T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞANLIURFA ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ATIKSU ARITMA TESİSİ KABUL KOŞULLARI

Gülhan ALBAYOĞLU

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2016

Prof. Dr. Sinan UYANIK danışmanlığında Gülhan ALBAYOĞLU'nun hazırladığı **"Şanlıurfa Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisi Kabul Koşulları"** konulu bu çalışma 02/09/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman :Prof. Dr. Sinan UYANIK ...……..…….

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hakki GÜLŞEN ...……..…….

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hülya DURMAZ BEKMEZCİ ……..…….

Bu Tezin Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüzün Kurullarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. Recep GÜNDOĞAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET ……i
ABSTRACT …… ii
TEŞEKKÜR …… iii
ŞEKİLLER DİZİNİ ……iv
ÇİZELGELER DİZİNİ…….. v
1. GİRİŞ …… 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR …… 4
3. MATERYAL ve YÖNTEM ……..... 6
3.1. Endüstri Tesislerinde Oluşan Atıksuların Sınıflandırılması ……. 6
3.2. Endüstri Tesislerinde Oluşan Atıksuyun Karakterizasyonu ……..... 8
3.3. Endüstriyel Atıksu Ön Arıtma Yöntemleri …… 12
3.3.1. Fiziksel arıtım yöntemleri ……..…… 15
3.3.2. Kimyasal arıtım yöntemleri …….. 18
3.3.2.1. Koagülasyon prosesi ……...… 19
3.3.2.2. Flokülasyon prosesi ……...… 20
3.3.2.3. Kimyasal arıtımda kullanılabilecek kimyasal maddeler ……..... 20
3.3.2.4. Koagülasyon-flokülasyon ve çöktürme ünitelerinin dizaynı ……. 23
3.4. Şanlıurfa Organize Sanayi Bölgesi ……..... 24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA ..…… 31
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER ……..…. 38
KAYNAKLAR ……..…. 48
ÖZGEÇMİŞ ……..…… 49

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ŞANLIURFA ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ATIKSU ARITMA TESİSİ KABUL KOŞULLARI

Gülhan ALBAYOĞLU

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sinan UYANIK
Yıl: 2016, Sayfa: 49

Bu çalışma, Şanlıurfa Organize Sanayi Bölgesi (ŞOSB) Atıksu Arıtma Tesisi performansının iyileştirilmesi ve işletme maliyetlerinin en aza indirilmesine yönelik ŞOSB'de bulunan tesislerden kaynaklı atıksu karakterizasyonunun belirlenmesi ve bu sonuçların ŞOSB kanalizasyonu kabul standartları ile karşılaştırılarak kabul standartlarını sağlamayan tesisler için uygun ön arıtma tesisi dizaynına yönelik öneriler bu tez çalışmasında belirtilecektir.

ANAHTAR KELİMELER: Şanlıurfa OSB**,** Endüstriyel atıksu, Kimyasal arıtma

ABSTRACT

MSc Thesis

ŞANLIURFA ORGANIZE INDUSTRIAL REGION WASTEWATER TREATMENT PLANT ACCEPTANCE CONDITIONS

Gülhan ALBAYOĞLU

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Sinan UYANIK
Year: 2016, Page:49

In this study, Sanliurfa Organized Industrial Zone to improve the performance of the Wastewater Treatment Plant and order to minimize operating costs to determine the origin of the waste characterization facilities in the Organized Industrial Zone and these results are compared with the admissions standards for facilities that do not meet accepted standards Organized Industrial Zone sewage recommendations for the design of appropriate pre-treatment plant will be described in this thesis.

KEY WORDS: Şanlıurfa OSB, Industrial wastewater, chemical treatment

TEŞEKKÜR

Tezin konusunun seçiminde, uygulamasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Prof. Dr. Sinan UYANIK hocama ve tez çalışmamda bana yardımcı olan Çevre Mühendisi Mehmet DEMİR, Çevre Mühendisi Ahmet KIRIKÇI ve Çevre Mühendisi Samet ALTUN'a teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 5.1. Bulgur fabrikası atıksuyu için kimyasal arıtım önerisi ……..……..... 39
Şekil 5.2. Tekstil fabrikası atıksuyu için kimyasal arıtım önerisi ……..... 41
Şekil 5.3. Mermer fabrikası atıksuyu için kimyasal arıtım önerisi ……. 43
Şekil 5.4. Nötr-rafine yağ fabrikası atıksuyu için kimyasal arıtım önerisi ..…….……... 44
Şekil 5.5. Kemik unu üretim tesisi atıksuyu için kimyasal arıtım önerisi……...…… 46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Çeşitli endüstri türleri için atıksu oluşum oranları ……. 11
Çizelge 3.2. Süt ürünü üreten tesise ait atıksu karakterizasyonu ……..... 12
Çizelge 3.3. Farklı kirleticilerin giderimi için uygulanabilecek yöntemler……..……..... 14
Çizelge 3.4. Koagülasyon ve flokülasyonda kullanılan koagülantlar, koagülant yardımcıları ve diğer kimyasallar …….....**.....** 21
Çizelge 3.5. ŞOSB'deki tesislerin sektör ve altsektör bazında sınıflandırılması……. 25
Çizelge 3.6. Şanlıurfa OSB kanalizasyonu kabul standartları …….……... 29
Çizelge 4.1. İplik fabrikası atıksuyu analiz sonuçları…….……..... 32
Çizelge 4.2. Bulgur fabrikası atıksuyu analiz sonuçları……..……...……..... 32
Çizelge 4.3. Tekstil fabrikası atıksuyu analiz sonuçları…….. 32
Çizelge 4.4. Ana metal sanayi tesisi atıksuyu analiz sonuçları……...…….. 32
Çizelge 4.5. Trafo üretim tesisi atıksuyu analiz sonuçları..……...…….. 32
Çizelge 4.6. Çırçır fabrikası atıksuyu analiz sonuçları……..……..... 33
Çizelge 4.7. Plastik boru üretim tesisi atıksuyu analiz sonuçları……. 33
Çizelge 4.8. Ahşap ürünleri üretim tesisi atıksuyu analiz sonuçları……...……..... 33
Çizelge 4.9. Mermer kesim tesisi atıksuyu analiz sonuçları..……. 33
Çizelge 4.10. Süt ve süt ürünleri üretim tesisi atıksuyu analiz sonuçları..……...…… 33
Çizelge 4.11. Ham yağ üretim tesisi atıksuyu analiz sonuçları…….…….. 34
Çizelge 4.12. Nötr-rafine yağ üretim tesisi atıksu analiz sonuçları……...…..…….……..... 34
Çizelge 4.13. Kemik unu üretim tesisi atıksu analiz sonuçları……...…..…….. 34
Çizelge 4.14. Karışık endüstriyel atıksuların alıcı ortama deşarj standartları (küçük ve büyük organize sanayi bölgeleri ve sektör belirlemesi yapılamayan diğer sanayiler) … 35
Çizelge 4.15. Şanlıurfa OSB AAT giriş suyu değerleri……..…….…… 36
Çizelge 4.16. Şanlıurfa OSB AAT çıkış suyu değerleri..……..……..……..…… 37

1. GİRİŞ

Suyun doğada bilinen en iyi çözücü olmasının yanında su çok iyi bir taşıyıcıdır. Bu özeliği sebebiyle suyun, çeşitli faaliyetler sonucu kullanılması sonrası fiziksel ve kimyasal özelikleri değişmektedir. Evsel ve endüstriyel kullanım sonrası kanalizasyon vasıtasıyla kullanım yerlerinden toplanıp alıcı ortama deşarj edilen suyun içerisinde bulunan fiziksel ve kimyasal kirletici maddeler varolan ekolojik dengenin bozulmasına sebep olmaktadır ki bunun sonucunda da ekolojik dengenin bozulmasının yanı sıra yeraltı ve yerüstü içme suyu kaynaklarının da kirlenmesine sebep olmaktadır. Bu sebepledir ki çeşitli kullanımlar sonucu oluşan atıksuların mutlaka arıtıldıktan sonra alıcı ortama deşarj edilmesi gerekmektedir.

Atıksuyun fiziksel ve kimyasal özeliklerinin bilinmesi çevreye vereceği olumsuz etkileri önceden kestirebilmek için önemli bir bilgidir. Ayrıca atıksu arıtma tesisi tasarımında bu değerler önem arz etmektedir (Sarı, 2005).

Endüstriyel atıksu, endüstriyel tesislerde gerçekleştirilen hammaddelerin işlenmesi ve ürün üretilmesi işlemlerinden kaynaklanan atıksulara denilmektedir. Tesislerde bu atıksular yıkama, ısıtma, pişirme, ayırma, ekstraksiyon, reaksiyon ürünleri, taşıma ve kalite kontrol işlemlerinden kaynaklanabilmekle birlikte tesiste çalışanların banyo, barınma ve yemekhanelerinden gelen evsel nitelikli suları da içermektedir. Atıksuda bulunan kirletici miktarının alıcı ortamdaki su kalitesinde istenmeyen değişime sebep olacak miktarda bulunmasıyla su kirliliği oluşmaktadır.

Evsel ve endüstriyel atıksular arasında karakterizasyon bakımından önemli farklılıklar mevcuttur. Mesken, ticarethane, ofisler ve diğer kuruluşlardan kanalizasyona deşarj edilen atıksular evsel nitelikli atıksulardır. Bu atıksular organik ve inorganik maddeleri içerirmekte ve %99'u sudur. Ayrıca bu atıksuda askıda, koloidal ve çözünmüş maddeler bulunmaktadır. İnsan atıklarını içeren evsel nitelikli atıksularda çok sayıda hastalık yapıcı (patojen) mikroorganizma bulunabilmektedir. Bu mikroorganizmalar insanlarda tifo, kolera ve tüberküloz gibi çeşitli hastalıklara sebep olabilmektedirler ve su kaynaklı oluşan bu viral hastalıklar

bulaşıcı olabilirler. Evsel atıksuyun inorganik madde içeriğinde klorür, sülfat, fosfor, azot ve karbonat ve bikarbonatlar bulunmaktadır. Organik madde içeriğinin yaklaşık %90'ını protein ve karbonhidratlar oluşturmaktadır. Evsel atıksular için arıtma tesisleri planlanırken atıksuda bulunan organik ve inorganik madde miktarları dikkate alınmaktadır. Evsel nitelikli atıksu karakterizasyonunda bölgesel olarak aşırı farklılıklar bulunmamaktadır.

Endüstriyel atıksular endüstri tesisinin türüne ve tesiste işlem gören hammaddeye bağlı olarak birbirinden çok farklılık gösterebilmektedir. Endüstri tesisine göre bazı endüstriyel atıksular aşırı organik içerikli, biyolojik olarak kolayca ayrışabilir, çok fazla inorganik içerikli veya zehirlilik özelliğine sahip olabilmektedirler. Buda demek oluyor ki toplam askıda katı madde (TAKM), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) 1 mg/L ile 1000 mg/L'ye kadar değişiklik gösterebilmektedir (Jern, 2006).

Endüstriyel atıksularda bulunan parametreler değişiklik göstermektedir, şöyleki atıksu arıtımı için gerekli bazı parametreler bakımından aşırı yoksun iken bazı parametreler bakımından zengin olabilmektedirler. Atıksular alıcı ortama veya kanalizasyona (pH:6-9) deşarj için uygun pH değerinde bulunmayabilirler.

Endüstriyel atıksu için arıtma prosesine karar vermeden önce mutlaka ki atıksu karakterizasyonu belirlenmeli ve buna göre en uygun arıtma yöntemine karar verilmelidir. Endüstriyel atıksuların yönetmelikle belirlenen standartları sağlayacak seviyede arıtılarak alıcı ortama deşarj edilmesi mevcut canlıların yaşam kalitelerinin bozulmaması ve gelecek kuşaklara daha iyi bir dünya bırakabilmek amacıyla zorunluluk arz etmektedir.

Organize Sanayi Bölgeleri (OSB) Kanunu'nda OSB'nin tanımı; "sanayinin uygun görülen alanlarda yapılanmasını sağlamak, çarpık sanayileşme ve çevre sorunlarını önlemek, kaynakları rasyonel kullanmak, bilgi ve bilişim teknolojilerinden yararlanmak, sanayi türlerinin belirli bir plan dahilinde yerleştirilmesi ve geliştirilmesi amacıyla; gerekli idari, sosyal ve teknik altyapı alanları, ticaret, eğitim ve sağlık alanları, teknoloji geliştirme bölgeleri ile donatılıp

planlı bir şekilde sanayi için tahsis edilmesiyle oluşturulan ve bu Kanun hükümlerine göre işletilen mal ve hizmet üretim bölgeleri" olarak yapılmıştır (OSB Kanunu, 2000).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2872 Çevre Kanunu'nun temel amacı, bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasının sağlanması, ülkenin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin korunması ve en iyi bir biçimde kullanımını sağlamaktır. Su kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları belirlemek amacıyla Çevre Kanunu'na dayanılarak hazırlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Atıksu altyapı tesisleri yönetiminden sorumlu Organize Sanayi Bölgesi Müdürlükleri, Çevre Kanunu'nun 11. maddesi gereği, sorumluluk bölgelerinde oluşan atıksuların toplanması, iletilmesi ve bertaraf edilmesi işlemlerini yerine getirerek, toplanan atıksuların yürürlükte olan SKKY'de belirtilen esaslar çerçevesinde bertarafını sağlamak zorundadırlar. Ayrıca OSB yönetimlerinin sorumluluk sınırları içindeki taşınmaz mal sahipleri için, tesislerinde oluşan atıksularınının bertarafı için atıksularını bu tür ortak atıksu altyapı tesisine bağlayarak bu tesisleri kullanma hakkına sahip oldukları gibi aynı zamanda da bu bir mecburiyettir.

OSB'de bulunan faaliyet sahiplerinin tesiste oluşan atıksularını atıksu altyapı tesislerine bağlayabilmeleri, OSB yönetimince verilecek olan atıksu bağlantı iznine tabidir. OSB yönetimi tarafından atıksu üreticilerine evsel atıksular için yazılı bir belge karşılığında atıksu bağlantı izni; düzenlenecek olan belgedeki koşulları sağlaması şartıyla endüstriyel ve karışık atıksular için ise bağlantı kalite kontrol izin belgesi verilmektedir.

Şanlıurfa Organize Sanayi Bölgesinde (ŞOSB) kurulu bulunan fabrikaların tüm atık sularının SKKY'de "Karışık Endüstriyel Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları (Küçük ve Büyük Organize Sanayi Bölgeleri ve Sektör Belirlemesi Yapılamayan Diğer Sanayiler)" olarak verilen deşarj kriterlerine uygun olarak arıtılması amacıyla 4000 m^3/gün kapasiteli atıksu arıtma tesisi mevcuttur. SKKY'ye göre atıksu altyapı tesisi yönetimlerine ait kanalizasyon sistemlerinin arıtma tesisi ile

sonuçlanması durumunda, bu kanalizasyon sistemine her türlü atıksu deşarjı ve denetiminden ilgili atıksu altyapı tesisi yönetimi, mevzuatlarında belirtilen usul ve esaslar çerçevesinde yetkili kılınmışlardır. Kanalizasyona bağlanacak olan atıksuların fiziksel ve kimyasal özellikleri sebebi ile kanalizasyonun bağlı olduğu atıksu arıtma tesisinin çalışmasına ve verimine olumsuz yönde etki etmemesi gerekmektedir. Bu nedenle kanalizasyon sistemine doğrudan bağlantıları uygun görülmeyen endüstriler; kurulumu, işletmesi, bakımı, kontrol ve belgeleme harcamaları kendilerine ait olmak üzere, endüstriyel atık sularının atıksu altyapı tesisine kabulü için SKKY'de belirtilen "Atıksuların Atıksu Altyapı Tesislerine Deşarjında Öngörülen Atıksu Standartları" tablosundaki sınır değerleri sağlamak amacıyla, atıksularının özelliklerinin tespitini yaptırmak ve anılan yönetmelikte belirtilen bir ön arıtma sistemini kurmak ve işletmek zorundadırlar.

