



**BÜYÜK ÖLÇEKLİ İLERİ BİYOLOJİK ATIKSU
ARITMA TESİSİNE AİT HAVALANDIRMA
HAVUZU KAPASİTESİNİN KİNETİK
DEĞERLENDİRME İLE ARTIRILMASI**

Cemal Samet ERGİN

**2022
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanları
Doç. Dr. Sakine UGURLU KARAAĞAÇ
Prof. Dr. Hayrettin Güçlü İNSEL**

**BÜYÜK ÖLÇEKLİ İLERİ BİYOLOJİK ATIKSU ARITMA TESİSİNE AİT
HAVALANDIRMA HAVUZU KAPASİTESİNİN KİNETİK
DEĞERLENDİRME İLE ARTIRILMASI**

Cemal Samet ERGİN

**T.C.
Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**Tez Danışmanları
Doç. Dr. Sakine UĞURLU KARAAĞAÇ
Prof. Dr. Hayrettin Güçlü İNSEL**

**KARABÜK
Ağustos 2022**

Haziran 2022 Cemal Samet ERGİN tarafından hazırlanan “BÜYÜK ÖLÇEKLİ İLERİ BİYOLOJİK ATIKSU ARITMA TESİSİNE AİT HAVALANDIRMA HAVUZU KAPASİTESİNİN KİNETİK DEĞERLENDİRME İLE ARTIRILMASI” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr.Sakine UĞURLU KARAAĞAÇ

Tez Danışmanı, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Doç. Dr. Metin KONUŞ (Hitit Ü)

Üye : Doç. Dr. Sakine UGURLU KARAAĞAÇ (KBÜ)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Enes ÖZKÖK (KBÜ)

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Cemal Samet ERGİN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BÜYÜK ÖLÇEKLİ İLERİ BİYOLOJİK ATIKSU ARITMA TESİSİNE AİT HAVALANDIRMA HAVUZU KAPASİTESİNİN KİNETİK DEĞERLENDİRME İLE ARTIRILMASI

Cemal Samet ERGİN

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanları

Doç. Dr. Sakine UĞURLU KARAAĞAÇ

Prof. Dr. Hayrettin Güçlü İNSEL

Ağustos 2022, 56 sayfa

Bu çalışmada, model program (SUMO) desteği ile işletilmekte olan bir İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesis havalandırma havuzu prosesinde değişiklik yapılarak, havalandırma havuz kapasitesinin artırılması hedeflenmiştir. Mevcut sistemde İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi havalandırma havuzu A2/O ve SNDN proseslerinin birlikte çalıştığı bir çalışma prensibine sahiptir. Buradan yola çıkılarak havalandırma havuz kapasitelerinin efektif olarak tam kapasite çalışabilmesi için simülâtör üzerinde havalandırma havuzunda yapılacak değişikliklerin çıkış deşarj limitleri içerisinde kalacak şekilde ve hedeflerimiz doğrultusunda olabirliğine bakılmıştır. Model program üzerinde 1 aylık bir çalışma yapılmış ve yapılan değişiklikler kontrol edilmiştir. Olumlu sonuçlar alınan simülâtör sonuçları ardından faal olarak işletilmekte olan tesis sahasında uygulanmasına başlanmıştır. Birbirine seri bağı

olarak çalışan havalandırma havuzlarına atıksu girişi için pencereler açılmış ve penstock yapılarak birbirinden bağımsız havalandırma havuzları oluşturulmuştur. Giriş debisi, bakım vb. gibi sebeplerden dolayı bağımsız çalıştırılabilecek hale getirilmiştir. Model programda tasarlandığı gibi difüzör yerleşimi yapılmış, buna bağlı olarak eski proses hava hatlarının çaplarında değişiklik yapılarak, dizayn edildiği gibi montajı sağlanmıştır. Atıksu yönünün değişmesi gereken yerlerde mikser demontaj ve montajları sağlanmıştır. Havalandırma havuzunda sadece simültane nitrifikasyon denitrifikasyon prosesi ile işletilecek şekilde ekipman ayarlamalarının tümü yapılarak sisteme atıksu alınmıştır. Yapılan bu çalışmanın ardından 3 ay boyunca günlük analiz sonuçlarının ortalamaları model programla kıyaslanarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler : Atıksu, atıksu arıtımı, proses iyileştirme, kinetik değerlendirme, kapasite artırımı

Bilim Kodu : 90301

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

INCREASING THE CAPACITY OF THE VENTILATION POOL OF A LARGE SCALE ADVANCED BIOLOGICAL WASTERWATER TREATMENT PLANT BY KINETIC EVALUATION

Cemal Samet ERGİN

Karabük University

Institute of Graduate Programs

Department of Environmental Engineering

Thesis Advisors

Assoc. Prof. Dr. Sakine UĞURLU KARAAĞAÇ

Prof. Dr. Hayrettin Güçlü İNSEL

August 2022, 56 pages

This research aims to plan future biological facilities in an Advanced Wastewater Treatment Plant system facility that is being enlarged as part of the model program (SUMO). The present Advanced Biological Wastewater Treatment Plant ventilation system uses A2/O and SNDNs in tandem. Based on this, they will be able to design the ventilation installations so they can run at maximum capacity effectively. The model program was studied for one month, and the changes were tracked. The simulator's results were favorable, and it has begun to be applied in the facility area that is currently operational. Install room ventilation systems in sequence from the spring and penstock for wastewater to the system's ventilation systems. For these reasons, input flow, maintenance, etc., have been designed to be self-contained. The diffuser pattern established in the model program has been considered, and the old-

style design in the airline diameters will be constructed as if it were designed. Wastewater treatment is conceivable, but disassembly is not. All system wastewater utilization patterns were extracted to use the aeration pool's simultaneous nitrification and denitrification process. In this case, the averages established during the previous three months were assessed by comparing them to the model program.

Key Word : Wastewater, wastewater treatment, process improvement, kinetic evaluation, capacity increase.

Science Code : 90301



TEŞEKKÜR

Bu alıőmayı KBÜBAP-21-YL-015 No'lu proje ile maddi olarak destekleyen, Karabük Üniversitesi Bilimsel Araőtırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasında hiçbir desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda olan ve bilgilendirmeleriyle çalıőmamı bilimsel temeller ışığında őekillendiren saygıdeğer hocam Doç. Dr. Sakine UğURLU KARAAğAç'a

Yüksek lisans tez çalıőmamın eő danıőmanlıęını yapan, her aşamasına bilgi ve tecrübesini aktaran, model program desteğini sağlayan sadece bu tez çalışmasında değil iő hayatında da yanımda olan saygı değer hocam Prof. Dr. Hayrettin Güçlü İNSEL'e

Tez çalıőmalarımda desteğini esirgemeyen mesai arkadaőım Ercan SELVİ'ye

Sevgili eőim ve kızıma manevi hiçbir yardımını esirgemedен yanımda oldukları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	3
ATIKSULARIN ARITIMI	3
2.1. ATIKSULAR	3
2.1.1. Evsel Atıksular.....	3
2.1.2. Endüstriyel Atıksular	4
2.1.3. Kentsel Atıksular	4
2.2. ATIKSU ARITIMI.....	5
2.2.1.1. Ön Arıtma	6
2.2.1.2. Kimyasal Arıtma	6
2.2.1.3. Biyolojik Arıtma	7
2.2.1.4. İleri Arıtma.....	7
2.3. ATIK SULARDA AZOT VE FOSFOR GİDERİMİ.....	8
2.4. ATIKSULARDA NÜTRİYENT GİDERİM PROSESLERİ	8
2.4.1. A/O Prosesi.....	8
2.4.2. A2/O Prosesi.....	9
2.4.3. UCT Prosesi.....	9
2.4.4. Ardışık Kesikli Reaktörler (AKR).....	10

	<u>Sayfa</u>
2.4.5. Beş Kademeli Bardenpho Prosesi.....	11
2.5. ATIKSU İŞLETME PARAMETRELERİ	11
2.5.1. Sıcaklık	12
2.5.3. AKM.....	12
2.5.4. Çözünmüş Oksijen (ÇO)	12
2.5.5. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ).....	12
2.5.6. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ).....	13
2.5.8. Fosfor.....	13
BÖLÜM 3	14
MODELLEME.....	14
3.1. SUMO DYNAMITA PROGRAMI.....	17
BÖLÜM 4	18
TESİS HAKKINDA BİLGİLER	18
4.1. ÖN ARITMA (FİZİKSEL ARITMA) ÜNİTELERİ.....	21
4.1.1. Sepet Izgara	21
4.1.2. Kaba Izgara.....	21
4.1.3. İnce Izgara	21
4.1.4. Havalandırmalı Kum ve Yağ Tutucular	21
4.1.5. Yağ Giderimi	22
4.2. BIYOLOJİK ARITMA ÜNİTELERİ	22
4.2.1. Anaerobik Havuzlar.....	22
4.2.2. Havalandırma Havuzları.....	23
4.3. ÇAMUR ARITMA ÜNİTELERİ.....	25
4.3.1. Aerobik Çamur Çürütücüleri	25
4.4. GERİ KAZANIM ÜNİTESİ	25
4.4.1. Çalışma Basamakları	26
4.4.2. Torba Filtreler.....	26
BÖLÜM 5	28
DENEYSEL ÇALIŞMALAR	28
5.1. HAVALANDIRMA HAVUZUNDA YAPILAN İŞLEMLER	28

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 6	34
BULGULAR VE TARTIŞMA	34
6.1. MEVCUT TESİS GİRİŞ VERİLERİ.....	34
6.2. SIMÜLASYON SENARYOSUNUN UYGULANMASI	35
6.3. SIMÜLASYON SONUCU VERİ GRAFIKLERİ	36
BÖLÜM 7	40
SONUÇLAR	40
KAYNAKLAR	42
EK AÇIKLAMALAR A. KİNİTİK PARAMETRELER.....	45
EK AÇIKLAMALAR B. ÇIKIŞ AZOT VE FOSFOR DEĞERLERİ ÇİZELGESİ .	51
EK AÇIKLAMALAR C. İSU VERİ KULLANIMI İZİNİ.....	54
ÖZGEÇMİŞ	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. A/O proses şematik gösterimi.....	9
Şekil 2.2. A2O proses şematik görünümü.....	9
Şekil 2.3. UCT Proses şematik görünümü	10
Şekil 2.4. AKR proses şematik görünümü	10
Şekil 2.5. Beş Kademeli Bardenpho Prosesi şematik görünümü	11
Şekil 3.1. Sumo programının şematik görünümü.	17
Şekil 4.1. Arıtma Tesisi iş akış şeması.....	19
Şekil 5.1. Havalandırma havuzu genel yerleşimi ilk hali.....	28
Şekil 5.2. Havalandırma havuzu atıksu giriş yapısı.	29
Şekil 5.3. Havalandırma havuzu atıksu giriş kapağı.	29
Şekil 5.4. Havalandırma havuzu hava hattı.....	30
Şekil 5.5. Hava hattı borulama yapısı taşınımı.	31
Şekil 5.6. Havalandırma havuzu difüzör yapısı.	31
Şekil 5.7. Havalandırma havuzu genel yerleşimi son hali.	32
Şekil 5.8. Havalandırma havuzu iyileştirme sonrası.	33
Şekil 6.1. Simülasyonda kullanılan ortalama giriş değişkenleri.	35
Şekil 6.2. Sumo programıyla oluşturulan havalandırma havuzu görseli.	35
Şekil 6.3. Çıkış toplam azot grafiği.....	37
Şekil 6.4. Çıkış toplam fosfor grafiği.....	37
Şekil 6.5. Çıkış Çözünmüş Oksijen grafiği.....	38
Şekil 6.6. Çıkış SRT grafiği.	38
Şekil 6.7. Çıkış MLSS grafiği.....	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Evsel atıksuların kirlilik parametreleri	4
Çizelge 2.2. Türkiye’deki bazı illerin atıksularının karakterizasyonu.	5
Çizelge 3.1. Simülatör Programlarında Kullanılan Prosesler ve Teknolojiler.....	15
Çizelge 3.2. Proses modelleme ve simülasyonunda kullanılan simülasyon programları.....	16
Çizelge 4.1. Tesis giriş çıkış kirlilik yükleri.	20
Çizelge 6.1. Saha uygulaması sonucu elde edilen sonuçlar.	36

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

$Al_2(SO_4)_3$: alüminyum sülfat
$AlCl_3$: alüminyum klorür
NH_3	: amonyak
$Fe_2(SO_4)_3$: demir III sülfat
$FeCl_3$: demir III klorür
CaO	: kalsiyum oksit
$Ca(OH)_2$: kalsiyum hidroksit
H_2O	: su
H_2	: hidrojen
H_2S	: sülfür
CO_2	: karbondioksit
CH_4	: metan
N_2	: azot gazı
P	: fosfor
N	: azot
Q	: akış hızı
T	: sıcaklık
htank	: tank derinliği
Qair	: hava akışı

KISALTMALAR

AAT	: Atıksu Arıtma Tesisi
AKM	: Askıda Katı Madde
AKR	: Ardışık Kesikli Reaktör
BOİ	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
Ç.O.	: Çözünmüş Oksijen
ÇKM	: Çökebilir Katı Madde
KAAY	: Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
MBR	: Membran Biyoreaktör
MLSS	: Karışık Sıvıda Katı Madde
ORP	: Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli
TKM	: Toplam Katı Madde
TP	: Toplam Fosfor
TN	: Toplam Azot
TOK	: Toplam Organik Karbon
TKN	: Toplam Kjeldahl Azotu
UV	: Ultraviyole (Morötesi)

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı, teknolojinin hızla büyümesi ve tarımsal faaliyetler temiz su kaynaklarına olan ihtiyacı artırmaktadır ve doğal su kaynaklarının muhafaza edilmesinin de önemini artırmıştır. Tez konusu içeren arıtma tesislerine de burada büyük görev düşmektedir.

