

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ENDÜSTRİYEL ATIKSU ARITMA TESİSİ ÜNİTE BOYUTLARININ
İNCELENMESİ: TRABZON/ARSİN ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Deniz FETTAHOĞLU

AĞUSTOS 2013

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ENDÜSTRİYEL ATIKSU ARITMA TESİSİ ÜNİTE BOYUTLARININ
İNCELENMESİ: TRABZON/ARSİN ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ÖRNEĞİ

İnş. Müh. Deniz FETTAHOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“İNŞAAT YÜKSEK MÜHENDİSİ”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28.06.2013
Tezin Savunma Tarihi : 15.08.2013

Tez Danışmanı :Yrd. Doç. Dr. OsmanÜÇÜNCÜ

Trabzon 2013

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında
Deniz FETTAHOĞLU tarafından hazırlanan

ENDÜSTRİYEL ATIKSU ARITMA TESİSİ ÜNİTE BOYUTLARININ
İNCELENMESİ: TRABZON/ARSİN ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ÖRNEĞİ

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 16.07.2013 gün ve 1514 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda

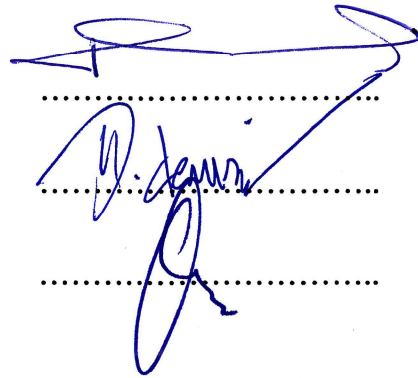
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Basri ERTAŞ

Üye : Prof. Dr. Öner DEMİREL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ



Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

"Organize Sanayi Bölgesi Atıksuları ve Atıksu Arıtma Tesisi" konusunu içeren bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu tez çalışmasında, Arsin Organize Sanayi Bölgesi atıksu arıtma tesisi ve bölgede bulunan Hürriyet A.Ş. arıtma tesisi projeleri incelenmiş olup, projelendirmeye esas teşkil edecek parametreler ve boyutlandırmanın nasıl yapıldığı incelenmiş, boyut değerlerinin literatür değerleriyle karşılaştırması yapılmıştır. Bu açıdan bakıldığında 900 m³/gün'lük su tüketim değerine sahip, oluşan atıksuyunu denize deşarj eden bu bölge için arıtma tesisi, ekonomik olarak bölge için artı değer taşımamasının yanında projelendirdiği arıtma tesisini tam olarak hayata geçirmesi açısından da bölge için artı değer taşımaması kaçınılmaz olmaktadır.

Değerli hocam, danışmanım, Sayın Yrd.Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ, tez çalışmasının gerçekleştirilmesi için gerekli ortamı hazırlamış, çalışmanın sonuca ulaştırılmasında ve karşılaşılan güçlüklerin aşılmasında yol gösterici olmuştur. Kendisine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim hayatım boyunca bana emeği geçen, beni bilgilendiren ve yönlendiren bütün hocalarımı saygıyla anar, kendilerine ömür boyu minnettar olduğumu belirtmek isterim.

Hayatım boyunca, benden desteklerini hiç esirgemeyen babama, anneme, kardeşlerime ve arkadaşlarıma teşekkür eder, bu çalışmanın, yeni çalışmalara ışık tutmasını ve ülkemize faydalı olmasını temenni ederim.

Deniz FETTAHOĞLU
Trabzon 2013

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi Ünite Boyutlarının İncelenmesi: Trabzon/ Arsin Organize Sanayi Bölgesi Örneği" başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ'nün sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdığimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 28/06/2013

Deniz FETTAHOĞLU

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa No</u> |
|--|------------------------|
| ÖNSÖZ | III |
| TEZ BEYANNAMESİ..... | IV |
| İÇİNDEKİLER..... | V |
| ÖZET | IX |
| SUMMARY | X |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | XII |
| TABLolar DİZİNİ..... | XIII |
| SEMBOLLER DİZİNİ | XV |
| 1. GENEL BİLGİLER..... | 1 |
| 1.1. Giriş | 1 |
| 1.2. OSB'lerin Tarihçesi | 2 |
| 1.3. Türkiye'deki OSB'lerin Durumu..... | 2 |
| 1.3.1. Türkiye'deki OSB'lerin Gelişimi | 2 |
| 1.4. OSB'lerin Bölgelere Dağılımı | 4 |
| 1.5 OSB'lerin Sektörel Dağılımı | 6 |
| 1.5.1. Marmara Bölgesi | 7 |
| 1.5.2. Ege Bölgesi..... | 7 |
| 1.5.3. Akdeniz Bölgesi..... | 8 |
| 1.5.4. İç Anadolu Bölgesi | 8 |
| 1.5.5. Karadeniz Bölgesi..... | 9 |
| 1.5.6. Doğu Anadolu Bölgesi | 9 |
| 1.5.7. Güney Doğu Anadolu Bölgesi..... | 10 |
| 1.6. OSB'lerin Fiziki Durumu | 10 |
| 1.7. OSB'lerin Amaç ve Hedefleri | 11 |
| 1.8. Trabzon OSB Hakkında..... | 11 |
| 1.8.1. Beşikdüzü OSB..... | 11 |
| 1.8.2. Vakfıkebir OSB | 12 |
| 1.8.3. Akçaabat OSB | 12 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 1.8.4. | Arsin OSB..... | 12 |
| 1.9. | Su Tüketimi | 13 |
| 1.10. | Atıksu Oluşumu..... | 16 |
| 1.11. | Türkiye’deki Sektörel Su ve Atıksu İstatistikleri | 19 |
| 1.12. | Türkiye’deki İmalat Sanayi Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri | 20 |
| 1.13. | Türkiye’deki Organize Sanayi Bölgeleri Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri | 23 |
| 1.14. | Atıksular | 24 |
| 1.15. | Atıksu Karakterizasyonunda Başlıca Parametreler | 24 |
| 1.15.1. | Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)..... | 24 |
| 1.15.2. | Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)..... | 25 |
| 1.15.3. | Toplam Organik Karbon (TOK)..... | 25 |
| 1.15.4. | Toplam Oksijen İhtiyacı (TOİ)..... | 25 |
| 1.15.5. | Azot-Fosfor..... | 25 |
| 1.15.6. | Evsel Atıksular..... | 26 |
| 1.15.7. | Endüstriyel Atıksular | 28 |
| 1.15.7.1. | Fiziksel Parametreler | 29 |
| 1.15.7.2. | Kimyasal Parametreler..... | 29 |
| 1.15.7.3. | Biyolojik Parametreler..... | 29 |
| 1.16. | Bazı Endüstriyel Kirleticilerin Yapıları..... | 30 |
| 1.17. | Daha Önce Yapılan Çalışmalar | 31 |
| 1.18. | Çalışmanın Amacı ve Kapsamı | 35 |
| 2. | AOSBAAT Tanıtımı..... | 36 |
| 2.1. | AOSB Arıtma Tesisine Gelen Debi..... | 37 |
| 2.2. | Hürriyet Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş. Tanıtımı..... | 37 |
| 2.3. | Gazete Basım Aşamaları..... | 38 |
| 2.3.1. | Baskı Öncesi (Prepress)..... | 39 |
| 2.3.2. | Baskı (Press-Printing)..... | 39 |
| 2.3.3. | Baskı Sonrası (Paketleme)..... | 39 |
| 2.4. | Hürriyet A.Ş. Paket Arıtma Tesisi Tanıtımı | 39 |
| 2.5. | Proses Kaynaklı Kimyasal Karakteristikte Atıksu Oluşumu..... | 40 |
| 2.6. | Hürriyet A.Ş. Atıksu Arıtma Tesisine Gelen Debi | 42 |
| 2.7. | Hürriyet A.Ş. Atıksu Organik Yük Değeri | 42 |
| 2.8. | AOSBAAT ve Hürriyet A.Ş.’de Bulunan Arıtma Üniteleri için Genel Tanımlar | 43 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 2.8.1. | Ön Çökeltim Havuzu | 43 |
| 2.8.1.1. | Dairesel Ön Çökeltim Havuzu | 44 |
| 2.8.1.2. | Dikdörtgen Ön Çökeltim Havuzu | 44 |
| 2.8.1.3. | Çökeltim Havuzu Boyutlandırma Kriterleri | 46 |
| 2.8.2. | Izgara | 47 |
| 2.8.2.1. | Izgaraların Boyutlandırma Kriterleri | 49 |
| 2.8.2.2. | Tutulan Izgara Katı Malzemesi | 50 |
| 2.8.3. | Havalandırılmalı Kum Tutucu | 50 |
| 2.8.4. | Yağ Tutucu | 51 |
| 2.8.5. | Ön Dengeleme Haznesi | 51 |
| 2.8.6. | Aktif Çamur Sistemi | 52 |
| 2.8.6.1. | Prosesin Ardışık Kesikli Reaktör (AKR-SBR) Uygulaması | 55 |
| 2.8.6.2. | Reaktör Hacim Hesabı | 56 |
| 2.8.6.3. | Oluşan Çamur Miktarı Hesabı | 56 |
| 2.8.6.4. | Çamur Yaşı (Q_c) | 58 |
| 2.8.6.5. | Biyokütle Dönüşüm Oranı (Y) | 58 |
| 2.8.6.6. | İçsel Solunum Dönüşüm Katsayısı (k_d) | 58 |
| 2.8.7. | Sistemin Klasik Piston Akım Uygulaması | 59 |
| 2.9. | Havalandırma Havuzu Hacim Hesabı | 60 |
| 2.9.1. | Hidrolik Alıkonma Süresi | 61 |
| 2.9.2. | Havalandırma Havuzu İçin Oksijen İhtiyacı | 62 |
| 2.8.3. | Oksijenlendirme Kapasitesi ve Gerekli Saatlik Hava Miktarı | 63 |
| 2.10. | Son Çökeltim Havuzu | 66 |
| 2.10.1. | Son Çökeltim Havuz Tasarım Esasları | 67 |
| 2.10.1.1. | Yüzeysel Hidrolik Yük | 67 |
| 2.10.1.2. | Katı Yükleme Hızı | 67 |
| 2.10.1.3. | Savak Yükleri | 68 |
| 2.10.1.4. | Kenarlardaki Su Derinliği | 68 |
| 2.10.2. | Son Çökeltim Havuz Tasarım Parametre Değerleri | 69 |
| 2.10.3. | Oluşan Fazla Çamur Miktarının Belirlenmesi | 70 |
| 3. | YAPILAN ÇALIŞMALAR | 70 |
| 3.1. | AOSBAAT Elemanlarının Boyut Hesapları | 73 |
| 3.1.1. | Izgara Tasarım Hesabı | 73 |

| | | |
|--------------|---|----|
| 3.1.2. | Havalandırmalı Kum Tutucu Hesabı | 74 |
| 3.1.3. | Yağ Ayırıcı Boyutlandırma | 75 |
| 3.1.4. | Dengeleme Havuzu Boyutlandırma..... | 75 |
| 3.1.5. | Havalandırma Havuzu Boyutlandırma | 75 |
| 3.1.5.1. | Havalandırma Havuzu İçin Dikkate Alınan Tasarım Parametre Değerleri | 75 |
| 3.1.5.2. | Havuz Hacmi ve Boyutları | 76 |
| 3.1.5.3. | Hidrolik Alıkonma Süresi..... | 78 |
| 3.1.5.4. | Havuz İçin Gerekli Oksijen İhtiyacı | 79 |
| 3.1.5.5. | Oksijenlendirme Kapasitesi ve Gerekli Saatlik Hava Miktarı..... | 77 |
| 3.1.6. | Son Çökeltim Havuzu Boyutlandırma..... | 80 |
| 3.1.6.1. | Fazla Çamur Miktarı Hesabı..... | 81 |
| 3.1.6.2. | Oluşan Çamur Hacmi | 82 |
| 3.1.7. | Çamur Yoğunlaştırma Tankı Boyutlarının Belirlenmesi..... | 82 |
| 3.1.8. | Hürriyet A.Ş. Atıksu Arıtma Tesis Elemanlarının Boyut Hesabı..... | 83 |
| 3.1.8.1. | Ön Çökeltim Havuzu Boyutlandırma | 83 |
| 3.1.8.2. | Dengeleme Haznesi Boyutlandırma | 84 |
| 3.1.8.3. | Paket Arıtma Ünitesi Boyutlandırma..... | 84 |
| 3.1.8.3.1. | Hürriyet A.Ş. Aktif Çamur Prosesi İçin Tasarım Parametre Değerler | 85 |
| 3.1.8.3.2. | Reaktör Hacim Hesabı..... | 86 |
| 3.1.8.3.3. | Reaktördeki Çamur Miktarı | 87 |
| 3.1.8.3.3.1. | Çamur Yaşı | 87 |
| 4. | BULGULAR VE İRDELEMELER | 90 |
| 5. | SONUÇLAR..... | 92 |
| 6. | KAYNAKLAR | 94 |

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ENDÜSTRİYEL ATIKSU ARITMA TESİSİ ÜNİTE BOYUTLARININ İNCELENMESİ:
TRABZON/ARSİN ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ÖRNEĞİ

Deniz FETTAHOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ
2013, 96 Sayfa

Bu tez çalışmasında, Arsin Organize Sanayi Bölgesi atıksu arıtma tesisi ve bölgede bulunan Hürriyet A.Ş. arıtma tesisi projeleri incelenmiş olup, projelendirmeye esas teşkil edecek parametreler ve boyutlandırmanın nasıl yapıldığı incelenmiş, boyut değerlerinin literatür değerleriyle karşılaştırması yapılmıştır. 85 firmanın ve 3582 çalışanın bulunduğu AOSB'deki su tüketim miktarı $900 \text{ m}^3/\text{gün}$ olup, 85 firmadan 9'u endüstriyel nitelikli suya sahiptir. Projelendirmede kullanılacak atıksu değeri tüketilen suyun tamamının atıksuya dönüştüğü kabulüyle alınmış ve arıtma tesisi fiziksel ve biyolojik ünitelerden oluşacak şekilde planlanmıştır. Debi değerine ve seçilen diğer parametrelere bağlı olarak alınan ve hesap edilen boyutların literatürde verilen değer aralıklarının en azı veya en azına yakın alındığı sonucuna ulaşılmıştır. Yıllık 20000 ton üretim kapasitesine ve 90 personele sahip Hürriyet A.Ş.'nin mevcut arıtma tesisi 2008 yılında faaliyete geçmiş olup $20 \text{ m}^3/\text{gün}$ olarak alınan atıksu debi değerine göre arıtma tesisi boyutlandırılması yapılmıştır. Boyutlandırmada etkili olan parametreler ve ünite boyutları literatür verilerinden yararlanılarak incelenmiş, boyutlandırmanın ve seçilen bazı proses tipi seçiminin, atıksuyun endüstriyel değil evsel nitelikli olarak kabul edilip yapıldığı ve boyutlandırma parametrelerine bağlı olarak en az değerde alındığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Atıksu, Atıksu arıtma tesisi, Evsel atıksu, Endüstriyel atıksu

Master Thesis

SUMMARY

EXAMINATION OF THE DIMENSIONS OF INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT PLANT UNIT: EXAMPLE OF ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE IN TRABZON/ARSIN

Deniz FETTAHOĞLU

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Civil Engineering Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Osman ÜÇÜNCÜ
2013, 96 Pages

In this thesis, Arsin Industrial Park wastewater treatment plant and Hürriyet Inc. Projects were analysed besides how parameters and sizings which will constitute the basis of project desining were done and size values were compared with literature values. Having 85 firms and 3582 employees, amount of water consumption in AOSB is 900 m³/day while 9 in 85 firms has industrial water facility. Value of wastewater to be used in the project was taken, accepting that all the consuited water turned into wastewater and treatment plant was planned the way that involves physical and biological units. It is concluded that sizes which were taken and calculated depending to the value of flow and other selected parameters were taken at minimum or approximate to the minimum of value rangers given in the literature. Parameters and sizes of units effective in sizing were analysed using the value of literature and it is concluded that sizing and preference of some selected process types were done accepting the wastewater not as industrial but universal and was taken at the minimum value depending the sizing parameters. Supposed that watewater is characterised rightly, it is seen that size values described in the literature values are tried to be adapted. According to Hürriyet Inc. treatment park staff, as the periots of airing is long in a way that unit of active slurry has a volume of 34,65m³ it is assumed in high volume and it is seen that design parameters are taken in available values in order that amount of slurry will not be much. It is observed that acceptances runned and values used for sizings in other units are commonly used values or approximate to the minimum values.

Key Words: Wastewater, Wastewater treatment park, Domestic sewage, Industrial wastewater

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

| | | |
|-------------|--|----|
| Şekil 1.1. | Adet bazında yıllara göre biten OSB'ler | 3 |
| Şekil 1.2. | Hektar bazında yıllara göre biten OSB'ler | 4 |
| Şekil 1.3. | Marmara bölgesi için sektörel dağılım | 7 |
| Şekil 1.4. | Ege bölgesi için sektörel dağılım..... | 7 |
| Şekil 1.5. | Akdeniz bölgesi için sektörel dağılım | 8 |
| Şekil 1.6. | İç Anadolu bölgesi için sektörel dağılım | 8 |
| Şekil 1.7. | Karadeniz bölgesi için sektörel dağılım | 9 |
| Şekil1.8. | Doğu Anadolu bölgesi için sektörel dağılım | 9 |
| Şekil 1.9. | Güney Doğu Anadolu bölgesi sektörel dağılımı | 10 |
| Şekil 1.10. | AOSB uygu görüntüsü..... | 13 |
| Şekil 2.1. | AOSBAAT inşaat görüntüsü | 35 |
| Şekil 2.2. | AOSBAAT planı | 36 |
| Şekil 2.3. | Arsin organize sanayi bölgesi ve Hürriyet A.Ş. yeri | 37 |
| Şekil 2.4. | Hürriyet A.Ş. Paket Atıksu Arıtma Şeması | 39 |
| Şekil 2.5. | Matbaa kalıbında kimyasal işlemlerle görüntü oluşturma aşamaları | 41 |
| Şekil 2.6. | Dairesel ön çökeltim havuzu şematik görünümü | 44 |
| Şekil 2.7. | Dikdörtgen ön çökeltim havuzu şematik görünümü..... | 45 |
| Şekil 2.8. | Mekanik ızgaralar için atıksularda tutulan katı ızgara malzemesi..... | 50 |
| Şekil 2.9. | Dengeleme havuzu hacim hesabında kullanılan grafik örneği | 52 |
| Şekil 2.10. | Piston akımlı atıksu arıtması..... | 53 |
| Şekil 3.1. | Brandol tipi difüzörler için havalandırma oranları | 53 |

TABLOLARDIZİNİ

Sayfa No

| | |
|--|----|
| Tablo1.1. OSB'lerin bölgelere dağılımı..... | 5 |
| Tablo1.2. İlbank yönetmeliğine göre nüfusa dayalı kişi başı günlük su tüketimi | 14 |
| Tablo1.3. Bazı ülkelerdeki çeşitli kullanımlar için arz edilen su miktarı | 15 |
| Tablo1.4. Türkiye'de su arzının seyri (DPT, 2001)..... | 16 |
| Tablo 1.5. OSB'lerin bölgelere dağılımı..... | 16 |
| Tablo 1.6. Endüstriler için özgül debiler..... | 18 |
| Tablo 1.7. İmalat sanayi su göstergeleri | 21 |
| Tablo 1.8. İmalat sanayi atıksu göstergeleri | 22 |
| Tablo1.9. Evsel atıksuyun bileşenleri | 28 |
| Tablo 1.10. Bazı endüstrilere ait KOI, BOI değerleri | 30 |
| Tablo 1.11. BOSB' de atıksu arıtma tesisine giren atıksuyun çeşitli kirlilik parametrelerinin giriş ve çıkış değerleri | 31 |
| Tablo 1.12. SKKY Tablo 19 deşarj standartları ve seçilen OSB arıtma tesisi çıkış suyunun karşılıklı değerleri | 32 |
| Tablo 1.13. AOSB arıtma tesisi çıkış suyunun 2 saatlik kompozit numune analiz sonuçları..... | 33 |
| Tablo 2.1. Çökeltme Havuzları için Projelendirme Esasları..... | 46 |
| Tablo 2.2. Çökeltme Havuzları için Projelendirme Esasları..... | 46 |
| Tablo 2.3. Çökeltme Tankları için Projelendirme Parametreleri | 46 |
| Tablo 2.4. Izgaraların boyutlandırma kriterleri..... | 49 |
| Tablo 2.5. Aktif Çamur Süreçleri için Tipik Organik Yükleme Hızları | 53 |
| Tablo 2.6. Seçilen aktif çamur prosesinde dizayn parametreleri için tipik değerler..... | 54 |
| Tablo 2.7. Evsel Atıksular için Aktif Çamur Prosesindeki Tipik Kinetik Katsayı Değerleri..... | 57 |
| Tablo 2.8. Pik Faktörleri | 62 |
| Tablo 2.9. İç solunum hız katsayısı..... | 62 |
| Tablo 2.10. Saf suda ÇO'nin 760 mm Hg basınçta doygunluk değerleri | 64 |
| Tablo 2.11. K _D değerleri | 65 |
| Tablo 2.12. Son çökeltim havuzu kenar su derinlikleri | 67 |
| Tablo 2.13. Son çökeltim havuzları için boyutlandırma kriterleri..... | 68 |
| Tablo 2.14. Bazı çamur hacim indeks değerlerine karşılık gelen yüzey yükleri | 69 |

| | |
|---|----|
| Tablo 3.1. Seçilen boyutlandırma parametreleri | 73 |
| Tablo 3.2. SKKY evsel nitelikli atıksuların kirlilik yüklerinin sınıflandırılması | 74 |
| Tablo 3.3. Kabul edilen tasarım değerleri | 84 |
| Tablo 4.1. Hürriyet A.Ş. arıtma tesisi giriş değerleri | 88 |
| Tablo 4.2. Evsel atıksuyun bileşenleri | 89 |
| Tablo 5.1. Arıtma Tesisi Atıksu Çıkış Değerleri | 90 |

SEMBOLLER DİZİNİ

| | |
|--------------------|--|
| OSB | : Organize sanayi bölgesi |
| AOSB | : Arsin organize sanayi bölgesi |
| AOSBAAT | : Arsin organize sanayi bölgesi atıksu arıtma tesisi |
| BOI ₅ | : Beş günlük biyokimyasal oksijen ihtiyacı |
| KOI | : Kimyasal oksijen ihtiyacı |
| BOSB | : Bursa organize sanayi bölgesi |
| AOSB | : Adana organize sanayi bölgesi |
| SKKY | : Su kirliliği kontrolü yönetmeliği |
| TAKM | : Toplam askıda katı madde |
| A.Ş. | : Anonim şirketi |
| Q _{proje} | : Proje debisi |
| Q _{ort.} | : Ortalama debi |
| V | : Suyun yatay akış hızı |
| V _ç | : Tanelerin çökme hızı |
| t | : Süre |
| TKM | : Toplam katı madde miktarı |
| AKM | : Askıda katı madde miktarı |
| F/M | : Besin/Mikroorganizma oranı |
| KAS | : Katı alıkonma süresi |
| Q _c | : Çamur yaşı, çamur bekletme süresi |
| MLSS | : Karışık sıvı askıda katı madde |
| MLVSS | : Karışık sıvı uçucu askıda katı madde |
| Q _r | : Geri devir oranı |
| AKR-SBR | : Ardışık kesikli reaktör |
| V | : Reaktör hacmi |
| S ₀ | : Giriş suyu substratkonsantrasyonu |
| X | : Ortalama MLSS konsantrasyonu |
| Y | : Biyokütle dönüşüm oranı |
| S | : Havalandırma havuzundan çıkan atıksudakisubstratkonsantrasyonu |
| Y _H | : Gerçek dönüşüm oranı |

| | |
|---------------------|---|
| Y_{NH} | : Net dönüşüm oranı |
| k_d | : İçsel solunum katsayısı |
| UAKM | : Uçucu askıda katı madde |
| L_{BOI_5} | : Biyolojik arıtıma gelen kirlilik yükü |
| C_{BOI_5} | :Ham atıksuyun BOI_5 konsantrasyonu |
| C_{BOI_5} (ÇIKIŞ) | : Alıcı ortam toplam BOI_5 konsantrasyonu |
| Q_{max} | : Maksimum atıksu debisi |
| T_1 | :Pik faktörü |
| k_r | :İç solunum hız katsayısı |
| O_{CH} | :Aktif çamur süreci için oksijenlendirme kapasitesi |
| C_{SD-10} | : 10°C'deki Saf su için oksijen doygunluk konsantrasyonu |
| k_D | : Sıcaklık düzeltme faktörü |
| σ | :Saf su-atıksu çözünmüş oksijen doygunluk konsantrasyonu düzeltme faktörü |
| C_{ST} | : T°C'deki saf suda çözünmüş oksijen doygunluk konsantrasyonu |
| C_L | :Havalandırma havuzunda minimum çözünmüş oksijen konsantrasyonu |
| A | :Havalandırma oranı |
| OA | :Birim difüzör boyu için kapasiteye bağlı havalandırma oranı |
| CA | : Havadaki oksijen konsantrasyonu |
| D | : Difüzörlerin su seviyesinden olan derinliği |
| ŞÇÖA | : Sulu çamur özgül ağırlığı |

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Arık'a (2012) göre; dünyada ve ülkemizde Organize Sanayi Bölgeleri (OSB), kamu yönetimlerince öncelikli olarak sanayiye geliştirmek, düzenli kentleşmeyi sağlamak, daha az maliyetle ekonomik refaha ulaşmak, bölgeler arası sosyo-ekonomik gelişmişlik farklılıklarını ortadan kaldırmak gibi amaçlarla tasarlanarak kurulmuşlardır. OSB'lerin kuruluş amaçlarına zamanla, dünyada gelişen çevre duyarlılığının da bir yansıması olarak çevresel sorumluluklar eklenmiş, böylece bu bölgelerin kurulmasında çevreyi korumak ve çevre kirlenmesini önlemek gibi hedefler yer almaya başlamıştır. Günümüzde organize sanayi bölgeleri farkındalıkların artmasıyla, sanayideki gelişmeyle birlikte ortaya çıkan çevre sorunlarının çözümüne yönelik bir araç olarak planlanmakta ve uygulamaya sokulmaktadır. Bununla birlikte artan dünya nüfusu, şehirleşme ve sanayileşme, beraberinde meydana getirdiği kirlenmelerle orantılı olarak yeryüzünde kullanılabilir su kaynaklarının hızla tükenmesine neden olmakta, özellikle OSB'lerin hızla gelişimi artan su kullanım miktarıyla bağlantılı olarak atıksu miktarlarında da artışa neden olmaktadır. Sanayinin ve nüfusun yoğun olduğu yerlerde su sıkıntısının olması, su temininde karşılaşılan güçlükler, su ve atıksu ücretlerindeki hızlı artışlar, deşarj edilen atıksular için verilen deşarj standartlarının ve arıtma seviyelerinin giderek yükselmesi atıksuların yeniden kullanılabilir düzeyde artırılması ve böylece çevre kirliliğinin kontrol altında tutulması sonucunu doğurmaktadır.

Bu çalışmanın yapıldığı Arsin Organize Sanayi Bölgesi de, bünyesinde bulundurduğu 85 firması ve 3582 çalışanıyla Trabzon'a ekonomik yönden önemli katkıda bulunmasının yanında, üretime bağlı olarak belirli bir su tüketim değerine sahip bulunmaktadır. OSB'lerin dağınık sanayileşmeye kıyasla, atıksu deşarjları noktasında sanayiden kaynaklı çevre sorunlarının önüne geçmesi, bünyesinde bulundurduğu tüm sanayi kollarından gelen atıksuyu toplama ve arıtması noktasında daha fazla olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında 900 m³/gün'lük su tüketim değerine sahip, oluşan atıksuyunu denize deşarj eden bu bölge için arıtma tesisi, ekonomik olarak bölge için artı değer taşımasının yanında projelendirdiği arıtma tesisini tam olarak hayata geçirmesi açısından da bölge için artı değer taşıması kaçınılmaz olmaktadır.

1.2. OSB'lerin Tarihçesi

Dünyada OSB uygulamasına ilk kez, XIX. Yüzyılın ilk yarısında ABD' de kendiliğinden ortaya çıkan bir uygulamayla rastlanılmıştır. Gelişme kendiliğinden oluşmuş ve tekstil imalathaneleri fiziksel yerleşmelerle bir araya toplanmıştır. ABD' de 1885 yılında hazırlanan bir raporda ise ekonominin geliştirilmesiyle bağlantılı olarak "Sanayi Bölgesi" fikri ortaya atılmıştır. Raporda, sanayi bölgelerinin oluşturulmasının sanayinin geliştirilmesi için önemli bir araç olacağına dikkat çekilmektedir. Organize Sanayi Bölgeleri ile ilgili ilk bilinçli uygulama ise; 1896 yılında İngiltere'nin Manchester kenti yakınlarında kurulan "Trafford Park" uygulamasıyla gerçekleştirilmiştir. Organize Sanayi Bölgesi düşüncesinin ilk ortaya atıldığı ABD' de ilk uygulamalara ise 1899 yılında geçilmiştir.

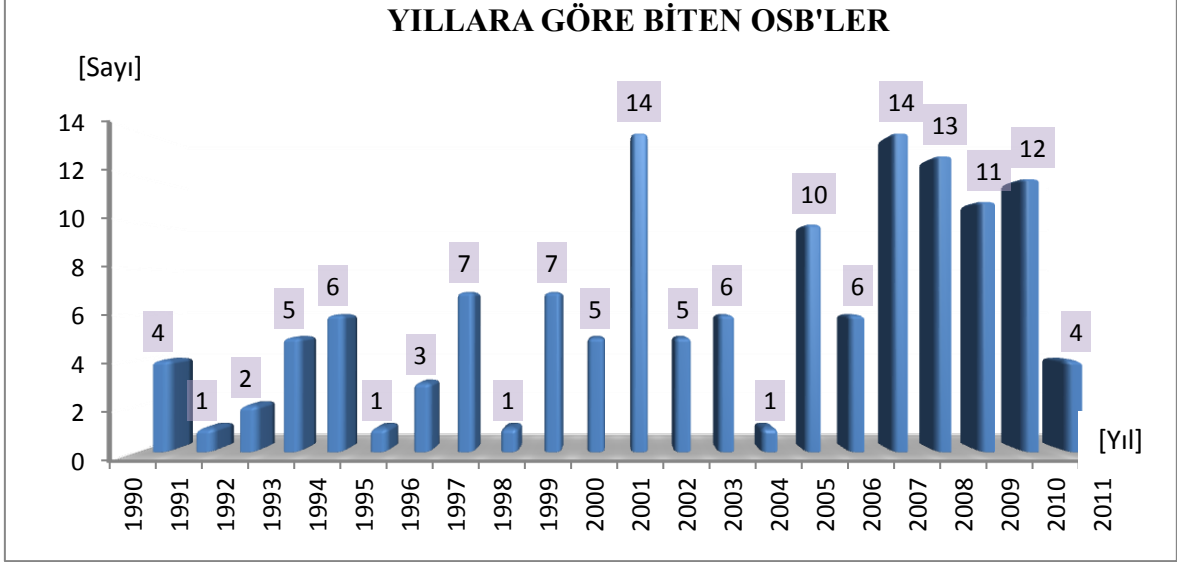
İngiltere' de ilk uygulamaların, Birinci Dünya Savaşı sonrasında yaygınlaştığı görülmektedir. Büyük dünya bunalımının İngiliz ekonomisini çökerttiği 1929 yılında; bunalımdan çok etkilenen kömür, çelik ve gemi inşa sanayilerinden açıkta kalan işgücü gelişmiş sanayi merkezlerine akın etmiştir. Belli bölgelerin göç nedeniyle aşırı nüfus kaybına karşı bir önlem olarak 1936 yılında devlet "Özel Gelişme Alanları ve İlerleme Yasası" nı çıkartmıştır. Bu yasa çerçevesinde alınan önlemler sayesinde 1936–1938 yılları arasında İskoçya' da ve Galler' de altı adet sanayi bölgesi kurulmuştur.

1.3. Türkiye'deki OSB'lerin Durumu

1.3.1. Türkiye'deki OSB'lerin Gelişimi

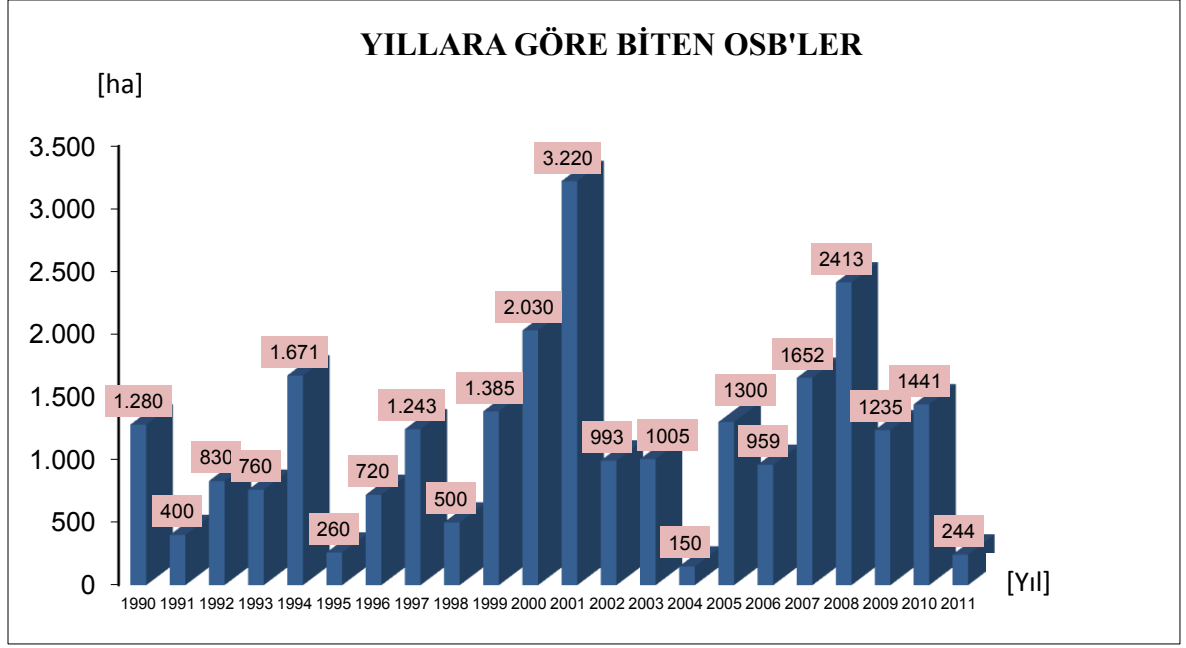
1960 yılında başlayan planlı kalkınma döneminde ise sanayinin "lokomotif" sektör olduğu açıklıkla belirtilmiş, ekonomik dengenin kurulması, ekonomik ve toplumsal kalkınmanın birlikte gerçekleştirilmesi, belli bir hızda büyüme ve sanayileşmeye önem verilmesi gibi uzun vadeli hedefler belirlenmiştir. Belirlenen hedefler doğrultusunda; ülkede sanayinin geliştirilmesi amacıyla uygulamaya konulan pek çok teşvik tedbirlerinden biri olan OSB uygulamalarına, ilk olarak 1962 yılında Bursa'da bir OSB kurulmasıyla başlanmıştır. 1962 yılından başlayarak bugün gelinen noktada; 27.542 hektar büyüklüğünde, 147 adet OSB hizmete sunulmuştur. 1962 yılından 2002 yılı sonuna kadar 70 adet OSB projesi tamamlandığı, 2003-2011 yılları arasında ise 77 adet OSB projesinin

tamamlandığı görülmektedir. Türkiye' de, şu anda Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından sicil numarası verilerek tüzel kişilik kazanmış 264 OSB bulunmaktadır. Sanayi ve ticaret bakanlığı verilerine göre OSB gelişim grafikleri aşağıda görülmektedir.