Atıksu oluşturan faaliyet sahipleri kontrol bacasını, kanalizasyon sistemine atıksu bağlantısının yapıldığı yerde veya ön arıtma tesisi çıkışında, ayrıca kolayca ulaşılabilen ve çalışmaya müsait bir yerde inşaa etmelidirler. Faaliyet sahipleri SKKY'de belirtilen şekilde tesiste oluşan atıksularının özelliklerinin tespitini yapmalıdırlar. Atıksu altyapı tesisi yönetiminin sorumluluğu ise, faaliyet sahibine verilmiş olan kanalizasyona bağlantı izni veya bağlantı kalite kontrol izin belgesinde belirtilen hükümlere uyulup uyulmadığının denetlenmesidir.

Endüstri tesislerinden kaynaklanan çevresel problemlerin en aza indirilmesi veya ortadan kaldırılması vede ekonomik açıdan farklılaşan bölgeler arası dengeli kalkınmanın sağlanması amacıyla organize sanayi bölgeleri kurulmaktadır. Çeşitli endüstri kollarına ait fabrikaların yoğun bir şekilde toplandığı bölgenin çevre açısından bir tehdit unsuru olabildiği, OSB'lerde görülen çevre sorunlarının, tekil bir endüstrinin ortaya çıkardığı genel çevre sorunlarından farklı olmadığı, ancak kirliliğin (sıvı, katı, gaz atıklar) miktar ve çeşitliliği yönünden farklılık gösterdiği aşikardır. Bu sebeple de OSB'lerin oluşturacağı çevre problemleri açısından ele alınması ve değerlendirilmesi gerekmektedir (Toröz ve ark., 1994).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Endüstri Tesislerinde Oluşan Atıksuların Sınıflandırılması

Endüstri tesislerinde su; üretim prosesi, proses dışı ve çalışanların ihtiyaçları için sarfedilmektedir. Bu sebeple endüstri tesislerinden kaynaklanan atıksu sınıflandırılırken suyun hangi amaçla kullanıldığı ve atıksuyun kirletici özellikleri dikkate alınmaktadır. Bu durumda da endüstriyel atıksular üç ana sınıfta toplanmaktadır (Tünay, 1996; Alp, 2009). Bunlar ;

- Proses atıksuları
- Proses dışı atıksular
- Evsel nitelikli atıksular

olarak tanımlanmaktadır.

Proseslerdeki kullanım sonucu veya proses sırasında oluşan ve kirlenmiş olan atıksular proses atıksuları olarak tanımlanmakta olup, bu atıksulara aşağıda belirtilen örnekler verilebilir.

-Metal son işlemlerinde kaplama banyolarının dökülmesi

-Plastifiyan üretiminde reaksiyon suları ve ürün yıkama suları

-Gübre üretiminde ana çözelti atıksuları

-Boya endüstrisinde tank yıkama atıksuları

-Temaslı soğutma atıksuları

-Açıkta depolanan maddelerin sızıntısı dolayısı ile yağmur suları

-Temizlik ve yıkama suları

Kirlenme içermeyen veya az kirletici içeren ve arıtma ihtiyaçlarının sınırlı olduğu atıksular proses dışı atıksular olarak tanımlanmakta olup, bu atıksulara aşağıda belirtilen örnekler verilebilir.

-Temassız soğutma suları

-Kazan suyu (yumuşatma ünitesi) hazırlama atıksuları

-Kazan kondensat suları

-Rejenerasyon atıksuları

-Kirlenmemiş saha drenaj suları

-Yağmur suları

Tesiste çalışanların günlük ihtiyaçları sonucu oluşan (duş, tuvalet, kafeterya, yemekhane, misafirhane vb. yerlerden kaynaklanan) atıksular evsel nitelikli atıksular olarak tanımlanmaktadır. Kirletici özellikleri, evsel atıksulara benzemekle beraber kirletici değerleri ve birbirlerine oranları evsel atıksudan farklılık gösterebilmektedir.

Atıksulardaki kirletici parametrelerinden birkaçı şunlardır ;

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ): Atıksu içinde bulunan bakterilerin organik maddeyi aerobik koşullarda parçalara ayırarak stabilize etmeleri için ihtiyaç duyulan oksijen miktarı olarak tanımlanmakta olup, evsel ve endüstriyel nitelikli atıksuların kirlilik seviyelerinin belirlenmesinde önemli yer tutmaktadır.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ): Atıksu içinde bulunan yükseltgenebilir maddelerin kimyasal yolla oksitlenmeleri için gerekli olan oksijen miktarı olarak tanımlanmakta olup, özellikle endüstriyel nitelikli atıksuların kirlilik seviyesinin belirlenmesinde kullanılan çok önemli bir parametredir.

Toplam Katı Madde (TKM): Katı madde, sudaki veya atıksudaki çökelebilen ve çökelemeyen katı maddelerin toplamı olarak ifade edilmekle birlikte buharlaştırma işleminden ve 103-105 derecede kurutma işleminden sonra geriye kalan maddelerin tümü katı madde olarak da tanımlanmaktadır.

pH: Çözeltinin asit veya baz olma özelliğini gösterir. Çözeltideki hidrojen iyonunun konsantrasyonunu ve daha keskin bir ifade ile hidrojen iyonunun aktivitesini göstermektedir. Çevre mühendislerinin tüm uygulamalarında pH parametresi çok önemlidir. Evsel atıksu arıtımında pH kontrol edilmeli ve biyolojik yaşamın devamlılığı için çok iyi bir şekilde ayarlanmalıdır.

Alkalinite: Suyun asitleri nötralize etme kapasitesi olarak tanımlanır. Alkalinite ölçümleri atıksuların ve çamurların tamponlanma kapasitesinin değerlendirilmesinde kullanılır.

Azot: Doğal dolanımı olan bakteriler tarafından tüketilmek suretiyle veya kimyasal yollardan değişik oksidasyon kademelerinde tüm canlı hücrelerin yaşamları için gerekli olan besin elementidir.

Fosfor: Evsel atık sular fosfor bileşiklerince oldukça zengindir. Sentetik deterjanların

kullanılmasıyla evsel atıksularda ve organik fosfor konsantrasyonunda önemli bir artış görülmüştür.

Çözünmüş Oksijen: Suda çözünmüş halde bulunan oksijen konsantrasyonudur. Mikroorganizmalar yaşama ve üremeleri için gerekli enerjiyi oksijenden yararlanarak üretirler. Çözünmüş oksijen tüketimi, atıksuların arıtılması sırasında biyolojik değişimlerin aerobik ve anaerobik organizmalar vasıtası ile olup olmadığını belirlemeye yarar.

Yapısal olarak karmaşık ve aralarında belirli ilişkiler bulunan endüstrilerin sınıflandırılması gerekmektedir. Bu sınıflandırma şu şekilde yapılabilir (Tünay, 1996; Alp, 2009):

- Üretimde kullanılan proses ve teknoloji
- Üretimde kullanılan hammadde
- Üretilen ürün
- Tesisteki su kullanımı
- Tesis büyüklüğü
- Tesisin kurulum tarihi ve makinaların verimi
- Tesiste çalışan sayısı
- Tesiste oluşan atıksuyun özelliği
- Atıksuyu arıtma yöntemleri
- Tesis için yatırım maliyeti

3.2. Endüstri Tesislerinde Oluşan Atıksuyun Karakterizasyonu

Tesiste üretim sonucu oluşan endüstriyel atıksularda şu parametrelerin tayininin yapılması gerekmektedir (Jern, 2006).

- Askıda katı madde (AKM)
- Sıcaklık
- Yağ ve gres
- Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ)
- Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)
- pH
- Spesifik metaller ve/veya spesifik organik bileşikler

- Azot ve/veya fosfor
- İndikatör mikroorganizmalar veya spesifik mikroorganizmalar

Atıksu arıtma tesisi projelendirilmesinde mevcut atıksuyun karakterizasyonu hakkında bilgi sahibi olmak çok önemlidir. Bu bilgi sayesinde atıksuyun arıtımı için en uygun arıtma yöntemi tasarımı, inşaatı ve tesisin işletilmesi mümkün olabilecektir. Atıksu karakterinin tespitinde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır (Jern, 2006):

- Atıksudaki kirleticilerin biyolojik olarak parçalanıp parçalanamaması
- Atıksuda bulunan kirletici maddelerin konsantrasyonları
- Atıksuyun miktarı (hacmi)
- Atıksuda meydana gelen değişimler
- Tesiste soruna sebep olabilecek özel karakteristikler

Daha önce kurulmuş ve işletilen tesislerin var olması, benzer tesis kurulumunda kolaylık sağlayacak olup, tesis kurulduğunda hangi sorunlarla karşılaşılacağının tahmin edilmesine ve çözüme daha çabuk ulaşılmasına yardımcı olmaktadır.

Atıksudaki kirleticilerin biyolojik olarak parçalanabilirliği: Organik maddelerin alıcı ortama karıştıklarında belirli bir süre sonra bazı mikroorganizmalar tarafından parçalanarak yok edilmeleri biyolojik parçalanabilirlik olarak tanımlanmaktadır. Organik madde miktarının yeterli düzeyde olması ve biyolojik arıtmayı etkileyecek maddelerin atıksuda mevcut olmaması durumunda kirlilik giderim verimi yüksek bir biyolojik arıtma tesisi işletilmesi mümkün olabilecektir.

Atıksuda bulunan organik maddeler biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ile ifade edilmektedir. BOİ'de mikroorganizmalar tarafından kullanılan oksijen, organik maddelerin parçalanması amacıyladır. KOİ'de ise organik maddelerin kimyasal olarak oksitlenmesi için oksijene ihtiyaç duyulmaktadır. KOİ ve BOİ arasındaki farklılık biyolojik olarak parçalanabilen ve/veya zor ayrışan maddeleri, KOİ:BOİ oranı ise atıksuyun biyolojik yöntemlerle arıtılmasının mümkün olup olmadığını göstermektedir. Endüstriyel veya evsel

atıksularda her zaman KOİ değeri BOİ değerinden daha büyüktür. Yani her zaman KOİ:BOİ>1 olmuştur. KOİ:BOİ değeri 3'ten küçük ise bu durum atıksuyun biyolojik olarak arıtılabileceği anlamını taşımaktadır. Örnek olarak; boya üretimi yapılan tesislerin atıksularında KOİ: 4400mg/L ve BOİ: 55 mg/L olması sebebiyle KOİ:BOİ oranı 80:1'dir. Bu sonuç ise bu tür atıksuların biyolojik yöntemlerle arıtılabilirliğinin çokta mümkün olmadığını göstermektedir.

Atıksuda bulunan kirletici maddelerin konsantrasyonları: Bazı durumlarda endüstriyel nitelikli atıksudaki organik madde miktarı evsel nitelikli atıksuda bulunan organik madde miktarından daha fazla olabilmektedir. Tarım ürünleri ile faaliyet gösteren sanayilerde genelllikle organik madde miktarı fazladır. Bu tür tesislerden olan şeker üretimi, nişasta üretimi ve hindistan cevizi kreması üretimi faaliyeti gerçekleştiren tesislerin atıksularının öncelikle anaerobik olarak arıtımının gerçekleştirilmesi daha iyi olabilecektir. Aerobik arıtma ünitesine gelecek olan organik madde miktarı bu sayede azaltılmış olacaktır. Atıksuda bulunan organik madde miktarının anaerobik arıtma ile azaltılması ile aerobik arıtmada daha az enerji harcanmış olmakla birlikte, bu biyolojik arıtma yöntemi ile çözünmüş ve koloidal organik maddelerin giderimide sağlanmış olacaktır. Çünkü biyolojik arıtmadan önce kurulan fiziko-kimyasal arıtma üniteleri ile partikül haldeki organik maddeler atıksudan uzaklaştırılabilmektedir. Örneğin; nişasta üretiminde toplam askıda katı madde (TAKM) miktarı 23000 mg/L iken fiziko kimyasal arıtım sonrası, 41000 mg/L olan KOİ değerinde de TAKM azalmasına bağlı olarak azalma sağlanmış olacaktır. Hindistan cevizi kreması üretimi sonucu oluşan atıksudaki 2900 mg/L olan TAKM miktarı için ileri düzeyde bir fiziko kimyasal proses uygulamasına ihtiyaç duyulmadığı için biyolojik atıksu arıtma ünitesi girişindeki KOİ değerinde çok fazla bir değişiklik olmayacaktır (Jern, 2006).

Atıksu miktarı (hacmi): Genellikle evsel nitelikli atıksu hacminin endüstriyel nitelikli atıksulara göre daha yüksek olduğu düünülmektedir. Ancak endüstriyel atıksu miktarı tesisten tesise ve kullanılmakta olan proses türüne göre farklılık göstermektedir (Çizelge 3.1.). Örnek olarak; nişasta üretimi sonrası oluşan atıksu debisi 3,6 m^3/gün iken, şeker üretimi sonrası oluşan atıksu debisi 120 m3/gün olabilmektedir (Jern, 2006).

Çizelge 3.1. Çeşitli endüstri türleri için atıksu oluşum oranları (Jern, 2006)

Endüstri	Birim atıksu üretimi
Alkolsüz içecekler	32,4 m^3 /1000 şişe
Balık işleme	5–15 m^3 /1000 kg ürün
Sebze ve meyve işleme	0,9–2 m^3 /1000 kg işlenmiş malzeme
Konserve süt	2,8 m^3 /1000 kg ürün
Pastörize süt	1,8 m^3 /1000 lt ürün
Yoğurt	5 m^3 /1000 kg ürün
Kümes hayvanları kesimhanesi	8,9–20,6 m^3 /1000 adet tavuk
Kağıt fabrikası	12–30 m^3 /1000 kg ürün
Şarap üretimi	2,3 m^3 /1000 kg ürün
Endüstriyel alkol	0,1 m^3 /1000 kg ürün
Şeker üretimi	1,5–3 m^3 /1000 kg şeker kamışı
Domuz kesimhanesi	0,6 m^3 /1 adet domuz

Atıksu karakterizasyonlarındaki değişimler: Atıksu karakteristikleri aynı tesis içerisindeki proseslerden farklı karakterizasyona sabip atıksu oluşabildiğini göstermektedir. Alıcı ortama deşarj edilen atıksu içerisindeki her parametre, ait olduğu proses veya fabrikanın özelliklerini yansıtmaktadır. Üretimde kullanılan farklı hammaddeler atıksu karakterindeki kirleticilerin farklı olmasına sebep olmakla birlikte, miktarları aynı olan hammaddenin işlenmesi için gerçekleştirilen uygulamalardaki farklılıklar sebebiyle bile bu değişimler oluşabilmektedir. Özellik arzeden tesislerin hangi proseslerinde nasıl bir değişim görülebileceğinin önceden bilinmesi önem arz etmektedir.

Örneğin; nişasta üretimi sırasında 8 saatlik çalışma sonrasında 3,6 m^3/gün'lük debiye sahip atıksu meydana gelirken, hindistan cevizi kreması üretimi sırasıdna 24 saatlik çalışma sonrasında 112 m^3/gün'lük debiye sahip atıksu oluşmaktadır. Bu durumda ise nişasta üretimi gerçekleştiren tesiste kesikli bir atıksu arıtma tesisi tasarlanması gerekirken, krema üretimi gerçekleştiren tesiste ise sürekli çalışan bir arıtma tesisi tasarlanmalıdır.