Öncelikle atıksu arıtma tesisleri ekonomik açıdan yüksek maliyetli tesislerdir. Bu tesislerin yapım aşamasına geçmeden önce, analizleri doğru yapılmalı ve tesis devreye alındığında doğru işletme ile deşarj yönetmeliğine uygun değerlerde çıkış suyu sağlanmalıdır. Tesisin yapılacağı yerde, tesis yatırım ve işletme maliyetini mümkün olduğunca düşürecek ve işletme kolaylığı sağlayacak doğru prosesin seçilmesi, nüfus artış planlamasının doğru hesaplanması, oluşabilecek optimum debi hesaplarının, kirlilik yüklerinin doğru hesaplanması ve tesis verimini belirleyecek tüm faktörlerin tesis inşaa etmeden önce dikkatli bir şekilde fizibilitesinin yapılması gerekir. Aksi takdirde arıtma veriminin düşmesi sebebi ile, beraberinde yeni yatırım maliyetleri doğuracaktır ve çevre sağlığı için tehdit haline gelecektir.

Tüm bu oluşabilecek problemler ihmal edildiğinde ve tüketici toplum ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile bilinçli veya bilinçsiz yapılan tüm eylemler beraberinde müsilaj gibi ekolojik dengeye zarar veren, kendi hayatımızı etkileyen tehditler haline dönüşecektir.

Genel olarak yüksek maliyetler ve ekolojik tehditler göz önüne alındığında çözüm yolu olarak zamanla bizleri iyileştirme ve optimizasyona yönlendirmektedir.

Tesis ünitelerinde modelleme ihtiyacı ve model programlarının kullanılması, atıksu arıtma tesislerinde farklı çalışma koşulları ile ne gibi reaksiyonlar alınacağı, nasıl bir

enerji sarfiyatı olacağı, bu çalışmaların çıkış suyu kalitesine ve günümüz şartlarında bertarafı çok zor olan ve problem oluşturan çamur miktarında nasıl etki gösterdiği hakkında bilgi almamıza yarayacak uygun bir araçtır. Tez çalışmasında faal bir şekilde işletilmekte olan atıksu arıtma tesisinin havalandırma havuzu model programı vasıtasıyla sanal ortamda simüle edilmiş ve yeni modelleme yapısına uygun işletme senaryosuyla tesis davranışı incelenmiştir. Böylelikle çamur yaşı düşürme, arıtım için kullanılan kimyasal dozajını düşürme, havalandırma kapasitesini artırma ve enerji sarfiyatını düşürme hedeflenmiştir.

Çalışma kapsamına bakıldığında İleri biyolojik atıksu arıtma tesisinde havalandırma havuzu kapasitesi artırımını ve bununla birlikte enerji tasarrufu, kimyasal kullanım düşürme, çamur yaşı düşürme gibi opsiyonları model program kullanarak gerçekleştirilmiştir.

Literatür kısmında atıksular ve atıksu arıtma yöntemleri, nütrient giderim prosesleri ve işletme parametrelerinden kısaca bahsedilmiştir. Modelleme konusuna değinilip yapılan çalışmanın bulunduğu tesis hakkında bilgi verilmiştir.

Simülatör çalışma sonuçları grafikleriyle sunulmuş, faal olarak işletilmekte olan tesis revizyon sonucu kapasite ve verimi değerlendirilmiştir ve bu çalışmanın avantaj ve dezavantajlarından sonuçlar kısmında bahsedilmiştir.

BÖLÜM 2

ATIKSULARIN ARITIMI

2.1. ATIKSULAR

Atıksu, çeşitli tüketim sonrası yaşamsal faaliyetlerin olduğu yerlerden; yerleşim alanları, endüstriyel ve ticari firmalar gibi kullanım sonrası gelen atık ve suların yer altı suları, yüzey suları ve yağışlar da dahil edilerek tümünün karışımı şeklinde ifade edilebilir. Kısaca, bir topluluktan gelen kullanım sonrası oluşan suya atıksu denilmektedir [1].

Yapısal olarak atıksuları bozunabilir kirleticiler sınıfında değerlendirilebilir. Bunlar, karmaşık yapıdaki organik maddeler ve mikrobiyolojik olarak bozunmaya uğrayan ölü organizmalardır. Bu bozunabilir maddelere bakıldığında, aynı zamanda fiziksel bozunmaya ve çürümeye uğrayan maddeleri de içermektedir [2].

2.1.1. Evsel Atıksular

Evsel atıksular genel olarak toplumun evsel faaliyetler ve günlük yaşamsal faaliyetleri ile yerleşim alanlarından gelen atıksuların toplamıdır [3].

Evsel atık sularda AKM, kolloidal halde madde ve çözünmüş halde organik ve inorganik yapıda maddeler bulunmaktadır. Atık sulardaki kirlilik yüküne bağlı olarak yoğunluk; temiz suyun ne amaçla kullanıldığına ve kullanım öncesi yoğunluğuna bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu değişiklikte iklim koşulları bölgesel yaşam şartları gibi faktörler etkin rol almaktadır Evsel atık suları ile endüstriyel atık suların karışımı evsel atık suyun özelliklerini değiştirmektedir [4].

Evsel atıksu kanalizasyon sistemlerinde karışan atıksular birçok kirletici parametreler barındırmaktadır. Bu sistemlerde karışan atıksular kirletici parametrelerine ve atıksu tipine bağlı olarak atıksuyun bileşimini etkilemektedir. Evsel atıksu kirletici parametreleri ve konsantrasyonları Çizelge 2.1.'de verilmiştir [5]

Çizelge 2.1. Evsel atıksuların kirlilik parametreleri [5].

Kirletici Parametreler	Konsantrasyon (mg/L)		
	Zayıf	Orta	Güçlü
Toplam Katı Maddeler (TKM)	350	720	1200
Askıda Katı Maddeler (AKM)	100	220	350
Çökelebilen Katı Maddeler (ÇKM, ml/l)	5	10	20
Biyolojik Oksijen ihtiyacı (BOİ ₅)	110	220	400
Toplam Organik Karbon (TOK)	80	160	290
Kimyasal Oksijen ihtiyacı (KOİ)	250	500	1000
Toplam Azot (TN)	20	40	85
Toplam Fosfor (TP)	4	8	15

2.1.2. Endüstriyel Atıksular

Endüstriyel üretimlerin faaliyet gösterdiği kısımlardan oluşan atıksulardır. Atıksu karakterine bakıldığında; aynı daldaki endüstrilerde bile kullanılan hammadde ve proses işletme farklılıkları, yapısal olarak bileşenlerinde değişiklik göstermektedir [6].

2.1.3. Kentsel Atıksular

Kentsel atıksular; evsel, endüstriyel ve yağmur sularının tamamını kapsayan karışımlardır [7]. Türkiye'de bazı şehir atıksularının karakterizasyonu Çizelge 2.1.3.'de verilmiştir [8].

Çizelge 2.2. Türkiye’deki bazı illerin atıksularının karakterizasyonu [8].

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

2.2. ATIKSU ARITIMI

Atıksu arıtımı kullanım sonrası oluşan atıksuların fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ileri arıtma prosesleri gibi işlemlerden geçirilerek temiz suların ve/veya geri kazanım sularının kaybettikleri fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinden arıtma verimi ve hedefleri gözetilerek tamamı ve/veya bir kısmının tekrar geri kazandırılabilmesi ve deşarj edilebileceği alıcı ortamın fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik dengesini bozmayacak hale getirebilmek için uygulanan yöntemlerden en az biridir. [3].

Burada amaç atıksulardaki kirlilik konsantrasyonunu, kullanım yerine göre ve/veya deşarj limitlerine göre istenilen düzeye indirgemektir. Bu kapsamda 3 adımda atıksu arıtımı gerçekleştirilebilir. Birincil arıtma, fiziksel ve kimyasal arıtımın beraber olduğu arıtmadır. Genellikle ikincil arıtım birincil arıtımı takip eder. İkincil arıtmada amaç, organik maddelerin atıksulardan giderimini sağlamaktır. Üçüncül arıtmada ise, atıksuyun ileri düzeyde arıtım gerçekleştirilir. İhtiyaçlar doğrultusunda uygulanmaktadır. Bu arıtmada fiziksel ve kimyasal yöntemler birlikte kullanılarak uygulanır[9].

2.2.1. Atıksu Arıtma Yöntemleri

Atıksular deşarj edilmeden önce mutlaka arıtım sürecinden geçmelidir. Ekolojik denge korunması için çok önemli bir faktördür. Atıksu arıtma yöntemleri 3’e ayrılır.

2.2.1.1. Ön Arıtma

Ön arıtmada ham atıksuda bulunan çözünmemiş halde olup yoğunluğuna bağlı olarak çökebilen askıda kalmış ve yüzen maddelerin, çözünmüş organik/inorganik maddelerin ve gazların atıksulardan ayrıştırılması işlemidir.

Atıksu arıtımında ilk olarak ön arıtmayı ilk basamakda görmemizde iki önemli faktör vardır. Birincisi atıksularla arıtma tesisine gelen iri maddelerin ön arıtma sonrası basamaklarına geçip mekanik aşınma, pompa tıkanıklığı vb. gibi işletmeyi olumsuz etkileyebilecek şartların önüne geçmek, ikinci ise ön arıtma sonrası ünitelere gelebilecek yükü en aza indirgeyerek arıtma verimini korumak. [10]. Ön arıtma ünitesine baktığımızda; ızgaralar, kum tutucu havuzlar, dengeleme ünitesi çökeltme ve yüzdürme havuzlarıdır [11].

2.2.1.2. Kimyasal Arıtma

Ön arıtmada gideremediğimiz çözünmüş, kolloidal ve askıdaki katı maddelerin kimyasal reaksiyonlar ile atıksuların arıtılmasını amaçlayan yöntemlerden biridir. Bu arıtma yönteminde atıksuda çözünmüş yapıdaki kirleticilerin reaksiyon sonucu çözünülebilirlik özelliğinin azaltılması ve bu üniteye geçen atıksu kirleticilerinde pıhtılaşma ve yumaklaşma gibi floklaşma sağlanarak çökeltilmesi amaçlanır. Giren atıksu 0.5-5 dakika arasında bu üniteye kalır ve pıhtılaştırma hızlı karıştırma ünitelerinde gerçekleşir.

Bu işlemler sonucu suda oluşan tanecikler yumaklar halinde birleşir. Hızlı karıştırma işleminden sonra karışım, kolay çökebilen daha büyük yumaklar oluşturabilmek için yavaş karıştırılmalıdır. Burada da suyun kalış süresi 15-60 dakika aralığındadır.

Burada daha hızlı sonuç alabilmek arıtma verimini arttırabilmek için kil, kalsit, polielektrolit, aktif silika, çeşitli alkali ve asitler gibi yumaklaştırmaya yardımcı maddeler (koagülant yardımcısı) kullanılır. Yumaklaştırıcı (koagülant) olarak en çok kullanılan kimyasal maddeler $Al_2(SO_4)_3$, $AlCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, CaO , $Ca(OH)_2$

olmaktadır. Yumaklaştırma işlemi için yardımcı madde olarak en çok polielektrolitler tercih edilmektedir.

İşlem sonrası meydana gelen yumaklar çöktürme havuzlarında çöktürülür. Hızlı karıştırma, yavaş karıştırma ve çöktürme havuzları ayrı ayrı üniteler olabileceği gibi tüm hepsini bir arada simültane sistemlerde kullanmak mümkündür [11].

2.2.1.3. Biyolojik Arıtma

Atıksu içerisindeki organik yapıların bakteriler vasıtası ile arıtılması esasına dayanan bir arıtma metodudur. Burada mikroorganizma atıksu içerisindeki organik kirliliği besin ve enerji olarak kullanmaktadır. [11].

Biyolojik arıtmanın temel amaçları;

- Çözünmüş haldeki ve partiküler biyolojik olarak parçalanabilen bileşenleri (organik madde) kabul edilebilir son ürünlere dönüştürmek ve/veya okside etmek (H_2O , H_2S , CO_2 , CH_4),
- Askıda kalmış ve çökelemeyen koloidal yapıdaki katıların flokleşmesini sağlamak,
- Nütrient giderimi,
- Eser miktardaki organik bileşikleri uzaklaştırmak

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

2.2.1.4. İleri Arıtma

Yeteri miktarda arıtılmamış atıksuların deşarj edilmesi, ekolojik denge açısından tehdit oluşturmaktadır. Bu sebepten dolayı ileri arıtma günden güne önem kazanmıştır. Atıksuların daha iyi seviyede kirleticilerden arındırılması amacıyla; aktif karbon adsorpsiyonu, iyon değişimi, ters ozmoz, kimyasal indirgeme-yükseltgeme gibi yöntemler kullanılmaktadır [12].

2.3. ATIK SULARDA AZOT VE FOSFOR GİDERİMİ

Atıksularda azot giderimi biyolojik yöntemlerle sağlanmaktadır. Organik azot bileşenleri mikroorganizmalar tarafından parçalanarak önce amonyuma dönüştürülmektedir. Burada amonyumun bir kısmı hücrel proteine çevrilirken bir kısmıda nitrifikasyon bakterileri tarafından nitrit ve nitrata dönüştürülmektedir. Bu işleme 'nitrifikasyon' denir. Nitrat iyonlarının denitrifikasyon bakterileri tarafından sırasıyla önce nitrit, sonra da azot gazına (N₂) dönüştürülmesi işlemine 'denitrifikasyon' denir.

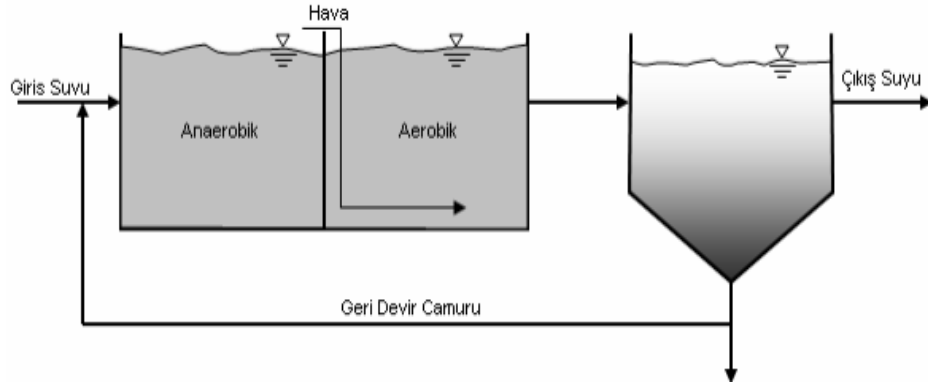
Arıtma tesislerinde biyolojik fosfor giderimi için anaerobik havuzlar tasarlanmalı ve Biyolojik fosfor gideriminin yetersiz olduğu koşullarda, ayrıca kimyasal madde dozlaması yapılmalıdır. Kimyasal, havalandırma havuz kanal yapısına dozlanabilir ve otomatik kontrol sağlanabilir. Fosfor giderimi için gerekli en az çamur yaşı 2-3 gün olmalıdır [13].

