

47058

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR TEKSTİL FABRİKASI ENDÜSTRİYEL
ATIKSU ARITMA TESİSİNİN İNCELENMESİ

Mak.Müh. Sinan ÇETİN

F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Muhittin SOĞUKOĞLU

İSTANBUL, 1995

| | |
|--|------------|
| SEMBOL LİSTESİ | iv |
| ŞEKİL LİSTESİ | v |
| TEŞEKKÜR | vi |
| ÖZET | vii |
| SUMMARY | ix |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. ATIKSU ARITMA METOTLARI | 3 |
| 3. FİZİKSEL ARITMA | 4 |
| 3.1. Fiziksel Arıtma Tesisleri | 4 |
| 3.1.1. Izgaralar | 4 |
| 3.1.2. Elekler | 5 |
| 3.1.3. Kum Tutucular | 5 |
| 3.1.4. Yüzer Madde Tutucular (Yağ Kapanları) | 8 |
| 3.1.5. Dengeleme Havuzları | 9 |
| 3.1.6. Terfi Merkezleri (Pompa Sistemleri) | 9 |
| 3.1.7. Çökeltme Havuzları | 10 |
| 3.1.8. Flotasyon Havuzları | 19 |
| 4. KİMYASAL ARITMA | 20 |
| 4.1. Kimyasal Arıtma Tesisleri | 22 |
| 4.1.1. Nötralizasyon Havuzları | 22 |
| 4.1.2. Koagülasyon (Pıhtılaştırma), Flokülasyon (Yumaklaştırma) ve Çökeltme Havuzları | 23 |
| 5. BİYOLOJİK ARITMA | 24 |
| 5.1. Aerobik Biyolojik Arıtma İşlemleri | 24 |
| 5.1.1. Aktif Çamur Tesisleri | 26 |
| Klasik Aktif Çamur | 27 |
| Tam Karışım Aktif Çamur | 27 |
| Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur | 27 |
| Oksidasyon Havuzları | 28 |
| Kontakt Stabilizasyon Havuzları | 28 |
| 5.1.2. Biofilm Tekniğine Göre Çalışan Tesisler | 30 |
| Damlatmalı Filtreler | 30 |
| Biodisk ve Biokafes Tesisleri | 31 |
| Dolgu Yataklı Reaktör Tesisleri | 31 |
| Aktif Çamur / Damlatmalı Filtre Ardışık Tesisleri | 31 |
| Anoksik Tesisler | 36 |
| 5.1.3. Stabilizasyon Havuzları (Lagunlar) | 37 |
| Anaerobik Stabilizasyon Havuzları | 37 |
| Aerobik Stabilizasyon Havuzları | 38 |
| Fakültatif Stabilizasyon Havuzları | 38 |
| Olgunlaştırma Havuzları | 38 |
| 5.1.4. Havalandırmalı Lagunlar | 39 |
| 5.2. Anaerobik Biyolojik Arıtma İşlemleri | 40 |
| 5.2.1. Sürekli Karışım Tank Reaktörleri | 40 |
| 5.2.2. Anaerobik Filtreler (Yukarı Akışlı Dolgu Sütunu) | 41 |
| 5.2.3. Akışkan Yataklı Tesisler | 41 |
| 5.3. Ardışık Aerobik/Anoksik ve Anaerobik Tesisler | 42 |
| 6. İLERİ ARITMA | 43 |
| 6.1. Azot Giderme | 43 |

| | | |
|--------|---|-----------|
| 6.2. | Fosfor Giderme | 44 |
| 6.3. | Filtrasyon | 44 |
| 6.4. | Adsorbsiyon | 44 |
| 6.5. | Dezenfeksiyon | 45 |
| 6.6. | İyon Değişirme | 45 |
| 6.7. | Ters Ozmoz | 46 |
| 6.8. | Ultrafiltrasyon | 46 |
| 6.9. | Kimyasal Çökeltme | 47 |
| 7. | ÇAMUR GİDERME | 48 |
| 7.1. | Çamur Yoğunlaştırma | 49 |
| 7.2. | Çamur Stabilizasyonu | 49 |
| 7.2.1. | Anaerobik Çamur Stabilizasyonu | 49 |
| 7.2.2. | Aerobik Çamur Stabilizasyonu | 50 |
| 7.2.3. | Kompostlaştırma | 50 |
| 7.3. | Çamur Susuzlaştırma | 53 |
| 7.3.1. | Doğal Yöntemler | 53 |
| | Çamur Kurutma Yatakları | 53 |
| 7.3.2. | Mekanik Yöntemler | 54 |
| | Filtre Pres | 54 |
| | Belt Pres (Bant Filtre) | 54 |
| | Vakum Filtresi | 55 |
| | Santrifüj | 55 |
| 8. | ATIKSUDA BULUNAN KİRLETİCİLER ve ARITMA YÖNTEMLERİ | 56 |
| 9. | ATIKSU ARITMA TESİSİ SEÇİMİNDE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR | 57 |
| 10. | ATIKSU ARITMA TESİSİNİN İLK YATIRIM MALİYETİNDE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR | 58 |
| 11. | ATIKSU ARITMA TESİSİ PROJESİ YAPILIRKEN DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR | 59 |
| 12. | SUYA, KANALİZASYON ŞEBEKESİNE ve DİĞER ALICI ORTAMLARA VERİLEMEYEN MADDELER | 65 |
| 13. | ATIKSULAR İÇİN KULLANILAN BAZI TABLO VE YÖNETMELİKLER | 66 |
| 13.1. | Sulara Boşaltılacak Arıtılmış Atıksuyun Sahip Olacağı Kirletici Parametreleri (Su Ürünleri Yasası) | 66 |
| 13.2. | Atıksuyun Ortak Arıtma Tesislerine Deşarjında Sahip Olacağı Kirletici Parametreleri (Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği) | 67 |
| 13.3. | Atıksuyun Ortak Arıtma Tesislerine Deşarjında Sahip Olacağı Kirletici Parametreleri (İSKİ Atıksuların Kanalizasyon Şebekelerine Deşarj Yönetmeliği) | 68 |
| 13.4. | Tekstil Endüstrisi Atıksularının Alıcı Ortama Boşaltılırken Sahip Olacağı Kirletici Parametreleri (Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği) | 69 |
| 13.5. | Çeşitli Endüstrilerde İSKİ Tarafından Uygulanan Kirleticilik Katsayıları | 73 |
| 14. | TEKSTİL ENDÜSTRİSİ ATIKSULARI | 74 |
| 14.1. | Tekstil Endüstrisi Atıksularının Özellikleri | 74 |
| 14.2. | Tekstil Endüstrisi Atıksularında Bulunabilen Kirletici Maddeler | 75 |
| | Genel Kirletici Maddeler | 75 |
| | Metalik Kirletici Maddeler | 75 |
| | Organik Kirletici Maddeler | 75 |
| 14.3. | Tekstil Endüstrisi Atıksularındaki Kirletici Maddelerin Özellikleri | 76 |
| 14.4. | Tekstil Endüstrisi Atıksularındaki Kirletici Maddeleri Giderme Yöntemleri | 79 |
| 15. | ALTINYILDIZ MENSUCAT VE KONFEKSİYON FABRİKALARI A.Ş. NİN ATIKSU ARITMA TESİSİNİN İNCELENMESİ | 82 |
| 15.1. | Fabrikayla İlgili Genel Bilgiler | 82 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 15.2. | Fabrikanın Üretim Bölümleri | 83 |
| 15.3. | Fabrikanın Endüstriyel Atıksuları Arıtma ve Geri Kazanma Tesisi | 86 |
| 15.4. | Atıksu Arıtma ve Geri Kazanma Ünitelerinin Çalışması | 87 |
| 15.4.1. | Apre Atıksularına Uygulanan İşlemler | 87 |
| 15.4.2. | Yıkama Ve Boyama Atıksularına Uygulanan İşlemler | 88 |
| 15.5. | Fabrikanın Endüstriyel Atıksu Arıtma Ve Geri Kazanma Tesisleri İş Akış Şeması | 90 |
| 16. | <i>BİR TEKSTİL FABRİKASI ATIKSU ARITMA TESİSİNİN KURULMASI</i> | 93 |
| 16.1. | Projenin Konusu ve Kapsam | 93 |
| 16.2. | Fabrikanın Bulunduğu Yer | 93 |
| 16.3. | Projenin Uyacağı Yönetmelik | 93 |
| 16.4. | Fabrika Atıksuyunun Sahip Olduğu Kirletici Parametreleri | 94 |
| 16.5. | Fabrika Atıksuyunun Debisi | 94 |
| 16.6. | Atıksu Arıtma Tesisinin Çalışma Süresi | 94 |
| 16.7. | Atıksu Arıtma Tesisinin Proses Hesapları | 94 |
| 16.7.1. | Izgara | 95 |
| 16.7.2. | Kum Tutucu | 97 |
| 16.7.3. | Atıksu Toplama Havuzu | 98 |
| 16.7.4. | Nötralizasyon Havuzu | 99 |
| 16.7.5. | Havalandırma Havuzu | 100 |
| 16.7.6. | Durultma Havuzu | 102 |
| 16.7.7. | Çamur Yoğunlaştırma Havuzu | 103 |
| 16.8. | Atıksu Arıtma Tesisinde Kullanılan Üniteler ve Kullanım Amaçları | 104 |
| 16.9. | Atıksu Arıtma Tesisinin Ekipman Listesi | 106 |
| 16.11. | Atıksu Arıtma Tesisinin Çalışması | 109 |
| 16.11.1. | Atıksu Arıtma Tesisinin Çalışma Sistematiği | 109 |
| 16.11.2. | Kimyasal Madde Depolama ve Hazırlama İşlemleri | 109 |
| 16.11.3. | Atıksu Arıtma Ünitelerinin Çalışması | 110 |
| 16.11.4. | Atıksu Arıtma Tesisinde Yapılan Kontrol Çalışmaları | 112 |
| 16.11.5. | Atıksu Arıtma Tesisinde Yapılan Denetleme Çalışmaları | 113 |
| 16.11.6. | Atıksu Arıtma Tesisinde Yapılan Bakım Çalışmaları | 113 |
| | <i>SONUÇ DEĞERLENDİRME</i> | 115 |
| | <i>KAYNAKLAR</i> | 117 |
| | <i>ÖZGEÇMİŞ</i> | 118 |

SEMBOL LİSTESİ

| | |
|-----------------|---|
| A | : Havuzun yüzey alanı, m ² |
| AG | : Kullanılan yüzeysel havalandırıcı(aeratör) için gerekli güç, kW |
| B | : Izgaranın konulduğu yerdeki kanal genişliği, mm. |
| C | : Havuzdaki mikroorganizma konsantrasyonu, kg MLSS/m ³ |
| D | : Havuzun çapı, m. |
| E | : BOİ giderme verimi, |
| K | : Kum miktarı kabul değeri, m ³ /m ³ |
| M | : Izgaranın konulduğu yerdeki serbest açıklık, mm. |
| Q | : Farikadan arıtma tesisine gelen atıksuyun debisi, m ³ /gün |
| S | : Yüzey yükü, m/h |
| V | : Net havuz hacmi, m ³ |
| W | : Izgara çubuklarının yatayla yaptığı açı, derece |
| Y | : Dönüşüm oranı, kg MLSS/kg BOİ |
| A _f | : Izgaranın faydalı kesit alanı, m ² |
| A _t | : Izgaranın toplam kesit alanı, m ² |
| C _ç | : Geri devirdeki çamurun katı madde konsantrasyonu, kg/m ³ |
| L _z | : Çamur yükü, kg BOİ/kg MLSS x gün |
| L ₁ | : BOİ yükü, kg BOİ/gün |
| O _ç | : Çamur yaşı, gün |
| P _z | : Fazla çamur miktarı, kg MLSS/gün |
| Q _ç | : Fazla çamur debisi, m ³ /gün |
| S ₁ | : Atıksuyun tesise girişteki BOİ konsantrasyonu, mg/l |
| V _h | : Havalandırma hacmi, m ³ |
| Q _{gd} | : Geri devir debisi, m ³ /gün |
| RO ₂ | : Oksijen ihtiyacı, kg O ₂ /gün veya kg O ₂ /h |
| a | : Havuzun boyu, m. |
| b | : Havuzun eni, m. |
| c | : Izgara çubuklarının boyutları, mm. |
| d | : Izgara çubuklarının boyutları, mm. |
| e | : Oksidasyon katsayısı, kg O ₂ /kg BOİ |
| f | : Kum tutucunun genişliği, m. |
| g | : Yerçekimi ivmesi, m/s ² |
| h | : Su derinliği, m. |
| k | : Kum tutucunun derinliği, m. |
| l | : Izgara çubukları arasındaki serbest mesafe, mm. |
| m | : Kum tutucunun uzunluğu, m. |
| n | : Kullanılan ızgara çubuğu sayısı, adet |
| o | : Izgaranın faydalı kesit oranı |
| p | : Kum tutucunun derinlik/genişlik oranı, |
| q | : Tesisin dizaynında kabul edilen saatlik debi, m ³ /h |
| t | : Atıksuyun havuzda bekleme süresi, saat veya dakika |
| v | : Izgara çubukları arasındaki su hızı, m/s |
| h ₁ | : Yük kaybı, m. |
| k _d | : İçsel solunum katsayısı, gün ⁻¹ |
| k _e | : Solunum hızı katsayısı, kg O ₂ /kg MLSS x gün |
| l ₁ | : Izgara çubuklarının suya dalmış uzunlukları, mm. |
| m _h | : Kum tutucu uzunluğu boyunca verilebilecek hava miktarı, m ³ /d x m |
| m _i | : Kum tutucunun hava ihtiyacı, m ³ /d |
| m _k | : Kum tutucuda tutulan kum miktarı, m ³ /gün |
| v ₁ | : Izgaranın hemen önündeki hız, m/s |

ŞEKİL LİSTESİ

sayfa no

| | | |
|-------------|--|-----|
| Şekil 3.1. | Zincir Tertibatlı Kum Tutucu | 6 |
| Şekil 3.2. | Havalandırılmalı Kum Tutucu | 7 |
| Şekil 3.3. | Konik Kum Tutucu | 7 |
| Şekil 3.4. | Çökeltme Havuzu Tipleri | 12 |
| Şekil 3.5. | Çökeltme Havuzu Kesiti (Yuvarlak Tip) | 13 |
| Şekil 3.6. | Çökeltme Havuzu Kesiti (Dikdörtgen Tip) | 13 |
| Şekil 3.7. | Çökeltme Havuzu (Yuvarlak Tip) | 14 |
| Şekil 3.8. | Çökeltme Havuzu (Dikdörtgen Tip) | 15 |
| Şekil 3.9. | Mekanik Araçlar ile Havuzun Havalandırılması | 16 |
| Şekil 3.10. | Basınçlı Hava ile Havuzun Havalandırılması | 17 |
| Şekil 3.11. | Son Çökeltme Havuzu Tipleri | 18 |
| Şekil 4.1. | Kimyasal Arıtma ile Biyolojik Arıtmanın Birlikte Kullanılması | 21 |
| Şekil 5.1. | Aktif Çamur Tesislerinde Değişik Yükleme Yolları | 29 |
| Şekil 5.2. | Damlatmalı Filtre Tesisleri | 32 |
| Şekil 5.3. | Klasik Tip Damlatmalı Filtre Kesiti ve Drenaj Elemanları | 33 |
| Şekil 5.4. | Damlatmalı Filtre ile Aktif Çamur Tesislerinin Birlikte Kullanılması | 34 |
| Şekil 5.5. | Damlatmalı Filtre ile Aktif Çamur Tesislerinin Birlikte Kullanılması (Almanya Essen Eyaleti Werden Şehrinde Kurulu Olan ve Kağıt, Tekstil ve Evsel Atıksularının Arıtıldığı Tesisin Genel Vaziyet Planı) | 35 |
| Şekil 7.1. | Çamur Giderme Yöntemleri | 48 |
| Şekil 7.2. | Mekanik Araçlar ile Çalışan Çamur Stabilizasyon Havuzları | 51 |
| Şekil 7.3. | Basınçlı Hava ile Çalışan Çamur Stabilizasyon Havuzları | 52 |
| Şekil 14.1. | Kestel Anorganize Sanayi Sitesinde Ortak Arıtma Tesisinin Akım Şeması | 81 |
| Şekil 15.1. | Fabrikanın Üretim Bölümleri Temel İşlem Akış Şeması | 85 |
| Şekil 15.2. | Fabrikanın Endüstriyel Atıksu Arıtma ve Geri Kazanma Tesisleri Genel Vaziyet Planı | 91 |
| Şekil 15.3. | Fabrikanın Endüstriyel Atıksu Arıtma ve Geri Kazanma Tesisleri Proses ve Hidrolik Akım Şeması | 92 |
| Şekil 16.1. | Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi Proses ve Hidrolik Akım Şeması | cep |

TEŞEKKÜR

"Bir Tekstil Fabrikası Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisinin İncelenmesi" konulu bu çalışmayı yaparken;

her türlü maddi ve manevi desteği veren eşim, annem ve babama,

yardım ve desteklerinden dolayı Doç.Dr. Muhittin Soğukoğlu'na,

yönledirici katkılarından dolayı Prof. Doğan Özgür'e,

uygulamalar konusunda çok değerli mesaileri içerisinde her türlü yardımda bulunan ARTAŐ Endüstriyel Tesisler Taahhüt ve Ticaret A.Ő. BaŐ Mühendisi Necdet Demir'e,

teşekkür ederim.

ÖZET

Atıksu arıtımı, suyun çeşitli şekillerde kullanılması sonucu oluşan atıksuyun deşarj edildikleri alıcı ortamın(deniz, göl, nehir, dere, arazi vb.) kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştir-meyecek hale getirmek için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerden birini ya da birkaçını kapsar [2,10].

Atıksu arıtımındaki temel amaç, atıksuyun insan sağlığına, çeveye ve boşaltıldığı alıcı ortamda yarattığı zararlı etkileri önlemektir.

Atıksu arıtılırken öncelikle içinde bulunan askıdaki katı maddeler uzaklaştırılır, sonra biyolojik olarak parçalanabilir organik maddelerin arıtılması yapılır, son olarak ta patojen(hastalık yapıcı) orga-nizmaların ayrılması sağlanır.

Tüm arıtma prosesleri; fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma metotları olarak 3 kısma ayrılabilir. Ayrıca bazı arıtma yöntemlerini ileri arıtma metotları başlığı altında toplamak mümkündür. Atıksu arıtma sonucu oluşan arıtma çamurunun giderilmesi için de, ek olarak bazı prosesler uygulanır.

Türkiye içindeki sanayi kuruluşlarından atılan atıksu miktarı yaklaşık 3 milyon m³/gün dür.

Türkiye genelinde evsel amaçlı su tüketimi ise kişi başına yaklaşık 70 l/gün, bir başka deyişle toplam 4 milyon m³/gün dür [17].

En çok kirlilik yapan endüstriler; tekstil sanayi, deri sanayi, kimya sanayi, petro-kimya tesisleri, gübre sanayi, eczacılık ve madencilik sektörüdür [17].

Endüstriyel atıksu kaynakları arasında tekstil sanayi, en önemli kaynaklardan birini oluşturur. Biyokimya alanında yapılan çalışmalar, teknolojinin ilerlemesi ve yeni malzemelerin kullanılması arıtma derecesini yükseltmiştir. Tekstil sektörü de bu gelişmelerden payını almış ve özellikle boyama, yıkama ve apreleme ünitelerinde çok değişik maddelerin kullanılmaya başlanmıştır. Bu da atıksuyun yapısının iyice kompleks hale gelmesine neden olmuştur. Tekstil endüstrisi atıksularında bulunan kirleticiler; biyolojik oksijen ihtiyacı(BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı(KOİ), askıda katı madde(AKM), yağ ve gres, fenol, siyanür, klor, sülfür, sülfid, krom, pH değeri ve renk değişimidir. Görüldüğü gibi, tekstil atıksuyu kirletici olarak metalik, organik ve genel kirleticileri içerir. Böylece atıksudaki azot, fosfor ve zehirli organik maddeler, çözünmesi güç organik maddeler, ağır metaller ve çözünmüş inorganik katı maddelerin de arıtılması ihtiyacı ortaya çıkmıştır [4].

Atıksu arıtma tesisi kurulması, sanayi kuruluşu açısından negatif bir üretilimdir. Yani arıtma tesisi için yapılacak tüm harcamalar sanayi kuruluşunda üretilen ürünün maliyetini artırır. Bu da arıtma tesisi kurmayan diğer kuruluşlar ile arasında haksız rekabete yol açar. Bu nedenle atıksu arıtma tesislerinin kuruluşu, devlet tarafından ucuz kredi sağlanması yoluyla desteklenmelidir.

Giriş bölümünde de açıklandığı gibi, arıtma tesisi kurması gereken sanayi kuruluşlarının sadece %20 si arıtma tesisi kurmuş durumdadır [17]. Kurulan bir çok arıtma tesisi çeşitli nedenlerden dolayı çalıştırılmamaktadır. Bunun en önemli sebebi; işletme maliyetleri, arıtma tesisinde yeterli sayıda eleman

çalıştırılmaması ve ürün maliyetini düşürme amacıdır [13].

İnceleme konusu olan tekstil sektöründe, atıksuya arıtmaya gereken önem verilmemektedir. Özellikle apreleme bölümünden gelen atıksuların arıtıldıktan sonra geri kazanılarak tekrar kullanılması mümkündür. İncelenen Altınyıldız Tekstil Fabrikasında günlük 2.400 m³ atıksuyun 1.000 m³ lük kısmı geri kazanılmaktadır. Bu olay, çevre kirliliği açısından olumlu bir katkı yaratmakta, üretimde kullanılan su miktarını azaltarak maliyeti düşürmekte, azalan yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına bağımlılığı azaltmaktadır. Tekstil sektörü için atıksuyun geri kazanılması çok uygun ve tavsiye edilen bir işlemdir.

Son olarak bir tekstil fabrikası alınmış ve atıksuyun sahip olduğu kirleticilerin hangi arıtma metotları kullanılarak arıtılacağı incelenmiştir. İnceleme sırasında, işletmedeki atıksu debisinin ve atıksu içindeki kirletici maddelerin tespitinin çok önemli olduğu ve proje hesaplarını doğrudan etkilediği görülmüştür.

Ele alınan atıksu karakterine göre nasıl bir arıtma tesisi kurulacağı belirlenmiştir.

Atıksu, kaba ızgara ve otomatik temizlemeli ince ızgaradan geçerek, atıksu toplama havuzunda birikmekte, buradan pompa ile nötralizasyon havuzuna alınmaktadır. Bu havuzda karbondioksit(CO₂) ile pH ayarlaması yapılan atıksu, havalandırma havuzuna alınır. Burada kimyasal besi maddesi ilave edilen atıksuda, biyolojik ortam oluşturulur. Bu havuzda 4 adet yüzeysel aeratör(havalandırıcı) yardımı ile havalandırılan atıksuda mikroorganizmalar gelişir ve verilen oksijeni kullanarak aktif çamur oluşur. Bu aktif çamur-su karışımı, durultma havuzuna alınır. İçindeki çamuru tabana çökelen sular, üst kısımdaki savaklardan alınarak arıtılmış olarak deşarj edilir. Havuz tabanına biriken çamurun bir kısmı, kullanılmak üzere havalandırma havuzuna, geri kalan fazla çamur ise çamur yoğunlaştırma havuzuna gönderilir. Burada işlem gördükten sonra %97 su içeren çamur, filtre presten geçirilir ve içindeki su %75 e düşürülür. Filtre presten alınan çamur kekleri, önce çamur kurutma yataklarına, oradan da tesis dışına uzaklaştırılır. Filtre presin süzüntü suları ve çamur yoğunlaştırma havuzu üst suları, atıksu toplama havuzuna gönderilir.

SUMMARY

Water treatment includes one or more of physical, chemical and biological processes which are used for not doing any changes at chemical, bacteriological and ecological position of decharge areas(sea, lake, river, stream, ground etc.) of waste water [2,10].

Main purpose of water treatment is preventing harmful effects on human health, environment and areas of wastewater decharged.

While the wastewater is being treated, firstly hard particles in water sent far off, and then organic particles which can become smaller by biological methods are seperated from water, finally pathogenic microorganisms which cause diseases are treated.

Generally, all processes of wastewater treatment can be seperated to 3 parts which are physical, chemical and biological methods. In addition, some processes can be collected in the name of advanced treatment methods. Also, for expelling the treatment mud which become during the water treatment period some processes can be applied.

In Turkey, total wastewater quantity of all industrial plants is nearly 3 million m³ a day [17].

Using water for house necessity per person is nearly 70 l/day, in other words total 4 million m³ per day [17].

Industries which cause most dirtiness are textil industry, leather industry, chemical industry, petro-chemical plants, drug manufacture and mine plants [17].

Investigations in biochemical area and other technological improvements and using new materials in production have force to increasing the degree of water treatment quality. Also textil industry has been influenced. Especially, inprinting units, wool cleaning units and apre units have been begun using different, strong and new materials. Dirtinesses in textil industries wastewater are; need of oxigen at biological form(BOİ), need of oxigen at chemical form(KOİ), floating hard particles(AKM), oil and grease, fenol, chlorine, sulphur, sulphit, crom, pH degree and colour changes. Can we see, textil waste-water have matalic, organic and general dirtiness. In that case, nitrogen, phosphorus and poisonous organic materials, organic materials which cannot be smaller easily, hard matal, smallest inorganic hard materials must be treated too [4].

Foundation of a water treatment plant is a negatif production for manufacturers. On the other hand, all spenditures on treatment plants cause increasing of good costs producing in the factory. Because of this, there will be an unequal competition between manufacturers which have a treatment plant or not. Because of this, industrial firms must be supported by government with cheaper finance sources.

Statistical Institute of Government has made a research in Turkey in July in 1992 [17]. When looking at the results of this study, there is water treatment plant only in 20% of these factories which have to found one. Lots of treatment plants cannot be working for some reasons or other. Some of these

are increasing of working finance, lack of employment in and the purpose of decreasing of manufacture goods costs [13].

There is no importance on water treatment in textil industry. But wastewater of apre units can be treated and then it can be reused. For example; in Altınyıldız Textil Fabric, they can reuse treated water quantity of 1.000 m³ of total usage of 2.400 m³. This provides positive effects on environment, less water usage and less water finance and less usage of underground or ground water supplies. It is advisable that, textil industry can reuse their wastewater with treating it.

In this study, water treatment methods have been explained. Also the study includes which materials wastewater has, what specialities of their are and in which way wastewater are treated. In addition, it explains how we can treated textil industries wastewater which is the most important water dirtiness source. Besides these, water treatment plants units for a textil fabric have been explained with their working purposes.

According to a sample dirtiness parameters and water quantity per day, it has explained how we can organise a treatment plant.

After wastewater pass through a rough grind and a fine grind, it come together in wastewater collecting pool. It is sent to another pool which provides regulations using CO₂ at pH degrees of water. And then, water is pumped to water aeration pool. Adding some chemical nutritious substances to wastewater, biologic form in water is created. Air necessity is satisfied by four aerator working on the surface of water in pool. In aerated water microorganisms grow up and increase their quantity. They use oxygen from air given by aerator and become active mud. This active mud-water mixture is taken into settling pool. The water whose mud particles are settled to the bottom of pool is taken by flowing over the V or U shaped sluice. This water can discharge to the canalisation network. Some part of mud bottom of the pool sent to aeration pool for reuse, rest of it sent to another pool for increasing its density. At this point water has 97% water in. And then water passes into filter press. Percentage of water in mud is reduced 75%. Mud layer taken from filter press firstly come to mud drying beds, then it is transported to city garbage. Strained water from filter press and upper surface water of pool for increasing mud density are gathered and are sent into water collection pool.

1. GİRİŞ

Atıksu arıtımı, suyun çeşitli şekillerde kullanılması sonucu oluşan atıksuyun deşarj edildikleri alıcı ortamın(deniz, göl, nehir, dere, arazi vb.) kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştir-meyecek hale getirmek için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerden birini ya da birkaçını kapsar.

Yaklaşık 400 yıl önce Almanya'da arıtma çiftlikleri adı altında, atıksuyun araziye deşarjı yoluyla arıtımı konusunda ilk adımlar atılmıştır. 1880 yılında atıksuyun arıtımında bakterilerin etkisi keşfedil-miş ve bu bio-mühendisliğin temeli olmuştur. Atıksu arıtımında hava kullanımı 1860 yılında olmuş, 1903 yılında ise oksidsyon hendekleri geliştirilmiştir. Aktif çamurun atıksu arıtımı üzerindeki önemi an-laşılmış ve 1920 yılından sonra aktif çamur tipi arıtma tesisleri oldukça artmıştır.

Atıksu arıtımındaki temel amaç, atıksuyun insan sağlığına, çevreye ve boşaltıldığı alıcı ortamda yarattığı zararlı etkileri önlemektir.

Atıksu arıtılırken öncelikle içinde bulunan askıdaki katı maddeler uzaklaştırılır, sonra biyolojik olarak parçalanabilir organik maddelerin arıtılması yapılır, son olarak ta patojen(hastalık yapıcı) orga-nizmaların ayrılması sağlanır.

Tüm arıtma prosesleri; fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma metotları olarak 3 kısma ayrılabil-ir. Ayrıca bazı arıtma yöntemlerini ileri arıtma metotları başlığı altında toplamak mümkündür. Atıksu arıtma sonucu oluşan arıtma çamurunun giderilmesi için de, ek olarak bazı prosesler uygulanır.

Türkiye içindeki sanayi kuruluşlarından atılan atıksu miktarı yaklaşık 3 milyon m³/gün dür[17].

Türkiye genelinde evsel amaçlı su tüketimi ise kişi başına yaklaşık 70 l/gün, bir başka deyişle toplam 4 milyon m³/gün dür [17].

En çok kirlilik yapan endüstriler; tekstil sanayi, deri sanayi, kimya sanayi, petro-kimya tesisleri, gübre sanayi, eczacılık ve madencilik sektörüdür [17].

Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından 1992 yılı Temmuz ayında Türkiye genelinde "İmalat Sana-yi Atık Envanteri" anketi uygulanmıştır [17]. Bu ankete, 25 den fazla işçi çalıştıran imalat sanayi işyer-lerinden, üretimin %88.3 ünü ve istihdamın %75.6 sını temsil eden 2.548 işyeri katılmıştır. Bu anket de-ğerlendirildiğinde şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

- Anket yapılan işyeri sayısı toplam 2.548 iken, bunları sadece 501 i (%19.7) atıksu arıtma tesisi-ne sahiptir. Arıtma tesisi olmayan işletme sayısı ise, 2.047 (%80.3) dir.

- 501 adet arıtma tesisinin %92.6 sı (464) işyerine ait iken, % 7.4 ü (37) başka işyerleriyle ortak kullanılmaktadır.

- Atıksu arıtma tesisi olan işyerlerinin sektör içindeki payı, devlet sektöründe %20.1 (94), özel sektörde ise %19.6 (407) dir.

- Anket kapsamında değerlendirilen 2.548 işyerinden %13.8 i (354) atıksu deşarj iznine sahip-ken, %86.1 i (2.194) atıksu deşarj izni olmaksızın çalışmaktadır. Atıksu deşarj izni olmayan işyerlerinin %10.6 sı (233) deşarj izni başvurusu yapmış, %89.4 ü (1.961) henüz başvuru yapmamıştır.

- Ankete katılan 2.548 işyeri, yılda 3 milyar 525 milyon m³ su kullanmaktadır. Bunun %89.9 u devlete ait 467 işyeri ve %10.1 i özel sektöre ait 2.018 işyeri tarafından kullanılmaktadır.

- Ankete katılan 2.548 işyerinden 1.145 i, yaklaşık 740 milyon m³ endüstriyel atıksuyu arıtmadan alıcı ortamlara(şehir kanalizasyon şebekesi, deniz, göl, nehir, dere, arazi vb.) boşaltmaktadır. Arıtılmadan atılan endüstriyel atıksuyun 487 milyon m³ ü (%65.8) denize, 116 milyon m³ ü (%15.7) şehir kanalizasyon şebekesine, 107 milyon m³ ü (%14.5) nehir ve dereye deşarj edilmektedir.

- Anket kapsamındaki 2.548 işyerinden yalnızca 309 tanesi, 149 milyon m³ atıksuyu arıttıktan sonra alıcı ortamlara deşarj etmektedir.

- Ankete katılan 2.548 işyerinden yılda 86.6 milyon m³ evsel atıksu deşarj ettikleri, bunun 56.6 milyon m³ ü (%65.3) devlet sektörü, 30 milyon m³ ü (%34.7) özel sektöre ait işyerlerinden deşarj edildiği belirlenmiştir.

Anket sonuçlarında da anlaşılacağı gibi, sayıca yetersiz olduğu görülen ve büyük mali yatırımlar sonucu inşa edilen arıtma tesislerinin en önemli problemi işletme sorunlarıdır. İşletme maliyetlerinin belediyelerce karşılanamaması, yeterli işletme personelinin bulunmaması, arıtma tesislerinin en pahalı tarife üzerinden elektrik kullanması, arıtma tesisinin devre dışı bırakılmalarına yol açmaktadır.

1994 yılı itibariyle 21 il ve ilçe merkezinin evsel atıksu arıtma tesisi İller Bankası tarafından yapılmıştır. Ayrıca 20 tesisin de inşaatı devam etmektedir. Evsel atıksu arıtma tesislerinin yapılması, belediyelerin talebi üzerine İller Bankası tarafından olmaktadır. Son zamanlarda bazı belediyeler ve organize sanayi bölgeleri, mali yetersizlikten dolayı dış kredi alarak yabancı firmalara arıtma tesisi yaptırmaktadırlar. Bu hem teknik olarak yetersiz, hem de son derece pahalı bir çözümdür. Ayrıca yerli firmalar da devre dışı kalmaktadır [17].

2. ATIKSU ARITMA METOTLARI

Atıksu içerisinde kirliliğe neden olan yabancı maddeler, tane boyutlarına göre çökebilir, askıda, koloidal ve çözünmüş halde bulunabilirler. Her madde değişik arıtma metodu uygulanarak uzaklaştırılır.

Atıksu arıtma metotlarını fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere 3 grupta incelemek mümkündür [2].

a - Fiziksel arıtmada, çöktürme ve yüzdürme işlemleri ile çökebilir veya yüzebilen tanecikler ayrılmaktadır.

b - Kimyasal arıtmada, çözünmüş veya koloidal boyuttaki tanecikler pıhtılaştırılıp yumaklaştırılarak çökebilir hale getirilmektedir.

c - Biyolojik arıtmada, atıksu içindeki çözünmüş maddeler, kısmen biyolojik kütlelerin bir araya gelerek oluşturduğu kolay çökebilir yumaklara, kısmen de mikroorganizmaların enerji ihtiyaçları için yaptıkları solunum sırasında çıkan gazlara ve diğer stabilize olmuş son ürünlere dönüşmektedir.

Biyolojik ve kimyasal arıtma ünitelerinin yükünü azaltmak için, öncelikle fiziksel ön işlemler uygulanır. Mekanik arıtma olarak da adlandırılan bu işlemler genellikle ızgara, kum tutucu ve ön çöktürme ünitelerinden meydana gelir. Bu ön işlemlerden geçen atıksuya, biyolojik ve kimyasal arıtma işlemlerinden birisi veya her ikisi uygulanarak arıtma sağlanır.

Biyolojik veya kimyasal arıtma sonucu atıksuda oluşan yumaklar, mekanik işlemlerle sudan uzaklaştırılır [11].

3. FİZİKSEL ARITMA

Fiziksel arıtma; atıksudaki çökebilir ve yüzebilir kirlilikleri fiziksel olarak ayıran ve atıksuyun kimyasal bileşimini değiştirmeksizin atıksuyun fiziksel formunu değiştirmeyi esas alan bir methodur. Bu işlem ile, atılması yasaklanmış iri katı maddeler ve tehlikeli maddelerin atıksudan ayrılması sağlanır.

Atıksu, öncelikle fiziksel arıtma ünitelerinden geçirilerek, biyolojik ve kimyasal arıtma ünitelerinin iş yükü azaltılır.

Atıksu arıtma tesislerinde uygulanan fiziksel arıtma üniteleri; ızgaralar, elekler, kum tutucular, yüzer madde tutucular, dengeleme havuzları, çökeltme havuzları ve yüzdürme havuzlarıdır. Fiziksel arıtma tesislerinden en çok kullanılanları; ızgara ve eleklerden geçirme, çökeltme, dengeleme, flotasyon, filtrasyon, güneşte buharlaştırma, buharlaştırma, destilasyon, adsorbsiyon ve sıyırmadır. Diğerleri ise; diyaliz, elektrodiyaliz, ters ozmoz, ultrafiltrasyon ve solvent ekstraksiyondur [2,5].

3.1. Fiziksel Arıtma Tesisleri :

3.1.1. Izzaralar :

Izzaralar, atıksu içerisinde bulunan katı maddelerin pompa, boru ve diğer mekanik parçalara zarar vermemesi için bu maddeleri sudan ayırır. Böylece diğer arıtma ünitelerine gelecek iş yükünü azaltır. Izzaralar, çubuk aralıklarına göre kaba ve ince ızgaralar, temizleme şekline göre elle temizlenen ve mekanik olarak temizlenen ızgaralar olarak sınıflandırılır [2].

- Kaba ızgaralar: yatay veya düşey ızgara çubuklarından oluşur ve yatay ile 30-60° açı yapacak şekilde yerleştirilir. Çubuk aralıkları 40-100 mm. dir. İri katı maddeler tutulur.

- İnce ızgaralar: delikli plakalar, çelik hasırlar ve 15-30 mm. aralıklı ızgara çubuklarından oluşur ve yatayla 60-80° açı yapacak şekilde yerleştirilir. Küçük katı maddeler tutulur.

Izzaralar maksimum debiye göre projelendirilir. Izzaraya yaklaşan kanalda su hızı 0.5 m/s den az olmamalı, ızgara çubukları arasındaki su hızı 1 m/s yi aşmamalıdır [2].

Izzaralarda biriken katı maddeler belirli zaman aralıklarında temizlenir. Atıksularda bulunan katı maddelerin boyutunu azaltmak için ızgaralarla beraber öğütücüler de kullanılır. Sudan kolay ayrılabilen katı maddelerin öğütülerek tekrar atıksuya karıştırılması, atıksu organik madde yükünü arttırdığı için son zamanlarda uygulanmamaktadır.

Izzaralarda tutulan katı maddeleri, kireçleyip gömmek, çöplere karıştırmak, arıtma tesisi çamurları ile karıştırıp yakmak ve ufalayıp atıksuya karıştırmak gibi yöntemlerle yoketmek mümkündür.

Mekanik olarak temizlenen ızgaralar, düz veya dairesel tipte yapılırlar. Temizleme işlemi, cihazdaki taraklar vasıtasıyla ızgaranın önünden veya arkasından yapılır. Izzara tarakları, motorun manuel veya otomatik olarak devreye girip çıkması ile çalışır. Motorun çalışması, su seviyesine veya belirli bir zaman süresine bağlı olabilir. Tarak dişleri, ızgara çubuklarının aralıkları içerisinde sonsuz zincir veya kablo kullanılarak hareket eder.