Tesiste soruna sebep olabilecek özel karakteristikler: Endüstriyel nitelikli atıksular özel bazı karakteristiğe sahiptirler. Atıksu hakkında bilgi elde edilmeye çalışılırken bu karakteristik özellik tespit edilememiş olabilir. Bu durumda da bilgi edinilemeyen bu karakteristik atıksu arıtma tesisinin çalışma verimini düşürebildiği gibi arıtma tesisi ekipmanlarında da hasar meydana getirebilmektedir.

Çizelge 3.2. Süt ürünü üreten tesise ait atıksu karakterizasyonu (Jern, 2006)

Parametreler		Örnek-1	Örnek-2	Örnek-3	Örnek-4
Qort	m^3/gün	750 – 24 saat	120 – 24 saat	800 – 16 saat	120 – 24 saat
Qpi	m^3/saat	75	40	70	-
$BOİ_5$	mg/L	1800	3400	480	3000
KOİ	mg/L	3600	4300	920	-
TAKM	mg/L	1000	2000	120	1500
Yağ ve gres	mg/L	150	1800	250	2500
pH		3 – 12	6.0–7.5	6–8	4–11
TN	mg/L	-	310	85	260
TP	mg/L	-	-	1	-
Sıcaklık	^{0}C	26–40	26–32	30–40	-
Ürün		süt bazlı aparatif ve dondurma	dondurma	konst.süt	dondurma ve yoğurt

Çizelge 3.2.'de süt ürünü tesisine ait atıksu karakterizasyonu verilmiştir. Bu atıksuda KOİ:BOİ oranının 3'ten küçük olması sebebiyle bu atıksuyun kolayca biyolojik olarak arıtılmasının mümkün olduğu düşünülerek, yağ ve gres ve BOİ parametreleri üzerinde odaklanılarak arıtma tesisi tasarlanabilir. Projelendirme yapılırken de çözünmüş hava ile yüzdürme veya yağ tutucular kullanılarak atıksu içinde bulunan yağın giderimi sağlanabilir. Atıksudan ayrıştırılan yağlar zamanla kötü kokuların yayılmasına sebep olabilecektir, bu istenmeyen durumun önlenmesi için yağ tutucu ekipmanlarının düzenli aralıklarla temizliğinin yapılması gerekecektir. Burada ayrıca TAKM parametresininde göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Jern, 2006).

3.3. Endüstriyel Atıksu Ön Arıtma Yöntemleri

Atıksu arıtımı, farklı amaçlarla kullanım sonrasında ortaya çıkan atıksuların deşarj edilmeleri sonrasında alıcı ortamın fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerinde değişikliğe sebep olmamak için, atıksuya uygulanması gereken fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerden bir tanesini veya birkaçını ifade etmektedir.

Atıksuda bulunan kirleticilerin karakterine göre bu kirleticilerin uzaklaştırılması amacıyla farklı arıtma yöntemleri kullanılmaktadır. Bunlardan; fiziksel arıtma sistemleri atıksu içerisindeki yüzer haldeki ve çöken katı maddelerin giderimini, biyolojik ve/veya kimyasal arıtma sistemleri organik maddelerin ve

metallarin atıksudan uzaklaştırılmasını, ileri arıtma sistemleri ise biyolojik ve kimyasal arıtma ile giderilemeyen kirleticilerin atıksudan uzaklaştırılmasında kullanılan sistemleri ifade etmektedir.

Endüstriyel atıksuların istenilen seviyede arıtımının gerçekleştirilebilmesi için farklı pek çok arıtma alternatifleri bulunmaktadır. Arıtma tesisi projelendirmesi yapılırken atıksuyun deşarj edileceği alıcı ortam standartlarının sağlanması gerekliliği, projelendirilen arıtma ünitelerinin verimleri, atıksu arıtma proseslerinin ilk yatırım, işletme ve bakım maliyetleri ve arıtma sonrasıdan ortaya çıkacak olan çamurun miktarı ve bu çamurun özellikleri dikkate alınarak projelendirme yapılmalıdır. Aşağıda verilmiş olan Çizelge 3.3.'de atıksuda bulunan farklı kirleticilerin giderimleri için kullanılabilecek alternatif yöntemler belirtilmiştir (Eroğlu, 1999; Gönüllü, 2004).

Çizelge 3.3. Farklı kirleticilerin giderimi için uygulanabilecek yöntemeler

Kileticiler	Giderim Yöntemleri
Askıdaki Katı Maddeler	Çöktürme Izgaradan Geçirme veya Öğütme Süzme Yüzdürme Kimyevi Madde İlavesiyle Yumaklaştırma-Çöktürme Arazide Arıtma
Ayrışabilir OrganikMaddeler	Aktif Çamur Sistemleri Damlatmalı Filtreler Biyodiskler Stabilizasyon Havuzları Havalandırmalı Havuzlar Anaerobik Tasfiye Usulleri Arazide Tasfiye
Hastalık Yapıcı (Patojen) Mikroorganizmalar	Klorlama Ozon ile Dezenfeksiyon Arazide Tasfiye
Azot	Nitrifikasyon ve Denitrifikasyon Yüksek pH'da Havalandırma İyon Değiştirme Kırılma Noktası Klorlaması Olgunlaştırma Havuzları Arazi Tasfiyesi
Fosfor	Metal Tuzları İlavesiyle Çöktürme Kireç İlavesi İle Çöktürme Biyokimyasal Fosfor Giderme Arazi Tasfiyesi
Kalıcı (Refrakter) Organikler	Karbonla Adsorpsiyon Ozon ile Oksidasyon Arazide Tasfiye
Çözünmüş İnorganik Katılar	İyon Değiştirme Ters Ozmoz Elektrodializ
Ağır Metaller	Kimyasal Çöktürme İyon Değiştirme Arazi Tasfiyesi
Yağ ve Gres	Yüzdürme Emülsiyon Kırma Yakma

Gün geçtikçe atıksuların arıtılmasında uygulanan yöntemler/işlemler geliştirilmekte ve değişim meydana gelmektedir. Arıtılmak istenilen atıksuyun özelliklerinin doğru belirlenmesine bağlı olarak bu işlemlerden hangisinin uygulanacağı belirlenir. Atıksu karakterinin özel bileşikler açısından sürekli olarak değişmesi sebebiyle atıksu karakterizasyon çalışmalarına bağlı olarak yeni arıtma metodları belirlenmektedir. Fiziksel arıtma ünitesi gerek biyolojik arıtma ünitesinin kirlilik yükünün düşürülmesi, gerekse biyolojik oksidasyon işleminin hızına etki

ederek verimi olumsuz etkileyecek atıksu içerisindeki çöker ve yüzer katı maddelerin uzaklaştırılması amacıyla kullanılmaktadır (Eroğlu, 2008).

Atıksu arıtımında uygulanan metodları fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere üç ana başlıkta toplamak mümkündür. Bunlardan çökebilen veya yüzebilen taneciklerin çökeltim ve flotasyon işlemleriyle atıksudan ayrılması fiziksel arıtma ile, çözünmüş yada kolloidal boyuttaki taneciklerin pıhtılaştırılıp yumaklaştırılarak çökebilir hale getirilmesi kimyasal arıtma ile ve de çözünmüş maddelerin kısmen biyolojik kütlelerin bir araya gelerek oluşturduğu kolay çökebilen yumaklara, kısmen de mikroorganizmaların enerji ihtiyaçları için yaptıkları solunum sırasında çıkan gazlara ve diğer stabilize olmuş son ürünlere dönüştürülmesi biyolojik arıtma ile mümkün olabilmektedir (Azman, 2005).

Şanlıurfa merkezi atıksu arıtma tesisi kabul koşullarının sağlanması amacıyla faaliyet sahipleri tarafından tesiste oluşan atıksularının arıtılması amacıyla aşağıda belirtilen yöntemler kullanılabilecektir.

3.3.1. Fiziksel arıtım yöntemleri

Atıksu içerisindeki yüzen ve çökebilen katı maddelerin atıksudan uzaklaştırılması amacıyla fiziksel arıtma uygulanmaktadır. Bu yöntemleri kısaca açıklayacak olursak;

• **Izgaralar**: Atıksu içerisinde bulunan katı maddelerin pompa ve benzeri ekipmana zarar verip bu ekipmanların verimli çalışmasını engellememek ve bu maddelerden kaynaklı daha sonraki arıtma sistemlerine gelecek yükü azaltmak amacıyla kullanımı yapılmaktadır. Izgaralar elle temizlenen veya mekanik olarak temizlenen ızgaralar olarak temizleme yöntemlerine göre iki gruba ayrılabilir. Mekanik ızgaralar düz veya dairesel tipte olabilmekle birlikte, manuel veya otomatik olarak devreye girip çıkma şeklindeki çalışma sistemlerine sahiptirler.

• **Elekler:** Eleklerde yine atıksu içindeki katı maddelerin atıksudan uzaklaştırılması suretiyle arıtma tesisindeki pompa ve benzeri mekanik ekipmanı korumak ve daha

sonraki arıtma tesisi ünitelerinin yükünü en aza indirmek amacıyla kullanılmaktadırlar. Elekler döner veya sabit tipte yapılabilmektedirler. Sabit elekte tutulan katı parçalar, eleğin yüzeyinin alt ucundan çöp oluğuna dökülerek uzaklaştırılırlar. Bu sebeple, sabit elekte hareketli aksamlar veya herhangi bir enerji kullanımı yoktur. Dönen elekler tambur şeklinde dizayn edilir ve motor-redüktör vasıtasıyla çalıştırılırlar.

• **Kum tutucular:** Atıksu arıtma tesisi girişine inşa edilen kum tutucular atıksu içerisindeki kum, çakıl vb. şeklindeki çökebilen maddelerin pompa vb. ekipmanların aşınmasının, ayrıca kanal, boru ve çökeltim havuzlarında tıkanmalara sebep olmasının önlenmesi amacıyla kullanılırlar.

• **Dengeleme havuzları:** Dengeleme havuzları, atıksu debisindeki değişiklikleri ve/veya atıksuyun kirlilik yükündeki dalgalanmaları dengelemek ve de ilk çökeltim havuzundaki hidrolik yükü azaltmak amacıyla inşa edilmektedirler. Dengeleme havuzunun kullanılmadığı durumlar; 18 saatten fazla bekletme süresinin olduğu uzun havalandırmalı aktif çamur sistemleri ile pik debiye göre ebatlandırılan çökeltim havuzlarının bulunduğu durumlarda ihtiyaç duyulmamaktadır. Atıksu konsantrasyonunun homojenliğinin sağlanması ve katı maddelerin çökelmesinin önlenmesi amacıyla dengeleme havuzunda karıştırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu ünitedeki karıştırma ve havalandırma işlemi ile atıksu içindeki yükseltgenebilen maddelerin ve BOİ'nin kısmen oksidasyonu sağlanmış olmaktadır. Dengeleme ünitelerinde; giriş akımının dağıtımı ve perdeleme, türbin karıştırıcılar vasıtasıyla karıştırma, difüzörlerle havalandırma, mekanik havalandırıcılarla havalandırma şeklinde karıştırma yöntemleri uygulanabilmektedir.

Dengeleme ünitesi projelendirilirken; havuz duvarlarında birikim sağlayacak katı maddelerin ve yağın temizlenmesi amacıyla gerekli düzenek, pompaların arızalanması durumunda kullanılmak üzere acil taşma savağı, yüzer halde bulunan maddeler ve oluşabilecek köpük sorunu için havuzun kenarlarında köpük birikimini önlemek amacıyla su spreyi gibi teçhizatlar tasarıma dahil edilmelidir (Koyuncu ve ark., 2012).

• **Yüzdürme: Ç**ökeltim işleminin tersi olan yüzdürme yani flotasyon işlemi, sudan daha hafif taneciklerin su yüzeyine doğru yükseltilerek kirleticilerin sudan uzaklaştırılması esasına dayanmaktadır. Sadece yerçekiminin etkisiyle yüzdürme işlemi yapılabileceği gibi buna ilave olarak sisteme dıştan hava verilmesi veya yük nötralizasyonu sağlanarak kirleticilerin yüzdürülerek atıksudan uzaklaştırılmasıda sağlanmaktadır. Yüzdürme işlemiyle atıksu içerisindeki yağ ve gresin sudan ayrılması işlemi basit yağ tutucular, çözünmüş hava yüzdürmesi, dispers hava yüzdürmesi veya vakum yüzdürmesi yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir. Atıksuyun uygun bekletme süresi sonrasında atıksudan daha az yoğunluğa sahip partiküllerin yoğunluk farkına bağlı olarak yüzeyde toplanması basit yağ tutucularla mümkün olabilmektedir. Atıksu yüzeyinde toplanan yağların belirli aralıklarla sıyrılarak uzaklaştırılması gerekmektedir. Diğer yöntemlerde ise hava kabarcıklarının atıksu içine yollanması sonucu askıda kalan partiküllerin hava kabarcıklarının yüzeylerine tutunması sonrasında yoğunluklarının azaltılması ve bu sayede su yüzeyinde toplanması esasına dayanmaktadır.

• **Çökeltme havuzları:** Su ve atıksuyun arıtılmasında çok kullanılan temel yöntemlerden biride çökeltme işlemidir. Çökeltim işlemi, suyun yoğunluğundan daha fazla yoğunluğa sahip askıda katı maddelerin veya kimyasal ve/veya biyolojik işlemler sonucu yumak haline getirilerek yoğunluk olarak sudan daha yoğun maddeler haline getirilen partiküllerin yer çekimi etkisiyle sudan ayrılması işlemidir. Atıksu içinde bulunan kirletici maddelerin diğer arıtma bölümlerine geçişinin engellenmesi çökeltim havuzu vasıtasıyla gerçekleştirilir. Dairesel veya dikdörtgen şeklinde planlanan ilk çöktürme havuzları, bekletme süreleri 1,5-2 saat olacak şekilde boyutlandırılırlar. Bekletme süresinin artması ile birlikte çökeltilen maddeninde artması ile beraber; 2 saatlik bekletme süresinde de çökelebilen ve yüzer haldeki katı maddelerin de yaklaşık olarak %60 oranında giderimi sağlanmış olur. Çökeltim havuzları vasıtası ile atıksu içinde bulunan organik maddelerin çökeltiminin sağlanması ile yaklaşık olarak %30 oranında BOİ giderimi sağlanır. Çöktürme havuzlarında; giriş yapısı, çıkış yapısı, çamur bölmesi ve çökelme bölmesi olmak üzere dört ana bölüm bulunmaktdır. Çöktürme işlemlerinden;

• Ön çökeltme havuzlarının yapılış amacı, kendiliğinden çökelebilir haldeki katı maddelerin çöktürülmesi,

• Kimyasal çökeltme havuzlarının yapılış amacı ise, kimyasal ilavesi sonucu atıksuda oluşan flokların çöktürülmesinin sağlanmasıdır.

3.3.2. Kimyasal arıtım yöntemleri

Kimyasal arıtım uygulanmasının amacı, suda çözünmüş halde bulunan kirletici maddelerin çeşitli kimyasal reaksiyonlarla çözünürlüğü düşük bileşiklere dönüştürülmesi yada kolloidal ve askıda tutunan maddelerin yumaklar haline getirilmesi sonrasında çökeltiminin sağlanarak su/atuksudan uzaklaştırılmasıdır. İçme suyu arıtmada ve endüstriyel atıksuyun arıtılmasında kimyasal arıtma sistemleri kullanılmaktadır.