2.4. ATIKSULARDA NÜTRİYENT GİDERİM PROSELERİ

Azot ve fosfor giderimi için çeşitli prosesler kullanılmaktadır. Bu prosesler aerobik, oksik ve anoksik ünitelerden oluşmaktadır ve geri devir ünitesiyle beraber kapsamlı bakıldığında ünite yerleşimleri bu prosesler arasında farklılıklar oluşturmaktadır. A/O prosesi, A₂/O prosesi, Ardışık Kesikli Reaktör (AKR), UCT prosesi ve Beş Kademeli Bardenpho aktif çamur formundaki proseslerdir.

2.4.1. A/O Prosesi

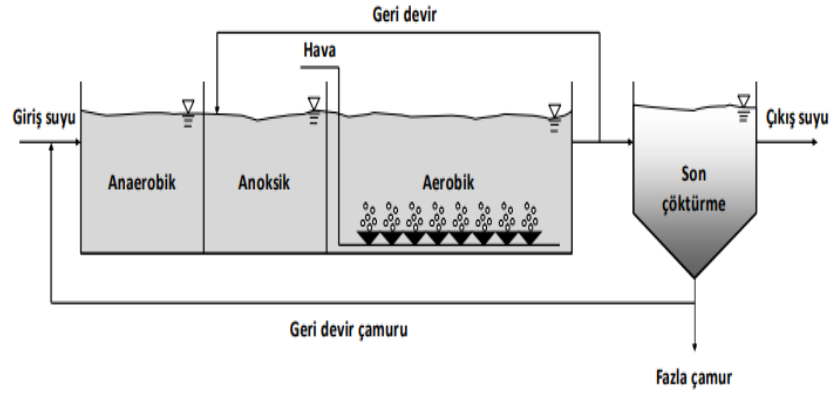
Fosfor giderimi için tasarlanmış bir sistem olmakla beraber atıksuda karbon oksidasyonunuda sağlamaktadır [14]. Anerobik, aerobik çöktürme tankı ve geri devirden oluşmaktadır.



Şekil 2.1. A/O proses şematik gösterimi [15].

2.4.2. A2/O Prosesi

A/O prosesi modifikasyonu olarak bakılabilir. Denitrifikasyon olabilmesi için anaerobik ve aerobik tank arasında anoksik tank eklenmiş halidir. Azot ve fosfor giderimi sağlanmaktadır. Anoksik bölümde atıksuyun kalma süresi yaklaşık 1 saattir. Çıkış suyundaki fosfor konsantrasyonu filtrasyonla daha da düşürülebilir[16].

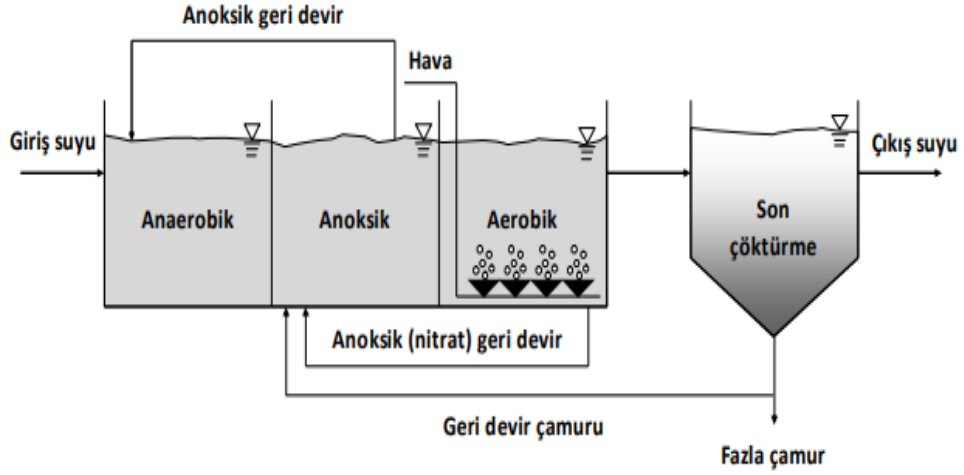


Şekil 2.2. A2O proses şematik görünümü [17].

2.4.3. UCT Prosesi

UCT prosesi nütrient giderim verimi yüksek prostestir. A2/O modelinde görülen eksiklikler değerlendirilerek iyileştirilmiş halidir. Bu iyileştirilme sebebi aneorobik üniteye gelen çamurda nitrat bulunmaktaydı. Anaerobik üniteler oksijen hassasiyetli olduğu için verimi düşürmektedir. Bu yüzden iyileştirme geri devir çamurunu anaerobik havuz yerine anoksik havuza göndererek nitrat konsantrasyonunun

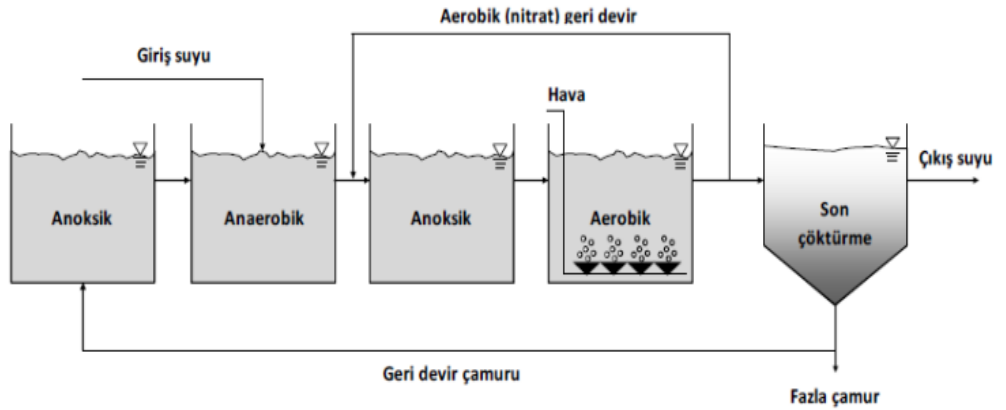
düşürülmesi amaçlanmıştır. Giderim gerçekleşikten sonra alınması gereken mikroorganizmalar burdan sonra anaerobik tanka alınır. Ayrıca denitrifikasyon işlemi olabilmesi için anaerobik üniteden de anoksik tanka bir geri devir işlemi yaptırılmaktadır [18].



Şekil 2.3. UCT Proses şematik görünümü [19].

2.4.4. Ardışık Kesikli Reaktörler (AKR)

Endüstriyel ve evsel atıksu arıtımında kullanılan havalandırma ve çöktürme işleminin tek bir tankta yapıldığı proseslerdir. Doldur boşalt tabanlı aktif çamur sistemidir. 5 kısımdan oluşmaktadır.

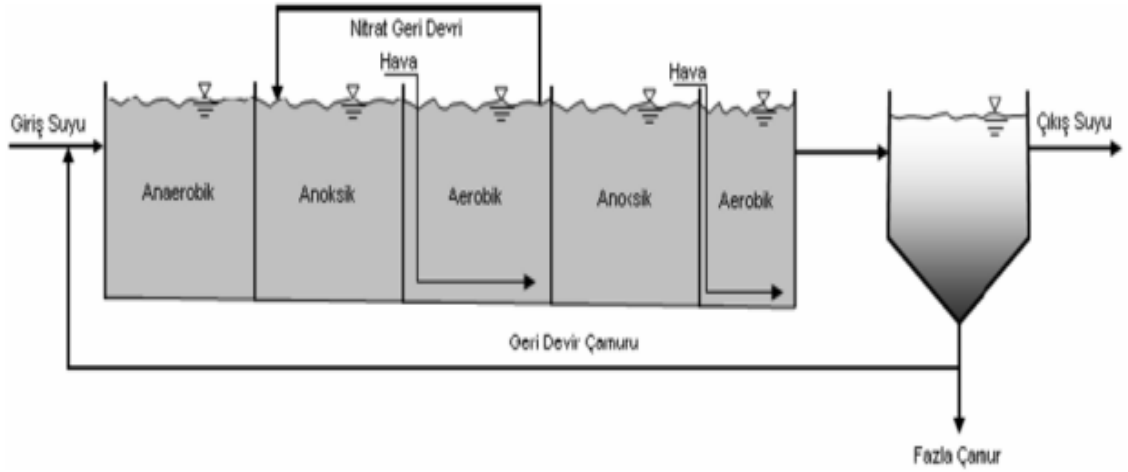


Şekil 2.4. AKR proses şematik görünümü [19].

2.4.5. Beş Kademeli Bardenpho Prosesi

Bardenpho prosesi 1970'lerin ortalarında Güney Afrika da ki tam ölçekli tesislerde geliştirilerek uygulamalara başlanmıştır. Mukavemeti yüksek atık sularda pilot tesis testleri esnasında azot gideriminin yanı sıra biyolojik fosfor gideriminde gerçekleştiğini tespit etmiştir. Bunun üzerine Bardenpho Prosesi, 5 aşamalı sistem haline getirilmiştir [20].

Beş kademeli bardenpho proses üniteleri fosfor, azot ve karbon gideriminde rol oynarlar. İkinci anoksik ünite de ekstra denitrifikasyon aerobikde oluşan nitrat elektron alıcı ve içsel organik karbonu elektron verici olarak kullanarak sağlamaktadır. Son aerobik ünite kalan azot gazı uzaklaştırılması ve son çöktürme havuzunda fosfor açığa çıkmasını en aza indirmek için kullanılır [21].



Şekil 2.5. Beş Kademeli Bardenpho Prosesi şematik görünümü [22].

2.5. ATIKSU İŞLETME PARAMETRELERİ

Bir arıtma tesisini otimum koşullarda işletebilmek ve maksimum verim elde edebilmek için işletme parametrelerinin düzenli kontrolünün yapılması ve tüm tamir, bakım onarım gerektiren ekipmanlar için düzenli kontrol gerekmektedir.

2.5.1. Sıcaklık

Atık su sıcaklığı, arıtma proseslerinde gözlemlenen tepkime hızları bakımından önem arz etmektedir [23,24].

Sıcaklık arıtma çamuru çökme özelliğini, metabolik aktivitelerini ve gaz transfer hızları gibi etmenleri etkileyen önemli bir faktördür [1].

2.5.3. AKM

Atıksularda çökmemiş ve çözünmemiş yaklaşık 1 mikron büyüklüğünde veya daha büyük katı maddelerdir.

2.5.4. Çözünmüş Oksijen (ÇO)

Aktif çamur prosesinde çözünmüş oksijen konsantrasyonunun (ÇO) kontrolü, ekonomi ve proses verimliliği nedeniyle oldukça önemlidir.

Atık su arıtma tesislerinde çözünmüş oksijen miktarının artması halinde çamur üretiminde azalma görülmektedir. Yüksek çözünmüş oksijen miktarının; bakteri büyümesinin önlenmesinde, havalandırma havuzunda daha yüksek biyokütle temininde, çökelebilen çamurun daha iyi elde edilmesinde, daha az çamur üretiminde avantajı bulunmaktadır. Ayrıca havalandırma havuzuna oksijen temininde aktif çamur prosesinin, toplam enerji gereksinimi için % 50'sinden daha fazlası anlamına gelmektedir [25]

2.5.5. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Sulardaki yükseltgenbilir maddelerin oksitlenebilmeleri için ihtiyaç duyulan oksijen miktarı olarak tanımlayabiliriz. Atıksu arıtma tesislerinde ve bulunduğu yerdeki kirlilik yükü belirlemede kullanılan önemli bir parametredir.

Kimyasal olarak oksitlenebilecek bileşikler, biyolojik olarak oksitlenebileceklerden daha fazla olduğundan, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacından daha büyüktür. Arıtılmamış atıksular için $BOİ5 / KOİ = 0,4-0,8$ (ortalama 0,65) alınabilir.

2.5.6. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)

Atıksularda aerobik şartlarda organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından parçalanabilmeleri için gerekli oksijen miktarına BOİ denilir. Su kaynaklarının kirlilik derecelerinin belirlenmesi, atıksuların kirlenme potansiyelinin hesaplanması ve arıtma sistemlerinin tasarımı ve işletilmesi açısından BOİ önemlidir [26].

2.5.7. Azot

Atıksu yapılarında azot çeşitli formlar (organik, amonyak, nitrit ve nitrat) halinde gözlemlenebilir. Genellikle evsel atıksulara bakıldığında azot; organik veya amonyak formunda ihtiva eder.

Atık sudaki azot ve fosfor ötrofikasyonu hızlandırdığı için deşarj limitleri belirlenmesinde önemli bir rol almıştır.

2.5.8. Fosfor

Fosfor tayini diğer parametreler gibi arıtma tesisi işletme açısından önemlidir. Özellikle biyolojik arıtmada besi maddesi rolünde olduğu için tayini gereklidir.

Evsel atıksular; sentetik deterjanlar vb. organik madde, bünyesinde bulunan fosfatlar nedeniyle yüksek oranda fosfor içermektedir. Besi maddesi olarak kullanılsada deşarj limiti aşıldığında fosfor yüzey sularında ötrofikasyona sebep olmaktadır.

BÖLÜM 3

MODELLEME

Arıtma tesislerinde modelleme yaparken tesise gelen kirlilik yüklerinin, tesis prosesinin ve yapacağımız bu simülasyon çalışmasının ne amaçla yapılacağıın tespiti bir hayli önemlidir. Tesis havuz kapasitesi arttırımı, enerji sarfiyatının düşürülmesi, alıcı ortam deşarj limit kriterlerinin sağlanması, arıtma proses veriminin arttırılması gibi hedefler belirlenerek, modelleme çalışmasının sonraki adımlarında doğru ve anlamlı sonuçlar elde edebilmek için önem arz etmektedir [24]. Bundan dolayı tesis veya ünite modellemesi yapacağımız zaman modelleme basamaklarına çok dikkat etmemiz gerekmektedir.

