aksam bazında eski teknoloji olup, işletme zorlukları ile birlikte proje ömürlerini yitirmiştir.

Çözüm 3: Mekanik ve elektrik aksamların yeni teknoloji ile revize edilmesi hem çok maliyetli hem betonarme ömrünü tamamlamış yapının bu aksamaları taşıyamayacağından ötürü yeni bir tesisin inşa edilmesi daha ekonomik olacaktır.

Problem 4: Yağmurlu havalarda tesise aşırı miktarda kum-çakıl malzemesi gelmektedir.

Çözüm 4: Kum tutucu olmasına rağmen ilave olarak tesis girişinde ana kolektör üzerine uygun ebatlarda iki bölmeden oluşan ön kum tutucu havuzlar yapılmalıdır. Kum tutucuların periyodik olarak temizlenmesi gerekmekte, temizlenmediği takdirde kum ve çakıl tesisin her kademesine taşınmakta ve tesis verimini düşürmektedir.

Problem 5: Yerleşim alanına 50 metre mesafede hakim rüzgar yönünde kurulmuş olan arıtma tesisinde özellikle yaz aylarında koku ve sinek problemi yaşanmaktadır. Ortaya çıkan kokular çevre halkını rahatsız etmektedir.

Çözüm 5: Arıtma tesisinde özellikle koku çıkan ünitelere koku giderme proseslerinin entegre edilmesi gerekmektedir.

Problem 6: İskele Atıksu Arıtma Tesisi; 320.000 eşdeğer nüfusa göre yapılmış olup 2015 yılına kadar yeterli olacağı düşünülmüştür. Ancak şu anda tesise bağlı olan nüfus TÜİK-2018 verilerine göre 597.964 kişidir (TÜİK-2018). Dolayısı ile tesis tam kapasite çalışmasına rağmen gelen atıksuyun tamamını arıtamayıp atıksuyun % 70'ni by-pass etmek durumunda kalmaktadır.

Çözüm 6: Yeni bir arıtma tesisinin yapılması gerekmektedir.

Problem 7: İskele atıksu arıtma tesisi çıkış suyu standartları sağlıyor olmasına rağmen ilgili yönetmeliklerin belirttiği azot ve fosfor giderimi yapan özelliğe sahip değildir.

Çözüm 7: Sözkonusu arıtma tesisi karbon giderimi yapan biyolojik prosese sahiptir. Ancak Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliğinin hassas alan ilan edilen alıcı ortamlarda azot ve fosfor gideriminde yapılması gerekliliğini belirtmektedir. Bu bağlamda Van ili için azot, fosfor ve karbon giderimi yapan yeni bir arıtma tesisi ihtiyacı doğmaktadır.

Problem 8: Beltpress filtre ile % 18 katı madde içerikli susuzlaştırılmış çamur elde edilen tesiste, çamur için nihai bir bertaraf tesisi çamur lagünleri tasarlamıştır. Ancak çamur lagünleri şuanda atıl durumdadır. Tesis yerleşim alanı içinde olduğundan çamur lagünleri koku ve sinek problemlerinden ötürü kullanılamamaktadır.

Çözüm 8: Atık çamurların yerleşim alanın uzağında belirli bir alanda bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Problem 9: Atıksu arıtma tesisi yerleşim alanı içinde olduğu için, tesisi sahasına kaçak geçişler yapılmaktadır. Kaçak geçiş yapan kişiler, tesisin etrafındaki tel örgüleri keserek içeri girmektedir. Bu teller onarıldığı halde izinsiz geçişlerin önüne geçilememiştir.

Çözüm 9: Hem tesisin güvenliği hem çevre halkının güvenliği için tesisin etrafı en az 2 m yüksekliğinde çevre duvarı ile örülmelidir.

Problem 10: Van Gölünün yüzülen alan olmasından dolayı atıksu arıtma tesisi çıkış sularının deşarjı öncesinde dezenfeksiyon işleminden geçirilmesi gerekmektedir. Ancak İskele atıksu arıtma tesisi çıkış suyuna herhangi bir dezenfeksiyon işlemi yapılmamaktadır.

Çözüm 10: Atıksu arıtma tesisi çıkış suyu dezenfeksiyon işleminde geçirilerek alıcı ortama deşarj edilmelidir.

Verim analizi: Biyolojik atıksu arıtma süreci tamamlanan atıksuyun kirletici parametreleri çalışma süresince bölgenin en soğuk kış ayı (Ocak 2018) ve en sıcak yaz ayı (Temmuz 2018) için laboratuvar ortamında analiz edilerek belirlenmiştir. Tesiste giriş ve çıkış parametre değerleri periyodik olarak ay boyunca kayıt edilmiştir. Bu

değerlerin ortalaması alınarak giriş ve çıkış kirlilik konsantrasyonları ve verimleri hesaplanarak Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İskele A.A.T. Kış dönemi (Ocak 2018) ve Yaz dönemi (Temmuz 2018) tesis giriş-çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri

DÖNEM	KOİ			BOİ			AKM		
	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %
Ocak 2018	225	80	64.44	132	27	79.5	300	30	89
Temmuz 2018	250	40	84	147	15	89.7	240	20	91.66

Analiz tablosu incelendiğinde KOİ, BOİ ve AKM parametrelerinin giderim verimlerinin kış aylarında düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak giriş suyundaki düşük kirlilik yükü ve soğuk havalarda sıcaklığın düşmesiyle biyolojik arıtma prosesinden faaliyet gösteren mikroorganizmaların metabolik faaliyetlerinde büyük bir düşüşün gerçekleşmesi gösterilebilir.

İskele atıksu arıtma tesisi Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği evsel nitelikli atıksular Tablo 21.4’de belirtilen deşarj limit değerlerini sağlamakla yükümlüdür. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği evsel nitelikli atıksular Tablo 21.4 ekler bölümünde EK 1’de verilmiştir.

İskele atıksu arıtma tesisi giriş ve çıkış parametre değerleri incelendiğinde Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinin belirlemiş olduğu deşarj limitlerini sağladığı görülmektedir.

Van ili merkez atıksularının arıtılmasında hizmet veren İskele atıksu arıtma tesisinin yukarıda belirtilen işletme sorunları (kapasite yetersizliği, alıcı ortamın hassas alan olması gibi) nedenlerinden ötürü, ileri biyolojik arıtma sistemlerinin uygulanması gerekmektedir. Van ilinin atıksuları havza bazında hassas alan olan Van Gölüne deşarj edilmektedir. Bu nedenlerle Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliğinin hükümlerini yerine getirecek şekilde hem karbon hem azot ve fosfor

giderimini sağlayabilecek modern ileri arıtma sistemli bir arıtma tesisinin Van'a yapılması gerekmektedir.

Öneri olarak Van iline yapılması gerekli olan atıksu arıtma tesisin biyolojik yönteminin bazı önemli özellikleri şöyle olmalıdır;

Anaerobik proseslerin ünite tasarımında farklı işletme koşullarına ve ihtiyaçlara göre biyolojik fosfor giderimi açısından sistemde bir esneklik sağlanmalıdır. Her bir havuz ayrı ayrı çalıştırılabilir ve devre dışı bırakılabilir. Havuzlar hem paralel, hem de seri olarak çalışabilir olmalıdır. Havuzların başına selektör hacmi dahil edilmelidir, giriş atıksuyu ve geri devir debisi buraya verilmelidir.

Havalandırma proses havuzları önde denitrifikasyonlu sisteme göre A²O olarak tasarlanabilir ve istenildiğinde denitrifikasyon (kademeli besleme) sistemlerine göre çalıştırılabilir şekilde projelendirilmelidir.

4.2.2. Edremit A.A.T. işletme problemleri, proje hataları ve çözüm önerileri

Problem 1: Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliğinin hükümlerini yerine getirecek şekilde dizayn edilen tesis projesinde tasarım hatası olarak yıl bazında kademelendirme yapılmamıştır. Ani nüfus artışında ve/veya proje ömrüne bağlı olarak gelecekte kapasite arttırımı yapılması durumunda ek alan tahsis edilmemiştir.

Çözüm 1: Fizibilite çalışması yapılarak tesis sahası yakınında bulunan arazilerden gelecek nüfus oranlamasına göre ek alan tahsis edilmelidir (VASKİ Genel Müdürlüğüne ek alan tahsis çalışmaları başlatılmıştır).

Problem 2: Arıtma tesisinin yer seçimi yanlış yapılmıştır. Tesis Edremit ilçesinin yüksek kodunda ve hakim rüzgar yönünde kurulmuştur. Bu durumda özellikle sıcak havalarda ve rüzgârlı havalarda, çevre halkı çıkan keskin kokulardan rahatsız olmaktadır.

Çözüm 2: Normal şartlarda tesisin en düşük kod ve hakim rüzgar yönü dikkate alınarak kurulması gerekmektedir. Ancak yüksek maliyetlerle kurulan tesisi başka yere taşımak ve yıkıp yerine yeniden bir arıtma tesisi inşa etmek olanaksızdır. Bu durumda arıtma tesisine koku giderme ünitelerinin kurularak çıkan kokular minimize edilmelidir.

Problem 3: İlk etapta 40.000 kişilik eşdeğer nüfus verisine göre tasarlanan atıksu arıtma projesi, belirlenen kapasitenin yetmeyeceği düşünülmüş daha sonra uygulama esnasında proje revize edilerek 100.000 kişilik eşdeğer nüfus verisi baz alınıp proje tasarımı yeniden yapılmıştır. Ancak, doğru düşünülerek revize edilen projenin, teknik incelemeler sonucunda, yapılan revizyon çalışmalarında çeşitli proje hataları imalat eksiklikleri ve bazı uygulama hatalarının yapıldığı tespit edilmiştir.

Çözüm 3: Yapılan imalat hataları ve proje eksiklikleri giderilmelidir. VASKİ Genel Müdürlüğünün teknik çalışmaları sonucu sorun giderilmiştir.