Kimyasal arıtma proseslerinden olan nötralizasyon ve koagülasyon-flokülasyon prosesleri hakkında aşağıda bazı açıklamalar yapılmıştır.

• **Nötralizasyon**: Asidik veya bazik karaktere sahip endüstriyel nitelikli atıksuların pH değerinin ayarlanması işlemine nötralizasyon denilmektedir. Birçok sanayi tesisi atıksuyu asidik veya bazik karaktere sahip olduğundan, direk olarak alıcı ortama deşarj edilmeden veya kimyasal ve/veya biyolojik arıtma ünitelerine verilmeden önce nötralize edilmeleri gerekmektedir. Atıksuyun pH değeri ayarının yapılması şu sebeplerle gereklidir; atıksu için yönetmelikte belirtilen alıcı ortam deşarj standartlarının sağlanabilmesi, bakteriyolojik faaliyetlerin belirli pH aralığında gerçekleşiyor olması sebebiyle biyolojik arıtım üniteleri öncesinde optimum pH değerinin sağlanabilmesi, kimyasal çökeltim işleminde istenilen reaksiyonların gerçekleşmesi için uygun pH değerinin sağlanabilmesidir.

• **Koagülasyon-flokülasyon (hızlı karıştırma-yumaklaştırma):** İçme suyunun arıtılmasında ve atıksuyun arıtımında kullanılan koagülasyon ve flokülasyon proseslerinin amacı; kolloidlerin çöktürülmek suretiyle sudan uzaklaştırılmasıdır. Karıştırma işlemi, genellikle kimyasal atıksuların arıtılmasında kullanılmakla birlikte, çökeltim işlemi ile giderimi sağlanamayan askıdaki katı maddelerin üzerlerinde yoğunlaşabilecekleri bir kimyasal madde ile karışımının sağlanmasıdır. Yumaklaştırma işlemi ise, kimyasal madde yardımı ile karıştırma işlemi sonrasında

oluşmuş olan yumakların kendi halinde çökelebilir büyüklüğe gelmesidir. Koagülasyon-flokülasyon prosesi ile çöktürülebilecek kolloidlerin çapı 1 mikron ile 1 milimikron arasında değişir. Su içerisinde bulunan askıdaki maddelerin çoğunluğunun kolloidal yapıda olmaları sebebiyle suda bulanıklık ve renk meydana gelmektedir. Kolloidal maddelerin negatif yük taşımaları sebebiylede demir, alüminyum gibi üç değerli metal tuzlar kullanılarak koagüle edilmektedirler. Kutupsal çekimle bu işlem gerçekleşmektedir. Koagülasyon işlemi; organik ve inorganik maddelerden kaynaklı bulanıklığın giderilmesi, rengin giderilmesi, bakteri ve patojenlerin giderilmesi, alg ve organizmaların giderilmesi, koku ve tada sebep olan maddelerin giderimi, fosfatın giderilmesi, BOİ ve KOİ parametrelerinin giderimi, askıdaki katı maddelerin giderilmesi ve metal giderimi gibi çeşitli amaçlarla yapılmaktadır.

3.3.2.1. Koagülasyon prosesi

Atıksu arıtımında, kolloidal maddelerle askı halindeki, çok küçük taneciklerin çökelmesini kolaylaştırmak için suya ilave edilen kimyasal maddelere koagülant yani pıhtılaştırıcı denilmektedir. Koagülasyon prosesi ise koagülantların atık suya ilave edilişini takiben hızlı bir şekilde atıksuya karıştırılmaları ve atıksuyun bünyesindeki kolloidal ve askıda katı maddelerle birleşerek flok oluşturmaya hazır hale gelmesi işlemidir. Koagülasyon pratikte atıksuya ilave edilen koagülantın hızlı bir şekilde atıksuya karıştırılması işlemidir.

Atıksu içinde bulunan kolloidler ve askıda bulunan maddeler için uzun süreli bekletme sağlanamadığı taktirde bu maddelerin atıksudan ayrıştırılmaları zordur. Ancak atıksuya ilave edilecek koagülant ile bu süre azaltılmış olur. Askıdaki maddeler eğer çözünebilir organikler ise biyolojik arıtımla giderimi mükmündür, eğerki bu maddeler çözünemeyen organik maddeler iseler bunların giderimi için kimyasal koagülasyon uygulanması hem daha ekonomik hemde daha uygundur. Kolloidin zeta potansiyelinin düşürülmesi ve de kolloidin negatif yükünün nötralize edilmesi koagülasyon prosesinin temel amaçlarındadır.

3.3.2.2. Flokülasyon prosesi

Flokülasyon yani yumaklaştırma prosesi; atıksu içinde bulunan küçük tanelerin ve pıhtıların yavaş bir şekilde ve belirli süre karıştırılması ile, bu küçük tane ve pıhtıların büyütülmesinin sağlanarak birleşmesi yani yumaklaşması ve bu sayede çökelmesi kolay flokların yani yumakların meydana gelmesinin sağlanması işlemidir. Flokların büyümesinin artırılması amacıyla yardımcı koagülantlar kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan polielektrolitler koagülantların en önemlilerindendir. Flokülasyon pratikte flok oluşumunu sağlamak için yapılan yavaş karıştırma işlemidir. Flokülasyon prosesi ile oluşturulan floklar daha sonraki arıtım prosesi olan çökeltim havuzunda çökelerek atık sudan uzaklaştırılırlar.

Flokülasyon (yumaklaştırma) prosesine etki eden faktörler şunlardır;

- Atıksuyun kalitesi
- Atıksudaki askıda katı madde, kolloid ve diğer kirleticilerin miktarı
- pH değeri
- Koagülasyon ve flokülasyon prosesindeki bekletme süresi, karıştırma tipi, çöktürme bölümünün özellikleri
- Atıksuyun sıcaklığı
- Alkalinite
- Sudaki iyonların özellikleri
- Kullanılacak olan koagülantın tipi ve dozajı

3.3.2.3. Kimyasal arıtımda kullanılabilecek kimyasal maddeler

Kimyasal arıtım aşamasında kirleticilerin atıksudan uzaklaştırılmasının sağlanması amacıyla çeşitli kimyasal maddeler kullanılabilmektedir. Kimyasal çökeltim işleminin gerçekleştirilmesi ile atıksu içinde bulunan toplam askıda katı maddede miktarında %80-90 oranında, $BOİ_5$ değerinde %40-70 oranında, KOİ değerinde %30-60 oranında giderim gerçekleşebilmektedir.

Koagülasyon ve flokülasyonda kullanılan koagülantlar, koagülant yardımcıları ve diğer kimyasallara ait farklı bir sınıflandırma ise Çizelge 3.4. Koagülasyon ve

flokülasyonda kullanılan koagülantlar, koagülant yardımcıları ve diğer kimyasallar'da verilmiştir (Yetilmezsoy ve ark., 2013).

Çizelge 3.4. Koagülasyon ve flokülasyonda kullanılan koagülantlar, koagülant yardımcıları ve diğer kimyasallar

Özellik	**Kimyasal madde**
Başlıca koagülantlar	Aluminyum sülfat Demir sülfat Demir klorür Demir sülfat Magnezyum karbonat Sodyum aluminat
Koagülant yardımcıları	Aktif silika Anyonik polielektrolit Katyonik polielektrolit Non-iyonik polimer
Oksitleyici maddeler	Klor Klor dioksit Potasyum permanganat Kalsiyum hipoklorit Sodyum hipoklorit
Alkaliler	Kalsiyum karbonat Dolomitik kireç Kalsiyum hidroksit (kireç) Magnezyum oksit Sodyum karbonat Sodyum hidroksit
Diğer maddeler	Bentonit Kaolin Diğer kil ve mineraller Aktif karbon (toz)

Bazı kimyasal çöktürücüler ile ilgili bilgilere aşağıda yer verilmiştir:

Demir tuzları: Atıksu arıtımında çok sıklıkla kullanılan demir klorür katı halde veya likit olarak satılmaktadır. Atıksuya demir klorür ilavesiyle demir hidroksit çökeltisi oluşmaktadır. Demir sülfat da atıksu arıtımında yoğun olarak kullanılan kimyasallardan olmakla birlikte daha ekonomiktir.

Alüminyum tuzları: Alüminyum sülfat yani alum, demir tuzları kadar yüksek verimli olmasada çok sıklıkla kullanılan kimyasallardandır. Alüminyum hidroksit kullanımı sonucu oluşan floklar daha az yoğunluklu olmakla birlikte demir tuzları ile kıyaslandığında çökelmesi daha yavaş olmaktadır. Bu sebeple çökeltim havuzundaki bekletme süreleri daha uzundur.

Kalsiyum tuzları: Kalsiyum hidroksit, pH değerini düzenlemek amacıyla ayrıca da koagülant olarak kullanılabilmektedir.

Diğer kimyasal maddeler: Sülfirik asit ve hidroklorit asit (HCI), pH değerini düşürmek için kullanılır. Kostik (NaOH), hem pH değerini yükseltmek için kullanılır hemde bazı atıksularda polielektrolitten önce koagülant görevi görür.

Polielektrolitler: Polielektrolitler yüksek molekül ağırlıklı polimerlerdir. İçerdikleri adsorplanabilen gruplardan dolayı partiküller veya yüklü floklar arasında köprü oluştururlar. Alum veya demir klorür ile birlikte düşük dozlarda (1-5 mg/L) polielektrolit ilavesi ile büyük floklar (0,3-1 mm) oluşur. Polielektrolitler pH dan etkilenmeksizin koloidin etkin yükünü azaltarak koagülasyonu sağlarlar. Üç tip polielektrolit vardır: katyonik polielektrolitler, negatif kolloid veya flokları adsorblar; anyonik polielektrolitler, kolloid parçacıklarda anyonik gruplarla yer değiştirerek kolloid ve polimer arasında hidrojen bağına izin verir; iyonik olmayan (naniyonik) polimerler ise katı yüzeyleri ile polimerdeki polar gruplar arasında hidrojen bağı ile parçacıkları adsorblayarak floklaşmalarını sağlarlar (Öztürk ve ark., 2005).

Kimyasal atıksu arıtma tesislerinde polimer kullanımı özellikle son 15 yılda çok önemli boyutlara ulaşmıştır. Polielektrolit kovalent bağlarla biraraya gelmiş birbirini tekrar eden kimyasal üniteler (manomer üniteler) serisinden oluşan bir kimyasal yapıya sahiptir. Pozitif yüklü katyonik polimerler doğrudan koagülant olarak veya koagülant yardımcısı olarak kullanılabilir. Bu tip polielektrolitler aynı zamanda filtrasyon yardımcı malzemesi ve çamur susuzlaştırmada kimyasal şartlandırıcı olarak kullanılır. Yüksüz olan naniyonik ve negatif yüklü olan anyonik polimerler koagülant yardımcısı, filtrasyon yardımcısı ve çamuru şartlandırmada kullanılırlar.

Koagülasyonda kompleks reaksiyonlar söz konusu olduğundan optimum pH dozu ve koagülant dozajını tespit etmek için laboratuvar çalışmaları yapılmalıdır.

3.3.2.4. Koagülasyon-flokülasyon ve çöktürme ünitelerinin dizaynı

Kimyasal arıtım prosesinde öncelikli adım koagülasyon yani hızlı karıştırma işlemi, ikinci adım olarak flokülasyon yani yavaş karıştırma işlemi ve son olarak ise çökeltim işlemidir.

Koagülasyon prosesinde atıksuya kimyasal madde ilave edilmesi sonrasında bu kimyasal maddelerin, oluşacak flok miktarını arttırmak için atıksuyun içinde homojen olarak yayılmasını sağlamak amacıyla mekanik bir hızlı karıştırıcı vasıtasıyla karıştırma işlemi gerçekleştirilir. Koagülasyon prosesinin projelendirilmesinde bekletme süresi ve hız gradyanı parametreleri önemlidir. Hızlı karıştırmada karıştırıcının devri 100 devir/dk civarında, bekletme süresi ise 30 saniye ile 5 dakika arasında seçilebilir.

Atıksu, kimyasal madde ilavesinin gerçekleştirildiği hızlı karıştırma tankında sonra flokülasyon tankına alınmaktadır. Bu tankta yavaş karıştırma işlemi gerçekleştirilerek kolloidlerin kimyasallarla birleşmesi ve çökelme hızı yüksek floklar oluşturulur. Flokülasyon tankında bekletme süresi 15-45 dk arasında değişebilmektedir. Oluşan flokların boyutu çökelmenin gerçekleşmesi için belirleyici faktör olması sebebiyle oluşan flokların kırılmasının önlenmesi önem arzetmektedir. Flokülasyon bölümünde karıştırıcı hızının 20-40 devir/dk arasında, atık suyun akış hızının 0,9 – 1,5 m/dk arasında olması gerekmektedir. Yavaş karıştırma tankında flok oluşumunun sağlanmasından sonra atıksu çöktürme tankına alınmaktadır.

Flokülasyon bölümünden sonra çöktürme bölümüne kanal veya boru vasıtasıyla geçişi sağlanan atıksuyun içindeki flokların çökerek atık sudan ayrılması çökeltim havuzunda gerçekleştirilmekte olup, bu iki bölüm arası atıksu geçişinin en uygun şekilde dizayn edilerek flokların kırılmasının önlenmesi veya bu flokların boruda çökelmesinin önüne geçilmelidir. Atıksu geçiş hızı 0,15 – 0,3 m/sn arasında projelendirilmelidir. Çöktürme havuzlarında atıksuyun bekletme süresi 2-4 saat arası yeterli olmaktadır. Bu havuzda çöken floklar çamur oluşturmaktadırlar, havuz tabanında biriken çamur ise, çamur pompası vasıtasıyla atıksudan alınmakta ve arıtılmış olan su ise savaklanarak çökeltim havuzunu terk etmektedir. Koagülasyon, flokülasyon ve çöktürme havuzları t = V/Q formülü esas alınarak dizayn

edilmektedirler. t: Bekletme süresi, V = Hacim, Q = Atıksu debisini göstermektedir. Kimyasal arıtım üniteleri sürekli çalışan sistemler olarak dizayn edilebileceği gibi, belirtilen bütün proseslerin tekbir bölümde gerçekleştirileceği kesikli sistemler olarak da projelendirilmesi mümkündür.

3.4. Şanlıurfa Organize Sanayi Bölgesi

Şanlıurfa merkezi atıksu arıtma tesisi, kurulu bulunan fabrikaların tüm atıksularını Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen deşarj kriterlerine [Karışık Endüstriyel Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları (Küçük ve Büyük Organize Sanayi Bölgeleri ve Sektör Belirlemesi Yapılamayan Diğer Sanayiler)] uygun olarak arıtılması amacıyla kurulmuştur. Kapasitesi 4000 m^3/gün olarak tasarlanan atıksu arıtma tesisi halihazırda tüm firmaların atıksuyunu arıtmakta ve %80 kapasite ile çalışmaktadır. Mevcut arıtma tesisi için 2. OSB'de tahsis edilen parsellerinde faaliyete geçeceği göz önüne alındığında kapasite artırımına gidilmesi kaçınılmazdır.