Şekil 1.1. Yıllara göre biten OSB sayıları

Bursa organize sanayi bölgesi ile ilk örneği ortaya konan uygulamanın 1987 yılı itibariyle Eskişehir, Manisa, Konya, Erzurum ve Gaziantep olmak üzere altı adedinin yapımı tamamlanarak işletmeye açılmıştır. 1988 yılında 19, 1989 yılında 9 ve 1990 yılında 9 adet organize sanayi bölgesinin bitirilmesi planlanmış ise de, 1989 yılı itibariyle toplam 13 organize sanayi bölgesinin tamamlanarak işletmeye açıldığı görülmektedir. Yukarıdaki altıya ilave olarak, Bilecik, Eskişehir, Tekirdağ(Çerkezköy), Bursa(İnegöl), Çorum, Kayseri ve İzmir (Çiğili) sayılmaktadır. Ülke boyutunda 2012 yılı başı itibariyle 188 organize sanayi bölgesi bulunmaktadır. Bunlar çalışır durumdaki bölgelerdir. 1962 yılında başlayan OSB kuruluşları halen devam etmektedir.



Şekil 1.2. Yıllara göre ha bazında biten OSB sayıları

OSB'lerin doluluk oranları ise genel olarak değerlendirildiğinde, üretime geçme oranlarının bazı OSB'lerde çok düşük olduğu görülmektedir. %1 ile %20 arasında üretime geçen OSB sayısı 23'tür. %21 ile %40 arasında 8 adet OSB'de üretime geçilmiştir. Dolayısıyla doluluk oranı %40'ın altında olan 63 adet OSB yer almaktadır. Bunların yanında doluluk oranı %80 ile %100 arasında üretime geçmiş 30 başarılı OSB uygulaması da bulunmaktadır.

1.4. OSB'lerin Bölgelere Dağılımı

2011 yılı sonu itibariyle biten 147 adet OSB'nin 7 coğrafi bölgeye dağılımı incelendiğinde yaklaşık %20'lik oranla Karadeniz Bölgesi'nin ilk ve %10'luk oranla Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri'nin son sırada yer aldığı gözlemlenmektedir.

Tablo 1.1. OSB'lerin bölgelere dağılımı

| BÖLGE ADI | 2011 SONU İTİBARIYLA BİTENLER | | | 2012 YILI YATIRIM PROGRAMINDA OLANLAR | | | | |
|------------------------|-------------------------------|-----------|------------|---------------------------------------|-----------|---------------------------|------------|------------|
| | ADET | ALAN (HA) | % | ADET (**) | ALAN (HA) | KREDİ VERİLECEK ALAN (HA) | % | % |
| | | | HEKTAR (*) | | | | Hektar (*) | Adet (***) |
| MARMARA(11 İL) | 22 | 5.438 | 19,74 | 8 | 956 | 956 | 9,48 | 11,27 |
| EGE (8 İL) | 21 | 3.998 | 14,52 | 12 | 1.657 | 1.508 | 16,44 | 16,90 |
| AKDENİZ(8 İL) | 16 | 3.453 | 12,54 | 5 | 462 | 329 | 4,58 | 7,04 |
| İÇ ANADOLU(13 İL) | 28 | 5.116 | 18,58 | 8 | 2.003 | 1.835 | 19,87 | 11,27 |
| KARADENİZ(18 İL) | 30 | 3.145 | 11,42 | 15 | 1.001 | 862 | 9,93 | 21,13 |
| DOĞU ANADOLU(14 İL) | 15 | 2.247 | 8,16 | 11 | 1.748 | 575 | 17,34 | 15,49 |
| G.DOĞU ANADOLU(9 İL) | 15 | 4.145 | 15,05 | 12 | 2.254 | 1.180 | 22,36 | 16,90 |
| TÜRKİYE TOPLAMI(81 İL) | 147 | 27.542 | 100,00 | 71 | 10.081 | 7.245 | 100 | 100 |

(*) Toplam bölge alanının Türkiye toplam alanına oranıdır.

(**) Etüd ve arıtma karakteristiği ile yer alan projeler adet olarak toplamlara dahil edilmiştir.

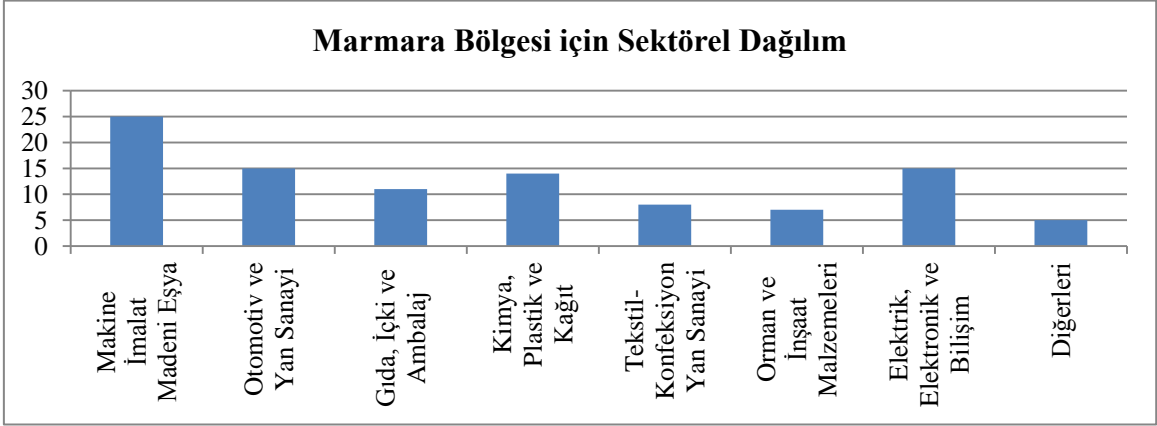
(***) Toplam adedin Türkiye toplam adedine oranıdır.

1.5. OSB'lerin Sektörel Dağılımı

Organize sanayi bölgeleri 50 yıllık bir gelişmenin ve sanayileşme sürecinin ürünleridir. Bugün 188 adet OSB faaliyettedir. Tüm sanayi katma değerinin % 12'sini organize sanayi bölgeleri yaratmaktadır. Bunun da % 51'ini Marmara Bölgesi sağlamaktadır. Buradan görülmektedir ki OSB'ler bölgesel kalkınmayı sağlayabilecek araçlar olmamıştır. Yani refah sağlayabilecek bir büyüme ortaya çıkmamış ve gelir dağılımında bölgesel olarak yine büyük uçurumlar yaratılmıştır. Marmara ve Ege bölgeleri ile İç Anadolu, diğer bölgelerin önüne geçmiş ve sanayi yine bu bölgelerde gelişmiştir. Organize sanayi bölgelerinde yer alan 21.414 tesiste (İstanbul İkitelli, Dudullu, Ankara Ostim ve İvedik OSB'leri dahil) ve 29.004 tesisli KSS'lerden oluşan organize sanayi bölgesinde toplam 879.196 kişi istihdam edilmektedir. Tesis başına istihdam yaklaşık 17 kişi olmaktadır. İstihdam hacmi seviyesi, orta büyüklükteki bir şirket sınırlarının altındadır. Bu değerler ABD organize sanayi bölgelerinde 240, İngiltere'de 190, Malezya'da 120, Singapur'da 160, Tayvan'da 130 kişi olmaktadır. İstihdam açısından ele alındığında, organize sanayi bölgeleri ile KSS'ler istihdam yaratıcı bir işlevi yerine getirememişlerdir. Bölgelerde kişi başına katma değer 12.550 ile 22.010 dolar arasında değişmektedir. Tesis başına katma değerler ise 152.798 ile 1.389.604 dolar arasındadır. Burada da bölgesel dengesizlik göze çarpmaktadır. Organize sanayi bölgeleri ve küçük sanayi siteleri toplam ithalatın %12'sini, ihracatın ise %13'ünü yapmışlardır. Bu alanlara yapılan yatırımlar ve teşvikler göz önüne alındığında ihracat ağırlıklı bir yapı arz etmedikleri rahatlıkla görülebilmektedir.

1.5.1. Marmara Bölgesi

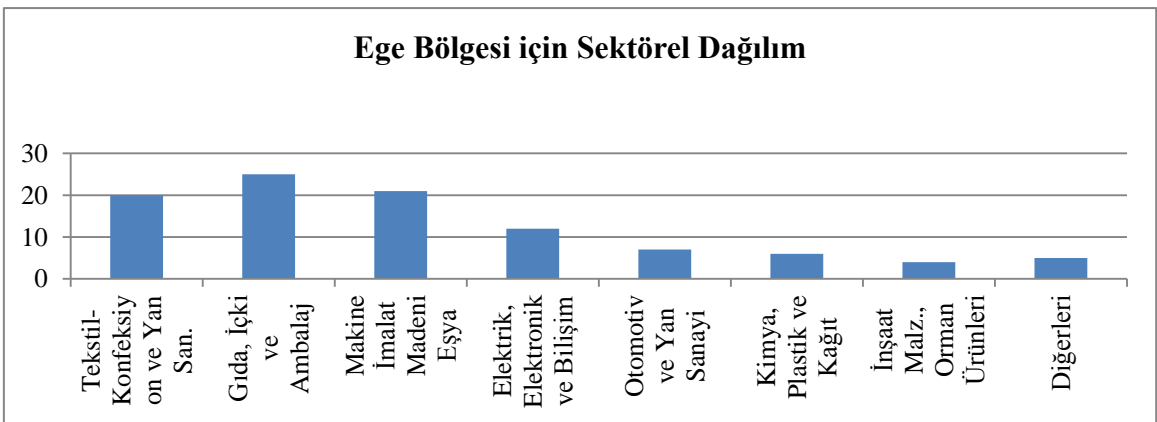
46 Organize sanayi bölgesi bulunan bölgede dağılım; Bursa (12), İstanbul (6), İstanbul (İkitelli), İstanbul (Dudullu), Kocaeli (6), Balıkesir, Gebze (7), Sakarya, Kırklareli, Edirne, Çanakkale (2) ve Tekirdağ (4), Yalova şeklindedir.



Şekil 1.3. Marmara bölgesi için sektörel dağılım

1.5.2. Ege Bölgesi

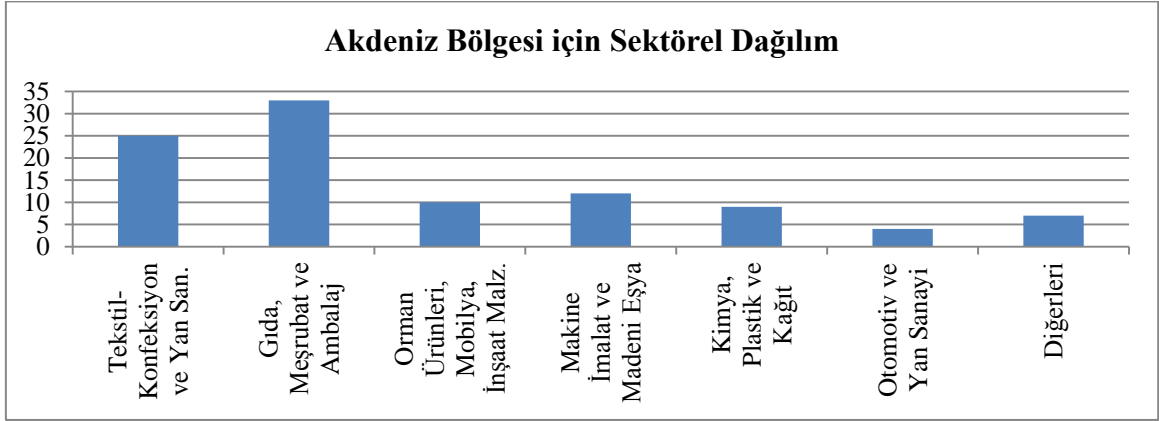
25 Organize sanayi bölgesi mevcuttur. Bunlar; Aydın (6), Denizli (3), İzmir (6), Manisa (4), Uşak (3), Kütahya (3) organize sanayi bölgeleridir.



Şekil 1.4. Ege bölgesi için sektörel dağılım

1.5.3. Akdeniz Bölgesi

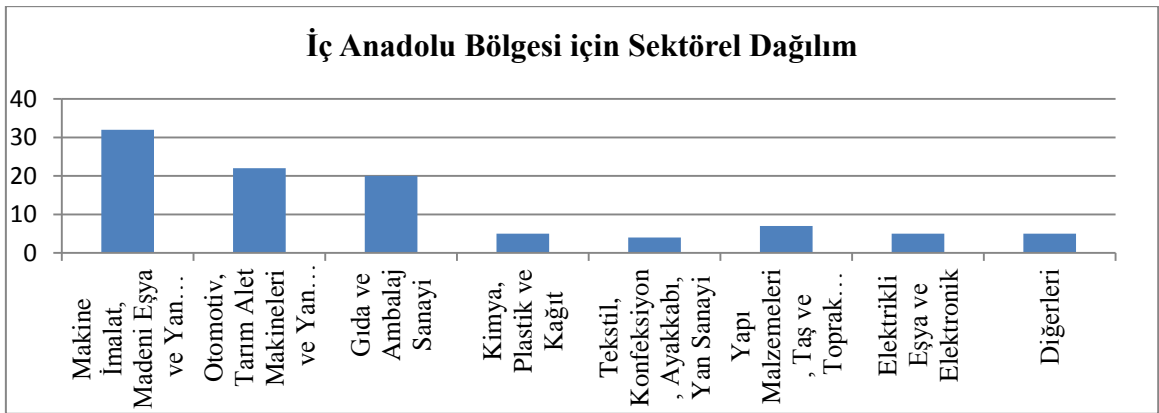
15 Organize sanayi bölgesi mevcuttur. Bunlar; Adana (2), Antalya (2), Burdur (2), Isparta (2), Mersin (2), Osmaniye (2), Hatay (3) organize sanayi bölgeleridir.



Şekil 1.5. Akdeniz bölgesi için sektörel dağılım

1.5.4. İç Anadolu Bölgesi

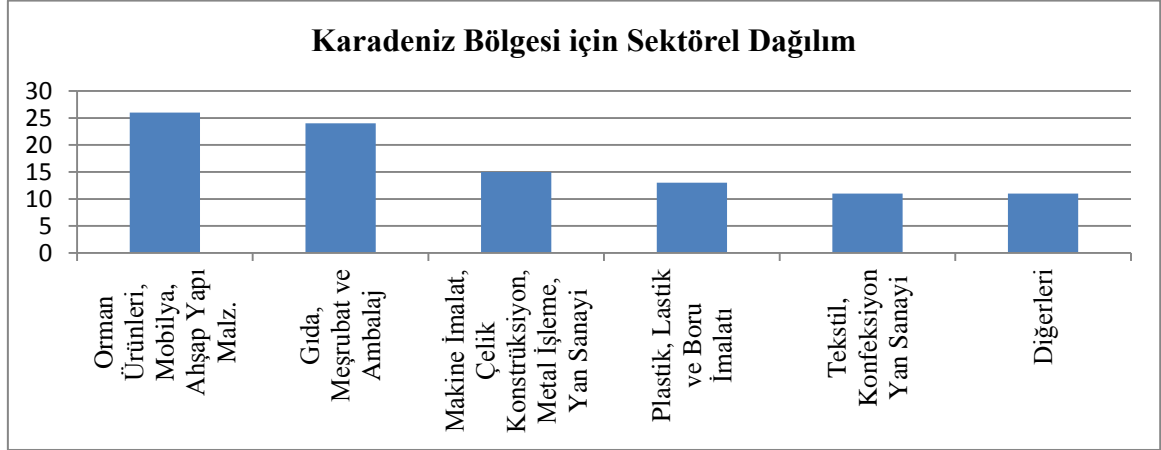
48 Organize sanayi bölgesi mevcuttur. Bunlar; Ankar (6), Ankara (Ostim), Ankara (İvedik), Eskişehir (2), Bilecik (5), Çankırı (2), Karaman, Kayseri (3), Kırıkkale (2), Kırşehir (2), Konya (6), Niğde (2), Sivas (3), Afyon (8), Yozgat (2), Aksaray, Çorum (2) organize sanayi bölgeleridir.



Şekil 1.6. İç Anadolu bölgesi için sektörel dağılım

1.5.5. Karadeniz Bölgesi

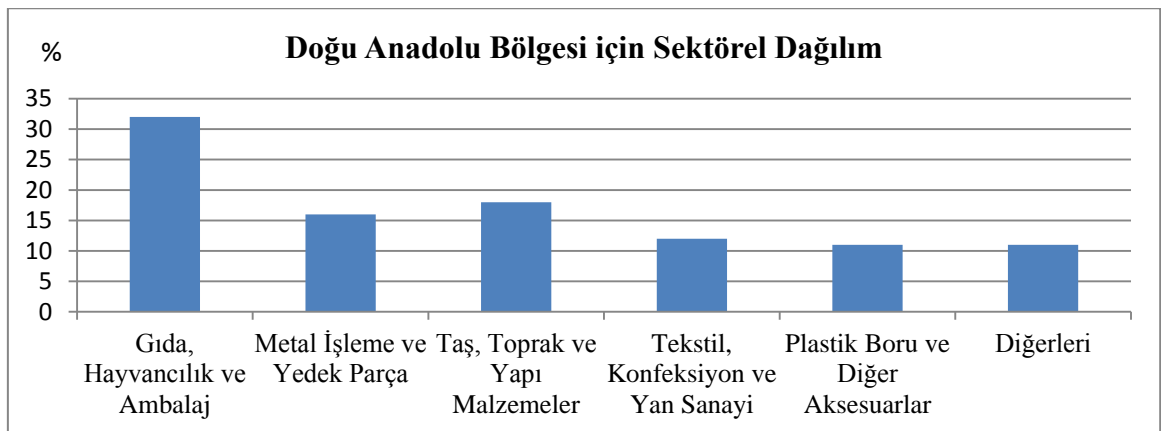
28 Organize sanayi bölgesi mevcuttur. Bunlar; Amasya (3), Bartın, Bolu (2), Gümüşhane, Baybur, Bayburt, Karabük, Kastamonu, Zonguldak (3), Düzce, Giresun, Ordu (2), Samsun (3), Sinop, Tokat (5), Trabzon (2) organize sanayi bölgeleridir.



Şekil 1.7. Karadeniz bölgesi için sektörel dağılım

1.5.6. Doğu Anadolu Bölgesi

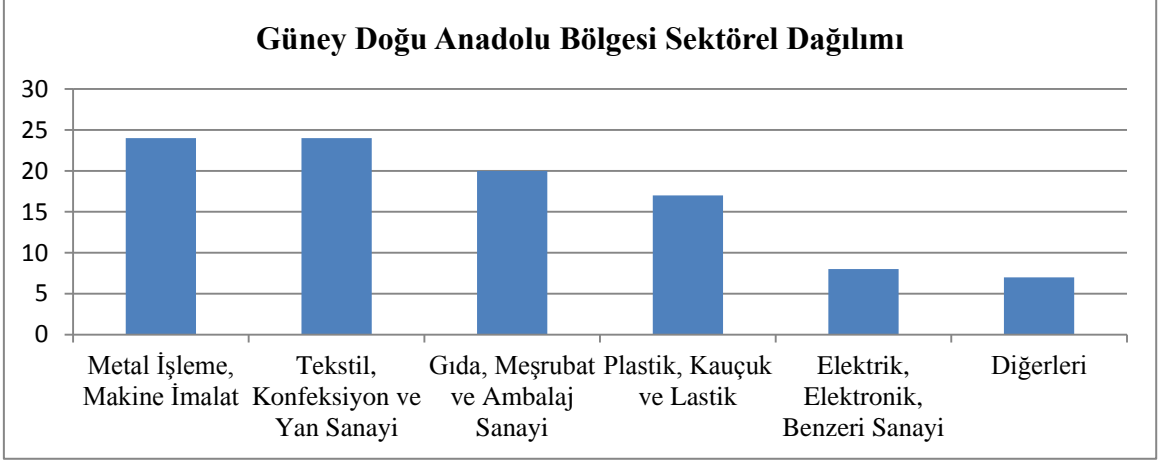
12 organize sanayi bölgesi mevcuttur. Bunlar; Bingöl, Bitlis, Elazığ (2), Erzincan, Iğdır, Erzurum, Kars, Malatya, Muş, Siirt, Van organize sanayi bölgeleridir.



Şekil 1.8. Doğu Anadolu bölgesi için sektörel dağılım

1.5.7. Güney Doğu Anadolu Bölgesi

16 organize sanayi bölgesi mevcuttur. Bunlar; Gaziantep (2), Adıyaman (4), Kilis, Mardin, Şanlıurfa (2), Batman, Diyarbakır, Kahramanmaraş (3), Şırnak organize sanayi bölgeleridir.



Şekil 1.9. Güney Doğu Anadolu bölgesi sektörel dağılımı

1.6. OSB'lerin Fiziki Durumu

Bugün OSB ve KSS'lerden inşaat ve proje safhasında bulunanları ile kamulaştırmada ve altyapı aşamasında olanlar halen üretimde olanların %26'sı kadardır. Ancak yatırımcılar artık OSB'leri tercih etmemekte, daha doğru bir yaklaşımla mevcut ve yapılmakta olan OSB'lerde arz fazlası görülmektedir. Sağlanan teşvik ve desteklere karşın özellikle 1995'den bu yana yatırımlarda bir azalma görülmektedir. Sağlanan teşvik ve desteklere karşın özellikle 1995'den bu yana yatırımlarda bir azalma görülmektedir. Gümrük Birliği anlaşması yatırımcılar aleyhine çalışmaktadır. 2001 krizinden sonra tüm sanayi işletmeleri gibi OSB'lerdeki işletmeler de krizin bunalımını yaşamış, yatırımlar durmuş, bazı bölgelerde inşaatlar yapılamamış, üretim miktarları düşmüş ve bazı tesisler faaliyetlerini durdurmuştur. Krizden sonra OSB ve KSS'lerin fason üretim yapan ve düşük kar marjı ile çalışan bölgelere dönüştüğü görülmektedir.

1.7. OSB'lerin Amaç ve Hedefleri

Bayülken ve Kütükoğlu (2012), OSB'lerin amaç ve hedeflerini aşağıdaki gibi belirtmiştir.

- Sınai üretimini arttırmak.
- Sanayi yatırımlarını özendirmek.
- Geri kalmış bölge illerinin kalkınmalarını teşvik etmek ve böylece bölgeler arası eşitsizliği ortadan kaldırarak istihdamı bu alanlara aktarmak.
- Tarım alanlarının sanayide kullanımını önleyerek sektörler arası dengede disiplini kurmak.
- Sanayinin sektörler arası etkileşimini sağlayarak ve geliştirerek kaynak ve finansman kaybını asgari düzeye indirmek.
- Ulusal düzeyde rekabeti uluslararası rekabete dönüştürmek, katma değeri arttırmak.
- Çarpık kentleşmeyi önleyebilecek biçimde sanayi tesislerini bir arada toplamak.

Alacadağlı (2004), OSB uygulamasının amaçlarını; birbiriyle uyumlu küçük, orta ölçekli sanayi kuruluşlarını, planlı bir alanda ortak altyapı hizmetlerinden yararlanmak üzere barındırmak, kentleşmeyi ve sanayileşmeyi yönlendirmek, imalat sanayisinin gelişimini sağlamak, çevre sorunlarını önlemek, bilgi ve bilişim teknolojilerinden faydalanmak, teknoparklar oluşturmak şeklinde sıralamaktadır.

1.8.Trabzon OSB Hakkında

1960'lı yıllarda başlatılan planlı kalkınma, organize sanayi bölgeleri ve küçük sanayi sitelerinin gelişmesini öngörür. Bu itibarla Trabzon Arsin OSB ve Beşikdüzü OSB'leri bitirilerek 189 sanayi parseli üretilmiş, bu parsellerin 183'ü yatırımcının hizmetine sunulmuştur. Bunun dışında Vakfıkebir ve Akçaabat Şinik organize sanayi bölgeleri ile kamulaştırma, altyapı projeleri ve imar planı çalışmaları sürdürülmektedir.

1.8.1.Beşikdüzü Organize Sanayi Bölgesi

Beşikdüzü Organize Sanayi Bölgesi; Trabzon İl Özel idaresi, Ticaret ve Sanayi Odası ve Beşikdüzü Belediyesinin katılımıyla Beşikdüzü'ne 6 km, devlet karayoluna 3 km

mesafede Raşı, Köyiçi ve Komşuoğlu mevkiinde 720 dönüm arazi üzerinde kurulmuş olup, arazisinin tamamını hazineden almıştır. Toplam 39 parselinin 33'ü tahsis edilen bölge 90 çalışanıyla, üretimde 7 ve inşaa halinde olan 8 firma bulundurmaktadır. Bölgenin su ihtiyacı günde 10 m³ olup, bu ihtiyacını kuyudan karşılamaktadır. Ağırlıklı sektörler; gıda, orman ve elektrikli makine sanayi olmakla birlikte elektrik tüketimi 2009 yılından itibaren 151224,35 kWh, 387441,90 kWh ve 359922 kWh 'tir.

1.8.2. Vakfıkebir Organize Sanayi Bölgesi

87 Hektar büyüklüğünde olup 48 adet sanayi parseli bulunduran bölgenin tamamı şahıs arazisidir. Araziler üzerinde yapılan bilirkişi tespitlerine göre bölgenin kamulaştırılması için toplam 12.000.000 TL'ye ihtiyaç vardır. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'ndan söz konusu para istenmiş olup 2008 yılı itibariyle 6.000.000 TL gönderilmiş, 2009 yılında da 6.000.000 TL gönderilerek hak sahiplerine verilmiştir. Bağlantı yolunun kamulaştırılmasına da projelerin tamamlanmasını müteakip başlanacaktır.

1.8.3. Akçaabat (Şinik) Organize Sanayi Bölgesi

Yatırım programında yer almayan bölge, Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın 22.10.1999 tarih ve 11674 sayılı yazısıyla 81 hektar büyüklüğündeki OSB alanın yer seçiminin uygun görüldüğü valiliğe bildirilmiştir.

1.8.4. Arsin Organize Sanayi Bölgesi

Trabzon Arsin Organize Sanayi Bölgesi, 23.07.1976 tarih ve 7/12707 sayılı bakanlar kurulu kararına istinaden 13.05.1985 tarihinde, Trabzon il özel idaresi, belediyesi, ticaret ve sanayi odası ile Arsin belediyesince oluşturulan müteşebbis heyet tarafından sanayi ve ticaret bakanlığının kredi desteği ile Arsin ilçe sınırları içinde 983.420 m²'lik sahada kurulmuştur.

Bölge, Trabzon limanına 22 km ve hava limanına 20 km uzaklıkta bulunmaktadır. Onaylı imar planına göre 25 adet yapı adasından en küçüğü 4.410 m² ve en büyüğü 28.237

m² alanında olmak üzere toplam 86 parselin 69'u üretimde olan bölge, üretimdeki 85 firmasıyla 4000 çalışanı istihdam etmektedir. %24'lük üretim payıyla gıda ürünleri imalatı sanayi sektörü ilk sırada yer alırken, %13'lük payıyla kauçuk ve plastik ürünler sanayi ikinci ve %10'luk payıyla ana metal sanayi üçüncü sırada yer almaktadır. Yol altyapısı, kanalizasyon, yağmur suyu terfi hattı, drenaj taşkın koruma, içme suyu ve enerji işletim hatları hizmete sokulmuş olan bölgede; sosyal tesisler, arıtma tesisleriyle yeşil alanları içeren üniteler yer almaktadır.



Şekil 1.10. AOSB uydu görüntüsü

Bölgede aylık ortalama 2,5-3,5 milyon kWh enerji ve biri 15 L/sn. diğeri ise 25 L/sn. kapasiteli iki motor bulunduran 1000 tonluk su deposu ile 436 m³/gün 'lük su tüketimi olmaktadır. 2009 ile 2012 yılları arasındaki toplam enerji ve su tüketim grafikleri aşağıdaki grafik üzerinde gösterilmektedir.

1.9. Su Tüketimi

Tüketilen su ve oluşan atıksu arasında, tüketilen suyun belirli bir yüzdesinin atıksuya dönüşmesi neticesiyle önemli bir ilişki bulunmaktadır. Üretim türüne, miktarına dayalı

endüstriyel su tüketim miktarı ve nüfusa bağlı kişi başı su tüketim miktarı için yerli ve yabancı literatürde çeşitli değerler verilmektedir. İbank'ın, Resmi Gazete'nin 22 Nisan 1985 tarih ve 18733 sayılı nüshasında yayımlanan İçme Suyu Projesine Ait Şehir ve Kasaba İçme Suyu Projelerinin Hazırlanmasına Ait Yönetmeliğinde, nüfusa dayalı kişi başı günlük su tüketim miktarları Tablo 1.2'de gösterildiği gibidir.

Tablo 1.2. İbank yönetmeliğine göre nüfusa dayalı kişi başı günlük su tüketimi

| Beldenin Gelecekteki Nüfusu (kişi) | Su Tüketim Miktarı(L/gün.kişi) |
|------------------------------------|--------------------------------|
| 3000'e kadar | 60 |
| 3001-5000 | 70 |
| 5001-10000 | 80 |
| 10001-30000 | 100 |
| 30001-50000 | 120 |
| 50001-100000 | 170 |
| 100001-200000 | 200 |
| 200001-500000 | 225 |

Çeşitli nüfus değerine bağlı olarak özgül su kullanımı için belirlenen bu miktarlar, tasarımlarda esas alınabilmektedir. Erdoğan ve diğerleri, en genel anlamda Türkiye genelinde evsel amaçlı toplam su tüketiminin 70 L/kişi/gün, başka bir deyişle günde 4 milyon m³ olarak tahmin edildiğini belirtmektedir. Bu değer genel olarak 100-300 L/kişi.gün olarak alınmaktadır. DPT' nin su havzaları, kullanımı ve yönetimi özel ihtisas komisyonu raporunda, 2000 yılı kişi başı evsel su tüketim miktarı 98 m³/kişi.yıl ve 2030 yılı için 89,206 milyon olarak tahmin edilen nüfus değeri için tüketim miktarı olarak da 283 m³/kişi.yıl olarak tespit edilmiştir. Ülkemiz bu bakımdan Avrupa ülkelerine daha yakın su tüketim değerine sahiptir. 1990 ve 1997 yılları arasında birçok ülkenin su tüketim miktarları ve bunların kullanım alanlarına göre dağılımı Tablo 1.3'teki gibidir.