Problem 4: Tesisteki tüm arıtma ünitelerinin betonarme yapılarında çeşitli sorunlar mevcuttur. Bir çok ünitenin betonarme duvarında, segregasyonlar, soğuk dezler, ve sızma oluşan bölgelerinde bir takım izolasyon ve ankrajın çalışmaları yapılmıştır,

Çözüm 4: Betonarme yapıları üzerinde daha sonra yapılan çalışmaların kontrol edilerek gelecekte eklenecek hidrolik yüklemenin kaldırılabilirliği araştırılmalıdır. Bu yönde kısmen bir çalışma yapılmıştır. Sızma yapan tayrot delikleri uygun malzeme ile kapatılmıştır. Segregasyonlar ve soğuk derzler onarılmıştır.

Problem 5: Çöktürme havuzlarında oturma oluşması sebebi ile dengeli savaklama yapılamamaktadır.

Çözüm 5: Savaklar onarılmıştır, ancak sorun kısmen devam etmektedir.

Problem 6: Dekantör ve çamur yoğunlaştırma ünitelerinde, çamurdan ayrılan süzüntü suyunun (süzüntü suyu suda çözülmüş polielektrolit içermektedir) cazibe ile tesisin başına (kaba ızgara öncesi) devrettirilmektedir. Bu durum işletme sorunlarına yol açmaktadır (polielektrolit yapışkan özelliğinden dolayı boru ve pompalarda tıkanmaya neden olmaktadır). Ayrıca atıksu debisinin fazla gelmesi durumlarında geri tepmeler meydana gelmekte ve süzüntü suyunun giriş bacasında atıksu taşmaları görülmektedir (yağmurlu günlerde bu durumla karşılaşmıştır).

Çözüm 6: Çamurdan ayrılan süzüntü suyunun projeye uygun olarak anaerobik havuzunun başına (giriş yapısına) geri devrettirilmesi gerekmektedir.

Problem 7: Son çökeltme havuzunda mevcut döner köprünün yürüyüş yolunun istikrarlı bir kotta olmadığı, yüzeyinin pürüzlü ve eğimli olduğu gözlenmiştir. Bu durum döner köprü tekerini sürekli deforme edecek ve dinamoyu zorlayarak kullanım verimini

düşürecektir. Ayrıca çöktürme havuzlarında soğuk derz ve segregasyona bağlı olarak sızmalar gözlemlenmiştir,

Çözüm 7: Son çöktürme, havuz üstünün tek kotta ve pürüzsüz olması gerekmektedir, bunun için en az 3 cm mozaik malzemedan kapalama yapılabilir, soğuk derz ve segregasyona bağlı bölgelerin uygun yalıtım malzemesi ile kaplanması gerekmektedir.

Problem 8: Havalandırılmalı kum ve yağ tutucu ünitesinin yağ alma yapısı hatalı ve işlevsiz durumdadır. Yağ kanalında biriken yağların giderimini sağlamak için betonarme duvarda delikler açılmış ve yağlar yere dökülmektedir. Bu durumdan dolayı tesiste istenmeyen keskin kokular oluşmaktadır.

Çözüm 8: Yağ kanalında biriken yağlar için kapalı bir sistem olacak şekilde (borulama yapısı, bantlı ve helezon konveyör, vb.) uygun yağ alma prosesi yapılmalıdır.

Problem 9: Edremit atıksu arıtma tesisi projesinde üretilen çamurun %25 kuru madde oranına getirildikten sonra ne yapılacağı belirlenmemiştir. Tesisten çıkan atık çamur tesise yakın bir alanda düzensiz olarak depolanmaktadır. Depolama alanından çıkan kötü kokular çevre halkını rahatsız ettiğinden başka depolama alanı bulma arayışı sürmektedir.

Çözüm 9: Bu konuda uygulanabilecek farklı opsiyonlar vardır. Bunlar;

- ✓ Solar ısıtılmalı çamur kurutma yatağı (açık ya da kapalı tip) kurulumu, çamur kuru madde oranı % 50'ye çıkarıldıktan sonra katı atık depolama tesisine göndermek.
- ✓ Endüstriyel çamur kurutma sistemi tasarlanıp inşa edilerek çamur kuru madde oranını %90'lara kadar çıkararak, oluşan kuru maddeyi gübre olarak veya çimento fabrikası ve benzeri fabrikalara göndererek yakıt olarak kullanmak.(Tesisin hemen yanında çimento fabrikası bulunmaktadır.)
- ✓ Van merkezde veya arıtma tesislerinin orta noktaları civarında çamur kurutma merkezi kurularak, tesislerde oluşan çamurları buraya nakledip kuruttuktan sonra yakıt veya gübre olarak kullanmak.
- ✓ Yönetmeliğin izin verdiği ölçüde uygun kuru madde oran sağlandıktan sonra, oluşan çamuru direkt olarak ya da pamuk sapı, fıstık kabuğu ve benzeri maddelerle karıştırdıktan sonra tarımda gübre olarak kullanmak.

Problem 10: Van Gölünün yüzülen alan olmasından dolayı atıksu arıtma tesisi çıkış suyu deşarjı öncesinde dezenfeksiyon işleminden geçirilmesi gerekmektedir. Ancak Edremit ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi çıkış suyuna herhangi bir dezenfeksiyon işlemi uygulanmamaktadır.

Çözüm 10: Arıtma tesisi çıkış suyuna dezenfeksiyon işlemi uygulanmalıdır.

Verim analizi: Biyolojik atıksu arıtma süreci tamamlanan atıksuyun kirletici parametreleri çalışma süresince bölgenin en soğuk kış ayı (Ocak 2018) ve en sıcak yaz ayı (Temmuz 2018) için laboratuvar ortamında analiz edilerek belirlenmiştir. Tesiste giriş ve çıkış parametre değerleri periyodik olarak bir ay boyunca kayıt edilmiştir. Bu değerlerin ortalaması alınarak giriş ve çıkış konsantrasyonları ve verimleri hesaplanarak çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Edremit A.A.T. Kış dönemi (Ocak 2018) ve Yaz dönemi (Temmuz 2018) tesis giriş-çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri

DÖNEM	KOİ			BOİ			TN			TP			AKM		
	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %
Ocak 2018	540	20	96.2	324	20	94	55	10	82	12	0.24	98	240	20	91
Temmuz 2018	580	15	97.2	350	12	97	65	8	88	14	0.1	99	255	5	98

Analiz tablosu incelendiğinde KOİ, BOİ, AKM, TN ve TP parametrelerinin giderim verimlerinin yaz ayına nisbeten kış ayında düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni nitrifikasyon-denitrifikasyon prosesi için gerekli olan alıkonma süresi gösterilebilir. Soğuk aylarda düşen sıcaklıkla birlikte biyolojik arıtma prosesinde faaliyet gösteren mikroorganizmanın metabolik faaliyetleri büyük bir düşüş gösterir. Havalandırma havuzunda minimum sağlanması gereken ortalama sıcaklık değeri 12 °C’dir. Van ilinde kış aylarında bu sıcaklık değeri ortalama 0 °C civarında seyrettiği görülmektedir. Bu durumda aktif çamur mikroorganizmalarını olumsuz etkilenmekte ve buna bağlı olarak arıtma verimini düşürmektedir.

Lee ve ark. (2004) evsel atıksulardan azot, fosfor ve karbon giderimi amacıyla S-city atıksu arıtma tesisi'nde (Kyunggi-do, Kore) yaptıkları çalışmada iki yıllık işletme sonucunda KOİ, azot ve fosfor giderim verimlerini sırasıyla %87, %79 ve %87 olarak tespit etmişlerdir. Aynı zamanda çalışmada sıcaklığın giderim verimi üzerindeki etkisine bakıldığında en yüksek giderim verimlerinin sıcaklığın 25-28°C arasında olduğunda elde edildiğini tespit etmişlerdir.

Lee ve arkadaşlarının S-city atıksu arıtma tesislerinde yaptıkları çalışma ile çalışmamızda yer alan Edremit atıksu arıtma tesisinde kirletici parametrelerin giderim verimlerinin sıcaklıkla değiştiği, yüksek sıcaklıklarda giderim verimlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Edremit atıksu arıtma tesisi Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği evsel nitelikli atıksular Tablo 21.3'de belirtilen deşarj limit değerlerini ve Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri sağlamakla yükümlüdür. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği evsel nitelikli atıksular Tablo 21.3 ekler bölümünde Ek 2'de verilmiştir.

Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri ekler bölümünde Ek 3'te verilmiştir.

Edremit ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği'nin deşarj limitlerine göre çıkış parametrelerin yaz ve kış aylarında giderim verimlerine bakıldığında her iki dönemde deşarj limitlerini sağladığı görülmektedir.

4.2.3. Gevaş A.A.T. işletme problemleri, proje hataları ve çözüm önerileri

Problem 1: Uzun havalandırmalı aktif çamur proseslerinde, havalandırma yapmak amacı ile havuzların dip kısımlarına döşenen disk tipi difüzörler havuzun her bölmesine homojen olarak yerleştirilmediği, bu durumda oksik ve anoksik bölgelerin amacına uygun olarak oluşturulamadığı tespit edilmiştir. Bu durumda oluşan aktif çamur işletme sorunları şunlardır.

1. Havuzun farklı yerlerinde hidrolik türbülanslar oluşmaktadır.
- ✓ Bu durum, son çökeltme havuzunda bakteri kaçaklarına yani çıkış suyunda flokların oluşmasına sebep olmaktadır.

2. Fazla havalandırma yapılmaktadır (özellikle havalandırma havuzunun çıkış bölümünde)

- ✓ Aşırı havalandırma aşırı türbülans ile biyolojik yumakların parçalanmasına sebebiyet vererek son çökeltme havuzunda, çamur yükselmesine (çamur kabarması), iğne uçlu flokların oluşmasına ve çıkış suyunun bulanık, kötü kokulu olmasına sebep olmaktadır.