İzgaralar çökeltme havuzlarından daha az yer kaplarlar. Atıksu debisi ve sıcaklığındaki değişimlerden pek fazla etkilenmez. Ancak atıksudan ayrılan katı maddelerin çamur formunda olması isteniyorsa çökeltme havuzundan yararlanır.

Kaba ızgaralar bazı tesislerde, kum tutucudan önce konularak sudaki yüzen maddeler giderilir. Ancak endüstriyel atıksularda kum problemi yoktur.

3.1.2. Elekler :

Elekler, atıksu içerisinde bulunan özellikle elyaflı maddelerle, askıdaki tanecikleri tutarak diğer arıtma ünitelerine gelecek iş yükünü azaltır. Pompa, boru ve mekanik parçaların zarar görmesini önler.

Elekler; tutulan maddelerin boyutlarına göre kaba, ince ve mikro elekler olarak sınıflandırılır.

Elek aralığı, kaba elek için 5-15 mm., ince elek için 0.25-5 mm., mikro elek için 0.020-0.035 mm. dir.

Elekler sabit veya döner tipte yapılabilirler.

Sabit eleğin çalışması sırasında tutulabilen katı tanecikler, yüzeyden akan suyun itmesiyle ve ağırlık kuvvetlerinden yararlanılarak elek yüzeyinin alt ucundan toplama kabına dökülür. Bu nedenle sabit elekte hareket eden parçalar ve enerji gereksinimi yoktur. Eleğin belirli aralıklarla fırçalanması veya su hortumu tutarak elle temizlemesi de gereklidir.

Döner elekler ise tambur biçiminde düzenlenir ve motor-redüktör grubu tarafından döndürülür. Döner eleklerde ızgara işlevini gören mekanizma, sürekli dönen yatay bir silindire monte edilmiş durumdadır. Atıksu, silindirin içine akar ve yerçekimi etkisiyle dışarı süzülür. Silindirin dönmesiyle elekte tutulan katı maddeler, silindirin üst dış kısmına yerleştirilen geri yıkama jetlerinin altına getirilir. Bu jetler sürekli yukarıdan aşağıya su püskürtürler ve katı maddeleri, silindirin eksenini boyunca döşenmiş olan bir toplama kabına doğru sürüklerler. Buradan da yerçekimi etkisiyle atık deposuna gönderilir.

Mikro elekler son arıtma ve cilalama işlemi için kullanılır. Böylece, diğer arıtma işlemlerine girecek olan atıksuda yüzer katı maddelerin olmasını engellerler. Mikro elek, açıklıkları 2-60 mikron olan paslanmaz çelik veya polyeester iplik esaslı gergin bir tür kumaştan oluşmuştur. Bu kumaş, sürekli dönen bir tambur çevresine monte edilir. Tamburun dönmesinin amacı, su akışının devam edebilmesi için tambura giren suya temiz bir yüzey sağlamaktır. Dönen tambur, kirlenen elek yüzeyini belirli aralıklarla geri yıkama tertibatının altına getirerek temizlenmesini sağlar. Mikro elekte tutulan maddeler geri yıkama suyuyla yıkanarak toplama haznesine, oradan da yerçekimiyle atık deposuna gönderilir.

Eleklerde toplanan katı maddeler, ızgara atıkları için uygulanan yöntemlerle yok edilirler.

3.1.3. Kum Tutucular :

Kum tutucular, atıksu içerisinde bulunan kum, çakıl gibi kolayca çökebilen inorganik katı maddeleri ayırırlar. Böylece pompa, boru ve diğer mekanik parçaların aşınması ve zarar görmesini önlerler. Çökeltme havuzlarının tıkanma tehlikesine engel olurlar. Havalandırma havuzlarının ve çamur çürütme tanklarının dolmasını ve kullanılan hacimlerin azalmasını önlerler.

Ancak, endüstriyel atıksu arıtımında genellikle kum problemi olmadığından kum giderimi için özel önlemlere de gerek yoktur.

Kum tutucular, yoğunluğu 2650 kg/m^3 ve tane çapı $0.1-0.2 \text{ mm}$. den daha büyük olan katı maddelerin tutulmasını sağlamak için kullanılırlar [11].

Bunlar;

- belli büyüklükteki katı maddeleri tutmalı,
- daha ileriki ünitelerde arıtılması amaçlanan daha küçük taneli maddelerin çökmesini engellemeli,
- çökelen çok küçük taneli maddelerin ise suyla sürüklenerek tekrar atıksuya karışmasını sağlamalıdır.

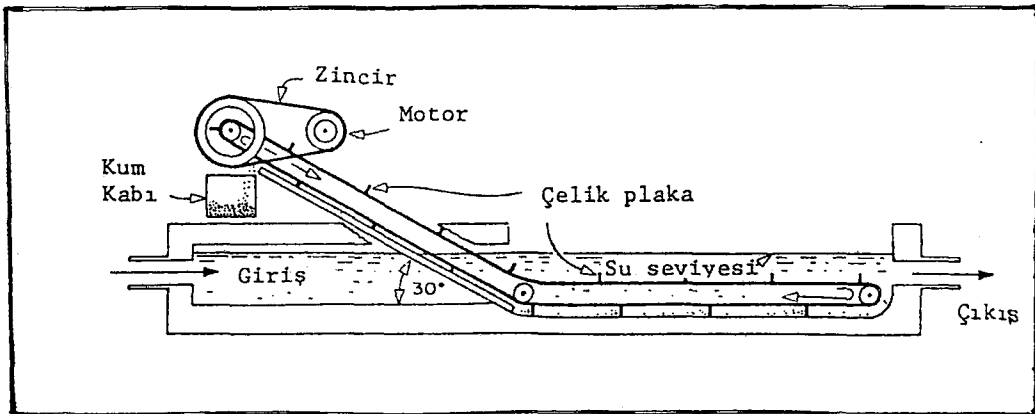
Bu nedenle kum tutucular gerekli yüzey alanına sahip olmalıdır. Ayrıca kum tutucuya gelen atıksuyun yatay hızı tüm debiler için 0.3 m/s , yüzeysel yükleme değeri $17-36 \text{ m/h}$ olacak şekilde tasarım yapılmalıdır.

Kum tutucu, en kesiti bütün uzunluğu boyunca uniform yapılır ve bütün debilerde yatay hızın sabit kalması için özel bir şekil verilir. Bu amaçla, kum tutucusunun sonuna, orantılı akım savağı veya ventüri kanalı gibi hız kontrol tertibatı oluşturulmalıdır.

Kum tutucular; dikdörtgen planlı-yatay akışlı, dairesel planlı-radyal akışlı, düşey akışlı ve havalandırılmalı olmak üzere 4 grupta toplanırlar.

Kum tutucular, temizleme şekline göre, elle temizlenen ve mekanik olarak temizlenen kum tutucular olarak sınıflandırılır.

Elle temizlenen kum tutucular genellikle küçük tesislerde kullanılır. En az iki adet boyuna kanaldan meydana gelirler ve kanalların sonundaki yapı ile 0.3 m/s yüzey su hızı olması sağlanır. Kum tutucunun tabanına, kum toplanacak şekilde bir form verilir. Kum tutucuyu temizlemek için taban drenajı yapılır. Bunun için tabana bir drenaj tertibatı yapılır. Kum tutucu, el arabaları ve kürekle temizlenir. Hareketli bir köprü taşıma işini kolaylaştırır. Bu taktirde kum tutucunun en az iki kanaldan oluşması gerekir.



Şekil 3.1. Zincir Tertibatlı Kum Tutucu [15]

Mekanik olarak temizlenen kum tutucular, genellikle dikdörtgen şeklindedir ve bu tankların sonunda parşel savağı, parabolik savak veya orantılı akım savağı gibi hız kontrol tertibatları bulunur. Parşel savağının üzerinde debi ölçüm ve kaydetme cihazı bulunmalıdır.

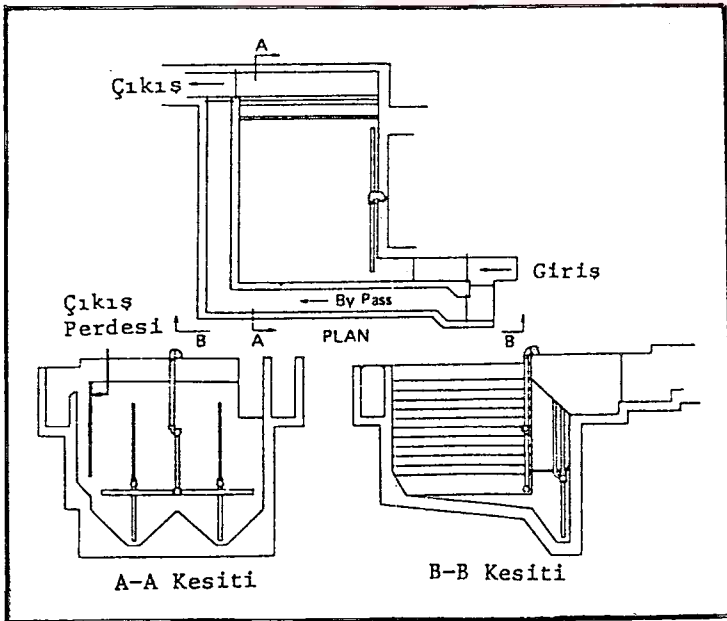
Temizleme işlemi, helezon şeklindeki küreyici ve yükselticilerle veya zincir tertibatlı mekanik temizleyici ile yapılır. Zincir tertibatlı kum tutucu; motor, dişli kutuları, zincirler ve sıyrıcılardan oluşur. Çökelen kumlar, kum tutucunun altındaki depolama çukuruna zincir tertibatı ile iletilirler. Biriken kumlar, ya aynı zincir tertibatı ile ya da bir pompa yardımı ile kum tutucudan ayrılarak kum toplama kabına dolar.

Havalandırılmalı tip bir kum tutucu yaklaşık olarak; 7.5-20 m. uzunluk, 2-5 m. derinlik, 2.5-7 m. genişlik, 1:1-5:1 genişlik/derinlik oranı, 0.15-0.45 m/d. m.uzunluk hava miktarı ve 0.004-0.2 m³/10 m³ kum ve çamur miktarı dizayn değerlerine sahiptir [2].

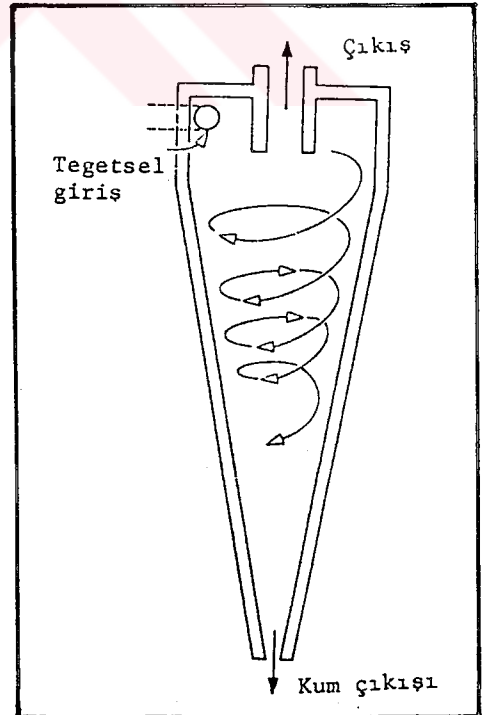
Havalandırılmalı kum tutucularda, hava ihtiyacı blower(üfleyci) ile sağlanır. Ancak bazı sanayi kuruluşlarında üretimlerinden dolayı basınçlı hava bulunabilir. Bu durumda basınçlı hava ihtiyacı fabrikadan temin edilir. Bu tiplerde hava difüzörlerine ihtiyaç vardır [11].

Kumun ayrılması hava miktarı ile ilişkilidir. Verilen havanın az olması halinde, bazı organik maddeler kum ile birlikte çöker. Bu durumda kumun uzaklaştırılması sırasında koku problemi ortaya çıkar. Hava miktarı çok fazla ise, kum giderme verimi düşer. Bu yüzden hava miktarı en uygun şekilde seçilmelidir [15].

Dairesel planlı-radyal akışlı kum tutucularda konik yada silindirik bölmeye toplanacak kumlar, basınçlı hava pompaları yardımıyla yükseltir ve kum toplama kabına alınır. Buna örnek olarak konik kum tutucular verilebilir [15].



Şekil 3.2. Havalandırılmalı Kum Tutucu [15]



Şekil 3.3. Konik Kum Tutucu [15]

Konik kum tutucularda kum taneciklerini atıksudan ayırmak için santrifüj kuvvet etkisinden yararlanır. Atıksu, konik kum tutucuya teğetsel olarak üst taraftan girer. Kum aşağı doğru çökerken, atıksu konik kum tutucunun üst tarafından alınır. Ayrılan kumlar, palet veya helisel pompa yardımı ile toplama kabına alınır. Bu sistemin avantajı, tesis içinde hareketli mekanik parça olmamasıdır. Toplanan kumlar kum yıkama havuzuna gönderilir. Yıkama havuzunda arıtılmış su, kum üzerine püskürtülerek kumların yıkanması sağlanır. Yıkama sonucu oluşan atıksu ön çöktürme havuzuna verilir. Yıkama havuzundan alınan kum evsel atıklarla beraber yok edilir.

Kum tutucularda biriken kum tabakası, az da olsa bir miktar patalojik(hastalık yapıcı) organizma içerdiği için bunların gelişigüzel atılması sakıncalıdır.

3.1.4. Yüzer Madde Tutucular (Yağ Kapanları) :

Yüzer madde tutucular, atıksu içerisinde bulunan ve yoğunluğu sudan küçük olan yağ, gres, solvent ve benzeri yüzen maddeleri sudan ayırmak için kullanılır. Bu gibi maddeleri geri kazanmak ve atıksu arıtma verimini arttırmak amacıyla yüzer madde tutuculara ihtiyaç duyulur. Ayrıca tesiste bir ön çökeltme havuzunun olmaması da bu ihtiyacı artırır.

Özellikle mezbahalar, petrol dolum tesisleri, yemeklik yağ sanayi ve benzeri tesislerde yüzer madde tutucu yapmakta fayda vardır.

Yüzebilenler dışındaki diğer katı maddelerin tabana çökmesi söz konusu ise, yüzer madde tutucular çamur hazneli olarak yapılırlar ve çökelen çamur ile yüzer maddelerin kolayca alınabileceği bir düzene sahiptirler. Yağların mekanik olarak sıyırılması daha verimli olmaktadır. Bu amaçla motor, redüktör, zincirler ve sıyırma elemanları kullanılır.

Emülsiyon haldeki yüzer maddeleri ayırmak için kullanılan metotlar ise şunlardır [11];

- disperse hava flotasyonu(atmosferik basınç altındaki sıvıya basınçlı havanın kabarcıklar halinde verilmesi)
- çözülmüş hava flotasyonu(basınç altındaki sıvıda havanın çözünmesi ve daha sonra basıncın kaldırılması)

Kentsel atıksu arıtma sistemi için en ideal çözüm kombine çalışan havalandırılmalı kum tutucu ve yüzer madde tutuculardır.

Yüzer madde tutucularda toplanan atıkların geri kullanımı mümkünse kullanılır, değilse yakma ve değerlendirme tesislerine gönderilir.

3.1.5. Dengeleme Havuzları :

Dengeleme havuzları, atıksularda debi, bileşim ve kirlilik yükünün zaman içindeki değişimlerinin dengelenmesi ve atıksu arıtma tesisine giden atıksu debisinin düzenli olması için kullanılır [2].

Biyolojik arıtma tesislerinde organik yük değişimleri ve atıksu debisinin tesisi sürekli besleyemediği durumlarda, kimyasal arıtma tesislerinde ise, atıksu debi değişimleri, pH kontrolü ve kimyasal madde beslemesinin kontrol edilmesi için dengeleme gereklidir.

Dengeleme havuzunda karıştırma ve havalandırma işlemi yapmak suretiyle, atıksuyun arıtma tesisine homojen olarak iletilmesi ve organik yük değişiminin azaltılması sağlanır.

Dengeleme havuzunun tipi ve büyüklüğü, atıksu miktarındaki değişimlere göre belirlenir. Hacmi ise, atıksu debisindeki değişimleri karşılayacak kadar yeterli büyüklükte olmalıdır.

Dengeleme havuzunda karıştırma işlemi için kullanılan yöntemler arasında; giriş akımının dağıtılması ve perdeleme, türbin tipi karıştırma, difüzör ile havalandırma ve mekanik havalandırma sayılabilir. En çok uygulanan karıştırma yöntemi ise, suya batabilen karıştırıcıları kullanmak veya kolay ayrışabilen bira sanayi atıksuları gibi atıksular için yüzeysel havalandırıcıları kullanmaktır.

Dengeleme havuzları toprak, beton veya çelik esaslı olabilirler. Havuzun duvarlarında birikebilecek yağ ve katı maddeleri uzaklaştırmak için gerekli düzeneğe olmalıdır. Havuzu acil olarak boşaltmak gerekirse, çıkış savağı bulunmalıdır. Oluşan köpük ve yüzer maddeleri uzaklaştırmak üzere, havuzdan su çekme düzeneği bulunmalıdır. Havuzun yan taraflarında ve yüzeyinde köpük problemi olursa, bunu önlemek üzere su sıkma düzeneği olmalıdır. Dengeleme havuzundan çıkarak arıtma tesisinin diğer ünitelerine verilecek olan debiyi kontrol etmek amacıyla havuz çıkışına bir debi ölçme cihazı konur.

3.1.6. Terfi Merkezleri (Pompa Sistemleri) :

Terfi merkezleri, atıksuların arıtma tesisi içerisinde bir yerden bir yere yüklenmesi amacıyla kullanılır.

Atıksu arıtma tesislerinde kullanılan pompalar; işletme prensibi, kullanım amacı, işletme şartları (yükseklik, kapasite vb.) ve montaj tipine göre sınıflandırılır [14].

Seçilecek pompa tipi; basılacak atıksuyun cinsi, debi, basma yüksekliği, atıksu içindeki katı madde miktarı ve büyüklüğüne göre belirlenir.

Terfi merkezleri; emme çukuru, pompa, motor, vana, geri tepme klapesi, seviye kontrol tertibatları ve kumanda panolarından oluşur. Ayrıca terfi merkezlerinde yedek pompa da bulunmalı, ancak yedek pompa sürekli yedekte bırakılmamalı ve diğer pompalarla döngümlü olarak çalıştırılmalıdır [14].

Terfi merkezlerinde pompalar su seviyesine göre çalışırlar. Seviye şamandırası veya elektrodu, minimum ve maksimum seviyeye göre ayarlanır. Pompa maksimumda iken devreye girer ve minimumda devreden çıkar.

Atıksu arıtma tesisinde kullanılacak olan pompada; gövde, çark ve iç yapının transfer edilecek akışkanın özelliklerine uygun olacak şekilde korozyona dayanıklı malzemeden yapılmalıdır.

Atıksuyun arıtma tesislerine iletilmesinde, çamur geri dönüşü ve tahliyesinde kullanılan pompalar şunlardır [2,10,15].

a - Pozitif yer değiştirmeli(pistonlu, diyafram) pompalar : Daha çok çamurun iletilmesinde kullanılır. Bu tip pompalar basma yüksekliğinin fazla olduğu yüksek basınçlı pompajlarda verimli olarak çalışır.

b - Santrifüj(radyal, aksiyal, vortex akışlı) pompalar : Gerek atıksu pompajında, gerekse çamur pomajında kullanılır. Santrifüj pompalar atıksu pompajında kullanılacak ise, kanat açıklıkları fazla olanlar tercih edilir. Aksi takdirde sık sık tıkanma problemi ortaya çıkar. Santrifüj pompalar yerleştirme şekline göre, yatay milli, düşey milli, ıslak tip, düşey kuru tip ve monoblok olarak adlandırılır.

c - Vida tipi(salyangoz) pompalar : Küçük jeodezik yükseklik farklarında orta ve büyük pompaj debileri söz konusu olduğunda kullanılır. Büyük basma yüksekliği olduğunda iki kademeli olarak kullanılabilir.

d - Hava pompaları : Atıksu arıtma tesislerinin aktif çamur ünitelerinde çamur geri dönüşünü sağlamak amacıyla kullanılır. Verimlerinin düşük olmasına rağmen, fazla miktarda katı madde içeren atıksuların veya çamurun pompajında tercih edilir. Hava pompalarında hareketli kısım bulunmadığı için tıkanma problemi ortaya çıkmaz.

3.1.7. Çökeltme Havuzları :

Çökeltme havuzları; atıksu içerisinde sudan daha yoğun olan askıdaki katı maddeler ile kimyasal ve biyolojik işlemlerle çökebilir hale getirilen katı maddelerin yerçekimi etkisiyle çökeltilerek atıksudan ayrılması amacıyla kullanılır. Böylece kirletici elemanlar çökebilir katı maddeler halinde atıksudan uzaklaştırılarak diğer arıtma ünitelerine geçmeleri önlenir [2,15].

Çökeltme havuzlarının amacı, katı maddeleri yeterince uzaklaştırılmış bir arıtılmış atıksu ve kolayca işlenebilecek kadar yüksek katı madde konsantrasyonuna sahip bir arıtma çamuru elde etmektir.

Çöktürme işlemi kullanım amacına göre aşağıdaki tip havuzlarda yapılır [2].

a - Ön çökeltme havuzları : Kendiliğinden çökebilen askıdaki katı maddelerin çöktürülmesi amacıyla kullanılır.

b - Son çökeltme havuzları : Biyolojik arıtma sırasında oluşan biyolojik flokların çöktürülmesi amacıyla kullanılır.

c - Kimyasal çökeltme havuzları : Kimyasal arıtma işleminde pıhtılaştırma ve yumaklaştırma metotları kullanılırken oluşan kimyasal flokların çöktürülmesi amacıyla kullanılır.

Çökeltme havuzları, atıksuyun akış şekline göre 3 grupta toplanır [13].

- yatay ve paralel akışlı
- yatay ve radyal akışlı
- düşey ve radyal akışlı

Çökeltme havuzları dikdörtgen veya dairesel planlı olarak yapılır. Havuzda; giriş yapısı, çıkış yapısı, çamur bölmesi ve çökeltme bölmesi olmak üzere 4 temel bölge mevcuttur.

Dikdörtgen planlı havuzlarda atıksu havuzun bir ucundan girer ve diğer ucundan çıkar.

Çökeltme havuzları, atıksuyun üniform dağılımını ve akımını sağlayacak giriş ve çıkış yapıları ile çalıştırılmalıdır. Çökeltme havuzuna girişte 0.3-1.2 m/s atıksu hızı sağlanacak şekilde giriş boru çapı seçilmelidir.

Giriş ve çıkış yapılarına yerleştirilen dalgıç perdeler atıksuyun havuzda üniform dağılmasını sağlar. Bunun için giriş ve çıkış yapıları ile dalgıç perdeler temiz tutulmalıdır. Havuz tabanına 1:12 - 1:15 eğim verilmelidir. Havuzun boy/en oranı 4:1 - 8:1 arasında olmalıdır. Havuz tabanına çöken katı maddelerin çamur bölmesine aktarılması ve yüzeyde oluşan köpüğün alınması için bir sıyırma tertibatı olmalıdır. Çamur sıyırıcılar döner bir köprüye monte edilmeli ve köprünün dönme hızı yaklaşık 2-4 cm/s olmalıdır. Dairesel veya dikdörtgen tipteki çökeltme havuzlarında ortalama derinlik 2-4 m., havuzda bekletme süresi 1.5-2 saat, yüzeysel yükleme hızı ise 1.0-1.5 m/h olmalıdır [15].

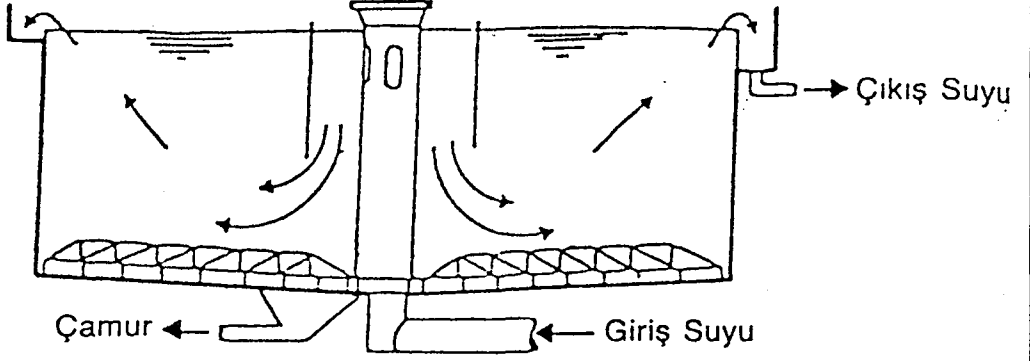
Küçük çaplı, daire planlı çökeltme havuzları ile kare planlı çökeltme havuzlarında sıyırma tertibatına gerek yoktur. Ancak büyük çaplı daire planlı çökeltme havuzları ile dikdörtgen planlı çökeltme havuzlarında sıyırıcı kullanmak gerekir.

Çamur bölmesinin büyüklüğü, çamurun özelliklerine ve çamur boşaltma aralıklarına uygun olmalıdır.

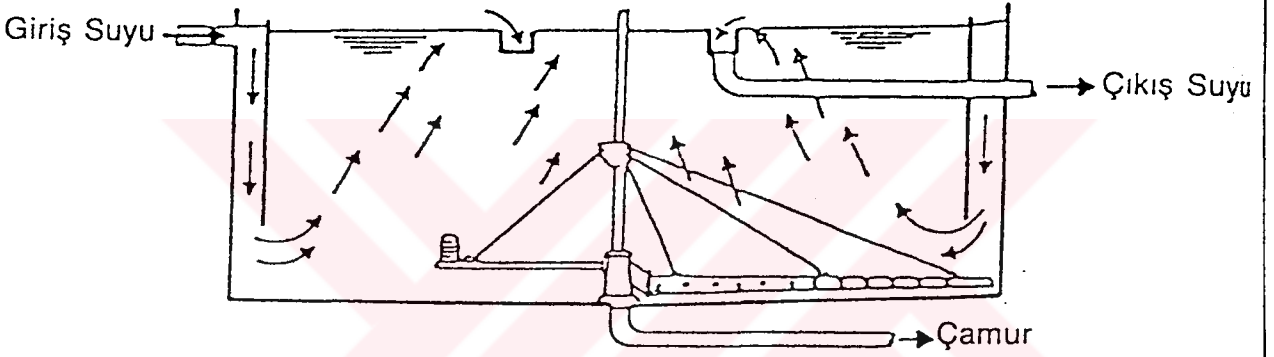
Sıyırma tertibatı, bir sıyırıcı ile döner veya sabit olarak yapılabilen bir köprüden oluşur. Sabit köprüde tahrik merkezden yapılırken, döner köprüde köprünün çevre ucuna yerleştirilen motor ve tekerlek yardımı ile dönme sağlanır. Sıyırıcılar ise askı çubukları ile köprüye bağlanır.

Çökeltme işlemi tamamlanan duru suyun çökeltme havuzlarını terketmesi, havuz kenarlarına yerleştirilen savaklar yardımı ile sağlanır. Savaklar 90° V veya U şeklinde yapılmalı, tercihen savak yükü 0.3 l/s x m olmalıdır.

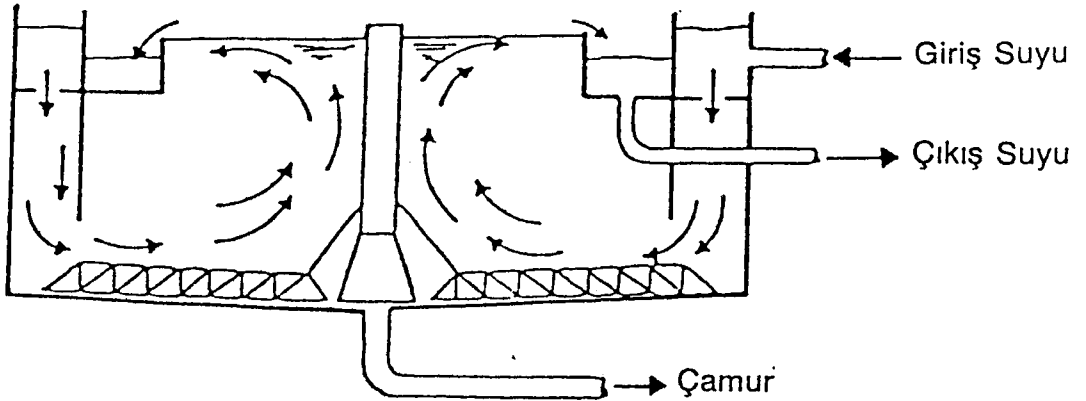
Havuzun verimli bir şekilde çalışabilmesi için, savak ayarının çok iyi yapılması ve savakların her noktasından eşit debi aktığının gözlenmesi gerekir.



a) Dairesel Merkezi beslemeli sıyrıcılı çamur uzaklaştırma sistemi içeren çökeltim havuzu

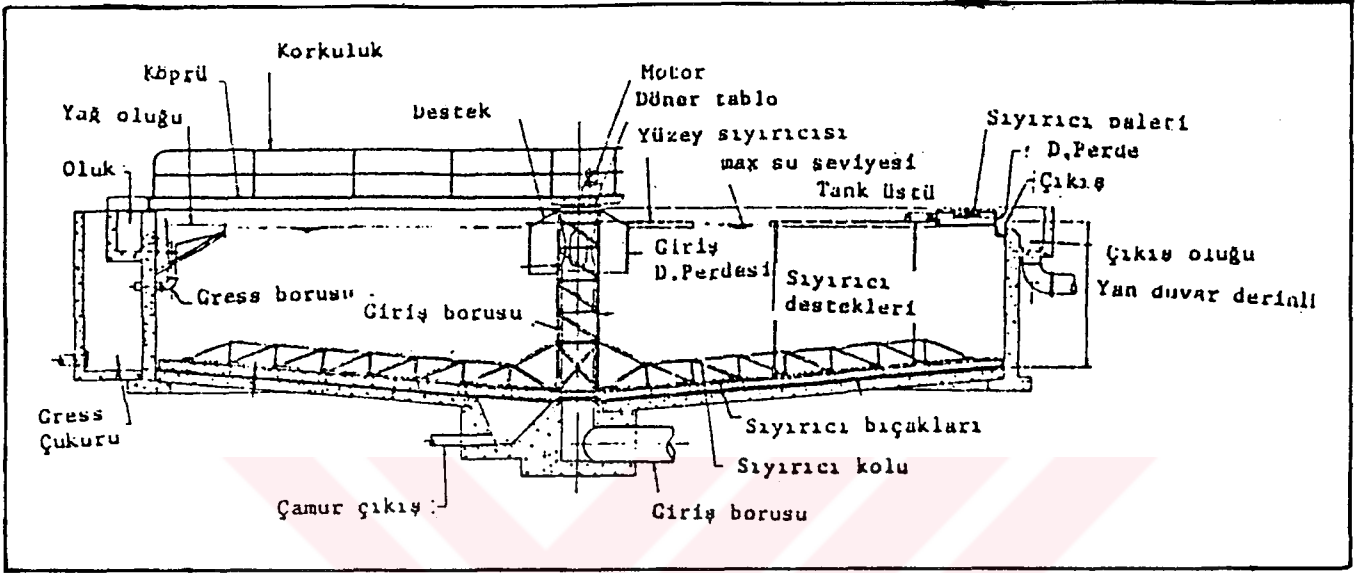


b) Yandan beslemeli, merkezi çıkışlı, hidrolik emme ile çamur uzaklaştırma sistemi içeren dairesel çökeltim havuzu

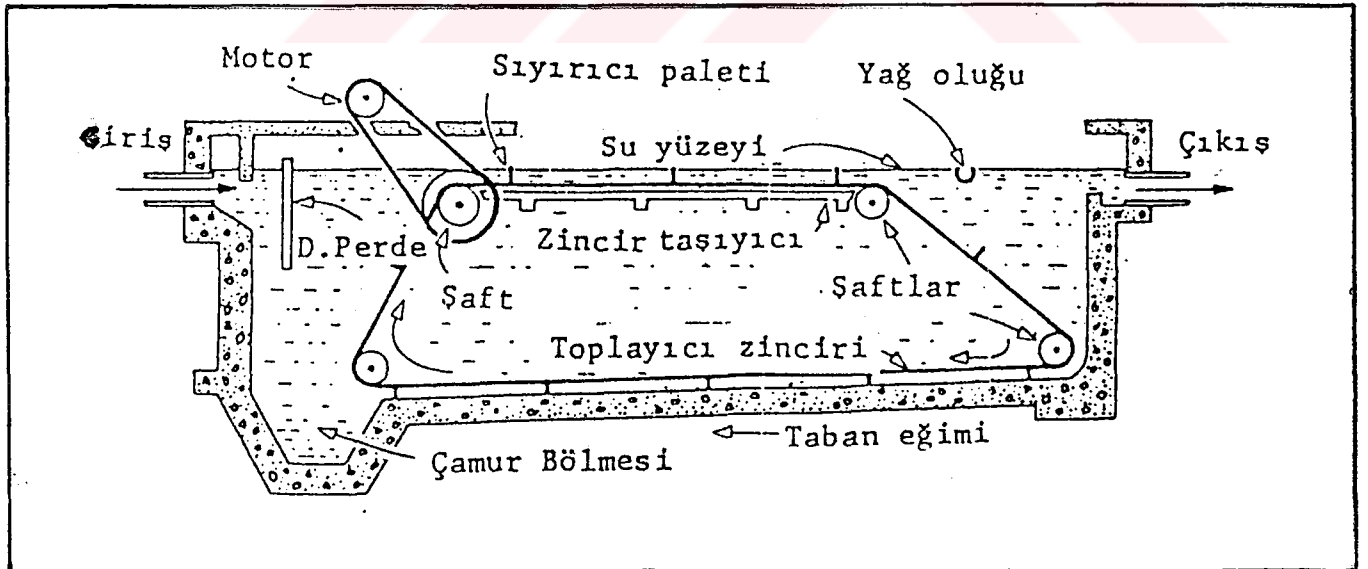


c) Yandan girişli ve yandan çıkışlı dairesel çökeltim havuzu

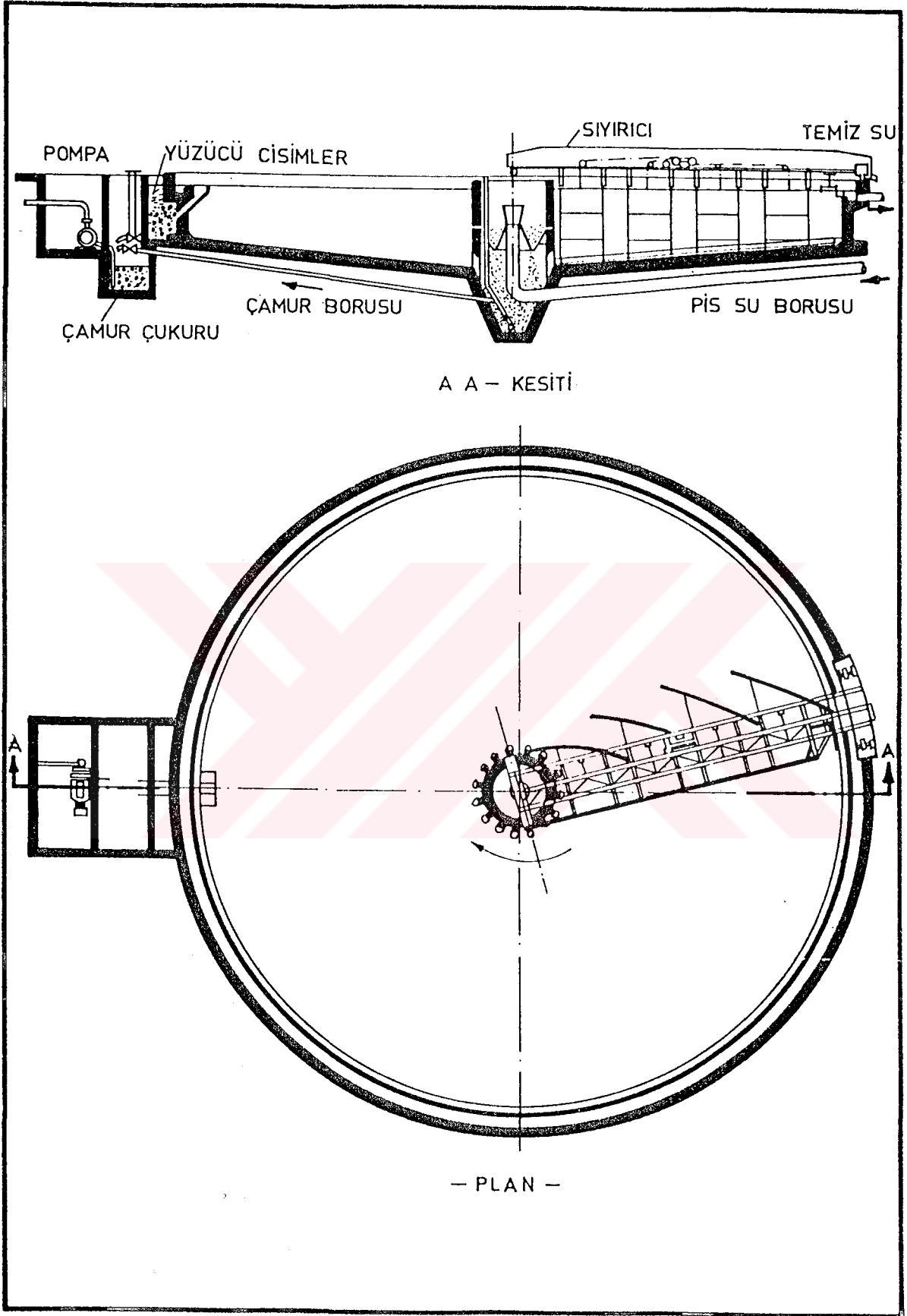
Şekil 3.4. Çökeltme Havuzu Tipleri [15]