Tablo 1.3. Bazı ülkelerdeki çeşitli kullanımlar için arz edilen su miktarı

| Ülke | Yıl | Su Arzı m ³ /kişi/yıl | Su Arzı L/kişi/gün | Su Arzının Kullanım Alanlarına Göre Dağılımı | | | |
|------------|------|-------------------------------------|-----------------------|--|--------------------|--------------|---------------|
| | | | | Evsel (%) | Endüstriyel (%) | Tarım (%) | Enerji (%) |
| Avusturya | 1997 | 291 | 797 | 33,3 | 20,7 | 8,5 | 37,5 |
| Belçika | 1997 | 693 | 1898 | 10,6 | 3 | 0,2 | 73,4 |
| Danimarka | 1997 | 175 | 479 | 49 | 9 | 38,2 | - |
| Finlandiya | 1997 | 653 | 1789 | 12,6 | 33,2 | 2,4 | 50,5 |
| Fransa | 1997 | 697 | 1909 | 14,6 | 9,7 | 12,1 | 63,5 |
| Almanya | 1997 | 718 | 1967 | 6,5 | 11 | 3,1 | 28,8 |
| Yunanistan | 1997 | 480 | 1315 | 12,2 | 2,7 | 82,5 | 1,8 |
| İrlanda | 1997 | 341 | 934 | 38,8 | 20,6 | 14,8 | 22,8 |
| İtalya | 1997 | 982 | 2690 | 14,2 | 14,2 | 57,3 | 12,5 |
| Lüksembur | 1997 | 143 | 391 | 58,9 | 24,5 | 0,4 | - |
| g | 1997 | 814 | 2230 | 8 | 4 | 1 | 87 |
| Hollanda | 1997 | 743 | 2035 | 7,9 | 3,33 | 52,6 | 36,8 |
| Portekiz | 1997 | 890 | 2438 | 13,2 | 4,66 | 68,2 | 13,9 |
| İspanya | 1997 | 307 | 841 | 34,6 | 54,6 | 6,4 | 2,6 |
| İsveç | 1997 | 208 | 570 | 52,3 | 7 | 14,2 | 14,2 |
| İngiltere | 1997 | 466 | 1276 | 26,6 | 68,1 | 3,4 | - |
| Norveç | 1992 | 735 | 2014 | 19 | 17 | 64 | - |
| Japonya | 1990 | 588 | 1610 | 5 | 3 | 92 | - |
| Hindistan | 1993 | 439 | 1203 | 5 | 18 | 77 | - |
| Çin | 1993 | 920 | 2520 | 6 | 8 | 86 | - |
| Mısır | 1997 | 292 | 800 | 29 | 7 | 64 | - |
| İsrail | 1987 | 115 | 315 | 3 | 0 | 97 | - |
| Somali | 1990 | 1844 | 5052 | 11 | 44 | 40 | - |
| A.B.D | 1990 | 1632 | 4470 | 11 | 68 | 7 | - |
| Kanada | 1993 | 2019 | 5532 | 2 | 17 | 81 | - |
| Kazakistan | | | | | | | |

Su tüketim değerinin, tüketimin olduğu ülkenin gelişmişlik düzeyi hakkında fikir verebilecek önemli parametrelerden biri olduğu göz önünde bulundurularak tabloya bakıldığında sırasıyla; %11'lik evsel tüketim payıyla 555,7L/kişi/gün'lük, %11'lik tüketim payıyla 491,7 L/kişi/gün'lük, %26,6'lık tüketim payıyla 339 L/kişi/gün'lük, %34,6'lık tüketim payıyla 291 L/kişi/gün'lük miktarlarla evsel su tüketiminin olduğu ABD, Kanada, Norveç ve İsveç'te endüstri için ayrılan su tüketim payları sırasıyla; %44, %68, %68,1 ve

%54,6'dır. Kişi başına toplam su tüketim miktarının 2520 L/kişi/gün olduğu Mısır'da kişi başına düşen günlük su tüketim miktarının 151,2 L/kişi/gün, 5532 L/kişi/gün olduğu Kazakistan'da 110,64 L/kişi/gün, 1610 L/kişi/gün olduğu Hindistan'da ise 80,5 L/kişi/gün olduğu görülmektedir. Toplam tüketimin endüstrinin gelişmiş olduğu ülkelerdeki değerlere yakın olduğu ancak kişi başı tüketim ve endüstriye ayrılan su tüketim paylarında belirgin bir farklılık olduğu göze çarpmaktadır. Endüstriye harcanan su miktarının az olduğu bu gibi ülkelerde, tarım için ayrılan payın daha yüksek olduğu görülmektedir. Türkiye'deki su kullanım alanları ve miktarları Tablo 1.4'te gösterildiği gibidir.

Tablo 1.4. Türkiye'de su arzının seyri (DPT, 2001).

| Yıllar | Sulama (m ³ /kişi/yıl) | Evsel (m ³ /kişi/yıl) | Endüstriyel (m ³ /kişi/yıl) | Toplam (m ³ /kişi/yıl) | Toplam (L/kişi/gün) | Nüfus (10 ⁶) |
|--------|--------------------------------------|-------------------------------------|---|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1997 | 432 | 88 | 59 | 579 | 1586 | 62.411 |
| 2000 | 482 | 98 | 62 | 642 | 1758 | 65.300 |
| 2030 | 801 | 283 | 148 | 1232 | 3375 | 89.206 |

DPT su havzaları, kullanımı ve yönetimi özel ihtisas komisyonu raporuna göre; 1997 yılı için Türkiye'deki toplam sulama için su tüketimi %74'lük bir paya sahipken, evsel tüketim %15 ve endüstriyel tüketim ise %11'lik paya sahiptir. 2000 yılı için bu değerler sırasıyla; %75, %15 ve %10 2030 yılı için ise; %65, %23, %12'dir.

1.10. Atıksu Oluşumu

Kişi başı su kullanımları ile ilgili olarak, yerleşimler ve evsel atıksu kategorisine girebilen lokanta, eğlence tesisi, çamaşırhane, garaj gibi evsel nitelikli ticari faaliyetler hakkında yerli ve yabancı literatürde çeşitli değerler verilmektedir.

Ayrıca ülkemiz koşullarında, İbank'ta çeşitli nüfuslara bağlı olarak özgül su kullanımı değerlerini belirlemiştir ve tasarımlarda bu değerler esas alınabilmektedir. Elde hiçbir veri olmaması halinde ise, çevre mühendisliği pratiğinde 0,2 m³/kişi/gün şeklinde bir özgül su kullanımı esas alınarak hesap yapılmaktadır. Evsel atıksu debi hesabı için aşağıdaki denklemler kullanılabilir.

Tablo 1.5. Proje debisinin hesaplanmasında kullanılan (n) sayısının nüfus miktarına göre değişimi (Muslu,1994).

| Nüfus | <1000 | 1000-10.000 | 10.000-100.000 | 100.000-1.000.000 | >10 ⁶ |
|--------------|-------|-------------|----------------|-------------------|------------------|
| n (saat/gün) | 8-10 | 12 | 14 | 16 | 18-20 |

Evsel atıksu arıtma tesisleri boyutlandırılırken aşağıdaki debi bağıntılarını kullanmak mümkündür (Muslu,1994).

$$Q_{ort} = \frac{Q_{ev}}{24} + \frac{Q_{end}}{24} + \frac{Q_{süz}}{24} (m^3 / sa) \quad (1)$$

$$Q_{max} = \frac{Q_{ev}}{12} + \frac{Q_{end}}{8} + \frac{Q_{süz}}{24} \quad (2)$$

$$Q_{ort} = \frac{Q_{ev}}{37} + \frac{Q_{süz}}{24} \quad (3)$$

$$Q_{proje} = \frac{Q_{ev}}{n} + \frac{Q_{end}}{8} + \frac{Q_{süz}}{24} \quad (4)$$

Proje debisinin hesaplanmasında kullanılan ve nüfus değerlerine karşılık gelen (n) değerleri Tablo 1.5'te verildiği gibidir. Endüstriyel tesisler için, tesis mevcutsa, tasarım öncesi debi ölçümü yapılması önerilmektedir. Aksi halde, üretim kapasitesi benzer olan tesislerin mevcut atıksu miktarı bilgilerine başvurulur ve/veya literatürde birim üretim başına oluşan atıksu değerleri kullanılmaktadır. Bunun bir örneği Tablo 1.6'da gösterildiği gibidir. Organize sanayi bölgeleri için özgül atıksu debisi 0,5-1,0 L/s.ha alınabilir. Küçük sanayi sitelerinin özgül atıksu debisi ise 0,2-0,5 L/s.ha alınabilir. Bunlar haricinde evsel atıksu debisi tahmininde olduğu gibi, endüstriyel tesisler için de atıksu debisi belirlenirken, kullanılan temiz su miktarı önemli bir bilgi kaynağı olmaktadır. Her iki faaliyette de daha önce belirtildiği gibi temin edilen içme ve kullanma suyu miktarının atıksu miktarına

dönüşüme oranı esas alınır. Bu oran kayıplar ve sızmalar göz önüne alınarak bir günde verilen debinin ne kadarının geri döndüğü şeklinde belirlenir.

Tablo 1.6.Endüstriler için özgül debiler (Henze vd., 2002)

| Endüstri/Üretim | Su Tüketimi | Birim Atıksu Üretimi |
|---|------------------------------------|------------------------------------|
| Süt ve süt ürünleri | | |
| Süt üretimi | 0,7-2,0 m ³ /ton | 0,7-1,7 m ³ /ton |
| Peynir üretimi | 0,7-3,0 m ³ /ton | 0,7-2,0 m ³ /ton |
| Karışık üretim | 0,7-2,5 m ³ /ton | 0,7-2,0 m ³ /ton |
| Hayvan kesimi yan ürünleri işleme ve benzeri tesisler | | |
| Hayvan kesimi | | 3,8 m ³ /ton |
| Hayvan kesimi ve yan ürünleri işleme | | 3-12 m ³ /ton |
| Yan ürün işleme | | 1-15 m ³ /ton |
| İçecek sanayii | | |
| Bira ve alkölsüz içecekler | 3-7 m ³ /m ³ | 3-7 m ³ /m ³ |
| Konserve imalat sanayi | | |
| Patates(kuru soyma) | 2-4 m ³ /ton | |
| Patates(ıslak soyma) | 4-8 m ³ /ton | |
| Pancar kökü | 5-10 m ³ /ton | |
| Havuç | 5-10 m ³ /ton | |
| Bezelye | 15-30 m ³ /ton | |
| Karışık üretim | 20-30 m ³ /ton konserve | |
| Balık | 8-15 m ³ /ton | 4-8 m ³ /ton |
| Tekstil endüstrisi | | |
| Karışık üretim | 100-250 m ³ /ton | 100-250 m ³ /ton |
| Pamuk | | 100-250 m ³ /ton |
| Yün | | 50-100 m ³ /ton |
| Sentetik elyaf | | 150-250 m ³ /ton |
| Deri endüstrisi | | |
| Karışık üretim | 20-70 m ³ /ton | 20-70 m ³ /ton |
| Post üretimi | 20-40 m ³ /ton | 20-40 m ³ /ton |

Tablo 1.6'nın devamı

| | | |
|---------------------------|--|--|
| Kürk üretimi | 60-80 m ³ /ton | 60-80 m ³ /ton |
| Çamaşırhane | 20-60 m ³ /ton | 20-60 m ³ /ton |
| Galvanizleme | 20-200 L/m ² | 20-200 L/m ² |
| | | 1m ³ /h |
| | | max.10m ³ /h |
| Elektrik devreleri sanayi | 0,5-1,5 m ³ /m ² | 0,5-1,5 m ³ /m ² |
| Fotoğrafçılık | 0,5-1,5 m ³ /m ² | 0,5-1,5 m ³ /m ² |
| Matbaa/Ozalit | 30-40 m ³ /gün | 30-40 m ³ /gün |
| Oto tamir/ yıkama | | |
| Otomobil:400 L | 400 L | |
| Otomobil:200 L | 200 L | |
| Kamyon:1200 L | 1200 L | |

1.11. Türkiye'deki Sektörel Su ve Atıksu İstatistikleri

Türkiye İstatistik Kurumu, su ve atıksu istatistikleri kapsamında belediyeler, köyler, imalat sanayi işyerleri, termik santraller, organize sanayi bölgeleri ve maden işletmelerinden veri derlemektedir. 2010 yılı için, 50 ve daha fazla kişi çalıştıran imalat sanayi işyerleri, altyapısı tamamlanmış tüm Organize Sanayi Bölgeleri (OSB), kurulu gücü 100 MW üzeri olan tüm termik santraller ve kömür ve linyit çıkartılması, metal cevheri madenciliği, madencilik ve taş ocakçılığını destekleyici diğer faaliyetler sektöründeki tüm maden işletmeleri ile diğer madencilik ve taş ocakçılığı sektöründe 10 ve daha fazla kişi çalışan işletmelerden çekilen su ve deşarj edilen atıksu verileri ile tüm belediye ve köylerden şebeke ile dağıtılmak üzere çekilen su ve kanalizasyon şebekesinden deşarj edilen atıksu miktarlarına ilişkin veriler derlenmiştir.

Bu haber bülteni ile çekilen su ve deşarj edilen atıksu miktarlarına ait verilerin, sektörler arası transferleri de içerecek şekilde tüm mevcut sektörler için kullanıcılara sunulması hedeflenmiştir.

Belediyeler, köyler, imalat sanayi işyerleri, termik santraller, organize sanayi bölgeleri ve maden işletmeleri tarafından 2010 yılında 11,7 milyar m³ su doğrudan su kaynaklarından çekilerek, 170 milyon m³ su ise sektörler arasında transfer edilerek kullanılmıştır. Doğrudan su kaynaklarından çekilen suyun %42,2'si denizden, %20,6'sı barajlardan, %17,8'i kuyudan, %15,2'si kaynaktan, %2,8'i akarsudan, %1,3'ü göl ve

göletlerden ve %0,2'si ise diğer kaynaklardan çekilmiştir. Sektörel olarak incelendiğinde doğrudan su kaynaklarından çekilen suyun %40,8'inin belediyeler, %36,4'ünün termik santraller, %12,8'inin imalat sanayi işyerleri, %8,6'sının köyler, %1'inin OSB'ler ve %0,5'inin maden işletmeleri tarafından çekildiği görülmektedir.

Belediyeler, köyler, imalat sanayi işyerleri, termik santraller, organize sanayi bölgeleri ve maden işletmeleri tarafından 2010 yılında doğrudan alıcı ortamlara 9,1 milyar m³ atıksu deşarj edilmiş, 334 milyon m³ atıksu ise sektörler arasında transfer edilmiştir. Doğrudan alıcı ortamlara deşarj edilen atıksuyun %70,4'ü denize, %24,3'ü akarsuya, %1,4'ü baraja, %1,3'ü fosseptiğe, %0,9'u göl ve göletlere, %0,8'i araziye ve %0,8'i ise diğer alıcı ortamlara deşarj edilmiştir. Sektörlere göre değerlendirildiğinde doğrudan alıcı ortamlara deşarj edilen atıksuyun %45,8'inin termik santraller, %38,5'inin belediyeler, %11,4'ünün imalat sanayi işyerleri, %2,1'inin köyler, %1,8'inin OSB'ler ve %0,5'inin maden işletmeleri tarafından deşarj edildiği belirlenmiştir.

1.12. Türkiye'deki İmalat Sanayi Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri

2010 İmalat Sanayi Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri Anketi, yerel birim bazında 50 ve daha fazla kişi çalışan tüm imalat sanayi işyerlerinde gerçekleştirilmiştir. İmalat sanayi işyerleri 2010 yılında 1,6 milyar m³ su çekmiştir. 2010 İmalat Sanayi Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri Anketi sonuçlarına göre işyerleri 2010 yılında, 1,6 milyar m³ su çekmiştir. Çekilen suyun %50,2'si denizden, %28,5'i kuyudan, %6'sı barajdan, %3,9'u akarsudan, %3,8'i organize sanayi bölgesi (OSB) şebekesinden, %2,9'u şehir şebekesinden, %2,4'ü kaynaktan ve %2,3'ü diğer su kaynaklarından çekilmiştir. İmalat sanayi su göstergeleri Tablo 1.7.'de gösterildiği gibidir. Çekilen suyun %59,3'ü soğutma amaçlı olarak kullanılmıştır. İmalat sanayi işyerleri tarafından 2010 yılında 1,3 milyar m³ atıksu deşarj edilmiştir. Anket kapsamındaki işyerleri 2010 yılında toplam 1,3 milyar m³ atıksu deşarj etmiştir. Deşarj edilen atıksuyun %62,6'sının denize veya atık barajına, %19,5'inin akarsuya, %8,7'sinin OSB kanalizasyon şebekesine, %6,4'ünün şehir kanalizasyonuna ve %2,8'inin ise diğer alıcı ortamlara boşaltıldığı tespit edilmiştir. İmalat sanayi işyerleri tarafından 2010 yılında 244 milyon m³ atıksu arıtılmıştır. Anket kapsamındaki işyerleri tarafından 2010 yılında toplam 244 milyon m³ atıksu arıtılmıştır. Arıtılan atıksuyun %70'ine biyolojik, %22'sine fiziksel ya da kimyasal ve %8'ine gelişmiş arıtma uygulanmıştır. İmalat sanayi atıksu değerleri Tablo 1.8'deki gibidir. İmalat sanayi işyerleri

tarafından 2010 yılında 13 milyon ton atık yaratılmıştır. Anket sonuçlarına göre 2010 yılında 13 milyon ton atık yaratılmıştır. Yaratılan toplam atığın %28,02'si tesis dışında geri kazanılmış/yeniden kullanılmış, %6,64'ü tesis bünyesinde geri kazanılmış/yeniden kullanılmış, %65,34'ü ise bertaraf edilmiştir. Bertaraf edilen atığın %11,8'i düzenli depolama sahalarında bertaraf edilmiş, %11,6'sı çöplüklere gönderilmiş, %30,8'i işyeri sahasında depolanmış, %43,6'sı dolgu malzemesi olarak kullanılmış ya da yakma tesislerine gönderilmiş, %2,2'si ise diğer yöntemler ile bertaraf edilmiştir. 2010 yılında toplam yaratılan atığın 964 bin tonu tehlikeli atık niteliğindedir. Toplam yaratılan atığın 964 bin tonunun tehlikeli atık niteliğinde olduğu tesbit edilmiştir. Yaratılan toplam tehlikeli atığın %19'u tesis dışında geri kazanılmış/yeniden kullanılmış, %1,1'i tesis bünyesinde geri kazanılmış/yeniden kullanılmış, %79,9'u ise bertaraf edilmiştir.

Tablo 1.7. İmalat sanayi su göstergeleri

| YIL | 2000 | 2004 | 2008 | 2010 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Çekilen Su İhtiyacı(1000 m ³ /yıl) | 1 469 862 | 1 223 620 | 1 313 878 | 1 636 666 |
| Şehir Şebekesi | 23 514 | 50 330 | 33 052 | 47 342 |
| Kaynak | 86 235 | 6 670 | 52 730 | 38 951 |
| Deniz | 636 952 | 656 450 | 658 650 | 821 324 |
| Göl | 33 469 | 23 990 | 16 372 | 14 152 |
| Akarsu | 86 983 | 68 270 | 54 523 | 64 220 |
| Baraj | 87 485 | 86 470 | 79 435 | 98 353 |
| Kuyu | 469 350 | 267 220 | 334 115 | 466 026 |
| Tanker | 29 839 | 14 940 | 12 496 | 13 523 |
| OSB Şebekesi | - | - | 68 086 | 62 366 |
| Diğer(sulama kanalı, köy şebekesi v.b.) | 16 037 | 49 280 | 4 420 | 10 408 |
| Tüketilen Su Miktarı (1000 m ³ /yıl) | 1 454 061 | 1 215 060 | 1 311 748 | 1 630 849 |
| Proses Suyu | 526 982 | 312 550 | 352 743 | 470 058 |
| Takviye Kazan Suyu | 56 468 | 46 790 | 43 736 | 37 259 |
| Takviye Soğutma Suyu | 748 219 | 746 780 | 777 463 | 970 751 |
| Evsel Su | 82 756 | 72 410 | 76 271 | 102 025 |
| Diğer(klimalarda kullanılan, yangın suyu v.b.) | 39 636 | 36 530 | 61 535 | 50 756 |

Tablo 1.8. İmalat sanayi atıksu göstergeleri

| YIL | 2000 | 2004 | 2008 | 2010 |
|---|---------|----------|-----------|-----------|
| Deşarj edilen atıksu miktarı (1000 m ³ /yıl) | 746.877 | 637.756 | 1.027.838 | 1.256.290 |
| Arıtılma durumuna göre | | | | |
| Arıtılarak deşarj edilen atıksu miktarı (1000 m ³ /yıl) | 235.350 | 228.440 | 165.486 | 164.410 |
| Arıtılmadan deşarj edilen atıksu miktarı (1000 m ³ /yıl) | 511.527 | 409.316 | 862.352 | 1.091.880 |
| Alıcı ortamlarına göre | | | | |
| Şehir kanalizasyonu | 79.866 | 70.375 | 72.459 | 80.922 |
| Deniz | 438.614 | 372.334 | 681.716 | (**) |
| Göl | 9.469 | 3.760 | 1.217 | 239 |
| Akarsu | 151.589 | 156.163 | 143.346 | 244.988 |
| Arazi | 16 495 | 15 476 | - | - |
| Baraj | - | - | 2.260 | 731 |
| Atık barajı | - | - | - | (*) |
| Fosseptik | 33.878 | 4.373 | 4.215 | 5.446 |
| OSB kanalizasyonu | - | - | 93.882 | 109.326 |
| Diğer ⁽¹⁾ | 16.966 | 15.275 | 28.744 | 28.443 |
| Atıksu arıtma tesisi | 926 | 1.198 | 1.431 | 1.825 |
| Fiziksel/Kimyasal | 378 | 493 | 458 | 656 |
| Biyolojik | 526 | 648 | 892 | 1.089 |
| Gelişmiş | 22 | 57 | 81 | 80 |
| Atıksu arıtma tesisi kapasitesi (1000 m ³ /yıl) | 379.693 | 438.714 | 387.967 | 498.990 |
| Fiziksel/Kimyasal | 176.939 | 193. 607 | 95.435 | 103.387 |
| Biyolojik | 199.995 | 229.137 | 248.416 | 344.540 |
| Gelişmiş | 2.759 | 15.970 | 44.116 | 51.062 |
| Atıksu arıtma tesislerinde arıtılan atıksu miktarı (1000 m ³ /yıl) | 221.782 | 242.906 | 189.359 | 244.497 |
| Fiziksel/Kimyasal | 104.653 | 121.774 | 43.638 | 54.677 |
| Biyolojik | 115.735 | 111.404 | 128.652 | 170.061 |
| Gelişmiş | 1.393 | 9.728 | 17.069 | 19.760 |

⁽¹⁾Köy kanalizasyonu, serbest bölge kanalizasyonu, küçük sanayi sitesi kanalizasyonu, kooperatiflere ait atıksu arıtma tesisleri, vb. alıcı ortamlara deşarj edilen atıksu miktarlarını içermektedir.

(*) 5429 sayılı Kanun gereği gizlilik ilkesine göre istatistiki birim sayısı üçten az olduğu için birimlere ilişkin bilgiler verilememiştir.

(**) 5429 sayılı Kanun gereği gizlilik ilkesine göre birim sayısı üç ve daha fazla olduğu halde bir veya iki birimin hakim olmasından dolayı birimlere ilişkin bilgiler verilememiştir.

1.13. Türkiye'deki Organize Sanayi Bölgeleri Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri

2010 yılı Organize Sanayi Bölgeleri (OSB) su, atıksu ve atık istatistikleri anketi kapsamında altyapısı tamamlanmış 134 OSB müdürlüğünden elde edilen sonuçlara göre 2010 yılında su şebekesi ile dağıtılmak üzere 126 milyon m³ su çekilmiştir. Çekilen suyun %43,8'i kuyudan, %18,7'si akarsudan, %19'u kaynaklardan, %10,8'i şehir şebekesinden, %7,7'si ise diğer kaynaklardan çekilmiştir.

Anket kapsamındaki OSB'ler 2010 yılında toplam 190 milyon m³ atıksu deşarj etmiştir. Deşarj edilen atıksuyun %76'sının akarsuya, %9'unu şehir kanalizasyonuna boşaltıldığı, %15'nin ise diğer alıcı ortamlara boşaltıldığı ya da kooperatiflere ait atıksu arıtma tesislerine gönderildiği tespit edilmiştir. Anket kapsamındaki OSB'ler tarafından 2010 yılında toplam 161 milyon m³ atıksu arıtılmıştır. Arıtılan atıksuyun %58,5'ine gelişmiş, %40,1'ine biyolojik, %1,4'üne ise fiziksel ya da kimyasal arıtma uygulanmıştır. Ayrıca OSB şebekeleri ile toplam 7,8 milyon m³ atıksu arıtılmak üzere kooperatiflere ait atıksu arıtma tesislerine gönderilmiştir.

Anket sonuçlarına göre 2010 yılında OSB'ler tarafından ya da OSB adına 313 bin ton atık toplanmıştır. Toplanan atığın %28,2'si düzenli depolama sahalarında, %8,2'si yakma tesislerinde, %31,2 si çöplüklerde, %11,8'i diğer yöntemlerle bertaraf edilmiştir. Toplanan atığın %20,6'sı ise OSB sahasında geçici depolanmıştır. OSB'ler tarafından deşarj edilen atıksuyun çekilen sudan daha fazla olması suyunu kendi imkanları ile temin eden işyerlerinin atıksularını OSB kanalizasyon şebekesine deşarj etmelerinden kaynaklanmaktadır.

1.14. Atıksular

Atıksular bozunabilir kirleticiler sınıfına girer. Bunlar kanalizasyon suyu gibi kompleks organik maddeler ve derece derece mikrobiyolojik bozunmaya uğrayan ölü organizmalardır. Bozunabilir maddeler, aynı zamanda fiziksel bozunmaya ve çürümeye uğrayan maddeleri de içerir (Arceivala, 1998).

Ülkemizde de çoğu yerlerde olduğu gibi, yüzeysel sular henüz fazla miktarda kirlenmemişse ve kendi kendini tabii biyolojik yollardan temizleme kapasitesine sahipse, alıcı suyun bu özelliği meydana çıkarılmalı ve arıtma tesisinin çıkış sularının bu kalite standartlarını aşmadan arıtılması gerekir. Bu standartların aşılması durumunda alıcı ortamda kirlenme belirtileri ortaya çıkar veya tersi durumda da yani suyun çok iyi arıtılması durumunda da fazladan maliyet getirir. Dolayısıyla bütün yüzey sularının kalitesi korunmalı, sudaki yaşam devam ettirilmeli ve kullanım amacına göre standartlara uygunluğu korunmalıdır (Sarı, 2005).

1.15. Atıksu Karakterizasyonunda Başlıca Parametreler

1.15.1. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)

Atıksular organik maddeler içerdiğinden, bunların konsantrasyonları, yani 1L sudaki miktarları, kirlilik derecesinin ölçüsü olarak kabul edilir. Fakat atıksuların bileşimleri çok değişiktir ve içindeki maddeleri bir formülle ifade etmek mümkün değildir. Ayrıca bu maddeler tasfiye tesisinde bozunmaya uğradıklarından, bu etkinin de dikkate alınması gerekmektedir. Bu yüzden bu maddeleri konsantrasyonları ile ifade etme yoluna gidilmiştir.

Organik maddenin ölçüsü olarak, biyokimyasal oksidasyon (karbonlu maddelerin oksitlenmesi) sırasında harcanan oksijen miktarı esas alınabilir ve bu değer de BOİ olarak adlandırılır. Biyokimyasal oksidasyon, su içinde bir yanma olayı olup, bu yanma esnasında suda çözülmüş oksijen kullanılır. Ne kadar fazla oksijen sarf edilirse, sudaki organik madde miktarı da o kadar fazla demektir.

Organik madde ihtiva eden sularda suların oksijen ihtiyacı BOİ₅, karbonlu maddelerin tamamen CO₂'ye dönüşmesine kadar artar. Teorik olarak sonsuz, pratik olarak yaklaşık olarak 10 gün kadar bir müddet sonunda, bütün karbonlu maddeler ayrışır. Bu

esnada sarf edilen oksijene, birinci kademe nihai biyokimyasal oksijen ihtiyacı denir ve BOI_u ile gösterilir. Evsel atıksular için BOI_5 ile BOI_u arasında $BOI_5/BOI_u=0,68$ bağıntısı vardır.

1.15.2. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Kimyasal olarak oksitlenebilen maddelerin oksijen ihtiyacı KOİ ile ifade edilir. KOİ asit ortamda kimyasal bir oksitleyici (potasyum dikromat gibi) vasıtasıyla ölçülür. Kimyasal olarak oksitlenebilecek bileşikler, biyolojik olarak oksitlenebileceklerden fazla olduğundan, kimyasal oksijen ihtiyacı biyolojik oksijen ihtiyacından büyüktür. Tasfiye edilmemiş atıksular için $BOI_5/KOİ=0,4-0,8$ (ortalama 0,65) alınabilir.

1.15.3. Toplam Organik Karbon (TOK)

Özellikle çok küçük organik madde konsantrasyonları için uygun bir parametredir. Bu parametre, bilinen konsantrasyonlarda bir numuneyi yüksek sıcaklıkta bir fırına enjekte ederek saptanmaktadır. $BOI_5/TOK=1-1,6$ alınabilir.

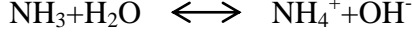
1.15.4. Toplam Oksijen İhtiyacı (TOİ)

TOİ parametresi ise diğer parametrelerin bulunmasından daha sonraki yıllarda geliştirilmiştir. TOİ deneyi, numuneyi platinle katalizlenen bir yanma odasında kararlı son ürünlere çevirmeyi ve bu esnada sarf edilen oksijen miktarını bulmayı hedef alır.

1.15.5. Azot-Fosfor

Azot ve fosfor elementleri mikroorganizmaların büyümesi için çok gereklidir. Bunlara besi elementleri (nütrient) denir. Azot, proteinlerin sentezi için temel yapı taşı olduğundan, atıksuların biyolojik yollarla tasfiyesinde azot konsantrasyonunu bilmeye ihtiyaç vardır. Suyun azot miktarı az ise, tasfiye için dışarda azot ilavesi gerekebilir. Aksine, eğer yüzeysel sulara verilen atıksu deşarjları sebebiyle alg ve yosunların kontrolü istenirse, alıcı ortamlar verilmeden önce, azotun uzaklaştırılmasına veya miktarının azaltılmasına ihtiyaç vardır.

Genellikle atıksularda azot, esas itibariyle proteinli maddelere ve üreye bağlı olarak bulunur. Bu maddelerin ayrışması ile azot, amonyağa dönüşür. Atıksuyun tazelik derecesi, amonyak miktarı ile ölçülür. Atıksularda azot pH'ya göre, ya amonyum iyonu (NH_4^+) ya da amonyak (NH_3) şeklinde bulunur.



pH ≥ 7 ise denge sola doğru bozulur, pH ≤ 7 ise amonyum iyonları ortama hakim olur. Aerobik ortamda bakteri faaliyetleri sonucu amonyak oksitlenerek nitrit ve nitrat haline gelir. Atıksulardanitrit azotu önemsizdir. Zira nitrit kararsız olup kolaylıkla nitrata dönüşür. Konsantrasyonu atıksularda 1mg/L'yi nadiren geçer. Nitratlar ise azotun en ileri derecede oksitlenmiş halleridir. Atıksularda 0-20 mg N/L konsantrasyonlarında bulunabilir.

Alg ve diğer mikroorganizmaların çoğalması bakımında fosfor da önemlidir. Sularda fosfor fosfat olarak bulunur. Evsel atıksular genellikle fosfor bileşiklerince zengindirler. Son yıllarda deterjan yapımında, katı maddesi olarak fosfat ve polifosfat bileşikleri, büyük miktarlarda kullanılmaktadır. Bu maddelerin yaklaşık %12-13'ünün fosfor olduğu düşünülürse, sentetik deterjan üretiminin artışı ile birlikte yüzeysel sulara fosfor deşarjı da artış göstermiştir. Genellikle evsel atıksularda 4-15 mg/L civarında fosfor bulunur.

1.15.6. Evsel Atıksular

Evsel atıksular yerleşim yerlerinden evdeki mutfak, banyo v.b. ile bahçe sulama, araba yıkama gibi ev dışındaki gündelik faaliyetlerden oluşur. Evsel nitelikli atıksu oluşturan ticari faaliyetler arasında otel, motel, alışveriş merkezleri, eğlence yerleri, çamaşırhaneler sayılabilir. Okullar, hastaneler, kamplar, tatil köyleri v.b. dinlenme yerleri de evsel nitelikli atıksular kapsamındadır. Yangın söndürme için su kullanımı, park ve bahçelerin sulanması, kanal sistemlerinin bakımı v.b. belediye hizmetleri ile oluşan sular da evsel atıksuya katkıda bulunur.

Evsel atıksu sistemlerinde kullanılan atıksular çok çeşitli kirleticiler içermektedir. Atıksuların bileşenleri toplama sistemine karışan atıksuyun miktarı ve tipine bağlı olarak değişir. Yerleşim yerlerinde kanalizasyon sisteminin etkili çalışması durumunda,

biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI₅) değeri genellikle ortalama 54 g/kişi-gün civarındadır. Gelişmekte olan bazı bölgelerde üretilen atıksuyun tamamı kanalizasyon sistemine dahil edilmediğinden, BOI₅ değeri 30-40 g/kişi-gün seviyesinde olabilir. Eğer kanalizasyonda birleşik sistem kullanılıyorsa, BOI₅ değeri %40 daha fazla, yani 77g/kişi-gün mertebesinde olur. Ofislerde, okullarda ve part time kullanılan mekanlarda BOI₅ değeri olarak 54 g/kişi-gün olan normal değer yarısı, hatta daha da azı alınabilir. Restoranlarda, kafeteryalarda ise yapılan her yemek servisinin BOI₅'ye etkisi 54 g/kişi-gün değerinin dörtte biri kabul edilir. Benzer şekilde tiyatrolarda ve sinemalarda koltuk başına düşen BOI₅ miktarı, 54 g/kişi-gün farz edilir. Gelişmiş ülkelerde bu değer 60g/kişi-gün olarak alınmaktadır. Diğer taraftan otellerde ve hastanelerde kişi başına düşen BOI₅, normaldekinin 1,5-2,5 katı alınır.

Kanal sistemi ve arıtma dizaynında ise, atıksuların sadece miktarı değil değişimi de önem taşır. Değişim günlük ve mevsimsel olarak iki şekilde ele alınabilir. Su kullanımında esas olarak günün başlaması ve bitiminde iki pik debi söz konusudur. Mevsimlik değişimde ise su kullanımı iki şekilde ele alınabilir. Biri mevsimsel yerleşim şeklinde olan değişme, örneğin tatil yöreleri, okullar v.b. de olduğu gibi, diğeri mevsimin neden olduğu su kullanımında değişme. İkinci halde su kullanımı sıcak havalarda önemli ölçüde artabilir.

Atıksuların karakteristiği, debi ve atıksu özellikleri ile ilgilidir. Evsel atıksuların takriben %99'u su olup, %1-5'lik kısmı organik ve inorganik madde ihtiva etmektedir. Atıksu içerisindeki kirleticilerin giderilmesinde bu maddelerin özellik ve konsantrasyonları etkili olmaktadır.

Atıksuların özelliklerini etkileyen diğer bir husus, atıksuların toplama sisteminde geçirdikleri süredir. Taze evsel atıksu kötü kokulu olmayıp açık kahverengi renktedir. Buna mukabil atıksular uzun ve akış hızları düşük sistemlerde uzun süre kaldıklarında bilhassa sıcak mevsimlerde bayat hale gelip, çözünmüş oksijenini tamamen kaybeder. Siyah renkli ve kötü kokulu hale dönüşür. Bu duruma septik hale gelmiş atıksu adı verilir. Septik hale gelmiş atıksuların arıtılması zorlaşır. Bu bakımdan atıksu toplama sistemleri projelendirilirken septik şartların oluşmamasına itina edilir (Sarı, 2005).