Beşkat (2009) yaptığı çalışmada, Evsel Atıksu Arıtma Tesisleri İşletim Problemleri, Siverek Atıksu Arıtma Tesisini İncelemiştir. Havuzda türbülans meydana gelmesi sebebinin tıkalı difüzörlerin olması ve difüzörlü bölgede farklı hava miktarından kaynaklandığını tespit belirtmiştir. Difüzörler temizlenmesi gerekir ise değiştirilmesi ve havuzun her tarafına eşit miktarda oksijen verilmesi gerektiğini tespit etmiştir.

Beşkat 'ın yaptığı çalışmada belirtilen durum ile Gevaş atıksu arıtma tesisindeki durumların benzer olduğu, havuz bölgelerinde farklı ve fazla havalandırma yapıldığında türbülans meydana geldiği belirtilmiştir.

Çözüm 1: Havalandırma havuzunun her bölümünün dip kısımlarına oransal olarak difüzör döşenmelidir. Havalandırma havuzundaki en yüksek çözülmüş oksijen konsantrasyonu 4 mg/l'den fazla olmayacak şekilde gerekli ayarlamalar yapılmalıdır. Özellikle oksijenmetre kullanılarak çözülmüş oksijen konsantrasyonunu doğru tespit edebilmek için havalandırma havuzunun çıkış bölümü boyunca döşenen difüzörlerin bir kısmı taşınarak difüzör montajı yapılmayan bölmeye yerleştirilmesi daha uygun olacaktır. Bu doğrultuda VASKİ Genel Müdürlüğüne çözümde belirtilen şekilde çalışma yapılmıştır ve sorun giderilmiştir.

Problem 2: İşletme parametrelerinden biri olan çözülmüş oksijen konsantrasyonunu ölçebilmek için kullanılan oksijenmetrenin montajının yapıldığı havalandırma havuzunun çıkış bölümündeki aşırı havalandırmadan dolayı, oksijenmetrenin uygun yere yerleşiminin yapılamadığı tespit edilmiştir.

Çözüm 2: Havalandırma havuzlarında, aktif çamur işletme sorunlarının önüne geçebilmek (özellikle anaerobik şartların meydana gelmemesi için) ve yüksek kalitede çıkış suyu elde edebilmek için havalandırma havuzlarının çıkış bölmelerinde, minimum 2 mg/l, maksimum 4 mg/l çözülmüş oksijen konsantrasyonu sağlanmalıdır. Bunun

tespiti için oksijen metrelerin uygun yer ekseninde montajının yapılması gerekmektedir. Sorun çözümde belirtildiği gibi uygulanarak giderilmiştir.

Aktif çamur havuzunda istenilen çözünmüş oksijen konsantrasyonu ortalama 2 ila 4 mg/l arasında olması gerektiğini bildirilmiştir (Toprak, 2000).

Problem 3: Biyolojik fosfor giderme ve uzun havalandırmalı aktif çamur proseslerinde homojen karışım yapmak, çökelmeyi engellemek ve atıksu yönlendirme amacı ile kullanılan dalgıç mikserlerin yer ve yön aktarımı seçimi doğru yapılmamıştır.

Çözüm 3: Uzun havalandırmalı aktif çamur proseslerinde homojen karışım yapmak, çökelmeyi engellemek ve iç resirkülasyon amacı ile kullanılan dalgıç mikserlerin, yer ve yön seçimi doğru şekilde düzeltilmelidir. Bu yönde çalışma yapılmıştır ve dalgıç karıştırıcılar amacına uygun yerlere montajlanarak sorun giderilmiştir.

Problem 4: Çamur susuzlaştırma prosesi olan dekantörün yedeğinin olmaması, asıl olarak kullanılan dekantörde meydana gelebilecek olası bir teknik arıza sonucu çamur çekme işleminin yapılamaması durumunda ciddi işletme sorunları yaşanacaktır.

Çözüm 4: Çamur susuzlaştırma prosesi olan dekantörün 1 asıl ile birlikte 1 yedeğinin tedarik edilmesi gerekmektedir.

Gevaş A.A.T. havalandırma havuzu difüzör ve mikser onarım çalışmaları Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Gevaş A.A.T. havalandırma havuzu difüzör ve mikser onarım çalışmaları

Problem 5: Dekantör ile %25 katı madde içerikli susuzlaştırılmış çamur elde edilecek tesiste, çamur için nihai bir bertaraf tesisi tasarlanmamıştır.

Çözüm 5: Hızlı bir şekilde çamur yönetim planının hazırlanması gerekmektedir.

Fan ark. (2009) Anqing Atıksu Arıtma Tesisi'nde (Anqing, Çin) yaptıkları çalışmada; evsel atıksuların arıtılmasında modifiye A²/O prosesinin nütrient giderim performansı ve optimum işletme şartlarının belirlenmesini hedeflemişlerdir. Bu amaçla çalışmada evsel atıksuların arıtılması için pre-anoksik/anaerobik/anoksik/üç kademeli oksik tank kullanılmıştır. Proseste çamur yaşı 15 gün, çözünmüş oksijen konsantrasyonu ise 3-4 mg/l'dir. Tesiste KOİ, BOİ₅, TN, TP, NH₃-N, NO₃-N, NO₂-N ve AKM giriş konsantrasyonları sırasıyla 185 mg/l, 52 mg/l, 16 mg/l, 1,56 mg/l, 9,96 mg/l, 2,58 mg/l, 0,011 mg/l ve 86 mg/l olarak belirlenmiştir. Çalışma neticesinde KOİ, NH₃-N, TN, TP ve AKM için elde edilen giderim verimleri sırasıyla %81±2,0; %97±3,4; %25±9,1; 53±6,5 ve %80±3,5 şeklinde gerçekleşmiştir.

Arıtma tesislerinde optimum işletme şartlarının belirlenmesi için çözünmüş oksijen konsantrasyonu 2-4 mg/l olması gerektiğini Gevaş atıksu arıtma tesisinde belirtilmiştir. Benzer olarak Fan ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada nütrient giderim performansı ve optimum işletme şartlarının belirlenmesi için çözünmüş oksijen konsantrasyonu ise 3-4 mg/l olarak almışlardır.

Verim analizi: Biyolojik atıksu arıtma süreci tamamlanan atıksuyun kirletici parametreleri çalışma süresince bölgenin en soğuk kış ayı (Ocak 2018) ve en sıcak yaz ayı (Temmuz 2018) için laboratuvar ortamında analiz edilerek belirlenmiştir. Tesiste giriş ve çıkış parametre değerleri periyodik olarak bir ay boyunca kayıt edilmiştir. Bu değerlerin ortalaması alınarak giriş ve çıkış kirlilik konsantrasyonları ve verimleri hesaplanarak Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Gevaş A.A.T. Kış dönemi (Ocak 2018) ve Yaz dönemi (Temmuz 2018) tesis giriş-çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri

DÖNEM	KOİ			BOİ			TN			TP			AKM		
	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %
Ocak 2018	350	45	87.14	220	24	89	53	15	71.69	11	2	81.81	260	15	94.23
Temmuz 2018	380	25	93.42	230	10	95.65	55	8	85.45	13	1.3	90	245	4	98.36

KOİ, BOİ, AKM, TN ve TP parametrelerinin giderim verimlerine göre yaz ayına nisbeten kış ayında arıtma veriminin düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni nitrifikasyon-denitrifikasyon prosesi için gerekli olan alıkonma süresi gösterilebilir. Soğuk aylarda düşen sıcaklıkla birlikte biyolojik arıtma prosesinde faaliyet gösteren mikroorganizmanın metabolik faaliyetleri büyük bir düşüş gösterir. Havalandırma havuzunda minimum sağlanması gereken ortalama sıcaklık değeri 12 °C'dir. Van mevsiminin kış aylarında bu sıcaklık değeri ortalama 0 °C civarında seyrettiği görülmektedir. Bu durumda aktif çamur mikroorganizması olumsuz etkilenmekte ve ve buna bağlı olarak arıtma veriminin düşük çıkması kaçınılmaz olmaktadır.

Gevaş atıksu arıtma tesisi Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği evsel nitelikli atıksular Tablo 21.3'de belirtilen deşarj limit değerlerini ve Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri sağlamakla yükümlüdür. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği evsel nitelikli atıksular Tablo 21.3 ekler bölümünde Ek 2'de verilmiştir.

Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri ekler bölümünde Ek 3'te verilmiştir.

Gevaş ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi giriş ve çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri incelendiğinde Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği'nin belirlemiş olduğu deşarj limitlerini sağladığı görülmektedir.

4.2.4. Başkale A.A.T. işletme problemleri, proje hataları ve çözüm önerileri

Problem 1: Tesis kapasitesi yetersiz kalmaktadır. Tesisin tasarım debileri ve tüm hesaplamalar doğru yapılmıştır. Ancak kişi başı su tüketim değerleri her iki kademe yılı için 100 l/kişi/gün olarak alınmıştır. Hâlihazırda bu değerün üstünde su tüketimi yapıldığından dolayı tesise beklenenden fazla atıksu gelmektedir. Dolayısıyla tesis gelen atıksuyun % 20'sini alamamaktadır.

Çözüm 1: Arıtma tesisinin ön arıtma üniteleri ikinci kademenin maksimum debisi alınarak tasarlanmıştır. Dolayısı ile sorun ancak ön arıtma ünite sayılarının artırılarak ve ikinci kademe biyolojik arıtma ünitelerinin kademe yılını beklemeden inşa edilmesi ile çözülebilir.

Problem 2: Beltpress filtre ile % 18 katı madde içerikli susuzlaştırılmış çamur elde edilecek tesiste, çamur için nihai bir bertaraf tesisi tasarlanmamıştır.

Çözüm 2: Hızlı bir şekilde çamur yönetim planının hazırlanması gerekmektedir.

Problem 3: Başkale atıksu arıtma tesisinde kış mevsimi işletme şartlarında çamur susuzlaştırma ünitesinde çamur hatları ve polielektrlit dozlama hatları donmaktadır. Bunun sonucu olarak tesiste fazla çamur çekimi yapılamadığından tesis kış aylarında arıtma verimi aşırı düşmekte ve aktif çamur işletme problemleri görülmektedir.