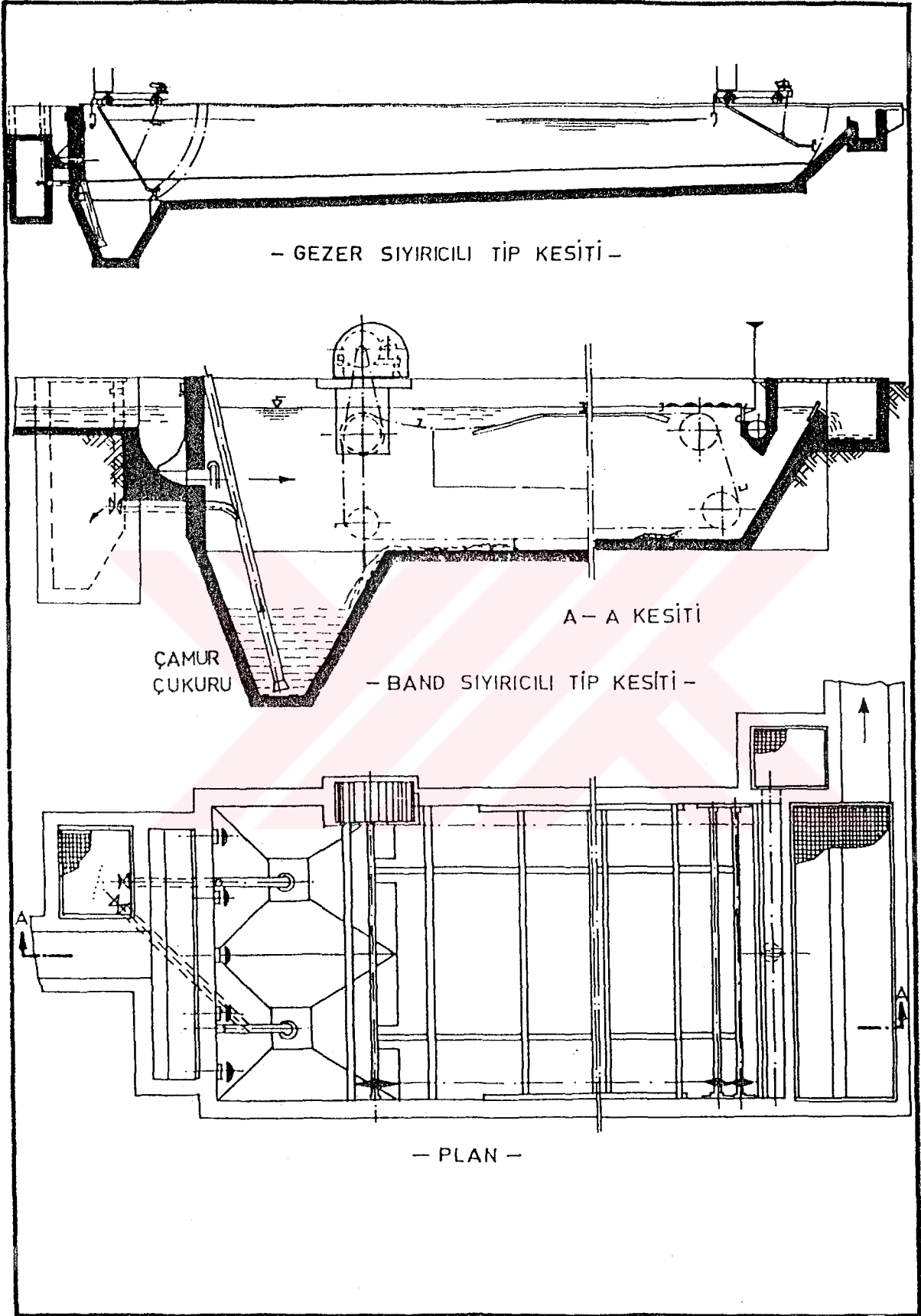
Şekil 3.5. Çökeltme Havuzu Kesiti (Yuvarlak Tip) [15]



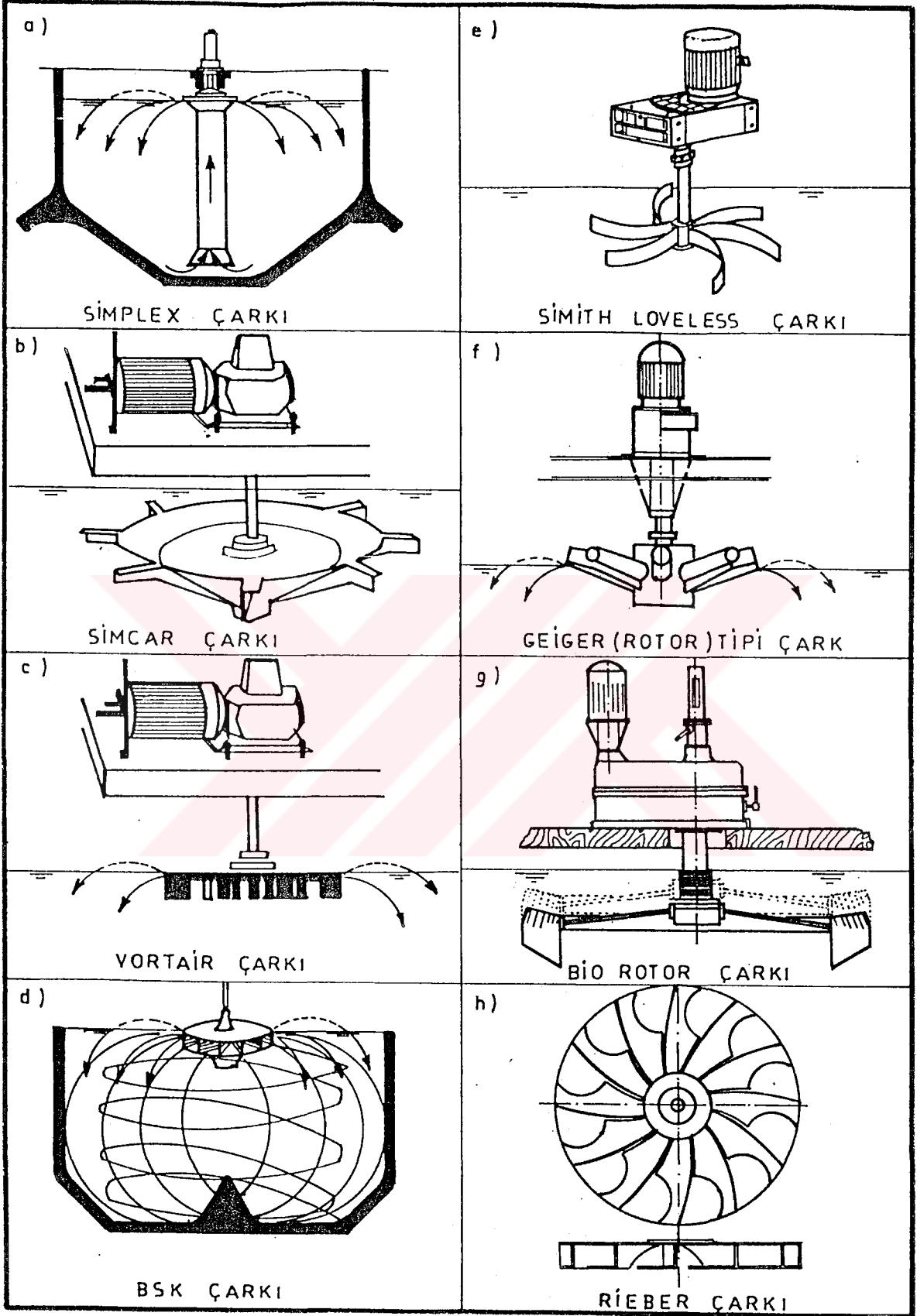
Şekil 3.6. Çökeltme Havuzu Kesiti (Dikdörtgen Tip) [15]



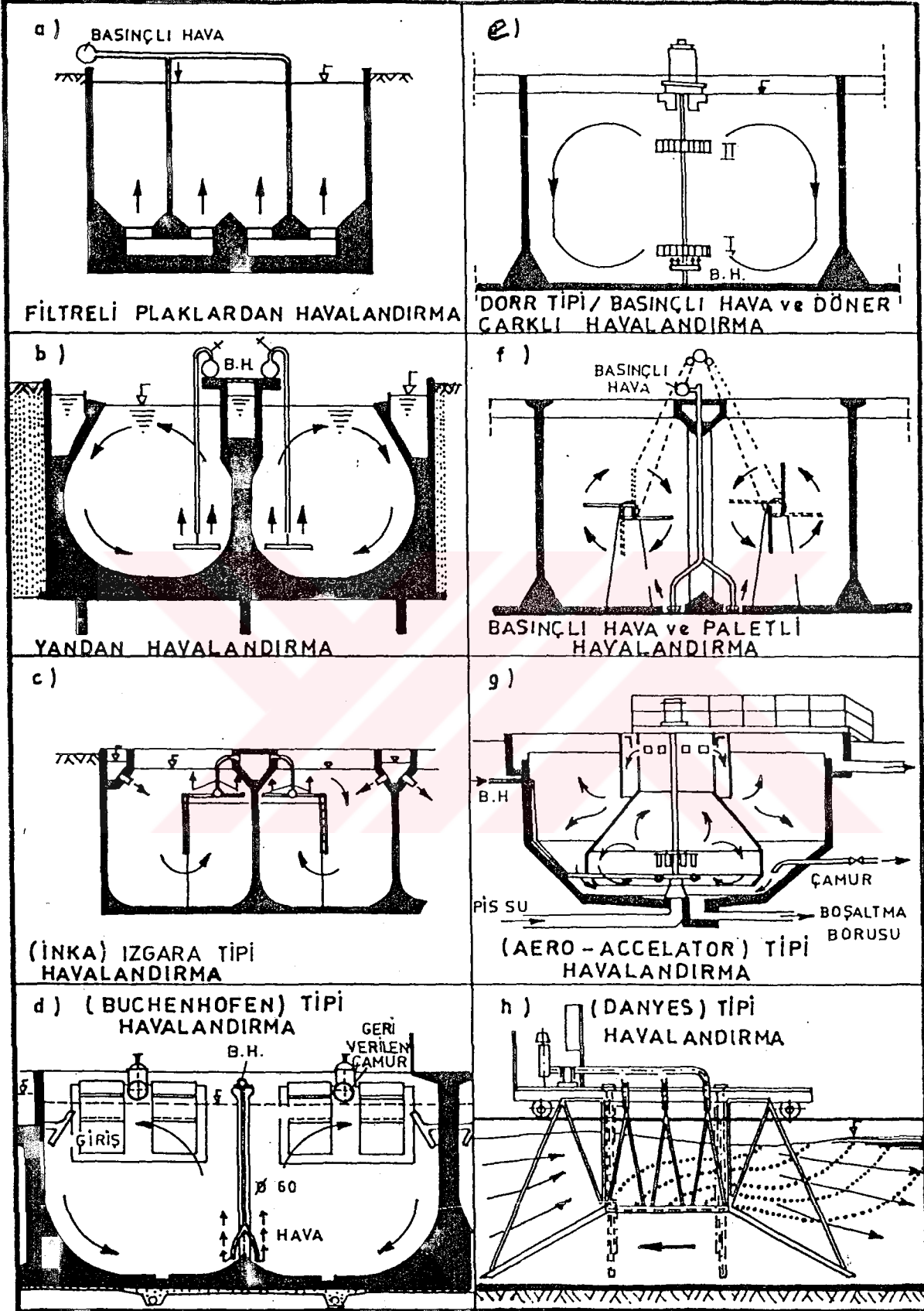
Şekil 3.7. Çökeltme Havuzu (Yuvarlak Tip) [7]



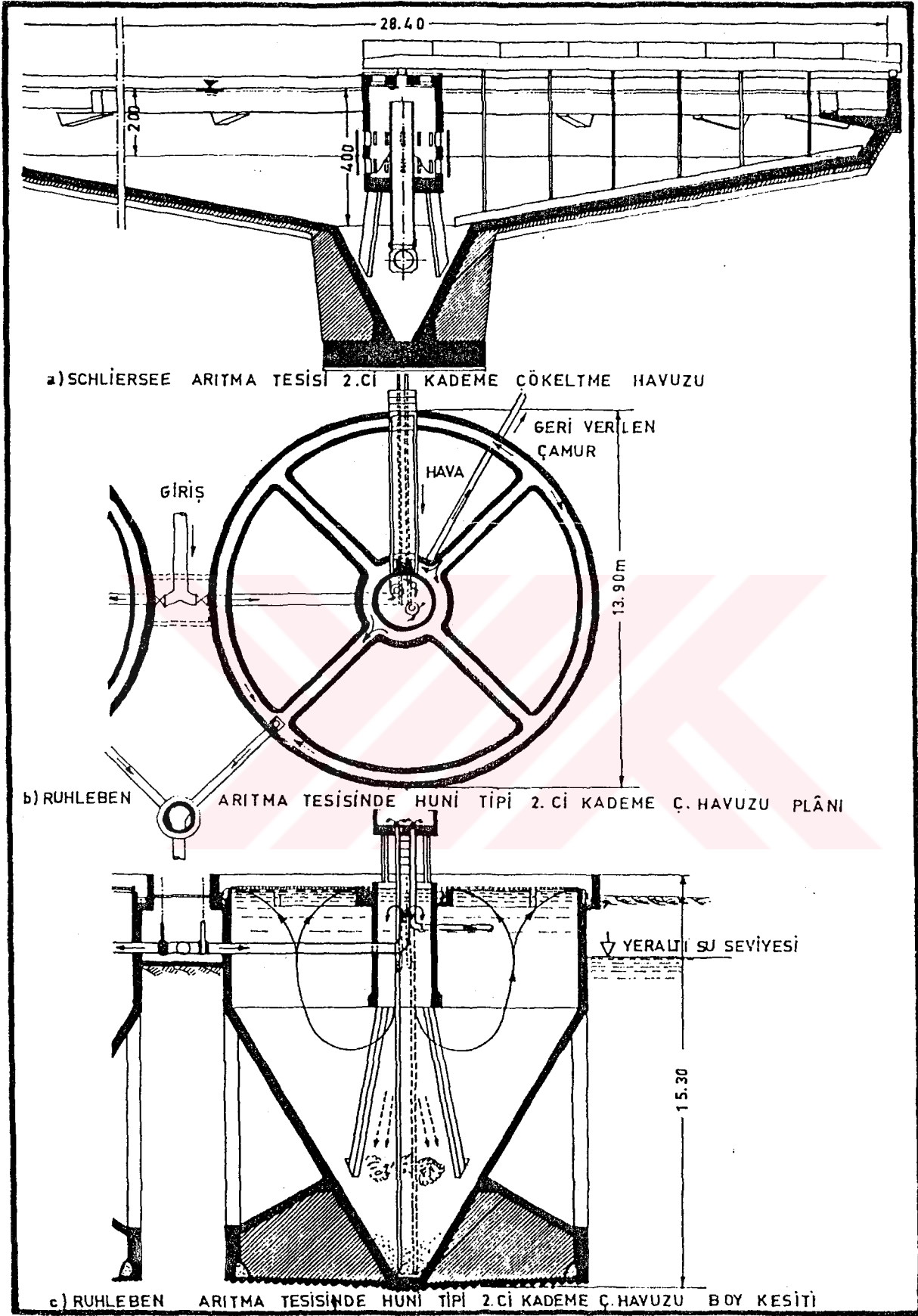
Şekil 3.8. Çökeltme Havuzu (Dikdörtgen Tip) [7]



Şekil 3.9. Mekanik Araçlar ile Havuzun Havalandırılması [7]



Şekil 3.10. Basınçlı Hava ile Havuzun Havalandırılması [7]



Şekil 3.11. Son Çökeltme Havuzu Tipleri [7]

3.1.8. Flotasyon Havuzları :

Flotasyon ünitesi, atıksularda bulunan sıvı ve katı maddelerin yüzdürülerek su yüzeyinde toplanması ve sıyırılması için kullanılır [2].

Bazı üretim proseslerinde değerli katı maddeler çeşitli kaynaklardan atılırlar. Flotasyon ünitesi kurularak bu katı maddeler geri kazanılıp üretimde yeniden kullanılabilir.

Bu işlem, kağıt hamuru ve kağıt endüstrisinde, madencilikte ve bazı kimya endüstrilerinde geri kazanım amacıyla kullanılmaktadır [13].

Endüstrilerde su çok önemli bir hammadde olduğundan, suyun geri kazanılması gerekebilir ve askıda katı madde içeren endüstriyel atıksuları yeniden kullanmanın bir yolu, flotasyon ile katıları ayırmaktır. Böylece %94 oranında askıda katı maddeler atıksudan uzaklaştırılır. ve %6 askıda katı madde içeren su, tıkanma ve diğer problemlere yol açmadan endüstri tesislerinde kullanılabilir.

Flotasyon ünitesi; yüksek arıtma verimi, işletme kolaylığı ve düşük işletme maliyeti sebebiyle atıksu arıtma tesislerinde birincil ve ön arıtma amacıyla yer alır.

Flotasyon işlemi, atıksu ortamına verilen gaz veya hava kabarcıklarının yüzdürülecek tanelere tutunarak bunları yukarıya doğru birlikte hareket ettirmeleri suretiyle olur. İşlemi kolaylaştırmak için atıksu içerisine uygun kimyasal maddelerin de eklenmesi mümkündür. Yüzeyde toplanan köpük halinde ki yüzdürülmüş maddeler, bir yüzey sıyırma tertibatı ile toplanarak uzaklaştırılır.

Flotasyon işlemi için gerekli olan hava kabarcıkları şu 3 yolla oluşturulur [2,11].

a - Cözünmüş hava flotasyonu : Havanın basınç altında sıvı içinde çözünmesi ve daha sonra basıncın kaldırılması ile olur.

b - Disperse hava flotasyonu : Basınçlı havanın atmosferik basınç altındaki sıvıya kabarcıklar halinde enjekte edilmesi ile olur.

c - Vakum flotasyonu : Sıvının atmosferik basınç altında havaya doygun hale getirilmesi ve daha sonra vakum yaratılması ile olur.

Flotasyon ünitesinde, yağların sıyırılması işlemi mekanik olarak yapılır. Sıyırma işlemi için motor, redüktör, zincirler ve sıyırma elemanları kullanılır [13].

4. KİMYASAL ARITMA

Kimyasal arıtma; atıksuda çözülmüş olarak bulunan kirletici maddelerin kimyasal reaksiyonlarla çözünürlüğü düşük bileşiklere dönüştürülmesi veya koloidal ve askıdaki kirletici maddelerin yuvmak ve pıhtı oluşturarak çöktürülmesi suretiyle giderilmesini esas alan bir metottur [2].

Bu işlem ile, atıksudaki kirletici maddelerin kimyasal yapısı değiştirilerek arıtma sağlanır. Böylece sonuç olarak daha az zararlı veya zararsız atıklar oluşur.

Kimyasal arıtma işleminin tek başına kullanılmasından çok, biyolojik arıtma işlemleri ile beraber kullanılması atıksuyun arıtılmasında daha iyi sonuç vermektedir. Kimyasal arıtma, biyolojik arıtmadan önce veya sonra yapılabilir [7].

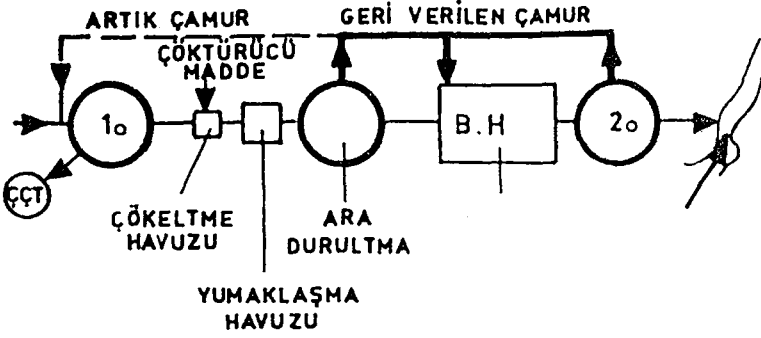
Kimyasal arıtma tesisleri, uygulama açısından çok avantajlıdır. İşçi gereksinimi azdır.

Kimyasal prosesler genellikle çamur üretimine neden olurlar ve çamur tasfiyesi için gerekli ünitelerin kurulmasını da zorunlu kılarlar.

Kimyasal arıtma işlemlerinden en çok kullanılanları şunlardır [2,10];

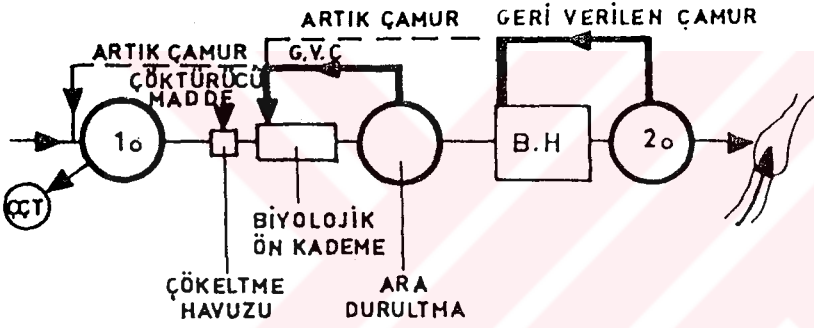
- nötralizasyon
- kimyasal çöktürme
- iyon değişimi
- koagülasyon (pıhtılaştırma)
- flokülasyon (yumaklaştırma)
- kimyasal oksidasyon
- deklorinasyon

AÇIKLAMA

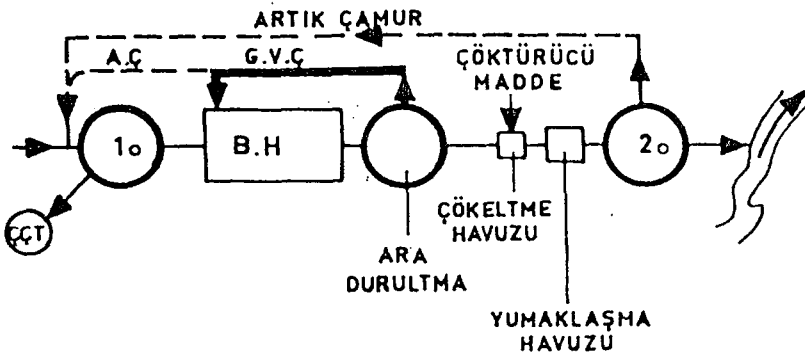


1o :Ön çökeltme havuzu
BH :Biyolojik havalandırma havuzu
GVÇ:Geri verilen çamur
AÇ :Artık çamur
ÇÇT :Çamur çürütme tankı
2o :2. Çökeltme havuzu

KİMYASAL BİYOLOJİK ARITMA



BİYOLOJİK ÖN KADEMELİ KİMYASAL BİYOLOJİK ARITMA



BİYOLOJİK KİMYASAL ARITMA

— PİS SU
- - - ARTIK ÇAMUR
— GERİ VERİLEN ÇAMUR

Şekil 4.1. Kimyasal Arıtma ile Biyolojik Arıtmanın Birlikte Kullanılması [7]

4.1. Kimyasal Arıtma Tesisleri :

4.1.1. Nötralizasyon Havuzları :

Asidik veya bazik karakterdeki endüstriyel atıksuların pH'sinin ayarlanması için kullanılır.

Atıksuların kentsel kanalizasyon sistemine veya bir başka alıcı ortama verebilmek amacıyla pH'nin nötr civarına getirilmesi nötralizasyon ile olur.

Ayrıca atıksu arıtma tesisinin biyolojik veya fiziko-kimyasal arıtma ünitelerine gönderilecek atıksuyun ön arıtma adımı oluşturur. Biyolojik arıtma ünitesinde uygun sonuçların alınabilmesi ve mikroorganizma faaliyeti olabilmesi için, pH'nin belirli aralıklarda olması gerekir.

Su içindeki hidrojen iyonu konsantrasyonu arttıkça pH değeri azalmakta, su asidik karakter göstermektedir. Su içindeki hidrojen iyonu konsantrasyonu azaldıkça pH değeri artmakta, su bazik karakter göstermektedir.

Nötralizasyon havuzu tasarımı yapılırken; atıksuyun bileşimi, deşarj kriterleri, nötralizasyon maddeleri ve reaksiyonları, nötralizasyon maddelerinin maliyet analizi, proses seçimi ve proses kontrolü dikkate alınmalıdır.

pH değerinin yanı sıra, çözeltinin asiditesinin ve alkalitesinin belirlenmesi gerekir.

Atıksu asidik ise sodyum hidroksit(NaOH) veya kalsiyum hidroksit(Ca(OH)₂) gibi kimyasal maddelerin ilavesi gerekir. Eğer atıksu bazik karakterde ise hidroksit asit(HCl) veya sülfürik asit (H₂SO₄) ilavesi gerekir [13].

Nötralizasyon işleminde kullanılan ekipmanlar mekanik karıştırıcı, kimyasal madde depolama tankları, kimyasal madde dozaj pompaları ve pH kontrol sistemleridir.

Nötralizasyon havuzları, betonarme veya sac malzemededen yapılmış bir havuz ile mekanik bir karıştırıcıdan ibarettir. Eğer atıksu asidik karakterde ise, asidin aşındırıcı özelliği göz önüne alınarak betonarme veya sactan yapılmış tankın iç kısmı PVC ile kaplanmalıdır. Sac tankın içi aside dayanıklı epoksi ile de kaplanabilir [13].

Pompalar ve borular aside dayanıklı seçilmelidir.

Karıştırma işlemi yapan pervane, bir mil yardımı ile dişli kutusuna ve motora bağlıdır. Hızlı bir karıştırma sözkonusudur.

Nötralizasyon tankı dairesel planlı ise, karıştırıcı etrafında oluşacak kısır döngüden kurtulmak için havuzun kenarlarına karşılıklı en az 4 adet çarpma levhası konulur. Kare planlı havuzlarda buna gerek bulunmamaktadır [13].

Kimyasal madde, tanklardan dozaj pompaları ile nötralizasyon tankın basılır. Nötralizasyon tankında pH kontrolünün otomatik yapılması uygundur. Bu nedenle pH elektrodundan dozaj pompasına kumanda eden bir sistem kurulur.

Nötralizasyon tankı boş iken karıştırıcılar çalıştırılmamalıdır.

4.1.2. Koagülasyon (Pıhtılaştırma), Flokülasyon (Yumaklaştırma) ve Çökeltme Havuzları :

Pıhtılaştırma işlemi, genellikle hızlı karıştırma havuzlarında, atıksuya ilave edilmesi gereken kimyasal maddenin homojen olarak karışmasını sağlamak amacıyla uygulanır. Bu işlem sonucunda, atıksuda bulunan kolloidler ve kimyasal reaksiyon sonucu oluşan tanecikler çok küçük yumaklar halinde birleşirler. Atıksuyun bu üniteye kalış süresi 0.5-5 dakika arasında değişir. Pıhtılaştırmada, kimyasal madde olarak polielektrolit, kireç, alum(şap), demir sülfat, demir klorür, sodyum aluminat gibi maddeler kullanılır. Koagülant adı verilen bu kimyasal maddelerin bazıları, kireç, şap gibi kuru olarak doğrudan hızlı karıştırma havuzlarına beslenebileceği gibi, genellikle ayrı bir tankta çökelti olarak hazırlanıp dozaj pompaları ile beslenmesi daha uygundur. Hızlı karıştırma için, yağın olarak yüksek hızlı mekanik karıştırıcılar kullanılır [10].

Yumaklaştırma işlemi, pıhtılaştırma işleminden sonra atıksuyun yavaş bir şekilde karıştırılması ve pıhtılaştırma ile oluşan taneciklerin birleşerek daha kolay çöken büyük yumaklar oluşturmasını sağlamak amacıyla uygulanır. Yumaklaştırma işleminin verimli olabilmesi için uygun kimyasal madde seçimi, dozajı ve optimum pH'nin yakalanması gereklidir.

Atıksuyun yumaklaştırma havuzunda kalış süresi 15-60 dakika arasında değişir. Böylece atıksu içe-risindeki askıdaki katı maddelerin kimyasal maddeler ile maksimum teması sağlanır [10].

Yumaklaştırma işlemini hızlandırmak, kullanılan kimyasal madde miktarını azaltmak ve atıksu arıtma verimini yükseltmek için, bazı yardımcı kimyasal maddeler de kullanılabilir.

Yumaklaştırmada kimyasal madde olarak alüminyum sülfat $Al_2(SO_4)_3$, alüminyum klorür ($AlCl_3$), demir sülfat ($Fe_2(SO_4)_3$), demir klorür ($FeCl_3$), kalsiyum oksit (CaO), kalsiyum hidroksit ($Ca(OH)_2$), yardımcı madde olarak ise en çok polielektrolitler, sonra kil, kalsit, aktif silika, çeşitli alkali ve asitler kullanılır [2,11].

Yumaklaştırma havuzunda işlem gören atıksudaki yumakların çöktürülmesi için çökeltme havuzları kullanılır.

Hızlı karıştırma, yavaş karıştırma ve çökeltme havuzları ayrı ayrı üniteler halinde olabileceği gibi, bunların bir arada yapıldığı bileşik sistemlerde vardır [10].

Hızlı karıştırma ve yavaş karıştırma havuzlarında, redüktörlerin yerine varyatörlü tertibatların kullanılması daha uygundur.

Yumaklaştırma işleminde yumak oluşumu iyi değilse ve çok gözlü havuz kullanılıyorsa, devir sayısı düşürülmelidir. Ayrıca geçiş borularında atıksu hızı 0.3-0.6 m/s arasında olmalıdır.

5. BİYOLOJİK ARITMA

Biyolojik arıtma; atıksudaki kolloidal veya çözülmüş halde bulunan, biyolojik olarak parçalanabilir kirletici maddelerin, mikroorganizmalar tarafından besin ve enerji kaynağı olarak kullanılmasıyla atıksudan uzaklaştırılması esasına dayanan bir metottur.

Bu işlem ile atıksudaki organik maddelerin bir kısmı, mikroorganizmalar tarafından parçalanarak atıksu içinde kalan biyolojik floklar oluşturur. Bir kısmı da, gaz olarak atmosfere çıkan sabit inorganik maddelere dönüşür.

Biyolojik arıtma işlemleri, aerobik ve anaerobik olmak üzere 2 kısımda incelenir.

5.1. Aerobik Biyolojik Arıtma İşlemleri :

Aerobik işlemler, atıksu arıtmayı oksijenli ortamda gerçekleştirir. Bütün aerobik biyolojik arıtma işlemlerinde, kirletici organik maddelerin yok edilmesi SENTEZ ve OKSİDASYON ile olur. Yani organik maddelerin bir kısmı sentez ile yeni hücrelere dönüşür, bir kısmı da gerekli enerjiyi üretmek için oksidasyona tabi tutulur. Organik maddeler yok olmaya başlayınca biyolojik hücrelerin bir kısmı gerekli enerjiyi sağlamak için kendi kendini oksitler. Bu olayları Eckenfelder(1979) aşağıdaki gibi açıklamıştır [13].

Sentez :

organik madde + O₂ + N + P → hücre + CO₂ + H₂O + biyolojik yolla parçalanamayan
çözülebilir kalıntılar

Oksidasyon :

hücre + O₂ → CO₂ + H₂O + N + P + parçalanamayan hücresel
kalıntılar

Bu işlemler, mikroorganizmaların konumuna göre; askıda büyüme, bağlı büyüme ve ikisinin beraber uygulandığı bileşik sistemler olarak sınıflandırılır. Birden fazla işlemin ardarda kullanıldığı ardışık sistemler de vardır.

Askıda büyüme sistemlerinde mikroorganizmaların oksijen ihtiyacı çeşitli tipteki havalandırıcılarla karşılanır. Bazı durumlarda ise, oksijenin biyolojik olarak algler ile sağlanması mümkündür.

Aerobik biyolojik arıtma işlemlerinin bazı özellikleri şunlardır;

| <u>Proses</u> | <u>İşletme ve bakım kolaylığı</u> | <u>Enerji ihtiyacı</u> | <u>Arazi ihtiyacı</u> | <u>Sıcaklığa duyarlılığı</u> | <u>Şok yüklemelere dayanıklılığı</u> |
|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| - Klasik aktif çamur | kompleks | yüksek | düşük | orta derece | hassas |
| - Uzun havalandırılmalı aktif çamur | kompleks | yüksek | orta | duyarlı | dayanıklı |
| - Oksidasyon havuzu | kompleks | yüksek | orta | duyarlı | dayanıklı |
| - Kontakt stabilizasyon havuzu | kompleks | yüksek | düşük | orta derece | hassas |
| - Damlatılmalı filtre | orta | orta | düşük | duyarlı | orta derece |
| - Biodisk | orta | orta | çok düşük | duyarlı | orta derece |
| - Stabilizasyon havuzu | basit | yok | çok büyük | çok duyarlı | dayanıklı |
| - Havalandırılmalı lagun | orta | düşük | büyük | çok duyarlı | dayanıklı |

5.1.1. Aktif Çamur Tesisleri :

Aktif çamur tesisleri, havalandırma havuzundaki atıksu içerisindeki kolloidal ve çözülmüş maddelerin mikroorganizmalar vasıtasıyla çökebilir biyolojik floklara dönüştürüldüğü ve oluşan flokların ayrı bir çökeltme havuzunda çöktüğü bir sistemdir.

Mikroorganizmaların havalandırma havuzu içindeki atıksuda askıda tutulması gereklidir. Bu amaçla genellikle difüzör, mekanik yüzeysel havalandırıcı ve dalgıç türbin havalandırıcı kullanılır.

Difüzör sisteminde hava, blower(üfleyci) vasıtası ile basınç altında havuz içine daldırılan gözenekli yüzeylerden verilir. Hava kabarcıklarının havuz içinde yükselmesi ile atıksuyun oksijen ihtiyacı karşılanmış olur. Blower seçilirken hava ihtiyacı ve çalışma basıncı çok iyi hesaplanmalıdır. Difüzör tipi havalandırıcılar değişik biçimlerde olabilirler.

- havalandırma havuzu tabanına yerleştirilen delikli borular
- yatay borular üzerine yerleştirilen seramik kubbe veya tüp şeklinde özel delikli borular
- sentetik fiber veya sarı tel liflerden özel hava çıkışına elverişli sistem
- özel dizayn edilen sistemler

Difüzörler ince, orta, iri gözenekli olabilir. Difüzörlerin verimi gözenek büyüklüğüne, havuz derinliğine ve difüzörlerin havuz tabanına yerleştirilme şekline göre değişir.

Mekanik yüzeysel havalandırıcılar, suyu emerek etrafa püskürtmek suretiyle hem oksijen transferini, hem de havuz içerisinde karışımı sağlarlar. Çalışma prensiplerine göre düşey milli ve yatay milli olarak 2 gruba ayrılırlar. Bunlar bir köprü üzerine yerleştirilerek sabit bir noktada çalıştırılabilirler gibi, özellikle su seviyesi değişken olan havuzlarda veya geniş lagunlarda yüzer bir sistem üzerine oturabilir.

Yüzeysel havalandırıcılar yavaş ve hızlı tip olarak 2 farklı hızda yapılabilirler.

Dalgıç türbin havalandırıcılar, sıkıştırılmış havanın döner pervaneli bir dalgıç fan ile havuz içine dağıtılmasıyla hem oksijen transferini, hem de karışmayı sağlarlar. Hava genellikle blower vasıtasıyla bir boru sistemiyle verilirken, fan sayesinde havuz içine dağıtılır. Bu sistemde oksijen transferi karışımdan bağımsız olarak ayarlanabildiği için, yükleme değerlerinin değişmesi karşısında bir avantaj sağlar.

Aktif çamur tesisinde mikroorganizmalar, atıksudaki organik maddeleri çözümler, oksidasyon-sentez işlemi ile CO₂, H₂O, NO₃, SO₄ gibi son ürünlere dönüştürür.

Artılan su tesisleri terk ederken, çöken çamurun bir kısmı havalandırma havuzunda istenen mikroorganizma konsantrasyonunu korumak üzere geri gönderilir, artan fazla çamur ise çamur işleme tesislerine gönderilerek uzaklaştırılır [14].

Bir aktif çamur tesisinin verimli çalışabilmesi için, yeterli atıksu debisi, yeterli oksijen miktarı, uygun atıksu sıcaklığı ve mikroorganizmalar için zehirli kirletici maddelerin yok edilmiş olması zorunludur [15].

Aktif çamur tesisleri belirli bir besi maddesi/mikroorganizma oranına, yani çamur yüküne göre boyutlandırılır. Ayrıca askıdaki katı madde oranı da belirli bir değerde olmalıdır. Havalandırma

havuzunda kontrol edilecek bir diğer nokta ise, çözülmüş oksijen miktarıdır. Ortalama 0.5-2 mg/l arasında olmalıdır [14].

Aktif çamur tesislerinde bazı değişiklikler yaparak atıksu arıtma verimini arttırmak mümkündür. Örneğin, kademeli havalandırma ve kademeli besleme yapmak iyi sonuçlar verecektir [15].

Kademeli havalandırmada amaç mikroorganizmaların ihtiyacı kadar oksijeni sağlamaktır. Bu sistemin özelliği, havalandırma tankı girişindeki mikroorganizmaların oksijen ihtiyaçlarının daha fazla olmasından dolayı oksijenin daha fazla verilmesi ve tankın çıkışına doğru oksijen miktarının kademeli olarak azaltılmasıdır.

Kademeli beslemede ise atıksu, havalandırma tankı boyunca değişik noktalardan eşit olarak dağıtılır. Geri dönüş çamuru ise havalandırma tankı girişinden verilir, dolayısıyla verilen oksijenin daha verimli kullanılması sağlanır.

Havalandırma tankının ardından gelen çökeltme havuzu, biyoloji flokların çökmesini sağladığı gibi, havalandırma tankına geri döndürülen çamurun yoğun olmasını da sağlar. Çökeltme havuzunun yüzey alanı, havuzdaki atıksu-çamur karışımı içindeki katı madde miktarına, derinliği ise çamur yoğunlaşma karakterine bağlıdır. Askıdaki katı maddelerin çökeltme hızı; özgül ağırlığa, tek tek parçacıkların boyutuna, katı madde konsantrasyonuna ve su sıcaklığına bağlıdır. Parçacıkların ağırlığı ise, çamur yaşı ve organik madde tipine göre değişen mikroorganizmalara bağlıdır. Biyolojik flokların içinde bulunan ve biyolojik reaksiyona girmeyen maddelerin miktarı ve tipi de çökeltme hızında etkili rol oynar.

Klasik Aktif Çamur :

Bu sistem, proses havalandırma tankı, çökeltme tankı ve çamur geri devir tertibatından oluşur.

Havalandırma işleminden önce, yüzen ve kendiliğinden çöken maddelerin ön arıtma ile giderilmesi gerekir. Klasik aktif çamur ile, evsel atıksularda %90-95 BOİ(biyolojik oksijen ihtiyacı) giderimi sağlanır. Havalandırma havuzunda atıksuyu bekletme süresi 3-8 saat arasında değişir [2,5].

Tam Karışımli Aktif Çamur :

Tam karışımli aktif çamur sisteminde giriş suyu ve geri dönüş çamuru havalandırma tankına eşit aralıklarla yerleştirilmiş noktalardan verilir. Böylece, havalandırma tankı, dengeleme tankı işlevi görüp organik yükleme üniform olarak dağılmakta ve oksijen kullanma hızı zamanla değişmemektedir.

Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur :

Bu sistem daha uzun havalandırma süresi ve daha az organik yükleme gerektirir [2].