Tablo 1.9. Evsel atıksuyun bileşimi (Samsunlu, 2006).

| Kalite Parametresi | Konsantrasyon, mg/L | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Kuvvetli | Ortalama | Zayıf |
| Toplam Katı Madde | 1200 | 720 | 350 |
| Çözünmüş Toplam Katı Madde | 850 | 500 | 250 |
| Toplam Askıda Madde | 350 | 220 | 100 |
| Çökebilen Madde | 20 | 10 | 5 |
| BOI ₅ | 400 | 220 | 110 |
| Toplam Organik Karbon (TOK) | 290 | 160 | 80 |
| KOI | 1000 | 500 | 250 |
| Toplam Azot | 85 | 40 | 20 |
| Organik Azot | 35 | 15 | 8 |
| Serbest Amonyak | 50 | 25 | 12 |
| Nitrit | 0 | 0 | 0 |
| Nitrat | 0 | 0 | 0 |
| Toplam Fosfor | 15 | 8 | 4 |
| Organik Fosfor | 5 | 3 | 1 |
| İnorganik Fosfor | 10 | 5 | 3 |
| Klorür | 100 | 50 | 30 |
| Alkalinite (CaCO ₃) | 200 | 100 | 50 |
| Yağ-Gres | 150 | 100 | 50 |
| Toplam Koliform, sayı/100ml | 10 ⁸ -10 ¹⁰ | 10 ⁷ -10 ⁸ | 10 ⁶ -10 ⁷ |
| Uçucu Organik Bileşikler, µg/L | >400 | 100-400 | <100 |

1.15.7. Endüstriyel Atıksular

Endüstriyel atıksuların karakteristikleri, endüstriden endüstriye birçok farklılık göstermektedir. Aynı daldaki endüstrilerde bile, kullanılan hammaddelerin ve uygulanan proseslerin farklılığı, diğer birçok faktörle birlikte çıkan atıksuyun yapısında da farklılıklar oluşturmaktadır. Her endüstri için kirlilik karakteristikleri farklı olacağından önerilecek arıtma yöntemleri de farklılık gösterecektir.

Endüstri kuruluşlarının çevreyi kirletmeden üretim yapabilmeleri için, uygun yer seçimi ve tesis kurulmadan önce önlem teknolojilerinin değerlendirilmesi gibi hususlar büyük önem taşımaktadır.

Alınması gereken arıtma önlemleri ve kullanılması gereken arıtma teknolojileri atıksuların kanitatif ve kalitatif özelliklerine göre belirlenir. Bu özellikler kısaca şöyle özetlenebilir. Organik madde miktarı, çözünmüş tuzlar, zehirli maddeler, renk ve bulanıklık, askıda katı maddeler, sıcaklık, pH, nütrient maddeler, yağ ve gres, radyoaktif maddeler, yüzey aktif maddeler (deterjanlar), fenol ve fenol türevleri, bakteriyolojik kirleticiler, tat ve koku yaratan bileşikler, tarım ilaçları, asitler ve bazlar, petrol ve petrol türevleri ve diğer bozunmayan atıklar. Endüstrinin üretim özelliğine göre seçilecek en önemli parametreler her endüstri için farklıdır. Endüstri tipine bağlı olarak belirlenen en önemli kirlilik parametreleri, bunları giderme tekniklerinin tespit edilmesinde de önemlidir. Yeni kimyasal maddeler, yeni teknolojiler, yeni endüstriyel prosesler insana ve çevresine yarar sağladığı gibi birçok tehlikeleri de beraberinde getirmiştir. Bu nedenle endüstriyel kirlenme çevre kirlenmesinin önemli bir bileşenidir. Atıksuların endüstri tipine göre fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreleri aşağıda belirtildiği gibidir.

1.15.7.1 Fiziksel Parametreler

Toplam katı madde, renk, koku, bulanıklık, sıcaklık, çökebilir katı madde, anorganik ve organik katı madde, iletkenlik ve radyoaktivitedir. Bunların en önemlileri sıcaklık ve katı maddelerdir.

1.15.7.2. Kimyasal Parametreler

Asidite, Cl, pH, alkalinite, SO, azot, fosfor, gres ve yağlar, deterjanlar, KOI, BOI, ağır metaller (Hg, Cd, Cr, Zn), toksik maddeler (fenoller, haşere öldürücüler) olarak sıralanabilir. Bunlardan en önemlileri; pH, asidite, alkalinite, N, P, BOI ve KOI'dir.

1.15.7.3.Biyolojik Parametreler

Toksik maddeler, koliformlar (evsel atıksulardan dolayı kirlenme olup olmadığını anlamak için), diğer organizmalar (Salmonella, Shigella, Antrax, Virüsler, Alga, Nematodlar ve diğer solucanlar).

1.16. Bazı Endüstriyel Kirleticilerin Yapıları

Yiyecek endüstrisi, indirgendikleri zaman nehirlerdeki çözülmüş oksijen miktarını düşüren organikleri daha çok içerir ve bu da balıkları ve sudaki hayatı olumsuz etkiler. Koku ve anaerobik ortam oluşabilir. Bazı besin endüstrileri sadece mevsimsel olarak çalışır ve genellikle katı atık üretirler.

İçecek endüstrisi atıkları, yiyecek endüstrisi ve evsel atıklara benzemekle birlikte çok yüksek BOI değeri içerebilir. Yemek ve içecek endüstrisi atıkları bitkileri sulama suyu amacıyla kontrollü olarak kullanılabilir. Atıksuda katı madde miktarı ve renk problemi olabilir. Biyolojik arıtma sırasında besi maddesi ilavesi gerekebilir.

Tekstil endüstrisindeki ana problemler, boya bölümünden renk, işleme sırasında NaOH'dan kaynaklanan yüksek pH ve ani oynamalar görülmektedir. Makine yağları, yüksek BOI, sülfidler ve Zn sektör türüne göre diğer kirletici parametrelerdir.

Kimya endüstrisi atıksularında ise, yağ emisyonları, sülfid ve fenoller, makine yağları, katılar, yüksek pH, fosfatlar ve indirgenemeyen organikler içerebilirler. Tipik etkileri ise tat, koku, zehirlenme problemleri olabilmektedir. Ayrıca termal kirlenmeye yol açabilirler. Metal üretiminden kaynaklanan atıksuda Cr, Cd, CN⁻, Zn metal kirlilikleri görülebilir. Bazı metaller besi zincirinde kalırlar. Bazı endüstrilere ait KOI, BOI değerleri Tablo 1.10'da görüldüğü gibidir.

Tablo 1.10. Bazı endüstrilere ait KOI, BOI değerleri

| Atıksu Cinsi | KOI (mg/L) | BOI (mg/L) | BOI ₅ /KOI |
|---------------------|------------|------------|-----------------------|
| Mezbaha | 3500 | 2000 | 0,57 |
| İçki Endüstrisi | 60.000 | 30.000 | 0,5 |
| Süt Endüstrisi | 1800 | 900 | 0,5 |
| Lastik Endüstrisi | 5000 | 3300 | 0,66 |
| Deri Endüstrisi | 13.000 | 1270 | 0,1 |
| Tekstil Endüstrisi | | | |
| Arıtılmamış | 1360 | 660 | 0,48 |
| Biyolojik Arıtılmış | 116 | 5 | 0,04 |
| Un Endüstrisi | | | |
| Arıtılmamış | 620 | 226 | 0,36 |
| Biyolojik Arıtılmış | 250 | 30 | 0,12 |

1.17. Daha Önce Yapılan Çalışmalar

Üstün (2006), doktora tez çalışmasında 48.000 m³/gün debiye sahip boyama ve bitim işlemleri yapan tekstil fabrikalarının ağırlıklı olduğu Bursa OSB' de atıksu arıtma tesisi çıkışından değişik zamanlarda atıksu numunesi almış, standart metotlara göre analiz edip 3 farklı arıtma alternatifini vasıtasıyla geri kazanılabilirliğini araştırmıştır. Çalışmasını yürüttüğü BOSB'de faaliyet gösteren 209 firmanın, ortalama günlük atıksu debisi yaklaşık 40.000 m³/gün değerindedir. BOSB atıksu arıtma tesisi, BOSB mevcut atıksuyunu arıtmak ve gelecekteki büyüme neticesinde artan atıksu miktarını da karşılayabilmek üzere dizayn edilmiş olan tesis mevcut debi değerine %20'lik bir ekleme yapılarak hesaplanmış ve projelendirilmiştir. Çalışmasını yürüttüğü atıksu arıtma tesisi; fiziksel ön arıtma (mekanik ızgara, kum tutucu, dengeleme ve terfi), kimyasal arıtma (koagülasyon, flokülasyon, ön çökeltme), biyolojik arıtma (2 adet derin karosel tipi havalandırma), son çökeltme ve çamur işleme (çamur homojenizasyon, mekanik yoğunlaştırma, mekanik susuzlaştırma) üniteleri olarak 4 ana birimden oluşmaktadır. BOSB proses suyu üretim tesisi giriş ve çıkışından 2005 yılında farklı mevsimlerde alınan aylık numunelerin ortalama değerleri ile. 2. Kalite su sınıfı özellikleri Tablo 1.11'de gösterildiği gibidir. Tablo 1.11 incelendiğinde arıtılan suyun kalitesinin 2.sınıf sınır değerlerini sağladığı sertlik, iletkenlik ve alkalinite parametrelerinin ise mevcut tesiste giderilemediği görülmektedir.

Tablo 1.11. BOSB' de atıksu arıtma tesisine giren atıksuyun çeşitli kirlilik parametrelerinin giriş ve çıkış değerleri

| PARAMETRE | OCAK 2005 | | NİSAN 2005 | | TEMMUZ 2005 | | EKİM 2005 | | 2.Kalite Su Sınıfı Özellikleri |
|--------------------------------------|-----------|-------|------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|--------------------------------|
| | Giriş | Çıkış | Giriş | Çıkış | Giriş | Çıkış | Giriş | Çıkış | 6,5-8,5 |
| pH | 8,1 | 7,7 | 8,1 | 7,7 | 8 | 7,5 | 8 | 7,24 | 50 |
| KOİ (mg/L) | 377 | 27 | 133 | 23 | 337 | 25 | 573 | 35 | |
| AKM (mg/L) | 128 | 5 | 136 | 4,9 | 134 | 1,4 | 187 | 1,6 | 1 |
| NH ₄ -N (mg/L) | 42 | 1,5 | 13,9 | 0,3 | 31 | 1 | 36 | 0,02 | 0,16 |
| PO ₄ -P (mg/L) | 8 | 0,5 | 2,6 | 0,4 | 6 | 0,6 | 9 | 0,13 | |
| İletkenlik (µS/cm) | 1904 | 1943 | 801 | 912 | 1577 | 1625 | 2250 | 2640 | 50 |
| Renk (Pt-C ₀) | 522 | 3 | 352 | 4,6 | 547 | 13 | 550 | 8 | |
| Alkalinite (mg/L CaCO ₃) | 405 | 280 | 207 | 162 | 384 | 259 | 468 | 350 | |
| Sertlik (°F) | 25 | 25 | 15 | 17 | 22 | 21 | 24 | 24 | |
| Klorür (mg/L) | 284 | 314 | 109 | 126 | 276 | 295 | 384 | 469 | 200 |
| Sülfat (mg/L) | 127 | 92 | 73 | 43 | - | 106 | - | - | 200 |
| Demir (mg/L) | 2,31 | 0 | 1,57 | 0,1 | - | 0 | - | - | 1 |
| Bakır (mg/L) | 1,64 | 0 | 1,32 | 0 | - | 0 | - | - | 0,05 |

Arık (2012), yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında Bursa ilinde kurulu bulunan bir OSB'den kaynaklanan atıksuların, mevcut arıtma tesisinde arıtıldıktan sonra yeniden kullanılabilirliğini araştırmıştır. Çalışmanın gerçekleştirilmiş olduğu OSB'de, en fazla bulunan sektörlerin başında %48'lik pay ile dağılımın neredeyse yarısını teşkil eden tekstil sektörü gelmektedir. Tekstilden sonraki en yaygın sektör ise %29'luk dilimle mobilya ve orman ürünleri sektörü olup, otomotiv yan sanayi ve diğer sanayi kolları toplamda %23'lük dilimi kapsamaktadır. OSB yaklaşık olarak 30.000 m³/gün atıksu debisine sahip olup, yukarıda bahsedilen sanayi sektörlerinin dağılımı dikkate alındığında atıksuyun 14 000 m³/gün'ü tekstil sanayinden, kalan 16.000 m³/gün'ü ise diğer sanayilerden kaynaklandığı söylenebilir. OSB'de mevcut olan atıksu arıtma tesisi projelendirilirken hem evsel atıksuların arıtımı hem de sanayi atıksularının arıtımı dikkate alınmıştır.

Tablo 1.12. SKKY Tablo 19 deşarj standartları ile OSB arıtma tesisi çıkış suyunun karşılıklı değerleri

| Parametre | OSB AAT Çıkış Suyu Değerleri | SKKY Tablo 19 değerleri |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| KOİ (mg/L) | 94 | 160 |
| AKM (mg/L) | 60 | 200 |
| Yağ ve Gres (mg/L) | 8 | 20 |
| Toplam Fosfor (mg/L) | 0,99 | 2 |
| Toplam Krom (mg/L) | - | 2 |
| Krom (mg/L) | - | 0,5 |
| Kurşun (mg/L) | - | 2 |
| Toplam Siyanür (mg/L) | - | 1 |
| Kadmiyum (mg/L) | - | 0,1 |
| Demir (mg/L) | - | 10 |
| Florür (mg/L) | 0,71 | - |
| Bakır (mg/L) | - | 3 |
| Çinko (mg/L) | - | 5 |
| Civa (mg/L) | - | - |
| Sülfat (mg/L) | 277 | 1500 |
| Toplam Kjeldahl Azotu (mg/L) | 6 | 20 |
| Balık Biyodeneyi (ZSF) | - | 10 |
| pH | 7,2 | 6-9 |
| Renk (Pt-C ₀) | 80 | 280 |

Tesise gelen atıksuyun 55000 m³/gün'lük büyük bir kısmı şehir atıksularından gelirken, 30000 m³/gün'lük diğer kısmı OSB'de faaliyet gösteren işletmelerden kaynaklanmaktadır. Bu tesiste tüm atıksular fiziksel ve biyolojik yöntemlerle arıtılmaktadır. İncelenen atıksu arıtma tesisi; ince ve kaba ızgara, kum tutucu, dengeleme havuzu, havalandırılmalı aktif çamur prosesi, son çöktürme havuzu, belt-pres ünitesi ve çamur kurutma ünitesinden oluşmaktadır. Organize sanayi bölgeleri atıksu arıtma tesisi çıkış sularının deşarjı SKKY Tablo 19'da verilen parametrelere göre yapılmaktadır. Bu çalışmada, Bursa ilinde seçilen organize sanayi bölgesi arıtma tesisi çıkış suları 2009-2010 tarihleri arasında 2 saatlik kompozit numune olarak alınmış, standart metotlar'da belirtilen yöntemlere göre analiz edilmiştir. Tablo 1.12'de atıksu arıtma tesis çıkış suyunun deşarj kriterlerini sağladığı görülmektedir.

Kav (2011), yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında Adana OSB atıksu arıtma tesisi çıkış sularının Afşin-Elbistan uçucu külü ve perlit adsorpsiyon sistemi (fiziko-kimyasal arıtma) ile tekstil sanayisinde proses suyu olarak geri kazanılabilirliğini araştırmıştır

Tablo 1.13.AOSB arıtma tesisi çıkış suyunun 2 saatlik kompozit numune analiz sonuçları

| Parametre | Birim | Analiz Sonucu | SKKY Tablo 19 ile Karşılaştırma |
|-----------------------|-------|---------------|---------------------------------|
| TAKM | mg/L | 2,7-7,7 | 200 |
| pH | mg/L | 7,41 | 6-9 |
| Yağ-gres | mg/L | 4,7-6,2 | 20 |
| Toplam Fosfor | mg/L | 0,55-0,85 | 2 |
| Toplam Krom | mg/L | 0,17-0,24 | 2 |
| Krom | mg/L | 0,075-0,1 | 0,5 |
| Kurşun | mg/L | 0,095-0,1 | 2 |
| Toplam Siyanür | mg/L | 0,007-0,1 | 1 |
| Kadmiyum | mg/L | 0,01-0,03 | 0,1 |
| Demir | mg/L | 0,63-0,78 | 10 |
| Bakır | mg/L | 0,114-0,119 | 3 |
| Çinko | mg/L | 0,15-0,25 | 5 |
| Sülfat | mg/L | 280-350 | 1500 |
| Toplam Kjeldahl Azotu | mg/L | 0,37-0,52 | 20 |
| KOİ | mg/L | 85-115 | 160 |

Çalışmasını gerçekleştirmiş olduğu AOSB içindeki atıksu tesisleri kanalizasyon sistemi, evsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesisi olarak hizmet halindedir. Atıksu arıtma tesisi Avrupa Birliği normlarına göre merkezi arıtma standartlarına uygun olarak inşa edilmiştir. Arıtılan atıksu miktarı 6.422.350 m³ olup arıtma neticesinde çıkan çamur 13.050 tondur. Tesis kompleks bir tesis olup; fiziksel (ızgara, havalandırılmalı kum tutucu), kimyasal ve biyolojik üniteler (havalandırma havuzları, çökeltme havuzları), çamur susuzlaştırma ünitelerinden oluşmaktadır. Arıtma tesisi çıkış suyu değerleri Tablo 1.13'te gösterildiği gibi deşarj kriterlerine uyduğu görülmektedir.

1.18. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

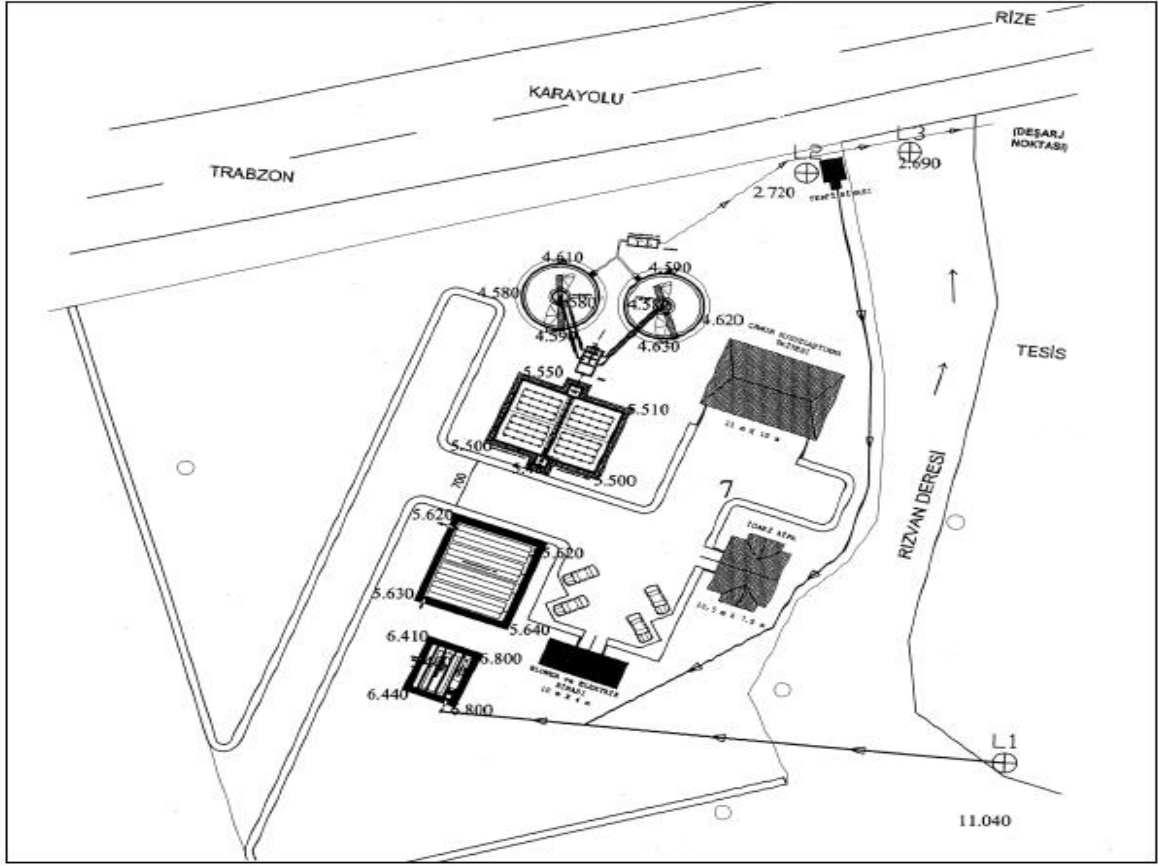
Bu tez çalışmasında, Arsin Organize Sanayi Bölgesi atıksu arıtma tesisi ve bölgede bulunan Hürriyet A.Ş. arıtma tesisi projeleri incelenmiş olup, projelendirmeye esas teşkil edecek parametreler ve boyutlandırmanın nasıl yapıldığı incelenmiş, boyut değerlerinin literatür değerleriyle karşılaştırması yapılmıştır. 85 firmanın ve 3582 çalışanın bulunduğu AOSB'deki su tüketim miktarı $900 \text{ m}^3/\text{gün}$ olup, 85 firmadan 9'u endüstriyel nitelikli suya sahiptir. Projelendirmede kullanılacak atıksu değeri tüketilen suyun tamamının atıksuya dönüştüğü kabulüyle alınmış ve arıtma tesisi fiziksel ve biyolojik ünitelerden oluşacak şekilde planlanmıştır. Debi değerine ve seçilen diğer parametrelere bağlı olarak alınan ve hesap edilen boyutların literatürde verilen değer aralıklarının en azı veya en azına yakın alındığı sonucuna ulaşılmıştır.

2. AOSBAAT TANITIMI



Şekil 2.1. AOSBAAT'nin inşaat sahasından bir görüntü

85 firmanın bulunduğu AOSB'de 3582 kişi çalışmaktadır. 2006 yılında projelendirilen arıtma tesisi atıksu karakteristiği için; 9 firmanın deşarj ettiği atıksuyun endüstriyel nitelikli, geri kalan 76 firmanın deşarj ettiği atıksuyun evsel nitelikli olduğu belirtilmiştir. Bu firmalardan Yavuz Metal Sanayi ve Gündoğdu Pazarlama'nın, arıtma tesisi projelendirmesi için atıksu numunesi alındığı tarihlerde kimyasal arıtma tesislerinin mevcut olduğu bilinmektedir. Hürriyet A.Ş.'nin ise aynı tarihlerde atıksu arıtma tesisi bulunmayıp 2008 yılından itibaren aktif çamur paket arıtma ünitesi kullanmaktadır. Endüstriyel nitelik taşıyan 9 firmadan Küçükarslanlar Bakır Çinko Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye ait atıksu debisi en fazla olup, 19,9 m³/gün değerindedir. 900m³/gün değerinde içme suyunun çekildiği AOSB'de, kullanılan suyun tamamının atıksuya dönüştüğü kabulüyle 2006 yılında planlanan biyolojik atıksu arıtma tesisi; ızgara, havalandırmalı kum tutucu, yağ ayırıcı, dengeleme havuzu, havalandırma havuzu, son çökeltim havuzu ve çamur yoğunlaştırma ünitesinden oluşmaktadır. Bu üniteler yapılmaya başlanmış olup Şekil 2.1'de görüldüğü gibi inşa aşamasında kalmıştır.



Şekil 2.2. AOSBAAT planı

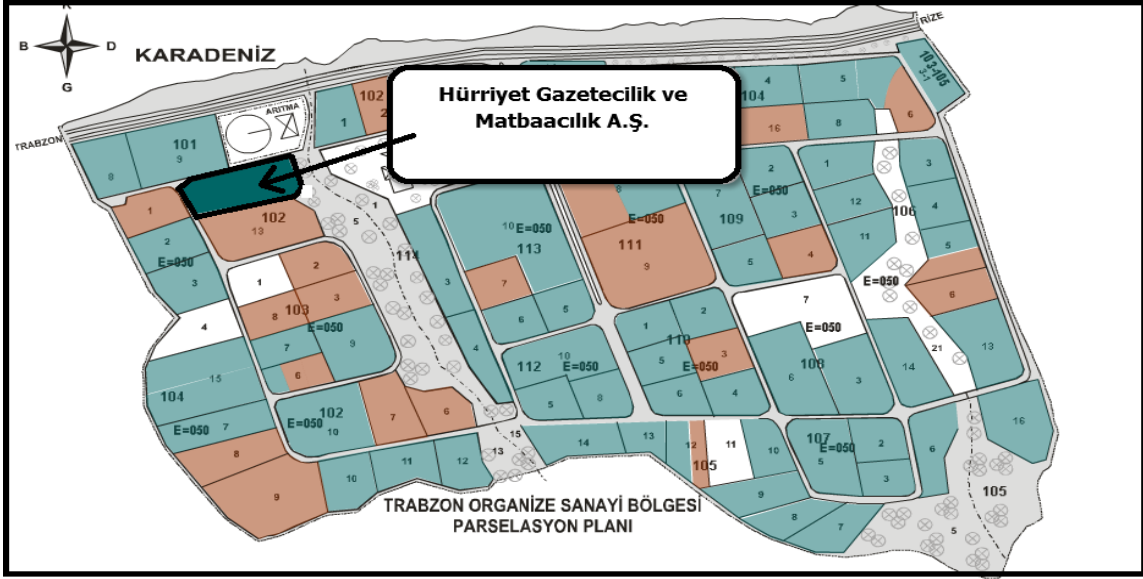
2.1. AOSB Arıtma Tesisine Gelen Debi

Tesise geleceği düşünülen atıksu miktarı, yukarıda da belirtildiği gibi tüketilen su miktarının tamamının atıksuya dönüştüğü düşünülerek $900 \text{ m}^3/\text{gün}$ olarak alınmış olup, $Q_{\text{maks.}}=75\text{m}^3/\text{saat}$ alınarak arıtma ünitelerinin boyutlandırılmasında kullanılmıştır. Bu değer, evsel nitelikli sular için 1000-10.000 kişilik nüfus değerine karşılık gelen ve debi hesabında kullanılan n 'in 12 alınarak bulunduğu ve hesaplamalarda kullanıldığı sonucuna varılmaktadır. AOSBAAT'de tesis üniteleri için genel bilgiler, boyutlandırma ve boyutlandırmaya dayalı yorumlar aşağıdaki gibidir.

2.2. Hürriyet Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş. Tanıtım

Hürriyet Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş. Arsin Organize Sanayi Bölgesi'nde basım sanayi ve gazete baskısı konusunda bölgesel çözümler sunmaktadır. Trabzon'daki

tesislerde basılan gazeteler her gün düzenli olarak Karadeniz ve Doğu Anadolu'ya ulaştırılmaktadır. Yıllık 20.000 ton üretim kapasitesine sahip firma, 24.300 m² açık alan ve 5020 m² kapalı alandaki tesislerinde üretimini sürdürmektedir. Hürriyet Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş. bünyesinde basım, dağıtım ve bağlı hizmetlerle ilgili 90 personeli barındırmaktadır.



Şekil 2.3. Arsin organize sanayi bölgesi ve Hürriyet A.Ş. yeri

2.3. Gazete Basım Aşamaları

Yazı işleri toplantılarında gazeteyi oluşturacak sayfaların genel yapısı belirlenir. Haber ajanslarından gelen haberler, editörlerin yazıları, köşe yazarlarının yazıları, grafikerlerin yaptığı grafikler, karikatüristlerin çizdiği karikatürler ve gazetede yer alan ilanların ilavesi ile masaüstü yayıncılıkla ilgili yazılımlar kullanılarak sayfa sekreterleri tarafından gazete elektronik ortamda hazırlanır.

Yazı işlerinde hazırlanan elektronik ortamdaki gazete sayfalarına ait elektronik ortamdaki bilginin baskı makinesi yardımıyla kağıda aktarılması için sırasıyla ilk önce filme sonra kalıba ya da direkt olarak kalıba aktarılması gerekmektedir. Gazetelerin editoryal merkezlerinin bulunduğu binalardan bu bilgi aynı anda eş zamanlı olarak tüm baskı tesislerine uydu veya karasal kiralık telekom hatları üzerinden gönderilmektedir.

Gazete sayfaları gönderildiği baskı tesislerinde film çıkış veya direkt kalıba çıkış alınarak, hangi baskı makinesinde basılacaksa o baskı makinesinde kullanılacak ebatta kalıplar hazırlanmaktadır.

Bu şekilde gazete basımı; baskı öncesi hazırlık(prepress), baskı(press/printing), baskı sonrası paketleme olmak üzere üç temel aşamadan oluşmaktadır.

2.3.1. Baskı Öncesi (Prepress)

Her türlü yazı, fotoğraf ve görsel malzemenin işlenip kullanılması sonucu, manuel olarak veya elektronik ortamda oluşturulan sayfadan kalıp çekimine uygun film veya elektronik dosya elde edilmesine kadar geçen tüm süreci ve kalıp işlemini kapsar.

2.3.2. Baskı (Press/Printing)

Prepress işlemi sonucu elde edilen kalıpların baskı makinesine bağlanıp gazete basımının yapılması işlemidir.

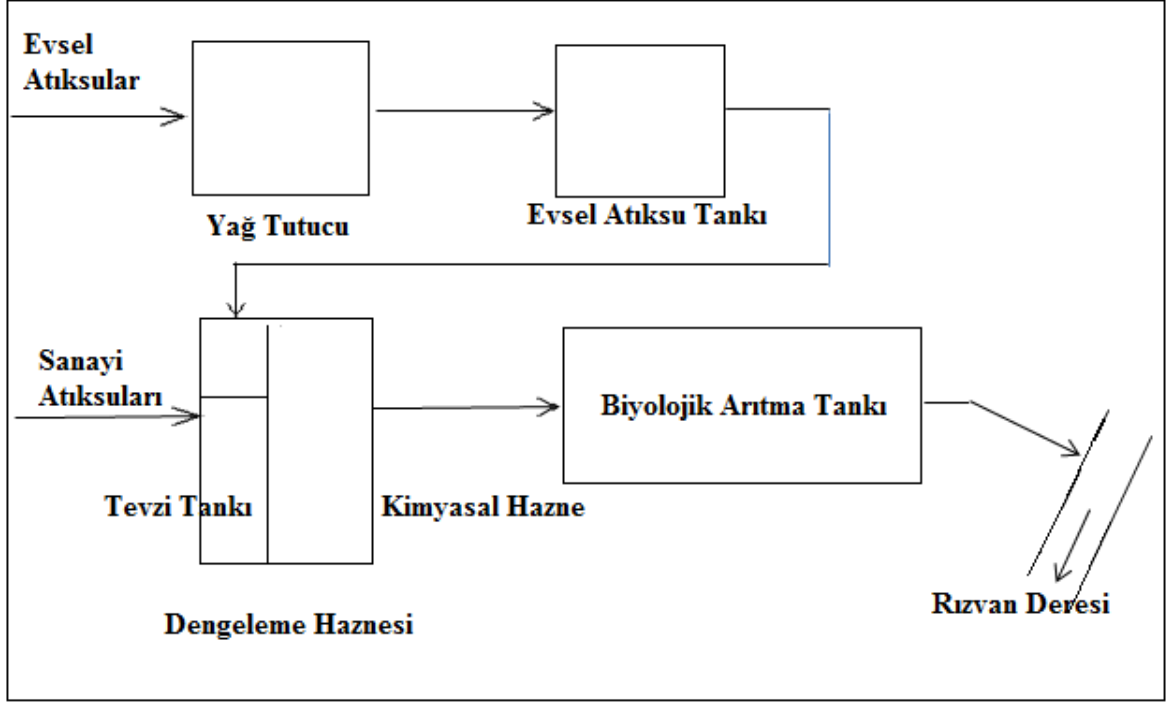
2.3.3. Baskı Sonrası (Paketleme)

Basımı yapılmış olan gazetelerin dağıtım için uygun hale getirilmesi işlemidir.

2.4. Hürriyet A.Ş. Paket Arıtma Tesisi Tanıtımı

Trabzon'un Arsin ilçesinde bulunan DPC Hürriyet Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş. tesislerinden kaynaklanan 20 m³/gün evsel nitelikli atıksuyla birlikte 2m³/gün endüstriyel nitelikli atıksuların arıtılması için 2008 yılında 200 kişilik biyolojik paket atıksu arıtma ünitesi inşa edilmiştir. Aktif çamur sistemine göre dizayn edilip kesikli prosese göre çalıştırılan tesis; ön çöktürme, ön dengeleme haznesi, sistem besleme pompası ve paket ünitelerden oluşmaktadır.

Ön çöktürme aşamasından geçen evsel atıksu ve proses kaynaklı kimyasal atıksuyun bir dengeleme haznesinde karışıp biyolojik arıtma tankına alınarak çöktürme, havalandırma, dezenfeksiyon işlemlerinden geçerek arıtımının sağlandığı tesis planı aşağıdaki gibidir.



Şekil 2.4. Hürriyet A.Ş. paket atıksu arıtma tesisi akış şeması

Personel kullanımıyla oluşan evsel nitelikli atıksuyun ilk olarak ön çöktürme haznesine alındığı sistemde, prosesten gelen atıksu kimyasal hazneye alınıp 80 L/saat'lik debi değeriyle dengeleme haznesine gelen evsel atıksuya karışmaktadır. Toplamda günde 20m³ evsel ve 2m³ kimyasal proses suyu dengeleme haznesinde karışmakta ve biyolojik arıtım ünitesine gönderilmektedir. Evsel atıksuyu dozajlama yaparak ağır metal dengesini sağlamak amaçlı dengeleme haznesine gönderilen proses suyu kimyasal haznede depolanmakta ve belirli aralıklarla dengeleme haznesine gönderilmekte olup biyolojik arıtım için aktif çamur ünitesine gönderilen bu atıksuyun arıtıldıktan sonraki değerleri SKKY karışık endüstriyel atıksuların alıcı ortama deşarj standartları (küçük ve büyük organize sanayi bölgeleri ve sektör belirlemesi yapılmayan diğer sanayiler) için verilen değerleri sağlamaktadır.