Bu basamaklar sırasıyla [27];

- Hedefin belirlenmesi
- Data toplama ve model seçimi
- Veri kalite kontrolü
- Model yapısının değerlendirilmesi ve dnyesel tasarım
- Simülasyon çalışması için data toplama
- Kalibrasyon ve verifikasyon
- Değerlendirme

Günümüz simülatörlerinde (Mantis, EnviroSim, Sumo vb.) tüm prosesler tek bir süper model içinde birleştirilmiş ve ortam koşullarına göre model bileşenleri işlemci tarafından zamana bağlı olarak hesaplanabilmektedir [28].

Genel amaçlı proses simülatörlerinde kullanılan prosesler ve reaktör teknolojileri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3.1. Simülâtör Programlarında Kullanılan Prosesler ve Teknolojiler [28].

Biyolojik-Kimyasal Prosesler	Ayırma Prosesleri	Reaktör Teknolojileri
Nitrifikasyon/denitrifikasyon	Ön çökeltme	Tam karışimli reaktörler
Biyolojik fosfor giderimi	Yoğunlaştırma prosesleri	Piston akımlı reaktörler
Çamur üretimi ve oksijen tüketimi	Son çökeltme prosesi	Ardışık Kesikli Reaktör
Fermentasyon-Anaerobik Çürütme	Reaktif çökeltme prosesi	Membran Biyoreaktör (MBR)
Nütrient geri kazanımı	Flokülasyon	MBBR sistemleri
Sera gazı emisyonları	Kimyasal çöktürme	Damlatmalı filtreler
Havalandırma/gaz transferi	Filtrasyon	Membran oksijen sistemleri
pH – Alkalinite	Siklon Separatörler	Hibrit Prosesler
Anammox prosesi	Membran Filtrasyonu	Granüler Aktif Çamur
Gerçek zamanlı proses kontrol		Termal hidroliz

Bu programlarla, tesis bazlı tasarım kriterlerinin belirlenmesinde ve proses kontrolü sağlıklı bir şekilde yapılması, otomsayon senaryolarının oluşturulması, ekipman seçiminin uygunluğu atıksu ve çamur arıtma prosesleri verimlerinin değerlendirilmesi, darboğaz (bottleneck) analizi, kapasite artışının hesaplanması, arıtma verimlerinin değerlendirilmesi, işletme maliyetlerinin düşürülmesi vb. gibi birçok amaca hizmet edecek şekilde kullanıma uygundur [29].

Bu programların çalışma prensibi genel kütle dengesi üzerinden olup proses hesaplarını yürüten ve arka planda çalışan bir model bulunmaktadır. Bu modeller Tablo 3’de gösterilen biyokimyasal ve ayırma proseslerini içermektedir. Kütle dengeleri ise seçilen reactor teknolojisine ve tesis konfigürasyonuna bağlı yürütülmektedir.

Modeller simulator programlarının kütüphanesinde kullanıma hazır olduğu gibi kullanıcı tarafından da oluşturulabilmektedir [29].

Prosesler ve değişkenlerden oluşan çok bileşenli proses modelleri, teknolojinin büyümesi ile atıksu arıtma prosesleri, anaerobik/aerobik çamur çürütme, yenilikçi arıtma prosesleri, proses simülâtörlerinin vazgeçilmez parçalarını oluşturmuştur. Öte yandan, biyolojik proseslerle entegre fizikokimyasal prosesler (kimyasal fosfor

çöktürmesi, MAP, vb.gibi) ve membran biyoreaktör ile ilgili kütüphaneler de ticari programlarda yerini almıştır. Yaygın olarak kullanılan akademik ve ticari simulator programları Çizelge 3.1’de özetlenmektedir [29].

Çizelge 3.2. Proses modelleme ve simülasyonunda kullanılan simülasyon programları.

Yazılım	Ülke	Web Sitesi
Aquasim	İsviçre	https://www.eawag.ch/en/department/siam/software/
ASIM	İsviçre	https://www.eawag.ch/en/department/eng/software/asim/
Biowin	Kanada	https://envirosim.com/products
EFOR	Danimarka	http://www.mpassociates.gr/software/environment/efor.html
GPS-X	Kanada	https://www.hydromantis.com/GPSX.html
MATLAB/Simulink	ABD	https://www.mathworks.com/products/simulink.html
SIMBA	Almanya	https://www.inctrl.com/software/simba/
STOAT	İngiltere	http://www.wrcplc.co.uk/ps-stoat
SUMO	Fransa	http://www.dynamita.com/the-sumo/
WEST	Danimarka	https://www.mikepoweredbydhi.com/products/west

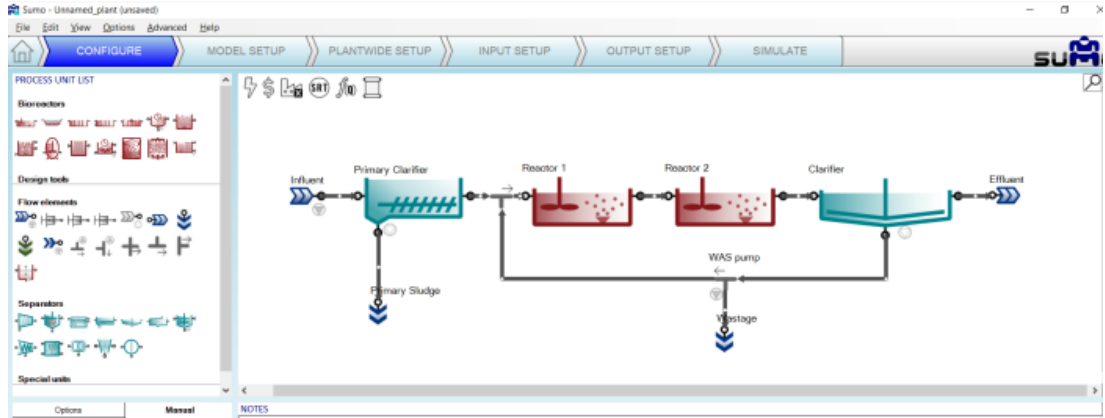
Simülasyon programlarının doğru kullanımı, tesis yapısını programa aktarırken gerçeğe en yakın şekilde yansıtılmasından geçmektedir. Tesis simülasyonunda yapılan kabullerin ve simülatöre tanıtılan verilerin doğruluğu gerçekçi sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Buna göre;

- Giriş atıksu karakterizasyonu, organik madde (KOİ), azot ve fosfor fraksiyonları,
- Girişteki inert/organik madde yoğunlukları,
- Atıksu/Proses için uygun model (kinetik ve stokiyometrik) katsayıları,
- Atıksu arıtma tesisi konfigürasyonu ve proses akışı,
- Proses işletme koşulları (MLSS, hacimler, hava debisi, tüm debiler, çamur yaşı vb.),
- Proses kontrol sistemi (havalandırma, çamur yaşı, içsel geri devir, çamur geri devri vb.),
- gerçeği yansıtacak şekilde programa tanıtılması gerekmektedir [29].

Aksi takdirde simülatörden elde edilecek sonuçlar da, bu sonuçların güvenilirliği de kullanıcı açısından riski oluşturmaktadır.

3.1. SUMO DYNAMITA PROGRAMI

Tesis bazlı tasarım kriterlerinin belirlenmesi ve proses kontrolü, otomasyonel senaryolarının oluşturulması, otomasyonda uygun ekipman seçimi, atıksu ve çamur arıtma proseslerinin değerlendirilmesi, arıtma veriminin iyileştirilmesi, kapasite artışının hesaplanması, işletmesel maliyetlerin indirgenmesi vb. gibi birçok amaç doğrultusunda hizmet eden simülatörlerden biridir. Sumo programında kendi içerisinde hazır proses yapıları olduğu gibi sıfırdan tesis konfigürasyonu tasarlanabilecek bir simülatördür. Her bir ünite için ayrı ayrı kinetik parametreler girilebilen açık süreç kaynaklı, çok amaçlı ve excel tabanlı simülasyon programıdır. Simülasyon moduna bağlı olarak Sumo biyokinetik modelleri dinamik olarak veya kararlı durumda, karışık denge-kinetik modelleri ve doğrudan cebirsel modelleride simüle edebilen kapsamlı bir şekilde kalibre edilmiş kitaplığı, geniş yelpazeli arıtma konfigürasyonları mevcut bir simülatördür.



Şekil 3.1. Sumo programının şematik görünümü.

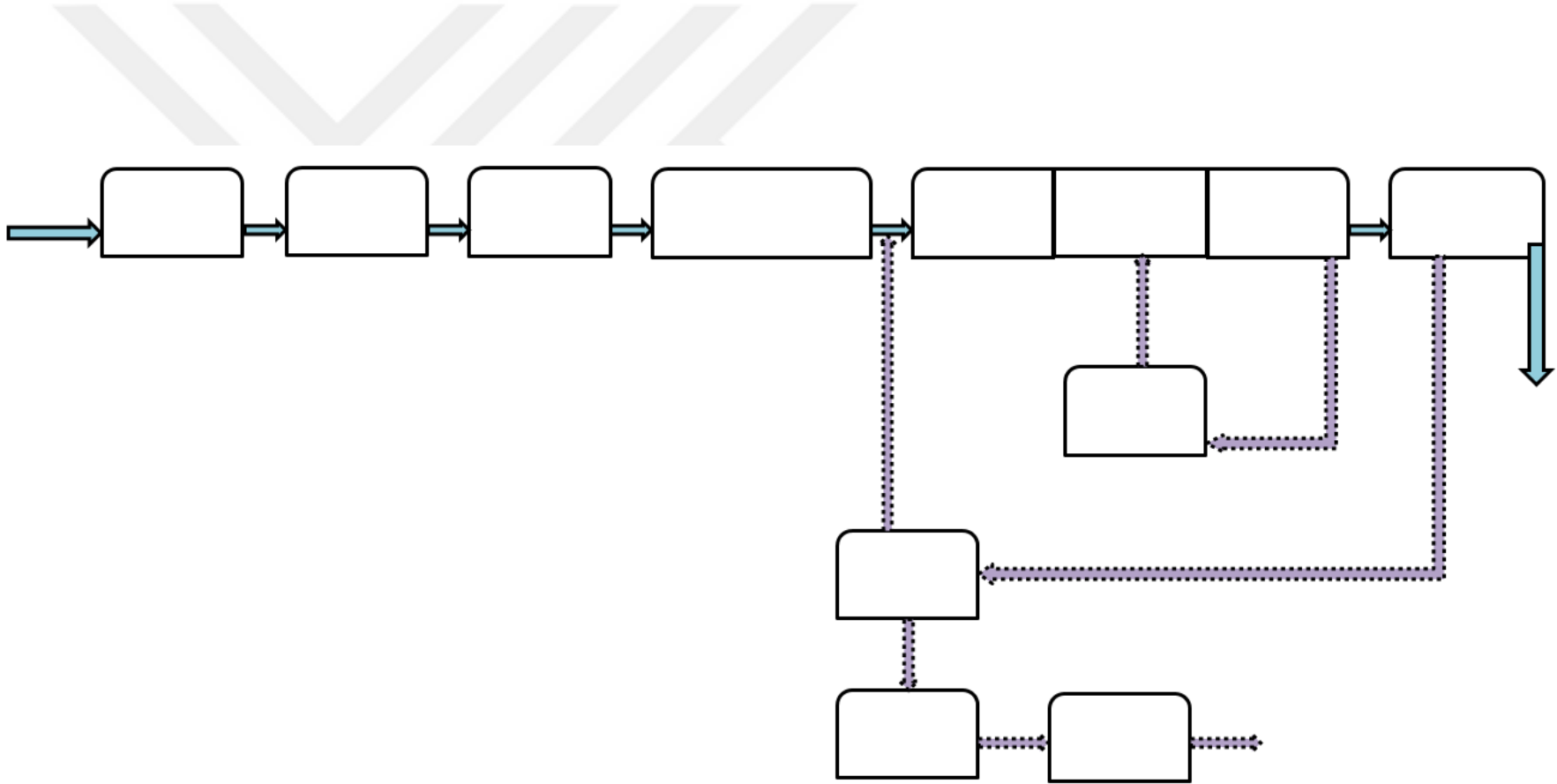
Çalışmalarda kullanılan 21.0.2 versiyon Sumo Dynamita programına tesise ait giriş kirlilik yükleri, kinetik parametreler ve proses yapısı gibi tez kapsamında tesis işleyişini etkileyen değişkenler girilerek karalı haldeki sonuçlar tesis bazında sahadaki uygulama sonrası karşılaştırılmış ve sonuçlar kısmında yapılan çalışmanın olumlu olumsuz yanlarına değinilmiştir.

BÖLÜM 4

TESİS HAKKINDA BİLGİLER

Çalışmayı yürüttüğümüz Gebze İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde, evsel atıksularda bulunan azot, fosfor ve karbondan kaynaklanan Biyolojik Oksijen İhtiyacını (BOI₅) gidermek amacıyla inşaa edilmiş ileri biyolojik atıksu arıtma tesisidir. Tesis arıtma proses mantığına bakıldığında; ön arıtma, fosfor giderimi ve aktif çamur sistemi olarak nitelendirilen atıksuda askıda halde çoğalan mikroorganizmaların organik maddeleri parçalayarak yok etmesi esasına dayanan biyolojik arıtma proses basamakları oluşturmaktadır.

Tesise ait iş akım şeması aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 4.1. Arıtma Tesisi iş akış şeması.

Tesise ait ortalama kirlilik yükü aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.1. Tesis giriş çikiş kirlilik yükleri.