Çamurun uzun süre beklemesiyle, daha çok uçucu katı maddenin oksidasyonu gerçekleşeceğinden, atık çamur üretimi nispeten azdır. Uzun havalandırmalı aktif çamur, en çok kullanılan proseslerden biri olup sistemin önemli avantajı, ani organik yükleme ve sıcaklık değişimlerinin sistem üzerinde büyük etki yapmamasıdır [2]. Bu sistem, atıksu debisi aza olan küçük yerleşim yerlerinde ve paket tesislerde yaygın olarak kullanılır. Havalandırma havuzunda atıksuyu bekletme süresi 18-36 saat arasında değişir.

Artık çamur arıtılmasını ve uzaklaştırılmasını kolaylaştırmak için, bu sistemlerde ön çökeltme havuzu kullanılması ve ayrıca artık çamurun çürütülmesine gerek yoktur.

Oksidasyon Havuzları :

Uzun havalandırmalı aktif çamur işleminin diğer bir uygulamasıdır.

Oksidasyon havuzu, atıksu arıtılması için boyutlandırılan sığ toprak çukurlardır. Bu çukur, atıksuyla mikroorganizmaların karıştırılarak yeni hücrelere dönüştürüldüğü havalandırma tankı görevindedir. Arıtma işlemi için gerekli oksijen algler tarafından fotosentez yoluyla sağlanır.

Bu havuzlar, derinliklerine bağlı olarak aerobik ve aerobik-anaerobik tipte yapılabilirler.

Havalandırma havuzunun su derinliği, kullanılan havalandırıcı tipine göre 1.5-3 m. arasındadır.

Oksidasyon havuzunda yatay su hızı yaklaşık 0.25-0.35 m/s dir [2,10].

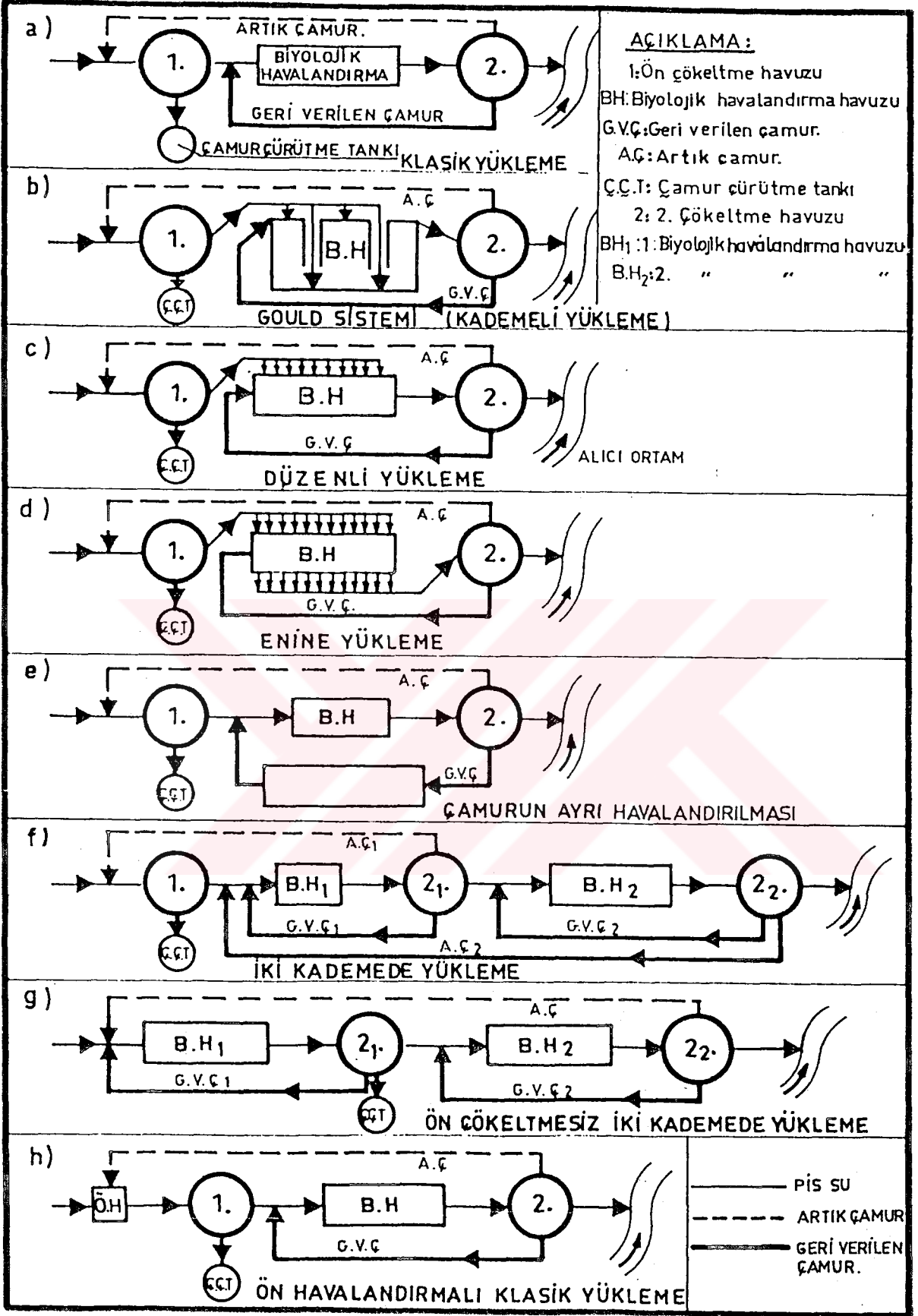
Kontakt Stabilizasyon Havuzları :

Kontakt stabilizasyon işlemi, atıksuyun çok miktarda kolloidal veya çözünmüş organik madde içermesi durumunda kullanılır [2,5].

Sistemde 2 adet tank bulunur. Kontakt tankında 20-40 dakika bekleyen atıksu, stabilizasyon tankında da yaklaşık 3-6 saat işleme tabi tutulur [2,5].

Bu işlemde, atıksu ve geri dönüş çamuru kontakt tankında 20-60 dakika havalandırılarak, organik maddelerin floklar tarafından absorbe edilmesi ve enerji kaynağı olarak kullanılarak yeni hücrelerin meydana gelmesi sağlanır.

Klasik aktif çamur sisteminde adsorbsiyon ve absorpsiyon tek bir tankta oluşurken, bu sistemde 2 ayrı tankta gerçekleştirilir. Aktif çamurun büyük bir miktarı yedekte tutulduğundan, farklı yüklemelerde katı madde konsantrasyonu ayarlanabilir. Bu nedenle sistemin işletilmesi diğer sistemlere nazaran daha esneklerdir. Ancak çamur konsantrasyonunun saptanması ve ayarlanması, ayrıca oksijen miktarının her iki tankta da kontrolü gereklidir.



Şekil 5.1. Aktif Çamur Tesislerinde Değişik Yükleme Yolları [7]

5.1.2. Biofilm Tekniğine Göre Çalışan Tesisler :

Biofilm tekniği ile çalışan tesisler, atıksudaki organik kirletici maddelerin bir yüzeye bağlı mikroorganizmalar tarafından giderilmesi amacıyla kullanılır [11].

Mikroorganizmalar kullanılan ortam yüzeyine tutunurlar, organik maddelerin ayrışması için gerekli oksijen havadan mikroorganizmalara transfer edilir.

Biofilm tekniğine göre çalışan tesislere örnek olarak, damlatmalı filtreler, biodisk ve biokafes tesisleri ile dolgu yataklı reaktör tesisleri verilebilir.

Damlatmalı Filtreler :

Damlatmalı filtreler, atıksu içerisindeki çözünmüş kirletici maddeleri gidermek ve organik katı maddeleri biyolojik yöntemler ile oksitleyerek çökebilir maddeler haline dönüştürmek amacıyla kullanılır [2,11].

Damlatmalı filtreler, 0.9-6.3 m. arasında yüksekliğe sahip silindirik bir yapı içerisine yerleştirilen dolgu maddelerinden meydana gelir. Izgara, ön çöktürme havuzu, filtre, son çöktürme ve çamur çürütme birimleri ana elemanlardır [2].

Dolgu maddesi olarak, 2.5-10 cm. çapında plastik, sentetik malzemeler, kırmataş, çakıl ve granit kullanılır. Dane çapı küçük olursa, filtre yatağındaki boşluk oranı küçük olacağından, filtre kısa sürede tıkanır. Bu yüzden iri tanelerden oluşan yataklarda daha iyi bir yumaklaşma ve pıhtılaşma oluşur. Kullanılan dolgu malzemesinin arasında bulunan boşluklar, mikroorganizmaların tabakalar halinde yaşamasını ve hava geçişini sağlarlar. Ön çöktürme havuzundan çıkan atıksu, döner bir dağıtıcı yardımıyla filtre yüzeyine dağıtılır. Atıksu, damlatmalı filtrenin dolgu malzemesi yüzeyinden aşağı doğru akarken, mikroorganizmalar dolgu malzemesi üzerinde birikerek bir film tabakası oluşturur. Mikroorganizmalar belirli bir kalınlığa ulaştıktan sonra dolgu malzemesinden koparlar. Bu kopma, biofilm tabakasının alt yüzeyinin anaerobik hale geçmesi ve hidrojen sülfür(H_2S) gazı üretmesi sonucu olur. Bu biofilm parçacıkları daha sonra, son çöktürme havuzunda çöktürülerek sudan ayrılırlar. Düşük katı madde içeren atıksular, ön çöktürme havuzuna girmeden direkt olarak damlatmalı filtreye verilebilir [2,5,11].

Oksijen ihtiyacı filtrede bırakılan çeşitli havalandırma delikleri vasıtasıyla karşılanabileceği gibi, özel hava üfleyiciler de kullanılabilir. Ayrıca atmosfer ile atıksu ve filtre yatağı arasındaki sıcaklık farkından oluşan konveksiyon da oksijen sağlar.

Damlatmalı filtelerde atıksu dağıtılması genellikle döner dağıtıcılar yardımıyla yapılır. Dağıtıcıların hareketi ya motor, ya da dağıtıcıdan çıkan atıksuyun tepkisi ile sağlanır.

Damlatmalı filtrenin dizaynı; yüzeysel hidrolik yük, hacimsel organik yük ve geri dönüş oranı esas alınarak yapılır ve bunlara göre yüksek hızlı ve düşük hızlı olarak 2 tipte olurlar [2].

Yüksek hızlı damlatmalı filtrelerde geri devir gereklidir. Bu çıkış suyunun damlatmalı filtre başına devrettirilmesi ile olur. Düşük hızlı damlatmalı filtrelerde geri devir gerekmez.

Damlatmalı filtrelerde en önemli problem, filtrenin göllenmesidir [15]. Buna, küçük dolgu malzemesi seçilmesi, dolgu malzemesinin zamanla dağılarak boşlukları tıkaması, ön çöktürme havuzunun iyi

çalışmaması sonucu katı maddelerin damlatmalı filtreye ulaşması, organik yüklemenin fazla yapılması sebep gösterilebilir.

Göllenmenin önlenmesi için, filtre yüzeyinin basınçlı suyla yıkanması ve filtre yüzeyindeki malzemenin yenilenmesi gerekebilir. Klor dozlaması ve filtrenin belli bir süre devre dışı bırakılması da iyi sonuç verebilir. En son olarak dolgu malzemesinin değiştirilmesi gerekir.

Damlatmalı filtrede kış aylarında buzlanma görülebilir. Bu durumda basınçlı sıcak su verilmesi, geri devirin azaltılması, buzların kırılması gibi tedbirler alınır. Damlatmalı filtrenin duvarına rüzgarın esme istikametine bağlı olarak perdeler konulması da faydalıdır.

Biodisk ve Biokafes Tesisleri :

Biodisk tesisleri, dönen yatay bir şaftın üzerine birbirine yakın monte edilen disklerden oluşur. Kullanılacak diskler; üzerinde mikroorganizmalara üremesi için uygun bir yüzeyi sağlayacak şekilde yapılmış, atıksuyun korozif etkisinden zarar görmeyecek bir malzemedir, özellikle plastikten imal edilmiş olmalıdır. Bu disklerin çapları 1.5-3 m. arasındadır. Şaftın her 1 m. sine 2 cm. aralıkla 20-30 adet disk yerleştirilebilir. Şaftın boyu 6 m. ye kadar olabilir. Dolgulu tambur tiplerinde ise, istenen toplam yüzey sağlanacak şekilde boyutlandırma yapılır. Biodiskler atıksuyun içerisine %45 i batık olacak şekilde monte edilir. Biodisklerin yavaşça dönüşü esnasında, yüzeylerinde organik madde ile biokütle teması sonucu biofilm oluşur. Ortam için gerekli oksijen transferi dönme esnasında havadan sağlanır. Dönme hareketi aynı zamanda biodisklerde oluşan fazla miktardaki biokütlenin ortamdan uzaklaştırılmasını sağlar[2,11].

Atıksuyun yüzeysel hızı 10-25 m/d arasında gerçekleşir. Reaktörün dönme hızı ise 1-2 d/d dır. Biodiskten ayrılan biokütle son çökeltme havuzuna gidinceye kadar, karıştırma etkisiyle askıda katı madde halinde kalır [2].

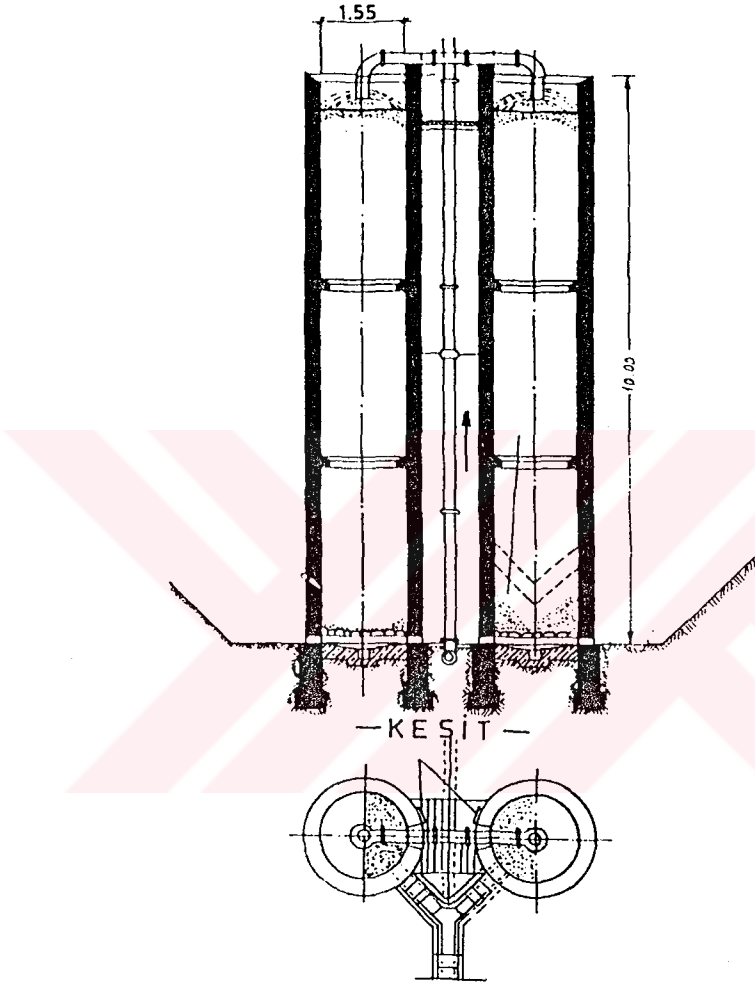
Atıksu, biodisk tesislerine girmeden önce bir çökeltme havuzundan geçirilerek çökebilen katı maddeler ayrıştırılır. Böylece iş yükü azaltılır ve tesisin verimi artar.

Dolgu Yataklı Reaktör Tesisleri :

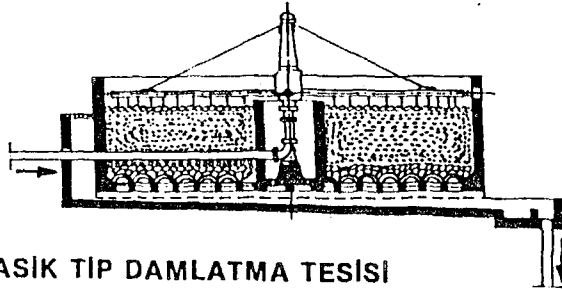
Dolgu yataklı reaktör tesisleri, biofilm oluşturma prensibine göre çalışır ve içi dolgu malzemesi ile dolu tambur şeklindeki silindirik bir yapıdan oluşur. Dolgu malzemesi, mikroorganizmaların tutunması için gereklidir. Tipik bir dolgu yataklı reaktörde hava, alt kısımdan havalandırıcılar yardımı ile verilir.

Aktif Çamur / Damlatmalı Filtre Ardışık Tesisleri :

Çeşitli arıtma metotlarının kombinasyonları yapılarak, çok sayıda arıtma tesisi şeması yapılabilir. En sık kullanılan iki arıtma şeması, damlatmalı filtreyi takiben aktif çamur tesisi ve aktif çamur tesisini takiben damlatmalı filtre kombinasyonlarıdır.

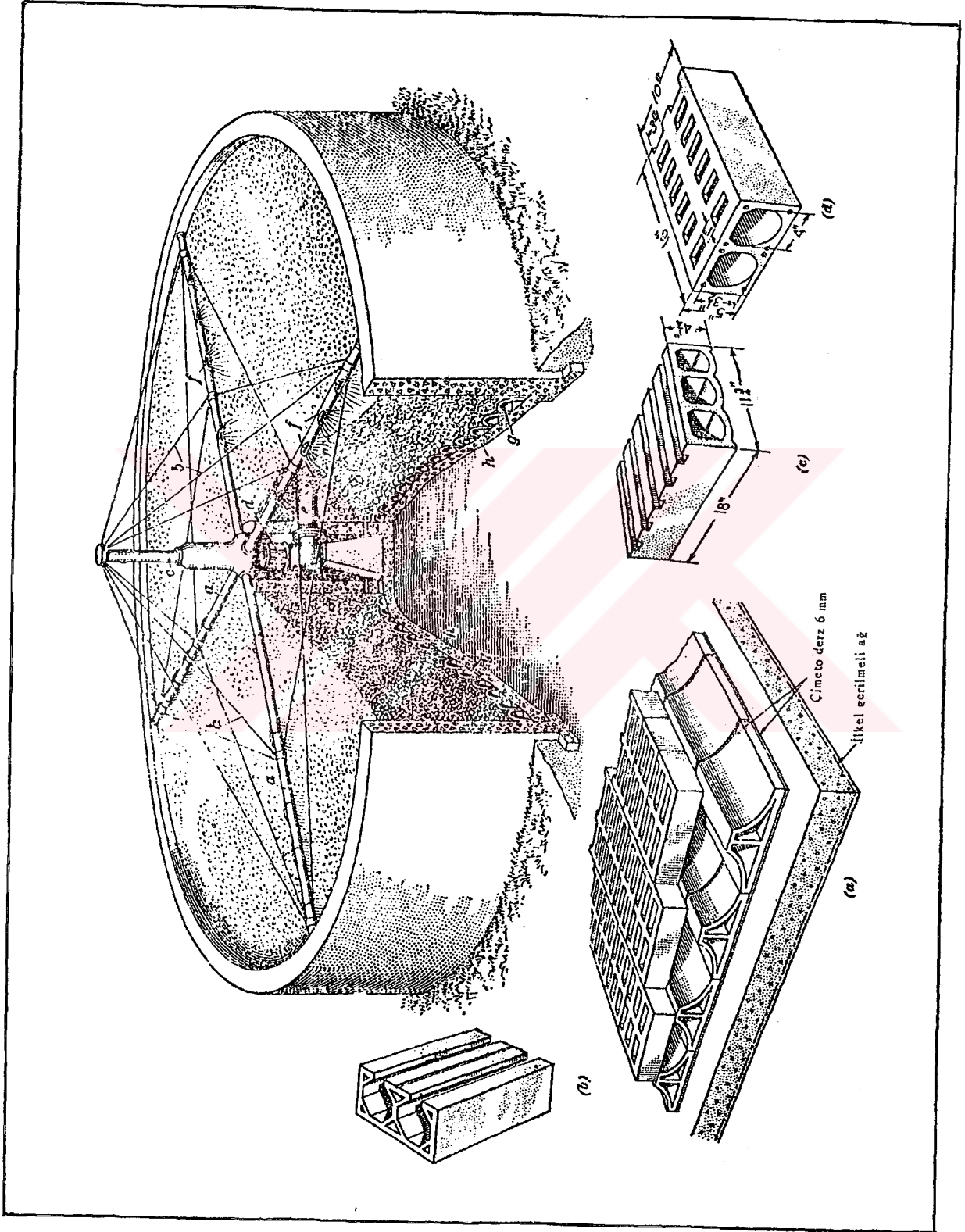


a) KULE TİPİ DAMLATMA TESİSİ

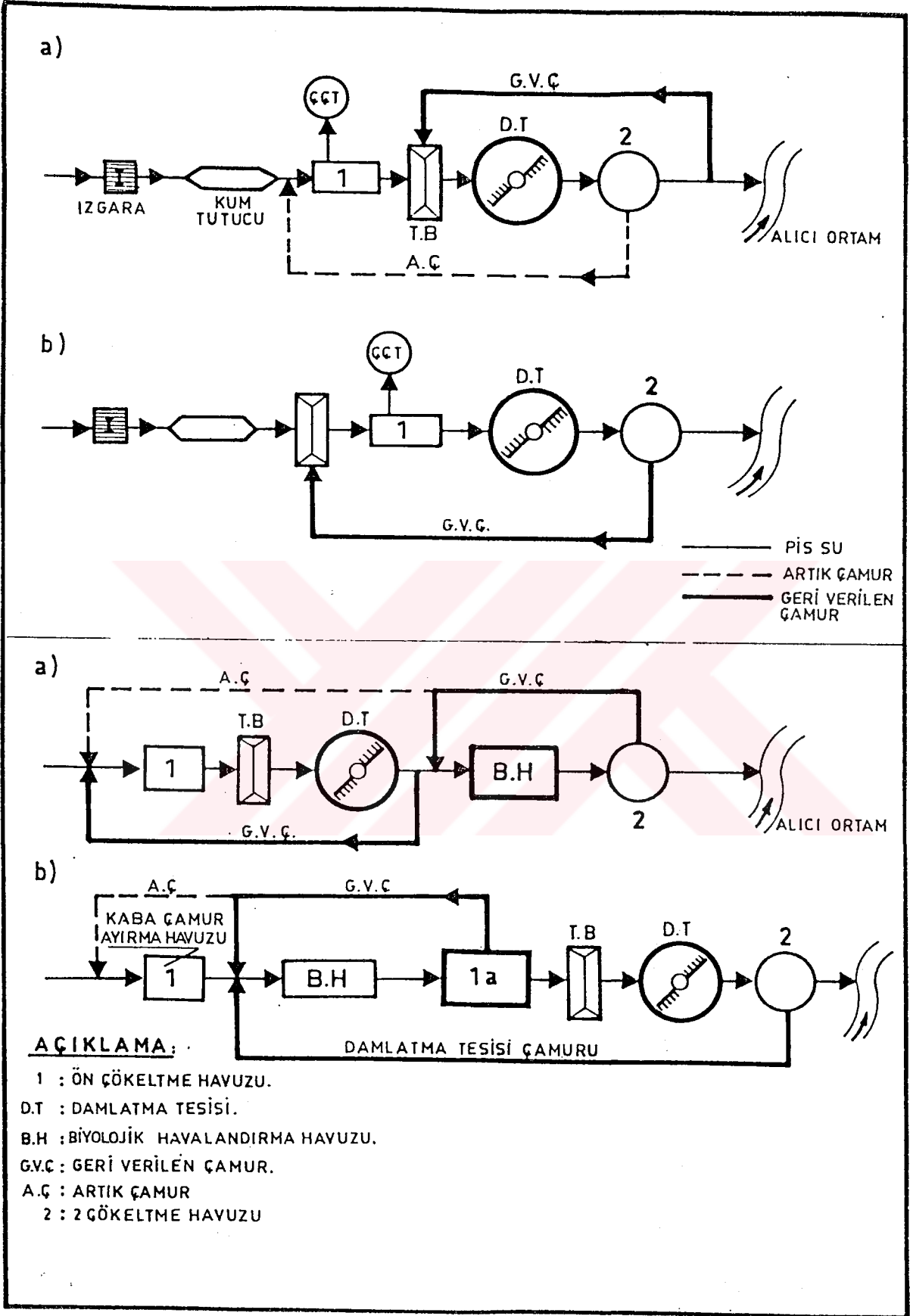


b) KLASİK TİP DAMLATMA TESİSİ

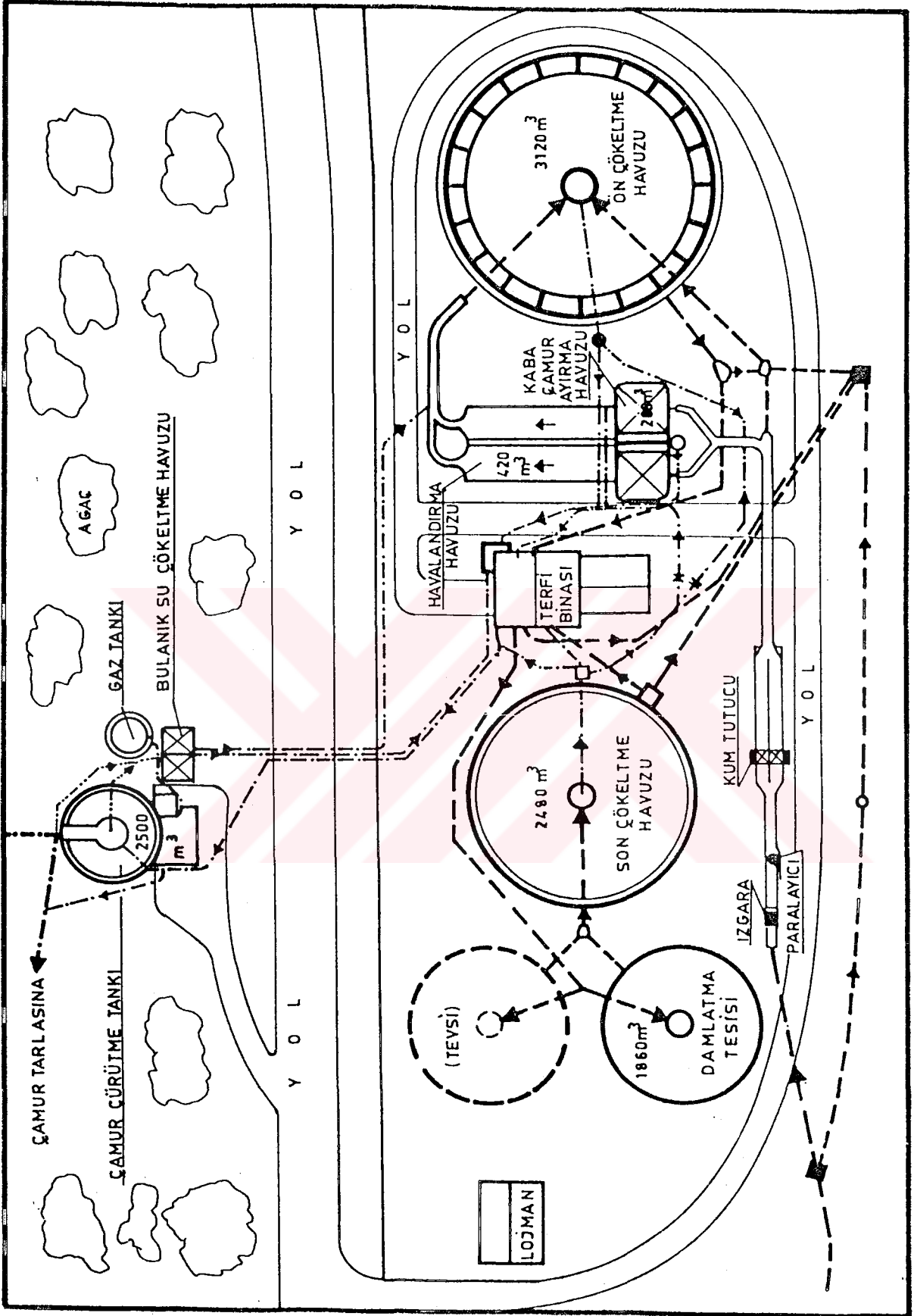
Şekil 5.2. Damlatmalı Filtre Tesisleri [7]



Şekil 5.3. Klasik Tip Damlatmalı Filtre Kesiti ve Drenaj Elemanları [15]



Şekil 5.4. Damlatmalı Filtre ile Aktif Çamur Tesislerinin Birlikte Kullanılması [7]



Şekil 5.5. Damlatmalı Filtre ile Aktif Çamur Tesislerinin Birlikte Kullanılması
(Almanya Essen Eyaleti Werden Şehrinde Kurulu Olan ve Kağıt, Tekstil ve Eysel Atıksularının Arıtıldığı Tesisin Genel Vaziyet Planı) [7]

Anoksik Tesisler :

Anoksik sistemler, biyokimyasal adımları ile aerobik işlemlere benzer, ancak oksijensiz ortamda çalıştıkları için aerobik sistemlerden ayrılırlar. Nitratın azot gazına dönüştürülmesi suretiyle yapılan azot giderimi(denitrifikasyon), anoksik(oksijensiz) bir işlem olup, bu arıtma metodu askıda büyüme veya bağlı büyüme şeklinde gerçekleştirilir. Ortamda hidrojen sülfür(H_2S) oluşumu başladıktan sonraki ortam koşulları anaerobik olarak kabul edildiğinden, anoksik koşullar yalnızca denitrifikasyon için geçerlidir [5,11].

a- askıda büyüme denitrifikasyonu : Bu işlem, genellikle piston akışlı aktif çamur tesislerinde gerçekleştirilir. Anaerobik mikroorganizmalar büyüme için gerekli enerjiyi nitrifikasyon sonucu oluşan nitratın azot gazına dönüşmesi sırasında temin eder. Ancak hücre gelişimi için bir dış karbon kaynağı gereklidir. Nitrifikasyonun gerçekleştiği ortamlarda karbonlu maddelerin az olması nedeniyle, karbon kaynağı olarak ham evsel atıksu, metanol veya azot ve fosfor açısından zengin olmayan endüstriyel atıksular kullanılabilir.

b- bağlı büyüme denitrifikasyonu : Bu işlem, içerisinde taş veya plastik dolgu malzemesi bulunan bir ortamda gerçekleştirilir. Dolgu malzemesinin boyutlarına bağlı olarak, bu işlemden sonra, atıksuyun bir çökeltme havuzuna girmesi gerekebilir. Dolgu yataкта tıkanmaların önlenmesi için periyodik olarak geri yıkama yapılmalıdır. Bu işlemde de askıdaki büyüme denitrifikasyonunda olduğu gibi bir dış karbon kaynağı gereklidir.

5.1.3. Stabilizasyon Havuzları (Lagunlar) :

Stabilizasyon havuzları, atıksuları genellikle doğal metotlarla arıtmaya tabi tutan, büyük hacimli, geniş alanlı, uzun bekletme süreli tesislerdir.

Bu tesisler, atıksu arıtımını gerçekleştiren biyokimyasal faaliyetlerin özelliklerine göre sınıflandırılır. Söz konusu faaliyetler, sıcaklık ve güneş radyasyonu gibi ortam özelliklerine bağlı oldukları gibi havuzların hacimsel kirlilik yüklemeleri ve geometrik özelliklerine de bağlıdır. Genellikle toprak yapılar şeklinde inşa edilen stabilizasyon havuzları, lagun olarak ta adlandırılır.

Uygun şekilde projelendirilen ve işletilen stabilizasyon havuzları, yüksek organik madde, katı madde ve mikroorganizma giderimi sağlar. Daha iyi bir atıksu arıtma verimim elde etmek için, seri bağlı stabilizasyon havuzları ve geri besleme yapabilen havuzlar kullanılabilir. Ayrıca çökeltme havuzu ve dezenfeksiyon tertibatının da ilave edilmesi gerekebilir.

Stabilizasyon havuzu içindeki atıksu kütlelerinde, çamur tabakalarında ve kir tabakasında anaerobik şartlar meydana gelirse, koku olayı ortaya çıkar. Bu kokulu çamur ve kir tabakası, ya sıyrılarak uzaklaştırılır, ya da askıda katı madde haline dönüştürülerek çökeltilir ve uzaklaştırılır. Koku olayı anaerobik stabilizasyon havuzlarında daha sık görülür.

Stabilizasyon havuzları başlıca 4 gruba ayrılırlar [2,11].

- Anaerobik stabilizasyon havuzları
- Aerobik stabilizasyon havuzları
- Fakültatif stabilizasyon havuzları
- Olgunlaştırma havuzları

Anaerobik Stabilizasyon Havuzları :

Fazla miktarda organik madde ve katı madde bulunan atıksuların arıtımında kullanılır.

Oksijensiz ortamda bakteriyel parçalanma sonucu, metan(CH_4) ve hidrojen sülfür(H_2S) gazları meydana gelir. İndirgenme olayı 2 anaerobik fazda gerçekleşir. İlk kademede, atıksu içindeki katı maddelerin hidrolizi gerçekleşir. Bu fazda kısa zincirli organik maddeler meydana gelir. Özellikle asit meydana getiren bakteri grupları tarafından, karboksilik asitler ve amonyak üretilir. İkinci kademede, ilk kademede ara ürünler, metan üreten bakteriler yardımıyla metan(CH_4) ve karbondioksit(CO_2)'e dönüştürülür. Ancak metan bakterileri pH değişimi ve sıcaklığa karşı çok hassas olduğundan , bu prosesin sürekliliği iyi değildir. Bu nedenle ilk kademede oluşan ara ürünler(kısa zincirli bileşikler), anaerobik stabilizasyon havuzundan kaçabilir.

Anaerobik stabilizasyon havuzlarında, havuzun her tarafının aynı derecede yüklenmesi ve dengelenmesi için sıkça geri devir işlemi yapılır.

Anaerobik stabilizasyon havuzlarında, diğerlerine oranla daha sık koku problemi ortaya çıkar. Metan üreten bakteriler pH değişimine ve sıcaklığa hassas olduğundan, koku ilk kademede oluşur. İkinci kademede koku problemi ortaya çıkmaz. İlk kademe ikinci kademeden daha hızlı bir reaksiyon

olduğundan, aşırı atıksu yüklemesi sırasında metan üreten bakterilerin kullanabildiğinden daha fazla asit ara ürünleri ortaya çıkar. Böylece koku meydana gelir. Metan üretme reaksiyonu, pH'taki düşme ve çok düşük sıcaklık ile durabilir [15].

Bu havuzlarda koku problemini çözmek için; havuzdaki ısıtma durdurulabilir, organik madde yükleme miktarı azaltılabilir, kireç ve soda ile pH'ı ayarlanabilir, buhar geçirerek veya su altından ısıtarak havuza ısıtma uygulanabilir, en yakın anaerobik çürütücünden getirilecek çamur ile aşılama yapılabilir.

Hacimsel organik madde yükü fazla olan bu havuzlar, ısı kaybını önlemek ve anaerobik reaksiyon şartlarını sağlamak amacıyla 6 m. derinliği kadar yapılabilen toprak yapılarıdır. Havuzdaki atıksuda bulunan askıdaki katı maddeler dibе çökerek toplanırlar.

Havuzda atıksuların bekleme süresi ortalama 5 gündür [2].

Aerobik Stabilizasyon Havuzları :

Aerobik stabilizasyon havuzları, atıksu içindeki organik maddelerin bakteri ve algler yardımıyla ayrıştırılması için kullanılır [2].

Algler fotosentez sırasında, güneş enerjisini de kullanarak besin maddeleri ve karbondioksit (CO₂) ile hücre sentezi yaparken oksijen açığa çıkarırlar. Açığa çıkan oksijen, heterotof bakteriler tarafından kullanılır. Bakteriler, atıksuda bulunan organik maddeleri enerji kaynağı olarak kullanırlar.

Aerobik stabilizasyon havuzları, genellikle düşük hacimsel organik madde yüküne sahip, 1.5 m. den sığ havuzlardır. Böylece havuzun tüm derinliği boyunca oksijen sağlanması mümkündür.

Havuzda atıksuların bekleme süresi ortalama 10-40 gündür [2].

Fakültatif Stabilizasyon Havuzları :

Fakültatif stabilizasyon havuzlarında, aerobik bakterilerin ve alglerin bulunduğu bir yüzey tabaka ile dip kısımda anaerobik bakterilerin faaliyet gösterdiği bir alt anaerobik tabaka vardır. Bu iki tabaka arasında ise, kısmen anaerobik bir ortam ile her iki ortama da uyabilen fakültatif bakteriler bulunur.

Atıksu içindeki katı maddelerin kolay çökeltilebilmesi için, atıksu girişi havuz tabanından olur. Katı maddeler burada anaerobik olarak önce parçalanır, sonra bu üretilen fazla gazlar ve diğer ürünler yüzey tabakadaki aerobik bakteriler ve algler tarafından kullanılır.

Havuzun derinliği 1-2.5 m. olup, havuzda atıksuların bekleme süresi ortalama 7-20 gündür. Bekleme süresi iklim şartlarına bağlı olarak 100 güne kadar çıkabilir [2].

Olgunlaştırma Havuzları :

Olgunlaştırma Havuzları, arıtılmış atıksuların kalitesinin daha iyileştirilmesi, arıtma tesislerinin toplam organik madde arıtma veriminin yükseltilmesi ve bakteri gideriminin sağlanması amacıyla kullanılır. Olgunlaştırma havuzları, fakültatif veya aerobik stabilizasyon havuzlarından sonra kullanılabilir gibi, diğer biyolojik arıtma tesislerinden sonra da kullanılabilir.

Olgulaştırma havuzlarında veya lagunlarında çeşitli su bitkilerinin yetiştirilmesi ve balık üretimi yapılması, bu tesislerin atıksu arıtma verimini arttırır. Ayrıca üretilen bitkisel ve hayvansal protein de ekonomik olarak değerlendirilebilir.

Havuzun derinliği 1.5 m. den daha sığ olup, havuzda atıksuların bekleme süresi ortalama 5-20 gündür [2].

5.1.4. Havalandırmalı Lagunlar :

Havalandırmalı lagunların çalışma prensibi, aktif çamur tesislerine benzer özellikler taşır. Ancak bunlarda, son çökeltme havuzundan sonra çamur geri beslemesi yapılmaz. Ayrıca havalandırmalı lagunlarda atıksuyun bekleme süresi, aktif çamur tesislerine oranla çok daha fazladır.

Bu havuzlarda, havuz hacmi başına verilen organik madde miktarı, diğer aktif çamur tesislerine kıyasla çok düşüktür.

Havalandırmalı lagunlarda gerekli oksijen, dışarıdan havalandırma ekipmanları vasıtasıyla ve havuzdaki fotosentez reaksiyonları sonucu temin edilir. Havalandırmalı lagunların derinliği 3-5 m. arasındadır [2].

Havalandırma işlemi sonucunda, tüm lagun derinliği boyunca oksijenli ortam yaratılıyorsa bu tür lagunlara tam aerobik lagun, sadece yüzeye yakın tabakaları oksijenli, dip kısımları oksijensiz olan lagunlara fakültatif havalandırmalı lagun adı verilir [11].