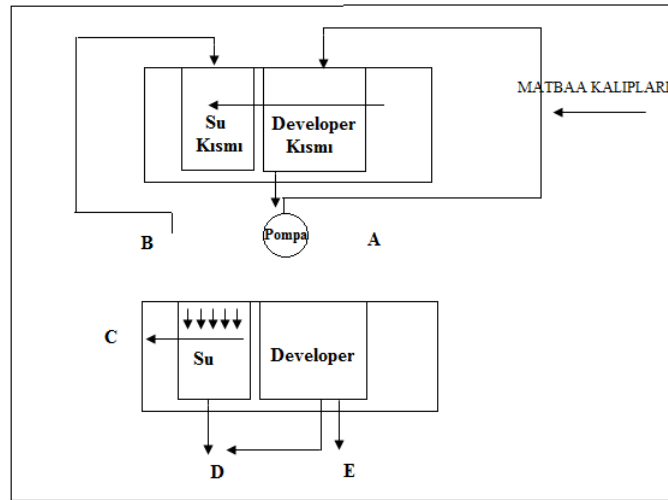
2.5. Proses Kaynaklı Kimyasal Karakteristikte Atıksu Oluşumu

Hürriyet A.Ş.' de günümüzdeki baskı tekniklerinden en yaygın olan offset baskı tekniği kullanılmaktadır. Baskı öncesi bilgisayar ortamında hazırlanan görüntünün, kimyasal bir yapıya sahip imajlı ve imajsız olarak adlandırılan iki farklı alana sahip kalıplar üzerinde çıkması amacıyla, emisyonla kaplı olan alüminyum kalıplar üzerinde

lazer okuma yapılmaktadır. Bu okuma esnasında alüminyum kalıp üzerinde meydana gelen bozulmaların okunabilmesi amacıyla, ağır metal içerikli kimyasal solisyonlar kullanılmaktadır. Bu aşamadan gelen kimyasal proses suyunun büyük bir bölümü toplanıp bertaraf tesislerine gönderilmektedir. Az bir kısmı ağır metal dengesi sağlanması amacıyla sistemde kullanılıp arıtmaya gönderilmektedir. Diğer proses atıksu kaynağı ise, baskı aşamasında kullanılmakta olan hazne suyudur.

Kalıplar üzerindeki imajsız alanı ıslatan bu suyun deterjan özelliğine sahip kimyasal içeriği bulunmaktadır. Yoğun kimyasal içeriğe sahip bu su, katalizör görevi görmekte olup; suyun pH, iletkenlik, yüzey gerilimi gibi özelliklerini belirli bir dengede tutmaktadır. Bu su %3 oranında başka bir haznede seyreltilerek kalıbın imajlı alanını ıslatan mürekkebi yıkamakta ve sonrasında arıtmaya gönderilmektedir. Basım için kullanılacak olan kalıbın hazırlanma süreci ve oluşan atıksuyun arıtmaya gönderilme şeması Şekil 2.4'teki gibidir. Şekil 2.4 üzerindeki aşamalar aşağıda belirtildiği gibidir:

A' da kalıp, developer kısmından geçerken tanktaki saf developer pompa tarafından kalıp üzerine püskürtülerek kalıp üzerindeki emisyonun çözülmesi sağlanıyor. B' de kalıp geçtiği anda kalıp yüzeyine taze şebeke suyu püskürtülerek kalıntılar temizleniyor. C' de hafif developer kalıntıları ile kirlenmiş su arıtma tesisine gidiyor. Kirlenmiş çalkalama ve durulama suyu olarak adlandırılan bu su tekrar kullanılmamaktadır. D' de yaşlanmış developer boşaltıldıktan sonra küvet içerisi ve merdane grupları su ile çalkalanarak temizleniyor. Oluşan bu su da arıtma tesisine gönderilmektedir. E' de yaşlanmış developer belli bakım günlerinde bertaraf tesisine gönderilmek üzere toplanarak tank boşaltılıyor.



Şekil 2.5 Matbaa kalıbında kimyasal işlemlerle görüntü oluşturma aşamaları

2.6. Hürriyet A.Ş. Atıksu Arıtma Tesisine Gelen Debi

Arıtma tesisine gelen proje debisi, İlbank aktif çamur yönetmeliğindeki 1000'den küçük nüfus değerine karşılık gelen 10 değeri kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned}
 \text{Nüfus:} & \quad 100 \text{ kişi} \\
 \text{Kişi başına harcanan su miktarı:} & \quad 200 \text{ L/kişi. Gün} \\
 \text{Günlük atıksu debisi (proje):} & \quad 100 \text{ kişi} \times 200 \text{ L/kişi. Gün} \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{L} \quad (2.1) \\
 & \quad 20 \text{ m}^3/\text{gün}
 \end{aligned}$$

$$\text{Maksimum saatlik akış:} \quad Q_{proje} = Q_{10} = \frac{20}{10} = 2 \text{ m}^3 / \text{saat} \quad (2.2)$$

$$\text{Ortalama saatlik akış:} \quad Q_{ort} = Q_{24} = \frac{20}{24} = 0,8 \text{ m}^3 / \text{saat} \quad (2.3)$$

Endüstriyel nitelikli atıksular için uygulanabilecek; mevcut bir tesis olması halinde tasarım öncesi debi hesabı, benzer niteliklere sahip tesislerin atıksu miktar bilgilerinden faydalanma, hektar başına ortalama atıksu oluşumu veya literatürde verilen birim üretime bağlı atıksu değerine ulaşma gibi çözüm yollarına başvurulmayıp, evsel atıksu miktar tahmininde de yapılan, kullanılan temiz su miktarından yola çıkılarak atıksu debisine ulaşılma yönteminden faydalanılmıştır. Proje debisine, kişi başına tüketilen su miktarının 200L/kişi.gün alınarak ulaşıldığı görülmektedir. Bu değer de şebekeden çekilen su miktarının 20m³/gün olmasına bağlı ve kişi sayısının 100 alınması kabulüyle, çekilen su miktarı toplamına karşılık gelecek şekilde seçildiği görülmektedir. Proses kaynaklı suyun evsel nitelikli atıksuyu dozajlamak amaçlı kullanıldığı arıtma tesisinde bu suyun, evsel debinin 1/10'u olup 20 m³/gün'lük evsel atıksu değerinin yanında az olduğu ortadadır. Bu sebeple proje debisine, evsel nitelikli atıksuların proje debi hesabında kullanılan nüfusa bağlı n sayılarından faydalanılarak ulaşıldığı görülmekte ve su kullanım miktarının tamamının emniyetli tarafta kalmak amacıyla atıksuya dönüştüğü kabul edilmektedir.

2.7. Hürriyet A.Ş. Atıksu Organik Yük Değeri (BOİ)

Tesis girişinde organik yük tespiti:

Kişi başına çıkan günlük BOİ miktarı: 60gr/kişi

$$\begin{aligned} \text{Toplam BOİ yükü (L):} & \quad 100\text{kişi} \times 60\text{g/kişi} \times 10^{-3}\text{kg/g} & (2.4) \\ & = 6,0\text{kg/gün} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BOİ konsantrasyonu:} & \quad \frac{6\text{kg / gün}}{20\text{m}^3 / \text{gün}} \times 10^6 \text{mg / kg} \times 10^{-3} \text{m}^3 / \text{L} & (2.5) \\ & = 300 \text{mg/L} \end{aligned}$$

2.8. AOSB ve Hürriyet A.Ş.'de Bulunan Arıtma Üniteleri İçin Genel Tanımlar

Çalışmanın gerçekleştirildiği AOSB'deki arıtma tesisinde bulunan arıtma üniteleri; ızgara, havalandırılmalı kum tutucu, yağ sıyırıcı, dengeleme havuzu, havalandırma havuzu, son çökeltim havuzu olup Hürriyet A.Ş. arıtma tesislerindeki arıtma üniteleri; ön çökeltim, dengeleme ve aktif çamurdan havuzundan oluşmaktadır. Bu üniteler için genel literatür bilgileri aşağıdaki gibidir.

2.8.1. Ön Çökeltim Havuzu

Ön çöktürme, hareketsiz şartlarda özel tasarımı yapılmış tanklarda çökebilen ve yüzebilen katıların ayrılmasıdır. Ön çöktürme tanklarının üç ana fonksiyonu vardır. Bunlar; çökeltme ile sıvıda katıları (çamur) ayırma, yüzdürme ile sıvıdan katıları (köpük, yağ, yüzen birikintiler) ayırma ve yoğunlaştırmadır.

Ham atıksudan katıların giderilmesi ile bir miktar askıda katı ve BOI₅ de giderilmiş olur. Böylece biyolojik arıtma ünitesinde arıtılacak organik yük azaltılmış olur. Ham atıksudaki köpüğün giderilmesi ile de havalandırma tankı ve çöktürme tanklarında köpük oluşumu azalmış olur. Ön çöktürme tanklarının bunların dışındaki yararları; ham atıksu kalite ve debisinin dengelenmesi ile sabit debi sağlayarak ikinci kademe arıtma ünitesinin performansının iyileşmesini sağlamak, ayrı bir ünite yoksa kum giderimini sağlamak, kimyasal madde ilavesi ile BOI₅ ve askıda katı madde giderimini arttırmaktır.

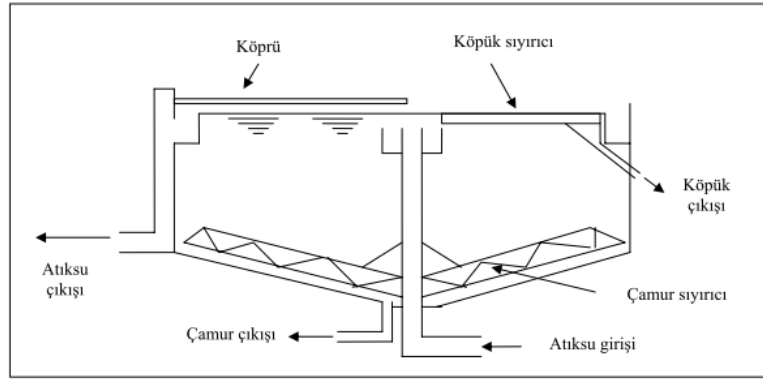
Ön çökeltim tankları genellikle büyük kapasiteli (>3800 m³/gün) atıksu arıtma tesislerinde kurulur. Daha küçük tesislerde eğer ikinci kademe atıksu arıtma ünitesi tam

yükü kaldıracaksa ve köpük, yağ ve yüzen kalıntılar işletme problemi yaratmayacaksa ön çöktürme ünitesi kurulmaz.

Damlatmalı filtre, döner biyolojik disk ve batmış biyolojik reaktör gibi ikinci kademe arıtma üniteleri mevcutsa ekipmanın zarar görmemesi için mutlaka sistemin önüne ön çöktürme tankı konulmalıdır. Çöktürme tankları ya dairesel ya da dikdörtgen şeklindedirler. Seçim; tesisin büyüklüğü, yerel arazi şartları, mevcut birincil arıtma ekipmanı, ilgili mühendisin kararı, mal sahibinin tercihi, yatırım ve işletme maliyeti gibi faktörlere bağlıdır.

2.8.1.1. Dairesel Ön Çöktürme Havuzu

Dairesel ön çöktürme havuzlarında besleme merkezden yapılır. Atıksu merkezden dış duvarlara doğru hareket eder ve dış çevre boyunca uzanan savaktan çıkış yapar. Çöken çamur sıyrıcılarla merkeze doğru itilir. Üstte toplanan yüzer maddeler döner bir sıyrıcı ile toplanarak bir haznede biriktirilir. Şekil 2.6'da dairesel ön çöktürme tankının şematik görünümü görülmektedir.



Şekil 2.6. Dairesel ön çöktürme havuzu şematik görünümü

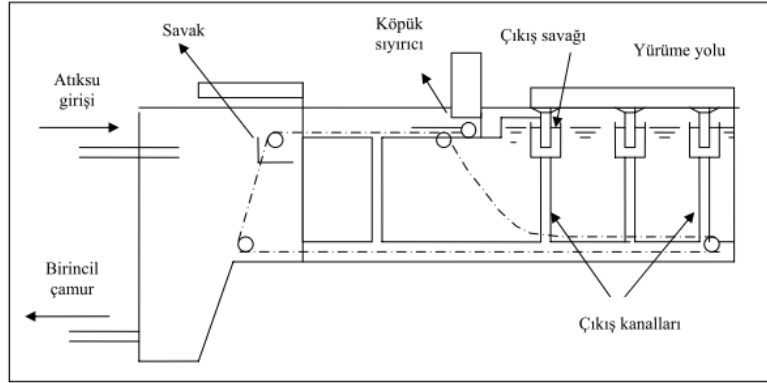
2.8.1.2. Dikdörtgen Ön Çöktürme Havuzu

Dikdörtgen ön çöktürme tanklarında atıksu beslemesi bir uçtan yapılır, atıksu uzun kenar boyunca hareket ederek öbür uçtan tankı terk eder. Çöken çamur dip kısımda atıksuyun ters yönünde hareket eden sıyrıcılar vasıtasıyla toplama bölümüne itilir. Tüm su

yüzeyinde dolaşan köpük toplayıcılar yüzeydeki köpüğü toplayarak atıksu çıkışı tarafındaki köpük toplayıcı hazneye iter.

Ön çökeltim tankları yüzey yüküne göre boyutlandırılırlar. İyi bir performans elde etmek için bunun dışında tank derinliği, kalma süresi, çamur sıyrıcı taşıma kapasitesi gibi parametrelerin de dikkate alınması gereklidir. Yüzeysel taşıma hızı, tüm geri devir akımları da dahil, çöktürme tankına giriş debisinin toplam tank alanına oranıdır.

Düzenli işletilen ön çökeltim tankında ham evsel atıksuda %30-35 BOI₅, %50-60 askıda katı madde giderimi sağlanır. Endüstriyel atıksu durumunda ise atıksudaki çözünmüş BOI₅ miktarı farklı olduğundan bu oranlar değişir. Ön çökeltim tankına kimyasal ilavesi yapılırsa arıtım oranları yükselir. Çökeltim tankında hidrolik kısa devre, atıksu debisindeki aşırı değişiklikler, çok yüksek ya da düşük atıksu sıcaklıkları, yüksek geri devir oranları BOI₅ ve askıda katı madde giderimlerinin tipik değerlerin altına düşmesine neden olur.



Şekil 2.7. Dikdörtgen ön çökeltim havuzu şematik görünümü

Ön çökeltim havuzunun iyi çalışmaması durumunda ön çökeltim tankı yüklemesi artacaktır. Ancak son çökeltim havuzu daha yüksek yüklemeleri kaldıracak şekilde tasarlanmışsa bu durum bir problem oluşturmaz. Aynı şekilde ön çökeltim havuzu yüzeysel yükleme hızının önerilenin üstünde olması durumunda, aktif çamur sistemi daha yüksek organik yükü kaldıracak şekilde tasarlanmışsa problem oluşmayacaktır. Ortalama tasarım debisinde bekleme süresi 2,5 saati geçmemelidir. Uzun kalma sürelerinde septik şartlar oluşur ki bu da çöktürme tankı performansının düşmesine (havasız çürüme şartlarında oluşan gazlar çamurun çökmesini engeller) ve koku oluşmasına sebep olur. Uzun çamur yaşı ise çöken organik katıların çözünmesine neden olur. Bu da takip eden arıtma üniteleri

için daha yüksek organik yüklemeye demektir. Düzgün tasarlanmış çamur toplama üniteleri, toplanan çamurun uygun sürede nakli ile tankın dibinde çamur birikimini önleyecektir.

2.8.1.3. Çökeltim Haznesi Boyutlandırma Kriterleri

Samsunlu (2006); çökeltim havuzları için belirtmiş olduğu temel tasarım kriterlerinin yatay akışlı çökeltim havuzları için geçerli olan değerlerini Tablo 2.1 ve Tablo 2.2' deki şekliyle ifade etmiştir. Tablolardan da görüldüğü üzere kurak ve yağmurlu havanın çökeltim havuzunun boyutlandırılmasına, birleşik kanalizasyon sistemleri için atıksuyu 5 veya daha fazla katı kadar arttırabileceği göz önünde bulundurulduğunda, önemli etkisi olmaktadır.

Tablo 2.1. Çökeltim Havuzları için Projelendirme Esasları (Samsunlu, 2006).

| Havuz Çeşidi (Yatay Akışlı Çökeltme Havuzu) | Yatay Hız (mm/s) | | Savak Yüğü (L/s.m) | |
|---|------------------|---------------|--------------------|---------------|
| | Kurak Devre | Yağışlı Devre | Kurak Devre | Yağışlı Devre |
| Sadece Çökeltme | ≤ 10 | 30 | ≤ 10 | 20 |
| Damlatmalı Filtreden Önce | ≤ 10 | 30 | ≤ 10 | 20 |
| Aktif Çamurdan Önce | ≤ 10 | 30 | ≤ 10 | 20 |

Tablo 2.2. Çökeltim Havuzları için Projelendirme Esasları (Samsunlu, 2006).

| Havuz Çeşidi (Yatay Akışlı Çökeltme Havuzu) | Bekletme Süresi (saat) | | Yüzey Yüğü ($m^3/m^2/gün$) | |
|---|------------------------|---------------|------------------------------|---------------|
| | Kurak Devre | Yağışlı Devre | Kurak Devre | Yağışlı Devre |
| Yatay Akışlı Çökeltme Havuzu | 1.5-2.5 | ≥ 0.5 | 1.0-1.5 | ≤ 4.5 |
| Damlatmalı Filtreden Önce | 1.5-2.5 | ≥ 0.5 | 1.0-1.5 | ≤ 4.5 |
| Aktif Çamurdan Önce | 1.0-2.0 | ≥ 0.3 | 1.5-2.0 | ≤ 6.0 |

Tablo 2.3. Çökeltim Tankları için Projelendirme Parametreleri (Samsunlu, 2006).

| Çökeltme Tipi | Yüzey yüklemesi (m ³ /m ² /gün) | | Kati madde yüklemesi (kg/m ² /gün) | | Derinlik (Metre) | Alıkoyma süresi (saat) |
|---|---|--------|---|-----|------------------|------------------------|
| | Ortalama | Pik | Ortalama | Pik | | |
| Sadece ön çökeltme | 25-30 | 50-60 | | | 2.5-3.5 | 2-2.5 |
| Ön çökeltme ve ardından son çökeltme | 35-50 | 60-120 | | | 2.5-3.5 | |
| Aktif çamurdan önce ön çökeltme(çamur geri devirli) | 25-35 | 50-60 | | | 3.5-4.5 | - |
| Damlatmalı filtreler için son çökeltme | 15-25 | 40-50 | 70-120 | 190 | 2.5-3.5 | 1.5-2 |
| Aktif çamur tesisinde son çökeltme(uzun havalandırma hariç) | 15-35 | 40-50 | 70-140 | 210 | 3.5-4.5 | - |
| Uzun havalandırmadan sonra son çökeltme | 8-15 | 25-35 | 25-120 | 170 | 3.5-4.5 | - |

Çökeltim havuzu tasarımı temel kriterlerinden bir diğeri ise; havuzun yüzey alanı ve akan suyun debisine bağlı olan, partiküllerin çökme hızıdır. Danelerin çökme hızları Newton ve Stokes kanunlarına tabi olduğundan daneli çamurun çökme olayı havuzun derinliğine bağlı değildir. Yatay akışlı bir havuza giren daneler yatay yönde $V=Q/b.h$ hızıyla hareket ederken V_c hızıyla da aşağıya doğru çökerler. V_c çökme hızı havuzun yüzey alanına ve akan suyun debisine bağlı olarak; $V_c=Q/\text{üst yüzey alanı}$ (m/sa) şeklindedir. Bu aynı zamanda yüzeysel hidrolik yük değeridir. Bu değerini partiküllerin en az suyun havuzda bekleme süresi içerisinde çökmesini gerekli kılan hız değeri koşulunu ($h/t \leq V_c$) sağlaması gerekmektedir.

2.8.2. Izgara

Izgaralar, kaba ızgara ve ince ızgara olmak üzere iki çeşittir. Kaba ızgaralar, arıtma tesisinin en başında ve 40mm'den iri maddelerin mevcut mekanik ekipmanlara zarar vermemesi ve boru hatlarında tıkanıklık oluşturmaması ve uzaklaştırılması için kullanılmaktadır.

Üç değişik tipte inşa edilirler. Bunlar; sabit çubuk ızgaralar, hareketli bant ızgaralar ve öğütücülerdir. Çubuk ızgaralar, terfi merkezleri girişine yerleştirilirler. Büyük arıtma

tesislerinde mekanik, küçük arıtma tesislerinde elle temizlemeli olanlar kullanılabilir. İnce ızgaraların çubuk aralığı 5-15 mm mertebesindedir. Bu tip ızgaralar mekanik temizleme mekanizmalarına sahip olup, ızgarada tutulan maddeler zaman zaman otomatik olarak temizlenerek katı madde konteynerlerinde depolanır ve daha sonra uygun alanlara dökülür. Döner elek tipi (mikro elekler), çubuk ızgaraya göre çok daha küçük (<1 mm) parçacıkların uzaklaştırılmasında kullanılır. Düz, sepet, kafes ve disk tiplileri vardır. Izzaralar kanaldan çıkartılarak temizlenip yerine takılırlar. Tasarımları ince ızgaralara benzemektedir. Uzaklaştırılacak maddelerin boyutuna bağlı olarak çubuk aralıkları, 3-20 mm arasında olabilir. Öğütücüler kaba ızgaralarla birlikte kullanılırlar ve ızgaralarda tutulan katı maddeleri öğütürler. Döner veya titreşen bir merdane üzerinde kesme dişleri veya doğrama kısımları vardır. Öğütücüler tamamen batmış konumdadır.

İnce ızgaralar hareketli veya hareketsiz elekler şeklinde olabilir. Hareketsiz veya statik elekler dik, eğik veya yatay olarak monte edilirler. Hareketli elekler, çalışma sırasında sürekli olarak temizlenirler. Her iki tip ince elekte de, %20-%25 oranında askıda katı madde ve BOI₅ giderimi sağlanır. Ayrıca bu sistemlerde yağ giderimi ve çözünmüş oksijen değerlerinde yükselme sağlanır. Hareketli eleklerde hareketsiz eleklerle kıyasla yük kaybı daha düşük, fakat enerji gereksinimi daha yüksektir. Mekanik düzeneklere sahip ince eleklerde ortaya çıkabilecek arızalara karşı, sistemde elle temizlemeli ızgara da düşünölmelidir. Elle temizlenenler 1,7 m boyundaki bir adamın boyuna göre, tırması rahat çekmesi göz önünde tutularak, yatayla 35° ile 45° açı yapacak şekilde tasarlanabilirler.

Mekanik ızgaralar ise 60 ile 80° açı ile düzenlenmektedir. İnce ızgaralarda tırmık sıyırma hızı, 0,10-0,15m/s alınabilir. Tırmığın bir tur yapması ızgara boyuna bağlı olarak 2 ile 5 dakika arasında değişmektedir.

Izzgara çubukları arasındaki ortalama su hızı 0,75 m/s, maksimum su hızı 1.25 m/s olmalıdır. Daha büyük hızlar çöpleri sürükleyeceği için istenmemektedir. Yaklaşım kanalındaki hız ise maksimum debide 1m/s değerini geçmemesi ve çökelmeye meydan vermeyecek şekilde minimum debide 0,3 m/s değerinden küçük olmaması gerekir. Büyük tesislerde bir tek ızgara kanalı yerine daha fazla ızgara kanalı planlanmalıdır. Izzgara kanalının minimum genişliği 60 cm olmalıdır.

Izzgaraların giriş-çıkış su seviyeleri arasındaki fark belirli bir değere (mesela 15-25cm) ulaştığı zaman temizlenmelidir. Ancak seviye farkı bu değere ulaşınca kadar uzun bir süre geçerse, ızgara üzerindeki çöpler kuruyarak otomatik temizleme düzeneğinde soruna yol açabilmektedir.

2.8.2.1. Izgaraların Boyutlandırma Kriterleri

Izgara boyutlandırmasında ilk olarak yaklaşım kanalı boyutlandırması yapılmaktadır. Yaklaşım kanalları ve ızgaralar maksimum su veya atıksu debisine göre boyutlandırılmaktadır.

Izgara kanalının genişliği minimum 0,6 m seçilir. Bu kanaldaki hızın; maksimum debide 1 m/s değerini geçmemesi, 0,4 m/s'den (minimum debide ise 0,3 m/s'den) az olmaması istenir (Arceivala, 2002).

Tablo 2.4'te ince ızgaralar için verilen çubuklar arası mesafe 2,5-5 cm, kaba ızgaralarda ise 5-15 cm arasında değişmektedir. Ancak bu değerler bağlayıcı değildir. İstenen arıtma verimine göre 1-1,5 cm gibi değerler de alınabilmektedir (Kestioğlu, 2003).

Boyutlandırmadaki önemli parametrelerden biri de ızgaralar arasından suyun geçiş hızıdır. Bu değer 0,4 m/s'den küçük, 1,2 m/s'den büyük olması istenmemektedir. 0,4 m/s'den küçük akış hızı için su, atıksu ortamındaki katı partiküller çökeldiği gibi, hızın 1,2 m/s'den büyük olması durumunda da ızgarada tutulması gereken partiküllerin ızgarayı geçmesi durumu ortaya çıkmaktadır. Elle ve mekanik temizlemeli ızgaraların boyutlandırma kriterleri Tablo 2.4'te gösterildiği gibidir.

Tablo 2.4. Izgaraların boyutlandırma kriterleri

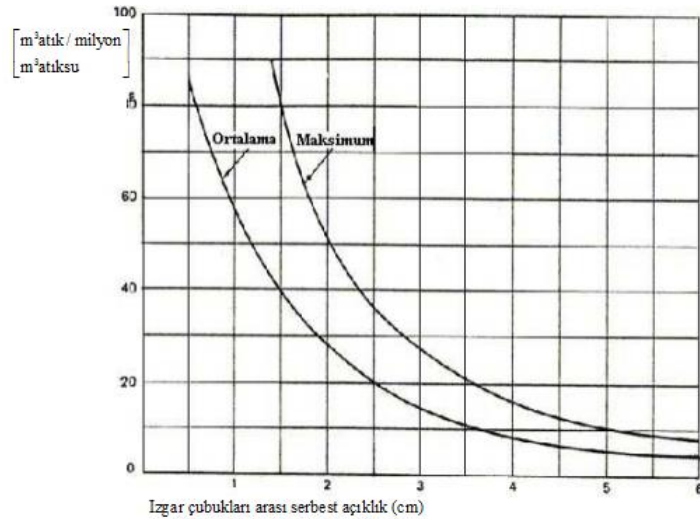
| | Elle Temizlemeli | | Mekanik Temizlemeli |
|----------------------------------|------------------|-------------|---------------------|
| | İnce Izgara | Kaba Izgara | |
| Çubuk boyutları | | | |
| Kalınlık, (mm) | 5-15 | 5-15 | 5-15 |
| Genişlik, (mm) | 25-38 | 25-38 | 25-38 |
| Çubuklar arası boşluk, (mm) | 25-50 | 50-150 | 15-75 |
| Çubuk eğimi, (derece) | 30-45 | 30-45 | 0-30 |
| Izgara yaklaşım hızı, (m/sn) | 0,3-0,6 | 0,3-0,6 | 0,6-1 |
| Kabul edilebilir yük kaybı, (mm) | 150 | 150 | 150 |

Kaba ızgaralar için aralığın 40-50 mm olması tavsiye edilmektedir. Böylece ön çökeltme havuzunda çamurla birlikte çökelebilecek olan insan dışkılarının ve kağıt atıklarının geçmesi kolaylaşmaktadır.

2.8.2.2. Tutulan İzgara Katı Malzemesi

İzgara tipine, çubuk aralığına, atıksuyun türüne bağlı olarak tutulan katı ızgara malzemesi, yıllık her milyon m^3 başına 3,5-80 m^3 kadar ise de ortalama $20 m^3/10^6 m^3$ atıksu mertebesindedir. Çubuk aralığına bağlı olarak oluşacak çöp miktarı Şekil 1’de verilmiştir. İzgarada toplanan atıklar en fazla 7 gün bekletilmesinin ardına katı atık depolama alanına gönderilmeli ya da yakma tesislerinde bertaraf edilmelidir. Bu atıklar kokulu olduklarından kapalı kaplarda muhafaza edilmelidir.

İzgaralarda tutulan katı ızgara malzemelerinin TKM’si yaklaşık % 20’dir. Bu TKM’nin %13’ü mineral (inert) maddeler, % 87’si organik ve uçucu maddelerden oluşmaktadır. Günümüzde mekanik temizlemeli ince ızgaralarda 1mm boyutlu tanecikler bile tutulabilmekte ve %5-10 mertebesinde AKM giderimi sağlanabilmektedir.



Şekil 2.8. Mekanik ızgaralar için atıksularda tutulan katı ızgara malzemesi

2.8.3. Havalandırılmalı Kum Tutucu

Havalandırılmalı kum tutucu, günümüzde yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Yapı olarak, standart spiral akımlı havalandırma havuzuna benzerdir. Difüzörler havuzun bir uzun kenarı boyunca, tabandan 0,60 ila 0,90 m yukarıda yerleştirilirler. Kum toplama işlemi difüzörlerin altında gerçekleştirilecek ise, daha yukarıya da monte edilebilirler.

Havalandırmalı kum tutucular, birinci arıtım öncesi kimyasal madde ilavesi, karışım ve yumaklaştırma işlemleri için de kullanılabilen çok amaçlı ünitelerdir. Atıksu havalandırmalı kum tutucuya girdikten sonra, kum tanecikleri, büyüklüklerine, özgül ağırlıklarına ve havuz içerisinde yaratılan dönme hızına bağlı olarak tabana çökelmeye başlarlar. Sisteme verilen hava miktarı ve havuz biçimi dönme hızını belirler. Difüze hava, hız kontrolünü sağlar ve sistem işletme bakımından oldukça esneklik sağlar. Ayrıca sistemde oluşan yük kaybı oldukça azdır.

2.8.4. Yağ Tutucu

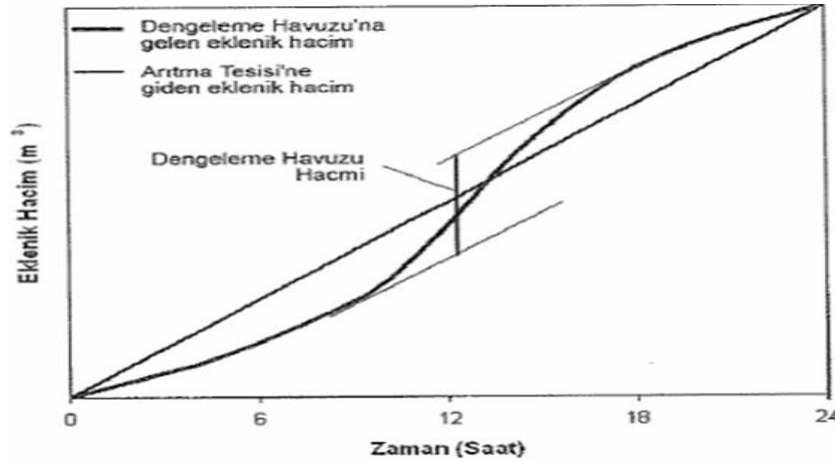
Evsel atıksu arıtma tesislerinde yağlar, normal olarak ön çökeltme havuzunda su üzerinde yüzerler. Bu nedenle, ön çökeltme havuzunda bir köpük ve yağ toplayıcı sistem sağlanır. Eğer endüstriler prosesleri gereği yağlı ve petrolü atıklar üretiyorsa bu atıklar yağ tutucularla yakalanmalıdır. Yağ tutucular mümkün olduğu kadar proses ünitelerine yakın yapılmalı ve yağların diğer atıklara bulaşması önlenmelidir. Kayda değer derecede yağ ve gres üreten endüstrilerin kendi atıksu arıtma tesislerinde genellikle bir yağ ayırıcı bulunur. Amerikan Petrol Enstitüsü tarafından hazırlanan projelendirme esaslarına göre yağ ayırıcılar, yoğunlukları 0,80'den ve çapları 0,015 cm'den büyük serbest yağ küreciklerini giderecek şekilde olmalıdır. Bugün yağların yağ tutucularda performansı arttırmak amacıyla eğimli plakalar bulunmaktadır.

Yağ tutucular öncelikle endüstriyel arıtma tesislerinde inşa edilir. Kentsel arıtma tesislerinde yağların giderimi için ön çökeltim havuzu yüzeyine monte edilen yüzeysel sıyrıcılar kullanılır. Yağ ve türevleri yüzeyden sıyrılarak ortamdaki uzaklaştırılır. Sistemde havalandırmalı kum tutucu bulunuyorsa buranın yüzeyinden de yağ alınır. Yağ tutucuların tasarımında, bekleme süresi 1-15 dk arasında kabul edilir. Küçük yapılarda değer 1-3 dk arasında alınır. Yağın tutulabilmesi için basit bir havuz yeterlidir. Yağ tutucularda genel prensip suyun hızını azaltmak ve suyun yüzeyini sakin tutmaktır.

2.8.5. Ön Dengeleme Haznesi

Tek vardiya çalışan endüstrilerde arıtma tesisini küçültmek amacıyla büyük dengeleme havuzu yaklaşık günlük debinin 2/3'ü mertebesinde yapılabilir. Buna karşılık

kesiksiz (genelde 3 vardiya) çalışan endüstrilerde ise dengeleme havuzu büyüklüğü doğrudan üretim sürecine bağlı olarak planlanmalıdır. Hafta sonu tatili yapan veya hafta sonu işletim özellikleri değişen (kazan boşaltma ve yıkama gibi) endüstrilerde ise bu farklılıklar arıtma tesisini planlayan çevre mühendisi tarafından araştırılmalı, ilgili endüstrinin teknik personelinden bu konuda detaylı bilgi alınmalı, dengeleme havuzu bu bilgiler ışığı altında planlanmalıdır. Genel bir yaklaşımla, gün içinde saatlik debi değişimi gösteren atıksu arıtma tesislerinde kirlilik dengelenmesinin söz konusu olmadığı durumda gelen eklenik(kümülatif) debilerle, tesisin kabul ettiği sabit eklenik debiler arasındaki net fark dengeleme havuzu hacmi olarak bulunabilir. Bu yöntem içme suyu sistemlerinde depo hacmi hesap yönteminin aynısıdır.



Şekil 2.9. Dengeleme havuzu hacim hesabında kullanılan grafik örneği

2.8.6. Aktif Çamur Sistemi

Bütün havalı (aerobik) atıksu arıtma proseslerinde atıklar, sentez ve oksidasyon yolu ile yok olurlar. Diğer bir deyimle, organik maddelerin bir kısmı yeni hücrelere dönüşürken (sentez) geri kalan kısmı gerekli enerjiyi üretmek için oksidasyona tabi tutulur. Organik maddeler yok olmaya başlayınca biyolojik hücrelerin bir kısmı gerekli enerjiyi sağlamak amacıyla kendi kendini oksitler (içsel solunum). Günümüzde en yaygın kullanılan aerobik biyolojik arıtma yöntemleri; aktif çamur sistemi, havalandırma havuzları, satabilizasyon havuzları, damlatmalı filtreler, biyodiskler (döner diskler)'den oluşmaktadır.