Giriş Kirlilik Konsantrasyonları					Çikiş Kirlilik Konsantrasyonları (KAA Y Tablo 1 ve 2)				
BOI ₅ (mg/L)	KOI (mg/L)	AKM (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	BOI ₅ (mg/L)	KOI (mg/L)	AKM (mg/L)	TKN (mg/L)	TP (mg/L)
248,82	447,95	272,9	51,21	4,54	25	125	35	10	1

Atıksu Arıtma Üniteleri;

- Sepet Izgara Yapısı
- Kaba Izgara Yapısı
- Giriş Terfi Merkezi
- İnce Izgara Yapısı
- Havalandırmalı Kum ve Yağ Tutucu ünite
- Anaerobik Havuz
- Havalandırma Havuzları ve İçsel Geri Devir Pompaları
- Havalandırma Havuzları Debi Dağıtma Kanalı
- Havalandırma Havuzları Çıkış Kanalı
- Çökeltme Havuzları Debi Dağıtma Yapısı
- Çökeltme Havuzları
- Arıtılmış Su Debi Ölçüm ve Numune Alma Yapısı
- Geri Devir ve Fazla Çamur Dağıtım Yapısı
- Yoğun Çamur Terfi Merkezi
- Aerobik Çamur Çürütücü Tankı
- Çürütülmüş Çamur Terfi Merkezi
- Çamur Susuzlaştırma Binası
- Kum Tutucu Blower Binası
- Havalandırma Havuzları Blower Binası
- Trafo Binası

ünitelerinden oluşmaktadır.

4.1. ÖN ARITMA (FİZİKSEL ARITMA) ÜNİTELERİ

4.1.1. Sepet Izgara

Kesondan gelen atıksuların ihtiva ettiği büyük ölçekli parçaların sisteme girmeden bertarafının sağlamak amacıyla dizayn edilmiş sistemlerdir. Izgara bar aralıkları 80 mm olan bir adet sepet manuel temizlemelidir.

4.1.2. Kaba Izgara

1.90 m genişliğindeki açık kanal üzerine bar aralıkları 40 mm ve mekanik temizlemeli olan 2 adet kaba ızgara yerleştirilmiş olup, yatayla 90° lik açı yapmaktadır. Kaba ızgarada tutulan maddeler bant konveyörü ile çöp konteynerlerine taşınarak uzaklaştırılmaktadır.

4.1.3. İnce Izgara

0,85 m genişliğindeki açık kanal üzerine yerleştirilmiş bar aralıkları 10 mm ve mekanik temizlemeli olan 4 adet ince ızgara olup, yatayla 75° lik açı yapmaktadır. İnce ızgarada tutulan maddeler bant konveyörü ile çöp konteynerlere alınarak uzaklaştırılmaktadır.

4.1.4. Havalandırmalı Kum ve Yağ Tutucular

Atıksu arıtma tesis giriş yapısına gelen atıksuların içersinde bulunan kum, çakıl ve benzeri maddeler ile atıksu da bulunan yağları ayırabilmek ve bu maddelerin diğer ünitelere geçip hem arıtma hemde mekanik açıdan zarar vermesini önlemek için havalandırmalı kum ve yağ tutucular kullanılmıştır. Arıtma tesisi ilk arıtma basamaklarına bakıldığında giren atıksu havalandırmalı kum tutucu ünitelerde, herbir ünite için ayrı ayrı bir kenar boyunca yerleştirilmiş difüzörler sayesinde suya hava verilerek ünite boyunca suda spiral hareketlilik sağlanır. Izgaralar sonrası, dört adet havalandırmalı kum tutucu projelendirilmiştir. Her havuz için doğrusal hareketli köprü bulunmaktadır. Kum, köprüye monte edilen sıyırıcı ile hazneye çekilmektedir.

Haznede bulunan kum pompaları vasıtasıyla kum ayırıcıya aktarılarak bertaraf edilmektedir. İki havuz için tek bir kum ayırma ekipmanı seçilmiştir.

4.1.5. Yağ Giderimi

Havalandırılmalı kum havuzu üzerinde bulunan hareketli köprülere monte edilen yağ sıyırıcılar ile kanal boyunca yüzeysel yağ sıyırma işlemi yapılmaktadır. Üniteye verilen basınçlı hava ile yağları bu kanala biriktirilmektedir. Köprü sürekli sıyırma işlemini gerçekleştirdikçe yağ toplama çukuruna biriktirilmektedir. Burada toplanan yağlar mevzuat dahilinde kalacak şekilde bertaraf edilmek üzere atık arabasına aktarılarak gönderilmektedir.

4.2. BIYOLOJİK ARITMA ÜNİTELERİ

4.2.1. Anaerobik Havuzlar

Havuzlar arasında ve herbir havuzun kendine ait girişlerinde motorlu kapaklar bulunmaktadır. Bu sayede tüm havuzları ayrı ayrı çalıştırılabilir ve devre dışı bırakılabilir. Havuz çıkışları savak tipidir ve kapaklar motor kumandalı olmasından dolayı havuzlardaki atıksu seviyeleri ayarlamak mümkündür. Proses verimliliğini düşürmemek ve havuz kapasitelerini efektif olarak kullanabilmek için; havuzlarda oluşabilecek çökelme ve buna bağlı olarak ölü bölge oluşumunu engellemek ve istenilen akım özelliğini sağlamak amacıyla, havuz diplerinde 0,3 m/s akış hızı oluşturulabilecek şekilde dalgıç mikserlerin montajı yapılmıştır.

Oksidasyon redüksiyon potansiyeli redoks metreler sayesinde ölçülerek, havuzlardaki anaerobik ortam koşullarının devamlılığını takip etmek mümkündür. Anaerobik havuz girişinde oksijen konsantrasyonunun 0(sıfır) olması proses verimliliği için gereklidir. Havuz giriş oksijen konsantrasyonunu ölçmek ve proses işletilebilirliği amacıyla bir adet oksijen metre ilk havuza yerleştirilmiştir.

Anaerobik havuzlarının birincisi proses için gerekli olduğunda istenildiği zaman sadece geri devir çamuru alınabilecek şekilde tasarlanmıştır. Prosesin bu şekilde

yapılması giriş atıksuyundaki karbon yükünü azaltmadan geri devir çamurundaki nitratla denitrifikasyon sağlanabilecek. Bu sayede, bio-P giderimi için gerekli olan, giriş atıksu içerisinde bulunan çözünmüş halde kolay ayrışabilir yapıdaki organik karbon geri devirden gelen nitrat ile zayi olmayacak ve tamamı bio-P giderimi için kullanılabilir opsiyon sağlanmıştır. Bu şartlar altında tesise gelen atıksu doğrudan ikinci anaerobik havuzuna aktarılacaktır. Geri devir çamuru ile ham atıksu 2. Bio-P havuzunda karışmaktadır. Aynı zamanda alternatif olarak da giriş suyunu ve geri devir çamurunu dağıtım yapısında karıştırarak birinci anaerobik havuzda almak mümkün. Böylece, fosfor giderimi için prosesde esneklik sağlanmıştır.

Dekantör ürün üretimi esnasında çıkan sentrant sularıda sisteme burada katılmaktadır.

4.2.2. Havalandırma Havuzları

Bu üniteye difüzörlerle hava verilerek mikroorganizmaların organik kirlilik yükünün indirilmesi sağlanmıştır. Biyolojik arıtma, nitrifikasyon ve denitrifikasyon olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Nitrifikasyon için gerekli hava miktarı sağlanarak giriş suyundaki amonyum azotu nitrat azotuna çevrilmiştir ve oluşan nitrat BOİ gideriminde kullanılmıştır.

Atıksu, anaerobik havuzdan proses havuzlarına alınmıştır. Proses havuzları birbirine seri bir şekilde bağlı dört (4) havuz olarak projelendirilmiştir ve her bir havuz ayrı bir şekilde çalıştırılabilir şekilde dizayn edilmiştir. Proses havuzlarında ön tarafta denitrifikasyonlu sisteme göre dizayn edilmiştir. İstenildiği takdirde A2/O, 5 kademeli Bardenpho, Johannesburg prosesi ve kademeli besleme simultane denitrifikasyon sistemlerine göre çalıştırılabilir şekilde projelendirilmiştir. Böylece, ihtiyaca göre prosesde değişiklik yapılabilir esneklik sağlanmıştır.

Mevcut tesisin proses konfigürasyonu A2/O prosesi olup işletme sırası anaerobik–anoksik–oksik şeklinde tasarlanmıştır. Bu sistemde son iki (2) ünite arasında iç resirkülasyon gerekmektedir. 5 kademeli Bardenpho prosesi ise A2 /O prosesinin peşine anoksik–oksik üniteler eklenerek sıralamasıyla işlemektedir ve 1. oksik

bölgeden 1. anoksik bölgeye iç resirkülasyon ihtiyacı vardır; 2. anoksik bölge içsel solunum denitrifikasyonu için ayrılmıştır. Johannesburg prosesinde ise, Bio-P havuzları bölümünde belirtildiği gibi, geri devir çamurunun denitrifikasyonu dahil edilecektir. Proses havuzlarının çalışma düzeni ise, A2/O prosesi için tariflendiği şekildedir. Kademeli besleme ise istenildiğinde kullanılabilir ve nitrat giderimi simultane denitrifikasyon ile sağlanacaktır, dolayısıyla iç resirkülasyon gerektirmemektedir.

Anaerobik havuzların girişlerinde ve havuzlar arasında olduğu gibi motorlu kapaklar sayesinde havuzlar tekil çalışabilecek yada istenildiğinde herhangi biri kapatılıp devre dışı bırakılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu motorlu kapaklar sayesinde havuzlardaki seviyeler kontrol altına alınabiliyor ve çıkışlar savak tipi şeklindedir. Gün içerisinde gelen değişken debiye göre havalandırma havuz difüzör üstü su seviyesi sabit tutulması oksijen çözünme veriminide etkilediği için havalandırma havuz veriminide sabit tutmuştur. Aynı zamanda, havuz diblerine monte edilen dalgıç mikserler sayesinde oluşabilecek ölü bölge ve buna bağlı olarak hacimsel verim kayıplarının önüne geçilmesi ve havuzlar efektif olarak tam kapasite kullanımı amacı sağlanmıştır.

Havuzlardaki redoks metreler ve oksijen metreler sayesinde oksik ve anoksik bölgelerin kontrolü yapılmaktadır. Buna bağlı olarak havuzlardaki oksijen konsantrasyonu otomatik olarak kontrolü sağlanmış olmuştur. Bu şekilde otomasyonel sistemde gereksiz enerji sarfiyatının önüne geçilmesi sağlanmıştır. Aynı zamanda redoks potansiyel ölçümü ile bölgesel oksijen kullanımı izlenebilmekte ve istenildiği takdirde bölgesel olarak anoksik-oksik ünitelerde hacimsel müdahale şansı tanınmıştır.

Tesiste 2. kademede seri bağlı olarak bulunan 4'lü havalandırma havuzlarında içsel sirkülasyonu sağlamak için resirkülasyon pompaları montajı yapılmıştır. Bu sayede 4. ve 3. havuzlardan ilk havuza iç resirkülasyon isteğe bağlı olarak yapabilecek konuma getirilmiştir. Proses A2/O ve 5 kademeli Bardenpho olarak işletilebilmekte. Ayrıca sistem kademeli besleme yapmaya olanak sağlayacak esnekliktedir. Bu durumda da iç resirkülasyon pompalarına ihtiyaç kalmamıştır.

4.2.3. Son Çöktürme Havuzları

İşletmeye uygun bekleme süresi sağlanarak havalandırma havuzundan gelen aktif çamur çöktürülerek arıtılmış su çökeltme havuzlarından savaklanarak mevcut kolektör hattıyla deşarj edilmektedir. Çöken çamur, beş (5) havuzda vakum sistemiyle ve bir havuzda çökeltme havuzuna bağlı gezer köprü sıyrıcı vasıtasıyla alınmaktadır. Alınan bu sulu çamur geri devir ünitesine gönderilir.

4.3. ÇAMUR ARITMA ÜNİTELERİ

4.3.1. Aerobik Çamur Çürütücüleri

Aerobik çamur çürütücü hesaplanmasında; toplam kuru katının %90'ının yoğunlaştırıcıdan geldiği, son çökeltme çamurunun % 90'ının uçucu olduğu kabul edilmiştir. Oluşan fazla çamur çürütücü havuz ünitesine aktarılmıştır. Burada difüzörler ile hava verilerek çamur stabilizasyonu sağlanmıştır. Böylece dekantör de suyu, çamurdan daha kolay ayrıştırılabilir hale getirmeye olanak sağlanmıştır.

Çamur Susuzlaştırıcı (Dekantör): Aerobik çamur çürütücüden alınan çamur, poli elektrolit çözeltisi ile karıştırılarak dekantörde susuzlaştırılır. Dekantörden, sistemden gönderilmek üzere aerobik çürütücüden alınan fazla çamur, kuru katı oranı % 21 üstüne çıkarılacak ve bertarafa gönderilmek üzere ünite oluşturulmuştur. Tesisde 5 adet dekantör mevcuttur.

4.4. GERİ KAZANIM ÜNİTESİ

Tesis alıcı ortam deşarj suyundan alınan hat ile kapasitesi 50 m³ / saat, 1.000 m³ /gün atıksu geri kazanımı sağlanacak şekilde dizayn edilmiştir.

Geri Kazanım Ünitesi;

- Otomatik Kum Filtreleri (3 adet)
- Torba Filtreler (3 adet)

- UV Dezenfeksiyon Ünitelerinden oluşmaktadır.

Otomatik Kuartz Kum Filtreleri: Sistemde 3 adet birbiri ile paralel çalışan kum filtresi bulunmaktadır. Her bir kum filtresi 700 dk da bir otomatik ters yıkamaya geçer. Sistemde, temel olarak işlenmiş kuartz taneciklerinden yararlanır. 0.1-8 mm çaplarına kadar 5 ayrı kademe arıtım prosesinin asıl minerallerini oluşturur. Filtrasyona yardımcı olmak amacıyla, filtran mineralinin üst katmanına antrasit minerali eklenir. Kuvarstan daha hafif bir mineral olan antrasit, ters yıkama esnasında daha kolay havalanarak üst katmanda tutulan patriküllerin rahat atılmasını sağlar.

4.4.1. Çalışma Basamakları

Ters yıkama, servis yönünde yavaş durulama, yatak yerleştirme ve servis işlemlerinden oluşmaktadır.