5.2. Anaerobik Biyolojik Arıtma İşlemleri :

Anaerobik işlemler, atıksu arıtmayı oksijensiz ortamda gerçekleştirir. Bu işlemler, mikroorganizmaların konumuna göre askıda büyüme ve bağlı büyüme sistemleri olarak sınıflandırılır. Genellikle organik kirletici maddelerin çok olduğu endüstriyel atıksular ile arıtma çamurları için anaerobik arıtma idealdir. Kullanılan mikroorganizmalar, asit üreten bakteriler ve metan üreten bakterilerdir [2].

Atıksudaki organik maddelerin biyolojik olarak metan(CH_4) ve karbondioksit(CO_2) e dönüştürüldüğü anaerobik arıtma 3 kademede meydana gelir [2].

- Birinci kademede, atıksu içindeki yüksek molekül ağırlıklı çözülmüş organik maddelerin ve askıdaki katı organik maddelerin hidrolizi olur.

- İkinci kademede, küçük organik maddelerin parçalanarak uçucu yağ asitlerine(asetik asit) dönüşmesi sağlanır.

- Üçüncü kademede, asetik asitin ve aynı zamanda hidrojen ile karbondioksit(CO_2) in metan (CH_4) e dönüştürülmesi sağlanır.

Organik maddeler yaklaşık 35-60 °C arasında ısıtılan bir çürütme tankında, anaerobik ayrışma yaratan mikroorganizmalar yardımıyla ayrışmaya bırakılır. Atıksuların çürütme tankında bekleme süresi, basit karıştırmasız çürütücü tanklarında 30-60 gün, yüksek hızlı çürütücü tanklarında 10-20 gündür.

Çürütme tankları silindirik veya oval kesitli olarak dizayn edilirler. Gerekli zaman, çürütme tankını terk eden katı maddelerin geri devir yapılması mümkündür [11].

5.2.1. Sürekli Karışım Tank Reaktörleri :

Bu tesisler, atıksuların anaerobik arıtılmasında kullanılan ve katı madde resirkülasyonu olmayan ilk kuşak reaktörlerindedir [2,5].

Reaktörler, sürekli karıştırılan tank tipindedir. Reaktörlerde atıksuyun bekleme süresi ve atıksuyun bekleme süresi hemen hemen aynı olup, bu süre 20-30 gün gibi uzun bir süreçtir. Bu sebeple, reaktör tesisi bir katı madde resirkülasyon tertibatı ile teçhiz edilerek atıksu bekleme süresi birkaç güne düşürülür. Bu şekilde çalışma anaerobik kontakt prosesi olarak adlandırılır [2,11].

Reaktör içersinde süspansiyon şeklinde anaerobik bakteriler bulunmaktadır. Tesis kurulurken, reaktör içerisinde bulunacak bakteriler, besi çamuru adı verilen ve kolayca parçalanabilen organik çamur ilavesi ile 20 gün içinde istenen bakteri konsantrasyonuna getirilir [2].

5.2.2. Anaerobik Filtreler (Yukarı Akışlı Dolgu Sütunu) :

Anaerobik filtreler, damlatmalı filtrelere benzer tesislerdir, ancak atıksu girişi tabandan olmaktadır. Bu filtreler, hareketsiz hücre reaktörlerinin bir uyarlaması olarak geliştirilmiştir. İçerisinde yüksek oranda çözülmüş organik madde bulunan atıksuların arıtılmasında anaerobik filtreler çok verimli çalışırlar [2].

Ayrıca orta derecede kuvvetli atıksuların arıtılmasında da kullanılırlar. Diğer anaerobik tesislere kıyasla, anaerobik filtreler daha düşük sıcaklıklarda çalışırlar.

Kullanılan dolgu maddesi, biofilm gelişmesi için gerekli olan temas yüzeyini sağlar. Mikroorganizmalar dolgu malzemesi yüzeylerine ve filtre duvarlarına yapışarak büyürler. Anaerobik filtre reaktörünün içi, inert malzeme ile doldurulmalıdır.

Tesis kurulurken, tedrici olarak beslenerek dolgu malzemesi üzerinde biofilm tabakası oluşması sağlanır. Uzun süren tedrici besleme sonucu, dolgu malzemesi üzerinde tutunarak gelişen bu anaerobik biofilm arıtmayı gerçekleştirir.

5.2.3. Akışkan Yataklı Tesisler :

Akışkan yataklı tesislerde, yukarı akışlı bir reaktör, genellikle kum gibi bir taşıyıcı malzeme ile kısmen doldurulur. Tesiste yukarı akış hızı, kumun reaktörün %75 yüksekliğini akışkan hale getirecek seviyede seçilir. Bu işlemde, yüksek bir yüzey akışı ve her kum taneciği üzerinde düzgün bir biofilm tabakası gelişimi vardır [2,11].

Reaktör içine konulan kumun akışkan hale getirilmesi için yüksek miktarda enerji ihtiyacı vardır. Ayrıca kumun sürekli akışkan halde tutulması ve yüksek oranda geri devir yapılması gerekir.

Çalışma prensibi, kum tanecikleri üzerinde biofilm tabakası oluşturarak atıksu arıtılmasına dayanır. Tesis kurulurken, tedrici olarak beslenerek biofilm oluşması sağlanır, besleme çamuru kullanılmaz.

Akışkan yataklı tesislerden en çok kullanılan tipi, yukarı akışlı anaerobik çamur yatağı(UASB) dir. Bu işlem, biokütlenin iyi bir çökeltme özelliğine sahip granüler çamurun içinde hareketsiz bir şekilde oluşması esasına dayanır. Bu tesis, bir preasidifikasyon tankı ve UASB reaktöründen oluşur [2].

Preasidifikasyon tankında hidroliz, asidogenesis ve agetogenesis fazları bakteriler tarafından gerçekleştirilerek, atıksuldaki kirlilik kaynağı olan karbonun tüm formları asetata indirgenir. Aynı tankta pH kontrolü, ısı kontrolü, reaktörden alınarak geri devirledilen atıksuyun karışımı, kimyasal madde karışımı ve nutrient ilavesi yapılır.

Preasidifikasyondan geçirilen atıksuyun yukarı akışlı anaerobik çamur yatağı(UASB) reaktörüne alınması gerekir.

Atıksu, preasidifikasyon tankından bir pompa ile emilerek reaktör tabanındaki dağıtıcı yardımıyla tüm reaktör tabanından yukarı doğru gönderilir. Atıksu, granül bakteri yatağından geçerken metan fazı gerçekleşir ve tüm kirlilik, metan gazı(CH₄) ve karbondioksit(CO₂) e dönüştürülür [11].

Bünyesindeki kirliliği %80 oranında kaybeden atıksu, reaktör üzerindeki seperatörlerden geçerek sistemi terkeder.

Seperatörlerde reaktör içinde arıtmayı gerçekleştiren granül bakteriler çöktürülerek içinde tutulur ve oluşan biogaz yine aynı seperatörler yardımıyla toplanır. Reaktörden çıkan su, tesise giren atıksuyun kirliliğine bağlı olarak belli oranlarda geri beslenir.

Akışkan yataklı tesislerde çok yüksek atıksu yükleme oranları mümkündür. Resirkülasyon ihtiyacı azdır ve bakteri sirkülasyonu yoktur. Karıştırmaya gerek duyulmayan bu reaktörde granüler bakteri kullanılması nedeniyle toksik yüklemelere karşı daha dayanıklıdır.

5.3. Ardışık Aerobik/Anoksik ve Anaerobik Tesisler :

Ardışık tesisler, birden fazla arıtma işleminin ardarda ünitelerde gerçekleştirildiği sistemlerdir. Ardışık aerobik/anoksik ya da aerobik/anaerobik tesisler; anaerobik, fakültatif, olgunlaştırma havuzları veya lagunların herhangi bir kombinasyonu şeklinde uygulanabilir.

Nitrifikasyon ve denitrifikasyon işlemleri de ardışık tesislerde yapılabilir.

6. İLERİ ARITMA

İleri arıtma; genellikle biyolojik arıtma tesislerinden çıkan atıksuyun kalitesinin daha fazla iyileştirilmesini esas alan bir metottur.

İleri arıtmanın kapsamına giren işlemler şunlardır [11];

- azot giderme
- fosfor giderme
- filtrasyon
- adsorbsiyon
- dezenfeksiyon
- iyon değiştirme
- ters ozmoz
- ultra filtrasyon
- kimyasal çökeltme

Bu işlemlerden adsorbsiyon, dezenfeksiyon ve iyon değiştirme, birer fiziko-kimyasal arıtma işlemi olmasına rağmen, bunların ileri arıtma kapsamında yer almaları daha uygundur.

6.1. Azot Giderme :

Atıksu içerisinde bulunan azotlu maddeler biyolojik oksijen ihtiyacı(BOİ) yaratırlar ve oksidasyonla giderilmeleri istenebilir. Bu azotlu maddelerin en önemlisi amonyumdur [5,11].

Azot giderme işlemi 2 kademede gerçekleştirilir. Nitrifikasyon kademesinde, atıksu içerisindeki amonyum iyonları azot üreten bakteriler yardımıyla biyolojik olarak önce nitrite, sonra nitrate dönüştürülür. Denitrifikasyon kademesinde ise, oksijensiz şartlar altında parçalanarak azot gazına dönüştürülür ve atıksudan uzaklaştırılır.

Nitrifikasyon işlemi, atıksudaki organik karbonlu maddelerin giderilmesinde kullanılan bir reaktörde yapılabileceği gibi, ondan sonraki bir reaktörde de yapılabilir.

Nitrifikasyon; askıda büyüme(aktif çamur ile) ve sabit büyüme(biofilm ile) prosesleri kullanılarak yapılabilir. Proseste önemli olan azot üreten bakterilerin büyümelerinin sağlanabileceği uygun koşulların yaratılmasıdır.

Nitrifikasyon işlemi sırasında, sıcaklık, pH değeri, çözülmüş oksijen miktarı, havalandırma süresi, çamur yaşı ve karbon/azot oranı dikkat edilecek önemli parametrelerdir. Ayrıca, nitrifikasyon işlemi için yüksek çamur yaşı ve düşük çamur yükü gereklidir.

Denitrifikasyon işlemi, metanol gibi bir organik karbon kaynağı kullanılmasıyla ayrı reaktörlerde yapılabileceği gibi, kombine karbon oksidasyon-nitrifikasyon-denitrifikasyon tesislerinde kullanılabilir.

6.2. Fosfor Giderme :

Fosfor giderme işlemi için kimyasal ve biyolojik metotlar ayrı ayrı veya birlikte kullanılır [11].

Kimyasal arıtma işleminde, kireç, alüminyum, demir klorür veya sülfat gibi kimyasal maddeler kullanılarak, yüksek pH değerinde fosfor, fosfat tuzları halinde çöktürülür.

Biyolojik arıtma işleminde, fosfatın mikroorganizmalarca alınması ile arıtma sağlanır. Aktif çamur işlemi ile atıksudan 2-3 mg/l fosfor uzaklaştırılabilir.

Kimyasal ve biyolojik metotların birlikte kullanıldığı fosfor giderme tesisleri de vardır. Biyolojik arıtma çıkışından son çökeltme tankına girişte, metal tuzları ve polimer ilavesi ile fosfor giderilir. Böylece daha iyi bir çökeltme sağlanabilir.

İleri fosfor giderme işlemi için, alglerin yoğun olarak üretilerek hasat edildiği sığ alg lagunları da kullanılırlar. Hasat edilen algler, hayvan yemi veya biogaz üretiminde hammadde olarak değerlendirilebilir.

6.3. Filtrasyon :

Filtrasyon işlemi, kimyasal ve biyolojik arıtma tesislerindeki çökeltme havuzlarında yeterince giderilemeyen askıdaki katı maddelerin ve kolloidlerin tutulması amacıyla kullanılırlar. Atıksuyun granül filtre yatağından geçişi ile maddeler tutulur. Filtre yatağı içinde biriken katı maddelerin giderilmesi için geri yıkama işlemi uygulanır [5,11].

Atıksu arıtımında son işlem olarak kullanılan filtreler; akış doğrultusuna göre aşağı akışlı ve yukarı akışlı filtreler olarak, kullanılan filtre malzemesine göre tabakalı ve tek tip malzemedan oluşan filtreler olarak, hidrolik şartlara göre serbest yüzeyli ve basınçlı filtreler olarak sınıflandırılırlar.

Filtrelerde dolgu malzemesi olarak; kum, çakıl, antrasit, granit gibi elemanlar kullanılır.

Diğer bir filtrasyon metodu ise, arıtılacak atıksuyu sentetik veya metal elyafı dokuma elek yüzeylerinden geçirmektir. Mikroelek olarak adlandırılan bu silindirik eleklerde tutulan katı maddeler sürekli olarak uzaklaştırılabilirler.

6.4. Adsorbsiyon:

Adsorbsiyon işlemi, klasik arıtma yöntemleri ile arıtılması güç olan ve zehirlilik, renk, koku kirliliği yaratan çözünmüş kimyasal maddelerin, adsorban adı verilen bir katı yüzeyde kimyasal ve fiziksel bağlarla tutunması yoluyla toplanmasıdır. Kimyasal ve biyolojik arıtma tesisi çıkışında atıksuyun istenen kalitede olabilmesi için bir aktif karbon ortamından geçirilerek suda kalan kirletici maddelerin giderilmesi sağlanır. Bazı tesislerde adsorbsiyon bir ara kademe işlemi olarak da kullanılabilir [2,5].

Aktif karbon, granül(taneli) veya toz olarak kullanılır. Granül aktif karbonla iyi bir temas sağlamak için atıksu, ya sabit yataklı bir kolona yukarıdan aşağıya, yada sabit veya akışkan yatağa aşağıdan yukarı verilir. Aşağı akışlı kolonlarda biriken maddelerin neden olduğu yük kaybını önlemek amacıyla geri yıkama işlemi yapılır. Akışkan yatakta yıkanma sözkonusu olmadığından geri yıkama gerekmez.

Ekonomik kullanım için absorblama kapasitesi tükenen granül aktif karbonun rejenere edilmesi

gerekir. Atıksu çıkış kalitesinde belli bir sınır değere ulaşıldığında kolon boşaltılarak, aktif karbon rejenerasyona alınır.

Toz halindeki aktif karbon kullanımı bir temas havuzu ile olur. Biyolojik ve fiziko-kimyasal arıtma tesislerinden çıkan atıksuya toz aktif karbon ilave edilerek, yeterli temas süresi sonucundan karbonun havuz dibine çöktürülmesi sağlanır. Arıtılmış su havuzdan uzaklaştırılır. Toz haldeki aktif karbonun bazı özel uygulamalarda biyolojik tesislere ilave edilmesi de mümkündür. Ancak toz haldeki aktif karbonun rejenerasyonu mümkün değildir.

6.5. Dezenfeksiyon:

Dezenfeksiyon işlemi, atıksuyun arıtma tesisinden çıkıp alıcı ortama verilmeden önce, içindeki hastalık yapıcı mikroorganizma, bakteri ve virüslerin uzaklaştırılması amacıyla kullanılır. İyi bir dezenfeksiyon için yeterli temas süresi sağlanmalıdır [2].

Dezenfektan olarak kullanılan kimyasal maddeler; klor ve bileşikleri, brom, iyot, ozon, fenol ve fenolik bileşikler, alkoller, ağır metaller ve tuzları, boyalar, sabunlar ve sentetik maddeler, kuaterner amonyum bileşikleri, hidrojen peroksit, çeşitli asitler ve alkalilerdir. Bu maddelerin içinde, gerek içme suyu arıtımında, gerekse atıksu arıtımında en çok kullanılanları klor ve bileşikleridir. Kullanılan klor bileşikleri, kalsiyum hipoklorit, sodyum hipoklorit ve klor gazıdır.

Klorla dezenfeksiyon tesisinde, klor hazırlama tankı, dozaj pompası ve klor temas tankı bulunur. Ozon çok etkili, fakat pahalı bir dezenfeksiyon maddesidir.

pH>11 ve pH<3 şartları, bakterilere toksik etki yaptığından bazı asitler ve bazlarda hastalık yapıcı bakterilerin yok edilmesinde etkilidir. Daha sonra nötralizasyon işlemiyle atıksu normal pH durumuna getirilmelidir.

Fiziksel olarak yapılan dezenfeksiyonda ise, su pastörizasyon noktasına kadar(67 °C) ısıtılarak spor teşkil etmeyen hastalık yapıcı bakterilerin büyük kısmı yok edilir.

Mor ötesi ışınlar ve güneş ışığı da iyi bir dezenfeksiyon aracıdır.

6.6. İyon Değiştirme :

İyon değiştirme işlemi, özel durumlarda endüstriyel atıksu arıtımında ve endüstriyel proses sularının hazırlanmasında kullanılan bir ileri arıtma prosesidir. İşlemin amacı, atık su bünyesindeki istenmeyen anyon ve katyonların uygun bir anyon veya katyon tipi iyon değiştirici kolonda tutulmasıdır [2].

İyon değiştirici maddeler; alüminyum silikatlar, zeolit, sentetik reçineler ve sülfolanmış karbonlu maddelerdir.

İyon değiştirici ortamın ekonomik ömrü; değiştirilen iyon miktarına, atıksu debisine ve bu ortamı rejenere etmek için gerekli çözeltinin konsantrasyonuna bağlıdır. Atıksuyun bulanık olması ve kolloid içermesi, reçinenin aktif yüzeyini azalttığı için sakıncalıdır.

İyon değiştiriciler genellikle aşağı akışlı kolon tipindedir. Atıksu, kolona basınç altında yukarıdan girer ve reçine boyunca ilerleyerek aşağıdan uzaklaştırılır. Reçine kapasitesi düşünce kolonun

rejenerasyonu gereklidir. Katyonik iyon değiştirme reçinelerinde genellikle, sodyum hidroksit(NaOH) rejeneran madde olarak tercih edilir. Çoğunlukla anyon ve katyon değiştiriciler ayrı ayrı kullanılır.

6.7. Ters Ozmoz :

Ters ozmoz işlemi, özellikle tatlı su kaynaklarının kısıtlı olduğu yerlerde deniz suyundan içme suyu elde etmede, atıksuların tekrar kullanılabilir hale getirilmesinde, yüksek kalitede su elde etmede ve kirlenme kontrolü yapma gibi amaçlarla kullanılan bir ileri arıtma prosesidir. Genellikle endüstriyel atıksuların arıtılması ve geri kazanılmasında tercih edilir [2,11].

Endüstriyel uygulamalarda değerli bileşikler içeren atıksu, ters ozmoz işleminden sonra geri devir ettirilerek üretimde tekrar kullanılabilir. Elektronik endüstrisi gibi çok saf su ihtiyacı olan endstrialerde, yüksek kalitede su gerektiren gıda ve meşubat sanayi kullanım suları için ve kazan besleme sularının arıtılmasında ters ozmoz işlemi uygulanması tercih edilir.

Kentsel atıksuların yeniden kullanımı düşünüldüğünde, ikincil arıtma tesislerinden çıkan sulara ters ozmoz uygulanabilir.

Ters ozmoz tesislerinin temel üniteleri; yarı geçirgen membran, membran destekleme yapısı, basınçlı kap ve yüksek basınçlı pompadır. Membran malzemesi olarak selüloz, asetat ve naylon kullanılır.

Birinde tatlı su, diğerinde arıtılacak atıksu bulunan iki hazne, yarı geçirgen sentetik bir membran ile birbirinden ayrılmıştır. Arıtılacak atıksudaki çözünmüş tuzların neden olduğu ozmotik basınçtan daha büyük bir basınç uygulayarak, atıksuyun yarı geçirgen membrandan tatlı su haznesine geçişi sağlanır. Uygulamada, ters ozmoz tesislerinde dengedeki ozmotik basının 4-20 misli basınç kullanılır. Bu değer atıksu için yaklaşık 4000 kPa dır [11].

6.8. Ultrafiltrasyon :

Ultrafiltrasyon işlemi, yarı geçirgen membranların kullanıldığı ters ozmoz işlemine benzeyen bir basınçlı membran filtrasyon prosesidir. Ancak, ters ozmoz işlemine nazaran daha düşük basınç uygulanır [2].

Özellikle, bileşiminde makro molekül ve kolloidal kirletici maddeler bulunan atıksuların arıtılmasında ultrafiltrasyon tercih edilir. Bu maddelerin geri devri veya geri kazanımı istenirse, konsantre hale getirilen katı maddeler yan ürün olarak değerlendirilir.

Ultrafiltrasyon, endüstriyel proses sularının arıtılması için de uygun bir yöntemdir [2].

6.9. Kimyasal Çökeltme :

Kimyasal çökeltme işlemi, atıksu içindeki çözünmüş ve askıdaki katı maddelerin fiziksel veya kimyasal durumunu, kimyasal madde ilavesiyle değiştirerek çökelmeyi kolaylaştırmak amacıyla kullanılır [11].

Çökeltme olayı, ilave edilen kimyasal maddenin kirletici maddeyi sürtüklemesi ve çökebilir hale getirmesiyle gerçekleşir. Bazı durumlarda kimyasal madde ilavesi, atıksudaki çözünmüş madde konsantrasyonunun artmasına neden olabilir.

Kimyasal çökeltme; atıksuyun özellikleri mevsimsel değişiklikler gösteriyorsa, orta derecede bir arıtma ihtiyacı olduğunda, çökeltim işlemini kolalaştırmak ve iyileştirmek istendiğinde kullanılması tavsiye edilir [5,11].

Atıksu içindeki ağır metaller ve diğer toksik maddelerin giderilmesi amacıyla ön arıtma işlemi olarak kimyasal çökeltme uygulanabilir.

Atıksuyun arıtıldıktan sonra gideceği yerdeki ortam şartlarına bağlı olarak, çıkış suyuna özel fosfor giderimi gerekirse, kimyasal çökeltme çok iyi bir çözümdür.

Kimyasal çökeltmede kullanılan kimyasal maddeler; alüminyum sülfat($Al_2(SO_4)_3$), demir sülfat ($FeSO_4$), kalsiyum hidroksit($Ca(OH)_2$), demir klorür($FeCl_3$), demir 2 sülfat($Fe_2(SO_4)_3$) ve polielektrolitlerdir [11].

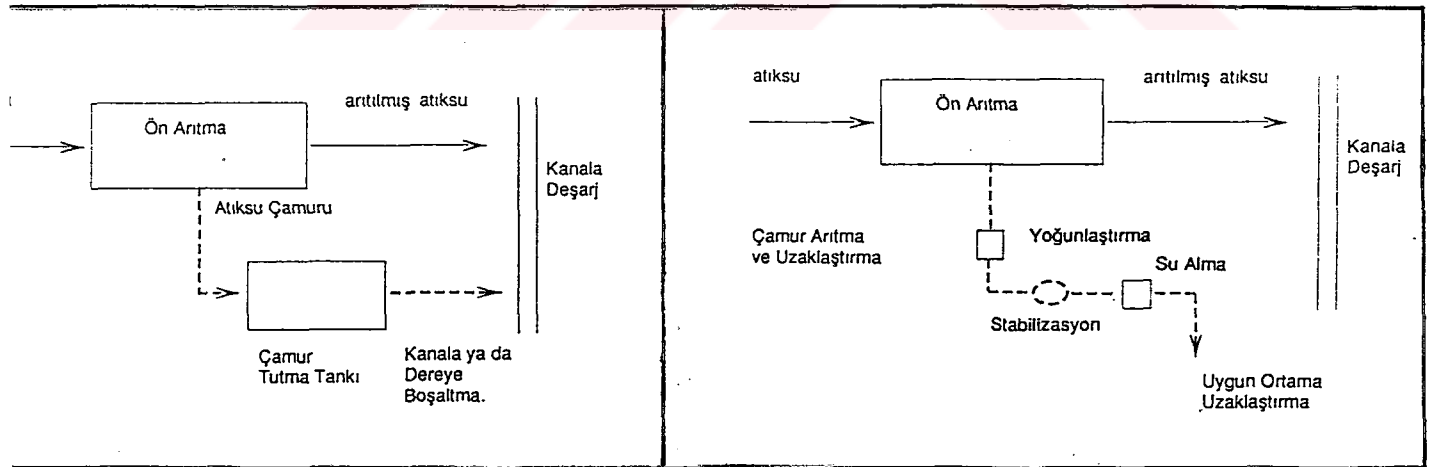
7. ÇAMUR GİDERME

Atıksuların arıtılması sırasında, kendiliğinden çökebilen katı maddeler ile kimyasal ve biyolojik işlemler sonucunda çökebilir ve yüzebilir hale getirilen katı maddeler, çökeltilerek veya yüzdürülerek atıksudan ayrılırlar. Böylece konsantre hale getirilmiş olarak ayrılan kirliliğe arıtma çamuru denir ve bunların çevre kirliliğine neden olmaması için bazı işlemlere tabi tutularak yok edilmeleri gerekir [5,11].

Yüksek oranda organik madde içeren arıtma çamurlarının anaerobik çürütülmesi ile, metan (CH_4) içeren biogaz elde edilmesi mümkündür. Biogaz üretimi yapan çamur çürütme kulelerinin hacmi 400-1.200 m³ arasındadır. Gerekli reaktör hacmi 400 m³ den büyük olan tesislerde çamur çürütme işlemleri için anaerobik çamur stabilizasyonu, daha küçük tesislerde ise aerobik çamur stabilizasyonu prosesi uygulanır. 20.000 nüfustan büyük ısıtmalı anaerobik çamur çürütme tesislerinde biogaz değerlendirilmesi yapılması uygun olur [11].

Arıtma çamurlarına uygulanan işlemler sırasında, her kademede ayrılan çamur suyu, arıtma tesisinin başına geri beslenir. Bu durum arıtma tesisi için ilave bir yük oluşturduğundan, arıtma tesisinin boyutlandırılması sırasında dikkate alınmalıdır.

Çok sayıda küçük arıtma veya ön arıtma tesislerinin bulunduğu bölgelerde, çamur stabilizasyonu ve çamurun susuzlaştırılması işlemleri merkezi tesislerde yapılabilir. Ancak bu durumda, çamur susuzlaştırma işleminden sonra çıkacak olan çamur suyunun getireceği kirlilik yükü ve bunun giderilmesi de dikkate alınmalıdır [11].



Uygun Olmayan Çamur Uzaklaştırma

Uygun Çamur Uzaklaştırma

Şekil 7.1. Çamur Giderme Yöntemleri [13]

7.1. Çamur Yoğunlaştırma :

Çamur yoğunlaştırma işlemi, arıtma tesislerindeki çökeltme havuzlarında çökeltilen çamurların katı madde oranları düşük olduğundan, bu oranı arttırmak ve çamur hacmini azaltmak için uygulanır.

Başlangıçta, çamurdaki katı madde oranı %0.6-2 iken, bu işlem sonucunda %5-12 ye çıkarılır.

Çamur yoğunlaştırma, çözünmüş havalı flotasyon sistemleriyle de yapılabilir. Özellikle fazla aktif çamur ve kaba floklu kimyasal çamurlar, flotasyonla daha kolay yoğunlaştırılabilir.

Ayrıca yoğunlaştırıcı santrifüjler, mikro elekler ve elek tamburları ile mekanik olarak da çamur yoğunlaştırma yapılabilir.

7.2. Çamur Stabilizasyonu :

Yoğunlaştırılan çamurun kimyasal olarak stabilizasyonu kimyasal madde ilavesi ile, biyolojik olarak stabilizasyonu ise anaerobik çamur stabilizasyonu, aerobik çamur stabilizasyonu ve kompostlaştırma işlemleri ile yapılır.

7.2.1. Anaerobik Çamur Stabilizasyonu :

Bu işlemde, ön çökeltme havuzu ve biyolojik arıtma tesisi çamuru karışımının içerdiği organik maddeler, oksijensiz ortamda biyolojik olarak metan(CH_4) ve karbondioksit(CO_2) e dönüştürülür [2].

Çamur çürütme işlemi 2 şekilde uygulanır [11].

a - Basit çürütme kuleleri, ısıtma ve karıştırmanın yapılmadığı standart hızlı tiptir. Çürütülmekte olan çamurdaki katı madde miktarı kontrol edilmez. Bu işlemde çamurun bekleme süresi 30-60 gün arasındadır.

b - Isıtmalı ve karıştırmalı çamur çürütme kuleleri, ısıtma ve tam karıştırmanın yapıldığı yüksek hızlı tiptir. Çamur yoğunlaştırıcıdan gelen veya son çürütme bölgesinden geri dönen çamurun katı madde miktarları kontrol edilerek çamur yükü ve konsantrasyonu ile sıcaklık kontrol altında tutulabilmektedir. Bu işlemde çamurun bekleme süresi 10-20 gün arasındadır.

Çamur çürütme kuleleri boyutlandırılırken, teknik olarak öngörülen gazlaşmanın en az %90 ının gerçekleşmesi dikkate alınır. Anaerobik çamur stabilizasyonu sıcaklık, pH değişimi ve toksik maddelere karşı çok hassastır. Özellikle çamur çürütme işlemi yapılan tesislerde toksik madde kontrolü sıkı bir şekilde yapılmalıdır. Toksik madde içeren atıksu kaynaklarına ön arıtma işlemleri uygulanarak, arıtma çamurunda oluşacak toksik madde miktarı belirli bir seviyede tutulur [11].

Anaerobik çamur stabilizasyon işlemi 2 kademede yapılabilir. Birinci kademede, atıksudaki organik madde ve bakterilerin temasını ve homojen ısı dağılımını sağlamak amacıyla ısıtma ve tam karıştırma işlemi uygulanır.

Karıştırma mekanik karıştırıcılar ile yapılabildiği gibi tanktaki karışımın pompa ile resirkülasyonu veya üretilen metan(CH₄) gazının kompresör-difüzör sistemi ile geri verilmesi şeklinde yapılır. Tankın sıcaklığı yaklaşık 35 °Cde tutulur. İkinci kademede ısıtma ve karıştırma yapılmaz.

Çökelen çamur çamur susuzlaştırma tesisine gönderilirken, bir kısmı da birinci tankın girişine gönderilir.

Anaerobik çamur stabilizasyon tesislerinde, çamurun çürütülmesiyle elde edilen biogazın kullanımına göre gaz depoları yapılır. Deponun hacmi, günlük üretilen biogazın en az %25 ini depolayacak kadar olmalıdır. Eğer ikinci kademe tankı, yüzer kapaklı olarak yapılmış ise, ayrıca bir gaz deposuna gerek yoktur [11].

Elde edilen biogaz çürütücülerin ısıtılmasında kullanılacak ise, bir ısı değiştiricisinden geçirilir. Biogaz yalnızca arıtma tesisinin kompresör ve pompalarını tahrik eden gaz motorlarında kullanılıyor ise, haftalık dengeleme yapılmalıdır.

Biogazın oluştuğu, iletildiği ve depolandığı yerlerde gaz kaçağı ve patlamaya karşı gerekli tedbirlerin alınmış olması gerekir.

7.2.2. Aerobik Çamur Stabilizasyonu :

Bu işlem, arıtma tesisinden çıkan çamurun organik madde içeriğini azaltmak için kullanılır. Bu işlemde kullanılan reaktörler prensip olarak, askıda büyüme sistemlerinde kullanılan havalandırma tanklarına benzerlik gösterirler. Dairesel veya dikdörtgen tipte yapılabilirler. Stabilizasyon işlemi, sisteme hava verilmesi ile gerçekleşir. Gerekli oksijeni havalandırıcılar veya basınçlı hava sağlar. Aerobik yani oksijenli ortamda, çamurun stabilizasyonu ve susuzlaştırılması daha kolay ve verimlidir [11].

Bu tesisler, anaerobik çamur stabilizasyonunda kullanılan sistemlere nazaran toksik madde ve şok besleme durumlarına karşı daha toleranslıdır. Stabilizasyon süresi ve veriminin tespitinde, sıcaklık, biyo-kimyasal oksijen ihtiyacı(BOİ) ve karıştırma dikkate alınmaktadır.

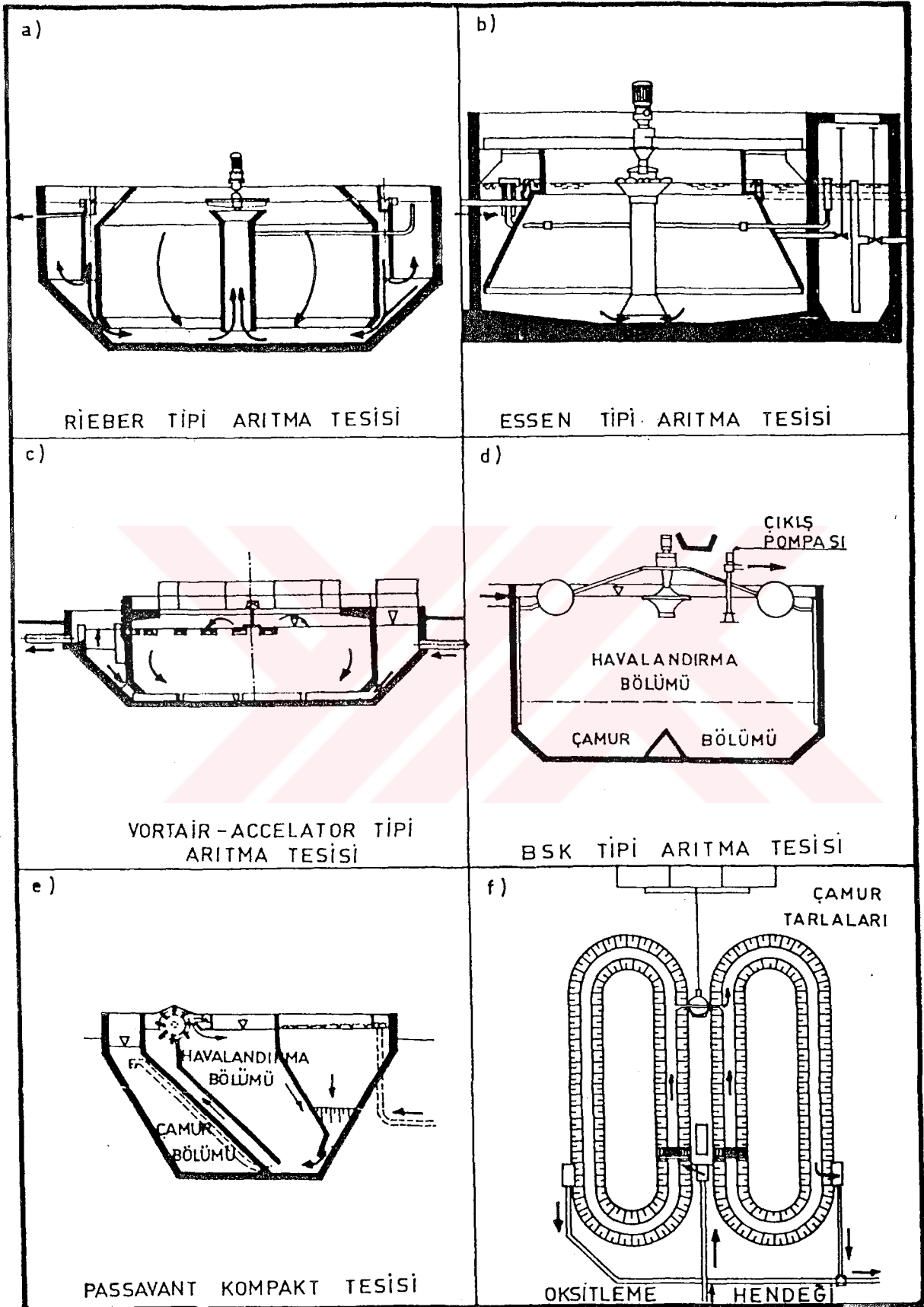
Çalışma sıcaklığı 45 °C nin üstünde olan aerobik çamur stabilizasyon tesislerinde, hem bekleme süresi kısalmakta, hem de termik dezenfeksiyon sağlanmaktadır. Bu işlemde çamurun bekleme süresi 20 °C de 10-20 gün arasındadır [2].

Çamur karışımı içine, ön çökeltme havuzundan alınan çamurlar da ilave edilecekse koku sorunu ortaya çıkabilir.

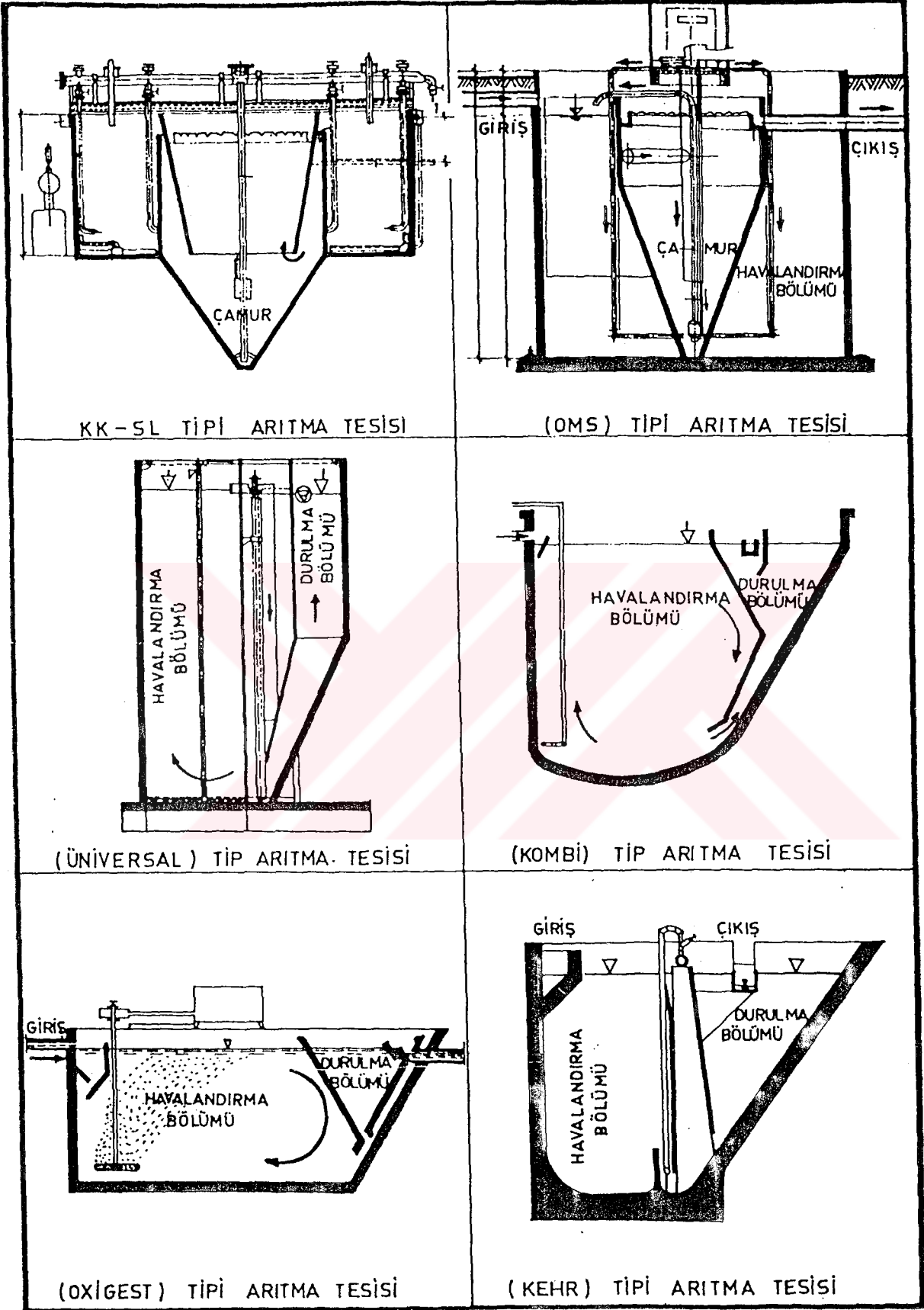
7.2.3. Kompostlaştırma :

Bu işlem, çamur içerisindeki ayrışabilir organik katı maddelerin aerobik mikroorganizmalar tarafından biyokimyasal yolla ayrıştırılmasını esas alan doğal bir aerobik stabilizasyon işlemidir [5].