İkinci kademe arıtmayı oluşturan havalı atıksu arıtma proseslerinden aktif çamur prosesinde havalandırma işlemi safhasında, çözünmüş organik madde çökebilen biyokütle haline dönüştürülür ve son çökeltme tankında çamur olarak tutulur. Daha önce havalandırılmış olan ve aktif çamur olarak adlandırılan bu çamurun bir bölümü havalandırma tankına geri döndürülürken geride kalan kısmı ise sistemden dışarı alınarak birinci kademe arıtma sırasında çıkan çamurla karıştırılır. Karışık çamurun yoğunlaştırılmasının ardına ileri stabilizasyon sağlamak amacıyla çamur çürütücülere gönderilir. Genel olarak aktif çamur prosesinde bu safhalardan geçen atıksuyun BOİ giderimi %90'nın üzerindedir.

Aktif çamur, organik ve inorganik maddeler içeren atıksu ile hem canlı hem de ölü mikroorganizmaların karışımıdır. Aktif çamur süreci, mikroorganizmaların organik maddeyi oksijen kullanarak ayrıştırmaları esasından yararlanılarak geliştirilen bir aerobik biyolojik arıtma sistemidir. Bu süreç, atıksu bünyesindeki çözünmüş, partiküler ve kolloidal yapıdaki organik maddelerin arıtılmasında en yaygın kullanılan yöntem olma özelliğine sahiptir. Bu sistemde mikroorganizmaların gelişmesi yanında, mikroorganizmaların maddeleri oksitlemesi esnasında bazı hücre maddeleri oksitlenmektedir. Bu durum, özellikle atıksudaki gıda maddelerinin tüketilmesi halinde ve çamurun hava yardımı ile stabilize edilmesi durumunda ortaya çıkmaktadır. Bazı yükleme durumlarında azot bileşikleri de oksitlenmektedir. İkincil arıtma süreci olan bu süreci kendinden sonra son çökeltim havuzu izlemektedir. Klasik uygulamalarında ön çökeltme havuzu da kullanılmaktadır.

(Metcalf ve Eddy, 2003), tipik dizayn parametreleri için belirttiği değerler Tablo 2.6'da görülmektedir. Ardışık kesikli reaktör için verilen F/M değerinin 0,04-0,1 aralığında olduğu görülmektedir. Toprak (2000) ise; organik yükleme hızı bazında yüksek, orta ve düşük hızlı olarak sınıflandırdığı aktif çamur süreci için katı alıkonma süresi ile birlikte F/M değerini Tablo 2.5'teki gibi ifade etmiştir.

Tablo 2.5. Aktif Çamur Süreçleri için Tipik Organik Yükleme Hızları (Toprak, 2011).

| Yükleme Hızı | KAS (gün) (*) | F:M (kg BOİ ₅ /kg MLVSS/gün) |
|------------------------------|---------------|---|
| Yüksek | 3-5 | 0,4-1,5 |
| Orta | 5-15 | 0,2-0,4 |
| Düşük | 15-30 | 0,05-0,2 |
| *Havalandırma havuzu bazında | | |

Tablo 2.6. Seçilen aktif çamur prosesinde dizayn parametreleri için tipik değerler (Metcalf ve Eddy, 2003).

| Proses modifikasyonu | Q _c (gün) | F/M kgBOİ ₅ /kg MLVSS/gün | Hacimsel Yük kgBOİ/m ³ /gün | MLSS mg/L | V/Q (saat) | Q _r (%) |
|--------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|--|-------------------------|--------------------|--------------------|
| Klasik piston akımlı | 3-15 | 0,2-0,4 | 0,3-0,7 | 1000-3000 | 4-8 | 25-75 |
| Tam karışımlı | 3-15 | 0,2-0,6 | 0,3-1,6 | 1500-4000 | 3-5 | 25-100 |
| Kademeli besleme | 3-15 | 0,2-0,4 | 0,7-1,0 | 1500-4000 | 3-5 | 25-75 |
| Tek kademeli nitrifikasyon | 8-20 | 0,1-0,2 (0,02-0,15) | 0,1-0,4 | 1500-3500 | 6-15 | 50-150 |
| Ayrı kademede nitrifikasyon | 15-100 | 0,05-0,2 (0,04-0,15) | 0,06-0,18 | 1500-3500 | 3-6 | 50-200 |
| Kontak(temas) stabilizasyon | 5-10 | 0,2-0,6 | 1,0-1,3 | 1000-3000 6000-10000 | (0,5-1,0) (2-4) | 50-150 |
| Uzun havalandırma | 20-40 | 0,04-0,1 | 0,1-0,3 | 2000-5000 | 20-30 | 50-150 |
| Oksidasyon havuzu | 15-30 | 0,04-0,1 | 0,1-0,3 | 3000-5000 | 15-30 | 75-150 |
| Kesikli boşaltmalı uzun havalandırma | 15-25 | 0,04-0,08 | 0,1-0,3 | 2000-8000 | 20-40 | NA |
| Ardışık kesikli reaktör | 10-30 | 0,04-0,1 | 0,1-0,3 | 2000-5000 | 15-40 | NA |
| Ters akışlı havalandırma sistemi | 10-30 | 0,04-0,1 | 0,1-0,3 | 2000-4000 | 15-40 | 25-75 |
| Yüksek hızlı havalandırma | 0,5-2 | 1,5-2 | 1,2-2,4 | 1,2-2,4 | 1,5-3 | 100-150 |
| Saf oksijen | 1-4 | 0,5-1 | 1,3-3,2 | 2000-5000 | 1-3 | 25-50 |

Atıksuda bulunan organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından aerobik ortamda ayrıştırılıp, sonrasında oluşan flokların çöktildiği aktif çamur sistemlerinin tasarımında; havalandırma havuz tipi, Food/Mikroorganizm-oranı, üretilen çamur miktarı, gerekli oksijen miktarı, gerekli besi miktarı, mikroorganizmaların türü ve özellikleri, deşarj standartlarının sağlanması dikkate alınması gereken faktörlerdir. Bu faktörlerden çamur yükü olarak tanımlanan F/M -oranı, aktif çamur havuzlarının boyutlandırılmasında rol oynayan en önemli parametredir. Birim zamanda gelen gıda maddesi konsantrasyonunun aktif çamur havuzundaki mikroorganizma konsantrasyonuna oranı olarak da tanımlanan bu

parametre, birim zamanda (gün) havuza giren suyun biyokimyasal oksijen ihtiyacı (kg BOİ₅) değeri ve mikroorganizmanın kg olarak ağırlığından bulunur. BOİ₅, BOİ_μ, KOİ, MLVSS, MLSS, vs. gibi farklı esaslara göre hesaplanmış, boyutlandırmada etken olan F/M oranının hangi esasa göre hesaplanmış olduğunun belirtilmesi gerekmektedir. F/M- oranı ile iyi bir şekilde kontrol edilen aktif çamur sistemi, iyi çökelebilen bir sıvı oluşturmaktadır. Büyük oranda mikroorganizmalardan, inert ve biyolojik olarak ayrışmayan maddelerden ibaret olan ve reaktör içeriğini oluşturan dizayn parametrelerinden, karışık sıvı askıda katı madde (mixedliquorsuspendedsolids, MLSS) ve karışık sıvı uçucu askıda katı madde (mixedliquorvolatilesuspendedsolids, MLVSS), %70 ile %90 oranında organik, %10 ile %30 oranında ise inorganik maddelerden meydana gelmektedir. Mikroorganizma özellikleri ise; atıksuyun kimyasal bileşimine ve organik maddeyi stabilize ettikleri ortamın çevresel özelliklerine bağlıdır. Düşük pH, düşük azot, düşük oksijen ve/veya yüksek hidrokarbonlar, aktif çamur kütleleri içerisinde iplikli bakterilerin ve mantarların baskın oluşuna neden olur. Bu organizmalar şişkin çamur sorunu yaratarak aktif çamurun çökeltme özelliklerini bozarlar.

2.8.6.1. Prosesin Ardışık Kesikli Reaktör (AKR-SBR) Uygulaması

Karışım şartları; birim hacme düşen enerji girdisine, ünitenin boyutlarına veya ölçeğine, reaktörün şekline ve diğer benzer faktörlere bağlı olan akım modelleri için tipik reaktör sistemlerini Arceivala (2002); kesikli, ideal piston akımlı, ideal tam karışım akımlı, ideal olmayan ayrık akımlı ve bunların paralel ve seri birleşimlerinden oluşmak üzere beş tipte belirtmiştir. Karışım olmayan ideal piston akımlı reaktörlerde; akımın her zerresi reaktörü girdiği düzende terk ederken, ideal tam karışım akımında reaktör içindeki elementler tam karıştığından reaktörün içeriği her noktada aynı olmakta, bu da giriş ve çıkış konsantrasyonlarının aynı olmasına neden olmaktadır. Dağılımlı akıma sahip reaktörlerde ise akım; bu iki tip akım arasında yer alıp, bu akım tiplerinden farklı olarak reaktördeki elementlerin her birinin reaktörde geçirdiği süreler birbirinden farklıdır. Kesikli reaktörler dışında kalan diğer tüm reaktörlerdeki akım tipi bu üç akım tipi şeklinde olup devamlıdır.

Devamlı bir akıma sahip olmayan kesikli reaktörlerde, substrat arıtma boyunca reaktörde tutularak tüm elementler aynı süreyle arıtmaya maruz bırakılır. Bu sebepten bu tip reaktörler ideal piston akımlı reaktörlere benzerler. Bu tür sistemlerde, aktif çamur

proseslerinin bütün adımlarının gerçekleştiği tek kademeli tam karışimli reaktör içeren doldur-boşalt tipinde reaktör sistemidir. Aktif çamur havuzundaki karışım, bütün çevrimlerde reaktörde kalır ve böylece ayırık ikincil çöktürme tankı ihtiyacı olmaz.

2.8.6.2. Reaktör Hacim Hesabı

Reaktör konfigürasyonu, seçilen aktif çamur prosesine bağlı olup; F/M, hacimsel yük ve ortalama çamur bekletme süresine dayalı reaktör boyutlandırma için;

a. F/M- oranına göre hacim:
$$V = \frac{(Q) \times (S_0)}{(X) \times (F / M)} \quad (2.6)$$

b. Ortalama çamur bekletme süresinde hacim:
$$V = \frac{(Q_c)(Q)(S_0)(Y)}{X} \quad (2.7)$$

c. Hacimsel yüke göre hacim:
$$V = \frac{(Q) \times (S_0)}{(L_{org})} \quad (2.8)$$

eşitlikleri kullanılabilir.

Burada; V : Reaktör hacmi, m³
 Q : Atıksu debisi, m³/gün
 S₀ : Giriş suyu substrat konsantrasyonu, mg/L
 Q_c : Ortalama çamur bekletme süresi, gün
 X : Ortalama MLSS konsantrasyonu, mg/L
 F/M-Oranı: Besin/mikroorganizma oranı
 L_{org}: Hacimsel organik yük, kg KOİ veya kg BOİ₅/m³.gün

2.8.6.3. Oluşan Çamur Miktarı Hesabı

Aktif çamur sistemlerinin tasarımında en önemli parametrelerden biri olarak görülebilecek olan fazla çamur oluşumu, bu çamurun atılmasıyla birlikte sistemin kararlı denge ortamına gelip işletilebilmesi için önemli olup, bu oluşum için oluşuma esas teşkil eden partiküler yapıdaki bileşenlerin ve bu bileşenlere içsel solunum etki mekanizmasının

doğru bir şekilde tanımlanması gerekmektedir. Sonuç olarak; gözlenen dönüşüm oranı, işsel solunum katsayısı, çamur yaşına bağlı olarak reaktörde oluşacak çamur miktarı için;

$$Y_{göz.} = -\frac{r_g}{r_{sub}} = \frac{Y}{1+k_d Q_c} \quad (2.9)$$

$$P_x = Y_{göz.} Q(S_0 - S) \quad (2.10)$$

$Y_{göz.}$ gözlenen maksimum dönüşüm oranı ve P_x üretilen çamur miktarı, denklemleriyle ifade edilmektedir. Denklemler için;

- Q :Havalandırma havuzuna giren atıksu debisi, m³/gün
 S₀ :Havalandırma havuzuna giren atıksudaki substrat konsantrasyonu, mg/L
 S :Havalandırma havuzundan çıkan atıksudaki substrat konsantrasyonu, mg/L
 Y :Biyokütle dönüşüm oranı, kg biyokütle/ kg substrat
 Q_c :Çamur yaşı

Tipik kinetik katsayı değerleri için Samsunlu (2006), aşağıdaki değerleri ifade etmiştir.

Tablo 2.7. Evsel Atıksular için Aktif Çamur Prosesindeki Tipik Kinetik Katsayı Değerleri (Samsunlu,2006)

| Parametre | Birimi | Aralık | Tipik Değer |
|----------------|-----------------------------|------------|-------------|
| K= μ_m /Y | gün ⁻¹ | 2-10 | 5 |
| K _s | mg/L(BOİ ₅) | 25-100 | 60 |
| | mg/L(KOİ) | 15-70 | 40 |
| Y | mg UAKM [*] /mgBOİ | 0,4-0,8 | 0,6 |
| | mg UAKM [*] /mgKOİ | 0,25-0,40 | 0,4 |
| k _d | gün ⁻¹ | 0,04-0,075 | 0,06 |

2.8.6.4 Çamur Yaşı (Q_c)

Çamur yaşı, mikroorganizmaların aktif çamur prosesinde kaldıkları zaman olarak tanımlanır. Mikroorganizmalar üreme yerine yaşam fonksiyonlarını devama ettirmeyi tercih etmektedirler. Yüksek çamur yaşına bağlı olarak mikroorganizmaların elde ettiği besi maddesi azalmakta ve mikroorganizmaların muhafazası için kullanılan enerji ve mikroorganizmaların kendi hücrelerini sindirmelerinde (iç solunum) artış meydana gelmektedir. İç solunum sonucu prosese giren besi maddesi karbondioksit ve suya dönüşmekte ve proseste aşırı çamur üretimi azalmaktadır. Çamur yaşındaki artışa bağlı olarak proseste biyokütle konsantrasyonu artmaktadır.

2.8.6.5. Biyokütle Dönüşüm Oranı (Y)

Çamur miktarı hesabında kullanılacak olan bir diğer parametre ise, biyokütle dönüşüm oranıdır. Gerçek dönüşüm oranı (Y), birim besi maddesi kullanımı başına sistemde üretilen biyokütle miktarı olarak tanımlanmıştır. Gerçek dönüşüm oranı, çamur yaşına bağlı olarak değişmez ve sabit bir değere sahiptir. Aktif çamur sistemlerinde hiçbir zaman gerçek dönüşüm oranı ile belirlenen miktarda biyokütle oluşumu gözlenmemektedir. Gözlenen dönüşüm oranı, içsel solunumun çoğalmaya olan etkisi sonucunda azalmaktadır ve net dönüşüm oranı (Y_N) olarak adlandırılmaktadır. Bu oran sabit bir oran olmayıp, çamur yaşına bağlı olarak ters orantılı bir şekilde değişen önemli bir tasarım parametresidir. Aktif çamur sistemlerindeki heterotrofik mikroorganizmaların çoğalması için, gerçek dönüşüm oranı ve net dönüşüm oranı kavramları Y_H ve Y_{NH} şeklinde tanımlanmıştır (Okutman Taş vd.,2010).

2.8.6.6. İçsel Solunum Katsayısı (k_d):

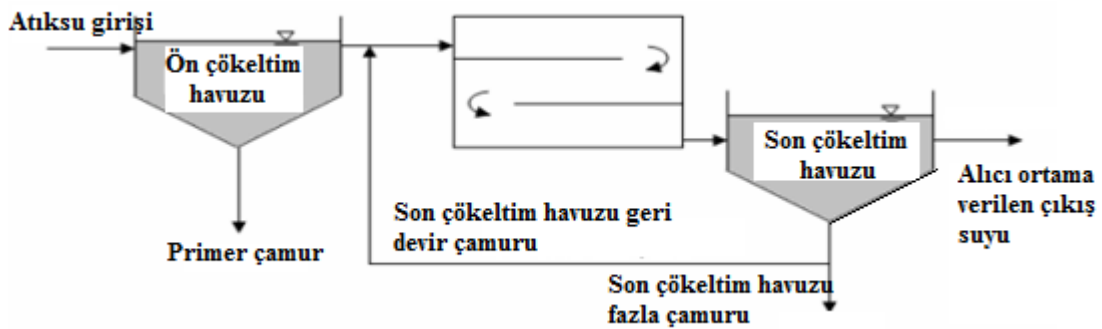
Ortamda hücre tarafından kullanılacak biyolojik olarak ayrışabilen organik karbonun bulunmadığı durumlarda, hücre tarafından gerçekleştirilen bütün biyokimyasal aktiviteler içsel metabolizma olarak adlandırılmaktadır. Bu metabolizmanın işlediği içsel solunum prosesi; hücre ölümü ve kütle azalması olarak tanımlanmaktadır.

Yeterli besinin bulunmadığı durumlarda oluşan hücre ölümüyle hücre, yaşamsal faaliyetleri için gerekli besini ve enerjiyi elde etmektedir. Aktif çamur sistemlerinin modellenmesinde önemli bir faktör olan hücre ölümü, toplam çamur üretim miktarını ters orantılı olarak etkilemektedir. Artan çamur yaşına da bağlı olan bu durum, genelde sistemde içsel solunum gerçekleştiğinin bir göstergesidir. Aktif çamur sistemlerinde özellikle uzun çamur yaşlarında, bu aktiviteler içsel solunum prosesini tanımlayan uçucu askıda katı madde UAKM (MLVSS) miktarını azaltmaktadır. Nihayetinde aktif çamur sistemindeki içsel solunum prosesinde önemli bir miktarda oksijen gereksinimi ortaya çıkmaktadır.

2.8.7. Sistemin Klasik Piston Akım Uygulaması

Farklı akım ve karışım şekillerini içeren; kesikli, ideal piston akımlı, ideal tam karışım akımlı, ideal olmayan ayrık akımlı, bunların paralel ve seri birleşimlerinden oluşan reaktör tiplerinden ideal piston akımlı reaktörlerde, karışım olmamakta ve reaktöre giren akımın her zerresi reaktörü aynı şekilde terk etmektedir. Nihayetinde teorik alıkonma süresi boyunca arıtmaya giren tüm elementler aynı arıtmaya maruz kalmaktadır.

Piston akımlı reaktörler, uzunluk/genişlik oranının yüksek tutulması ile ya tek bir havuzda ya da tam karışım küçük reaktörlerin birbirine seri bağlanması ile birden fazla sayıda havuzda gerçekleştirilebilir. Piston akımlı reaktörlerde genelde difüze havalandırma uygulanmaktadır. Havuzlar genelde 5 ile 10 m genişlikte ve 125 m'ye varan uzunluktadır. Daha uzun havuzlar yan yana teşkil edilerek su yolu uzunluğu arttırılabilir.



Şekil 2.10. Piston akımlı atıksu arıtması

Saf oksijenle havalandırma sistemlerinde, havuzda üç veya altı tam karışimli hücrenin birbirine seri bağlanması ile piston akımlı koşullar oluşturulur. Bu sistem havuz içerisinde oluşabilecek geri karışımı kontrol etmek amacı ile uygulanır. Yüksek KAS değerine sahip piston akımlı reaktörler, geri karışım nedeni ile tam karışimli reaktör davranışı sergilerler. Piston akımlı reaktörlerin en önemli özelliği, ilk hücredeki mikroorganizmalara yüksek organik madde yüklemesinin yapılmasıdır. Yükleme havuz sonuna doğru organik maddenin ayrışması ile azalır. Havuzun ikinci yarısında, hidrolik alıkonma süresine bağlı olarak, sisteme verilen oksijen iç solunuma hizmet eder. Aynı özellikler, havuzun birden fazla sayıda tam karışimli reaktörlere bölünmesi durumunda da geçerlidir. Her bir hücre kendisi için gerekli karışım ve oksijen seviyelerine sahip olmalıdır. Havuzun uzunluğu boyunca sisteme verilen hava miktarının ayarlanması ile basamak havalandırmalı aktif çamur süreci oluşturulabilir. Bu süreçte genelde difüze havalandırma sistemi uygulanır. Minimum hava temini genellikle karışım gereksinimleri ile yönetilir. Tam karışimli reaktörler şok yüklemelere cevap verirken, piston akımlı reaktörler ise, pik debinin geldiği süre içerisinde arıtılmamış suyun sistemden geçişine olanak tanımazlar ve bu nedenle azot giderimi için tercih edilirler. Piston akımlı havuzlardaki çözünmüş oksijen içeriği değişkendir. Tam karışimli reaktörlerde ise sürekli olarak belirli bir seviyede korunur (Toprak, 2011).

2.9. Havalandırma Havuzu Hacim Hesabı

Klasik aktif çamur süreçlerinde ön arıtma uygulanmaktadır. Izgara, kum tutucu ve ön çökeltme havuzundan oluşan birincil arıtmada, ön çökeltim havuzunda oluşan askıda katı madde çökeltimi ile %30 oranında bir BOI_5 giderimi söz konusudur. Bu nedenle, klasik aktif çamur süreçlerinin tasarımında, havalandırma havuzuna gelen kirlilik yükünün hesabında aşağıdaki denklem geçerlidir (Toprak,2011).

$$L_{BOI_5} = (1 - 0.30)(10^{-3}) \times (C_{BOI_5})(Q_{max}) \quad (2.11)$$

$$E_{TOPLAM} = \frac{C_{BOI_5} - C_{BOI_5}(\text{ÇIKIŞ})}{C_{BOI_5}} \quad (2.12)$$

$$V = \frac{L_{BOI_5}}{(F:M)(MLVSS)} \quad (2.13)$$

Sürecin genel verimi ve havuz hacmi ise, denklem (2.12) ve (2.13)'teki gibi hesaplanabilir. Burada;

L_{BOI_5} : Biyolojik arıtıma gelen kirlilik yükü (kg BOI₅/gün)

C_{BOI_5} : Ham atıksuyun BOI₅konsantrasyonu (mg/L).

$C_{BOI_5}(\text{ÇIKIŞ})$: Alıcı ortam toplam BOI₅konsantrasyonu (mg/L).

Q_{\max} : Maksimum atıksu debisi (m³/gün).

$F : M$: Besin/mikroorganizma oranı (kg BOI₅/kgMLVSS.gün).

$MLVSS$: Uçucu askıda katı madde miktarı (mg/L).

2.9.1. Hidrolik Alıkonma Süreleri

Genellikle atıksuyun debisine göre belirlenmekte olan bu süre, geçmişte BOI₅ hacimsel yükleme hızı, hidrolik alıkonma süresi ve debiye göre tasarlanmakta olup günümüzde; F/M, KAS ve MLSS değerlerinin kullanımını gerektirmektedir. Denklem (2.14) ve denklem (2.15)'de debiye ve diğer faktörlere bağlı olarak hidrolik alıkonma süreleri ifade edilmektedir.

$$t = \frac{V}{Q} \quad (2.14)$$

$$t = \frac{(y)(\Delta BOI_5)(KAS)}{MLSS} \quad (2.15)$$

Burada y : maksimum çamur üretim verimi (kg MLSS/kg BOİ₅), $\Delta BOİ_5$: giderilen BOİ₅ konsantrasyonu (kg BOİ₅/m³), KAS: katı alıkonma süresi (gün) ve MLSS: sistemdeki MLSS konsantrasyonu (kg MLSS/m³).

2.9.2. Havalandırma Havuzu İçin Oksijen İhtiyacı

Askıda katı maddelerin çökmesini önleyecek karışımı oluşturması istenen hava, substratın ayrıştırılarak biyolojik faaliyetler için gerekli olan bileşiklerin üretilmesi için kullanılmaktadır. Oksijen gereksiniminin hesaplanmasında, aynı eşitliğin iki gösterimi olan denklem (2.16) ve (2.17) kullanılmaktadır.

$$O_2 = (A)(\Delta BOİ_5) + (B)(M_{MLSS}) \quad (2.16)$$

$$O_2 = OR_H = (T_1)(a)\left(\frac{E}{100}\right)L_{BOİ_5} + (T_2)(k_{RE})(W_{VSS}) \quad (2.17)$$

Burada; O_2 : gerekli oksijen miktarı (kg O₂/gün), $A=a$: substrat sentezi için katsayı (kg O₂/kgBOİ₅), $\Delta BOİ_5$: giderilen BOİ₅ yükü (kg BOİ₅/gün), $B=k_{RE}$: içsel solunum için katsayı (kg O₂/kg MLSS. gün), T_1 ve T_2 : karbonlu maddelerin oksidasyonu için pik faktörleridir.

A ve B katsayılarının saptanması amacı ile birçok çalışma yürütülmüştür. A katsayısı 0,48 ile 0,71 kg O₂/kg BOİ₅, B katsayısı ise 0,05 ile 0,15 kg O₂/kg MLSS.gün arasında saptanmıştır (Toprak, 2011).

24 saatlik bir sürede atıksuyun kaç saat süreyle arıma tesisine geldiğini gösteren bir büyüklük olan pik faktörü, nüfusa bağlı olup Tablo 2.8'de gösterilmektedir. İç solunum sürekli olduğundan T_2 değeri 1/24 olarak alınmaktadır.

Tablo 2.8. Pik Faktörleri (Toprak, 2011)

| Tasarım Nüfusu (kişi) | T ₁ (gün/saat) |
|-----------------------|---------------------------|
| < 5.000 | 1/6 – 1/10 |
| 5.000 – 20.000 | 1/10 – 1/14 |
| 20.000 -100.000 | 1/14 – 1/16 |
| 100.000 – 300.000 | 1/16 – 1/18 |
| >300.000 | 1/18 – 1/24 |

Tablo 2.9. İç solunum hız katsayısı (Toprak, 2011)

| Süreç | kr _e (kg O ₂ /kg MLSS.gün) |
|-------------------------------|--|
| Kısmi arıtmalı (yüksek hızlı) | 0,20 |
| Tam arıtmalı (klasik) | 0,15 |
| Uzun havalandırmalı | 0,10 |

Gerekli oksijen miktarı;

$$O_{RH} = (T_1)(a)\left(\frac{E}{100}\right)L_{BOI_5} + (T_2)(k_{RE})(W_{VSS}) \quad (2.18)$$

şeklindedir.

2.9.3. Oksijenlendirme Kapasitesi ve Gerekli Saatlik Hava Miktarı

Aktif çamur sürecinin oksijenlendirme kapasitesi denklem (2.19)'daki gibidir.

$$O_{CH} = \frac{(OR_H)(C_{S_{D-10}})(k_D)}{(\sigma)(C_{S_T} - C_L)} \quad (2.19)$$

O_{CH} :Aktif çamur süreci için oksijenlendirme kapasitesi (kg O₂/saat).

$C_{S_{D-10}}$: 10°C'deki Saf su için oksijen doygunluk konsantrasyonu (11,33 mg/L).

k_D : Sıcaklık düzeltme faktörü (sıcaklığın 24°C için 0,77).

σ : Saf su-atıksu çözünmüş oksijen doygunluk konsantrasyonu düzeltme faktörü.

C_{S_T} : T°C'deki saf suda çözünmüş oksijen doygunluk konsantrasyonu (mg/L).

C_L : Havalandırma havuzunda minimum çözünmüş oksijen konsantrasyonu

(C_L) en az 1-2 mg/L değer aralığında olup, optimum 2 mg/l alınmaktadır. (σ) 0,8 olup,

(k_D) ve (C_{S_T}) değerleri Tablo 2.10 ve Tablo 2.11'den alınmıştır.

Gerekli saatlik hava miktarı;

$$AR=100(O_{CH})/(CA)(A) \quad (2.20)$$

$$A=(OA)(D) \quad (2.21)$$

A : Havalandırma oranı.

OA : Birim difüzör boyu için kapasiteye bağlı Havalandırma oranı.

CA : Havadaki oksijen konsantrasyonu (0,28 kg O₂/m³ hava).

D : Difüzörlerin su seviyesinden olan derinliği (m).

Tablo 2.10. Saf suda CO' nin 760 mm Hg basınçta doyumluk değerleri (mg/L)
(Toprak, 2011).

| Klorür Konsantrasyonu (mg/L) | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Sıcaklık (°C) | 0 | 5,000 | 10,000 | 15,000 | 20,000 |
| 0 | 14.62 | 13.79 | 12.97 | 12.14 | 11.32 |
| 1 | 14.23 | 13.41 | 12.61 | 11.82 | 11.03 |
| 2 | 13.84 | 13.05 | 12.28 | 11.52 | 10.76 |
| 3 | 13.48 | 12.72 | 11.98 | 11.24 | 10.50 |
| 4 | 13.13 | 12.41 | 11.69 | 10.97 | 10.25 |
| 5 | 12.80 | 12.09 | 11.39 | 10.70 | 10.01 |
| 6 | 12.48 | 11.79 | 11.12 | 10.45 | 9.78 |
| 7 | 12.17 | 11.51 | 10.85 | 10.21 | 9.57 |
| 8 | 11.87 | 11.24 | 10.61 | 9.98 | 9.36 |
| 9 | 11.59 | 10.97 | 10.36 | 9.76 | 9.17 |
| 10 | 11.33 | 10.73 | 10.13 | 9.55 | 8.98 |
| 11 | 11.08 | 10.49 | 9.92 | 9.35 | 8.80 |
| 12 | 10.83 | 10.28 | 9.72 | 9.17 | 8.62 |
| 13 | 10.60 | 10.05 | 9.52 | 8.98 | 8.46 |
| 14 | 10.37 | 9.85 | 9.32 | 8.80 | 8.30 |
| 15 | 10.15 | 9.65 | 9.14 | 8.63 | 8.14 |
| 16 | 9.95 | 9.46 | 8.96 | 8.47 | 7.89 |
| 17 | 9.74 | 9.26 | 8.78 | 8.30 | 7.84 |
| 18 | 9.54 | 9.07 | 8.62 | 8.15 | 7.70 |
| 19 | 9.35 | 8.89 | 8.45 | 8.00 | 7.56 |
| 20 | 9.17 | 8.73 | 8.30 | 7.86 | 7.42 |
| 21 | 8.99 | 8.57 | 8.14 | 7.71 | 7.28 |
| 22 | 8.83 | 8.42 | 7.99 | 7.57 | 7.14 |
| 23 | 8.68 | 8.27 | 7.85 | 7.43 | 7.00 |
| 24 | 8.53 | 8.12 | 7.71 | 7.30 | 6.87 |
| 25 | 8.38 | 7.96 | 7.56 | 7.15 | 6.74 |
| 26 | 8.22 | 7.81 | 7.42 | 7.02 | 6.61 |

Tablo 2.10'un devamı

| | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|
| 27 | 8.07 | 7.67 | 7.28 | 6.88 | 6.49 |
| 28 | 7.77 | 7.39 | 7.00 | 6.62 | 6.25 |
| 29 | 7.70 | 7.32 | 6.93 | 6.56 | 6.19 |
| 30 | 7.63 | 7.25 | 6.86 | 6.49 | 6.13 |

Tablo 2.11. K_D değerleri (Toprak,2011).

| T (°C) | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 5 | 1.0977 | 1.0957 | 1.0936 | 1.0916 | 1.0896 | 1.0875 | 1.0855 | 1.0835 | 1.0815 | 1.0795 |
| 6 | 1.0774 | 1.0754 | 1.0734 | 1.0714 | 1.0694 | 1.0674 | 1.0655 | 1.0635 | 1.0615 | 1.0595 |
| 7 | 1.0575 | 1.0556 | 1.0536 | 1.0516 | 1.0497 | 1.0477 | 1.0458 | 1.0438 | 1.0419 | 1.0399 |
| 8 | 1.0380 | 1.0361 | 1.0341 | 1.0322 | 1.0303 | 1.0284 | 1.0265 | 1.0245 | 1.0226 | 1.0207 |
| 9 | 1.0188 | 1.0169 | 1.0150 | 1.0131 | 1.0113 | 1.0094 | 1.0075 | 1.0056 | 1.0037 | 1.0019 |
| 10 | 1.0000 | 0.9981 | 0.9963 | 0.9944 | 0.9926 | 0.9907 | 0.9889 | 0.9870 | 0.9852 | 0.9834 |
| 11 | 0.9815 | 0.9797 | 0.9779 | 0.9760 | 0.9742 | 0.9724 | 0.9706 | 0.9688 | 0.9670 | 0.9652 |
| 12 | 0.9634 | 0.9616 | 0.9598 | 0.9580 | 0.9562 | 0.9545 | 0.9527 | 0.9509 | 0.9491 | 0.9474 |
| 13 | 0.9456 | 0.9438 | 0.9421 | 0.9403 | 0.9386 | 0.9368 | 0.9351 | 0.9333 | 0.9316 | 0.9299 |
| 14 | 0.9281 | 0.9264 | 0.9247 | 0.9229 | 0.9212 | 0.9195 | 0.9178 | 0.9161 | 0.9144 | 0.9127 |
| 15 | 0.9110 | 0.9093 | 0.9076 | 0.9059 | 0.9042 | 0.9025 | 0.9008 | 0.8992 | 0.8975 | 0.8958 |
| 16 | 0.8941 | 0.8925 | 0.8908 | 0.8892 | 0.8875 | 0.8858 | 0.8842 | 0.8825 | 0.8809 | 0.8793 |
| 17 | 0.8776 | 0.8760 | 0.8744 | 0.8727 | 0.8711 | 0.8695 | 0.8679 | 0.8662 | 0.8646 | 0.8630 |
| 18 | 0.8614 | 0.8598 | 0.8582 | 0.8566 | 0.8550 | 0.8534 | 0.8518 | 0.8502 | 0.8487 | 0.8471 |
| 19 | 0.8455 | 0.8439 | 0.8423 | 0.8408 | 0.8392 | 0.8376 | 0.8361 | 0.8345 | 0.8330 | 0.8314 |
| 20 | 0.8299 | 0.8283 | 0.8268 | 0.8252 | 0.8237 | 0.8222 | 0.8206 | 0.8191 | 0.8176 | 0.8161 |
| 21 | 0.8145 | 0.8130 | 0.8115 | 0.8100 | 0.8085 | 0.8070 | 0.8055 | 0.8040 | 0.8025 | 0.8010 |
| 22 | 0.7995 | 0.7980 | 0.7965 | 0.7950 | 0.7936 | 0.7921 | 0.7906 | 0.7891 | 0.7877 | 0.7862 |
| 23 | 0.7847 | 0.7833 | 0.7818 | 0.7803 | 0.7789 | 0.7774 | 0.7760 | 0.7745 | 0.7731 | 0.7717 |
| 24 | 0.7702 | 0.7688 | 0.7674 | 0.7659 | 0.7645 | 0.7631 | 0.7617 | 0.7602 | 0.7588 | 0.7574 |

2.10. Son Çökeltim Havuzu

Aktif çamur prosesini takip eden, büyük hacimde çamur tutmak için boyutlandırılan son çökeltme havuzları; atıksu içerisindeki MLSS'nin uzaklaştırılmasını sağlamaktadır.