4.4.2. Torba Filtreler

Sitemde 3 adet torba filtre bulunmaktadır Filtrasyon derecesi 1-20 mikron aralığında değişmektedir.

4.4.3. UV Dezenfeksiyon Ünitesi

Toplam 10 adet 325 mm çap/1000 mm boy UV lambası kullanılmaktadır.

Özetle arıtma hedefleri doğrultusunda ileri azot ve fosfor giderimi seçilen bu tesiste; proses sırasıyla birbirini takip eden fiziksel arıtma sonrasında anaerobik, anoksik ve aerobik havuz ile çökeltim havuzlarından ve çökeltme çamurundan anaerobik havuz girişine aktarılan çamur geri devrinden oluşur. Anaerobik havuzda fosfor bileşiklerinin giderimi sağlanır.

Anaerobik tankta ortamda bulunan çözülmüş karbonlu bileşiklerin (BOİ5) geri devir çamuru ile karıştırılarak polifosfat içeren mikroorganizmaların, polifosfatı hidrolize

ederek karbonlu bileşikleri kendi bünyelerine almaktadır. Bu sayede inorganik fosfata dönüştürülmüş ve suda eriyik fosfat miktarı artırılmış olmuştur.

Aerobik ünite de bu mikroorganizmalar daha önceden absorblanmış karbonlu bileşikleri okside ederek sudaki fosfatı giderimini sağlamış olacaktır. Aerobik bölümde karbonlu bileşiklerin biyokimyasal parçalanmasının yanı sıra organik azot bileşikleri oksijen yardımıyla sırasıyla nitrit ve nitrata yükseltgenir (nitrifikasyon).

Denitrifikasyon ise anoksik ünite de gerçekleşir. Denitrifikasyon kısmında karbonlu bileşiklerin biyokimyasal parçalanması yüksek seviyelerde değildir. Bu nedenle, denitrifikasyonu sağlayabilmek için ihtiyaç duyulan karbonu, nitrifikasyon çıkışını anoksik havuza geri devir bağlantısıyla bağlayarak çözümlenmiştir.

Biyolojik arıtma ünitesinde BOİ, fosfor ve azot giderimi sağlanarak yüksek miktarda fosfor içeriğine sahip çamur elde edilir.

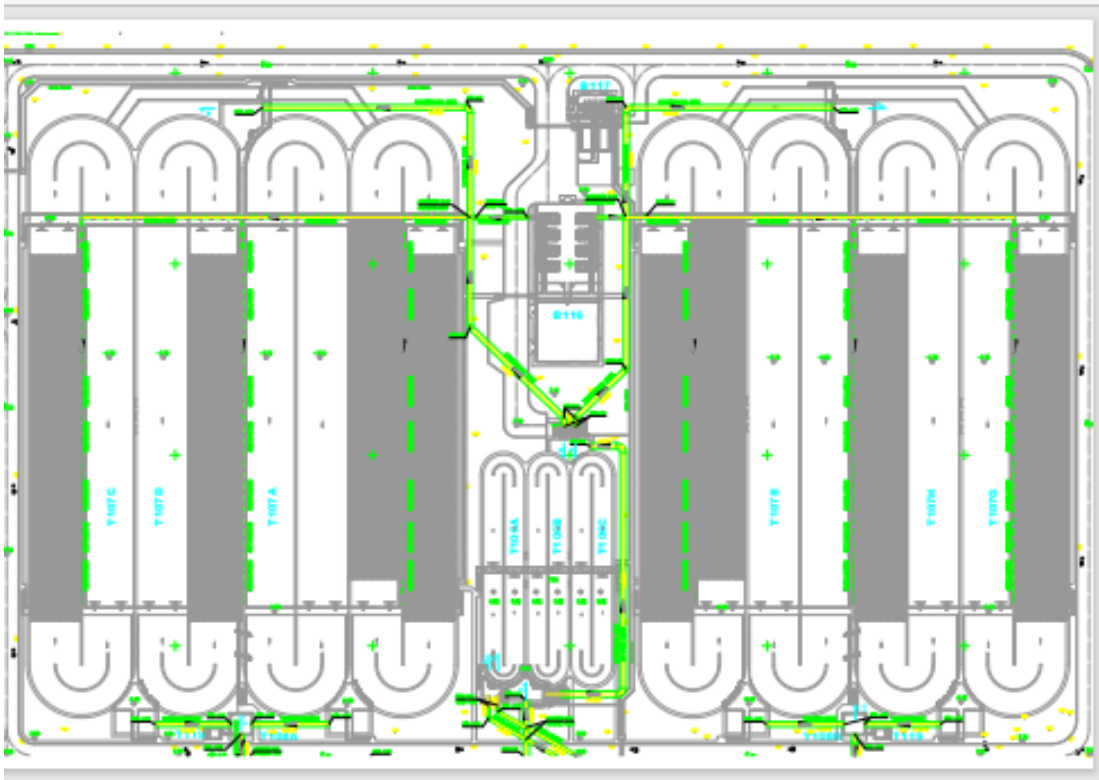
Son olarak çıkış suyu deşarj yönetmeliğine uygun bir şekilde alıcı ortama arıtılmış su verilmektedir.

BÖLÜM 5

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

5.1. HAVALANDIRMA HAVUZUNDA YAPILAN İŞLEMLER

Çalışmanın yapıldığı tesise ait havalandırma havuzu difüzör tarlası yerleşimi Şekil 5.1 de görüldüğü gibi simultane nitrifikasyon – denitrifikasyon ve A2/O prosesi aynı anda işletilmiştir. Bu sistemin çamur yaşını düşürmek, havalandırma havuz kapasite artırımına gitmek, enerji tasarrufu sağlamak ve kimyasal sarfını düşürmek için sadece simültane nitrifikasyon denitrifikasyon prosesine dönülmüştür.



Şekil 5.1. Havalandırma havuzu genel yerleşimi ilk hali.

Bu kapsamda ilk olarak mevcut haldeki seri bağlı şekilde dizayn edilmiş 1. Kademe ve 2. Kademe havalandırma havuzlarına atıksuyun alınabilmesi için pencere açılmış

ve bu açılan pencere önlerine 2 adet penstok yapılmıştır. Bu sayede seri bağlı havalandırma havuzları birbirinden bağımsız hale getirilmiştir.



Şekil 5.2. Havalandırma havuzu atıksu giriş yapısı.



Şekil 5.3. Havalandırma havuzu atıksu giriş kapağı.

Anaerobik havuzlardan çıkan atıksu iyileştirme çalışmalarından önce havalandırma havuzu yapısına girdiğinde 4 havalandırma havuzunu sıralı bir şekilde dolaşarak son çökeltim dağıtım yapısına çıkış yapmaktaydı.Revizyonla birlikte bu seri bağlı havuzlar 2 kademeye ayrılmıştır ve bu birbirinden bağımsız 2 havuz şeklinde çalışabilmeleri için mevcut giriş yapısından harici 1 adet giriş yapısı daha oluşturulmuştur.Bu sayede istenildiği zaman ayrı ayrı kullanım ve devre dışı bırakabilme gibi opsiyonel çalışma şartları oluşturulmuştur.Giriş yapısına ait resim Şekil 5.3 'de verilmiştir.

Havalandırma ünitesi blower binasından çıkış yapılarak simülatör de dizayn edildiği gibi 1. Kademe havalandırma havuz döşeli mevcut havalandırma boru hattı çapında değişiklik yapılmıştır.İyileştirme işi kapsamında yapılan projelendirme kapsamında simülatörde olduğu gibi anoksik bölümde bulunan mikserler sökülerek oksik bölüme (mevcutta difüzör tarlasının bulunduğu yere) montajı yapılmıştır.Bu 2 (iki) adet mikserlerin dönüş hızı ve pervane açıklıklarına bağlı olarak; 8 bölümden oluşan difüzör tarlasından 2 bölüm difüzör tarlası çıkartılmış ve difüzör tarlasının devam eden diğer ucuna 1 bölüm eklenmiştir.



Şekil 5.4. Havalandırma havuzu hava hattı.

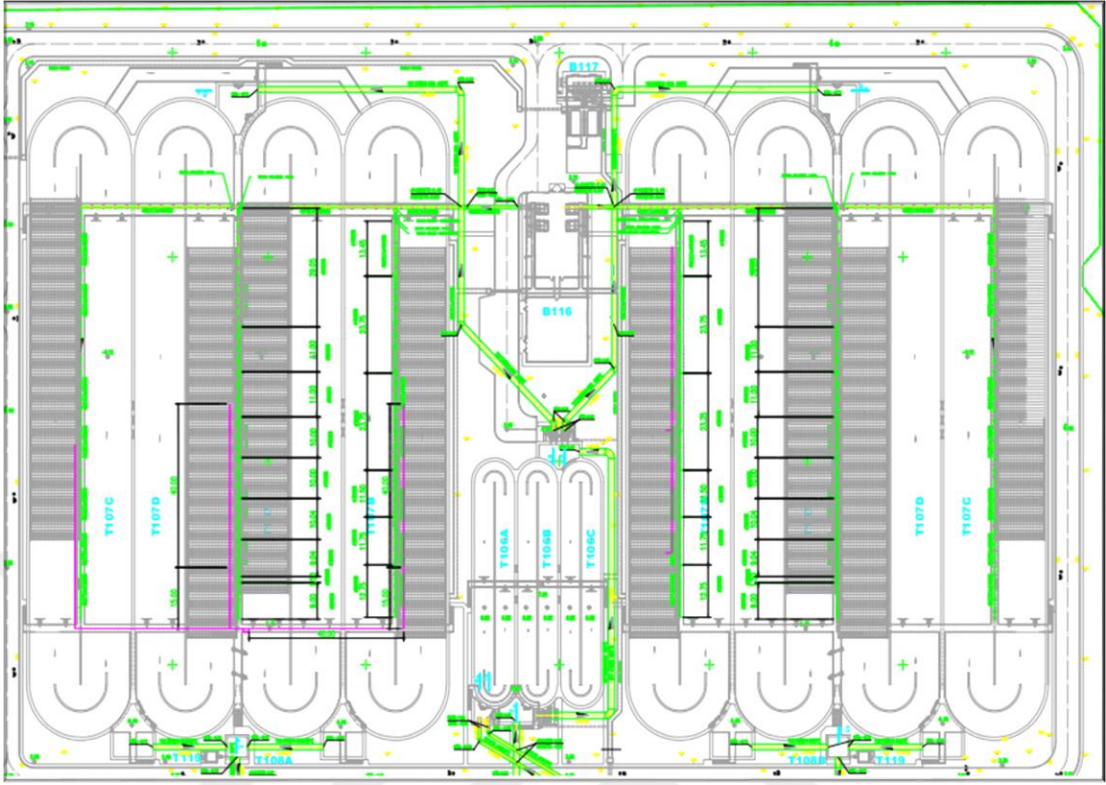


Şekil 5.5. Hava hattı borulama yapısı taşınımı.



Şekil 5.6. Havalandırma havuzu difüzör yapısı.

1.Kademe havalandırma havuzu atıksu yönünün değiştirilmesi için mevcut konumdaki 5 adet mikserin yeri ve tüm difüzör yerleşimleri simülasyon sistemine uygun olarak eski proses düzeni sisteminde değişiklikler yapılmıştır. Son olarak iyileştirilmiş proses yapısındaki verimi artırmak ve/veya sabit tutabilmek için oksijen problemlerinin yerleri uygun noktalara yerleştirilmiştir ve havalandırma havuzu difüzör yerleşimi saha uygulaması bitmiş hali Şekil 5.7 de verilmiştir.



Şekil 5.7. Havalandırma havuzu genel yerleşimi son hali.



Şekil 5.8. Havalandırma havuzu iyileştirme sonrası.

BÖLÜM 6

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez çalışmasında SUMO programıyla İleri Biyoloji Atıksu Arıtma tesis modellemesi yapılmış ve bu çalışmaya ait veri grafikleri verilmiştir. İyileştirmeye yönelik yapılan bu modelleme çalışması değerlendirilerek saha üzerinde uygulanarak sonuçlar kısmında olumlu ve olumsuz yanları değerlendirilmiştir.

6.1. MEVCUT TESIS GİRİŞ VERİLERİ

Atıksu Arıtma Tesisi işletme verileri kirlilik yükleri giriş-çıkış olarak bir aylık kayıt tutulmuştur.

Giriş debimiz ortalama 65000 m³/gün, KOİ 650g COD/m³,TKN 50g N/m³,TP 5g P/m³ ,Sıcaklık 15 derece olarak alınmıştır.Simülasyonda kullanılan girdiler Çizelge 6.1 de verilmiştir.

SUMO programı izleme verileri; KOİ,TKN,TP,ÇO,Sıcaklık parametreleridir. Giriş kinetik parametreleri EK-A ve 1 aylık çıkış azot-fosfor değerleri EK-B kısmında verilmiştir.

şeklinde oluşturulmuştur.