Taze veya çürütülmüş arıtma çamurları; ağaç talaşı, saman, evsel çöp gibi organik karbon içeriği yüksek olan maddelerle karıştırılırlar. Böylece gözenekli ve daha az sulu hale getirilen çamur havalandırıldığı zaman, termifilik olarak ayrışır ve stabilize olurlar.



Şekil 7.2. Mekanik Araçlar ile Çalışan Çamur Stabilizasyon Havuzları [7]



Şekil 7.3. Basınçlı Hava ile Çalışan Çamur Stabilizasyon Havuzları [7]

7.3. Çamur Susuzlaştırma :

Çamur susuzlaştırma işlemi, stabilize edilmiş çamurun nem oranının azaltılması amacıyla uygulanan doğal veya mekanik yöntemleri kapsar.

Bu işlemin sonucunda, çamurun katı madde şeklinde arıtma tesisinden uzaklaştırılması sağlanır.

Doğal yöntemle çamur susuzlaştırma işlemi çamur kurutma yatakları ile, mekanik yöntemle ise filtre pres, belt pres(bant filtre), vakum filtresi ve santrifüj ile sağlanır [2,11].

Arıtma çamurunda koku problemi ve fazla alan gereksinimi varsa, doğal yöntemler yerine mekanik yöntemler kullanılır. Mekanik yöntemlerin seçiminde; arıtma çamurunun özelliği, cinsi, ulaşılmak istenen katı madde konsantrasyonu, tesis kapasitesi ve kullanılan çamur şartlandırma maddesi cinsi ve miktarı dikkate alınmaktadır. [2]

7.3.1. Doğal Yöntemler :

Çamur Kurutma Yatakları :

Çamur kurutma yataklarında susuzlaştırılacak arıtma çamurunun, aerobik, anaerobik veya kimyasal yöntemlerle stabilizasyonu yapılmış olmalıdır. Stabilize edilmemiş organik madde içeren arıtma çamurları, çamur kurutma yataklarına verilirse, aşırı koku problemi oluşur [11].

Çamur kurutma yataklarının işlevi, çakıl ve kum yatak üzerine ortalama 20 cm. lik tabaka halinde verilen sulu çamurun, suyunu kum tabakada drenajla ve kısmen de buharlaşma ile kaybetmesinin sağlanmasıdır. Süzülen su ise, çamur kurutma yatağı tabanına yerleştirilen drenaj borularıyla arıtma tesisine geri gönderilir. Çamurun bekleme süresi yaklaşık 20-30 gündür. Bu süre sonunda oluşan çamur tabakası, kürek veya mekanik kazıyıcılar ile kürenerek uzaklaştırılır. Aynı alan bir sonraki işlem için tekrar kullanılır. Çamur kurutma yatağı tabanına filtre malzemesi olarak, 20-30 cm. orta büyüklükte çakıl, 10 cm. ince çakıl ve 20 cm. kaba kum konulmalıdır.

Çamur kurutma yatakları ortalama olarak, 6-10 m. genişlikte ve 6-30 m. uzunluğunda yapılır.

Çamur kurutma yatakları ortasına drenaj borusu yerleştirilmelidir. Çamur dağıtma borularının her çamur kurutma yatağı girişine bir vana konulmalıdır.

Çamur susuzlaştırma amacıyla, çamur lagunları da kullanılır. Ancak çamur lagunlarında küreme işlemi yapılmaz, lagun doluncaya kadar işleme devam edilir. Dolunca işlem durdurulur veya çamur tabakası boşaltılarak uzaklaştırılır.

7.3.2. Mekanik Yöntemler :

Filtre Pres :

Filtre pres, arıtma çamurunun yüksek basınç altında susuzlaştırıldığı bir tesistir. Filtre prestem çıkışta, yüksek oranda katı madde içeren çamur keki elde edilir [2].

Filtre pres, bir aks üzerine dikey olarak yerleştirilir ve plaka malzemesi olarak genellikle poli-propilen kullanılır. Plakaların üzeri filtre bezi ile kaplıdır. Filtre bezi genellikle polyester, polyamid propilen, pamuk gibi malzemelerden yapılır.

Filtre presin gövdesi, çelik konstrüksiyon olmalı ve su ile temas eden yüzeyler korozyona dayanıklı bir malzemeyle kaplanmalıdır.

Filtre presin açma ve kapama sistemi, elle veya otomatik olarak düzenlenebilir. Tesiste besleme pompası olarak yüksek basınçlı santrifüj ve pistonlu pompalar kullanılır.

Filtre presin merkezinden plakalara gönderilen arıtma çamuru, plakalara basınç uygulanarak sıkıştırılır. Oluşan su, filtre bezinden süzülerek toplanır. Bu süzüntü suyu, tekrar arıtma tesisine gönderilir.

Atık çamurun yapısı ve katı madde oranına bağlı olarak, tesisin işlem süresi yaklaşık 2-5 saat arasındadır[2,5]. Bu süre;

- filtre presin arıtma çamuru ile doldurulması,
- basınç altında sıkıştırılması,
- filtre presin açılması,
- oluşan çamur kekinin uzaklaştırılması
- filtre presin temizlenmesi aşamalarını kapsar.

Çamur tipine bağlı olarak katı madde oranı %10-40 oranında arttırılır.

Belt Pres (Bant Filtre) :

Arıtma tesisinde yüksek miktarda çamur üretilmesi halinde, çamurun belt pres kullanılarak susuzlaştırılması uygundur. Ancak arıtma çamurunun belt prese girmesinden önce şartlandırılması gerekir. Bu amaçla flokülant adı verilen maddeler kullanılır.

Belt preste; iki filtre bandı merdaneler arasında sonsuz hareket yapar ve bu iki bant arasına verilen arıtma çamuru, mekanik olarak sıkıştırılır.

Çamur tipine bağlı olarak, katı madde oranı %20-35 oranında arttırılır [2].

Vakum Filtresi :

Vakum filtresi ile çamur susuzlaştırma işlemi, dönen bir tamburun iç kısmına vakum uygulanarak gerçekleştirilir. Tamburun çevresi filtre bezi ile kaplıdır ve tambur susuzlaştırılacak olan çamurun bulunduğu hazneye kısmen batmış olarak döner. Dönme sırasında çamurun katı kısmı, filtre bezi üzerinde birikerek tabaka oluşturur. Bu tabaka tambur tekrar hazneye dalıncaya kadar, sıyrıcı bir bıçak vasıtasıyla filtre bezinden sıyrılır. Katı madde oranı %20-30 oranında arttırılır [2].

Santrifüj :

Santrifüj ile çamur susuzlaştırma işlemi, kase veya sepet tipi santrifüjlerde sağlanır. Çamur tipine bağlı olarak katı madde oranı %10-40 oranında arttırılır. Sepet tipi santrifüj tertibatları, küçük arıtma tesislerinde kısmi çamur susuzlaştırma için kullanılır [2].



8. ATIKSUDA BULUNAN KİRLETİCİLER ve ARITMA YÖNTEMLERİ [14]

KİRLETİCİLER

ARITMA YÖNTEMLERİ

| | |
|---|---|
| 1. Askıdaki katı maddeler | Çökeltme Flotasyon Filtrasyon Koagülasyon ve Çökeltme Arazide arıtma |
| 2. Çökebilen katı maddeler | İzgara Kum tutucu |
| 3. Çözünmüş inorganik katı maddeler | İyon değiştirme Ters ozmoz |
| 4. Biyolojik olarak parçalanabilir organik maddeler | Aktif çamur Biofilm Stabilizasyon havuzları Lagunlar Anaerobik arıtma Fiziko-kimyasal tesisler Arazide arıtma |
| 5. Zararlı mikroorganizmalar | Klor, ozon, ultraviole ile dezenfeksiyon |
| 6. Azot | Nitrifikasyon ve denitrifikasyon İyon değiştirme Kırılma noktası klorlaması Olgunlaştırma havuzları Arazide arıtma |
| 7. Fosfor | Metal tuzları ile çökeltme Kireç ile koagülasyon ve çökeltme Biyo-kimyasal tesisler Arazide arıtma |
| 8. Ağır metaller | Kimyasal çökeltme İyon değiştirme Ters ozmoz |
| 9. Yağ ve gres | Flotasyon |
| 10. Asit ve bazlar | Nötralizasyon |
| 11. Fenol | Aktif çamur Aktif karbon Adsorbsiyon |
| 12. Koku | Aktif çamur Aktif karbon Kimyasal oksidasyon |
| 13. Renk | Koagülasyon ve çökeltme Aktif karbon Adsorbsiyon Ters ozmoz |

9. ATIKSU ARITMA TESİSİ SEÇİMİNDE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

Bir arıtma tesisi kurulurken aşağıdaki konulara dikkat etmek gereklidir [2];

- Arıtma tesisinin ilk yatırım maliyeti
- Arıtma tesisinin elektrik, kimyasal madde gibi işletme maliyeti
- Arıtma tesisinin kapladığı alanın büyüklüğü, inşaat ve işletme özellikleri
- Arıtma tesisinde kullanılacak mekanik teçhizat ihtiyacı
- Arıtma tesisinde arıtılan suyun yönetmeliklerde belirtilen değerleri sağlaması zorunluluğu
- Arıtma tesisini kuracak olan firmanın, daha önce kurduğu tesislerle ilgili referansları ve tesisin işletilmesi konusunda vereceği eğitim hizmetleri
- Arıtma tesisini verimli çalıştırmak için gerekli yetişmiş eleman ihtiyacı



10. ATIKSU ARITMA TESİSİNİN İLK YATIRIM MALİYETİNDE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

Atıksu arıtma tesisi yatırımı yapıldığında, ana tesis yatırımı ile birlikte aşağıdaki noktaların ilk yatırım maliyetine etkisi dikkate alınmalıdır [14].

- Arıtma tesisinin istenen arıtmayı sağlaması ve verimli çalışabilmesi için, fabrikanın çeşitli birimlerinden gelen atıksuların cinslerine göre birbirinden ayrılması gerekir. Bunun için fabrikanın üretim aşamalarında bazı değişiklikler gerekebilir ve değişikliklere uygun olarak boru hattı çekilmelidir.
- Fabrikadan gelen atıksulardan bir kısmı geri kazanılacaksa, bu suların arıtma tesisine ayrı boru hattıyla gelişi ve arıtıldıktan sonra yine ayrı bir borulamayla geldiği üniteye geri gönderilmesi gerekir.
- Arıtma tesisinin verimli, ekonomik ve suda istenen özellikleri sağlayacak şekilde çalışabilmesi için, bazı işlemlerin otomatik olarak yapılması gerekir. Bunlara örnek olarak, kimyasal madde dozajının otomatik yapılması, sürekli arıtma tesisinin otomatik olarak çalışması, kimyasal madde bittiğinde ve pH değeri istenen değerlerde olmadığında alarm vermesi, pompalar ve karıştırıcıların kuru kalması halinde devre dışı kalması verilebilir.
- Arıtma tesisinin kurulduğu bölgenin ve beton havuzlarının korozyona karşı uygun kimyasal kaplama maddesi ile kaplanması gerekir.
- Atıksu arıtma tesisinde uygulanan işlemler kimya ile ilgili bir proses olduğundan, belli reaksiyonlarda oluşan gazlar ortamdan uzaklaştırılmalıdır. Bu hem işçi sağlığı ve iş güvenliği için, hem de gazların korozif etkilerini yoketmek için önemlidir. Arıtma tesisi kurulurken havalandırmanın da mutlaka dikkate alınması gerekir.
- Arıtma tesisine, ana enerji hattı, basınçlı hava hattı ve ham su hattının çekileceği dikkate alınmalıdır.
- Arıtma tesisine giren ve arıtıldıktan sonra kanalizasyon şebekesine deşarj edilen atıksu miktarlarını ölçmek için uygun yerlere debimetre konulmalıdır.
- Arıtma tesisinde arıtıldıktan sonra kanalizasyon şebekesine deşarj edilen arıtılmış suyun, pH değerini belirli zaman aralıklarında ölçerek kaydeden cihazın bulunması gereklidir.
- Çamur susuzlaştırma işleminden sonra ortaya çıkan kuru çamurun, arıtma tesisinden nasıl ve nereye uzaklaştırılacağı dikkate alınmalıdır.
- Arıtma tesisi binasında kullanılan kimyasal maddelerin ve boru hattının donmaması için en az 15 °C ortalama sıcaklığı sağlanmalıdır.
- İşçi sağlığı ve iş güvenliği açısından arıtma tesisi binasında emniyet düşünün yapılmış olması gereklidir.
- Arıtma tesisinde arıtılan atıksulara, en azından basit ön deney ve analizleri yapabilecek küçük bir laboratuvar kurulmalıdır.

11. ATIKSU ARITMA TESİSİ PROJESİ YAPILIRKEN DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

Bir atıksu arıtma tesisi yapılmadan önce, proje ve teklif alma aşamasında bazı konulara önem vermek gerekmektedir. Aksi takdirde istendiği gibi arıtma yapmayan bir arıtma tesisi kurulması olasıdır. Bunlar kısaca şöyle açıklanabilir [13];

- Arıtma tesisinde arıtılacak atıksuyun debisi tam olarak ölçülmelidir.
- Atıksuyun karakteri yani, içerisinde bulunan kirletici maddelerin konsantrasyonu doğru olarak belirlenmelidir.
- Atıksuyun oluştuğu endüstri kuruluşu, kullanılan tüm su miktarını, ortaya çıkan atıksuyun debisini ve atıksuyun karakterini eksiksiz olarak yapımçı firmaya bildirmekten kaçınılmamalıdır.
- Oluşan atıksuyun arıtılabilir olup olmadığı araştırılmalıdır.
- Atıksu arıtma tesisi yaptırma gereği duyulduğunda, yapımçı firmalara bir teknik şartnamenin hazırlanarak verilmesi gerekir.
- Atıksuyun oluştuğu endüstri kuruluşu için, atıksu ve kirletici özelliklerine kısıtlamalar getiren yönetmelik ve kanunlar dikkatle incelenmelidir.
- Yukarıda sayılan ön hazırlıklar yapılmadan, anahtar teslimi proje teklifi alınmamalıdır.
- Yapımçı firmanın verdiği teklifin yanı sıra, bir de teknik açıklama raporu alınmalıdır.
- Yapımçı firmadan alınan teklif, varsa fabrika bünyesindeki teknik elemanlarca incelenmeli, aksi takdirde fabrika dışından teknik yardım alınmalıdır.
- Arıtma tesisinin ilk yatırım maliyetinin yani sıra, enerji ve kimyasal madde gibi işletme maliyeti de dikkate alınmalıdır.
- Arıtma tesisi için yapımçı firma tarafından önerilen ekipman ve malzemelerin kalite farkları ve bunun arıtma tesisi maliyetine etkisi göz önünde bulundurulmalıdır.
- Arıtma tesisini yapmak üzere teklif veren yapımçı firmaların referansları iyice incelenmeli ve bunların istendiği gibi çalışıp çalışmadığı araştırılmalıdır.
- Yapımçı firmaların referansları, vermiş oldukları fiyat teklifinden öncelikle değerlendirilmelidir.
- Atıksu arıtma tesisi kurulurken, tesisin istendiği gibi çalışıp çalışmadığını kontrol için, resmi rapor ve belli deneylerle yetinilmemeli, bilimsel kuruluşların bilgisinden de yararlanılmalıdır.
- Arıtma tesisini işletmek için yeterli sayıda kalifiye eleman ve özellikle bir çevre mühendisinin bulunması sağlanmalıdır.
- Arıtma tesisini kuran yapımçı firmanın verdiği teklifte bulunan işçi eğitimi hizmetinden mutlaka yararlanılmalıdır.
- Arıtma tesisinin uygun şartlarda çalıştığının gözlenmesi için, basit deney ve ölçümlerin yapılabildiği bir bölümün kurulması, yapımçı firmadan talep edilmelidir.

Sonuç olarak, bir atıksu arıtma tesisi yapılırken;

- Atıksuyun oluştuğu endüstri kuruluşunun tabi olduğu yönetmelikler bilinmelidir.
- Arıtılacak atıksuyun sahip olduğu kirlilik, o endüstri dalındaki genel parametreler ile ifade edilmelidir.
- Bu değerler, yönetmelik limit değerleri ile karşılaştırılmalıdır.
- Yönetmelik limitlerini aşan parametrelerin, hangi arıtma metodu kullanılarak düşürüleceği belirlenmelidir.

Projesi yapılacak arıtma tesisi için, arıtılmış suyu nereye boşalttığı çok önemlidir.

İstanbul sınırları içerisinde atıksuların deşarjında uygulanan limitler, İSKİ Atıksuların Kanalizasyon Şebekesine Deşarj Yönetmeliği'nde açıklanmıştır [3].

İstanbul'da Küçükçekmece ve Tuzla bölgelerindeki biyolojik arıtma tesislerine giden kanalizasyon şebekesine deşarj yapılacak ise, BOİ değeri ve KOİ < 4.000 mg/l değerini sağlayan atıksular arıtma yapmaksızın deşarj edilebilir. Ancak pH değeri, KOİ > 4.000 mg/l olması ve zehirli metaller bulunan atıksularda, bu parametrelere özgü ön arıtma limitleri sağlanmalıdır [13].

İstanbul içerisinde, fakat kanalizasyon şebekesi bulunmayan bölgelerdeki endüstri kuruluşları, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne uygun olarak atıksularını arıtmalı ve deşarj etmelidirler. Bu durumda ön arıtma yerine, tam arıtma uygulaması yapılacaktır. Çünkü atıksu arıtıldıktan sonra deniz, nehir, dere, arazi gibi bir alıcı ortama atılacaktır. Su kirliliği kontrol yönetmeliğinde, her endüstri kategorisi ve bunların alt dalları için ayrı deşarj limitleri belirlenmiştir. Bu nedenle hangi kategoriye göre tam arıtma yapılacağı çok iyi saptanmalıdır. Bazı hallerde birden fazla tablo, aynı sanayi kuruluşu için geçerli gibi görünebilir. Bazen de bir sanayi kuruluşu için özel bir limit verilmemiş olduğundan hangi limitlerin esas alınacağı konusunda tereddüt edilir. Bu tablolarda verilen limit değerlerine seyrek te olsa, halen kullanılmakta olan arıtma metotlarıyla ulaşmak mümkün olmayabilir.

Bir arıtma tesisi yapılırken yönetmeliklerdeki limit değerlerine uygunluk sağlamanın yanı sıra, İSKİ'nin deşarj yönetmeliğinde tanımlanmış olan *kirlilik önlem payı* ve buna bağlı olarak belirlenen *kirleticilik katsayısı* da dikkate alınmalıdır. Bu değerler arıtma tesisinin yaptırılıp yaptırılmamasında önemli bir etkidir. Kirleticilik katsayısı, kritik parametre olarak seçilen bir kirleticinin atıksu deşarj değeri ile limit değeri arasındaki oran dikkate alınarak hesaplanır [13].

Örneğin; biyolojik arıtma tesisinin bulunduğu bir bölgedeki sanayi kuruluşu, arıtılmış atıksuyunda KOİ değeri 3.200 mg/l olması nedeniyle ön arıtma yapmak zorunda değildir. Çünkü İSKİ yönetmeliği, KOİ < 4.000 mg/l değerini limit kabul etmektedir. Ancak ön arıtma yapmayan bu kuruluş, kirleticilik katsayısı örneğin 4 olduğunda 40.000 TL/m³ kirlilik önlem payı ödemek zorundadır. Zorunluluk olmasa bile ön arıtma yaparak KOİ değerini 800 mg/l nin altına düşürdüğünde, kirlilik önlem payı 10.000 TL/m³ olmaktadır.

Başka bir örnekte; kanalizasyon şebekesi projelendirilmiş, ancak biyolojik arıtma tesisi bulunmayan bir bölgedeki sanayi kuruluşu, ön arıtma yapmak suretiyle 10.000 TL/m³ kirlilik önlem payı ödemektedir. Ancak tam arıtma yaparak alıcı ortama direkt deşarj yapması durumunda bu parayı ödemeyecektir.

Böylece arıtma tesisi yapımı kararının, sadece teknik bir konu olmayıp mali bir boyutunun da dikkate alınması gerektiği ortaya çıkar.

Arıtma tesisi kurulurken, atıksuyun içindeki maddelerin tespiti için yapılan deneyler önemlidir. Örneğin KOİ parametresi ele alınarak ulaşılan sonuçlar şöyledir; (mg/l)

| <u>Parametreler</u> | <u>Örnek : 1</u> | <u>Örnek : 2</u> | <u>Örnek : 3</u> | <u>İSKİ Kanala Deşarj Limitleri</u> |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------------|
| Toplam KOİ | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 800 |
| Çökelmiş KOİ | 200 | 900 | 950 | - |
| Süzülmüş KOİ | 100 | 100 | 900 | - |

Burada atıksu içindeki KOİ değerini ölçmekle kalmayıp, ikinci ölçüme numunenin çökeltilmesi sonucu oluşan çökeltinin üst fazındaki KOİ değeri, üçüncü ölçüme ise numunenin süzülmesi sonucu filtreden geçen berrak kısımdaki KOİ değeri ölçülmüştür. Buna göre;

- Birinci örnekte, KOİ değeri %80 oranında çökebilir maddelerden kaynaklanmaktadır. Arıtma tesisinde uygulanacak bir çökeltme işlemi ile KOİ parametresi 200 mg/l ye indirilebilir.

- İkinci örnekte, KOİ değeri %10 oranında çökebilir maddelerden kaynaklanmakta olup, çökeltme işlemi ile atıksudaki KOİ değeri 900 mg/l ye indirilebilir. Ancak bunun da 800 mg/l lik kısmı çözünmemiş KOİ den oluşur. Büyük bir ihtimalle koloidal yapıdaki bu KOİ değeri, kimyasal madde katkısıyla ve pıhtılaştırma ile yumaklaştırma metotlarıyla giderilebilir. Bu nedenle, bu örnek için kimyasal çökeltme en uygun ön arıtma metodu olacaktır.

- Üçüncü örnekte, atıksu içindeki KOİ değeri, çökeltme ile %5, kimyasal çökeltme ile de en fazla %5 olmak üzere toplam %10 oranında düşürülür. Ancak kirliliğin çözünmüş maddelerden kaynaklandığı açık olduğundan, KOİ giderimi için en uygun ve ekonomik çözüm biyolojik arıtmadır.

Atıksu içerisindeki BOİ ve KOİ parametreleri, tesis projesi yapılırken ayrı ayrı değerlendirilebileceği gibi ikili olarak da önemli sonuçlar doğurur. Evsel veya endüstriyel atıksularda bulunan ve rutin deneylerle saptanamayan çok sayıda değişik organik maddeler vardır. BOİ ve KOİ değerleri, bu organik maddeleri toplam olarak içeren kollektif parametrelerdir. BOİ değeri, analiz yöntemi itibarıyla biyokimyasal arıymayı esas aldığından, atıksu içindeki ayrışabilir organik maddeleri belirler. KOİ değeri ise, kuvvetli asit ortamla ve bir oksitleyici yardımı ile atıksudaki tüm organik madde içeriğini, biyolojik

ayrışabilirliği göz önüne almadan yansıtır. BOİ değerinin tespiti uzun zaman aldığından, genellikle 5 günlük sonuç kullanılır (BOİ₅). Bu şekilde BOİ₅ ile atıksu içindeki ayrışabilir organik maddelerin ancak bir kısmı belirlenebilir. Atıksu içindeki organik maddelerin tümü ayrışabilir elemanlarsa, bu atıksuda BOİ=KOİ alınabilir. Sonuç olarak BOİ₅/KOİ oranı, atıksuyun ayrışabilirliği açısından anlamlı bir orandır.

Evsel atıksularda BOİ₅/KOİ oranı, ortalama 0.7 dir. Tekstil atıksuları için bu oran 0.5, glikoz atıksuları için 0.85-0.9 arasındadır. BOİ₅/KOİ oranının düşük olması atıksuyun yavaş ayrışabildiğini, yüksek olması ise kolay ayrışabildiğini gösterir. Örneğin BOİ₅=100 mg/l ve KOİ=1.000 mg/l olan bir atıksu için şunlar düşünülebilir [13].

- atıksu, çok yavaş ayrışabilen organik maddelerden oluşmaktadır.
- atıksu içindeki organik maddelerin çok büyük bölümü biyokimyasal yollarla ayrışamayan, yani kalıcı özelliكتedir.
- atıksu içinde biyokimyasal ayrışmayı önleyici özellikte metalik veya zehirli organik maddeler ve benzerleri bulunmaktadır. Ancak bunlar giderildiğinde atıksu ayrışabilir özellik kazanır.
- atıksuyun ayrışabilmesi için bir alıştırma süreci gereklidir. Bu nedenle BOİ₅ parametresinin kullanılması anlamsızdır.
- atıksuya uygulanan deney yanlış yapılmış ve kirlenme parametreleri hatalı bulunmuş olabilir. Yukarıdaki açıklamalardan anlaşıldığı gibi, yapılan deneylerden her zaman BOİ₅/KOİ < 1 sağlanmış olmalıdır.

Her endüstriyel atıksu, o sanayi dalını karakterize eden parametrelerle tanımlanır. Bu parametrelerin sayısı ve türü, her sektör için Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde ayrı ayrı belirlenmiştir. Yasal zorlama olmamasına rağmen bu parametrelerin dışındaki bazı maddelerin de dikkate alınması, atıksu arıtma tesisi projesi yapılırken faydalı olabilir. Genellikle arıtma tesisleri, BOİ ve KOİ parametreleri dikkate alınarak kurulurlar, Ancak biyolojik arıtma yapılacak ise, bu parametreler yetersiz kalabilir. Biyolojik arıtma yapılmadık durumda, BOİ₅/N/P oranının 100/5/1 in altına düşmemesi gereklidir. Dolayısıyla ile o sanayi dalı için geçerli olan yönetmelikte olmasa bile, atıksudaki toplam azot ve fosforun ölçülmesi gerekir. Örnek olarak aşağıdaki değerlerin ölçüldüğü 2 sanayi kuruluşu ele alındığında şu sonuçlar ortaya çıkar;

| <u>Parametreler</u> | <u>Örnek : 1</u> | <u>Örnek : 2</u> | <u>Alıcı Ortama</u> <u>Deşarj Limitleri</u> |
|---------------------|------------------|------------------|--|
| BOİ ₅ | 1.000 | 1.000 | 50 |
| KOİ | 1.400 | 1.400 | 200 |
| pH değeri | 8 | 100 | 6 - 9 |
| Toplam azot (N) | 60 | 8 | - |
| Toplam fosfor (P) | 15 | 15 | - |

Alınan iki örnek atıksu için $BOI_5/KOI = 1.000/1.400 = 0.7$ olduğundan biyolojik arıtma gerektirir. Zorunlu olmadığı halde ölçülen azot ve fosfor değerleri dikkate alındığında ise durum şöyle olur;

- Birinci örnekte, $BOI_5/N/P = 1.000/60/15$ olarak bulunur ve bu değer 100/5/1 oranına göre daha fazla azot ve fosfor içerdiğinden, atıksu biyolojik arıtmaya uygundur.

- İkinci örnekte, $BOI_5/N/P = 1.000/15/2$ olarak bulunur ve bu değer 100/5/1 oranına göre daha az azot ve fosfor içerdiğinden, atıksuyun biyolojik olarak arıtılabilmesi için hem azot, hem de fosfor ilavesi gerekmektedir. Bu da arıtma tesisinin ilk yatırım ve işletme giderlerinin artmasına yol açacaktır.

Endüstriyel atıksularda pH değeri, yönetmeliklerdeki ortalama limit değeri olan 6-9 arasında olmadığı zaman, mutlaka bu değerler arasına çekilmelidir. Bu durumda arıtma tesisine, pH nötralizasyon üniteleri kurulacaktır. Nötralizasyon ihtiyacı, ya arıtma tesisine gelen atıksuyun yüksek pH değerine sahip olmasıyla, ya da arıtma tesisindeki kimyasal arıtma ünitelerinde işlem görmesi sonucu pH ın yükselmesi sonucu ortaya çıkar. Nötralizasyon işlemi için, asitler veya bazlar kullanılır.

Endüstriyel atıksulardaki yüksek pH değeri, beraberinde bir alkanite değeri de içerir. Bu değer nötralizasyon havuzunun boyutlandırılmasında çok önemlidir. Alkanite temel olarak OH^- ile CO_3 veya HCO_3^- ikilisinden oluşur. Eğer atıksudaki yüksek pH değeri, OH^- bileşenlerinin etkisi ile oluşmuş ise, bu durum kuvvetli asit/kuvvetli baz dengesi esaslarına göre denge pH değeri etrafında büyük salınımlara yol açar. Yani arıtma tesisinde nötralizasyon için yapılan asit dozajının, biraz fazla veya biraz az olması durumunda, atıksuyun pH ı 7.0 değerinin çok altına da düşebilir, çok üstüne de çıkabilir. Bu gibi durumlarda nötralizasyon ünitesinin normalden daha büyük ve daha değişik yapılması gereklidir.

Arıtma tesisine gelen atıksu debisindeki değişimler, proje safhasında önemli bir etkidir. Debi değişimleri endüstriyel atıksuların arıtılmasında daha dikkatle incelenmelidir. Örneğin 1 veya 2 vardiya çalışan bazı sanayi kuruluşlarında atıksu, sadece bu vardiya süresince, yani 8-16 saat boyunca oluşacak, diğer zamanlarda atıksu oluşmayacaktır. Ayrıca bazı sanayilerde, yapılan üretimin özelliklerinden dolayı kirletici yük ve atıksu debisinin büyük kısmı kısa sürelerde arıtma tesisine gelebilmektedir. Bu da ani yüklemeye yol açmaktadır.

Ayrıca sanayi kuruluşunun alacağı idari kararların da arıtma tesisi projesinde önemi büyüktür.

Örneğin; günde 1 vardiya(8 saat) çalışan sanayi kuruluşu arıtma tesisinin

- 24 saat çalışmasını isteyebilir,

- sadece vardiya süresince(8 saat) çalışmasını isteyebilir,

- bakım işletme sorunları dolayısıyla vardiyanın belirli bir bölümünde çalışmasını isteyebilir.

Diğer bir örnekte; 8 saatlik 1 vardiya çalışan sanayi kuruluşunda $72 \text{ m}^3/\text{gün}$ atıksu debisi oluştuğu ve 4 saat bekletme süreli bir kimyasal arıtma ünitesi kurulacağı düşünülüyor. Arıtma tesisinin çalışma süresine göre havuz hacminin değişimi şu şekilde olmaktadır.

| <u>İşletme Süresi</u> | <u>Arıtma tesisine gelen debi</u> | <u>Arıtma Havuzu Hacmi</u> |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 24 saat sürekli çalışma | $72 / 4 = 3 \text{ m}^3/\text{h}$ | $3 \times 4 = 12 \text{ m}^3$ |
| 8 saatlik vardiya süresince çalışma | $72 / 8 = 9 \text{ m}^3/\text{h}$ | $9 \times 4 = 36 \text{ m}^3$ |
| Vardiyanın 4 saatinde çalışma | $72 / 4 = 18 \text{ m}^3/\text{h}$ | $18 \times 4 = 72 \text{ m}^3$ |

Görüldüğü gibi, arıtma tesisinin çalışma süresi arttıkça, arıtma havuzu hacminin daha küçük yapılması gibi bir avantaj ortaya çıkmaktadır.

Atıksu arıtma tesisine zamanla değişmeyen bir atıksu debisi girişi sağlamak amacıyla, dengeleme havuzu yapmak gereklidir. Böylece hem atıksu debisi düzenlenir, hem de atıksu içerisindeki kirletici maddelerin homjen hale getirilmesi sağlanır. Sanayi kuruluşunda sadece 1 vardiya çalışılıyorsa, arıtma tesisi vardiya dışında boş kalmaktadır. Arıtma tesisini 24 saat süreyle atıksu ile besleyebilmek için günlük atıksu debisinin $2/3$ ü oranında bir dengeleme hacmi gerekmektedir.

Bazı sanayi kuruluşlarında ise atıksu debisindeki değişimler tam olarak hesaplanamadığı için, bu durumda günlük atıksu debisinin %25-30 u kadar bir dengeleme havuzu hacmi ayrılmalıdır.

12. SUYA, KANALİZASYON ŞEBEKESİNE ve DİĞER ALICI ORTAMLARA VERİLEMEYEN MADDELER

Aşağıda sıralanmış olan atık, artık ve diğer maddelerin her ne şekilde olursa olsun suya, kanalizasyon şebekesine ve diğer alıcı ortamlara verilmesi, çeşitli yönetmeliklerle yasaklanmıştır. Burada İSKİ tarafından yayınlanan yönetmeliğe göre atılması yasak maddeler şunlardır [3].

- Benzin, nafta, gazyağı, motorin, fuel-oil, diğer solventler ve tek başına veya başka maddeler ile etkileşim halinde iken yangına, patlamalara neden olabilecek veya herhangi bir şekilde insanlar, yapılar ve arıtma tesisleri için tehlike yaratabilecek diğer sıvı, katı ve gaz maddeler

- Gaza fazına geçebilen, duman oluşturan, koku çıkartan, zehirli etkileri nedeniyle sağlık sakıncaları yaratan ve bu nedenle kanalizasyon kanallarına girmeyi, bakım ve onarım yapmayı engelleyen her türlü maddeler

- Kanalizasyon şebekesinde tıkanmaya yol açabilecek, normal su akımını ve kanalın işlevini engelleyecek kıl, tüy, lif, kum, curuf, toprak, metal, cam, paçavra, odun, plastikler, gübre, yağ küspeleri, hayvan yemi atıkları ve benzeri her türlü katı madde ve malzemeler

- Kanalizasyon kanallarının yapısını bozucu, aşındırıcı ve koroziv maddeler, alkaliler, asitler, pH<6 ve pH>10 olan atık maddeler

- Radyoaktif özelliğe sahip maddeler

- Dünya sağlık teşkilatı ve diğer uluslararası geçerli standartlar ile ulusal yönetmelik ve standartlara göre tehlikeli ve zararlı atık sınıfına giren tüm atık maddeler

- Kanalizasyon şebekesine dışarısında ve arazi dışındaki alıcı ortamlar söz konusu olduğunda, ön arıtma çamurları ve arıtma tesisleri çamurları ile bekletme depoları ve septik tanklarda oluşan çamurlar. (Bu çamurlar İSKİ nin belirleyeceği stabilizasyon, susuzlaştırma gibi uygun önlemler alınmadan araziye atılamaz.)

- Her türlü katı atık ve artık maddeler

- Kanalizasyon şebekesi olmayan bölgelerdeki alıcı ortama, evsel veya endüstriyel atıksuların arıtma işlemi uygulanmadan atılması

- Tehlikeli ve zehirleyici karakterde olup, su kirliliği kontrol yönetmeliğinde verilen şart ve sınır değerlere uymayan atıksular

- Endüstriyel atıksular, kirli olmayan sularla seyreltilmek suretiyle kanalizasyon şebekesine verilemez. Ancak İSKİ nin izni alınarak, teknik zorluklardan dolayı belirli oranda seyreltme yapılarak kanalizasyon şebekesine verilebilir.

13. ATIKSULAR İÇİN KULLANILAN BAZI TABLO VE YÖNETMELİKLER

13.1. Sulara Boşaltılacak Arıtılmış Atıksuyun Sahip Olacağı Kirletici Parametreleri (SU ÜRÜNLERİ YASASI) [8]

| <u>PARAMETRE</u> | <u>ÜST SINIR (mg/l)</u> |
|---|---|
| - Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (20 °C de) | 50 |
| - Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) | 170 |
| - Askıda katı madde (AKM) | 200 |
| - Yağ ve gres (çözücüyle özütlenebilir extractable madde) | |
| - belediye atıkları için | 30 |
| - esas olarak petrol atıkları içeren endüstri atıkları için | 10 |
| - Fenol | 5 |
| - Kolayca serbest duruma geçen siyanürler (CN) | 0.02 |
| - Toplam siyanür (CN) | 0.5 |
| - Serbest klor (Cl) | 0.5 |
| - Toplam sülfür (S) | 1 |
| - Nitrat azotu (NO ₃ -N) | 5 |
| - Toplam fosfat (PO ₄ -P) | 0.02 |
| - Serbest amonyak azotu (NH ₃ -N) | 0.02 |
| - Florür (F) | 20 |
| - Civa (Hg) | 0.01 |
| - Kadmiyum (Cd) | 0.05 |
| - Kurşun (Pb) | 0.5 |
| - Arsenik (As) | 0.5 |
| - Toplam krom (Cr) | 0.5 |
| - Bakır (Cu) | 0.5 |
| - Nikel (Ni) | 0.5 |
| - Çinko (Zn) | 2 |
| - pH değeri | 5 - 9 |
| - Zehirlilik | (atıksudan alınan seyreltilmemiş örnekte, 48 saat sonunda test balıklarının % 20 sinden fazlasının ölmeyeceği zehirlilik düzeyi sağlanmalıdır. Çok karmaşık yapıdaki, yani çok sayıdaki parametreyi birarada bulunduran atıksularda zehirlilik sınırı yukarıda belirtilen seviyeyi geçerse, atıksudaki kirletici parametrelerin kontrolü tekrarlanır. Ölçülen parametrelerin, verilen standart üst sınırın altında olduğu görülürse, zehirlilik limiti uygulanmaz.) |
| - Fekal koliform | (atıksuyun atılacağı sularda kabuklu hayvanların kültürü yapılıyorsa ve toplanıyorsa, burada fekal koliform miktarı 10/100 ml. olmalıdır. Diğer su ürünlerinin toplandığı yerlerde ise, fekal koliform miktarı 1000/100 ml. olmalıdır. Kabuklu hayvanlardan alınan örneklerin %75 inde, dokuda ve inter-valvular sıvılarında fekal koliform miktarı 300/100 ml. olmalıdır.) |
| - Çamur | (atıksu arıtma tesislerinde oluşan arıtma çamurları sulara verilemez.) |
| - Diğer maddeler | (tablodaki kirletici maddelerin dışındakiler, suların kullanım amacını olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olamaz.) |

**13.2. Atıksuyun Ortak Arıtma Tesislerine Deşarjında Sahip Olacağı Kirletici Parametreleri
(SU KİRLİLİĞİ KONTROL YÖNETMELİĞİ) [9]**

| <u>PARAMETRE</u> | <u>ÜST SINIR (mg/l)</u> | <u>ÜST SINIR (mg/l)</u> |
|-----------------------------------|--|--------------------------------|
| - Sıcaklık (°C) | 40 | 40 |
| - Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) | 4000 | 600 |
| - Askıda katı madde (AKM) | 500 | 350 |
| - Yağ ve gres | 250 | 50 |
| - Katran ve petrol kökenli yağlar | 50 | 10 |
| - Fenol | 20 | 10 |
| - Toplam siyanür (CN) | 10 | 10 |
| - Serbest klor (Cl) | 5 | 5 |
| - Klorür (Cl) | 10000 | - |
| - Sülfat (SO ₄) | 1000 | 1000 |
| - Toplam sülfür (S) | 2 | 2 |
| - Toplam azot (N) | - | 40 |
| - Toplam fosfor (P) | - | 10 |
| - Civa (Hg) | 0.2 | 0.2 |
| - Kadmiyum (Cd) | 2 | 2 |
| - Kurşun (Pb) | 3 | 3 |
| - Arsenik (As) | 3 | 10 |
| - Toplam krom (Cr) | 5 | 5 |
| - Bakır (Cu) | 2 | 2 |
| - Nikel (Ni) | 5 | 5 |
| - Çinko (Zn) | 10 | 10 |
| - Kalay (Sn) | 5 | 5 |
| - Gümüş (Ag) | 5 | 5 |
| - pH değeri | 6.5 - 10 | 6 - 10 |
| - Yüzey aktif maddeler | (biyolojik olarak parçalanması TSE standartlarına uygun olmayan maddelerin deşarjı yapılamaz.) | |

Not : (-) ile gösterilen parametreler, atıksu değerlendirilirken dikkate alınmaz.