Arıtımda oluşan hücre dokuları bu aşamada giderilemezse bu durum, hücre dokularının hala BOI_5 ihtiyacı olduğu ve atıksuyun arıtımının tamamlanmadığı anlamına gelmektedir. Bundan dolayı, aktif çamur sistemlerinin bu aşaması önemli olmaktadır.

Ön çökeltme havuzlarıyla aynı bekleme süresine sahip olan bu havuzların boyutlandırılmasında, aktif çamur havuzundaki çamur miktarı ve çamur indeksi önemli parametrelerdir. Bu nedenle aktif çamur süreciyle birlikte değerlendirilmesi gereken bu ünite; aktif çamurun iyi bir şekilde çökertilmesini sağlamanın yanında, çökelen çamurun kısmi sıkışmasını ve yoğunlaşmasını sağlamalıdır. Bu iki işletme faktörünün ve iyi bir geri devrin sağlanmasıyla son çöktürme ünitesi iyi bir fonksiyon göstermektedir. Aktif çamur tesislerinin havalandırma havuzlarından çıkan süspansiyonların çöktürülmesi, bu süspansiyonların hafif ve yüzmeye meyilli yumaklar taşınması sebebiyle, biyolojik filtrasyondan sonra yapılan havalandırma havuzlarınınkinden daha zor olmaktadır. Havalandırma havuzu ve son çökeltim havuzunun etkileşimi, son çökeltim havuzunun boyutlarının belirlenmesine de yansımaktadır. Küçük planlanan bir havalandırma havuzu, son çökeltim havuzundaki yüzey yükünün karşılanması için çökeltim havuzu boyutlarının büyümesine sebep olacaktır. Bu da atıksuyun son çökeltim havuzundaki kalış süresinin uzaması ve kontrol edilemeyen denitrifikasyon etkisinin oluşmasına ve çöken çamurun yüzeye çıkmasına neden olacaktır. Kendinden önceki arıtma ünitesinin de son çökeltim havuzlarının boyutlandırmasında etkili olan parametreler aşağıda belirtildiği gibidir.

2.10.1 Son Çökeltim Havuzu Tasarım Esasları

2.10.1.1. Yüzeysel Hidrolik Yük

Çökeltme işlemi için önemli bir parametre olan yüzeysel hidrolik yük; 12 ile 41 $m^3/m^2.gün$ arasında değişmekte olup, ortalama debi için $33 m^3/m^2.gün$ 'lük değerinin iyi bir katı sıvı ayrımı için uygun değer olduğu saptanmıştır.

2.10.1.2. Katı Yükleme Hızı

Çökeltme havuzlarında yüzey hidrolik yük kadar yüzey katı madde yükü de önemlidir. Veriminin çamur hacim indeksi ve MLSS konsantrasyonu ile ilgili olması ve bu iki parametrenin birbiriyle etkileşim içinde olmasının sonucu olarak, yüksek çamur hacim

indeksi (ÇHİ) değeri için yüzey katı yük sınırlarının aşılması ve çamur oturmasının zorlaşması durumunda, havuz hacmini büyütmek veya MLSS konsantrasyonunu düşürmek yoluna gidilmektedir. Günümüzde 98 ile 146 kg/m².gün arasında değişmekte olan katı yükleme hız değeri, 244 ile 390 kg/m².gün arasında değişen yüksek yükleme hız değerlerinde bile verimli bir çökeltme sağlamaktadır.

2.10.1.3. Savak Yükleri

Son çökeltim havuzlarının tasarımında önemli bir etkisi olan savak yüklerinin, 120-360 m³/m/gün arasında olması önerilmektedir. 375-500 m³/m/gün gibi yüksek savak yüküne sahip havuzlar, büyük yüzey alan ve derinliğe sahip olmaktadır. Derin havuzlar için çıkış suyu kalitesinin, savaklar ve tabandaki çamur arasındaki mesafenin fazla olması nedeniyle daha iyi olması beklenebilir. Çamur çökeltme bölgesi üzerinde kalan bu bölgenin bazı mühendisler tarafında 2,5 m olarak alınması önerilmektedir.

2.10.1.4. Kenarlardaki Su Derinliği

Kenarlardaki su derinliği, son çökeltim havuzu çıkış su kalitesini etkileyen etmenlerden biridir. Boyutlandırmada belirli bir yüzeysel hidrolik değeri yakalamaya çalışılırken, derinliğin azalmasına bağlı olarak çıkış suyu kalitesi düşmektedir.

Tablo 2.12. Son çökeltim havuzu kenar su derinlikleri

| Havuz Çapı (m) | Minimum (m) | Önerilen (m) |
|----------------|-------------|--------------|
| < 1,20 | 3,00 | 3,30 |
| 1,20-2,10 | 3,30 | 3,60 |
| 2,10-3,00 | 3,60 | 3,90 |
| 3,00-4,20 | 3,90 | 4,20 |
| >4,20 | 4,20 | 4,50 |

Büyük bir yüzey alana sahip havuz için derinliğin azaltılması, havuzun verimini düşürerek havuzda kullanılmayan bir alanın oluşmasına neden olmaktadır. Tablo 2.12’de havuz çapı ve bunlara karşılık kenar su derinlikleri gösterilmektedir.

Pik debinin geldiği periyotta çökelmiş aktif çamurun depolanması, minimum debide ise havuz tabanına çökelmiş olan çamurun çekilip havalandırma havuzuna geri verilmesi, organik yüklerin artabileceği periyotlar için gerekli önlemlerin alınması açısından önemli olmaktadır.

Geri çevrim kapasitesinin düşük, artan hidrolik yükleme ile de katı madde girişinin fazla olduğu durumlarda, tabandaki katı madde birikimi artar. Taban eğiminin çökelen madde birikimi üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır. Tabanı düz ve koni biçiminde olan havuzlar kıyaslandığında, düztaban üzerinde dağınık bir çökeltme olması ve bunun da çamurun daha yoğun hale getirilmesinde bir dezavantaj oluşturacağı, koninin ise merkezinde yeterli depolama hacmi olup çamur tabakasının kalınlığının artmasıyla konsantrasyonunun da artacağı göz önünde bulundurulduğunda, eğimli bir taban yapısına sahip çökeltim havuzlarının çamur depolama için daha uygun olduğu görülmektedir. Daire planlı son çökeltim havuzlarının taban eğimi 1:8 ~ 1:15 arasında (ortalama 1:10 seçilir). Dikdörtgen planlı havuzlarda ise bu eğim 1:100 ~ 1:200 arasında alınmaktadır. 1:100 değeri tercih edilmektedir (Samsunlu, 2006).

2.10.2. Son Çökeltim Havuzu Tasarım Parametre Değerleri

Son çökeltim tanklarının tasarlanmasında en önemli parametreler, yüzeysel hidrolik yük ve hidrolik bekleme süresidir. Tipik bekleme süresi 3 saat olarak alınan bu tanklarda, yüzeysel hidrolik yük $0,34-1,35 \text{ m}^3/\text{m}^2$ değer aralığında alınmaktadır. Birçok kaynakta son çökeltim havuzu boyutlandırma parametreleri hakkında çeşitli değer aralıkları verilmiştir. (Metcalf ve Eddy,1991), boyutlandırma kriterleri ile ilgili Tablo 2.13’teki değerleri ifade etmektedir.

Bir başka kaynağa göre tasarım parametreleri için değerler Tablo 2.14’teki gibidir. Aynı kaynakta ideal çamur indeksi değeri, 125-150 mg/L ve çökeltme süresi 3-4 saat olarak ifade edilmiştir.

Biyolojik arıtma sistemlerinin son çökeltim tanklarında yüzeysel hidrolik yük $0,34-1,35 \text{ m}^3/\text{m}^2$.saat arasında alınmasına rağmen genelde $0,6 \text{ m}^3/\text{m}^2$.saat tercih edilmektedir (Kestioğlu, 2003).

Tablo 2.13. Son çökeltim havuzları için boyutlandırma kriterleri (Metcalf ve Eddy, 1991)

| Boyutlandırma Kriterleri | Boyutlandırma Aralığı | Tipik Boyutlandırma Değeri |
|--|-----------------------|----------------------------|
| Bekleme Süresi (saat) | 2-6 | 3 |
| Yüzeysel Hidrolik Yük ($m^3/m^2.saat$) | 0,34-1,35 | 0,53 |
| Savak Yüğü ($m^3/m.saat$) | 5-21 | 11 |
| Derinlik, m | 2-3 | - |
| Çap, m | 3-61 | 12-46 |
| Çamur Sıyırıcı Hızı (devir/dakika) | 0,02-0,05 | 0,03 |
| Taban Eğimi | 1:15-1:6 | 1:12,5 |
| Katı Madde Yüğü ($kg/m^2.saat$) | 3-61 | 4 |

Tablo 2.14. Bazı çamur hacim indeks değerlerine karşılık gelen yüzeysel yükleri

| Çamur Hacim İndeksi (SVI) (mg/L) | Gereken Yüzeysel Yüğü ($m^3/m^2.saat$) |
|-------------------------------------|---|
| < 80 | 0,3-0,5 |
| 80-150 | 0,5-0,8 |
| >150 | 0,3-0,5 |

Biyolojik arıtma sistemlerinin son çökeltim tanklarında yüzeysel hidrolik yük 0,34-1,35 $m^3/m^2.saat$ arasında alınmasına rağmen genelde 0,6 $m^3/m^2.saat$ tercih edilmektedir (Kestioğlu, 2003).

Samsunlu (2006), son çökeltim havuzları için bekletme süresi ve yük değerlerini; bekletme süresi: 2-3 saat, yüzeysel yükü: 0,5-2 $m^3/m^2.saat$, katı madde yükü: 5-6,5 $kg AKM/m^2.sa$ olarak, (Turan ve Arıkan, 2000).

2.10.3. Oluşan Fazla Çamur Miktarının Belirlenmesi

Aktif çamur; biyolojik faaliyete, aktif çamur havuzundaki mikroorganizma konsantrasyonunu ön çökeltme havuzuna ya da çamur bertaraf tesislerine göndererek belirli değerde tutmasıyla katkıda bulunmaktadır. Sıcaklık ve oksijen miktarı değerleri

dikkate alınmadığında atık çamur oluşumu, BOI_5 'in indirgenme verimine ve artan çamur miktarına bağlıdır. Biriken aktif çamur miktarı; artan indirgenme verimi ile artmakta, çamur miktarı ile düşmektedir. Fazla çamur miktarının hesabında birçok denklem geliştirilmiştir. Hesaplamalarda çok kullanılan ve Hunken tarafından çıkarılan formül denklem (2.22)'deki gibidir.

$$P_s = (1, 2)E.L_s^{0,23} .L_{BOI_5} \quad (2.22)$$

- P_s : Fazla çamur miktarı (askıda katı madde cinsinden), (kg AKM/gün).
 E : Biyolojik arıtmanın verimi.
 L : Havalandırma havuzuna giren BOI_5 yükü, kg/gün'dür.

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmanın konusu, Trabzon Arsin OSB’de ve Hürriyet A.Ş. deki atıksu arıtma tesis ünitelerinin ve bu ünitelerin boyutlandırılmasının incelenmesidir. Bu amaçla AOSB müdürlüğünden ve Hürriyet A.Ş. den; sanayi bölgesi, Hürriyet A.Ş. ve bunların arıtma tesisleri hakkında genel bilgiler alındı. Sorumlu kişilerden, bu veriler ve arıtma üniteleri hakkında alınan bilgiler ışığında, her iki ünitenin boyutları ve boyutlandırma kriterleri hakkında yorum yürütülmeye çalışıldı. Bunun için temel literatür bilgileri esas alınmıştır.

Genel olarak hem Hürriyet A.Ş., hem de AOSB arıtma tesisi üniteleri için yapılan kabuller ve alınan değerler; tesislere gelen debinin ve kirlilik yükünün az olmasının da etkisiyle aynı tipteki üniteler için literatürde verilen boyutlandırma değer aralığının alt değerine yakın ya da bundan az olduğu görülmektedir.

Hürriyet A.Ş. arıtma tesisi elemanlarına bakıldığında, aktif çamur ünitesi $34,65m^3$ hacme sahip olacak şekilde, havalandırma periyotlarının uzun olması nedeniyle büyük hacimli alınmakta ve çamur miktarının fazla olmaması için tasarım parametrelerinin uygun değerlerde alındığı görülmektedir. AOSBAAT havalandırma havuzu ünitesinde ise hidrolik alıkonma süresinin havuz boyutlarına ve gelen debi miktarına bağlı olarak klasik aktif çamur sistemleri için hidrolik alıkonma süresinin alt değerine yakın çıktığı, havuz havalandırması için kullanılan oksijen miktarının az olması için kullanılan parametrelerin buna uygun seçildiği görülmektedir. Diğer ünitelerde de boyutlandırma için yapılan kabuller ve kullanılan değerlerin, ya boyutlandırmada genellikle kullanılan değerler olduğu ya da en düşük değere yakın değerler alındığı görülmektedir. Çökeltim havuzu boyutlandırması için de minimum değerlerle istenilen yük değerlerine ulaşılmaya çalışıldığı görülmektedir. Hürriyet A.Ş. arıtma tesisi çıkış suyu değeri SKKY Tablo 19 değerlerine uymakta olup, AOSBAAT tamamlanmadığından çıkış değerleri bilinmemektedir.

3.1. AOSB Atıksu Arıtma Tesis Elemanlarının Boyut Hesapları

3.1.1. Izgara Tasarım Hesabı

Maksimum saatlik atıksu miktarının 75m^3 olduğu AOSB’de fiziksel arıtma ünitesinin ilk birimi olan ızgaralar için mekanik temizlemeli ızgara sistemi düşünülmüş ve bunun için yapılan kabuller; ızgara çubuk genişliği için 8mm, çubuk aralıkları için 15mm, ızgara yaklaşım hızı için 0,4m/s ve yaklaşım kanalı genişliği için 0,6m’dir. Bu verilere bağlı olarak ızgara geçiş hızı aşağıdaki bağıntılarla hesaplanmaktadır.

$$V_{izg} = \frac{Q}{B' \cdot h_{su}} \quad (3.1)$$

$$B' = (n+1) \cdot w \quad (3.2)$$

$$B = (n+1) \cdot w + n \cdot d \quad (3.3)$$

Bu bağıntıda;

V_{izg} : Izgara çubukları arasındaki su hızı, (m/sn)

B' : Izgara çubukları arasındaki toplam boşluk mesafesi, (m)

n : Izgaradaki çubuk sayısı,

w : Izgara çubukları arasındaki boşluk uzunluğu, (m)

d : Izgara çubuk kalınlığı, (mm)

B : Izgara genişliği, (m)

ifade etmektedir.

$$\begin{aligned} B &= (n+1) \cdot w + n \cdot d \\ 0,6 &= (n+1) \times 0,015 + n \times 0,008 \\ n &= 25 \text{ adet} \end{aligned} \quad (3.4)$$

$$B^2=(n+1).w=0,39m$$

$$\text{Izgara kanalı alanı} = Q/V_{\text{yaklaşım}}=75m^3/\text{saat} \times (\text{saat}/3600s)/0,4m/s=0,05m^2 \quad (3.5)$$

$$\text{Su yüksekliği}(h) = 0,05m^2/0,6m=0,083m \quad (3.6)$$

$$V_{\text{izg}} = \frac{Q}{B \cdot h_{su}} = 0,64m/s \quad (3.7)$$

0,4m/s<0,64m/s<1,2m/s şartını sağlamaktadır.

Izgara atığı yüklemesi için ise; mekanik temizlemeli ızgaralar için Şekil 2.8'de verilen grafik üzerinden alınan katı hacmi değerini okuyabiliriz. 1,5cm'lik çubuk açıklığı için okunacak değer 40L/1000m³'tür. Hesaplarda bu değer biraz daha büyük (45L/1000m³) alınmıştır. Buna bağlı olarak gelen 900m³/günlük debi için günlük toplam birikim 40,5 L/gün'dür. Izgara atıklarından kaynaklanabilecek hacim 120 L/gün, bu da 60cm kanal genişliğinde ızgara öncesi 50cm'lik bir ızgara katı atığı çökme başlangıcı kabulü ile yükseklik 40cm kabul olmaktadır. Üzerinden geçecek su yüksekliği ile beraber bu değer 48cm civarında olabilecektir. Emniyet payı da düşünüldüğünde toplam kanal yüksekliği 80cm olarak alınmıştır.

3.1.2. Havalandırmalı Kum Tutucu Boyutlandırma

Havalandırmalı kum tutucu boyutlandırmada alınan değerler ve seçilen boyutlar aşağıdaki gibidir.

Bekleme süresi (t) : 0,11 saat

Q_{max} : 75 m³/saat

Kum tutucu haznesi hacmi : 75×0,11 saat=8,25 m³

Kum tutucu hazne boyutu (G×U×D) : 0,9×3×2 (H_{hava}=0,5)m

3.1.3. Yağ Ayırıcı Boyutlandırma

Yüzücü maddelerin sudan ayrılması için tasarlanmış bu ünite beklemesi süresi 0,65 saat olarak seçilerek boyutlandırma yapılmıştır.

| | |
|---|------------------------------------|
| Q_{proje} | : 75 m ³ /saat |
| Bekleme süresi (t) | : 0,65 saat |
| Yağ ayırıcı haznesi hacmi | : 75×0,65=48,75 m ³ |
| Yağ ayırıcı haznesi boyutları (Genişlik×Uzunluk×Derinlik) | : 3×6,5×2,5 (H _{hava}) m |

3.1.4. Dengeleme Havuzu Boyutlandırma

Dengeleme haznesi maksimum debide beklemesi süresi 6 saat, ortalama debide 12 saat alınarak boyutlandırma yapılmıştır.

| | |
|-------------------------------------|---|
| Bekleme süresi (t) | : 6 saat |
| Q_{max} | : 75 m ³ /saat |
| Dengeleme haznesi hacmi | : 75 m ³ /saat×6 saat=450 m ³ |
| Dengeleme haznesi boyutları (G×U×D) | : 10×11,5×4 (H _{hava} =0,5) m |

3.1.5. Havalandırma Havuzu Boyutlandırma

3.1.5.1. Havalandırma Havuzu İçin Dikkate Alınan Tasarım Parametre Değerleri

Proje debisinin 900 m³/gün olduğu arıtma tesisinde, havalandırma ünitesinin boyutlandırmasına esas teşkil edecek tasarım parametreleri için aşağıda belirtilen değer aralıkları dikkate alınmıştır.

Tablo 3.1. Seçilen boyutlandırma parametreleri

| Θ_C (gün) | F/M(kg/kg.gün) | L_v (kg/m ³ .gün) | MLSS(mg/L) | t(saat) | R(%) |
|------------------|----------------|--------------------------------|------------|---------|-------|
| 5-15 | 0,2-0,4 | 0,3-0,7 | 1500-3000 | 4-8 | 25-75 |

Bu veriler doğrultusunda seçilen tasarım parametreleri; F/M için 0,3kg BOİ₅/kg MLVSS, MLSS için 3000mg/L, MLVSS/MLSS için 0,8 ve ham atıksu için BOİ₅ konsantrasyonu 300mg/L olarak kabul edilmiştir.

Seçilen tasarım parametre değerleri ve bunlara karşılık gelen aktif çamur ünitesi tipinin klasik piston akımlı model olduğu sonucuyla; arıtma tesisine gelecek olan atıksuyun firmaların büyük çoğunluğunun evsel nitelikli atıksu deşarj ettiği göz önünde bulundurulduğunda, seyreltilmiş endüstriyel nitelikli atıksu olarak değerlendirildiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Bu doğrultuda klasik aktif çamur sürecinin arıtma verimini belirlemek için önemli bir parametre olan kirlilik yükü değerini belirlemede kullanılan, 4 Eylül 1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nde, evsel nitelikli atıksuların eşdeğer nüfusa göre kirlilik yüklerinin sınıflandırılması Tablo 3.2.’de gösterildiği gibidir.

Tablo 3.2. SKKY evsel nitelikli atıksuların kirlilik yüklerinin sınıflandırılması

| Eşdeğer Nüfus (Kişi) | Kirlilik Yükü (BOİ ₅) (kg/gün) |
|----------------------|--|
| 84-2000 | 5-120 |
| 2000-10000 | 120-600 |
| 10000-100000 | 600-6000 |
| ≥100000 | >6000 |

AOSB’ de toplam 3731 çalışan bulunmaktadır. Bu sayının bulunduğu 2000-10000 eşdeğer nüfus aralığı için kirlilik yükünün alabileceği değerlerin 120-600kg/gün aralığında olduğu görülmektedir. Seçilen 300mg/L BOİ₅konsantrasyonundaki 900m³/gün’lük debideki atıksuyun kirlilik yükü 270 kg/gündür. Bu değer sanayi bölgesindeki nüfus değeri göz önünde bulundurulduğunda verilen kirlilik yükü değer aralığı için ortalama bir değer olduğu görülmektedir. Benzer nitelikteki atıksular için yapılan hesaplamalar da göz önünde bulundurularak alınmış olan bu değer SKKY’ de verilen ve Tablo 3.2.’de belirtilen aralıkta da kaldığı görülmektedir.

3.1.5.2. Havuz Hacmi ve Boyutları

Havuz hacmi hesaplanmasında emniyetli tarafta kalınarak %85’lik verim dikkate alınmıştır. 900m³/gün ’lük debideki atıksuyun 300mg/L BOİ₅ konsantrasyonuna sahip olduğu kabulüyle toplam kirlilik yük değeri aşağıda belirtildiği gibidir.

$$L_{BOI_5} = (C_{BOI_5-GİRİŞ}) \times (Q_{Proje}) \quad (3.8)$$

$$L_{BOI_5} = 300 \text{ mg / L} \times 900 \text{ m}^3 / \text{gün} = 270 \text{ kg / gün} \quad (3.9)$$

$$L_{BOI_5} = 0,85 \times 270 \text{ kg / gün} = 229,5 \text{ kg / gün} \quad (3.10)$$

Sistemin %85'lik verimle çalışacağı kabulüyle, havalandırma tankı öncesindeki artım aşamasında atıksuyun BOI₅ konsantrasyonunun %15 oranında giderildiğinin kabul edildiği sonucuna varılmaktadır.

MLSS konsantrasyonun 3000 mg/L, MLVSS/MLSS oranın 0.8 kabul edildiği daha önce belirtilmişti. Her iki havalandırma havuzu için hacim hesabı aşağıdaki gibidir.

$$\frac{MLVSS}{MLSS} = 0,8 \quad (3.11)$$

$$MLVSS = 2400 \text{ mg / L}$$

$$V = \frac{L_{BOI_5}}{(F:M)(MLVSS)} = \frac{229,5 \text{ kg / L}}{0,3 \times 2,4} = 318 \text{ m}^3 \cong 320 \text{ m}^3 \text{ alınmıştır.} \quad (3.12)$$

$$V_{1-2} = \frac{318}{2} = 159 \text{ m}^3 \cong 160 \text{ m}^3 \text{ alınmıştır.} \quad (3.13)$$

$$V_1 = V_2 \quad (3.14)$$

$$V_{1-2} = 5 \times 10 \times 3,2 = 160 \text{ m}^3$$

$$(H_{hava} = 0,5 \text{ m})$$

3.1.5.3. Hidrolik Alıkonma Süresi

Denklem (3.15) için her iki havuzdaki hidrolik alıkonma süresi;

$$t_{1-2} = \frac{V_{1-2}}{Q/2} = \frac{160m^3}{37,5m^3/sa} = 4,2sa \quad (3.15)$$

Klasik aktif çamur sistemleri için genellikle 4 ile 8 saat arasında alınan hidrolik alıkonma süresi göz önünde bulundurulduğunda, hesap edilen 4,2 saatlik sürenin havuzun boyutlarına bağlı olarak en az alıkonma süresine yakın, sınırdaki bir değer olduğu görülmektedir.

3.1.5.4. Havuz İçin Gerekli Oksijen İhtiyacı

Gerekli oksijen ihtiyacı için kullanılacak parametre değerleri;

$T_1=1/15$, $a=0,5kg O_2/kg BOI_5$, $T_2=1/24$, şeklindedir.

Toplam MLVSS miktarı aşağıdaki eşitlikten;

$$W_{VSS} = \frac{L_{BOI_5}}{F:M} = \frac{270kgBOI_5/gün}{0,3kgBOI_5/kgMLVSS.gün} = 900kgMLVSS \quad (3.16)$$

Gerekli oksijen miktarı;

$$\begin{aligned} O_{RH} &= (T_1)(a)\left(\frac{E}{100}\right)L_{BOI_5} + (T_2)(k_{RE})(W_{VSS}) \\ &= \frac{1}{15} \times 0,5 \times 0,85 \times 270 + \frac{1}{24} \times 0,15 \times 900 = 13,275kgO_2 / saat \end{aligned} \quad (3.17)$$

Tasarım nüfusu 20000-100000 kişi olarak kabul edilen AOSB için havalandırma havuzu hesabında kullanılacak olan T_1 değeri 1/15 olarak alınmıştır. 3731 çalışanı bulunan tesiste T_1 için seçilen kişi aralığının fazla olduğu görülmektedir.

Bu açıdan bakıldığında 5.000-20.000 kişi aralığının da hesaplamada kullanılabileceği; ancak 20000 kişinin biraz üstünde çalışan sayısı olduğu varsayımıyla, bir üst değer aralığı ve buna karşılık 1/15 değeri alındığı görülmektedir. İlgili formüllerde T_1 için kabul edilen bu değer kullanılması durumunda, değer gerekli oksijen miktarını ve dolayısıyla difüzörün vermesi gereken saatlik hava miktarını düşüreceği anlaşılmaktadır.

3.1.5.5. Oksijenlendirme Kapasitesi ve Gerekli Saatlik Hava Miktarı

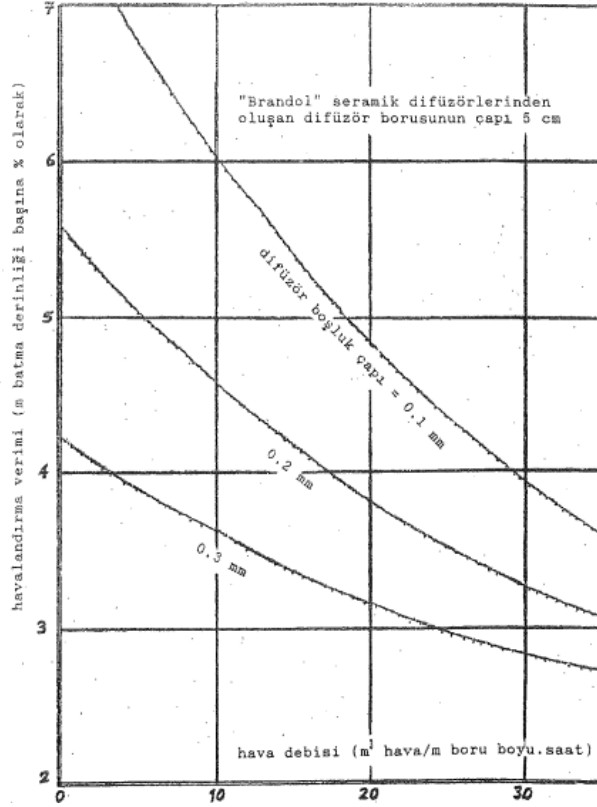
Oksijenlendirme kapasitesi hesabında gerekli olan düzeltme faktörleri ve ilgili doyunluk konsantrasyonlarının belirlenmesinde öncelikli olarak atıksu sıcaklığı için bir kabul yapmak gerekir. Gazların çözünürlüğü sıcaklık arttıkça azaldığından, kritik atıksu sıcaklığı 24°C olarak alınmıştır. Bu kabulde Tablo 2.14'ten k_D sıcaklık düzeltme terimi 0,77 olarak okunmuştur.

$$O_{CH} = \frac{13,275 \times 11,33 \times 0,77}{0,8 \times (8,53 - 2)} = 22,16 \text{ kgO}_2 / \text{saat} \quad (3.18)$$

Aktif çamur sürecinin oksijenlendirme kapasitesine 22,16 kgO₂/saat olarak ulaşılmaktadır. Havalandırma sistemi difüzörlerden oluşan aktif çamur sürecinde birim difüzör boyu için kapasite, 10 ile 20 m³ hava/m difüzörboyu.saat arasında verilmektedir. Havalandırma oranı OA ise, birim difüzör boyu için kapasiteye bağlı olarak Şekil 3.1'deki abak ile bakıldığında denklem (3.9)'daki gibidir.

$$\begin{aligned} AR &= 100(O_{CH}) / (CA)(A) \\ &= 22,16 / (0,28 \times 0,2) \\ &= 396 \text{ m}^3 \text{ hava} / \text{saat} \end{aligned} \quad (3.19)$$

İki havuz için gerekli hava miktarı 396m^3 hava/saat olan tesis için hesaplarda difüzör kapasitesi $6,5\text{m}^3$ hava/m difüzör boyu/saat olarak alınmış; fakat uygulamada $10.\text{m}^3$ hava/m difüzör boyu/saat kullanılmıştır. Seçilen difüzör boşluk çapı verilmemiş olup, adsorpsiyon oranı için çıkan sonuç (20) ve difüzörün taban yüksekliğinin 15 cm ve dolu iken difüzörün toplam yüksekliğinin 3,2 m olduğu göz önünde bulundurulduğunda, difüzör boşluk çapının 0,1 mm alındığı görülmektedir.



Şekil 3.1. Brandol tipi difüzörler için havalandırma oranları

Klorür konsantrasyonu 0 mg / L olarak kabul edilip Tablo 2.10'da saf su için oksijen doygunluk konsantrasyonu, C_{ST} , $8,53\text{ mg / L}$ olarak okunmuştur. Aynı tablodan $C_{SD} - 10$ değeri $11,33\text{ mg / L}$ olarak alınmıştır.

3.1.6. Son Çökeltim Havuzu Boyutlandırma

$900\text{ m}^3/\text{gün}$ 'lük debinin gelecek olduğu arıtma tesisinin son çökeltim havuzunun iki adet yapılması planlanmış olup, yüzeysel hidrolik yük değerinin $0,6\text{ m}^3/\text{m}^2.\text{saat}$, MLSS'nin ise 3500 mg/L alınarak yapıldığı boyutlandırma aşağıdaki eşitliklerdeki gibidir.

| | | | |
|---|---|--|--|
| Adet | = | 2 | |
| Yüzey hidrolik yük | = | 0,6 m ³ /m ² /saat | |
| Q _{proje} | = | 75m ³ /saat | |
| | = | 75/2=37,5 m ³ /saat | |
| Yüzey alanı (A) | = | (37,5 m ³ /saat)/A=0,6 m ³ /m ² /saat | |
| | = | 63,5 m ² | |
| (Yarı Çap×Derinlik) | = | (4,5m×4,5m) | |
| MLSS | = | 3500 mg/L | |
| Yüzey alanı | = | 55,3 m ² | |
| Katı madde yükü | = | (37,5 m ³ /saat)*(3500 mg/L)/55,3m ² | |
| | = | 2,3 kg/m ² /saat | |
| Seçilen boyutlar (Ç:Çap(m)×D:Derinlik(m)) | = | (9m×2m) (H _{hava} :0,4m) | |

Kestioğlu (2003), yüzeysel hidrolik yük değerinin genellikle 0,34 ile 1,35 m³/m²/saat değer aralığında alındığını; genellikle tercih edilen yük değerinin ise 0,6 m³/m²/saat olduğunu ifade etmektedir.

Burada da bu değer esas alınıp literatürdeki boyutlar göz önünde bulundurulduğunda, gelen debi için optimum boyutlara ulaşıldığı görülmektedir. Genellikle 10-40 m çapında yapılan dairesel son çökeltim havuzları, daha geniş bir çap aralığı olan 3-60 m aralığındaki çap değerlerine göre de yapılmaktadır. Genel olarak 0,6 m³/m².saat olarak alınan yüzey hidrolik yük değerinin boyutlandırma da tercih edildiği AOSBAAT’de, bu yüzeysel yük değeri esas alınıp, dairesel kesitli havuzlar için literatürde çaplar için verilen değer aralıklarından minimuma yakın bir çap değeri seçilmiştir. Yüzeysel hidrolik yük, havuz çapını değiştirmenin yanında havuz derinliği üzerinde de etkili olmaktadır. Çıkış suyu ile birlikte tabandaki katıların kaçmasını önleyecek ve tabana çökelmiş katıların kaldıracak yüksek yatay akım hızı oluşturmamak için uygun görülen havuz yüksekliği 2m’dir. Alıkonma süresi buna bağlı olarak 3,5 saattir. Bir çökeltim havuzu boyutlandırması için minimum değerle istenilen yük değerlerine ulaşılmaya çalışıldığı görülmektedir.

3.1.6.1. Fazla Çamur Miktarı Hesabı

Ls (F:M) : 0,3 kg BOİ5/kg MLVSS.gün.

E: %85 BOİ giderme verimi.

LBOI5 : Toplam BOI5 yükü.

$$Ps = (1,2)(0,3)^{0,23}(0,85)(270) \quad (3.20)$$

$$=229,5 \text{ kg MLVSS/gün}$$

3.1.6.2. Oluşan Çamur Hacmi

Arceivala (2002), çamurun ağırlığının içindeki katı maddelerin ağırlığının birkaç katından fazla olduğunu ve birçok durumda çamurun özgül ağırlığının, suyun özgül ağırlığına çok yakın değerlerde ($1,01 - 1,005 \text{ gr/cm}^3$) olduğunu belirtmektedir.