Şanlıurfa Organize Sanayi Bölgesinde bulunan ve üretimde olan endüstrilerin sektör ve altsektörleri bazında sınıflandırılması bu tez çalışması kapsamında oluşturularak Çizelge 3.5.'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. ŞOSB'deki tesislerin sektör ve altsektör bazında sınıflandırılması

Sektör	Alt Sektör	1.OSB Tesis Sayısı	2.OSB Tesis Sayısı
Tekstil Endüstrisi	Konfeksiyon, Çorap, Tekstil Ürünleri vb.	2	4
	İplik Büküm veya Kumaş Boyama	19	2
	Gazlı Bez Üretimi Hidrofil Pamuk	1	1
Plastik İşleme	Sulama Boru ve Tank veya Plastik Üretimi	6	2
Dökümhaneler	Pik Döküm ve Çelik Döküm	-	1
Kimya Endüstrisi	Yapı Kimyasalları	-	1
	Kimyasal İlaç	1	-
	Boya ve Tiner	1	-
Gaz Dolum End.	Tıbbi ve Sınai Gaz Dolum Tesisi	-	1
Enerji Üretimi	Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali ve Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretim Santrali	-	1
Cam Endüstrisi	Opal Cam	-	1
Metal Sanayi	Dalgıç Pompa Ve Motoru Üretimi, Elektromekanik Ekipman Üretim Tesisi	-	4
	Galvanizli Metal Trapez Sac Ve Nahya, Panel Çit, Galvanizli Kafes Teli Ve Çivi Üretimi	-	1
	Trafo veya Transformatör Üretim Tesisi	5	2
	Tarım Alet Ve Makinaları Sanayi	1	-
Orman Ürünleri	Mobilya Üretimi	1	1
Yedek Parça Sanayi	Otomotiv Yedek Parça İmalatı	1	-
Maden Sanayi	Bordür-Kilit Taşı, Beton Çit, Beton Boru Üretimi	2	1
	Mermer-Karo Üretimi	-	1
	Hazır Beton, Prefabrik Yapı Elemanları	2	1
Geri Dönüşüm Endüstrisi	Atık Kabloların Geri Dönüşümü	1	-
	Atık Madeni Yağ Geri Dön. ve Madeni Yağ Üretimi	-	1
	Plastik Geri Dön. ve Toplama Ayırma Tesisi	1	-
Gıda Maddeleri Üretimi	Gıda İşleme ve Paketlemesi ve Soğuk Hava Deposu	6	5
	Bulgur Üretim ve Paketleme	5	-
	Ham ve/veya Rafine Yağ	10	2
	Meyve Sebze İşlenmesi	-	2
	Süt ve Süt Ürünleri Üretimi	-	3
	Mısır Kurutma	2	-
	Un Üretim ve Paketleme	2	1
	Yemek Üretimi	1	-
Sektör Belirlemesi Yapılamayan Diğer Sanayiler.	Ampul, Eps Üretimi, Köpük Tabak, Sandwıch Panel Üretim Tesisi, Depolama, Sanayi Dolabı, Sentetik Çuval, Koli Bandı, Jilet vb.	7	7
	Pamuk Çırçır ve Prese veya Rotabar	55	2
	Et Kemik Unundan Kanatlı Hayvan Yemi Üretimi	-	1

OSB Müdürlüklerinin yetki ve sorumluluğu; OSB'de yer alan tesislerin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla elektrik, içme ve kullanma suyu, doğalgaz temini ve dağıtım şebekesi, kanalizasyon ve yağmur suyu şebekesi, atıksu arıtma tesisi, içme ve kullanma suyu arıtma tesisi, OSB içinde bulunan yollar, haberleşme

şebekesi, internet servis sağlayıcılığı, spor tesisleri, genel hizmet ve sosyal tesisler ve benzer tesislerden ihtiyaç olanları kurmak ve işletmek, kamu ve özel kuruluşlardan satın alarak dağıtım ve satışını yapmak, üretim tesisleri kurmak ve işletmek zorunluluğundadırlar.

OSB sınırları içerisinde yer alan tesisler, altyapı ihtiyaçlarını OSB'nin yapmış olduğu tesislerden karşılamak zorundadırlar. Faaliyet sahipleri OSB'den gerekli izleri almadan altyapı ihtiyaçlarını başka bir yerden temin edemedikleri gibi bu amaç için münferiden tesis kurulumu gerçekleştiremezler. Ayrıca kendilerine tahsis edilen altyapı hizmetlerinden istifade hakkını başka birilerine devredemeyip, başka birilerinin istifadesine tahsis edemezler. Ancak, OSB'de bulunan faaliyet sahipleri tesis atıksularının OSB'nin ortak arıtma tesisi için belirlemiş olduğu kabul standartlarına düşürülmesi amacıyla münferit olarak ön arıtma tesisi kurmak zorundadırlar.

ŞOSB sınırları içerisinde atıksu altyapı tesisinin inşaatı, bakım ve işletilmesinden Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nün bilgi, denetim ve gözetimi altında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği hükümlerine uygun hareket edilmesi kaydıyla ŞOSB Müdürlüğü sorumludur. Atıksu altyapı tesisleri için gerçekleştirilmesi gereken bakım, onarım ve işletme, debi ölçüm ve numune alma cihazlarının kontrolünün gerçekleştirilmesi, gerekli durumalarda atıksu numunesinin alınması ve analiz hizmetlerinin ŞOSB Müdürlüğünce gerçekleştirilmesi zorunludur. Bu sebeple, faaliyet sahiplerinin merkezi atıksu arıtma tesisine atıksu bağlantılarının yapılarak "Bağlantı İzin Belgesi" almaları gerekmektedir.

ŞOSB sorumluluk alanında bulunan tesislerin atıksularının, atıksu altyapı tesisine hangi koşullarda ve hangi deşarj limitleri sağlanarak deşarj edileceği ile ilgili koşullar Şanlıurfa Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü tarafından belirlenmektedir.

ŞOSB'de yer alan firmaların atıksu arıtma tesisinin arıtma verimine olumsuz yönde etki eden, çamur bertaraf ünitelerinin işletilmesini veya çamurun bertarafını zorlaştıran maddeler, atıksu arıtma tesisinin veya ünitelerinin tahribine sebep olan, fonksiyonlarına ve bakımlarına engel olup zorlaştıran, tehlikeye sokacak maddelerin

ve bu tesislerde çalışan personele zarar verecek ve alıcı ortamın kalitesine olumsuz yönde etki edecek maddelerin ve atıksularının ŞOSB kanalizasyon şebekesine verilmesi yasaklanmıştır.

Aşağıda sıralanan atık, atıksu, artık ve diğer maddelerin OSB Uygulama Yönetmeliği uyarınca kanalizasyon şebekesine verilmemesi gerekmektedir.

a) Özellikle yanma ve patlama tehlikesi yaratan veya zehirli olan maddeler, fuel oil, benzin, nafta, motorin, benzol, solventler, karpit, fenol, petrol, zehirli maddeler, yağlar, gresler, asitler, bazlar, ağır metal tuzları, pestisitler veya benzeri toksik kimyasal maddeler, yıkama sonrası proseslerden oluşan seyrelmiş kan haricindeki kanlı atıklar, hastalık mikrobu taşıyan maddeler,

b) Gaz fazına geçebilen, duman oluşturan, koku çıkaran, zehirli etkileri nedeni ile sağlık açısından sakıncalı olan ve bu nedenle kanallara girişi, bakım ve onarımı engelleyen her türlü madde,

c) Kanal şebekesinde tıkanmaya yol açabilecek, normal su akımını ve kanal fonksiyonunu engelleyecek kıl, tüy, lif, kum, curuf, toprak, mermer ve mermer tozu, metal, cam, süprüntü, moloz, hayvan dışkısı, mutfak artığı, selüloz, katran, saman, talaş, metal ve tahta parçaları, hayvan ölüsü, işkembe içi, üzüm posası, meyve posası, mayalı artıklar, çamurlar, buz artıkları, kağıt tabaklar, bardaklar, süt kapları, bitki artıkları, paçavra, odun, plastikler, gübre, yağ küspeleri, hayvan yemi artıkları ve benzeri her türlü katı madde ve malzemeler,

ç) Kanal yapısını bozucu, aşındırıcı, korozif maddeler,

d) Sıcaklığı 5 ^{0}C ile 40 ^{0}C arasında değişen, çöken, katılaşan, viskoz hale geçen, kanal cidarlarında katı veya viskoz tabakalar oluşturabilecek her türlü madde,

e) Radyoaktif özelliğe sahip maddeler,

f) Dünya Sağlık Teşkilatı ve diğer uluslar arası geçerli standartlar ile ulusal mevzuat ve standartlara göre tehlikeli ve zararlı atık sınıfına giren tüm atıklar,

g) Kanalizasyon şebekesine deşarj ve arazi dışındaki alıcı ortam söz konusu olduğunda ön arıtma veya arıtma tesisi çamurları ile bekletme depoları ve septik tanklarda oluşan çamurlar,

ğ) Her türlü katı atık ve artıklar,

h)Yazılı izin olmadan kirletici maddeler ihtiva etmeyen soğutma suları,

j) ŞOSB tarafından belirlenecek olan ön arıtma standartlarına uymayan atıklar,

i) Bölge içindeki imalatlar haricinde oluşan hiçbir atıksu, merkezi atıksu arıtma tesisine kabul edilmez.

Katılımcıların; yukarıda sıralanmış olan atıkları ŞOSB kanalizasyon sistemine vermeleri durumunda ortaya çıkacak tüm hasar ve zararlardan doğrudan sorumludurlar. Faaliyet sahipleri, atıksularının karakterinin değişmesi veya deşarjın tamamen kesilmesi ile sonuçlanabilecek imalat prosesi değişikliklerini, hammadde değişikliklerini veya diğer benzeri durumları ŞOSB Müdürlüğü'ne bildirmelidirler.

ŞOSB'de yer alan katılımcıların Bölge Müdürlüğünün özel onayı olmadan kanalizasyon sistemine atıksu bağlantılarını yapması yasaktır. Evsel ve endüstriyel atıksular seyreltilerek kanalizasyon sistemine verilemez. Deşarj standartlarını sağlamak amacıyla yağmur suyu veya diğer az kirli yıkama suları ile seyreltme yapılması yasaktır. Katılımcıların atıksu bağlantı noktası olarak her firmaya bırakılan parsel bacalarına tek noktadan bağlantı yapması zorunludur. Birden fazla noktadan atıksu bağlantısı yapılması yasaktır. Kapasite artırımı veya parsel birleşimi yapılması durumunda ise Bölge Müdürlüğünün onayı ile atıksu bağlantı noktası karara bağlanır.

ŞOSB Müdürlüğü SKKY'de belirtilen "Atıksuların Atıksu Altyapı Tesislerine Deşarjında Öngörülen Atıksu Standartları"nı kanalizasyon kabul standardı olarak kabul etmiştir (Çizelge 3.6.).

Çizelge 3.6. Şanlıurfa OSB kanalizasyonu kabul standartları

Parametreler		Atıksu Standartları	Birim
Sıcaklık		40	˚C
pH		6,5-10,0	
Askıda katı madde		500	mg/L
Yağ ve gres		250	mg/L
Katran ve petrol kökenli yağlar		50	mg/L
Kimyasal oksijen ihtiyacı	(KOİ)	4000	mg/L
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı	($BOİ_5$)	-	mg/L
Sülfat	($SO_4^{=}$)	1700	mg/L
Toplam sülfür	(S)	2	mg/L
Fenol		20	mg/L
Serbest klor		5	mg/L
Toplam azot	(N)	- [(a)]	mg/L
Toplam fosfor	(P)	- [(a)]	mg/L
Arsenik	(As)	3	mg/L
Toplam siyanür	(Toplam CN^-)	10	mg/L
Toplam kurşun	(Pb)	3	mg/L
Toplam kadmiyum	(Cd)	2	mg/L
Toplam krom	(Cr)	5	mg/L
Toplam civa	(Hg)	0.2	mg/L
Toplam bakır	(Cu)	2	mg/L
Toplam nikel	(Ni)	5	mg/L
Toplam çinko	(Zn)	10	mg/L
Toplam kalay	(Sn)	5	mg/L
Toplam gümüş	(Ag)	5	mg/L
Klorür	(Cl^-)	10000	mg/L

ŞOSB atıksu arıtma tesisi ile ilgili bilgiler;

1. 1. ve 2. OSB kanalizasyon şebekesinden toplanan atıksu, DN800 lük koruge ana kollektör ile atıksu arıtma tesisi girişine alınmaktadır.
2. Kaba ve ince ızgarada tesisteki ekipmanlara zarar vermesi muhtemel büyüklükteki malzemeler atıksu içinden uzaklaştırılmaktadır (kaba ızgara 40 mm, ince ızgara 6 mm).
3. Havalandırmalı kum tutucu ünitesinde atıksu içerisindeki kum tabanda birikerek kum pompası yardımı ile atıksu içinden alınarak kum ayırıcıda kuruluğu sağlanıp uzaklaştırılmaktadır. Yine aynı ünitede yüzeysel sıyırıcı, yağ pompası ve yağ ayırıcı yardımı ile biyolojik arıtmaya zarar verilmemesi için atıksu içindeki yağ ayırılmaktadır.
4. Giriş terfi pompaları ile atıksu dengeleme tankına alınmaktdır.
5. Dengeleme tankları kullanılarak debi ve kirlilik yükü salınımı azaltılır ki bu sayede kimyasal ve biyolojik arıtmaya daha iyi verim elde edilebilmesi için debi ve kirlilik açısından homojen bir giriş sağlanmaktadır.

6. Kimya binasında kimyasal arıtma için gerekli kireç, alum ve polielektrolit depolanmakta ve gerekli çözeltiler otomatik olarak hazırlanarak dozaj pompaları yardımıyla kimyasal arıtmaya gerekli olduğu durumlarda dozlanmaktadır.
7. Birinci çökeltimde kimyasal arıtma sonrası atıksu içindeki biyolojik olarak parçalanmamış çökelebilir malzemeler uzaklaştırmaktadır. Burada oluşan çamur, çamur susuzlaştırma binasında kuruluğu arttırılarak sistemden uzaklaştırılmaktadır.
8. Havalandırma havuzunda bulunan toplam 6 adet blower ile biyolojik parçalanma gerçekleştirilmektedir.
9. Havalandırma havuzundan çıkan biyokütle son çökeltim havuzlarına gönderilmektedir.
10. Son çökeltim havuzunda tabanda toplanan biyokütlenin bir kısmı çamur susuzlaştırmaya gönderilerek birinci çökeltim çamuru ile birlikte sistemden alınmakta, bir kısmı ise biyolojik aktivitenin havalandırma havuzlarında devam ettirilmesi için havalandırma havuzları girişine geri devir pompaları yardımıyla geri gönderilmektedir.
11. Son çökeltim havuzunda içindeki biyokütlenin çökeltilmesi sonrası oluşan arıtılmış su, deşarj borusu ile alıcı ortama iletilmektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

ŞOSB kanalizasyon sistemine her türlü evsel ve/veya endüstriyel nitelikli atıksuların deşarjı için ŞOSB'den Bağlantı İzin Belgesi alınması zorunludur. Katılımcılar, kanalizasyon sistemine atık su bağlantısı yapılmadan önce gerekli ise ön arıtma tesisini, kontrol bacası inşaatını ve kanalizasyon sistemine bağlantısını ŞOSB'nin denetimi altında yapmalıdır. ŞOSB, atıksu arıtma tesisi giriş parametrelerine göre belirlenen kanala deşarj standartlarına tesis atıksuyunun uyup uymadığını kontrol ettirerek ön arıtmanın yapılıp yapılmayacağına karar verir. ŞOSB, ani deşarj ve dökülmelerin olabileceği veya gerekli gördüğü kaynaklar için ilave tedbirler isteyebilir. Deşarj standartlarının sağlanması ve ön arıtma gereğini ortadan kaldırmak üzere, atıksuların yağmur suları, soğutma suları, az kirli yıkama suları ve buna benzer az kirli sularla seyreltilmesi yasaktır. Bu amaçla OSB'lerde kanalizasyon sistemi ayrık sistemde inşa edilmektedir.