**13.3. Atıksuyun Ortak Arıtma Tesislerine Deşarjında Sahip Olacağı Kirletici Parametreleri
(İSKİ ATIKSULARIN KANALİZASYON ŞEBEKELERİNE DEŞARJ YÖNETMELİĞİ)**

[3]

| <u>PARAMETRE</u> | <u>ÜST SINIR (mg/l)</u> |
|------------------------------------|--------------------------------|
| - Sıcaklık (°C) | 40 |
| - Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) | 250 |
| - Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) | 800 |
| - Askıda katı madde (AKM) | 350 |
| - Yağ ve gres | 100 |
| - Fenol | 10 |
| - Toplam siyanür (CN) | 10 |
| - Sülfat (SO ₄) | 1000 |
| - Toplam sülfür (S) | 2 |
| - Toplam azot (N) | 40 |
| - Toplam fosfor (P) | 10 |
| - Civa (Hg) | 0.2 |
| - Kadmiyum (Cd) | 2 |
| - Kurşun (Pb) | 3 |
| - Arsenik (As) | 10 |
| - Toplam krom (Cr) | 5 |
| - Bakır (Cu) | 2 |
| - Nikel (Ni) | 5 |
| - Çinko (Zn) | 5 |
| - Kalay (Sn) | 5 |
| - Gümüş (Ag) | 5 |
| - Antimon (Sb) | 3 |
| - Bor (B) | 3 |
| - pH değeri | 6 - 10 |
| - Yüzey aktif maddeler | 5 |

Not : Atıksular kanalizasyon sistemi ile İSKİ nin kurduğu tam arıtma tesislerine gidiyorsa, bu tür endüstriyel atıksularda BOİ ile KOİ<4000 mg/l parametreleri değerlendirmeye alınmaz.

13.4. Tekstil Endüstrisi Atıksularının Alıcı Ortama Boşaltılırken Sahip Olacağı Kirletici Parametreleri

(Endüstrinin olduğu yerde atıksu altyapı tesisi yoksa veya atıksuyun boşaltılacağı yerdeki su, içme, sulama veya balık üretimi amacıyla kullanılmıyor ise geçerli olan değerlerdir.) [4]

a - Açık elyaf, iplik üretimi ve terbiye tesisleri :

| <u>PARAMETRE</u> | <u>2 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre ÜST SINIR (mg/l)</u> | <u>24 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre ÜST SINIR (mg/l)</u> |
|--------------------------------------|---|--|
| - Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) | 80 | 60 |
| - Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) | 350 | 240 |
| - Yağ ve gres | 10 | - |
| - Serbest klor (Cl) | 0.3 | - |
| - Sülfür (S) | 0.1 | - |
| - Sülfid | 1 | - |
| - Amonyum azotu (NH ₄ -N) | 5 | - |
| - Toplam krom (Cr) | 2 | 1 |
| - pH değeri | 8 - 9 | 6 - 9 |
| - Balık biyodeneyi (ZSF) | 4 | 3 |

b - Dokunmuş kumaş terbiyesi ve benzeri tesisleri :

| <u>PARAMETRE</u> | <u>2 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre ÜST SINIR (mg/l)</u> | <u>24 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre ÜST SINIR (mg/l)</u> |
|--------------------------------------|---|--|
| - Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) | 90 | 70 |
| - Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) | 400 | 300 |
| - Askıda katı madde (AKM) | 140 | 100 |
| - Fenol | 1 | 0.5 |
| - Serbest klor (Cl) | 0.3 | - |
| - Sülfür (S) | 0.1 | - |
| - Sülfid | 1 | - |
| - Amonyum azotu (NH ₄ -N) | 5 | - |
| - Toplam krom (Cr) | 2 | 1 |
| - pH değeri | 6 - 9 | 6 - 9 |
| - Balık biyodeneyi (ZSF) | 4 | 3 |

c - Pamuklu tekstil ve benzeri tesisleri :

| <u>PARAMETRE</u> | <u>2 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre ÜST SINIR (mg/l)</u> | <u>24 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre ÜST SINIR (mg/l)</u> |
|--------------------------------------|---|--|
| - Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) | 90 | 60 |
| - Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) | 250 | 200 |
| - Askıda katı madde (AKM) | 160 | 120 |
| - Yağ ve gres | 10 | - |
| - Serbest klor (Cl) | 0.3 | - |
| - Sülfür (S) | 0.1 | - |
| - Sülfid | 1 | - |
| - Amonyum azotu (NH ₄ -N) | 5 | - |
| - Toplam krom (Cr) | 2 | 1 |
| - pH değeri | 6 - 9 | 6 - 9 |
| - Balık biyodenyeyi (ZSF) | 4 | 3 |

d - Yün yıkama, terbiye, dokuma ve benzeri tesisleri :

| <u>PARAMETRE</u> | <u>2 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre ÜST SINIR (mg/l)</u> | <u>24 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre ÜST SINIR (mg/l)</u> |
|--------------------------------------|---|--|
| - Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) | 200 | 100 |
| - Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) | 400 | 300 |
| - Askıda katı madde (AKM) | 400 | 300 |
| - Yağ ve gres | 200 | 100 |
| - Serbest klor (Cl) | 0.3 | - |
| - Sülfür (S) | 0.1 | - |
| - Sülfid | 1 | - |
| - Amonyum azotu (NH ₄ -N) | 5 | - |
| - Toplam krom (Cr) | 2 | 1 |
| - pH değeri | 6 - 9 | 6 - 9 |

e - Örgü kumaş terbiyesi ve benzeri tesisleri :

| <u>PARAMETRE</u> | <i>2 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre ÜST SINIR (mg/l)</i> | <i>24 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre ÜST SINIR (mg/l)</i> |
|--------------------------------------|--|---|
| - Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) | 50 | 40 |
| - Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) | 300 | 200 |
| - Yağ ve gres | 10 | - |
| - Fenol | 1 | 0.5 |
| - Serbest klor (Cl) | 0.3 | - |
| - Sülfür (S) | 0.1 | - |
| - Sülfid | 1 | - |
| - Amonyum azotu (NH ₄ -N) | 5 | - |
| - Toplam krom (Cr) | 2 | 1 |
| - pH değeri | 6 - 9 | 6 - 9 |
| - Balık biyodenyi (ZSF) | 4 | 3 |

f - Halı terbiyesi ve benzeri tesisleri :

| <u>PARAMETRE</u> | <i>2 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre ÜST SINIR (mg/l)</i> | <i>24 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre ÜST SINIR (mg/l)</i> |
|--------------------------------------|--|---|
| - Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) | 120 | 100 |
| - Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) | 300 | 200 |
| - Askıda katı madde (AKM) | 160 | 120 |
| - Yağ ve gres | 10 | - |
| - Fenol | 1 | 0.5 |
| - Serbest klor (Cl) | 0.3 | - |
| - Sülfür (S) | 0.1 | - |
| - Sülfid | 1 | - |
| - Amonyum azotu (NH ₄ -N) | 5 | - |
| - pH değeri | 6 - 9 | 6 - 9 |

g - Sentetik tekstil terbiyesi ve benzeri tesisleri :

| <u>PARAMETRE</u> | <u>2 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre ÜST SINIR (mg/l)</u> | <u>24 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre ÜST SINIR (mg/l)</u> |
|------------------------------------|---|--|
| - Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) | 100 | 80 |
| - Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) | 400 | 300 |
| - Fenol | 1 | 0.5 |
| - Sülfür (S) | 0.1 | 0.1 |
| - Çinko | 12 | 10 |
| - pH değeri | 6 - 9 | 6 - 9 |
| - Balık biyodenyeyi (ZSF) | 3 | 2 |

13.5. Çeşitli Endüstrilerde İSKİ Tarafından Uygulanan Kirleticilik Katsayıları [13]

SANAYİ DALI

KİRLETİCİLİK KATSAYISI

TEKSTİL ENDÜSTRİSİ

| | |
|-------------------|---|
| - Yapak yıkama | 3 |
| - Kasar-boya-apre | 2 |
| - Yıkama | 2 |

GIDA ENDÜSTRİSİ

| | |
|------------------------------|---|
| - Süt ve süt ürünleri | 3 |
| - Tahıl değirmenleri | 3 |
| - Konservecilik | |
| - su ürünleri konserveciliği | 3 |
| - meyve-sebze konserveciliği | 3 |
| - Katı ve sıvı yağ | 4 |
| - İçki ve meşrubat | |
| - alkollü içkiler | 2 |
| - alkosüz içkiler | 1 |

| | |
|-----------------------|---|
| - Hayvan besiciliği | 3 |
| - Şeker ve çikolata | 1 |
| - Tavuk kesimhanesi | 3 |
| - Mezbahalar | 4 |
| - Mayalama endüstrisi | 3 |

METAL ENDÜSTRİSİ

| | |
|---------------------------|---|
| - Yağ alma | 2 |
| - Emayeleme | 2 |
| - Metal son işlemler | 3 |
| - Alüminyum şekillendirme | 2 |
| - Pil ve akü | 3 |

KİMYA ENDÜSTRİSİ

| | |
|-------------------------------------|---|
| - Anorganik kimyasal madde üretimi | 4 |
| - Plastik ve sentetik elyaf üretimi | 2 |
| - Sabun üretimi | |
| - sıvı sabun | 1 |
| - sabun | 4 |
| - Kozmetik üretimi | 1 |
| - İlaç üretimi | |
| - tarım ilaçları | 7 |
| - formülasyon | 2 |
| - kimyasal sentez | 7 |

| | |
|--------------------------------------|---|
| - Boya üretimi | 4 |
| - Yapıştırıcı yalıtkan madde üretimi | 1 |
| - Matbaalar | 1 |

DİĞER ENDÜSTRİLER

| | |
|-------------------------------|---|
| - Deri endüstrisi | |
| - sepi-debagat | 7 |
| - finisaj | 4 |
| - Havagazi | 5 |
| - Araç servis istasyonları | 4 |
| - Cam üretimi | 2 |
| - Toprak ürünleri | 1 |
| - Kağıt imalatı | |
| - kullanılmış kağıttan üretim | 3 |
| - duvar kağıdı vb. üretimi | 1 |

14. TEKSTİL ENDÜSTRİSİ ATIKSULARI

14.1. Tekstil Endüstrisi Atıksularının Özellikleri :

Tekstil endüstrisi atıksuları renk olarak, genellikle gri-kahverengi renkte olmakla birlikte, boyama bölümünde kullanılan esas boyanın rengindedir. Atıksuyun biyolojik oksijen ihtiyacı(BOİ), toplam çözünmüş madde miktarı, alkanite, asidite, ve sıcaklık değerleri yüksektir. Kirlilik yoğunluğu ve arıtılacak su hacmi çok fazla olabilir. Ayrıca bazı durumlarda zehirleyici maddelerde bulunabilir.

Tekstil endüstrisinde atıksuların miktar ve kalitesini belirleyen özellikler arasında; işlenen elyafın cinsi, tekstil üretimi sırasındaki işlemler, üretimde kullanılan maddeler ve üretimin yapıldığı tesislerde uygulanan kontrollerin başarısı sayılabilir. Tekstil üretiminde işlenen elyafın cinsine ve uygulanan işlemlere göre, atıksuyun özellikleri çok değişik olabilir. Ayrıca üretimde kullanılan teknolojilerin farklılığı ve mevcut olabilecek diğer etmenler dikkate alındığında, aynı elyaf cinsini işleyen tesislerin atıksularının farklı karakterde olacağı görülür.

Pamuklu tekstil tesislerindeki işlemlerden ortaya çıkan atıksularda yağ ve gres bulunmaz ve yüne göre daha az kirletici madde içerir. Ancak sentetik tekstil tesislerinden çıkan atıksularda kirletici madde miktarı daha fazladır.

Sentetik tekstil atıksularının diğer endüstrilerden farkı, boyama işleminde kullanılan boyaların metalik iyon içermesi halinde, atıksuyun zehirli özelliğe sahip olabilmesidir. Atıksudaki zehirli madde miktarı çok olursa, biyolojik arıtma işleminin süresi uzayabilir veya işlem tamamen durdurabilir. Bu durumda, biyolojik arıtma işleminden önce ve kanalizasyon şebekesine deşarjdan önce, atıksuya kimyasal ön arıtma uygulanmalıdır. Dokunmuş kumaşın birim miktarı başına çıkan kirletici madde miktarı, işlenen elyafın cinsine göre değişir.

Tekstil endüstrisi atıksuları boyar madde olarak; boyama işleminde kullanılan sodyum hidrosülfid, sodyum klorür, asetik asit, sodyum bikromat ve benzeri maddeler ile sülfür, küp, reaktif, dispers ve diğer boya tiplerinin tüm renklerini içerir. Ayrıca bu atıksularda, tekstil endüstrisinde ıslatma ve yıkama işlemlerinde kullanılan noniyonik, anyonik ve katyonik yüzey aktif maddeleri bulunabilir. Bunların yanı sıra, tekstil ürünlerinin terbiyesinde kullanılan kimyasal maddeler de bulunabilir [4].

Tekstil endüstrisi atıksularında bulunan kimyasal maddeler; azot içeren materyallerin formaldehitkondesatları, düzeltilmiş etilenüre-formaldehit reçineleri, etilenüre-formaldehit reçineleri, melamin formaldehit reçineleri, üre formaldehit reçineleri, nişasta, polivinil asetat, polivinil alkol gibi maddelerin yanı sıra, tekstil ürünlerinin terbiyesi işlemlerinde atık olarak akrilik polimerlerin sulu çözeltileri veya dispersiyonları ile katyonik ve elyaf reaktif tiplerinde olan polietilen tipin yumuşatıcıları bulunur [4].

Terbiye işlemlerinin atıklarında ayrıca, magnezyum klorür, çinko nitrat, çinko klorür, çinko fluoborat ve diğer anorganik tuzlar şeklinde katalizörler bulunabilir. Pamuklu tekstil endüstrisi atıksularında kostik(sodyum hidroksit, NaOH) bulunur. Yine tekstil atıksularında karboksi metil selüloz, doğal mumlar, pektinler ve benzerleri gibi haşılama işlemi için kullanılan maddeler vardır [4].

14.2. Tekstil Endüstrisi Atıksularında Bulunabilen Kirletici Maddeler : [4]

Genel Kirletici Maddeler :

- Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ)
- Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)
- Askıda katı madde (AKM)
- Yüzey aktif maddeler
- Çökebilir maddeler
- Toplam çözünmüş madde
- Ağır metaller
- Yağ ve gres
- Fenol
- Siyanür
- Klor
- Sülfür
- Sülfid
- pH değeri
- Renk
- Sıcaklık
- Alkanite
- Fekal koliform

Metalik Kirletici Maddeler :

- Cıva
- Kadmiyum
- Kurşun
- Arsenik
- Krom
- Bakır
- Nikel
- Çinko
- Gümüş
- Antimon
- Talyum
- Berilyum
- Selenyum

Organik Kirletici Maddeler :

- | | | |
|------------------------|----------------------------|------------------------|
| - Asenaften | - 1,4-Diklorbenzen | - Butil benzil ftalat |
| - Akrilonitril | - 1,1-Dikloretilen | - Di-n-butil ftalat |
| - Benzen | - 2,4-Diklorfenol | - Dietilftalatt |
| - Benzidin | - 1,2-Dikloropropan | - Dimetilftala |
| - Karbontetraklorür | - 2,6-Dinitrotoluen | - 3,4-Benzofloranten |
| - Hekzaklorbenzen | - 1,2-Difenilhidrozin | - 11,12-Benzofloranten |
| - 1,2-Dikloreten | - Etilbenzenür | - Antrasen |
| - 1,1,1-Trikloreten | - Metilenklor | - Floren |
| - 1,1-Dikloreten | - Metilklorür | - Piren |
| - 2 Klornaftalen | - Klordibrom metan | - Tetrakloretilen |
| - 2,4,6-Triklorfenol | - Naftalen | - Toluen |
| - Paraklorometalkrezol | - N-nitrasodifenilamin | - Triklöretilen |
| - Kloroform | - Pentaklorofenol | - Ümilklorür |
| - 2-Klorofenol | - Fenol | |
| - 1,2-Diklorbenzen | - Bis(2 etilheksil) ftalat | |

14.3. Tekstil Endüstrisi Atıksularındaki Kirletici Maddelerin Özellikleri :

Tekstil endüstrisi atıksularında kontrol edilmesi gereken parametrelerin özellikleri ve etkileri aşağıda açıklanmıştır.

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) :

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı, atıksu içindeki biyolojik işlemlerle ayrışabilen organik maddelerin oksijen tüketiminin bir ölçüsüdür. Atıksudaki organik maddelerin tek tek ölçümü yerine, bunların biyolojik parçalanma sırasında kullandıkları oksijenin ölçülmesi daha kolaydır.

Atıksuda BOİ nin yüksek olması, ortmada çözünmüş oksijen kalmadığını yada tükenmek üzere olduğunu gösterir.

Kanalizasyon suları ve diğer organik atıksularda aerobik bozunma başladığında, organik maddeler oksijeni tüketerek bir süre sonra anaerobik bozunmanın başlamasına neden olurlar. Böylece aerobik bozunma sırasında oluşan SO_4 , NO_3 , CO_2 , H_2O gibi maddeler, anaerobik olarak bozularak H_2S , N_2 , CH_4 gibi ürünlere dönüşerek koku ve uygun olmayan durumlara yolaçarlar.

BOİ değeri, evsel atıksular için belirli limitler arasında değişim gösterir. Ancak endüstriyel atıksular için, atıksuyun geldiği sanayi türüne göre, atıksu içindeki organik maddeler hakkında yeterli bir ölçü olmaz. Bunun nedeni bazı sanayilerden gelen atıksularda biyolojik olarak parçalanamayan veya güç parçalanamayan maddeler içermesi veya biyolojik arıtmayı engelleyen bazı zehirli bileşiklerin bulunmasıdır. Özellikle endüstriyel atıksuların kanala deşarjında BOİ parametresi dikkate alınmayabilir. Örneğin Almanya'da BOİ değeri kullanılmamaktadır.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) :

Kimyasal oksijen ihtiyacı, atıksu içindeki maddelerin oksidasyonu için gereken oksijen tüketiminin bir ölçüsüdür. Atıksudaki organik ve inorganik maddelerin oksidasyonu, asidik ortamda ve gümüş katalizörü altında potasyum dikromat gibi kuvvetli bir yükseltgeyicinin indirgemesi esasına dayanır.

KOİ, BOİ ye göre çok daha kısa sürede yapıldığından büyük avantaj sağlar. Ancak KOİ, atıksu içindeki organik maddeler hakkında bilgi vermez.

Klorür iyonunun girişimini önlemek için civa sülfat kullanılırsa da bunun yanında diğer organik indirgeyici kimyasal maddeler (sülfür ve indirgenebilen metaller) girişim yaparak KOİ değerini etkiler. Bu nedenle suda, KOİ değeri BOİ değerinden her zaman büyüktür. Örneğin KOİ/BOİ oranı evsel atıksularda 1.5, tekstil endüstrisi atıksularında 2 veya daha fazla olabilir.

Askıda Katı Madde (AKM) :

Atıksu içerisinde çözünmüş halde bulunmayan maddeler, askıda katı madde olarak adlandırılır. Bu maddeler çeşitli türlerde olabilir. Askıda katı maddeler, suyun akış hızına bağlı olarak çökelmeye yol açarlar ve burada anaerobik bozunma nedeniyle kokuya sebep olabilirler. Ayrıca, sularda balıkların

solungaçlarını tıkayarak zedeler veya ölümlerine yol açar. Bu etki askıdaki katı maddelerin büyüklüğüne bağlı olarak değişir. Özellikle metalik yapıdaki katı maddelerin zararlı etki yaptığı, bazı hallerde de öldürücü olduğu bilinmektedir. Tekstil endüstrisinde askıda katı madde parametresi çok önemlidir. Çünkü üretimin her safhasında elyaf, kumaş parçası gibi maddeler suya geçerler.

Yağ ve Gres :

Yağ ve gres parametresi, atıksu içerisinde serbest veya emülsiyon halinde bulunan yağ ve gres benzeri çok çeşitli maddeleri kapsar. Bunlar evsel atıklardan, petrol türevlerinden ve diğer kaynaklardan gelebilirler. Her türlü maddenin etki sınırı birbirinden farklı olmaktadır.

Genellikle yağ ve gres benzeri maddeler, kanalizasyon şebekesine ve alıcı ortamlara zarar verirler. Yüzücü yağ ve gres, su üzerinde bir film tabakası oluşturur. Ayrıca özellikle petrol türevli yağlar çok küçük konsantrasyonda da koku oluşturabilir.

Yüzücü yağ ve gres, suya ışık ve oksijen transferini önleyerek atıksu ortamının daha çabuk bozulmasını sağlar. Canlılara ve sulara kullanılan araçlara bulaşarak kirliliğe yol açarlar. Emülsiyon halinde bulunan yağlar, balıklara zehir etkisi yapar. Bu etki daha çok balıkların solungaçlarının yağla kaplanması sonucu oluşur. Yağ ve gresin alıcı su ortamlarında dibe çökmesi durumunda, dipteki canlı hayatının ve özellikle balık yumurtalarının zarar görmesi mümkündür.

Fenol :

Atıksu içindeki fenollü bileşikler, fenol ve benzenin hidroksi türevlerinden oluşur. Değişik fenol bileşiklerinin, mikroorganizmalar üzerinde etkisi vardır. Birçok fenol türevlerinin zehirleyici etkisi, saf fenolden daha fazladır. Suda yüksek oranda fenol olması mikroorganizmaların zarar görmesine, düşük oranda olması ise klor ile birlikte klorofenolları oluşturarak suda koku ve tat problemi oluşmasına neden olur. Fenol ve fenollü bileşikler, alıcı su ortamındaki canlılara zehir etkisi yaparlar. Klorofenollar ise balığın tadını bozarak ticari değerini düşürürler.

Siyanür :

Siyanür, su canlıları için önemli bir parametredir. Sudaki siyanür belli değerlere ulaştığında mikroorganizmaları etkiler. Tekstil endüstrisinde genellikle boyama bölümü atıksularında, anilin siyahı ile boyama işleminden sonra atıksuya siyanür karışabilir.

Siyanür, aynı fenol gibi alıcı ortamlardaki mikroorganizmalar üzerinde zararlı etki yapar. Suda pH değeri düşükse, siyanür HCN gazı şeklinde sudan ayrılabilir. Bu durum canlılar için önemli olmasına rağmen, tekstil endüstrisi atıksularında böyle yüksek değerlerde siyanür bulunmaz.

Klor :

Klor mikroorganizmalarda üreme faaliyetini durdurucu ve çok büyük oranda zehirleyici etkisi vardır. Kanalizasyon şebekesinde korozyona neden olarak zarar verir. Tekstil endüstrisinde ağartma işleminde kullanılan sodyum hipoklorit maddesinden atıksuya klor karışır.

Sulfür :

Atıksu içinde çözülmüş sulfür tuzları, pH değerini düşürürler, demir ve diğer metallerle reaksiyona girerek siyah bir çökeleğe ve koku problemine yol açarlar. Alıcı su ortamındaki canlı hayatına zehir etkisi yapar. Bu etki, atıksudaki pH değeri düştükçe artar. Ayrıca kimyasal yolla çözülmüş oksijenle reaksiyona girer ve suda çözülmüş oksijen miktarını azaltır.

Tekstil endüstrisinde, sulfür parametresinin kontrol altında tutulması gerekir.

Sülfid :

Sülfid, kanalizasyon sistemlerindeki atıksularda erken bozunarak korozyona neden olur. Düşük pH değeri ve klor gibi özel önlem alınmış kanalizasyon sistemlerine verilmelidir.

Tekstil endüstrisinde özellikle boyama bölümü atıksularında sülfid bulunabilir.

Krom :

Krom doğada yaygın şekilde bulunmasına rağmen doğal sularda çok nadir bulunur. Krom tuz oluştururken çeşitli değerliklerde olabilir. En çok rastlanan krom tuzlarında krom +3 ve +4 değerlik alır.

Krom alıcı su ortamlarındaki canlı hayata zarar verir. Krom tuzlarının zararlı etkisi, suyun pH değerine, sıcaklığına ve kromun değerliğine göre değişir. Kromun zehirliliği, çözülmüş oksijen ve ortamdaki organik madde konsantrasyonuyla da ilgilidir.

Kromun fotosentez üzerinde etkisi olduğu ve su bitkileri ile planktonlara zararlı etki ettiği bilinmektedir. Diğer su canlılarına, doğrudan veya besin zincirinde birikim yoluyla etkili olurlar.

pH Değeri :

pH değeri, sudaki asitliği veya bazlığı bir ölçüsüdür. Özellikle düşük pH değerine sahip atıksular korozyona yolaçar.

Atıksuyun atıldığı alıcı ortamdaki canlı hayatı üzerinde etkilidir. pH değeri 5-9.5 arasında iken, öldürücü etkisi olmamasına rağmen mikroorganizmaların üreme için zararlıdır. Suda görülen ani pH değişimleri, şok etkisi yaparak balık ölümlerine yol açabilir. pH değeri, atıksuda bulunan diğer birçok maddenin zehirleyici etkisini artırıcı özelliğindedir.

Özellikle düşük pH değerine sahip atıksuların, özel önlemler alınmış kanalizasyon şebekelerine verilmesi gerekir.

Renk :

Atıksuyun sahip olduğu renk, atıldığı alıcı ortamı renklendirerek güneş ışığının derinlere ve alt tabakalara geçmesine ve özümleme yapmasına engel olur. Dolayısıyla alıcı ortamların oksijen kaynaklarına etki yaparak, doğal yapısının bozulmalarına yol açar. Tekstil endüstrisinde boyama bölümü sularından atıksulara renk geçer. Boyama işleminin tekniğine göre atıksudaki renk miktarı artar veya azalır. Genel olarak özel boya renkleri görünümü dışında, tekstil atıksuları gri-kahverengi görünümündedir.

14.4. Tekstil Endüstrisi Atıksularındaki Kirletici Maddeleri Giderme Yöntemleri :

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) Giderilmesi :

Tekstil endüstrisi atıksularında kimyasal oksijen ihtiyacının giderilmesi, fiziko-kimyasal yöntemler kullanılarak yapılır. İlave olarak ızgara ve degeleme havuzlarında da önemli oranda kimyasal oksijen ihtiyacı giderimi sağlanır.

Askıda Katı Madde (AKM) Giderilmesi :

Tekstil endüstrisinde özellikle boyama ünitelerinin atıksularında, askıda katı madde önemli bir parametredir. Kumaş boyama ünitelerine dokunmuş olarak gelip işlem gördüğünden, elyaf ve kumaş parçacıkları daha az bulunur. Ancak boyama üniteleri atıksularında önlem alınmasını gerektirecek kadar askıda katı madde bulunabilmektedir. Askıda katı maddeleri uzaklaştırmak için yapılacak işlemler, arıtma tesisi için büyük önem taşır. Bu amaçla, tekstil fabrikası boyama ünitelerinden gelen atıksuyun degeleme havuzuna girişinden önce kaba ızgaralar, çıkışında ise ince ızgaralar konarak askıda katı maddelerin tutulması sağlanır. Böylece kanalizasyon şebekesinin elyaf ve kumaş parçacıkları ile tıkanması önlenmiş olur. Ayrıca çökebilecek askıda katı maddelerin de giderimi önemlidir. Çünkü kanalizasyon şebekesinin fazla eğimli olmadığı yerlerde, çökeliş tıkanmalara yol açarlar.

Yağ ve Gres Giderilmesi :

Tekstil endüstrisinde özellikle yünlü tekstil fabrikalarının atıksularında, yağ ve gres önemli bir parametredir. Yünün yıkanması sonrasında ve kazan dairesinde yapılan işlemlerde dolayı ortaya çıkan yağlar, yağ kapanları kullanılarak giderilmeye çalışılmaktadır. Diğer yağ ve gres giderme yöntemleri olan flotasyon (yüzdürme), santrifüj ve seperatörün kullanılmasını gerektirecek oranda yağ ve grese tekstil endüstrisinde genellikle rastlanmaz.

Fenol Giderilmesi :

Tekstil endüstrisi atıksularında, özel önlem alınmasını gerektirecek ölçüde fenol bulunmaz. Ayrıca atıksu içindeki fenol değeri, biyolojik arıtma işlemine zarar verecek ölçüde değildir.

Sülfür ve Sülfid Giderilmesi :

Tekstil endüstrisi atıksularında sülfür ve sülfid önemli bir parametredir. Bunların giderilmesi için özel kimyasal işlemler uygulanır. Ancak tekstil atıksularında, özel işlemlere ihtiyaç duyulacak kadar yüksek oranda bulunmazlar. Özellikle alkali atıksuların nötralle olmalarıyla, içinde 0.2 mg/l sülfür bulunması durumunda kükürt kokusu duyulur. Bu rahatsız edici bir durumdur.

Ayrıca sülfid ve sülfidin anaerobik ortamda bozunarak sülfür oluşturması, kanalizasyon şebekesine atıldıklarında atıksudan ayrıldıkları takdirde, nemli ortamlarda sülfat asidine dönüşerek korozyona yol açabilir.

Bundan dolayı sülfür ve sülfid, dengeleme havuzunda diğer kimyasal maddeler ile birlikte havalandırılarak sülfat veya kükürte yükseltgenir. Ağartma yapılan tekstil ünitelerinden gelen atıksularda, klor ile yapılan yükseltgenme hem ortamdaki sülfür ve sülfidin, hem de klorun giderilmesini sağlar.

Krom Giderilmesi :

Tekstil endüstrisi boyama ünitelerinde az da olsa kullanılan kromat boyalarının giderilmesi, kromun +4 değerliğinden, +3 değerlikli bileşiklerine indirgenmesiyle yapılır.

Böyle atıksuların kanalizasyon şebekesine verilmeden önce, bir krom idirgeme ünitesinden geçirilerek kromatın +3 değerlikli kroma indirgenmesi tavsiye edilir.

Amonyum Azotu Giderilmesi :

Tekstil endüstrisi atıksularında önemli oranda amonyum azotu bulunmaz. Amonyum azotu, arıtma tesisinde dengeleme, havalandırma veya diğer benzer işlemler uygulanarak giderilmesi mümkün değildir. Yalnız havalandırma ile çok az oranda nitrat ve nitrite dönüşebilir.

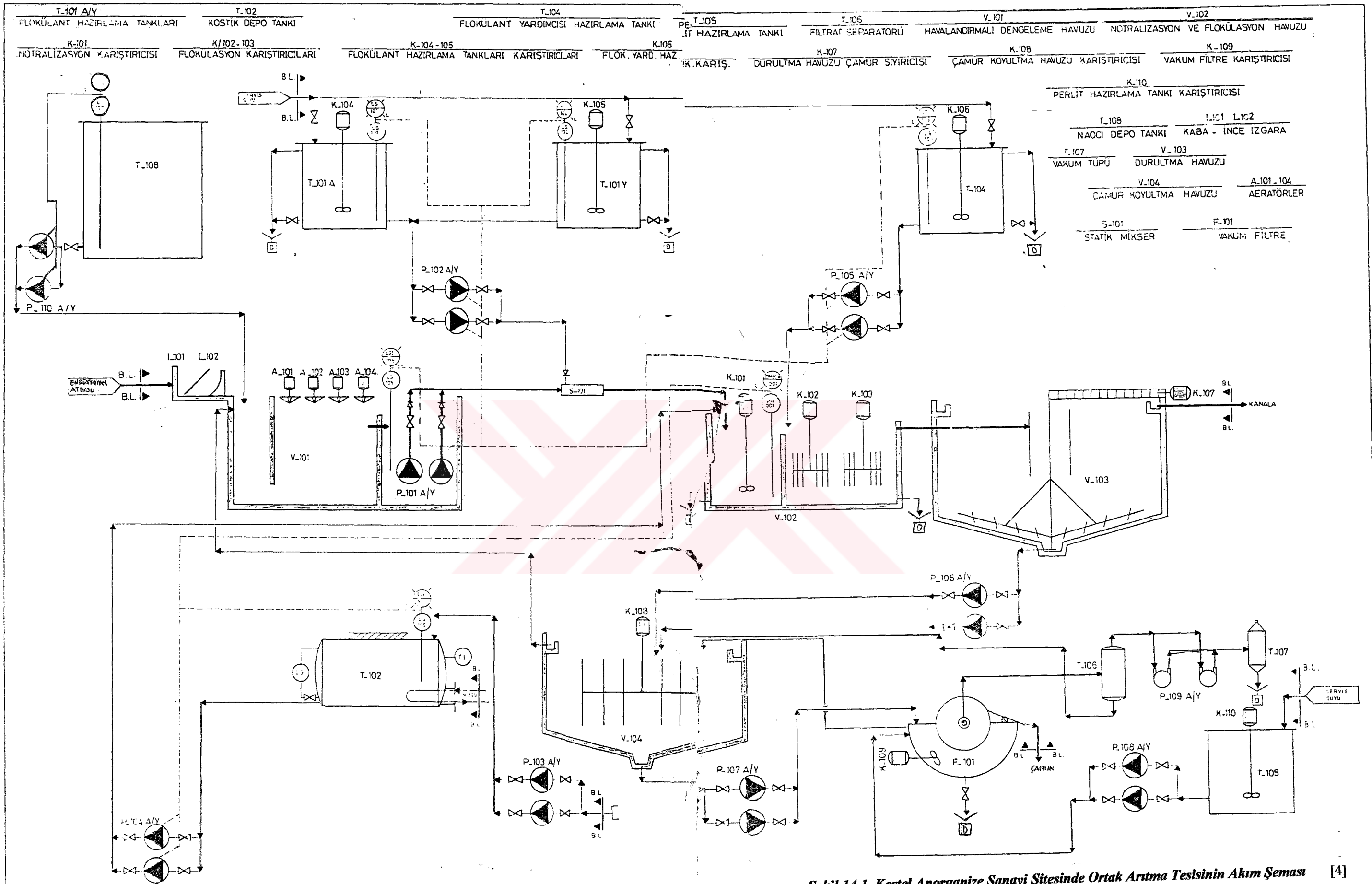
pH Giderilmesi :

Tekstil endüstrisi atıksularında genellikle görülen tipik bir parametredir. Bu pH değerinin belli değerlere getirilmesi için nötralizasyon işlemi yapılır.

Nötralizasyon işlemi 2 kademe yapılmaktadır.

- Birinci kademe atıksular, bir dengeleme havuzunda toplanarak homojen özelliğe getirilir.
- İkinci kademe ise dengeleme havuzu sonrası nötralizasyon işlemi yapılmaktadır. Böylece işlem için daha az kimyasal madde tüketimi olacaktır.

Ancak nötralizasyon işlemi sonrası, atıksu içindeki askıda katı maddelerin çökelme yeteneği artar. Bu nedenle nötralizasyon işlemi, dengeleme işleminden sonra yapılarak dengeleme havuzunda çökelmelere anaerobik bozunmalara engel olunur.



Şekil 14.1. Kestel Anorganize Sanayi Sitesinde Ortak Arıtma Tesisinin Akım Şeması [4]

| | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------|---|---------------------------|--------------------------|
| P.101 A/Y ATIKSU TERFİ POMPALARI | P.102 A/Y FLOKÜLANT DOZAJ POMP. | P.103 A/Y KİMYASAL TRANS. POMP. | P.104 A/Y KİMYASAL BESLEME POMP. | P.105 A/Y FLOKÜLANT YARD. DOZAJ POMP. | P.106 A/Y ÇAMUR POMP. | P.107 A/Y VAKUM FİLTRE BESLEME POMP. | P.108 A/Y PERLİT POMP. | P.109 A/Y VAKUM POMP. |
| P.110 A/Y KİMYASAL DOZAJ POMPAŞI | | | | | | | | |

| DEĞİŞME NO | AÇIKLAMALAR | TARİH | İMZA |
|------------------------------------|-------------|-------|-------------------|
| HAZIRLAYAN | | | |
| ÇİZEN | | | |
| KONTROL | | | |
| ÖLÇER | | | |
| ORTAK ARITMA TESİSİ AKIM ŞEMASI | | | RESİM NO A.101 |

15. ALTINYILDIZ MENSUCAT VE KONFEKSİYON FABRİKALARI A.Ş. NİN ATIKSU ARITMA TESİSİNİN İNCELENMESİ

15.1. Fabrikayla İlgili Genel Bilgiler :

Altinyıldız Mensucat Fabrikası A.Ş., 26 Ocak 1952 tarihinde kurularak, 1 Eylül 1953 tarihinde fiili üretime başlamıştır.

Eyüp'te kurulu bulunan o zamanki fabrika binasında, 4.800 kamgarn iği, 2.400 strayhgarn iği , 35 dokuma tezgahı ve boya apre üniteleri bulunmakta idi. Kaliteye gösterilen özen sayesinde, Altinyıldız kumaşları Türkiye'nin en çok beğenilen kumaşları haline gelmiş ve 1956 yılından itibaren yurt dışına ihraç edilmeye başlanmıştır. Artan talebi karşılamak amacıyla 1956 yılında, dokuma tezgahı sayısı 60 adete çıkarılmıştır. Ayrıca Türkiye'nin üreticisi olduğu tiftiği işlemek için 2.280 iğlik tiftik ünitesi üretime sokulmuştur.