Çözüm 3: Çamur susuzlaştırma binasına ısıtma sistemi kurulmalıdır. Bina içerisinde ve binada dışındaki borulma hatlar uygun izolasyon malzemesi ile kaplanarak ısı kaybının engellenmesi gerekmektedir.

Problem 4: Kış mevsiminde kum tutucularda kum tutucu havuzları son çökeltme havuzlarının köprü yolları donmaktadır. Köprünün görevini yapmasına engel olmaktadır. Önlem için tuzlanma yapılmaktadır. Bu durumda da beton zamanla zarar görmektedir.

Çözüm 4: Döner köprü tekerleklerinin önüne kar paletlerinin eklenmesi gerekmektedir. Ayrıca uygun yöntemler kullanılarak ısıtma sistemleri kullanılabilir.

Problem 5: Başkale atıksu arıtma tesisinde çamur susuzlaştırma prosesi olarak belt filtre kullanılmıştır. Belt filtre eski ve yavaş çalışan bir teknoloji olmasıyla beraber başka bir takım işletme zorluklarına ve problemlerine yol açmaktadır. Susuzlaştırma işlemi için eklenmesi gereken polielektrolit miktarı son teknolojilerle kıyaslandığında

daha fazla olmaktadır. Belt filtrelerin geri yıkanması aşırı zaman ve su kaybına sebep olmaktadır. Belt filtre ünitesinde teknik bir arıza çıkması durumunda arızanın tespiti ve onarımı oldukça zordur ve uzun zaman alabilmektedir.

- Mekanik çamur susuzlaştırma üniteleri içerisinde dekantörler yüksek yoğunluklu atık çamur oluşturan en verimli proseslerden biridir. Dekantörlerin en önemli avantajı, ünite içine çamur girişinin sürekli olması ve bu sayede tam ve sürekli bir işletmenin sağlanmasıdır. Dekantörlerin kapalı tasarımları sayesinde koku problemi de engellenmektedir.

Çözüm 5: Bütün bu kriterler göz önünde bulundurulduğunda, Başkale atıksu arıtma tesisinde çamur susuzlaştırma prosesi olarak belt filtre yerine dekantörlerin kullanılması, işletme maliyeti ve kolaylığı ayrıca verim açısından daha elverişli görülmektedir.

Problem 6: Başkale atıksu arıtma tesisi projesinde üretilen çamurun % 18 kuru madde oranına getirildikten sonra ne yapılacağı belirlenmemiştir.

Çözüm 6: Bu konuda uygulanabilecek farklı opsiyonlar vardır. Bunlar;

- ✓ Solar ısıtmalı çamur kurutma yatağı (açık ya da kapalı tip) kurulup çamur kuru madde oranı % 50'ye çıkarıldıktan sonra katı atık depolama tesisine göndermek.
- ✓ Endüstriyel çamur kurutma sistemi kurarak çamur kuru madde oranını %90'lara kadar çıkararak, oluşan kuru maddeyi gübre olarak veya çimento fabrikasıve benzeri fabrikalara göndererek yakıt olarak kullanmak.
- ✓ Van merkezde veya arıtma tesislerinin orta noktaları civarında çamur kurutma merkezi kurarak tesislerde oluşan çamurları buraya nakledip kuruttuktan sonra yakıt veya gübre olarak kullanmak.
- ✓ Yönetmeliğin izin verdiği ölçüde kuru madde oranına getirdikten sonra oluşan çamuru direkt olarak, yada pamuk sapı, fıstık kabuğu ve benzeri maddelerle karıştırdıktan sonra tarımda gübre olarak kullanmak.

Problem 7: Atıksu arıtma tesisinden çıkan sular Dicle nehrini besleyen dereye deşarj edilmektedir.

Çözüm 7: Alıcı ortamın hassas alan olmasından dolayı atıksu arıtma tesisi çıkış suyu deşarjı öncesinde dezenfeksiyon işleminden geçirilmesi gerekmektedir.

Verim analizi: Biyolojik atıksu arıtma süreci tamamlanan atıksuyun kirletici parametreleri çalışma süresince bölgenin en soğuk kış ayı (Ocak 2018) ve en sıcak yaz ayı (Temmuz 2018) için laboratuvar ortamında analiz edilerek belirlenmiştir. Tesiste giriş ve çıkış parametre değerleri periyodik olarak ay boyunca kayıt edilmiştir. Bu değerlerin ortalaması alınarak giriş ve çıkış kirlilik konsantrasyonları ve verimleri hesaplanarak Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Başkale A.A.T. Kış dönemi (Ocak 2018) ve Yaz dönemi (Temmuz 2018) tesis giriş-çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri

DÖNEM	KOİ			BOİ			TN			TP			AKM		
	Giriş mg/L	Çıkış mg/L	Verim %	Giriş mg/L	Çıkış mg/L	Verim %	Giriş mg/L	Çıkış mg/L	Verim %	Giriş mg/L	Çıkış mg/L	Verim %	Giriş mg/L	Çıkış mg/L	Verim %
Ocak 2018	380	100	73.68	225	50	77.77	50	20	60	12	6	50	245	20	91.83
Temmuz 2018	400	35	91.25	235	10	95.74	54	8	89.18	14	1	92.85	260	5	98

KOİ, BOİ, AKM, TN ve TP parametrelerinin giderim verimlerinin kış aylarında düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak kış aylarında sıcaklığın düşmesiyle biyolojik arıtma prosesinden sorumlu olan bakterilerin biyolojik faaliyetlerinde düşüşlerin olması gösterilebilir. Başkale atıksu arıtma tesisinde kış mevsimi işletme şartlarında çamur susuzlaştırma ünitesinde çamur hatları ve polielektrolit dozlama hatları donmaktadır. Bunun sonucu olarak tesiste çamur çekimi yapılamadığından tesisin kış aylarında işletme verimi çok düşmekte ve aktif çamur işletme problemleri görülmektedir.

Ge ve ark. (2011) evsel atıksularda sıcaklığın azot ve fosfor giderimine etkisini inceledikleri çalışmada KOİ, TN, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ için ortalama giriş konsantrasyonlarının sırasıyla 308 mg/l, 56,1 mg/l, 52,2 mg/L, 0,05 mg/l, 0,97 mg/l ve 5,80 mg/l olarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda sıcaklığın 27,3°C’den 17°C’ye düşürüldüğü durumda nitrifikasyonun bozulmaya başladığı ve 98. günde giderim veriminin %100’den % 61,7’ye düştüğünü tespit etmişlerdir.

Çalışmamıza benzer olarak Ge ve arkadaşlarında da yaptıkları çalışmada sıcaklığın değişmesi ile kirletici parametrelerin giderim verimlerin değiştiği, düşük sıcaklıklarda biyolojik faaliyetlerin azaldığı buna bağlı olarak giderim veriminin azaldığı, yüksek sıcaklıklarda ise tam tersi durumun gerçekleştiği görülmektedir.

Başkale atıksu arıtma tesisi Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği evsel nitelikli atıksular Tablo 21.3'de belirtilen deşarj limit değerlerini ve Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri sağlamakla yükümlüdür. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği evsel nitelikli atıksular Tablo 21.3 ekler bölümünde Ek 2'de verilmiştir.

Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri ekler bölümünde Ek 3'te verilmiştir.

Başkale ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi giriş ve çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri incelendiğinde Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği deşarj limitlerini sağladığı görülmektedir. Ancak Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği'ne göre parametrelerin kış aylarında giderim verimlerine bakıldığında TN ve TP değerleri deşarj limitlerini sağlayamadığı görülmektedir.

Başkale ileri biyolojik atıksu arıtma tesisinde donma problemi yaşanan hatlara ısı yalıtımı sağlamak amacı ile uygun izolasyon malzemesi ile kaplanması durumunda kış aylarında yaşanan işletme problemlerinin önüne geçilecektir, böylece işletme verimi hedeflenen düzeye çıkacaktır.

4.2.5. Çelebibağı A.A.T. işletme problemleri, proje hataları ve çözüm önerileri

Problem 1: Çelebibağ atıksu arıtma tesisinde fazla çamur susuzlaştırma prosesi olarak belt filtre kullanılmıştır. Belt filtre eski ve yavaş çalışan bir teknoloji olmasıyla beraber başka bir takım işletme zorluklarına ve problemlerine yol açmaktadır. Susuzlaştırma işlemi için eklenmesi gereken polielektrolit miktarı son teknolojilerle kıyaslandığında daha fazla olmaktadır. Belt filtrelerin geri yıkanması aşırı zaman ve su kaybına sebep olmaktadır. Belt filtre ünitesinde teknik bir arıza çıkması durumunda arızanın tespiti ve onarımı oldukça zordur ve uzun zaman alabilmektedir.

Çözüm 1: Mekanik çamur susuzlaştırma üniteleri içerisinde dekantörler yüksek yoğunluklu atık çamur oluşturan en verimli proseslerden biridir. Dekantörlerin en

önemli avantajı, ünite içine çamur girişinin sürekli olması ve bu sayede tam ve sürekli bir işletmenin sağlanmasıdır. Dekantörlerin kapalı tasarımları sayesinde koku problemi de engellenmektedir.

Bütün bu kriterler göz önünde bulundurulduğunda, Çelebibağı atıksu arıtma tesisinde çamur susuzlaştırma prosesi olarak belt filtre yerine dekantörlerin kullanılması, işletme maliyeti ve kolaylığı ayrıca verim açısından daha elverişli görülmektedir.