ŞOSB'de bulunan tesislerden kaynaklanarak merkezi atıksu arıtma tesisine gelen atıksuyun izleme ve kontrolünden ŞOSB Müdürlüğü yetkilidir/sorumludur ve atıksu çıkışları ŞOSB Müdürlüğü personeli tarafından denetlenir ve gerekli görüldüğü takdirde numune alınarak analizi yapılır. Ayrıca katılımcılar atıksuları ile ilgili her türlü bilgiyi istenilmesi durumunda ŞOSB Müdürlüğü'ne vermekle yükümlüdürler.

Bu tez çalışmasında kullanılmak üzere ŞOSB'de bulunan bazı sektörlerden alınan atıksu numunelerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.1., Çizelge 4.2., Çizelge 4.3., Çizelge 4.4., Çizelge 4.5., Çizelge 4.6., Çizelge 4.7., Çizelge 4.8., Çizelge 4.9., Çizelge 4.10., Çizelge 4.11., Çizelge 4.12. ve Çizelge 4.13 olarak aşağıda verilmiş olup, söz konusu tesislere ait bilgiler faaliyet sahiplerinin izni olmaması sebebiyle belirtilememektedir.

Çizelge 4.1. İplik fabrikası atıksuyu analiz sonuçları

Parametreler	Tesisten alınan numune analiz sonuçları	OSB Kanalizasyon Deşarj Standartları
pH	7,6	6,0-10,0
Yağ ve gres (mg/L)	88	250
KOİ (mg/L)	650	4000
AKM (mg/L)	240	500
Sıcaklık (^oC)	33	40

Çizelge 4.2. Bulgur fabrikası atıksuyu analiz sonuçları

Parametreler	Tesisten alınan numune analiz sonuçları	OSB Kanalizasyon Deşarj Standartları
pH	9,6	6,0-10,0
Yağ ve gres (mg/L)	210	250
KOİ (mg/L)	8500	4000
AKM (mg/L)	1250	500
Sıcaklık (^oC)	43	40

Çizelge 4.3. Tekstil fabrikası atıksuyu analiz sonuçları

Parametreler	Tesisten alınan numune analiz sonuçları	OSB Kanalizasyon Deşarj Standartları
pH	7,6	6,0-10,0
Yağ ve gres (mg/L)	67	250
KOİ (mg/L)	850	4000
AKM (mg/L)	620	500
Sıcaklık (^oC)	39	40

Çizelge 4.4. Ana metal sanayi tesisi atıksuyu analiz sonuçları

Parametreler	Tesisten alınan numune analiz sonuçları	OSB Kanalizasyon Deşarj Standartları
pH	7,9	6,0-10,0
Yağ ve gres (mg/L)	66	250
KOİ (mg/L)	780	4000
AKM (mg/L)	330	500
Sıcaklık (^oC)	28	40

Çizelge 4.5. Trafo üretim tesisi atıksuyu analiz sonuçları

Parametreler	Tesisten alınan numune analiz sonuçları	OSB Kanalizasyon Deşarj Standartları
pH	8,1	6,0-10,0
Yağ ve gres (mg/L)	105	250
KOİ (mg/L)	1020	4000
AKM (mg/L)	350	500
Sıcaklık (^oC)	25	40

Çizelge 4.6. Çırçır fabrikası atıksuyu analiz sonuçları

Parametreler	Tesisten alınan numune analiz sonuçları	OSB Kanalizasyon Deşarj Standartları
pH	8,1	6,0-10,0
Yağ ve gres (mg/L)	74	250
KOİ (mg/L)	664	4000
AKM (mg/L)	290	500
Sıcaklık (^oC)	20	40

Çizelge 4.7. Plastik boru üretim tesisi atıksuyu analiz sonuçları

Parametreler	Tesisten alınan numune analiz sonuçları	OSB Kanalizasyon Deşarj Standartları
pH	7,9	6,0-10,0
Yağ ve gres (mg/L)	54	250
KOİ (mg/L)	640	4000
AKM (mg/L)	356	500
Sıcaklık (^oC)	28	40

Çizelge 4.8. Ahşap ürünleri üretim tesisi atıksuyu analiz sonuçları

Parametreler	Tesisten alınan numune analiz sonuçları	OSB Kanalizasyon Deşarj Standartları
pH	8,2	6,0-10,0
Yağ ve gres (mg/L)	45	250
KOİ (mg/L)	680	4000
AKM (mg/L)	245	500
Sıcaklık (^oC)	25	40

Çizelge 4.9. Mermer kesim tesisi atıksuyu analiz sonuçları

Parametreler	Tesisten alınan numune analiz sonuçları	OSB Kanalizasyon Deşarj Standartları
pH	8,9	6,0-10,0
Yağ ve gres (mg/L)	55	250
KOİ (mg/L)	840	4000
AKM (mg/L)	850	500
Sıcaklık (^oC)	28	40

Çizelge 4.10. Süt ve süt ürünleri üretim tesisi atıksuyu analiz sonuçları

Parametreler	Tesisten alınan numune analiz sonuçları	OSB Kanalizasyon Deşarj Standartları
pH	7,5	6,0-10,0
Yağ ve gres (mg/L)	240	250
KOİ (mg/L)	1163	4000
AKM (mg/L)	485	500
Sıcaklık (^oC)	36	40

Çizelge 4.11. Ham yağ üretim tesisi atıksuyu analiz sonuçları

Parametreler	Tesisten alınan numune analiz sonuçları	OSB Kanalizasyon Deşarj Standartları
pH	8,1	6,0-10,0
Yağ ve gres (mg/L)	120	250
KOİ (mg/L)	780	4000
AKM (mg/L)	340	500
Sıcaklık (^oC)	28	40

Çizelge 4.12. Nötr-rafine yağ üretim tesisi atıksuyu analiz sonuçları

Parametreler	Tesisten alınan numune analiz sonuçları	OSB Kanalizasyon Deşarj Standartları
pH	12,8	6,0-10,0
Yağ ve gres (mg/L)	2800	250
KOİ (mg/L)	10600	4000
AKM (mg/L)	980	500
Sıcaklık (^oC)	24	40

Çizelge 4.13. Kemik unu üretim tesisi atıksuyu analiz sonuçları

Parametreler	Tesisten alınan numune analiz sonuçları	OSB Kanalizasyon Deşarj Standartları
pH	8,9	6,0-10,0
Yağ ve gres (mg/L)	325	250
KOİ (mg/L)	6150	4000
AKM (mg/L)	680	500
Sıcaklık (^oC)	44	40

Mevcut atıksu arıtma tesisinden çıkarak alıcı ortama deşarj edilecek atıksuların aşağıda verilen ve SKKY'de belirtilen Karışık Endüstriyel Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartlarını (Küçük ve Büyük Organize Sanayi Bölgeleri ve Sektör Belirlemesi Yapılamayan Diğer Sanayiler) sağlaması zorunludur (Çizelge 4.14.).

Çizelge 4.14. Karışık endüstriyel atıksuların alıcı ortama deşarj standartları (küçük ve büyük organize sanayi bölgeleri ve sektör belirlemesi yapılamayan diğer sanayiler)

Parametre	Birim	Kompozit Numune 2 Saatlik	Kompozit Numune 24 Saatlik
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	400	300
Askıda Katı Madde (AKM)	(mg/L)	200	100
Yağ Ve Gres	(mg/L)	20	10
Toplam Fosfor	(mg/L)	2	1
Toplam Krom	(mg/L)	2	1
Krom (Cr^{+6})	(mg/L)	0,5	0,5
Kurşun (Pb)	(mg/L)	2	1
Toplam Siyanür (CN^{-})	(mg/L)	1	0,5
Kadmiyum (Cd)	(mg/L)	0,1	-
Demir (Fe)	(mg/L)	10	-
Florür (F^{-})	(mg/L)	15	-
Bakır (Cu)	(mg/L)	3	-
Çinko (Zn)	(mg/L)	5	-
Civa (Hg)	(mg/L)	-	0,05
Sülfat (SO_4)	(mg/L)	1500	1500
Toplam Kjeldahl-Azotu (*)	(mg/L)	20	15
Balık Biyodeneyi (ZSF)	-	10	10
pH	-	6-9	6-9
(Ek satır:RG-24/4/2011-27914)			
Renk	(Pt-Co)	280	260

(*) (Ek açıklama:RG-24/4/2011-27914) Atıksularının miktarca %20'sinden fazlası deri sektöründen kaynaklanan Karışık Endüstriler için Tablo 12'de yer alan TKN parametreleri uygulanır.

ŞOSB merkezi atıksu arıtma tesisinin girişinden alınan atıksu numunesine ait bir aylık analiz sonuçları (Çizelge 4.15.) ve alıcı ortama deşarj edilen atıksuya ait bir aylık analiz sonuçları (Çizelge 4.16.) aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.15. Şanlıurfa OSB AAT giriş suyu değerleri

Tarih	Debi (m^3/gün)	pH	^oC	KOİ	AKM	BOİ	TN	NH_4-N	TP	Alk.
01.12.14	2933	10,20	28	3356	2400	825	-	-	-	460
02.12.14	2554	10,18	28	2154	1850	820	-	-	-	414
03.12.14	2956	10,24	29	3245	1125	863	37	-	4,7	393
04.12.14	3642	10,60	29	4005	1354	875	-	-	-	370
05.12.14	3373	11,00	28	2998	2040	896	42,4	27,6	4,9	437
06.12.14	3100	9,80	29	3005	1855	805	-	-	-	446
07.12.14	3727	9,98	28	3215	1808	852	41,6	-	4,8	434
08.12.14	3268	10,03	29	2980	1120	846	-	-	-	448
09.12.14	2850	10,14	28	2560	2006	845	-	-	-	452
10.12.14	3125	10,25	28	2880	1845	832	41	-	5,5	451
11.12.14	3254	10,65	28	3015	2040	812	-	-	-	406
12.12.14	3456	9,98	30	3005	1245	875	40,0	29,0	4,0	443
13.12.14	3244	9,78	29	2850	1265	862	-	-	-	361
14.12.14	3368	9,65	29	2547	1877	849	36,0	-	5,2	394
15.12.14	2985	8,56	28	2006	1440	829	-	-	-	408
16.12.14	2644	8,99	28	2220	1266	805	-	-	-	364
17.12.14	3478	9,04	29	2857	1289	845	32	-	4,1	404
18.12.14	3326	9,25	28	3005	2066	908	-	-	-	347
19.12.14	3908	9,33	28	3254	2154	932	33,7	21,6	3,9	372
20.12.14	3804	9,45	29	3365	2065	901	-	-	-	318
21.12.14	3785	10,30	29	3008	1456	1003	35,3	-	3,9	336
22.12.14	3065	10,40	28	2586	654	785	-	-	-	348
23.12.14	2987	10,20	29	3654	906	796	-	-	-	368
24.12.14	3055	9,80	30	3060	1325	803	28	-	4,2	383
25.12.14	3544	9,78	28	3255	1369	889	-	-	-	346
26.12.14	3205	9,65	29	3330	1987	965	40,8	20,5	3,6	348
27.12.14	3490	10,15	28	2080	1756	954	-	-	-	345
28.12.14	3409	10,35	28	1900	1875	769	-	-	4,3	344
29.12.14	3006	10,00	29	2266	1426	1010	-	-	-	327
30.12.14	2458	10,35	30	2658	1489	998	-	-	-	339

Çizelge 4.16. Şanlıurfa OSB AAT çıkış suyu değerleri

Tarih	pH	KOİ	FKOİ	AKM	BOİ	TN	NH_4-N	NO_3-N	NO_2-N	TP
01.12.14	7,57	215	171	104	33	-	-	-	-	-
02.12.14	7,61	312	268	98	35	-	-	-	-	-
03.12.14	7,59	258	214	93	32	6,7	-	-	-	1,13
04.12.14	7,57	245	201	102	45	-	-	-	-	-
05.12.14	7,51	225	181	113	46	9,5	0,4	7,5	0,1	1,32
06.12.14	7,51	316	272	125	48	-	-	-	-	-
07.12.14	7,50	313	269	165	65	8,3	-	-	-	1,24
08.12.14	7,56	319	275	145	67	-	-	-	-	-
09.12.14	7,61	316	272	111	98	-	-	-	-	-
10.12.14	7,66	222	178	105	66	5,2	-	-	-	1,60
11.12.14	7,62	302	258	114	68	-	-	-	-	-
12.12.14	8,00	315	271	156	90	6,0	0,0	5,0	0,0	1,50
13.12.14	8,00	325	281	146	75	-	-	-	-	-
14.12.14	7,48	315	271	187	80	9,2	-	-	-	1,87
15.12.14	7,68	314	270	186	85	-	-	-	-	-
16.12.14	7,71	305	261	165	65	-	-	-	-	-
17.12.14	7,60	258	214	145	63	9,3	-	-	-	1,2
18.12.14	7,64	256	212	123	42	-	-	-	-	-
19.12.14	7,92	298	254	106	55	10,0	0,1	8,9	0,1	1,33
20.12.14	7,66	290	246	99	46	-	-	-	-	-
21.12.14	7,78	202	158	96	48	7,0	-	-	-	1,24
22.12.14	7,76	304	260	108	52	-	-	-	-	-
23.12.14	7,79	365	321	113	53	-	-	-	-	-
24.12.14	7,73	365	321	107	60	6,9	-	-	-	1,09
25.12.14	7,66	333	289	103	45	-	-	-	-	-
26.12.14	7,86	325	281	165	69	8,4	0,1	7,5	0,1	1,44
27.12.14	7,89	258	214	145	77	-	-	-	-	-
28.12.14	7,93	248	204	125	65	-	-	-	0,1	-
29.12.14	7,67	249	205	146	76	-	-	-	-	-
30.12.14	7,56	265	221	152	88	-	-	-	-	-

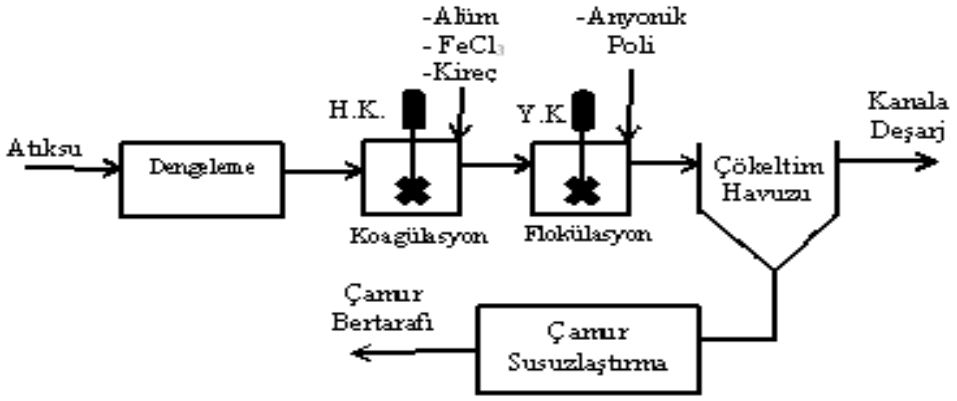
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

ŞOSB'de bulunan belirli tesislerden bu tez çalışması kapsamında alınan atıksu numunelerinin analiz sonuçlarına göre, bu tesislerin OSB kabul standartlarını sağlayıp sağlamadıkları değerlendirilmiş ve sınır değerleri aşması sebebiyle ön arıtma yapması gereken sektörler belirlenerek bu sektörler için arıtma önerileri aşağıda belirtilmiştir.