6.3. SİMÜLASYON SONUCU VERİ GRAFİKLERİ

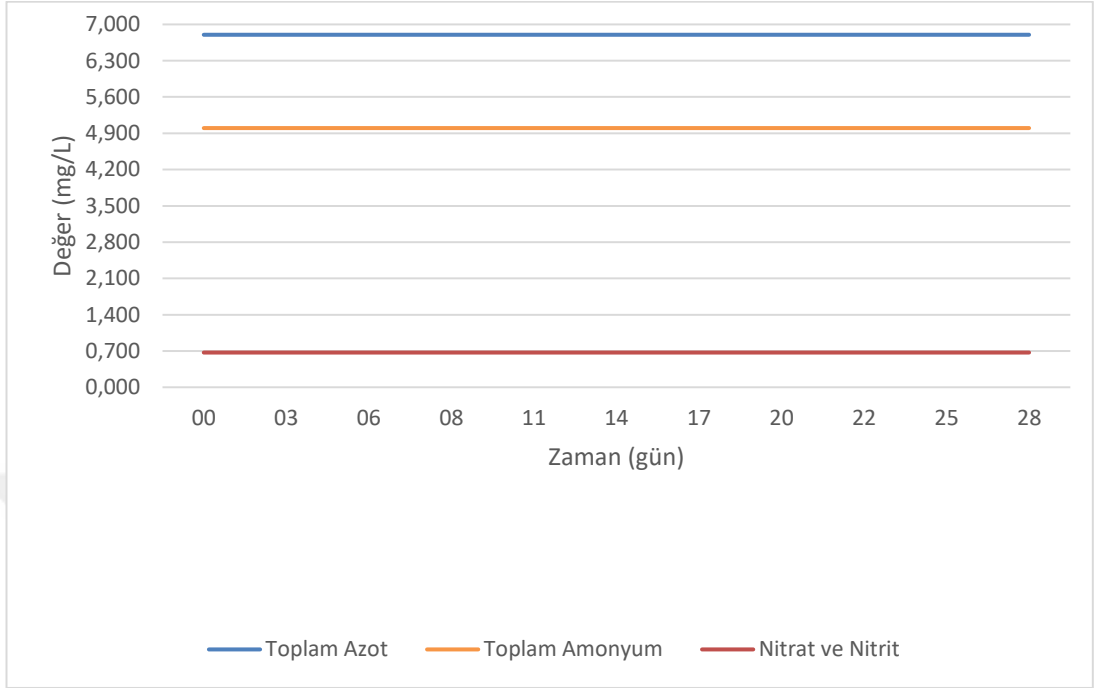
Sumo programında Mevcut Tesis Giriş Verileri başlığı altında belirtilen girdilere göre 1 aylık çalıştırılma periyodu sonucu elde edilen sonuçlar ve grafikleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 6.1. Saha uygulaması sonucu elde edilen sonuçlar.

	Eski Proses Verisi (1 yıllık ortalaması)	Similasyon Verisi (30 Gün ortalaması)	Yeni proses Verisi (3 aylık Ortalama)
TN-Çıkış	7,83mg/L	6,82mg/L	8,28mg/L
NHX-Çıkış	0,15mg/L	0,63mg/L	0,598mg/L
NOx-Çıkış	3,91mg/L	5,01mg/L	6,26mg/L
TP-Çıkış	0,88mg/L	0,26mg/L	0,46mg/L
KOİ-Çıkış	17mg/L	40mg/L	22mg/L
SRT (Çamur Yaşı)	35gün	16,34gün	21gün
Oksijen Set Aralığı	2 mg/L	0,8mg/L	1mg/L
Kullanılan Kimyasal (FECL3)	110 ton/Ay		30 Ton/Ay
İhtiyaç Duyulan Hava Debisi	480000 kg/m ³		360000 kg/m ³
Kullanılan Enerji (kW/m ³)*	0,32 kW/m ³		0,23 kW/m ³

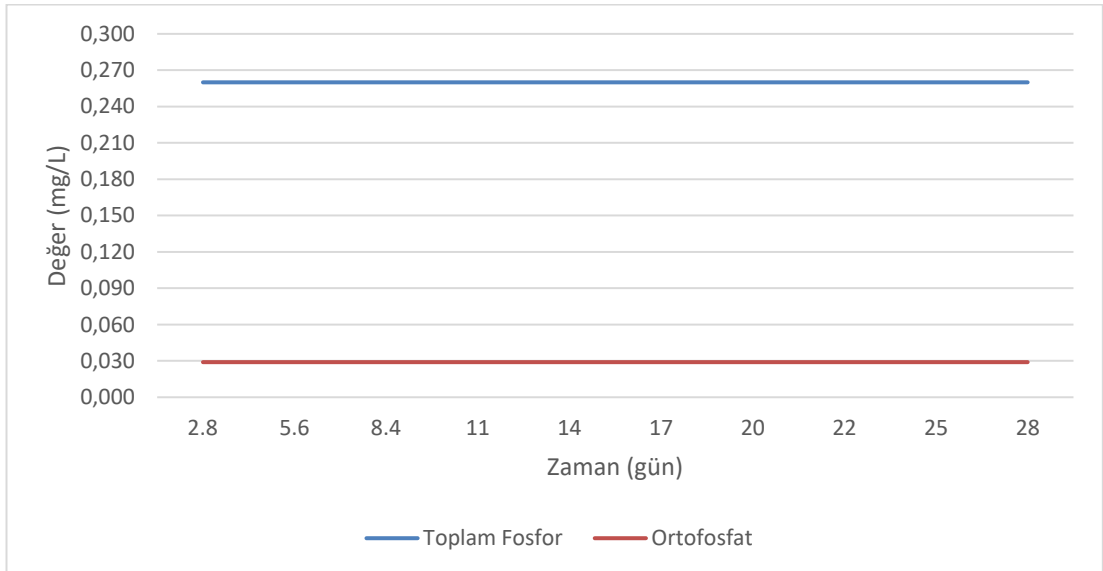
* 7 adet mikser ve 4 adet iç sirkilasyon pompası devre dışı kalmıştır.

- TN



Şekil 6.3. Çıkış toplam azot grafiği.

- TP



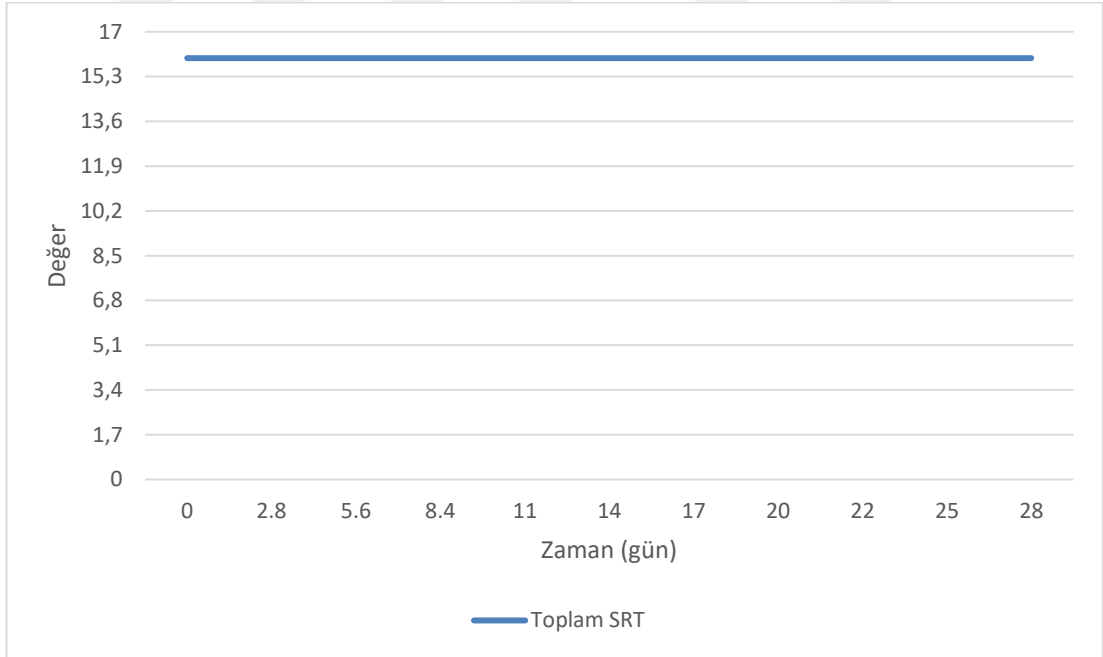
Şekil 6.4. Çıkış toplam fosfor grafiği.

- ÇÖ



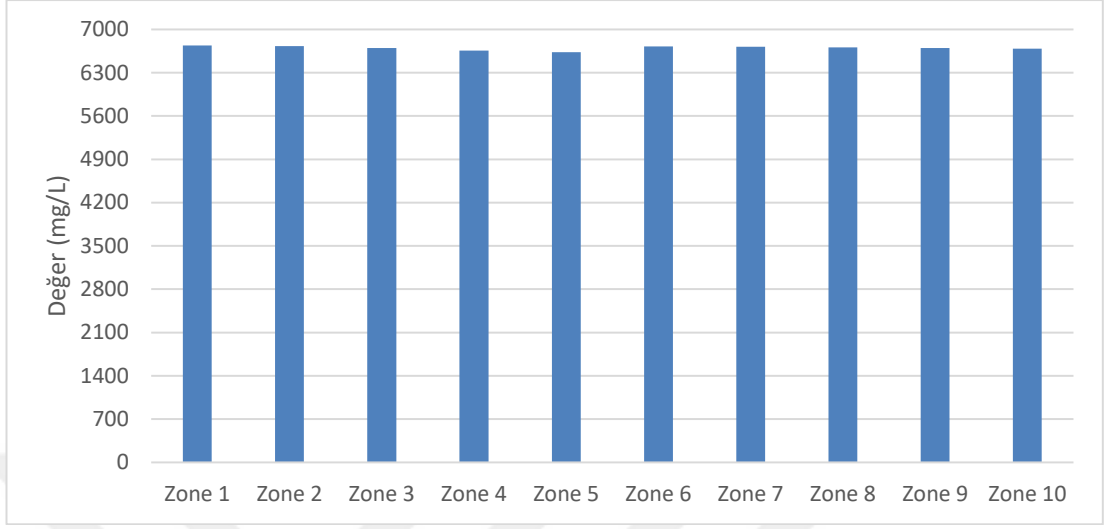
Şekil 6.5. Çıkış Çözünmüş Oksijen grafiği.

- SRT



Şekil 6.6. Çıkış SRT grafiği.

- MLSS



Şekil 6.7. Çıkış MLSS grafiği

BÖLÜM 7

SONUÇLAR

Tez çalışması kapsamında, model program (SUMO) desteği ile İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi'nin mevcut proses üzerinde değişiklik yapılarak ve optimize edilerek, arıtma performansını artırırken, enerji tüketimini düşürmeyi hedefleyen bir modelleme çalışması gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada mevcut durumda işletilmekte olan bir İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisine ait verileri SUMO model programı vasıtasıyla bilgisayar ortamında 30 gün süre simüle edilerek tesisin simülasyon sonuçları incelenmiştir. Simülasyon verilerinden elde edilen sonuçlar nezdinde en uygun çözüm önerilerinin belirlenmesi ve uygulamaya geçirilmesi hedeflenmiştir.

Bu kapsamda; öncelikli olarak havuzlar proses olarak A2/O ve simültane denitrifikasyon nitrifikasyon prosesleri beraber çalıştırılmaktaydı ve model sonuçlarına bağlı olarak sadece proses simültane nitrifikasyon denitrifikasyon prosesine çevrilmiştir. Ayrıca bu revizyon öncesi havalandırma havuzları seri bağlı olduğu için atıksu havalandırma havuzlarına girince dört havalandırma havuzunda dolanmak zorundaydı. Proses incelemelerinde tüm havalandırma havuzlarını efektif olarak tam kapasite kullanılabilmesi için iyileştirme yapılmıştır. Eski sistemde proses takibi sonrası gözlemlenen anoksik havuza geri devrettirilecek nitrat kalmadığı için; anoksik havuzlarda ORP ölçüm sonuçları -200 mV altında olmasından dolayı anerobik havuz gibi davranış gösteriyordu. Bu durumun iyileştirilmesi sonucu gerekli olan hava kapasitesi düşeceğinden dolayı blower çalışma sürelerinde ki azalmadan kaynaklı ve boşa çıkacak ekipmanla beraber enerji tasarrufu sağlanmıştır. M³ başına 0,09 kW enerji kazanımı sağlanmıştır ve 7 adet mikserle beraber 4 adet iç sirkülasyon pompası devre dışı bırakılmıştır.

Bu çalışmada da çamur yaşı yüksek olan seri bağlı 4 havalandırma havuzu ortadan ayrılarak ve ayırdığımız bu diğer havuzada atıksu girişi için kapak açılarak sadece simültane nitrifikasyon denitrifikasyon prosesi ile çalışma prensibiyle mevcut kapasiteyi iki (2) kat artırmış olduk.Yani 4 havuzdan geçen toplam debi yükünü 2 (iki) havuz karşılayabiliyormu yaptığımız çalışmanın amaçlarından biriydi ve çalışma sonunda 2 havuzla alıcı ortam deşarj limitlerini aşmadan koşulların sağlanabilirliği görülmüştür. Bunlara ilave olarak, çamur yaşı düşürüldüğü için reaksiyon hızı eski prosese göre daha hızlı cevap vermektedir. Yani proses verimine bakıldığında hızlı bozulma olabileceği gibi bozulmalara karşı da hızlı toparlama süreci olacaktır. Burada da otomasyonel oksijen takibinin oldukça önemli olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Metcalf & Eddy, Inc., “Wastewater Engineering 3rd ed.”, Mc Graw Hill Inc., s. 540, USA, 1991.
2. Arcevala, S.J., “Wastewater Treatment and Disposal: Engineering and Ecology in Pollution Control 15th ed.”, M. Dekker Inc., s. 892, New York, 1981.
3. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Aralık 31, T.C. Resmi Gazete, 25687, s. 51, 2004.
4. Arceivala, Soli J., “Çevre Kirliliği Kontrolünde Atıksu Arıtımı 2. cilt”, Vahap Balman, Mc Graw Hill Inc., s. 473, India, 2002.
5. Metcalf & Eddy, “Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 4th ed.”, Mc Graw Hill Inc., s. 1848, New York, 2002.
6. ŞENGÜL, F., “Endüstriyel Atıksuların Arıtılması 2. baskı”, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, s. 476, İzmir, 1991
7. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği, Ocak 8, T.C. Resmi Gazete, 26047, s. 6, 2006.
8. Erdoğan, A. O., “Türkiye’de optimum maliyete dayalı atıksu arıtma tesisi tasarımı”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi, s. 20-23, İstanbul, 2004.
9. Çabukçu, E., “Krom (IV), bakır (II), demir(III) iyonlarının tek ve çok bileşenli metal sistemlerinde R. Arhizus’la biyosorpsiyonunun sürekli karıştırılmalı kaplarda incelenmesi”,
10. Muslu, Y., “Kullanılmış Suların Tavsiyesi 2. cilt”, İstanbul Teknik Üniversitesi, s. 567, İstanbul, 1990.
11. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği, Ocak 7, T.C. Resmi Gazete, 20748, s. 2-5, 1991.
12. Patterson, J.W., “ Waste Water Treatment Technology”, Science Publishers Inc., s. 43-81, USA, 1977.
13. Henze, M., Loosedrecht, M., Ekama, G., Brdjanovic, D., (2008), “Biological Wastewater Treatment: Principles 2nd ed.”, IWA Publishing Inc., s. 511, London,