AOSBAAT için havalandırma havuzundan alınan çamur hacim hesabı aşağıdaki gibidir;

$$\text{Sulu çamurun özgül ağırlığı (SÇÖA)} = 1,013$$

$$\text{Suyun birim hacim ağırlığı (SBHA)} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kuru katı konsantrasyonu (KKK)} = 0,04$$

$$V_{\text{ç}} = \frac{229,5}{(1,013)(1000)(0,04)} = 5,66 \text{ m}^3 / \text{gün} \quad (3.21)$$

3.1.7. Çamur Yoğunlaştırma Tankı Boyutlarının Belirlenmesi

Günlük havalandırma havuzundan atılan fazla çamur miktarına göre yoğunlaştırma ünitesi tasarlanmıştır. Günlük atılan çamur miktarı $5,66 \text{ m}^3/\text{gün}$ 'dür. Oluşan fazla çamurun 1 günlük bekleme süresi dikkate alınarak tasarım yapılmıştır.

$$\text{Bekleme süresi} = 24 \text{ saat}$$

$$\text{Tank hacmi} = 5,66 \text{ m}^3/\text{gün} \times 24 \text{ saat}$$

$$= 5,66 \text{ m}^3$$

$$\text{Tank boyutları (Ç:(Çap)×D(Derinlik))} = 2.0 \text{ m} \times 2.0 \text{ m}, \quad H_{\text{hava}}=30 \text{ cm}$$

$$\text{Seçilen tank hacmi} \quad V = 6,2 \text{ m}^3$$

3.1.8. Hürriyet A.Ş. Atıksu Arıtma Tesis Elemanlarının Boyut Hesabı

3.1.8.1. Ön Çökeltim Havuzu Boyutlandırma

Tesise parçalayıcı bıçaklı pompa ile iletilen atıksulardaki biyolojik olarak arıtilamayacak katı maddelerden çökebilirleri haznenin tabanında, yüzenler ise haznenin yüzeyinde toplanmaktadır. Çöken ve yüzen maddeler içinde biyolojik olarak çözünen maddeler varsa zamanla çürüyerek suya karıştıklarından, hazne tabanında veya yüzeyinde aşırı birikmeye yol açmamaktadırlar. Biyolojik olarak arıtilamayan ve haznede biriken katılar yılda bir kez toplanarak Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre bertaraf edilmektedir. Ön çöktürmesi koku oluşumuna sebep olmayacak şekilde kısa bekletme süresine sahip olarak dizayn edilen haznenin üzerinde koku oluşma durumu için menhol kapağı bulunmaktadır. Katı madde içermeyen atıksu, hazne yarı kotundan ön dengeleme haznesine alınmaktadır. Bu hazne sayesinde arıtma tesisi difüzör hatlarının ve sistem içerisinde çalışan pompa gibi ekipmanların katı maddelerden zarar görmesi önlenmiş olmaktadır.

Ön çöktürme haznesine sahip bu tesisin atıksu girişi için kaba ızgara, pislik tutucu gibi elemanların kullanılmasına gerek görülmemiştir. Bu sebeple işletmeci periyodik olarak temizlenmesi gereken bu ekipmanları temizleme zahmetinden kurtulmuş olmaktadır.

Havuz; yatay akışlı dikdörtgen planlı havuza benzer şekilde yapılmış olmasına karşın, gelen debinin çok küçük olması nedeniyle yatay akışlı bir çökeltim havuzu boyutlarından oldukça küçük boyutlara sahiptir. Dolayısıyla yatay akışlı bir ön çökeltme havuzu boyutlandırma değerleri tam olarak esas alınmamıştır. Bu açıdan bakıldığında genellikle boyu 30-50 m, genişliği 5-12 m arasında seçilen yatay akışlı çökeltim havuzundan daha basit bir yapıya sahiptir.

Saatte 2m^3 'lük debiye sahip olan sistem Tablo 2.3'teki veriler göz önüne alınarak incelendiğinde $1,25\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{gün}$ 'lük yüzey yüklemesi değeri, 1,76 saatlik alıkoyma süresi ve 2,5m derinliğiyle ve aktif çamur öncesi yer almasıyla Tablo 2.3'teki çökeltme tipi ve buna karşılık gelen projelendirme değer aralıklarına uymadığı gözlemlenmektedir. Havuzun yüzey yüklemesi değeri tablo değerleri göz önüne alındığında oldukça azdır. Alıkoyma süresi ve yüzey yüklemesi değer aralığıyla uzun havalandırmadan sonra son çökeltme için verilen değerlere uygun olduğu görülmektedir. Bu da bu tablodaki kriterlerin dikkate alınarak boyutlandırma yapılmadığını göstermektedir. Katı madde miktarı bilinmediğinden tablodaki değerlerle kıyaslama yapılamamıştır.

Aktif çamur ünitesinden önce yer alan çökeltme havuzuna gelen $2\text{m}^3/\text{sa}$ 'lik atıksu debisi için belirlenen 1.76 saatlik bekletme süresi, Tablo 2.2'de verilen 1,5-2,0 değer aralığına uymaktadır. Hazne hacmi debi ve bekleme süresine bağlı olarak 3.52m^3 olup bu hacme karşılık gelen en, boy ve yükseklik değerleri sırasıyla 80cm, 200cm ve 250 cm (hava payı 30cm bırakılmıştır) olarak alınmıştır. Bu değerlerden yola çıkılarak elde edilen yüzeysel hidrolik yük değeri; $S= Q/b.l$ formülünden $1,25\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{gün}$ olarak elde edilir. Bu yük değeri Tablo 2.2'de aktif çamur öncesi çökeltme havuzu için verilen 1.5-2.0 değer aralığının altında olmakla birlikte, sadece çökeltim için verilen değer aralığına uygun olduğu görülmektedir. Arıtma verimi için uygun bir bekleme süresi seçilmiş olmasına karşın, debi değerinin çok küçük olması yüzeysel hidrolik yükün de küçük değere sahip olmasına neden olmuştur.

Yatay akış hızı ise; $V=Q_p/b.h$ formülünden $1.136\text{ m/sa.} = 0.32\text{ mm/sn}$ olarak bulunmaktadır. Çıkan değer çok küçük olduğundan hızın 10 mm/sn 'den küçük olması şartını sağlamaktadır.

3.1.8.2. Dengeleme Haznesi Boyutlandırma

Dengeleme haznesinde maksimum debide bekleme süresi 5,5 saat olacak şekilde dizayn edilmiştir.

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| Bekleme süresi (t) | : | 5,5 saat |
| Q_{\max} | : | $2\text{m}^3/\text{saat}$ |
| Ön çöktürme haznesi hacmi | : | $2 \times 5,5 = 11\text{m}^3$ |
| Ön çöktürme haznesi için alınan boyutlar (G×U×D): ($D_{su}=220\text{cm}$) | : | $200 \times 250 \times 250\text{ cm}$ |

Burada; G: Genişlik, U: Uzunluk, D: Derinlik'tir.

3.1.8.3. Paket Arıtma Ünitesi Boyutlandırma

Paket arıtma tesisinin biyolojik arıtma kısmını oluşturan aktif çamur ünitesi, ardışık kesikli prosese göre çalıştırılmaktadır. Aktif çamur kütlelerinin çökeltimi ve stabilizasyonu tek bir haznede gerçekleştiğinden, ayrı bir haznede aktif çamur kütlelerinin çöktürülmesine ve arıtmanın gerçekleştiği hazneye geri devrine gerek kalmamaktadır. Evsel nitelikli ve

seyrelmeye uğramış endüstriyel nitelikli atık suların biyolojik olarak arıtıldığı bu bölümde; havalandırma, çöktürme, dezenfeksiyon işlemleri ardışık olarak gerçekleştirilmektedir.

Bu bölüme giren atıksudaki organik maddeler; havalandırma safhasında aktif çamur kütlesi tarafından karbondioksit, su ve diğer metabolik ürünler ile yeni aktif çamur mikroorganizmalarına çevrilmektedir. Sistemin ihtiyacı olan oksijen, hazne tabanındaki dağıtıcı borular aracılığıyla blower tarafından sağlanmakta ve çöktürme evresinde aktif çamur biyolojik olarak temizlenen arıtılmış sudan ayrılarak haznenin tabanına çökmektedir. Yüzeyde kalan arıtılmış su ise dalgıç pompa ile alınıp, klorlanarak deşarj noktasına iletilmektedir. Bu işlemler seviye kontrollü ve kumanda paneli aracılığı ile otomatik olarak tekrarlanmaktadır. Sistemde çamur yaşı uzun olduğundan çamur mineralize olmakta ve bu sebeple ayrıca çamur uzaklaştırma sistemi düşünülmemiş çamur direkt sistemden alınabilmektedir. Aktif çamur sistemleri arasında az alan kaplaması, enerji sarfiyatının düşük olması ve işletim kolaylığı nedeniyle tercih edilen bu proseste, diğer aktif çamur sistemlerine göre oldukça az oluşan sistemdeki fazla çamur belli periyotlarla tehlikeli atıkların kontrolü yönetmeliğine uygun olarak bertaraf edilmektedir. Arıtılmış su, su kirliliği kontrolü yönetmeliğinin 8. maddesini sağlamaktadır. Paket ünite, sisteme oksijen sağlayan difüzör hattının herhangi bir tıkanmaya maruz kalmaması için diğer paket ünitelerde bulunmayan by-pass sistemine sahiptir. Difüzör tıkanmaları mevcut bu sistem sayesinde çok kolay ve hızlı bir şekilde giderilebilmektedir.

3.1.8.3.1. Hürriyet A.Ş. Aktif Çamur Prosesi için Tasarım Parametre Değerleri

Tesis çıkış suyu, su kirliliği kontrolü yönetmeliği Tablo 19'da verilen küçük ve büyük organize sanayi bölgeleri ve sektör belirlemesi yapılmayan diğer sanayiler için verilen değerleri sağlamakta olup, ardışık kesikli prosese göre çalıştırılan aktif çamur ünitesi tasarımına esas teşkil edecek tasarım faktörleri için kabul edilen değerler Tablo3.4'te gösterildiği şekilde alınmıştır.

Tablo 3.3. Kabul edilen tasarım değerleri

| | |
|-----------------|------|
| MLSS (M) (mg/L) | 3000 |
| MLVSS/MLSS | 0.8 |
| F/M | 0.15 |
| Y | 0.4 |
| k_d | 0.06 |
| Q_c (gün) | 20 |

3.1.8.3.2.Reaktör Hacim Hesabı

20m³/gün' lük atıksu debisine sahip arıtma tesisinde daha önce belirtildiği gibi tesis girişi için BOİ değeri 300mg/L olup, çıkış değeri 20mg/L kabul edilmiştir. Bu verilere göre sistemdeki reaktör hacmi aşağıda belirtilen şekilde tespit edilmiştir.

$$V_R = \frac{Q \times (C_0 - C)}{q \times MLSS} = 26,6m$$

$$V_R (m^3) = \frac{20 \times (300 - 20)}{0,15 \times 3000} \quad (3.22)$$

$$V_R = 12,4m^3$$

Sistemdeki diğer dizayn şartları da göz önünde bulundurularak tank boyutu;

$$\text{Reaktör boyutu (Genişlik} \times \text{Uzunluk} \times \text{Derinlik)} = 225 \times 550 \times 280 (D_{su}:250cm)$$

Olarak seçilmiştir. Su yüksekliğinde 30,93m³ ve 30 cm' lik emniyet payı ile 34,65m³ hacme sahip tank, havalandırma periyotlarının uzun olması nedeniyle büyük hacimli düşünölmüştür.

F/M oranı için Tablo 2.5 dikkate alındığında, tesis boyutlandırma en önemli faktörlerden biri olan F/M değeri için alınan değerin 0,15 olduğu aktif çamur reaktöründe, alınan F/M değerine karşılık katı alıkonma süresi aralığı 15-30 gün arasında olup seçilen değer 20 gündür. Bunun da organik yüklenme hızının düşük olduğu aktif çamur prosesine karşılık geldiği Tablo 2.5'te görölmektedir.

MLSS'nin %50-%80'lik kısmının MLVSS olduğu MLVSS/MLSS oranında, tesis boyutlandırmasında genellikle kullanılan %80 değeri kullanılmıştır. Tablo 2.6'da ardışık kesikli reaktör için verilen tasarım değerlerine bakıldığında MLSS değerinin bu reaktörler

için 2000-5000 aralığında alındığı, boyutlandırılan reaktör için kabul edilen değerin de bu aralıkta kaldığı gözlemlenmektedir.

BOİ değerinin 300 mg/L olduğu göz önünde bulundurulduğunda seçilen F/M değeri ve MLVSS değerinden BOİ değerinin 360 mg/L sonucunu verdiği ve bunun da boyutlandırmada kabul edilen BOİ değerinden fazla olduğu görülmektedir.

BOİ değerini verilen değere yakın tutmaya çalışarak, MLSS değerinin azaltılıp F/M oranının artırılması durumu düşünüldüğünde, ardışık kesikli reaktör için belirlenen MLSS değerinin alt sınırına yaklaşıldığı ya da alt sınır değeri olan 2000 mg/L değerinin altına düştüğü görülür. F/M değerinin azaltılması durumu için ise, Tablo 2.6'da MLSS için belirlenen aralıkta kalındığı; ancak bunun da tank hacmini büyüteceği görülmektedir.

Tank hacminin hesaplanan değerden daha büyük boyutlarda alındığı düşünüldüğünde, bu boyutlardaki tank hacmi değerini yakalamada daha uygun bir F/M ve MLSS değeri alınabileceği düşünülse de, tank hesap hacminin büyümesi hidrolik alıkonma süresini arttıracak F/M ve MLSS değerlerinin kullanılmasına sebep olacağından, bu durumun istenmeyen bir sonuç olduğu görülmektedir. Dolayısıyla sistemdeki alıkonma süresi, $t = \frac{V}{Q}$ formülü ve tank hacmi(v), atıksu debisi(Q) değerlerinden 6,2 saatlik bir hidrolik bekletme süresine ulaşılmaktadır. Diğer dizayn parametreleri de düşünülerek sistem hacminin 30,4m³ alındığı ve buna karşılık hidrolik bekletme süresinin 15,2 saat olacağı göz önünde bulundurulduğunda, sistem için yaklaşık olarak 12 saatlik hidrolik bekletme süresi belirlenmiştir. Bu süre Tablo 2.6'da belirtilen hidrolik alıkonma değer aralığının altındadır.

3.1.8.3.3. Reaktördeki Çamur Miktarı

3.1.8.3.3.1. Çamur Yaşı (Q_c)

Reaktöre giren atıksu debisi günde 20m³ olup, substrat konsantrasyonu 300mg/L'dir. Reaktörden çıkan atıksu konsantrasyonu ise 20mg/L olarak kabul edilmiştir. Ortalama hücre barınma süresi (Q_c) 20 gündür. Q_c tahmini değerine, sistem katı madde kütlesinin günlük sistemi terk eden katı madde kütlesine oranı eşitliğinden bakacak olduğumuzda, hesaplanan 12,4 m³ reaktör hacmi için;

V:Sistem hacmi (m³) x: Sistemdeki katı madde konsantrasyonu (mg/L)

Q : Atıksu debisi ($m^3/gün$) x' : Sistemi terk eden katı madde konsantrasyonu (mg/L)
olmak üzere,

$$Q_c(gün) = \frac{\text{sistemdeki katı madde kütlesi}}{\text{sistemi terkeden katı madde kütlesi/gün}}$$

$$= \frac{x.V}{x'.Q} = \frac{(300-20) \times 12,4 \times 10^{-3}}{20 \times 20 \times 10^{-3}} = 8,68 \text{ gün} \quad (3.23)$$

sonucu çıkmaktadır. Bu değerın sistem için kabul edilen çamur yaşından az olduğu görölmektedir. Diğer dizayn parametreleri de düşünölerek sistem hacmi olarak alınan $30,94m^3$ hacim değeri için 21,7gün'dür. Tablo 2.5 ve Tablo 2.6.'daki Q_c gün aralığına ve reaktör boyutlarına baktığımızda, seçilen 20gün'lük katı alıkonma süresinin sistem için uygun olduğu görölmektedir.

Çamur miktarı hesabında kullanılan kinetik katsayı değeri ve çamur yaşı aşığıdaki gibidir:

$$k_d : 0,06(\text{gün}^{-1})$$

$$Q_c : 20(\text{gün})$$

$$Y : 0,4(\text{mg MLVSS/mg BOI}_5)$$

$$Y_{göz.} = -\frac{r'_g}{r_{sub}} = \frac{Y}{1+k_d Q_c}$$

$$Y_{göz.} = \frac{0,4}{1+0,06 \times 20} = 0,18 \quad (3.24)$$

Tablo 2.7.'de BOI_5 'ye göre mikroorganizmaların çoğalması için verilen net dönüşüm oranında değeri aralığı 0,4-0,8 olup, verilen tipik değeri 0,6'dır. Verilen değeri aralığının en alt değeri olan 0,4'ün kullanıldığı net(gözlenen) dönüşüm oranı, $0,06 \text{ gün}^{-1} k_d$ değeri ile oluşacak çamur miktarı sonucunun az olması istenmiştir. Net dönüşüm oranı değeri 0,18 olarak elde edildiği arıtma ünitesi için hesap edilen çamur miktarı $1,008 \text{ kgMLVSS/gün}$ 'dür.

$$\begin{aligned}
P_x &= Y_{göz.} \times Q_x \times (S_0 - S) \\
P_S &= P_x / 0,80 \\
P_x &= 0,18 \times 20 \times (300 - 20) \times 10^3 \text{ L} / \text{m}^3 \times 10^{-6} \text{ kg} / \text{mg} \\
&= 1,008 \text{ kgMLVSS} / \text{gün}
\end{aligned} \tag{3.25}$$

Asılı katı maddesi konsantrasyonunun (MLSS) %80'inin asılı uçucu katı madde (MLVSS) olduğu kabulüyle oluşacak çamur miktarı 1,26 kg MLSS/gün'dür.

$$P_S = 1,008 / 0,8 = 1,26 \text{ kgMLSS} / \text{gün} \tag{3.26}$$

Atıksu çamurundaki nem miktarı, çamurun kaynağına ve atıksuyun hangi prosesle arıtıldığına bağlıdır. Birçok çamurun kaynağındaki nem oranı, %95-99 civarındadır. Birçok durumda çamurun özgül ağırlığı ise, suyun özgül ağırlığına çok yakın bir değerdedir (1,01-1,005 gr/cm³ civarındadır).

Sistem için katı madde içeriği %1 ve çamur yoğunluğu 1005 kg/m³ olduğu varsayımı ile oluşacak fazla çamur miktarı;

$$Q_{\text{çamur}} = 1,26 / (0,01 * 1005) = 0,12 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE İRDELEMELER

Bu tez çalışmasında, Arsin Organize Sanayi Bölgesi atıksu arıtma tesisi ve bölgede bulunan Hürriyet A.Ş. arıtma tesisi projeleri incelenmiş olup, projelendirmeye esas teşkil edecek parametreler ve boyutlandırmanın nasıl yapıldığı incelenmiş, boyut değerlerinin literatür değerleriyle karşılaştırması yapılmıştır.

Tezin ilk aşamasında; AOSB müdürlüğü ve Hürriyet A.Ş. sorumlusuyla görüşülmüş, Hürriyet A.Ş., organize sanayi bölgesi ve bölgede yapılmak üzere planlanıp yapımı yarıda kalan arıtma ünitesi hakkında bilgiler alınmış, her iki ünite yerinde görülmüştür. Hürriyet A.Ş. arıtma tesisi giriş değerleri Tablo 4.1'deki gibidir.

Tablo 4.1. Hürriyet A.Ş. arıtma tesisi giriş değerleri

| Parametre-Birim | Analiz Sonucu | SKKY Tablo 19 Sınır Değerleri |
|--|---------------|-------------------------------|
| KOI (mg/L) | 436 | 400 |
| AKM (mg/L) | 136 | 200 |
| Yağ ve Gres (mg/L) | 1014 | 20 |
| Toplam Fosfor (mg/L) | 0,64 | 2 |
| Toplam Krom (mg/L) | <0,02 | 2 |
| Krom (Cr ⁺⁶) (mg/L) | <0,02 | 0,5 |
| Kurşun (Pb) (mg/L) | 0,076 | 2 |
| Toplam Siyanür (CN ⁻) (mg/l) | 0,012 | 1 |
| Kadmiyum (Cd) (mg/L) | <0,003 | 0,1 |
| Demir (Fe) (mg/L) | 0,209 | 10 |
| Florür (F ⁻) (mg/L) | 0,6 | 15 |
| Bakır (Cu) (mg/L) | <0,01 | 3 |
| Çinko (Zn) (mg/L) | 0,242 | 5 |
| Civa (Hg) (mg/L) | 0,0068 | - |
| Sülfat (SO ₄) | 12,3 | 1500 |
| Toplam Kjeldahl-Azotu | 32 | 20 |
| Ph | 7 | 6-9 |
| Renk (Pt-Co) | 400 | 280 |

Bu değerlere bakıldığında BOI₅, AKM, toplam fosfor miktarı bakımından evsel karakterde atıksu özelliği taşıdığı görülmektedir. Evsel nitelikli atıksular için kirlilik değerleri Tablo 4.2.'de gösterildiği gibidir. Hürriyet A.Ş. arıtma tesisi elemanlarına bakıldığında aktif çamur ünitesi 34,65m³ hacme sahip olacak şekilde, havalandırma periyotlarının uzun olması nedeniyle büyük hacimli düşünülmekte ve çamur miktarının fazla olmaması için tasarım parametrelerinin uygun değerlerde alındığı görülmektedir. AOSBAAT aktif çamur ünitesinde ise hidrolik alıkonma süresinin; havuz boyutlarına ve gelen debi miktarına bağlı

olarak klasik aktif çamur sistemleri için hidrolik alıkonma süresinin alt değerine yakın çıktığı, havuz havalandırması için kullanılan oksijen miktarının az olması için kullanılan parametrelerin buna uygun seçildiği görülmektedir. Diğer ünitelerde de boyutlandırma için yapılan kabuller ve kullanılan değerlerin ya boyutlandırmada genellikle kullanılan değerler olduğu ya da en düşük değere yakın değerler olarak alındığı görülmektedir.

Tablo 4.2. Evsel atıksuyun bileşenleri (Samsunlu, 2006).

| Kalite Parametresi | Konsantrasyon, mg/L | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Kuvvetli | Ortalama | Zayıf |
| Toplam Katı Madde | 1200 | 720 | 350 |
| Çözünmüş Toplam Katı Madde | 850 | 500 | 250 |
| Toplam Askıda Madde | 350 | 220 | 100 |
| Çökebilir Madde | 20 | 10 | 5 |
| BOI ₅ | 400 | 220 | 110 |
| Toplam Organik Karbon (TOK) | 290 | 160 | 80 |
| KOI | 1000 | 500 | 250 |
| Toplam Azot | 85 | 40 | 20 |
| Organik Azot | 35 | 15 | 8 |
| Serbest Amonyak | 50 | 25 | 12 |
| Nitrit | 0 | 0 | 0 |
| Nitrat | 0 | 0 | 0 |
| Toplam Fosfor | 15 | 8 | 4 |
| Organik Fosfor | 5 | 3 | 1 |
| İnorganik Fosfor | 10 | 5 | 3 |
| Klorür | 100 | 50 | 30 |
| Alkalinite (CaCO ₃) | 200 | 100 | 50 |
| Yağ-Gres | 150 | 100 | 50 |
| Toplam Koliform, sayı/100mL | 10 ⁸ -10 ¹⁰ | 10 ⁷ -10 ⁸ | 10 ⁶ -10 ⁷ |
| Uçucu Organik Bileşikler, µg/L | >400 | 100-400 | <100 |

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, Arsin Organize Sanayi Bölgesi atıksu arıtma tesisi ve bu bölgede bulunan Hürriyet A.Ş. arıtma tesisi projeleri incelenmiş olup, projelendirmeye esas teşkil edecek parametreler ve boyutlandırmanın nasıl yapıldığı incelenmiş, boyut değerlerinin literatür değerleriyle karşılaştırması yapılmıştır.

Tezin ilk aşamasında; AOSB müdürlüğü ve Hürriyet A.Ş. sorumlusuyla görüşülmüş, Hürriyet A.Ş., organize sanayi bölgesi ve bölgede yapılmak üzere planlanıp yapımı yarıda kalan arıtma ünitesi hakkında bilgiler alınmış, her iki ünite yerinde görülmüştür. Hürriyet A.Ş.'de arıtma ünitesinden sorumlu çevre mühendisinden, gazete basım aşamaları, bu aşamalarda ortaya çıkan kimyasal atıksu ve atıksu içeriği, tesisin su tüketim miktarları, arıtma ünitesi proje değerleri ve işleyiş biçimi hakkında bilgiler alınmıştır. Tezin ikinci aşamasında, her iki arıtma tesis üniteleri hakkında genel bilgi edinilmiş, atıksu arıtma tesisine ait boyut değerleri literatür verileriyle karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Hürriyet A.Ş.'nin arıtma tesisi atıksu çıkış değerleri; KOI=38 mg/L, AKM=27 mg/L, yağ ve gres <10mg/L, toplam fosfor=1.44 mg/L'dir. Bu değerlerin SKKY Tablo 19 sınır değerlerinin çok altında olduğu ve KOI ve AKM değerlerinin SKKY evsel nitelikli suların deşarj standartlarının da altında olduğu görülmektedir.

Arıtma tesisi çıkış değerlerinin birçoğunun SKKY Tablo 19 değerlerinin çok altında olduğu görülmektedir. Ağır metaller dışında BOI, KOI, AKM kirlilik parametreleri bakımından evsel atıksu karakterinde olduğu söylenebilir. Bunun nedeni olarak da, proses suyunun evsel nitelikli atıksu miktarının 1/10'u olması ve gazete basımında kullanılan kimyasalların seyreltilerek arıtma tesisine gönderilmesi gösterilebilir.

Her iki arıtma tesisine gelen debi, yüzeysel yük ve kirlilik yük değerlerinin düşük olması nedeniyle arıtma üniteleri için elde edilen ve kabul edilen boyutlardan bazılarının bu üniteler için kullanılan değerlerin oldukça altında olduğu görülmektedir. AOSB arıtma tesisi faaliyette olmadığından, arıtma tesisi çıkış verileri hakkında bilgi alınamamıştır. Çıkış değerleri alınan Hürriyet A.Ş.'de, proje için başlangıçta yapılan çıkış BOI₅ konsantrasyonu için alınan 20mg/L değerine yakın değerde çıkış suyu elde edildiği görülmektedir.

AOSB'de henüz çalışan bir AAT yoktur. Geleneksel bir atıksu arıtma tesisi inşaatı yeni başlamıştır. Yapılan hesaplamalarda, yapılmak istenen AAT yeterli görülmektedir.

Fakat atıksu miktarı ve parametreleri devamlı kontrol altında tutulmalıdır. İndirekt deşarj yapacak olan şirketlerin AAT'lerin çıkışları sıklıkla kontrol edilmelidir. Ancak bu şekilde AOSBAAT çalışmasından istenilen sonuç elde edilebilir. AOSBAAT deşarjının yapılması planlanan Karadeniz'deki su kalitesinin bozulmaması için de devamlı kontrol altında tutulması yararlı olacaktır. Hürriyet A.Ş. paket arıtma tesisi çıkış suyu parametreleri müsaade edilen değerlerdedir. Bu tesis çıkışı, atıksuların yeni yapılacak olan AOSBAAT'ye verilebilir olduğunu göstermektedir.

6. KAYNAKLAR

- Akyatan, G., 2010. Organize Sanayi Bölgesi Atıksularının Magnezyum Flokülasyonu ile Arıtılabilirliğinin İncelenmesi ve Klasik Koagülanlarla Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Alacadağlı, E., 2004 Organize Sanayi Bölgelerinde Çevre Yönetim Sistemleri, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Arceivala, S., 1998. Çevre Kirliliği Kontrolünde Atıksu Arıtımı, Ali Hakan Balman Birinci Baskı, Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Arık, K., 2012. Organize Sanayi Bölgeleri Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Sularının Geri Kullanımının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Çinier, G., 1991. Organize Sanayi Bölgesi ve Çevre Sorunlarının Ekonomik Yönden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- D.P.T., 2010. Türkiye’de OSB Politikaları ve Uygulamaları, 2808, Ankara.
- D.P.T., 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, 2555, Ankara.
- Erdoğan, A., 2005. Zengin, G. ve Orhon D., Türkiye’de evsel atıksu oluşum miktarları ve Karakterizasyonu, İTÜ Dergisi, 15, 57-69.
- Gemirli, F.,Tünay, O. ve Orhon, D., 1990. An Overview of The Textile Industry in Turkey- Pollution Profilesand Treatability Characteristic, Water Science Technology, 22, 265-274.
- Henze, H. ve Arvin, C., 2002. Wastewater Treatment Biologicaland Chemical Proseses, Third Edition, Springer Verlag Berlin Heidelberg, Germany.
- Hozikligil, H., 2007. Bölgeler Arası Dengesizliği Gidermede Organize Sanayi Bölgeleri ve Elazığ Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Kav, M., 2011. Adana Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Sularının İleri Arıtma Yöntemleri Kullanılarak Tekstil Endüstrisinde Proses Suyu Olarak Geri Kazanılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kestioglu, K., 2001. Atıksu Arıtımında Biyokimyasal Prosesler, Cilt I, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları, Bursa.
- Kestioglu, K., 2003. Su ve Atıksu Arıtımında Fiziksel Temel İşlemler, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları, Bursa.

- Metcalf, C.,2003. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Fourth Edition, McGraw-Hill, Boston.
- Özer, Y., 2002. Organize Sanayi Bölgeleri ve Kentsel Gelişmeye Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Sarı, İ., 2005. Kahramanmaraş Evsel ve Endüstriyel Atıksularının Toplanıp Uygun Bir Arıtma Yöntemi Seçilerek Arıtılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Samsunlu, A., 2006. Atıksuların Arıtılması, Birinci Baskı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Samsunlu, A., Akça, L. ve Tunçsiper, B., 1999. Organize Sanayi Bölgelerinde Ön Arıtma Gerekliliği, 3. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 25-26 Kasım, İzmir, Bildiriler Kitabı, 1-7.
- Taş, O., Topuz, E., Gencel, B. ve Orhon, D.,2010. Geleneksel ve Çok Bileşenli Modelleme Yöntemlerindeki İçsel Solunum Katsayısının Çamur Üretimine Etkisinin Karşılaştırılması, İTÜ Dergisi, 20,2, 79-88.
- Tan, A., 2006. Atıksularda Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- T.C. Resmi Gazete,1985. İçme Suyu Projesine Ait Şehir ve Kasaba İçme Suyu Projelerinin Hazırlanmasına Ait Yönetmelik, 18733, 4.
- T.C. Resmi Gazete, 2000. Organize Sanayi Bölgeleri Kanunu, 24021, 7781.
- T.C. Resmi Gazete, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 25687, Ekler.
- T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi Genel Müdürlüğü, 2012. 81 İl Durum Raporu, Ankara.
- TMMOB, 2005. Organize Sanayi Bölgeleri Küçük Sanayi Siteleri Teknoparklar, Ankara.
- Topaloğlu, D., Dere, T. ve İleri, R., 2009. Evsel Nitelikli Atıksuyun Ardışık Kesikli Biyoreaktör ile Arıtılması: Deneysel ve Modelleme, SAÜ Fen Bilimleri Dergisi, 13,1, 66-73.
- Toprak, H.,2011. Atıksu Arıtma Sistemlerinin Tasarım Esasları, Cilt I, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Tünay, O.,Kabdaşlı, I., Eremektar, G. ve Orhon, D., 1996. Color Removal From Textile Wastewaters, Water Science Technology, 34, 9-16.
- Tünay, O.,Kabdaşlı, I., Orhon, D. ve Ateş, E., 1995. Characterization and Pollution Profile of Leather Tanning Industry in Turkey, Water Science Technology, 32, 1-9.

Üstün, G., 2006. Bursa Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Sularının Geri Kazanılabilirliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Üstün, G. ve Solmaz, S., 2003. Kesikli Reaktör Sisteminde Eşit So/Xo Oranında Kalıcı Ürün Oluşumunun Araştırılması, Ekoloji Çevre Dergisi, 13, 49, 31-36.

Yonar, G.,2006. Respirometrik Yöntemle Değişik Endüstriyel Atıksuların Birlikte Arıtılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri, Bursa.

Yurdakul, E.,2005. Türkiye’de Sanayileşme Sürecinde Organize Sanayi Bölgeleri ve Eskişehir OSB Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

URL-1, www.cevre.beun.edu.tr/dersnotu/atiksularinaritimi/atiksua. 15 Eylül 2012.

URL-2, www.deu.edu.tr/atiksua/ana58bolum01.pdf Dokuz Eylül Üniversitesi, 15 Eylül 2012.

URL-3, www.osbbs.osbuk.org.tr/arama.php?anaMod=10&id=60&konu=DNZMQ
Organize Sanayi Bölgeleri Üst Kuruluşu. 10 Ağustos 2012.

URL-4, www.tosbol.org.tr/index. Trabzon Organize Sanayi Bölgesi. 10 Ağustos 2012.

URL-5, www.sanayi.gov.tr Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. 10 Ağustos 2012.

URL-6, www.besosb.com/bosbhakkimizda.php Beşikdüzü Organize Sanayi Bölgesi.
10 Ağustos 2012.

URL-7, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=10757> . 20 Ağustos 2012.

URL-8, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=10824>. 20 Ağustos 2012.

URL-9, http://www.dpc.com.tr/W_F.HTML. 22 Ağustos 2012.

ÖZGEÇMİŞ

Deniz FETTAHOĞLU, 1984 yılında Trabzon'da doğdu. İlk öğrenimini Dumlupınar İlköğretim Okulu'nda, orta öğrenimini ise Affan Kitapçıoğlu Lisesi'nde tamamladı. 2004 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Gümüşhane Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 2008 yılında lisans eğitimini tamamladı ve aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2011 yılında Bayburt Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atanan FETTAHOĞLU, İngilizce bilmekte olup halen görevine devam etmektedir.