Şanlıurfa OSB kanalizasyonuna deşarj sınır değerleri pH 6,0-10,0, yağ ve gres 250 mg/L, KOİ 4000 mg/L, AKM 500 mg/L ve sıcaklık 40 ^{0}C'dir.

İplik fabrikasından alınan atıksuyun analiz sonucuna göre pH 7,6, yağ ve gres 88 mg/L, KOİ 650 mg/L, AKM 240 mg/L, sıcaklık 33 ^{0}C tespit edilmiş olup, tesis atıksuları bu haliyle ŞOSB kabul standartlarını sağlanmaktadır. Bu sebeple bu tesisin atıksularını ön arıtma yapmadan kanalizasyona bağlayabileceği tespit edilmiştir.

Bulgur fabrikasından alınan atıksuyun analiz sonucuna göre pH 9,6, yağ ve gres 210 mg/L, KOİ 8500 mg/L, AKM 1250 mg/L ve sıcaklık 43 ^{0}C tespit edilmiştir. Bu tesiste KOİ, AKM ve sıcaklık parametrelerinin ŞOSB kabul standartlarının üzerinde olduğu tespit edilmiş olup, söz konusu tesisin atıksuyunu ön arıtma ile ŞOSB kabul standardı değerlerine getirdikten sonra kanalizasyona vermesi gerekmektedir. Bunun içinde söz konusu tesis atıksuları için biyolojik arıtma ile veya Şekil 5.1.'de belirtildiği şekildeki kimyasal arıtma ile kanalizasyon kabul standartları sağlanabilecektir.



Şekil 5.1. Bulgur fabrikası atıksuyu için kimyasal arıtım önerisi

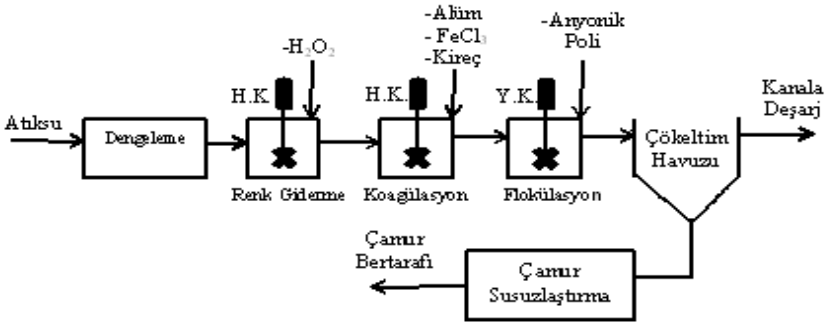
Bulgur fabrikası atıksuyunun kimyasal arıtımı için öncelikle atıksu karakteristiğindeki değişiklikleri minimize ederek diğer arıtım kademelerinde optimum şartları sağlamak amacıyla dengeleme ünitesi yapılmalıdır. Bu tankın boyutu ve tipi atık suyun miktarı ve değişimi ile belirlenecektir. Dengeleme havuzundan çıkan su, sırasıyla koagülasyon, flokülasyon ve ön çöktürme tanklarına gönderilecektir. Dengeleme ünitesinden sonra koagülasyon ünitesine gelen atıksuyun içine tanecik boyutu küçük olan ve bu nedenle kendiliğinden çökemeyen katı partiküllerin birbirine bağlanarak tane boyutunun artırılması ve sonuç olarak çökeltilerek atıksudan ayrılması amacıyla koagülant kimyasalları ilave edilir. Bunlara örnek olarak alüminyum sülfat, demir III klorür, demir sülfat, kireç verilebilir. Koagülasyonda kompleks reaksiyonlar söz konusu olduğundan optimum pH dozu ve koagülant dozajını tespit etmek için laboratuvar çalışmaları yapılmalıdır. Bu kimyasal maddelerin görevi taneciklerin etrafındaki elektrik yüklerini dengelemek ve bunun sonucu olarakta taneciklerin boyutunu büyütmektir. Koagülasyon (hızlı karıştırma) ünitesinde alüminyum sülfat, demir sülfat, demir III klorür vb. kimyasalların hızlı karıştırıcı mikser vasıtası ile yüksek devirde uygun bir bekleme süresince atıksu ile karıştırılması ile oluşturulan küçük floklar, uygun pH seviyesine bazik veya asidik kimyasallar ile getirilerek hazırlanan atıksu, flokülasyon (yavaş karıştırma) ünitesine alınır. Koagülantlar ile yoğunluğu artırılmış floklar, flokülasyon ünitesinde polimer yapılı anyonik polielektrolit kimyasalı ile düşük devirli yavaş karıştırıcılar ile karıştırılarak daha öncesinde oluşmuş flokların elektrik yükleri arasında iyon değişimi esası ile birbirine yapıştırılması sağlanarak atıksuyun

çöktürme tankına alınması temin edilir. Flokülant ve koagülantlar ile şartlandırılmış atıksu çöktürme ünitesinde belirli bir süre bekletilerek oluşan çamurun çöktürme tankının tabanından alınması ve arıtılmış suyun çöktürme tankı üst yüzeyinden kanala deşarjı gerçekleştirilir. Çöktürme tankı tabanından alınan çamur yoğunlaştırma işlemine tabi tutulduktan sonra filtre pres, belt pres veya çamur kurutma yataklarına verilerek susuzlaştırılabilecektir.

Kimyasal arıtma işlemiyle arıtılmış su elde ederken toplam askıda katı maddede %80-90, $BOİ_5$ parametresinde %40-70, KOİ parametresinde %30-60 giderim sağlanabilmektedir. Bu tesiste uygulanacak kimyasal arıtım ile 8500 mg/L olan KOİ değeri, %55 verim elde edileceği öngörüsüyle 3800 mg/L değerlerine, 1250 mg/L AKM değeri ise, %85 verim elde edileceği öngörüsüyle 190 mg/L değerlerine çekilebilecektir.

Bulgur fabrikası atıksuyunun ŞOSB kanalizasyon deşarj standartlarını sağlamak üzere kimyasal arıtma dışında biyolojik arıtma yöntemi ile de arıtımı mümkün olabilecektir. Biyolojik arıtım yöntemlerinden hangisinin kullanımının uygun olacağı söz konusu tesisin atıksu debisine, kirlilik yüküne, arıtma tesisi kurulumu için yeterli alanı bulunup bulunmadığına ve ayrıca labaratuvarda yapılacak çalışmalara göre karar verlebilecektir.

Tekstil fabrikasından alınan atıksuyun analiz sonucuna göre pH 7,6, yağ ve gres 67 mg/L, KOİ 850 mg/L, AKM 620 mg/L ve sıcaklık 39 0C tespit edilmiştir. Bu tesiste AKM parametresinin ŞOSB kabul standartlarının üzerinde olduğu tespit edilmiş olup, söz konusu tesisin atıksuyunu ön arıtma ile ŞOSB kabul standardı değerlerine getirdikten sonra kanalizasyona vermesi gerekmektedir. Bunun içinde söz konusu tesis atıksuları için çökeltim havuzu ile veya Şekil 5.2.'de belirtildiği şekildeki kimyasal arıtma ile AKM giderimi sağlanabilecektir. Bu tesisten alınan numunede renk parametresinin analizi yapılmamıştır. Ancak renk parametresinin ŞOSB Müdürlüğünün alıcı ortam deşarj sınır değerini sağlamada zorlanmaması adına kimyasal arıtım uygulanabilecektir.



Şekil 5.2. Tekstil fabrikası atıksuyu için kimyasal arıtım önerisi

Tekstil fabrikası atıksuyunun kimyasal arıtımı için bulgur fabrikasında olduğu gibi öncelikle atıksu karakterindeki dalgalanmaları kontrol ederek veya en aza indirerek daha sonraki arıtım prosesleri için optimum şartları sağlamak amacıyla dengeleme ünitesi kullanılmalıdır. Sonrasında ise renk giderimi için hidrojen peroksit (H_2O_2) kullanımı ve daha sonrasında ise atık su karakteristiğine uygun olarak genellikle alüminyum sülfat, demir sülfat, demir III klorür, kireç gibi kimyasallar kullanılarak atıksudaki askıdaki katı maddelerin pıhtılaşması işleminin gerçekleşeceği koagülasyon ünitesi, devamında ise anyonik polielektrolit kullanılarak koagülasyon ünitesinde oluşan pıhtıları suda çökebilecek büyüklükte flok oluşturulması işlemi için flokülasyon ünitesine ihtiyaç duyulacaktır. Tekstil endüstrisinde kullanılan boyaların birçoğu negatif yüklü olduğundan, daha iyi renk giderimi sağlamaları bakımından katyonik polimerler de tercih edilebilir. Çökeltme havuzu ile kimyasal maddeler yardımıyla çökebilir forma gelen flokların çöktürülerek sudan uzaklaştırılması sağlanmış olacaktır. Çöktürme sonucunda oluşan çamur ise tank tabanından alınarak filtre pres, belt pres veya çamur kurutma yataklarına verilerek susuzlaştırılabilecektir. Renk giderme işleminin çökeltim havuzundan sonra değilde önce yapılmasının sebepleri arasında renk giderimi için kullanılacak hidrojen peroksitin organik boyaları parçalayacak olması ve renk giderme işlemi sonrasında da bir miktar çamur oluşacak olması ve bu oluşan çamurun kanala deşarj edilecek atıksuda bulanıklığa sebep olacak olması sebebiyle oluşan çamurun uzaklaştırılma probleminin ortaya çıkacak olmasıdır. Bu tesiste uygulanacak kimyasal arıtım ile 620 mg/L AKM değeri ise, %85 verim elde edileceği öngörüsüyle 100 mg/L değerlerine çekilebilecektir.

Ana metal sanayinden alınan atıksuyun analiz sonucuna göre pH 7,9, yağ ve gres 66 mg/L, KOİ 780 mg/L, AKM 330 mg/L ve sıcaklık 28 ^{0}C ve de trafo üretim tesisinden alınan atıksuyun analiz sonucuna göre pH 8,1, yağ ve gres 105 mg/L, KOİ 1020 mg/L, AKM 350 mg/L ve sıcaklık 25 ^{0}C olduğu tespit edilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre hem ana metal sanayi tesisinin, hemde trafo üretim tesisinin atıksularının ŞOSB kabul standartlarını sağlıyor olması sebebiyle bu tesislerin atıksularını ön arıtma yapmadan kanalizasyona bağlayabileceği tespit edilmiştir.

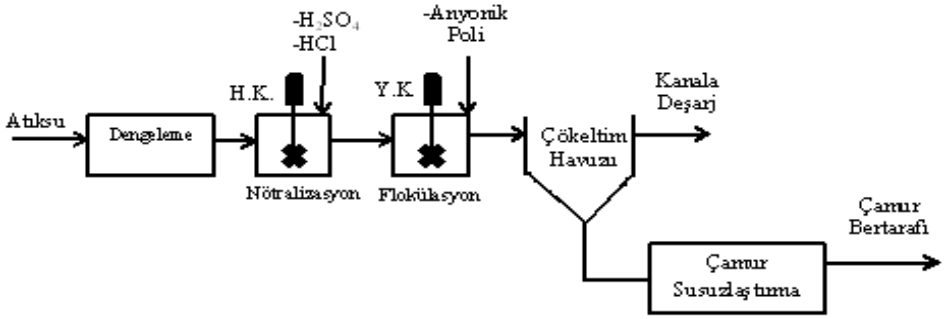
Çırçır fabrikasından alınan atıksuyun analiz sonucuna göre pH 8,1, yağ ve gres 74 mg/L, KOİ 664 mg/L, AKM 290 mg/L ve sıcaklık 20^{0}C olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu tesis atıksularının bu analiz sonucuna göre ŞOSB kabul standartlarını sağlıyor olması sebebiyle anılan tesis atıksularını ön arıtma yapmadan kanalizasyona bağlayabilecektir.

Plastik boru üretim tesisinden alınan atıksuyun analiz sonucuna göre pH 7,9, yağ ve gres 54 mg/L, KOİ 640 mg/L, AKM 356 mg/L ve sıcaklık 28 ^{0}C olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu tesis atıksularının bu analiz sonucuna göre ŞOSB kabul standartlarını sağlıyor olması sebebiyle anılan tesis atıksularını ön arıtma yapmadan kanalizasyona bağlayabilecektir.

Ahşap ürünleri üretim tesisinden alınan atıksuyun analiz sonucuna göre pH 8,2, yağ ve gres 45 mg/L, KOİ 680 mg/L, AKM 245 mg/L ve sıcaklık 25 ^{0}C olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu tesis atıksularının bu analiz sonucuna göre ŞOSB kabul standartlarını sağlıyor olması sebebiyle anılan tesis atıksularını ön arıtma yapmadan kanalizasyona bağlayabilecektir.

Mermer kesim tesisinden alınan atıksuyun analiz sonucuna göre pH 8,9, yağ ve gres 55 mg/L, KOİ 840 mg/L, AKM 850 mg/L ve sıcaklık 28 ^{0}C tespit edilmiştir. Bu tesiste AKM parametresinin ŞOSB kabul standartlarının üzerinde olduğu tespit edilmiş olup, söz konusu tesisin atıksuyunu ön arıtma ile ŞOSB kabul standardı değerlerine getirdikten sonra kanalizasyona vermesi gerekmektedir. Bunun içinde söz konusu tesis atıksuları için çökeltim havuzu ile veya Şekil 5.3.'de belirtildiği şekildeki kimyasal arıtma ile AKM giderimi sağlanabilecektir. Öncelikli olarak

çökeltim havuzu ile sınır değerlerin sağlanıp sağlanamadığının jar testi ile belirlenmesi gerekecektir. Sadece çökeltim havuzu ile istenilen giderimin sağlanamadığının tespiti halinde ise bu atıksu için kimyasal arıtım uygulanması uygun olacaktır.



Şekil 5.3. Mermer fabrikası atıksuyu için kimyasal arıtım önerisi

Mermer fabrikası atıksuyunun kimyasal arıtımı için dengeleme ünitesi sonrasında pH ayarı için sülfürik asit (H_2SO_4) veya hidroklorik asit (HCl) kullanımı gerekli olup, bu tanktan çıkan atıksu için kullanılacak olan anyonik polielektrolit ile suda çökebilecek büyüklükte flok oluşturulması işlemi için flokülasyon ünitesine ihtiyaç duyulacaktır. Sonrasında ise çökeltme havuzu ile kimyasal maddeler yardımıyla çökebilir forma gelen flokların çöktürülerek sudan uzaklaştırılması sağlanmış olacaktır. Çöktürme sonucunda oluşan çamur ise tank tabanından alınarak filtre pres, belt pres veya çamur kurutma yataklarına verilerek susuzlaştırılabilecektir.

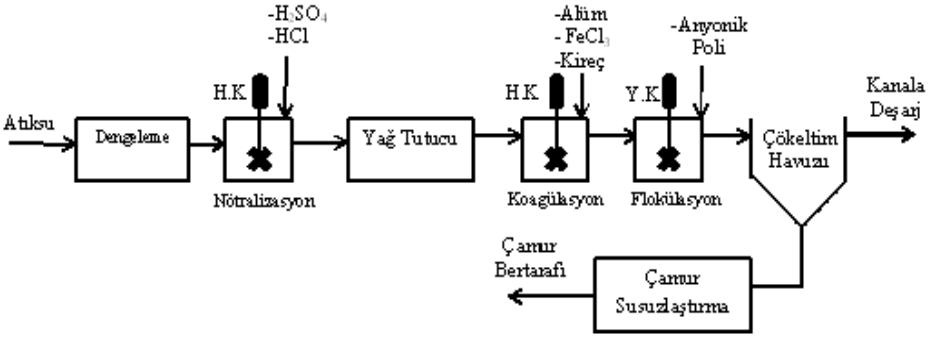
Bu tesiste uygulanacak kimyasal arıtım ile 850 mg/L olan AKM değeri ise, %85 verim elde edileceği öngörüsüyle yaklaşık 130 mg/L değerlerine çekilebilecektir.