Problem 2: Difüzörler havalandırma havuzlarında bakterilere oksijen temini için kullanılan, genelde disk tipi plastik malzemedен yapılmış borulu sistemlerdir. Havalandırma havuzlarında genellikle kullanılan disk tipi difüzör grupları; monte edilmesi sırasında yapılan hatalardan, difüzör gruplarının havalandırma havuzunda atıksuya yön vererek havuzu dolaşmasını sağlayan mikserlere çok yakın yerleştirilmesinden ve kalitesiz malzeme kullanılmasından kaynaklanan sebeplerden dolayı sık sık arızalanabilmektedir. Şekil 4.2’de havalandırma havuzunda arızalanan difüzörler gösterilmektedir. Miksere yakın yerdeki difüzörler ve hava boruları, mikserin itiş gücünden etkilenerek, yetersiz ve zayıf bağlantı parçalarının kullanılmasından dolayı yerlerinden çıkarak hasar görmüşlerdir. Hava borulandaki bağlantı noktalarından içeri giren çamurlar disk tipi difüzörlere ulaşarak, ekipmanlarda şişmelere neden olmaktadır. İçi çamurla dolarak hava verme yeteneğini kaybeden difüzörlerin deforme oldukları için yenileri ile değiştirmeleri gerekmektedir.



Şekil 4.2. Şişme meydana gelen difüzörler.



Şekil 4.3. Havalandırma havuzunda hasar gören difüzörler.

Çözüm 2: Mikser ile difüzör hava hatları arasındaki mesafe çok iyi ayarlanmalıdır. Ayrıca su altında kalan hava iletim hatlarının paslanmaz çelik malzeme olanları kullanılmalıdır.

Problem 3: Çelebibag atıksu arıtma tesisi projesinde üretilen çamurun % 18 kuru madde oranına getirildikten sonra ne yapılacağı belirlenmemiştir.

Çözüm 3: Bu konuda uygulanabilecek farklı opsiyonlar vardır. Bunlar;

- ✓ Solar ısıtmalı çamur kurutma yatağı (açık ya da kapalı tip) kurulup çamur kuru madde oranı % 50'ye çıkarıldıktan sonra katı atık depolama tesisine göndermek.
- ✓ Endüstriyel çamur kurutma sistemi kurarak çamur kuru madde oranını %90'lara kadar çıkararak, oluşan kuru maddeyi gübre olarak veya çimento fabrikasına benzeri fabrikalara göndererek yakıt olarak kullanmak.
- ✓ Van merkezde veya arıtma tesislerinin orta noktaları civarında çamur kurutma merkezi kurarak tesislerde oluşan çamurları buraya nakledip kuruttuktan sonra yakıt veya gübre olarak kullanmak.
- ✓ Yönetmeliğin izin verdiği ölçüde kuru madde oranına getirdikten sonra oluşan çamuru direkt olarak, ya da pamuk sapı, fıstık kabuğu ve benzeri maddelerle karıştırdıktan sonra tarımda gübre olarak kullanmak.

Verim analizi: Biyolojik atıksu arıtma süreci tamamlanan atıksuyun kirletici parametreleri çalışma süresince bölgenin en soğuk kış ayı (Ocak 2018) ve en sıcak yaz ayı (Temmuz 2018) için laboratuvar ortamında analiz edilerek belirlenmiştir. Tesiste giriş ve çıkış parametre değerleri periyodik olarak bir ay boyunca kayıt edilmiştir. Bu değerlerin ortalaması alınarak giriş ve çıkış kirlilik konsantrasyonları ve verimleri hesaplanarak Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Çelebibağı A.A.T. Kış dönemi (Ocak 2018) ve Yaz dönemi (Temmuz 2018) tesis giriş ve çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri

DÖNEM	KOİ			BOİ			TN			TP			AKM		
	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Verim %
Ocak 2018	345	55	84	225	30	86.66	50	15	64	10	4	60	270	15	94.44
Temmuz 2018	355	20	94.36	235	8	95.59	52	9	82.69	11	1.6	85.45	255	6	97.64

KOİ, BOİ, AKM, TN ve TP parametrelerinin giderim verimlerine göre kış aylarında arıtma veriminin düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak kış aylarında sıcaklığın düşmesiyle biyolojik arıtma prosesinden sorumlu olan bakterilerin biyolojik faaliyetlerinde büyük düşüşlerin olması gösterilebilir. Havalandırma havuzunda minimum sağlanması gereken ortalama sıcaklık değeri 12 °C'dir. Van mevsiminin kış aylarında bu sıcaklık değeri ortalama 0 °C civarında seyrettiği görülmektedir. Bir diğer sebep ise Çelebibağ atıksu arıtma tesisinde kış mevsimi işletme şartlarında çamur susuzlaştırma ünitesinde çamur hatları ve polielektrlit dozlama hatları donmaktadır. Bunun sonucu olarak tesiste çamur çekimi yapılamadığından tesisin kış aylarında arıtma verimi aşırı düşmekte ve aktif çamur işletme problemleri görülmektedir.

Wang ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada A²O prosesinde MLSS konsantrasyonunu 4,5-6 g/l, çözülmüş oksijen konsantrasyonunu 1,8-2 mg/l civarında tutmuşlardır. Çalışmada giriş BOİ ve TN konsantrasyonlarını sırasıyla 288 mg/L ve 50,8 mg/L, giderim verimlerinin ise sırasıyla %92 ve %70,8 olduğunu bildirmişlerdir.

Optimum işletme koşullarının sağlanması için çözülmüş oksijen değerinin 2-4 mg/l arasında olması gerekir. Wang ve arkadaşları çalışmalarında çözülmüş oksijen konsantrasyonunu 1,8-2 mg/l civarında tutmuşlar ve yüksek giderim verimleri elde etmişlerdir. Ancak Çözülmüş oksijen konsantrasyonu ile sıcaklık doğru orantılı olarak değişir ve giderim verimleri buna bağlı olarak değişiklik gösterir.

Çelebibağ atıksu arıtma tesisi Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği evsel nitelikli atıksular Tablo 21.3'de belirtilen deşarj limit değerlerini ve Kentsel Atıksu Arıtımı

Yönetmeliği ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri sağlamakla yükümlüdür. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği evsel nitelikli atıksular Tablo 21.3 ekler bölümünde Ek 2’de verilmiştir.

Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri ekler bölümünde Ek 3’te verilmiştir.

Çelebibağı ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi giriş ve çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri incelendiğinde Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği deşarj limitlerini sağladığı görülmektedir. Ancak Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği’ne göre parametrelerin kış aylarında giderim verimlerine bakıldığında TN ve TP değerleri deşarj limitlerini sağlayamadığı görülmektedir.

Çelebibağı ileri biyolojik atıksu arıtma tesisinde donma problemi yaşanan hatlara ısı yalıtımı sağlamak amacı ile uygun izolasyon malzemesi ile kaplanması durumunda kış aylarında yaşanan işletme problemlerinin önüne geçilecektir, böylece işletme verimi hedeflenen düzeye çıkacaktır.

4.2.6. Gölağzı A.A.T. işletme problemleri, proje hataları ve çözüm önerileri

Problem 1: Fizibilite çalışmalarının iyi yapılmamış olması. Gölağzı A.A.T.’ne gelen atıksuyun içerisinde büyük miktarlarda saman bulunmaktadır. Saman tesisdeki ızgara sistemleri, pompa, kum ayırıcı v.s. ekipmanların tıkanmasına sebep olmaktadır.

Beşkat (2009), yaptığı çalışmada, Evsel Atıksu Arıtma Tesisleri İşletim Problemleri, Siverek Atıksu Arıtma Tesisini incelemiştir. Siverek atıksu arıtma tesisinin bulunduğu konum itibari ile hayvancılıkla uğraşıldığı için, arıtmaya gelen atıksular içerisinde fazla miktarda saman olduğu gözlenmektedir. Bu atıksu içerisindeki samanlar tesis içerisinde bulunan pompa, masaratör v.s. cihazların ve ekipmanların tıkanıklığına ve bozulmasına sebebiyet vermekte olduğunu belirtmiştir.

Beşkat’ın yaptığı çalışma ile Siverek atıksu arıtma tesisi ve Gölağzı atıksu arıtma tesisinde benzer bir durumun olduğu görülmektedir.

Çözüm 1: Eğer fizibilite çalışmaları gerçeği gösterecek şekilde düzgün yapılmış olsaydı karşılaşılan saman problemi ek filtreleme prosesleri koyularak ortadan kaldırılabilirdi.

Problem 2: Santrifüj dekantörlerle ile %25 katı madde içerikli susuzlaştırılmış çamur elde edilecek tesiste, çamur için nihai bir bertaraf tesisi tasarlanmamıştır.

Çözüm 2: Hızlı bir şekilde çamur yönetim planının hazırlanması gerekmektedir.

Verim analizi: Biyolojik atıksu arıtma süreci tamamlanan atıksuyun kirletici parametreleri çalışma süresince bölgenin en soğuk kış ayı (Ocak 2018) ve en sıcak yaz ayı (Temmuz 2018) için laboratuvar ortamında analiz edilerek belirlenmiştir. Tesiste giriş ve çıkış parametre değerleri periyodik olarak bir ay boyunca kayıt edilmiştir. Bu değerlerin ortalaması alınarak giriş ve çıkış kirlilik konsantrasyonları ve verimleri hesaplanarak Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Gölağzı AAT Kış ayı (Ocak 2018) ve Yaz ayı (Temmuz 2018) tesis giriş ve çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri

DÖNEM	KOİ			BOİ			TN			TP			AKM		
	Giriş mg/L	Çıkış mg/L	Verim %	Giriş mg/L	Çıkış mg/L	Verim %	Giriş mg/L	Çıkış mg/L	Verim %	Giriş mg/L	Çıkış mg/L	Verim %	Giriş mg/L	Çıkış mg/L	Verim %
Ocak 2018	350	55	84.28	230	30	86.95	50	10	80	10	2	80	275	12	95.63
Temmuz 2018	355	20	94.36	235	8	95.59	50	8	84	10	1	90	260	4	98.46

KOİ, BOİ, AKM, TN ve TP parametrelerinin giderim verimlerine göre sıcak aylara nisbeten soğuk aylarda arıtma veriminin düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni denitrifikasyon prosesi için gerekli olan alıkonma süresi gösterilebilir. Soğuk aylarda düşen sıcaklıkla birlikte biyolojik arıtma prosesinde faaliyet gösteren mikroorganizmanın çalışma hızları büyük bir düşüş gösterir. Havalandırma havuzunda minimum sağlanması gereken ortalama sıcaklık değeri 12 °C'dir. Van mevsiminin kış aylarında bu sıcaklık değeri ortalama 0 °C civarında seyrettiği görülmektedir. Bu durumda aktif çamur mikroorganizması olumsuz etkilenmekte ve buna bağlı olarak arıtma veriminin düşük çıkması kaçınılmaz olmaktadır.