14. Kuru, B. 2012. Agro Endüstri Atıksularından Kimyasal Çöktürme İle Azot Ve Fosfor Gideriminin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta
15. Manav-Demir, N. 2012. İleri Biyolojik Arıtma Proseslerinde Nutrient Giderimi Ve Mikroorganizma Türlerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü ,Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
16. Coşkun, Ç., Pulatsü, S., Coşkun, T. 2018. Evsel Atıksulardan Azot ve Fosforun Biyolojik Giderilme Yöntemleri. Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 2(2): 53-63.
17. Metcalf ve Eddy, (2003). Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Fourth Edition, Tata McGraw-Hill Publishing Co., New Delhi.
18. Metcalf ve Eddy, (2003). Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Fourth Edition, Tata McGraw-Hill Publishing Co., New Delhi.
19. Balçık, Ç. 2013. Evsel Atıksularından Nutrient Gideriminde Pilot Ölçekli Bardenpho İle Kaskat Proseslerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
20. Ahadi, S. 2017. Evaluation Of Phosphorus Recovery From Dried Sludge And Sludge. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
21. James. L. Barnard. P.. Stephen. A. (2005). "Biological Nutrient Removal (BNR) Operation Wastewater Treatment Plants". s. 165.
22. Manav. N. 2006. Ardışık Kesikli Reaktör ile Evsel Atıksulardan Azot Ve Fosfor Giderimi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
23. Erkuş A., Oygun E., Türkmenoğlu M., Aldemir A., (2018), " Boya Endüstrisi Atıksularının Karakterizasyonu", Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi/ Journal of the Institute of Natural & Applied Sciences 23 (3): 308-319. 58
24. Ertuğrul T., Berktaş A., Nas B., (2004), " Organik ve Ph Şok Yüklemlerinin Ardışık Kesikli Reaktörlerde (AKR) Arıtım Verimine Etkisi", S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg., c.19, s.2.
25. Gürtekin E., Şekerdağ N., (2006), " Aktif Çamur Prosesinde Aşırı Çamur Üretimini Azaltmak İçin Kullanılan Yöntemler", Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 11, Sayı 1.
26. Samsunlu, A., "Çevre Mühendisliği Kimyası 4.baskı", Sam-Çevre Teknolojileri, s. 266, İstanbul, 1999.

27. Langergraber, G., Rieger, L., Winkler, S., Alex, J., Wiese, J., Owerdieck, C., Maurer, M. (2004). A guideline for simulation studies of wastewater treatment plants. *Water Science and Technology*, Cilt 50, Sf 131-138.
28. İnel G. (2020) Atıksu Arıtma Tesisi Yeterlilik Eğitimi (AATSER), Modül 2: Atıksu arıtma tesislerinin projelendirilmesi, TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
29. İnel G. (2004) Model-based activated sludge systems analysis for carbon, nitrogen and phosphorus removal mechanisms”, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maslak.





EK AÇIKLAMALAR A.

KİNETİK PARAMETRELER

Çizelge Ek A.1. Simülâtör girdileri ve kinetik parametreler.

Sumo1 - Anahtar parametreler

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
μ NITO	NITO'ların maksimum spesifik büyüme oranı	0,7	1/d	
KO ₂ ,NITO,AS	Half-saturation of O ₂ for NITOs (AS)/(O ₂ yarı doygunluğu)	0,4	g O ₂ /m ³	
KNH _x ,NITO,AS	Half-saturation of NH _x for NITOs (AS)	0,5	g N/m ³	

Sumo1 - Aerobik nitrifikasyon organizma kinetiği (NITO)

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
μ NITO	Maximum specific growth rate of NITOs	0,7	1/d	
KNH _x ,NITO,AS	Half-saturation of NH _x for NITOs (AS)	0,5	g N/m ³	
KO ₂ ,NITO,AS	Half-saturation of O ₂ for NITOs (AS)	0,4	g O ₂ /m ³	

Giriş-Giriş değerleri

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Q	Flow rate/Akış hızı	65000	m ³ /d	
TCOD	Total chemical oxygen demand/toplam KOI	650	g COD/m ³	
TKN	Total Kjeldahl nitrogen (TKN)	50	g N/m ³	
TP	Total phosphorus/ TP	5	g P/m ³	
T	Temperature/Sıcaklık	15	°C	

Giriş-Giriş kesirleri

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
frVSS,TSS	Fraction of VSS/TSS	70	%	
frVFA,SCCOD	Fraction of VFA in filtered COD (SCCOD, 1.5 μ m, incl. colloids)	25	%	

1.bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m ³	
htank	Tank depth(Tank derinliği)	5,5	m	

1.bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	0	m ³ /d at NTP	

2.bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m ³	
htank	Tank depth(Tank derinliği)	5,5	m	

2.bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	0	m ³ /d at NTP	

3.bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m ³	
htank	Tank depth(Tank derinliği)	5,5	m	

3.bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	0	m ³ /d at NTP	

4.bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m3	
htank	Tank depth(Tank derinliği)	5,5	m	

4.bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	0	m3/d at NTP	

5.bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m3	
htank	Tank depth(Tank derinliği)	5,5	m	

5.bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	0	m3/d at NTP	

Flow forcing – Pompa Parametreleri

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qpumped,target	Pumped flow	100000	m3/d	1200000

6.bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m3	
htank	Tank depth	5,5	m	

6.bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	90000	m3/d at NTP	

7.bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m3	
htank	Tank depth	5,5	m	

7.bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	90000	m3/d at NTP	

8.bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m3	
htank	Tank depth(Tank derinliği)	5,5	m	

8.bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	90000	m3/d at NTP	

9.bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m3	
htank	Tank depth(Tank derinliği)	5,5	m	

9.bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	90000	m3/d at NTP	

10.bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m3	
htank	Tank depth(Tank derinliği)	5,5	m	

10.bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	90000	m3/d at NTP	

Clarifier - Process settings

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qsludge,target	Sludge flow(Çamur akışı)	65000	m3/d	

WAS pump - Pump parameters

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qpumped,target	Pumped flow(pompalanan akış)	1500	m3/d	

BioP-1 – Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	590	m3	

BioP-1 – Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
DOSP	DO setpoint	0	g O2/m3	

21. bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m3	
htank	Tank depth	5,5	m	

21. Bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	0	m3/d at NTP	

22. bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m3	
htank	Tank depth	5,5	m	

22. Bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	0	m3/d at NTP	

32. Bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m3	
htank	Tank depth	5,5	m	

32. Bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	0	m3/d at NTP	

42. Bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m3	
htank	Tank depth	5,5	m	

42. Bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	0	m3/d at NTP	

52. Bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m3	
htank	Tank depth	5,5	m	

52. Bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	0	m3/d at NTP	

Flow forcing2 - Pump parameters

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qpumped,target	Pumped flow	100000	m3/d	1200000

62. Bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m3	
htank	Tank depth	5,5	m	

62. Bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	90000	m3/d at NTP	

72. Bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m3	
htank	Tank depth(Tank derinliği)	5,5	m	

72. Bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	90000	m3/d at NTP	

82. Bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m3	
htank	Tank depth(Tank derinliği)	5,5	m	

82. Bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	90000	m3/d at NTP	

92. bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m ³	
htank	Tank depth(Tank derinliği)	5,5	m	

92. Bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	90000	m ³ /d at NTP	

102. bölge-Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	2500	m ³	
htank	Tank depth(Tank derinliği)	5,5	m	

102. Bölge-Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
Qair,NTP	Air flow @ standard conditions (NTP: 20 °C, 1 atm)	90000	m ³ /d at NTP	

BioP-2 – Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	590	m ³	

BioP-2 – Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
DOSP	DO setpoint(çözünmüş oksijen set ayarı)	0	g O ₂ /m ³	

BioP-3 – Reaktör ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
L.Vtrain	Volume per train	590	m ³	

BioP-3 – Havalandırma ayarları

sembol	İsim	Değer	Birim	Yorum
DOSP	DO setpoint(çözünmüş oksijen set ayarı)	0	g O ₂ /m ³	

EK AÇIKLAMALAR B.

ÇIKIŞ AZOT ve FOSFOR DEĞERLERİ ÇİZELGESİ

Çizelge Ek B.1. Çıkış azot değerleri.

Zaman	Çıkış Toplam Azot	Çıkış Toplam Amonyak (NHx)	Çıkış Nitrat ve Nitrit (NOx)
gün	g N/m ³	g N/m ³	g N/m ³
1	6,8222425822636	0,635421621548366	5,01071377309588
2	6,8220649774125	0,635162624533511	5,01077447987927
3	6,8219071738118	0,634932830832198	5,0108271955221
4	6,821766882217	0,63472888356779	5,01087291574707
5	6,8216421096726	0,634547815884888	5,01091253013802
6	6,8215310968043	0,63438700597023	5,01094681808474
7	6,821432287607	0,634244136937914	5,01097646168253
8	6,8213443049882	0,634117160760453	5,01100205783182
9	6,8212659299153	0,634004266804019	5,01102412875611
10	6,821196083095	0,633903854058462	5,01104313122418
11	6,821133808799	0,633814506628546	5,01105946463702
12	6,8210782605689	0,633734972103943	5,01107347812008
13	6,8210286885789	0,633664142470071	5,01108547674394
14	6,8209844284652	0,633601037261261	5,01109572698055
15	6,8209448914524	0,633544788692561	5,01110446148934
16	6,8209095556274	0,633494628537348	5,01111188331531
17	6,8208779582268	0,633449876545183	5,01111816957145
18	6,8208496888222	0,633409930218551	5,01112347466849
19	6,8208243832967	0,633374255788379	5,0111279331476
20	6,8208017185217	0,633342380247118	5,01113166216447
21	6,8207814076525	0,633313884314835	5,01113476366757
22	6,8207631959701	0,633288396228383	5,01113732630794
23	6,8207468572056	0,633265586256777	5,01113942711332
24	6,8207321902904	0,633245161857246	5,01114113295546
25	6,8207190164839	0,633226863396608	5,01114250183601
26	6,8207071768312	0,633210460369136	5,01114358401352
27	6,8206965298849	0,633195748011864	5,01114442299922
28	6,8206869498112	0,633182544486829	5,01114505639403

Çizelge Ek B .2. Çıkış Fosfor Değerleri

Zaman gün	Çıkış Toplam Fosfor g P/m ³	Çıkış Ortafosfat (PO ₄) g P/m ³
0	0,258605060002818	0,0285368
1	0,25861632500697	0,0285445704422342
2	0,258626881622877	0,0285517372038467
3	0,258636645203964	0,0285583501583499
4	0,25864566896882	0,0285644509919035
5	0,258654007166091	0,0285700796929609
6	0,258661710938479	0,0285752731570796
7	0,258668827864816	0,0285800653628951
8	0,258675402065619	0,0285844876049893
9	0,258681474410895	0,0285885687065309
10	0,25868708274299	0,0285923352157759
11	0,25869226209201	0,0285958115873509
12	0,258697044878762	0,028599020349326
13	0,258701461104461	0,0286019822570644
14	0,258705538527564	0,0286047164348059
15	0,258709302828352	0,0286072405059006
16	0,25871277776196	0,0286095707125613
17	0,258715985300543	0,0286117220259504
18	0,258718945765287	0,0286137082473677
19	0,258721677948903	0,0286155421012508
20	0,258724199229254	0,0286172353206477
21	0,258726525674702	0,0286187987257756
22	0,25872867214177	0,0286202422962272
23	0,258730652365622	0,0286215752373475
24	0,258732479043903	0,0286228060412586
25	0,258734163914384	0,0286239425429701
26	0,258735717826984	0,02862499197206
27	0,258737150812722	0,0286259610017107
28	0,258738472138632	0,0286268557879074



EK AÇIKLAMALAR C.

İSU VERİ KULLANIMI İZİNİ



T.C.
KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYE BAŞKANLIĞI
Kocaeli Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
Tesisler Dairesi Başkanlığı



Sayı : 28187870
Konu : Veri Talebi (Yüksek Lisans)

28.01.2022

GENEL MÜDÜRLÜK MAKAMINA

Genel Müdürlüğümüz Tesisler Dairesi Başkanlığı bünyesinde görevini sürdürmekte olan 27544764380 T.C. kimlik numaralı personelimiz; Cemal Samet ERGİN'in hazırlamakta olduğu Karabük Üniversitesi yüksek lisans tez çalışmasında Kurumumuza ait atıksu arıtma tesisi proses verilerinin kullanılabilmesi hususuna Olur'larınıza arz ederim.

Ünal BOSTAN
Tesisler Dairesi Başkanı

OLUR
Sinan SOKUR
Genel Müdür Yardımcısı

Ad-Soyad	Ünvan	Üniversite	Tez Konusu
Cemal Samet ERGİN	Kimya Mühendisi	Karabük Üniversitesi	Büyük Ölçekli İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisine Ait Havalandırma Havuzu Kapasitesinin Kinetik Değerlendirme İle Artırılması.

Bu belge çevresel elektronik imza ile imzalanmıştır.

Diğerleme Kod: 7400149-7549-0877-0400-121930-280772

Diğerleme Adresi: <http://www.kocaeli.gov.tr>

Adres: Serdar Mh. D-100 Karayolu Cd. No:59 İznit /Kocaeli
Tel: (0262) 317 30 00 – Faks: 0(262) 317 33 53
E-Posta: ekokturk@isu.gov.tr İnternet Adresi: <http://www.isu.gov.tr>
WWW Adresi: www.kocaeli.gov.tr

Bilgi İşleri: EBF KÖKTÜRK
Çevre Yönetim Uzmanı
Telefon No: (0262) 317 33 59



ÖZGEÇMİŞ

Cemal Samet ERGİN Hitit Üniversitesi Kimya Mühendisliği mezunu. 2016 Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İsu Genel Müdürlüğü Laboratuvar Şube Müdürlüğünde deney personeli olarak işe başladı, 2019 yılında İSU'da Tesisler Dairesi Başkanlığı altında Atıksu İşletme Uzmanı olarak çalışmaya başladı ve aynı yerde çalışmaya devam etmektedir.