Süt ve süt ürünleri üretim tesisinde oluşan atıksu için mevcut olan ön arıtma çıkışından, kanala deşarj noktasından alınmış olan atıksuyun analiz sonucuna göre pH 7,5, yağ ve gres 240 mg/L, KOİ 1163 mg/L, AKM 485 mg/L olduğu tespit edilmiştir. Bu tesiste oluşan ham atıksuyun analiz sonucunun ise pH 10,16, yağ ve gres 380 mg/L, KOİ 2486 mg/L, AKM 1076 mg/L olması sebebiyle işletmeci tarafından atıksuların ŞOSB kabul standartlarının sağlaması amacıyla ön arıtma tesisi

faaliyete alınmıştır. Bu tesiste mevcut olan ön arıtma tesisi; fizikokimyasl arıtma (kaba ızgara, dengeleme havuzu, statik elek, nötralizasyon), hava ile yüzdürme (DAF) ünitesi, kimyasal dojaz ünitesi (asit dojaz ünitesi, koagülasyon dojaz ünitesi), çamur susuzlaştırma ünitelerinden oluşmaktadır. Söz konusu arıtma tesisinde arıtılan atıksuların analiz sonucuna göre ŞOSB kabul standartlarını sağlıyor olması sebebiyle anılan tesis atıksularını kanalizasyona verebilmektedir.

Ham yağ üretim tesisinden alınan atıksuyun analiz sonucuna göre pH 8,1, yağ ve gres 120 mg/L, KOİ 780 mg/L, AKM 340 mg/L ve sıcaklık 28 ^{0}C olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu tesis atıksularının bu analiz sonucuna göre ŞOSB kabul standartlarını sağlıyor olması sebebiyle anılan tesis atıksularını ön arıtma yapmadan kanalizasyona bağlayabilecektir.

Nötr- rafine yağ üretim tesisinden alınan atıksuyun analiz sonucuna göre pH 12,8, yağ ve gres 2800 mg/L, KOİ 10600 mg/L, AKM 980 mg/L ve sıcaklık 23 ^{0}C tespit edilmiştir. Bu tesiste pH, yağ ve gres, KOİ ve AKM parametrelerinin ŞOSB kabul standartlarının üzerinde olduğu tespit edilmiş olup, söz konusu tesisin atıksuyunu ön arıtma ile ŞOSB kabul standardı değerlerine getirdikten sonra kanalizasyona vermesi gerekmektedir. Bunun içinde söz konusu tesis atıksuları için biyolojik arıtım veya Şekil 5.4.'de belirtildiği şekildeki kimyasal arıtma uygulanabilecektir.



Şekil 5.4. Nötr-rafine yağ üretim tesisi atıksuyu için kimyasal arıtım önerisi

Nötr-rafine yağ üretim tesisi atıksuyunun kimyasal arıtımı için öncelikle atıksu karakterindeki dalgalanmaları kontrol etmek amacıyla dengeleme ünitesi, sonrasında ise pH ayarı için sülfürik asit (H_2SO_4) veya hidroklorik asit (HCl) kullanımının

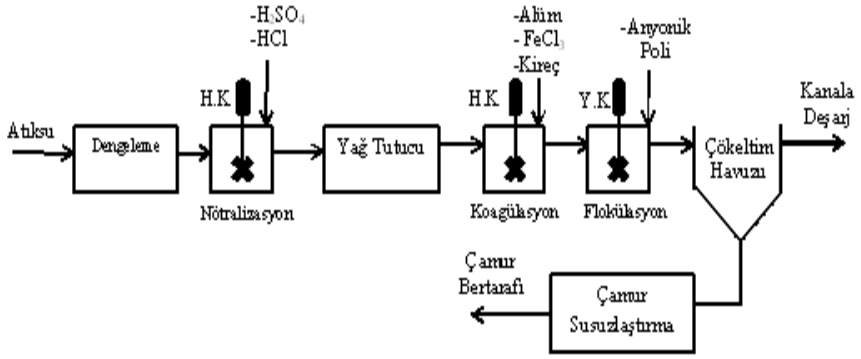
yapıldığı nötralizasyon ünitesi gerekli olacaktır. Atıksuda bulunan yağın herhangi bir ayrıştırma işlemine tabi tutulmadan atıksu tesisatına gönderilmesi halinde, işletmedeki atıksu tesisatından başlayarak, atıksu arıtma tesisine kadar olan bütün tesisatın tıkanması kaçınılmaz bir sonuç olacağı gibi ayrıca, arıtma tesisinin de çalışması olumsuz etkilenerek işletme maliyetide artacaktır. Bu nedenle yağın atıksudan ayrıştırılması önemlidir. Bu amaçla basit havalandırma yapılarak, hafif taneciklerin ve yağ damlacıklarının yüzmesi sağlanarak yağ tutucu ünitesiyle yağ giderimi sağlanmaya çalışılır. Yağ tutucudan sonra koagülasyon ünitesinde hızlı karışımla alüminyum sülfat, demir III klorür, demir sülfat, kireç gibi kimyasallarla atıksuda kendiliğinden çökemeyen katı partiküllerin birbirine bağlanarak tane boyutunun artırılmasının sağlandığı ünite sonrasında ise atıksu anyonik polielektrolit kimyasalı ile düşük devirli yavaş karıştırmanın yapıldığı flokülasyon ünitesine alınır. Flokülant ve koagülantlar ile şartlandırılmış atıksu çöktürme ünitesinde belirli bir süre bekletilerek oluşan çamurun çöktürme tankının tabanından alınması ve arıtılmış suyun çöktürme tankı üst yüzeyinden kanalizasyona verilmesi ile gerçekleştirilir. Çöktürme tankı tabanından alınan çamur yoğunlaştırma işlemine tabi tutulduktan sonra filtre pres, belt pres veya çamur kurutma yataklarına verilerek susuzlaştırılabilecektir.

Yağ ve gres ile KOİ arasında çok büyük bir ilişki vardır. Yağ tamamen organik madde ve yağ/KOİ : 1/5 olarak kabul edilmektedir. Bu tesiste de yağın uzaklaştırılması ve sonrasında da kimyasal arıtma uygulanması ile KOİ ve ayrıca AKM'de istenilen değerlere getirilmiş olacaktır.

Nötr-rafine yağ üretim tesisinde kimyasal arıtım dışında pH ayarının yapıldığı nötralizasyon ünitesinden sonra yine havalandırmalı yağ tutucu kurulumu vasıtasıyla yağ giderimi sağlanmaya çalışılıp sonrasında ise biyolojik artım uygulanabilecektir. Biyolojik arıtım yöntemlerinden hangisinin daha etkin olduğu labaratuvar çalışmaları sonucunda kesinlik kazanacaktır.

Kemik unu üretim tesisinden alınan atıksuyun analiz sonucuna göre pH 8,9, yağ ve gres 325 mg/L, KOİ 6150 mg/L, AKM 680 mg/L ve sıcaklık 44 ^{0}C tespit edilmiştir. Bu tesiste yağ ve gres, KOİ, AKM ve sıcaklık parametrelerinin OSB kabul

standartlarının üzerinde olduğu tespit edilmiş olup, söz konusu tesisin atıksuyunu ön arıtma ile ŞOSB kabul standardı değerlerine getirdikten sonra kanalizasyona vermesi gerekmektedir. Bunun içinde söz konusu tesis atıksuları için Şekil 5.5.'de belirtildiği şekildeki kimyasal arıtım uygulanabilecektir.



Şekil 5.5. Kemik unu üretim tesisi atıksuyu için kimyasal arıtım önerisi

Kemik unu üretim tesisi atıksuyunun kimyasal arıtımı için öncelikle atıksu karakterindeki dalgalanmaları kontrol etmek amacıyla dengeleme ünitesi, sonrasında ise pH ayarı (asitlendirmeyle serbest yağ asitlerini açığa çıkartmak) için sülfürik asit (H_2SO_4) veya hidroklorik asit (HCl) kullanımının yapıldığı nötralizasyon ünitesi gerekli olacaktır.

Atıksuda bulunan yağın herhangi bir ayrıştırma işlemine tabi tutulmadan atıksu tesisatına gönderilmesi halinde, işletmedeki atıksu tesisatından başlayarak, atıksu arıtma tesisine kadar olan bütün tesisatın tıkanması kaçınılmaz bir sonuç olacağı gibi ayrıca, arıtma tesisininde çalışması olumsuz etkilenerek işletme maliyetide artacaktır. Bu neden yağın atıksudan ayrıştırılması önemlidir. Bu amaçla basit havalandırma yapılarak, hafif taneciklerin ve yağ damlacıklarının yüzmesi sağlanarak yağ tutucu ünitesiyle yağ giderimi sağlanmaya çalışılır. Yağ tutucudan sonra koagülasyon ünitesinde hızlı karışımla alüminyum sülfat, demir III klorür, demir sülfat, kireç gibi kimyasallarla atıksuda kendiliğinden çökemeyen katı partiküllerin birbirine bağlanarak tane boyutunun artırılasının sağlandığı ünite sonrasında ise atıksu polielektrolit kimyasalı ile düşük devirli yavaş karıştırmanın yapıldığı flokülasyon ünitesine alınır. Flokülant ve koagülantlar ile şartlandırılmış atıksu çöktürme ünitesinde belirli bir süre bekletilerek oluşan çamurun çöktürme tankının tabanından alınması ve arıtılmış suyun çöktürme tankı üst yüzeyinden kanalizasyona verilmesi

ile gerçekleştirilir. Çöktürme tankı tabanından alınan çamur yoğunlaştırma işlemine tabi tutulduktan sonra filtre pres, belt pres veya çamur kurutma yataklarına verilerek susuzlaştırılabilecektir.

Yağ/KOİ : 1/5 olarak kabul edilmektedir. Bu tesistede yukarıda belirtilen arıtma prosesinin gerçekleştirimesi ile yağın uzaklaştırılması ve sonrasında da kimyasal arıtma uygulanması ile KOİ ve ayrıca AKM'de istenilen değerlere getirilmiş olacaktır.

Daha öncede değinildiği üzere, koagülasyonda kompleks reaksiyonlar söz konusu olduğundan optimum pH dozu, kullanılacak koagülant maddesi ve dozajının tespit edilmesi için laboratuvar çalışmaları yapılmalıdır.

Bu tesistede kimyasal arıtım dışında pH ayarının yapıldığı nötralizasyon ünitesinden sonra yine havalandırmalı yağ tutucu kurulumu vasıtasıyla yağ giderimi sağlanmaya çalışılıp sonrasında ise biyolojik artım uygulanabilecektir. Biyolojik arıtım yöntemlerinin hangisinin daha etkin olduğu labaratuvar çalışmaları sonucunda kesinlik kazanacaktır.

Şanlıurfa Organize Sanayi Bölgesinde bulunan her kuruluşun ayrı bir ön arıtma yapması sanayici için büyük maliyet gerektirmektedir. Bunun için tedbirler alınmalıdır. Örneğin; üretim durumları aynı veya uyumlu olan kuruluşlar, tek tek ön arıtma tesisi yapmak yerine ortak arıtma tesisi yapabilirler. Bunun için bu kuruluşlar birbirlerine yakın alanda kurularak altyapı tesisleri düzenli olmalıdır. Şanlıurfa Organize Sanayi Bölgelesinde aynı veya benzer üretim yapan sanayilerin belli bir alanda kurulmaları gerekmekle birlikte tüm altyapı sistemlerinin gelecek dönemlere ayak uydurabilecek şekliyle inşa edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

ALP, K., 2009. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Ders Notları. İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul. https://xzenon34.files.wordpress.com/2012/03/6cakmakci_ipek_ozkaya_ders_notu.pdf, Erişim tarihi: 11.11.2015.

AZMAN, H. E., 2005. Evsel Atıksuların Arıtılmasında Arıtma Verimi–Enerji İlişkisinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 87s.

Çevre Kanunu, 1983. Resmi Gazete, Sayı: 18132.

EROĞLU, V., 2002. Atıksuların Tasfiyesi. Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 230s.

EROĞLU, V., 2008. Su Tasfiyesi. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayını, Ankara, 440s.

GÖNÜLLÜ, T., 2004. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü. Birsen Yayınevi, İstanbul, 466s.

JERN, N. W., 2006. Industrial wastewater treatment. Imperial College Press. https://xzenon34.files.wordpress.com/2012/03/6cakmakci_ipek_ozkaya_ders_notu.pdf, Erişim tarihi: 11.11.2015.

KOYUNCU, İ., ÖZTÜRK, İ., AYDIN, A.F., ALP, K., ARIKAN, O.A., İNSEL, G. H., ve ALTINBAŞ M., 2012. Atıksu Arıtma Tesisleri Tasarım Rehberi.Orman ve Su İşleri Bakanlığı Yayını, Ankara, 537s.

OSB Kanunu, 2000. Organize Sanayi Bölgeleri Kanunu. Resmi Gazete, Sayı:24021.

Organize Sanayi Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği, 2009. Resmi Gazete, Sayı:27327.

ÖZTÜRK, İ., TİMUR, H., ve KOŞKAN, U., 2005. Atıksu Arıtımının Esasları, Evsel, Endüstriyel Atıksu Arıtımı ve Arıtma Çamurlarının Kontrolü. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayını, Ankara, 459s.

SARI, İ., 2005. Kahramanmaraş (Merkez) Evsel ve Endüstriyel Atıksularının Toplanıp Uygun Bir Arıtma Yöntemi Seçilerek Arıtılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 123s.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004 . Resmi Gazete, Sayı: 25687.

TORÖZ, İ., MERİÇ, S., TALINLI, İ. ve SARIKAYA, H.Z., 1994. Bursa Organize Sanayi Bölgesinde Kirlenme Profili. İTÜ 4. Endüstriyel Kirlenme Profili Sempozyumu, 26-28 Eylül, İstanbul, s.29-41.

TÜNAY, O., 1996. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü. İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul,https://xzenon34.files.wordpress.com/2012/03/6cakmakci_ipek_ozkaya_ders_notu.pdf, Erişim tarihi: 11.11.2015.

YETİLMEZSOY, K., ÇAKMAKCI, M., ÖZKAYA, B. ve DEMİR, S., 2013. Su Arıtma Tesislerinin Tasarım ve İşletme Esasları. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, 541s.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Gülhan ALBAYOĞLU

Uyruğu :T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi: Çaycuma /1978

Telefon :0537 766 72 25

e-mail :gulhanalbayoglu@hotmail.com,
gulhan.albayoglu@csb.gov.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Perşembe Lisesi, Çaycuma, Zonguldak	1994
Üniversite	: Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği, İzmit, Kocaeli	2000
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi FEN Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Merkez, Şanlıurfa	2016

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2006-2011	Mülga İl Çevre ve Orman Müdürlüğü/Ş.Urfa	Çevre Mühendisi
2011-…..	Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü/Şanlıurfa	Çevre Mühendisi

UZMANLIK ALANI

Çevre Mühendisliği alanında; Çevre Denetimi, ÇED, Atıksu konuları.

YABANCI DİL

İngilizce