Kim ve ark. (2009) evsel atıksuların arıtılması ile ilgili yaptıkları çalışmada çamur yaşının arıtma performansı ile ilişkisini incelemiştir. Atıksu karakterizasyonu; 186±101 mg/L TSS; 137±81 mg/L VSS; 304±181 mg/L TKOİ; 100±49 mg/L ÇKOİ;

37,1±9,5 mg/L TKN; 28,2±7,3 mg/L NH₄⁺-N; 5,4±2,5 mg/L TP; 2,1±1,0 mg/L PO₄-P; 7,3±2,3 TKOİ/TN ve 50,4±11,4 TKOİ/TP şeklindedir. Çalışmada 5,8 ve 12 gün olmak üzere iki farklı çamur yaşı denenmiştir. Sonuç olarak azot ve fosfor gideriminde proses performansının çamur yaşının artışıyla arttığı, çamur yaşı 12 olduğunda stabil ve yüksek olduğu belirtilmiş olup; KOİ giderim verimi %89, TN giderim verimi %76 ve TP giderim verimi %95 olarak belirlemiştirlerdir.

Gölağzı atıksu arıtma tesisi Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği evsel nitelikli atıksular Tablo 21.4'de belirtilen deşarj limit değerlerini ve Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri sağlamakla yükümlüdür. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği evsel nitelikli atıksular Tablo 21.4 ekler bölümünde Ek 1'de verilmiştir. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri ekler bölümünde Ek 3'te verilmiştir.

Gölağzı iler biyolojik atıksu arıtma tesisi giriş ve çıkış parametre değerleri ve giderim verimleri incelendiğinde Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği'nin belirlemiş olduğu deşarj limitlerini sağladığı görülmektedir.

Gölağzı atıksu arıtma tesisinin 2019 Ocak ayından itibaren 1 yıllık işletmesi yüklenici firmanın sorumluluğunda olduğundan ötürü başka işletme sorunlarının olup olmadığı tam olarak bilinmemektedir.

5. SONUÇ

Önümüzdeki 35 yıl için tasarlanan atıksu arıtma tesislerinin düzgün çalışması ve işletilebilmesi için, daha önce yapılan benzer tesislerde karşılaşılan sorunların göz önünde bulundurularak yeni yapılacak tesislerde aynı sorunların yaşanmaması için önlem alınması gerekmektedir. Atıksu arıtma tesislerinde istenilen düzeyde arıtma verimi elde edebilmek için tesisin bakım ve onarım işlerinin belirli periyotlarla zamanında yapılması gerekmektedir.

Bu kapsamda; Van ilinde işletmede olan tesislerde en çok karşılaşılan problemler, fizibilite, etüt ve proje çalışmalarının titizlikle yapılmamış olmasından kaynaklı; betonarme yapı sorunları, saman problemi, mevsim şartlarına uygun olmayan proses seçimi, yanlış veri kullanımı, kapasite yetersizliği gibi işletme problemlerinin çoğunun tip proje uygulamalarından ötürü yanlış projelendirilmeden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Van ili atıksu arıtma tesislerinde yaşanan problemlerin ana sebepleri;

1. Tesisin tasarımında proses, ekipman ve enstrümantasyon açısından hatalı seçimlerin yapılması ve inşaat aşamasında yanlış uygulamaların yapılması.
2. Mevcut atıksu arıtma tesislerinde, tesisi işletecek bilgi ile donatılmış vasıflı personelin bulunmaması ve belediye imkanların yetersiz olması.
3. Bütün belediyeler için büyük problem oluşturan ve Van ilinde işletilen atıksu arıtma tesislerinden çıkan arıtma çamurları hakkında genel bir çamur yönetim planı oluşturulmamış olması.
4. Atıksu arıtma tesislerinin gerek yapımı, gerekse işletimi için yüksek maliyetler gerekmektedir. Belediyeler genelde bu maliyeti karşılamakta zorluk çektiklerinden dolayı bu tesislerin inşaatını Bakanlık, İllerbankası gibi başka kurumlara yaptırmaktadır. Bu kurumlar ise; işletme konusunda çok tecrübeli olmadıklarından ve yerel bölgeye fazla hakim olmadıklarından, bölgeye tam uyumlu olmayan ve işletme bakımından problem çıkartacak tip projeleri uygulamaya almaktadırlar.
5. Mevcut atıksu arıtma tesislerinin çıkış sularının alıcı ortama deşarj

edilmeden önce dezenfeksiyon işleminin uygulanmaması. Evsel atıksular biyolojik arıtma süreçlerinden sonra ve bile yüksek miktarda patojen (bakteri, virüs, parazit) mikroorganizma içermektedirler. Bu nedenle, Van ilindeki arıtılmış atıksular dezenfekte edildikten sonra alıcı ortama deşarj edilmelidir.

6. Çalışma süresince inceleme yapılan atıksu arıtma tesislerinde en sıcak yaz ayı (Temmuz 2018) ve en soğuk kış ayı (Ocak 2108) için, Askıda Katı Madde (AKM), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), Toplam Azot (TN), Toplam Fosfor (TP) giriş ve çıkış değerleri belirlenmiş; bu veriler ışığında giderim verimleri değerlendirilmiştir. Çalışmalarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği kriterleri esas alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre AKM, KOİ, BOİ, TN ve TP ortalama arıtma verimleri sırasıyla; İskele A.A.T.'de % 92, % 82, % 84 (İskele A.A.T.'de TN ve TP giderimi yoktur.); Edremit A.A.T.'de % 94, % 95, % 96, % 85, % 98; Gevaş A.A.T.'de % 96, % 90, % 92, % 78, % 81; Başkale A.A.T.'de % 95, % 82, % 86, % 74, % 71; Çelebibağı A.A.T.'de % 95, % 89, % 90, % 73, % 72; Gölağzı A.A.T. % 96, % 89, % 90, % 82, % 85 olarak belirlenmiştir.

Arıtma tesislerinin giderim verimleri incelendiğinde sıcak havalara nisbeten soğuk havalarda giderim verimlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi soğuk havalarda biyolojik faaliyetlerinin yavaşlamasıdır.

İskele, Edremit, Gevaş ve Gölağzı atıksu arıtma tesislerinin AKM, KOİ, BOİ, TN ve TP giderim verimlerine göre yaz ve kış döneminde Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği esaslarını sağladığı tespit edilmiştir.

Başkale ve Çelebibağı atıksu arıtma tesisleri giderim verimlerine göre yaz ve kış döneminde Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği sınır değerlerini sağladığı, ancak Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği esaslarına göre kış döneminde TN ve TP parametelerinin sınır değerleri sağlamadığı tespit edilmiştir. Bu durumun sebepleri olarak; atıksu arıtma tesislerinde kış mevsimi işletme şartlarında çamur susuzlaştırma ünitesinde çamur hatları ve polielektrlit dozlama hatları donmaktadır. Bunun sonucu olarak tesiste çamur

çekimi yapılamadığından tesisin kış aylarında arıtma verimi aşırı düşmekte ve aktif çamur işletme problemleri görülmektedir.

Atıksu arıtma tesislerinde kaliteli bir çıkış suyu elde edilebilmesi için proses seçimi, planlama ve projelendirme süreçlerine büyük bir önem verilmeli ve bu süreçte yeterli sayıda çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Düzenli bakım planları yapılmalı ve bunların tarihli olarak kayıtları alınmalıdır. Bakım planında görünen fakat bakımları yapılamamış olanlara öncelik verilmelidir. Bu problemlerle karşılaşmamak için gerek tesisleri dizayn edenlerin gerekse işletenlerin deneyimli kişi ya da kuruluşlarla birlikte çalışması, çalışmaların yapılabilmesi için ihtiyaç duyulan ekipmanlar temin edilmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir.

Arıtma tesislerinde karşılaşılan bir çok problemin çözümü bu çalışma kapsamında belirtilmiştir. Sorun yaşanan atıksu arıtma tesislerinde bahsedilen çözüm önerilerinin uygulanması durumunda tesislerin çoğunun istenilen verimde çalışması sağlanacaktır. Ancak, bu çözüm önerilerinin uygulanabilmesi için, yaşanan sorunlara çözümleri uygulayabilecek kapasitede kalifiye personelinin bulundurulması veya mevcut personele özel bir eğitimin verilmesi gereklidir.

KAYNAKLAR

- Abomohra, A. E. F., Jin, W., Sagar, V., & Ismail, G. A. 2018. Optimization of chemical flocculation of *Scenedesmus obliquus* grown on municipal wastewater for improved biodiesel recovery. *Renewable Energy*, **115**, 880-886.
- Açıktepe, D. 2016. *Atıksuların Geri Kazanımı*. Yüksek lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Adams, C. & Eckefelder, W.W., 1974. *Process Desing Techniques for Industrial Waste Treatment, Enviro Pres, USA*.
- Akpor, O.B. ve Muchie, M. 2010. "Bioremediation of polluted wastewater influent: Phosphorus and nitrogen removal", *Scientific Research and Essays*, **5**(21): 3222-3230.
- Akyüz N.İ., 2011. *Osmanbey Atıksu Arıtma Tesisinin İşletilmesi* Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Anonim., 2013a. İller Bankası, Başkale (Van) Atıksu Arıtma Tesisi Proje Raporu
- Anonim., 2013b. İller Bankası, Gevaş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi Kesin Projesi Açıklama Raporu
- Anonim., 2011. Edremit (Van) Atıksu Arıtma Tesisi Proje Raporu
- Anonim., 2014a. İller Bankası, Çelebibağı (Van) Atıksu Arıtma Tesisi Poreses Raporu
- Anonim., 2014b. İller Bankası, Erçiş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi ve Kanalizasyon İnşaatı Proje Açıklama Raporu.
- Anonim., 2009. Van Atıksu Arıtma Tesisi Teknik Değerlendirme Raporu, *Consulaqua Hamburg*.
- Alaton Arslan, I., Tanik, A., Ovez, S., Iskender, G., Gurel, M. And Orhon, D., 2007. Reuse potential of urban wastewater treatment plant effluents in Turkey: a case study on selected plants. *Science Direct, Desalination*, **215**: 159-165.
- Annop, S., Sridang, P., Puetpaiboon, U., & Grasmick, A., 2014. Influence of relaxation frequency on membrane fouling control in submerged anaerobic membrane bioreactor (MBR). *Desalination and Water Treatment*, **52**(22-24), 4102-4110.
- Apha, 1971. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*: 13th edition. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Federation, New York, 1971.
- Arceivala, S.J., 2002. *Çevre Kirliliği Kontrolünde Atıksu Arıtımı*. (Çeviren: V. Balman).Ankara, Atılım Ofset
- Arceivala, S.J., 1975. *Basit Pis Su Tasfiye Metodları*. İller Bankası Yayınları, Ankara.
- Alaton-Arslan, I., Gürel, M., Eremektar, G., Övez, S., Tanık, A. ve Orhon, D., "Türkiye'de Sürdürülebilir Atıksu Yönetimi: Mevcut Durum, karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri", *Arıtılmış Atıksuların Tarımsal Sulamada Kullanılması Çalıştayı*, Ankara, 2005.
- Azman, H. E., 2005. *Evsel Atıksuların Arıtılmasında Arıtma Verimi – Enerji İlişkisinin İncelenmesi*. Yüksek lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Barkley, N.P., Farrel, C., And Williams, T., 1993. *Electro-Pure Alternating Current Electrocoagulation*, EPA/540/p. 93/504.

- Beşkat M. E., 2009. Evsel Atıksu Arıtma Tesisleri İşletim Problemleri Siverek Atıksu Arıtma Tesisi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Biwater Industries, 1993. *Water Industrial Manuel* Water Products and Services.
- Bode, H. And Grünebaum, T., 2000. The Cost of Municipal Sewage Treatment-Structure, Origin, Minimization – *Methods of Fair Cost Comparison and Allocation Water Science and Techn.* **41**, (9) : 289 – 298
- Chan, S.Y., Tsang, Y.F., Cui, L.H. ve Chua, H., 2008. “Domestic wastewater treatment using batch -fed constructed wetland and predictive model development for NH₃-N removal”, *Process Biochemistry*, **43**: 297-305.
- Chen, Y., Peng, C., Wang, J., Ye, L., Zhang, L. ve Peng, Y., (2011). “Effect of nitrate recycling ratio on simultaneous biological nutrient removal in a novel anaerobic/anoxic/oxic (A²/O)-biological aerated filter (BAF) system”, *Bioresource Technology*, **102**: 5722-5727.
- Çevre Bakanlığı, Belediyeler için *Çevre El Kitabı*, Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, *Atıksu Arıtımı Eylem Planı* (2014-2023).
- ÇOB., 2010. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, T.C Çevre ve Orman Bakanlığı (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı), *Resmi Gazete Tarih*: 20.03.2010, Sayı: 27527.
- Çiğdem A., 2019. *Tokat Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisinin İşletme ve Performans Yönünden Değerlendirilmesi* Yüksek Lisans, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Ding, L., Zhou, Q., Wang, L. ve Zhang, Q., 2011. “Dynamics of bacterial community structure in a fullscale wastewater treatment plant with anoxic - oxic configuration using 16S rDNA PCR-DGGE fingerprints”, *African Journal of Biotechnology*, **10** (4): 589-600.
- Eroğlu, V., 2002. *Atıksuların Tasfiyesi*, Su Vakfı Yayınları. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Fan, J., Tao, T., Zhang, J. ve You, G.L., 2009. “Performance evaluation of a modified anaerobic/anoxic/oxic (A²/O) process treating low strength wastewater”, *Desalination*, **249**: 822 -827.
- Röske, Eschenhagen, M., Schuppler, M. ve I., 2003. “Molecular characterization of the microbial community structure in two activated sludge systems for the advanced treatment of domestic effluents”, *Water Research*, **37**: 3224-3232.
- EWT (Eimco Water Technologies)., 2007. Bardenpho Process Biological Nutrient Removal System. <http://www.itepro.cl/pdf/sistemas-remocion-biologica.pdf>
- Guimarães, L. B., Mezzari, M. P., Daudt, G. C., & Da Costa, R. H., 2017. Microbial pathways of nitrogen removal in aerobic granular sludge treating domestic wastewater. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, **92**(7), 1756-1765.
- Ge, S., Peng, Y. ve Wang, S., 2011. “Nutrient removal performance at low temperatures in the modified UCT step feed process”, **978** -1-61284-340-7/11/IEEE, 2003 -2006.

- Gupta, A. B., & Gupta, S. K., 2001. Simultaneous carbon and nitrogen removal from high strength domestic wastewater in an aerobic RBC biofilm. *Water Research*, **35**(7), 1714-1722.
- Haanolel, A.C.V. Ve Lettinga, G., 1994, Anaerobic Sewage Treatment J. Wiley&Sons.
- Henze, M., Harremoes, P., Jansen, J. C., Arvin, E., 2002. **Wastewater Treatment: Biological and Chemical Processes**. Springer-Verlag Publishing.
- Huang, M. H., Li, Y. M., & Gu, G. W., 2010. Chemical composition of organic matters in domestic wastewater. *Desalination*, **262**(1-3), 36-42.
- İller Bankası Genel Müdürlüğü, 1989, Atık su Arıtma Tesisleri Proses, İşletme, Bakım El Kitabı, İller Bankası, U.N.D.P ve W.H.O İşbirliği, TUR/89/01/14; Sempozyum Kitabı, Ankara, 608 s.
- İnternet: Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi 1999. “**Yüksek Kirliliğe Sahip Atıksuların İki Kademeli Aktif Çamur Prosesi İle Arıtılması**” <http://www.ulakbim.gov.tr/cabim/vt/uvvt/proje/>
- Jern, N. G. and Wun J. 2006., Industrial Wastewater Treatment. Imperial College Press, London.
- Kalbar, P. P., Karmakar, S. and Asolekar, S.R. 2012. Selection of An Appropriate Wastewater Treatment Technology: A Scenario-Based Multiple-Attribute Decision-Making Approach. *Journal of Environmental Management*, **113**, 30 December 2012, Pages 158–169
- Kargı, F., 1995. **Çevre Mühendisliğinde Biyoprosesler**, DEÜ Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir.
- Kavak N., 2016. **Kayseri İli Örneğinde, Atık Su Arıtma Tesislerinde Uygulanan Arıtma Yöntemlerinin İncelenmesi Ve Optimum Yöntemin Belirlenmesi** Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir.
- Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği., 2006. 08 Ocak 2006 tarihli ve 26047 sayılı **Resmi Gazete**.
- Korkusuz, E.A., Beklioğlu, M. And Demirer, G.N., 2005. Comparison of the treatment performances of blast furnace slag-based and gravel-based vertical flow wetlands operated identically for domestic wastewater treatment in Turkey. *Ecological Engineering*, **24** (3) :185–198
- Kocadagistan, E. ve Topcu, N., (2007). “Treatment investigation of the Erzurum City municipal wastewaters with anaerobic membrane bioreactors”, *Desalination*, **216**(1-3): 367-376.
- Koziorowski And Kucharski, 1972. Industrial Waste Disposal, Pergamon Pres.
- Kim, D., Kim, K.Y., Ryu, H.D., Min, K.K. ve Lee, S., 2009. “Long term operation of pilot-scale biological nutrient removal process in treating municipal wastewater”, *Bioresource Technology*, **100**: 3180 -3184.
- Krinton, C., 1994, Ön Arıtma Olarak Biyolojik Arıtma, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 200 s.
- Liu, Y., Shi, H., Xia, L., Shi, H., Shen, T., Wang, Z., & Wang, Y., 2010. Study of operational conditions of simultaneous nitrification and denitrification in a Carrousel oxidation ditch for domestic wastewater treatment. *Bioresource technology*, **101**(3), 901-906.

- Lee, S.Y., Kim, H.G., Park, J.B. ve Park, Y.K., 2004. "Denaturing gradient gel electrophoresis analysis of bacterial populations in 5 -stage biological nutrient removal process with step feed system for wastewater treatment", *The Journal of Microbiology*, **42**(1): 1-8.
- Manav, N., 2006. *Ardışık Kesikli Reaktör ile Evsel Atıksulardan Azot ve Fosfor Giderimi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Mara, D 1978. Sewage Treatment in Hot Climates. Wiley-Interscience Publication. Scotland. 168pp.
- Mara, D.D. And Pearsan, H.W., 1986. Waste Stabilization Ponds, WHO.
- Mara, D.D.1976. Sewage Treatment in Hot Climates, London: John Wiley.
- Metcalf & Eddy, Inc., "*Wastewater Engineering* 3rd ed.", Mc Graw Hill Inc., s. 540, USA, 1991.
- Metcalf ve Eddy., 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Fourth Edition, Tata McGraw-Hill Publishing Co., New Delhi.
- Muga, H.E. and Mihelcic, J.R. 2008. Sustainability of Wastewater Treatment Technologies. *Journal of Environmental Management* **88** (2008) 437-447
- Mulkerrins, D., Dobson, A.D.W. ve Colleran, E., (2004). "Parameters affecting biological phosphate removal from wastewaters", *Environment International*, **30**: 249-259.
- Muslu, Y., 1985. Su Temini Ve Çevre Sağlığı, Cilt 3, İTÜ Yayınlan, İstanbul.
- Muslu, Y., 1994, Kullanılmış Suların Arıtılması, İTÜ Yayınları, Sayı:1535, İstanbul, 855 s.
- Muslu, Y., 1999. Kullanılmış Sulann Tasfiyesi, Cilt I, II, III, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- NAS, B., 2017. TURAAT İşletme Kitabı. *Atıksu Arıtma Tesislerinde İşletme Sorunları ve Çözümleri*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Selçuk Üniversitesi Basım Evi, Ankara, 26-92s.
- Orhon D., Karahan Gül Ö., Artan N., 2002. "*Aktif Çamur Sistemlerinde Oksijen Gereksiniminin Biyokimyasal Esasları ve Modellenmesi*", İTÜ Dergisi, 1 (1): 1-14
- Öztürk, İ., Timur, H., Koşkan, U., 2005 *Atıksu Arıtımının Esasları*, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Pasveer, A., 1963 Oxidation Ditches, Ind. Jour. Env. Health, Nagpur, India,
- Peng, Y. ve Ge, S., 2011. "Enhanced nutrient removal in three types of step feeding process from municipal wastewater", *Bioresource Technology*, **102**(11): 6405-6413.
- Samsunlu, A., 2008. Çevre Mühendisliği Kimyası. *Birsan Yayınevi*, 6. Baskı, 396s, İstanbul,
- Samsunlu, A., 2011. Atıksuların Arıtılması, DEÜ Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir,
- Sansarcı, H., 1984. Damlatmalı Filtre Tasarımı Üzerine Bazı Öneriler, *Ulusal Çevre Sempozyumu Tebliğ Metinleri*, Tübitak, Adana.
- Sedory, P., & Stenstorm, M., Sept.1995 Dynamic Prediction of Wastewater Aeration Basin Temperature, *ASCE J., EE Div.* **121**. 9

- Sekaran, G., Ramani, K., Kumar, A.G., Ravindran, B., Kennedy, L.J. ve Gnanamani, A., 2007. "Oxidative destabilization of dissolved organics and E. coli in domestic wastewater through immobilized cell reactor system", *Journal of Environmental Management*, **84**(2): 123-133.
- Shingare, R. P., Nanekar, S. V., Thawale, P. R., Karthik, R., & Juwarkar, A. A., 2017. Comparative study on removal of enteric pathogens from domestic wastewater using Typha latifolia and Cyperus rotundus along with different substrates. *International journal of phytoremediation*, **19**(10), 899-908.
- Siripong, S. ve Rittmann, B.E., 2007. "Diversity Study of Nitrifying Bacteria in Full-Scale Municipal Wastewater Treatment Plants", *Water Research*, **41**: 1110-1120.
- Soyupak, S., 1997. *Biyolojik Arıtma ve Biyolojik Arıtma Sistemleri*, ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete, Ankara, Tablo: 20-4 ve 21-5.
- Swanwick, & Baskerville., 1965. Sludge Dewatering on Drying Beds, Institute of Sewage Purification.
- Şahinkaya, S. (2014). *Çevre Mühendisliğine Giriş Ders Notları*, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Nevşehir
- Şengül, F., 1995 Endüstriyel Atıksuların Arıtılması, İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi,
- Tebbutt, T.H.Y., 1970. Principles of Water Quality Control, Pergamon, Oxford.
- Texier, A.C. ve Gomez, J., 2007. " Simultaneous nitrification and p -cresol oxidation in a nitrifying sequencing batch reactor", *Water Research*, **41**: 315 - 322.
- Topacık, D., 1987. *Atıksu Arıtma Tesisleri İşletilmesi*. İTÜ Yayınları, 4.1-4.11, 13.1-13.5, 15.1, 15.15.
- Topacık, D., 2000. Atıksu Arıtma Tesisleri İşletme El Kitabı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İski Genel Müdürlüğü.
- Toprak, H., 1996. Atıksu Arıtma Sistemlerinin Tasarım Esasları, DEÜ Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir.
- Toprak, H., 1998. *Atıksu Stabilizasyon Havuzlarının ve Mekanik Lagünlerin Tasarım, İnşaat ve İşletme Esasları*, DEÜ Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, Ocak, İzmir.
- Tünay, Ö., 1996. Çevre Mühendisliğinde Kimyasal Prosesler, İTÜ İnşaat Fakültesi *Türkiye Çevre Atlası*, T.C. Çevre Bakanlığı, Yayın No:4, 1997, Ankara. Matbaası, İstanbul,
- Turan, G., 2014. *Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri ve İşletme Sorunları* Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli
- Vaiopoulou, E. ve Aivasidis, A., 2008. "A modified UCT method for biological nutrient removal: Configuration and performance", *Chemosphere*, **72**: 1062 - 1068.
- Villaverde, S., 2004. "Recent developments on biological nutrient removal processes for wastewater treatment", *Environmental Science and Biotechnology*, **3**: 171-183.
- Wang, D., Dong, W., Zhao, Q., 1995. *Eco-pond systems for wastewater in China, in proc. of 3 rd. international Confer. on Appropriate Waste Management Technologies*, NEERI, Nagpur

- Wang, Y., Jiang, F., Zhang, Z., Xing, M., Lu, Z., Wu, M., Yang, J. ve Peng, Y., 2010. "The long-term effect of carbon source on the competition between polyphosphorus accumulating organisms and glycogen accumulating organism in a continuous plug-flow anaerobic/aerobic (A/O) process", *Bioresource Technology*, **101**(1): 98-104.
- Wang, X., Wen, X., Yan, H., Ding, K., Zhao, F. ve Hu, M., 2011. "Bacterial community dynamics in a functionally stable pilot -scale wastewater treatment plant", *Bioresource Technology*, **102**: 2352-2357.
- Wu, C., Chen, Z., Liu, X., & Peng, Y., 2007. Nitrification–denitrification via nitrite in SBR using real-time control strategy when treating domestic wastewater. *Biochemical Engineering Journal*, **36**(2), 87-92.
- Yang J.J. And Chris D. Metcalfe, 2005. Fate of synthetic musks in a domestic wastewater treatment plant and in an agricultural field amended with biosolids Science of The Total Environment, In Press, Corrected Proof, Available online
- Yılmaz, M., 1996. *Atıksuların Arıtılması*, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası,
- Yıldırım, A. Koray (2006), *Evsel Atıksu Arıtma Tesislerinde Debi-Maliyet İlişkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- Yüceer, A., 1995. *Atıksu Arıtma Tesislerinin Planlanması, Sorunlar ve Çözüm Önerileri*. Ç.Ü.M.M. F. Çevre Mühendisliği Bölümü, Adana.
- Zeng, W., Zhang, Y, Li, L., Peng, Y. ve Wang, S., 2009. "Control and optimization of nitrifying communities for nitritation from domestic wastewater at room temperatures", *Enzyme and Microbial Technology*, **45**: 226-232
- Zhang, B., Sun, B., Ji, M. ve Liu, H., 2009. "Population dynamic succession and quantification of ammonia-oxidizing bacteria in a membrane bioreactor treating municipal wastewater", *Journal of Hazardous Materials*, **165**: 796 – 803.
- Zhang, L. Y., Zhang, L., Liu, Y. D., Shen, Y. W., Liu, H., & Xiong, Y. 2010. Effect of limited artificial aeration on constructed wetland treatment of domestic wastewater. *Desalination*, **250**(3), 915-920.

EKLER

Ek 1. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği evsel nitelikli atıksular Tablo 21.4 (SKKY, 2004).

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

Ek 2. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği evsel nitelikli atıksular Tablo 21.3 (SKKY, 2004).

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅)	(mg/L)	50	45
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	140	100
Askıda Katı Madde(AKM)	(mg/L)	45	30
pH	-	6-9	6-9

Ek 3. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği Madde 11'deki a ve b bentleri gereğince ileri arıtma deşarj limitleri (KAAY, 2006).

PARAMETRE	KONSANTRASYON	MİNİMUM ARITMA VERİMİ (%)	REFERANS ÖLÇÜM METODU
TP	2 mg/L P (10000-100000 E.N.) 1 mg/l P (100000 E.N.'den fazla)	80	Moleküler Absorpsiyon Spektrofotometre
TN	15 mg/l N (10000-100000 E.N.) 10 mg/l N (100000 E.N.'den fazla)	70-80	Moleküler Absorpsiyon Spektrofotometre



ÖZ GEÇMİŞ

1988 yılında Van'da doğmuştur. İlk, orta ve lise eğitimini Van'da tamamlamıştır. 2007 yılında Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünü kazanarak eğitim hayatına Konya'da devam etmiştir. 2012 yılında Selçuk Üniversitesinde Lisans eğitimini tamamlayarak 2016 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisansa başlamıştır. 2014 Kasım ayı itibariyle Van Büyükşehir Belediyesi, Van Su Ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Plan, Proje ve Yatırım İnşaat Daire Başkanlığında Çevre Mühendisi olarak çalışmaya başlamış olup, şuan Kanalizasyon ve Arıtma Tesisleri Dairesi Başkanlığında Atıksu Arıtma Şube Müdürü olarak göreve devam etmektedir.

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

Tarih: 09/01/2020

Tez Başlığı / Konusu: **EVSEL ATIKSULARIN ARITILMASINDA BİYOLOJİK ARITMA YÖNTEMİNİN UYGULANMASI VE İŞLETME SORUNLARININ İNCELENMESİ: VAN İLİ ÖRNEĞİ**

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 113 sayfalık kısmına ilişkin, 09/01/2020 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 11 (on bir) 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

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.

Ahmet DURAK

09/01/2020



Adı Soyadı: **Ahmet DURAK**
Öğrenci No: **169101177**
Anabilim Dalı: **Çevre Mühendisliği**
Programı: **Çevre Mühendisliği**
Statüsü: Y, Lisans Doktora

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR

Dr. Öğr. Üyesi **Ayşe ÖZGÜVEN**