Fabrika bünyesinde üretilen kaliteli Altinyıldız kumaşları; 1971 yılında kurulan konfeksiyon ünitesine hazır giysi haline getirilerek, Beymen markası altında piyasaya sunulmaktadır.

1970 yılında mensucat fabrikası yeni tesislerinin inşasına başlandı. Altinyıldız, 1977 yılından itibaren, Bakırköy Yenibosna Köyaltı mevkiindeki modern tesislerinde tüm üniteleri ile faaliyetini sürdürmektedir.

Altinyıldız Mensucat Fabrikası içerisinde;

- 1.200 adet yüksek çekimli(super draft) kamgarn iği
- 1.296 adet tiftik(moher) iği
- 18.056 adet normal kamgarn iği
- 200 adet yarı kamgarn(semi worsted) iği
- 1.338 adet strayhgarn iği
- 100 adet mekiksiz toplam 172 adet dokuma tezgahı
- elyaf, tops, vigüre, iplik ve kumaş, boyama, apreleme üniteleri bulunmaktadır.

Tesislerin toplam kullanım alanı 78.128 m² dir. Fabrika bünyesinde, 70 mühendis ve üst düzey yöneticisi olmak üzere toplam 1.750 eleman çalışmaktadır.

6.000.000 m/yıl kumaş ve 3.000 ton/yıl iplik üretimi yapabilecek kapasiteye sahip olan Altinyıldız, kirli yapağıdan başlayarak kumaş ve hazır giysiye uzanan üretimiyle, yünlü sanayiinde dünyanın önde gelen entegre üretim tesislerinden birisidir.

15.2. Fabrikanın Üretim Bölümleri :

Yıkama Bölümü :

Fabrikaya hammadde olarak gelen kirli yapak, yani merinos yünü veya tiftik, yıkanmadan önce elyaf durumlarına göre sınıflandırılır. Bu işlemden sonra, yapak veya tiftik elyaflarının üzerindeki arzu edilmeyen kir, ter, yağ gibi yabancı maddeler yıkama yapılarak ayrıştırılır. Daha sonra, tops yapılmak üzere ilgili bölüme gönderilir.

Tops Bölümü :

- Birinci tarama kısmı :

Bu kısımda, yıkanarak gelen yapak, taraklardan geçirilerek açılır, temizlenir ve bant haline getirilir. Çekme işlemleri ile taramaya hazırlanır. Elyaf, tarama makinalarında taranır. Böylece elyaf bandı düzgünleşerek, tops haline getirilir. Gerektiği taktirde boyama bölümünde boyanabilir. Birinci tarama hattının kapasitesi 4.500 kg/gün dür.

- İkinci tarama kısmı :

Bu kısımda, boyanmış tops veya dışarıdan alınan polyester karışım yapılarak, çekme makinalarında taramaya hazırlanır, tarama makinalarında taranır. Daha sonra çekme makinalarında tekrar çekilerek iplik üretimine hazır hale getirilir. İkinci tarama hattının kapasitesi 6.500 kg/gün dür.

Kamgarn İplik Bölümü :

Tops halinde bu bölüme gelen mal, çekilerek inceltme işlemine tabi tutulur. Daha sonra fitil halie dönüştürülen malzeme, iplik makinalarında eğrilmek suretiyle iplik haline getirilir. Üretilen bu iplik, bobinlenerek katlanır. Büküm makinasında bükülerek buharlanır ve dokuma işleminde kullanılmak amacıyla iplik haline getirilir. Kamgarn iplik bölümü 18.056 iğ kapasitelidir.

İngiliz Kamgarn İplik Bölümü :

- Tops yapımı kısmı :

Yıkanmış olarak gelen tiftik, taraklardan geçirilerek açılır. Çekme işleminden geçirilerek taramaya hazırlanır ve taranır. Daha sonra tekrar çekilerek tops haline getirilir. İnce ve daha üstün kalitede yün iplik yapmak amacıyla, birinci taraması tops bölümünde yapılmış olan yün, İngiliz Kamgarn bölümünde tekrar çekilir ve tarama işlemine hazırlanır. Tarama işlemine tabi tutulan yün, iplik yapmaya hazır hale getirilir.

- İplik yapımı kısmı :

Tops halinde bu kısma gelen yün veya tiftik, çekilerek inceltir ve fitil haline getirilir. Bu fitiller, flayer adı verilen 1.496 iğ ve 200-300 kg/gün kapasiteli veya uniflex adı verilen 1.200 iği ve 250-400 kg/gün kapasiteli iplik makinalarında eğrilerek iplik üretimi yapılır. Burada üretilen iplikler, normal kamgarn iplik bölümünde bobinlenerek dokumaya hazır iplik haline getirilir.

Strayhgarn İplik Bölümü :

Bu bölümde strayhgarn adı verilen özel tip ipliklerin üretimi yapılır. Yün, tiftik, orlon, nylon, polyester, kemling gibi çok değişik elyaflar, taranarak açılır. Daha sonra temizlenerek tarak makinasında fitil haline getirilir. Fitiller 800 iğ ve 1.200 kg/gün kapasiteli iplik makinalarında çok az inceltirilerek iplik haline getirilir.

Dokuma Bölümü :

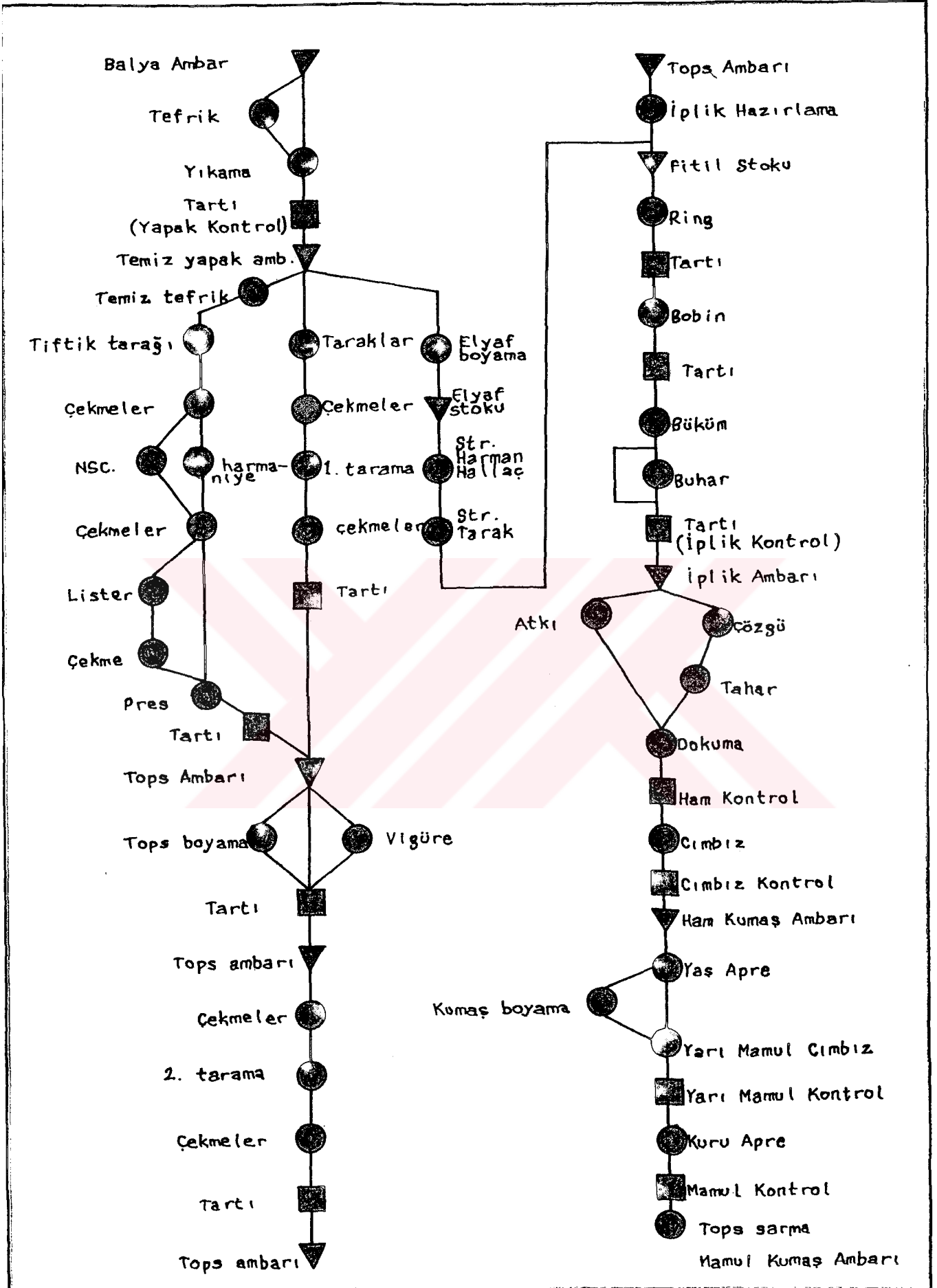
İplik bölümünden gelen ipliklerin bir bölümü, yapılmak istenen desene göre çözgü haline getirilir ve atkı yapılmak üzere hazırlanır. Bu iplikler, 60 adet sulzer dokuma tezgahı, 30 adet sul-ruti dokuma tezgahı, 72 adet saurer dokuma tezgahı kullanılarak dokunur ve kumaş üretimi tamamlanmış olur. Dokuma bölümü 15.000-16.000 m/gün kapasiteli olup 70.000 kg/gün iplik işlemek mümkündür.

Boyama Bölümü :

Bu bölüme yün, tiftik, polyester, orlon, nylon gibi değişik tiplerde gelen malzeme, boyama işlemine tabi tutulur. Bu malzemeler yapak, elyaf, tops, iplik, kumaş gibi değişik durumlarda iken boyanabilir.

Apreleme Bölümü :

Dokuma bölümünden gelen kumaşlar, apreleme bölümünde işlenerek müşteriye teslim edilecek biçime getirilir. Apre işlemleri, kumaşın cinsine göre değişik yöntemlerle yapılır. Apreleme bölümünün kapasitesi 20.000-25.000 kg/gün dür.



Şekil 15.1. Fabrikanın Üretim Bölümleri Temel İşlem Akış Şeması

15.3. Fabrikanın Endüstriyel Atıksuları Arıtma ve Geri Kazanma Tesisi :

Altınyıldız Mensucat ve Konfeksiyon Fabrikası, 1987 yılında 600.000.000 TL. harcama ile endüstriyel atıksuları arıtma ve geri kazanma tesisini kurmuştur.

Fabrika bünyesindeki 3 kaynaktan gönderilen atıksular, arıtma tesisinde işleme tabi tutulmaktadır.

- yün yapak yıkama bölümünden, günde 160 m³ su atılmaktadır. Bu atıksu, kimyasal yöntemlerle arıtılarak belediye kanalına verilmektedir.

- boyama bölümünden, günde 1.000 m³ su atılmaktadır. Bu atıksu, fiziko-kimyasal yöntemlerle arıtılarak belediye kanalına verilmektedir.

- apre bölümünden, günde 1.200-1.500 m³ su atılmaktadır. Bu atıksu, kimyasal yöntemlerle arıtılıp filtrasyon işlemine tabi tutulur. Bu şekilde geri kazanılan su, tekrar kullanılmak üzere temiz su tankına gönderilmektedir.

Geri kazanılabilecek atıksuyun, yapılan işlemlerle yaklaşık %75 ini geri kazanmak mümkündür. Fabrika içerisindeki 3 atıksu kaynağından gelen ortalama 2.400 m³/gün lük hacmindeki su, arıtma tesisinde arıtılır. Bunun yaklaşık olarak 1.000 m³/gün lük kısmı geri kazanılmakta, kalan kısmı ise belediye kanalına verilmektedir.

Atıksu arıtma ve geri kazanma işlemlerinde uygulanan bazı yönetmelikler vardır.

- Su arıtma işlemi için, İSKİ atıksuların kanalizasyona deşarj yönetmeliği dikkate alınır.
- Geri kazanma işlemi için, tekstil endüstrisi apreleme işlemlerinde kullanılan su kalitesi dikkate alınır.

Altınyıldız Mensucat ve Konfeksiyon Fabrikasındaki atıksu arıtma ve geri kazanma tesisinin faydalarından bazıları ise şunlardır.

- Fabrika atıksuları evlerden atılan atıksu seviyesine indirgenmekte ve çevre kirliliği önlenerek diğer kuruluşlara örnek olunmaktadır.

- Geri kazanma işlemleri yoluyla günde ortalama 1.000 m³ temiz su elde edilerek sudan tasarruf edilmektedir. Böylece yaz aylarında görülen su sıkıntısı azaltılmakta ve bölgedeki yeraltı sularının fazla kullanılarak seviyelerinin düşmesi önlenmektedir.

15.4. Atıksu Arıtma ve Geri Kazanma Ünitelerinin Çalışması :

Fabrika içerisindeki, apreleme bölümü, boyama bölümü ve yün yapak yıkama bölümü olmak üzere 3 bölümden atıksular arıtma tesisine gelmektedir.

Arıtma tesisinde 2 ayrı işlem sırası takip edilmektedir.

a - apre bölümünden gelen atıksulara uygulanan işlemler

b - boyama bölümü ve yıkama bölümünden gelen atıksulara uygulanan işlemler

15.4.1. Apre Atıksularına Uygulanan İşlemler :

Apre bölümünden gelen atıksu, önce ızgara ve eleklerden geçirilerek, büyük partiküllerin ayrılması sağlanır. Bu su daha sonra 100 m³ büyüklüğünde bir dengeleme tankına alınır. Dengeleme tankının görevi; sıcaklık, kirlilik, pH derecesi bakımından farklı olan atıksuların tank içerisine karışarak, aynı özelliğe sahip olmalarını sağlamaktır. Böylece atıksuya daha sonra yapılacak olan temizleme işlemleri basitleşmiş olur. Atıksu, dengeleme tankından borularla hızlı karıştırma havuzuna iletilir.

Hızlı karıştırma havuzu 1.2 m. çapında, 1 m. derinliğinde dairesel bir havuz olup, karıştırıcının hızı 1200 d/d dır. Burada suya, pH derecesini kontrol altında tutmak amacıyla NaOH verilir ve suyun alkali duruma geçmesi sağlanır. Aynı anda, Al₂(SO₄)₃ verilerek, flok adı verilen maddelerin oluşumu temin edilir. Flokların yoğunluğunu arttırmak için suya polielektrolit katılır. Su karıştırıcıda yaklaşık 1 dakika işleme tabi tutulur.

Daha sonra, hemen yanda bulunan yavaş karıştırma havuzuna giren su, düşük hızda karıştırılır. Böylece flokların yumak şeklini alarak hacimlerinin artması sağlanır. Yavaş karıştırma havuzu (4.5x2.2x2.0) m. boyutlarında dikdörtgen biçimli bir havuzdur. Yavaş karıştırıcı, düşey milli ve paletli tip olup, 3-6 d/d hızla çalışmaktadır. Bu yavaş karıştırıcıdan 2 adet bulunmaktadır.

Yavaş karıştırma işleminden çıkan su çökeltme havuzuna alınır. Bu havuz 7.8 m. çapında, 6.25 m. derinliğinde ve 166 m³ hacminde olup, alt kısmı konik olarak yapılmıştır.

Çökeltme havuzuna giren su 4.5 saat bekletilir. Yoğunlukları sudan büyük olan floklar ve diğer yabancı maddeler, çökeltme havuzunun dibindeki konik kısımda birikir. Bu çamur tabakası, bitişikte bulunan çamur haznesine alınır. Buradan çamur pompaları yardımı ile çamur yoğunlaştırıcıya gelir.

Çamur pompaları düşey milli tip seçilmiştir ve biri yedek olmak üzere 2 adet bulunmaktadır.

Çamur yoğunlaştırıcı, 4.85 m. çapında ve 2.55 m. derinliğinde bir havuzdur. Burada yaklaşık 2-3 saat bekleyen çamur çözeltisi, biraz daha derişik hale gelir. Havuzun altından alınan bu çamur çözeltisi, çamur kurutma yataklarına gönderilir. Güneş etkisi ile su buharlaşır ve çamur kuru hale gelir. Bu çamur daha sonra işçiler tarafından kamyonu yüklenerek şehir çöplüğüne atılır.

10 adet olan çamur kurutma yatakları, 4 m.eninde, 20 m. boyunda ve 1 m. derinliğinde olup, alt kısmı koniktir.

Çökeltme havuzundan belli süre bekleyen su, havuzun üstündeki savaklardan alınarak bir boru yardımı ile kum filtre havuzuna gönderilir. 2 adet kum filtre havuzu, seri olarak çalışmaktadır. Kum filtre havuzu, 2 m. eninde, 3 m. boyunda ve 6 m. derinliğindedir. Kum filtre havuzu, 8 saatte bir yapılan ters yıkama işlemi ile temizlenir. Ters yıkama işlemi,, yatay milli santrifüj tip bir pompa yardımı ile olmaktadır. Her kum filtresi için 1 adet pompa bulunur.

Kum filtresinden çıkarak arıtma işlemi tamamlanan su, 75 m³ lük temiz su tankına gönderilir. Buradan, yatay milli santrifüj tip bir temiz su pompası yardımı ile, ana temiz su deposuna basılır.

Ana temiz su deposu, 9.5 m. yükseklikte ve 1.000 m³ kapasiteli dikey silindirik bir su tankıdır.

15.4.2. Yıkama Ve Boyama Atıksularına Uygulanan İşlemler :

Yün yapak yıkama bölümü ve boyama bölümünden gelen atıksular, önce ızgara ve eleklerden geçirilerek büyük partiküllerin ayrılması sağlanır. Daha sonra ayrı ayrı dengeleme havuzlarına alınır. Yün yapak yıkama atıksuyu dengeleme havuzu 60 m³ , boyama atıksuyu dengeleme havuzu 130 m³ tür.

Yıkama atıksuyu, dengeleme havuzundan düşey milli bir pompa ile hızlı karıştırma havuzuna gönderilir. Pompaların biri yedek olmak üzere 2 adet pompa bulunmaktadır.

Hızlı karıştırma havuzu 1 m. çapında, 1.1 m. derinliğinde dairesel bir havuz olup, karıştırıcının hızı 1200 d/d dir. Hızlı karıştırma işlemi sırasında, suya H₂SO₄ katılır. Böylece suyun pH derecesi 2-2.5 civarına düşürülür. Asit cracking adı da verilen bu işlem sayesinde, su ile yağ ayrışır ve yağ tanecikleri parçalanır.

Su daha sonra, hemen yanda bulunan yıkama atıksuyu ön reaksiyon havuzuna girer. Bu havuz, 4.4 m. çapında, 3.5 m. derinliğinde ve alt kısmı konik yapılmış bir havuzdur. Yağ ve çamur, flokları oluşturarak havuz dibine birikir. Bu çamur tabakası alttan alınarak çamur haznesine gönderilir.

Ön reaksiyon havuzunun üstündeki savaklardan alınan yıkama atıksuyu, boyama atıksuyu dengeleme havuzundan düşey milli santrifüj tip bir pompa yardımı ile gelen boyama atıksuyu ile birleşerek hızlı karıştırma havuzuna girerler.

Pompaların biri yedek olmak üzere 2 adet pompa bulunmaktadır. Havuza girişten hemen önce, 1 birim yıkama atıksuyunu 3 birim boyama atıksuyu ile karıştıran bir düzenek vardır.

Hızlı karıştırma havuzu 1.2 m. çapında, 1 m. derinliğinde dairesel bir havuz olup, karıştırıcının hızı 1200 d/d dir. Hızlı karıştırma sırasında suya Ca(OH)₂ katılır. Böylece suyun alkali duruma geçmesi sağlanır. Aynı anda, Al₂(SO₄)₃ verilerek, flok adı verilen maddelerin oluşumu temin edilir. Sonuçta suyun pH derecesi 7-8 arasında olur ve flok oluşumu devam eder.

Hızlı karıştırma havuzundan çıkan su, yavaş karıştırma havuzuna aktarılır. Burada su yavaş hızda karıştırılarak, flokların yumak haline gelmesi ve hacimlerinin artması sağlanır. Yavaş karıştırma havuzu (4.5x2.2x2.0) m. boyutlarında dikdörtgen biçimli bir havuzdur.

Yavaş karıştırıcı, düşey milli ve paletli tip olup, 3-6 d/d hızla çalışmaktadır. Bu yavaş karıştırıcıdan 2 adet bulunmaktadır.

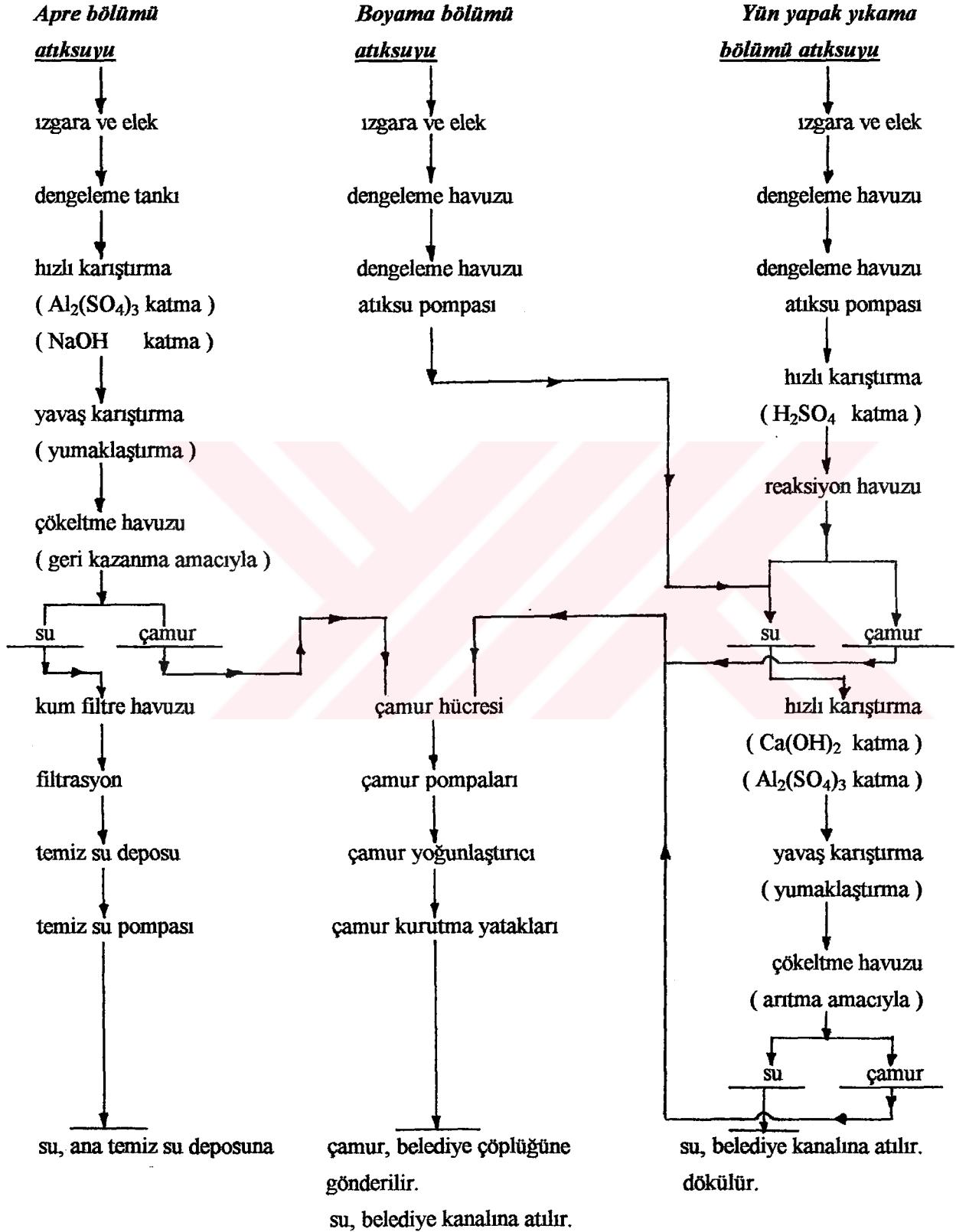
Yavaş karıştırma işleminden çıkan su çöktme havuzuna alınır. Bu havuz 7.8 m. çapında, 6.25 m. derinliğinde ve 166 m³ hacminde olup , alt kısmı konik olarak yapılmıştır.

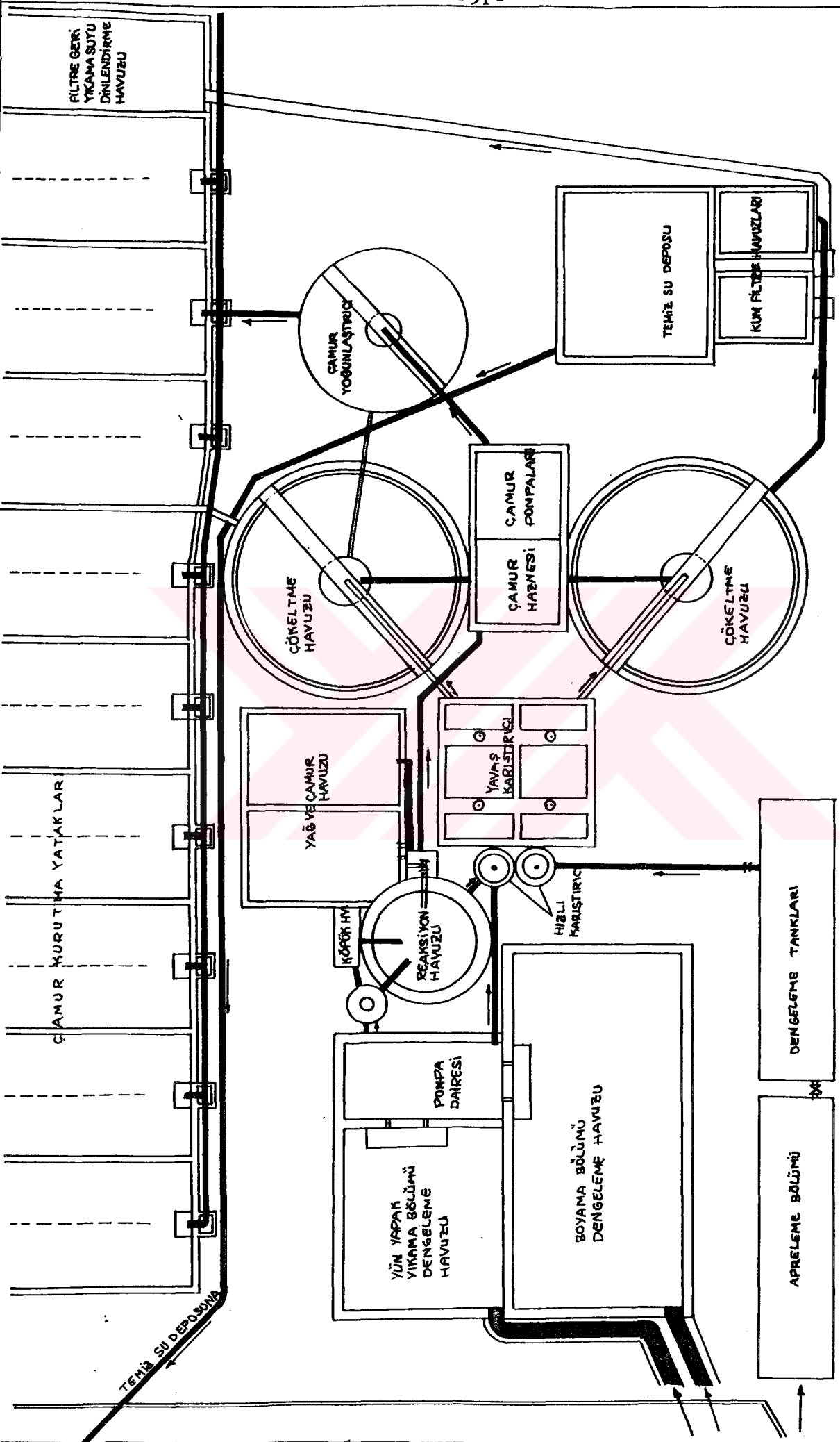
Çöktme havuzuna giren su 5 saat bekletilir. Yoğunlukları sudan büyük olan floklar ve diğer yabancı maddeler, çöktme havuzunun dibindeki konik kısımda birikir. Bu çamur tabakası alınarak, apre atıksularından gelen çamurla birleştirilir ve daha önce anlatılmış olan çamur kurutma işlemleri uygulanır.

Çöktme havuzunda belli süre bekleyen su, havuzun üstündeki savaklardan alınarak arıtma işlemi tamamlanır. Alınan bu su belediye kanalına verilir. Arıtılan bu suyun, temiz su olarak geri kazanılması istenmemektedir.



15.5. Fabrikanın Endüstriyel Atıksu Arıtma Ve Geri Kazanma Tesisleri İş Akış Şeması :





ALTINYILDIZ MENSUCAT FABRİKASI ATIKSU ARITMA VE GERİ KAZANMA TESİSLERİ GENEL YAZIYET PLANI

16. BİR TEKSTİL FABRİKASI ATIKSU ARITMA TESİSİNİN KURULMASI

16.1. Projenin Konusu ve Kapsam :

Bu projede, ANTEKS İplik Fabrikası endüstriyel atıksularının arıtılması amaçlanmıştır. ANTEKS İplik Fabrikası endüstriyel atıksu arıtma tesisinin proses akım şeması ek olarak cepte verilmiştir.

16.2. Fabrikanın Bulunduğu Yer :

ANTEKS İplik Fabrikası, üretimine halen Antalya Organize Sanayi Sitesinde devam etmektedir.

16.3. Projenin Uyacağı Yönetmelik :

Fabrikanın atıksuları, arıtma tesisinde arıtıldıktan sonra alıcı su ortamına boşaltılacaktır. Alıcı ortam deniz olup, içme ve sulama amacıyla kullanılmamakta ve balık üretimi yapılmamaktadır. Bu nedenle atıksu arıtma tesisi, 4 Eylül 1988 tarihli ve 19919 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde Tablo 10.3 te verilen pamuklu tekstil ve benzeri tesisleri için geçerli deşarj kriterlerine uygun olacak şekilde arıtma yapacaktır.

Fabrika içerisinde pamuklu tekstil kapsamının dışında değişik üretim tesisleri de olsaydı, aynı yönetmelikte verilen tablolardan en düşük değerlere sahip olan parametrelerin dikkate alınması gerekirdi. Sözü edilen tablolar, sayfa 69-72 de verilmiştir. Projede dikkate alınacak tablo ise aşağıdadır.

Tablo 10.3 : Tekstil Sanayii Pamuklu Tekstil ve Benzeri Tesisleri : [9]

| <u>PARAMETRE</u> | <i>2 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre</i> | <i>24 saatlik kompozit numune ile yapılan deney sonuçlarına göre</i> |
|--------------------------------------|---|--|
| | <u>ÜST SINIR (mg/l)</u> | <u>ÜST SINIR (mg/l)</u> |
| - Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) | 90 | 60 |
| - Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) | 250 | 200 |
| - Askıda katı madde (AKM) | 160 | 120 |
| - Yağ ve gres | 10 | - |
| - Serbest klor (Cl) | 0.3 | - |
| - Sülfür (S) | 0.1 | - |
| - Sülfid | 1 | - |
| - Amonyum azotu (NH ₄ -N) | 5 | - |
| - Toplam krom (Cr) | 2 | 1 |
| - pH değeri | 6 - 9 | 6 - 9 |
| - Balık biyodenyeyi (ZSF) | 4 | 3 |

16.4. Fabrika Atıksuyunun Sahip Olduğu Kirletici Parametreleri :

| <u>PARAMETRE</u> | <u>ÖLCÜLEN DEĞER (mg/l)</u> | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|---|---|--------------|
| - Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) | 500 | + | > | 90 |
| - Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) | 800 | + | > | 250 |
| Askıda katı madde (AKM) | 400 | + | > | 160 |
| - Yağ ve gres | 8 | | | |
| - Serbest klor (Cl) | - | | | |
| - Sülfür (S) | - | | | |
| - Sülfür | 0.5 | | | |
| - Amonyum azotu (NH ₄ -N) | 5 | | | |
| - Toplam krom (Cr) | 1 | | | |
| - pH değeri | 12.5 | + | > | 6 - 9 |
| - Balık biyodenyi (ZSF) | 3 | | | |

(+) ile işaretli parametreler, yönetmelikte verilen değerlerin üstünde olduğundan, atıksuyun alıcı ortama atılmadan önce bu kirleticilerin arıtma tesisinde, istenen değerlere uygun olarak uzaklaştırılmaları şarttır. Diğer parametreler yönetmelik değerlerine uygun olduğundan arıtma tesisi projesinde dikkate alınmayacaktır.

16.5. Fabrika Atıksuyunun Debisi :

Fabrika atıksuyu debisi, 2470 m³ kabul edilerek arıtma tesisi projesi yapılacaktır.

16.6. Atıksu Arıtma Tesisinin Çalışma Süresi :

Fabrika 3 vardiya olarak gün boyu çalıştığından, arıtma tesisi de 24 saat çalışacak şekilde yapılacaktır.

16.7. Atıksu Arıtma Tesisinin Proses Hesapları :

Farikadan arıtma tesisine gelen atıksuyun debisi : $Q = 2470 \text{ m}^3/\text{gün}$

Tesisin dizaynında kabul edilen saatlik debi : $q = 103 \text{ m}^3/\text{h}$

16.7.1. Izgara :

a - ızgara önünde bir orantılı akım savağı ile hız kontrolü yapılıyorsa :

Havuzla gelen atıksu debisi : $q = 103 \text{ m}^3/\text{h} = 28.6 \text{ l/s}$

Izgara çubuklarının boyutları : $c = 9 \text{ mm.} \times d = 50 \text{ mm.}$

Kullanılan ızgara çubuğu sayısı : $n = 7 \text{ adet}$

Izgara çubukları arasındaki serbest mesafe : $l = 20 \text{ mm.}$

Izgara çubuklarının yatayla yaptığı açı : $W = 30^\circ$

Izgara çubukları arasındaki su hızı : $v = 0.6 \text{ m/s}$

Izgaranın konulduğu yerdeki kanal genişliği : B

$$B = (n + 1) \times l + n \times c \quad [1]$$

$$B = (7 + 1) \times 20 + 7 \times 9 = 223 \text{ mm.}$$

Izgaranın konulduğu yerdeki serbest açıklık : M

$$M = (n + 1) \times l \quad [2]$$

$$M = (7 + 1) \times 20 = 160 \text{ mm.}$$

Su yüksekliği : h

$$h = q / (v \times M) \quad [3]$$

$$h = 0.02223 / (0.6 \times 0.160) = 0.232 \text{ m.}$$

Izgara çubuklarının suya dalmış uzunlukları : l_1

$$l_1 = h / \sin W \quad [4]$$

$$l_1 = 0.232 / \sin 30^\circ = 0.232 / 0.5 = 0.464 \text{ m.}$$

Izgaranın hemen önündeki hız : v_1

$$v_1 = q / h \times B \quad [5]$$

$$v_1 = 0.0286 / 0.232 \times 0.223 = 0.55 \text{ m/s}$$

Bulunan bu değer literatürde, elle temizlenen ızgaralar için 0.3-0.6 m/s, mekanik olarak temizlenen ızgaralar için 0.6-1.0 m/s dir.

b - ızgara önünde hız kontrolü yapılmıyorsa :

| | |
|--|---|
| Havuzla gelen atıksu debisi | : $q = 103 \text{ m}^3/\text{h} = 28.6 \text{ l/s}$ |
| Izgara çubuklarının boyutları | : $c = 9 \text{ mm.} \times d = 50 \text{ mm.}$ |
| Kullanılan ızgara çubuğu sayısı | : $n = 7 \text{ adet}$ |
| Izgara çubukları arasındaki serbest mesafe | : $l = 20 \text{ mm.}$ |
| Izgara çubuklarının yatayla yaptığı açı | : $W = 30^\circ$ |
| Izgara çubukları arasındaki su hızı | : $v = 0.9 \text{ m/s}$ |

Izgaranın konulduğu yerdeki kanal genişliği : B

[1] nolu denklemden;

$$B = (7 + 1) \times 20 + 7 \times 9 = 223 \text{ mm.}$$

Izgaranın konulduğu yerdeki serbest açıklık : M

[2] nolu denklemden;

$$M = (7 + 1) \times 20 = 160 \text{ mm.}$$

Izgaranın toplam kesit alanı : A_t

Izgaranın faydalı kesit alanı : A_f

$$A_t = d \times (n + 1) \times l + n \times c = d \times B \quad [6]$$

$$A_f = d \times (n + 1) \times l = d \times M \quad [7]$$

Izgaranın faydalı kesit oranı : o

$$o = A_f / A_t = (d \times M) / (d \times B) = M / B \quad [8]$$

$$o = 160 / 223 = 0.717$$

$$A_t = q / o \quad [9]$$

$$A_t = 0.0286 / 0.717 = 0.04 \text{ m}^2$$

Su yüksekliği : h

$$h = A_t / B \quad [10]$$

$$h = 0.04 / 0.223 = 0.232 \text{ m.}$$

Izgaranın hemen önündeki hız : v_1

$$v_1 = q / A_t \quad [11]$$

$$v_1 = 0.0286 / 0.04 = 0.72 \text{ m/s} > 0.55 \text{ m/s}$$

Bulunan bu değer literatürde, ızgara önünde bir orantılı akım savağı ile hız kontrolü yapılması halinde bulunan değerden küçük olmalıdır.

Yük kaybı : h_1

$$h_1 = [(v^2 - v_1^2) / 2 \times g] \times (1 / 0.7) \quad [12]$$

$$h_1 = [(0.9^2 - 0.72^2) / 2 \times 9.81] \times (1 / 0.7) = 0.021 \text{ m.}$$

16.7.2. Kum Tutucu :

Kum tutucunun 2 gözlü olarak yapılacaktır.

Atıksuyun havuzda kum tutucuda bekleme süresi, $t = 3 \text{ d.}$ olarak seçilmiştir.

Havuzda gelen atıksu debisi : $q = 103 \text{ m}^3/\text{h} = 0.0286 \text{ m}^3/\text{s}$

Kum tutucunun derinlik/genişlik oranı : $p = 1,2$

Kum tutucunun genişliği : $f = 3 \text{ m.}$

Kum miktarı kabul değeri : $K = 50 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^3$

Kum tutucu uzunluğu boyunca verilebilecek hava miktarı : $m_h = 0.15 \text{ m}^3/\text{d} \times m$

Havalandırma hacmi : V_h

$$V_h = (1 / 2) \times q \times t \quad [13]$$

$$V_h = (1 / 2) \times 0.0286 \times 3 \times 60 = 2.57 \text{ m}^3$$

Kum tutucunun derinliği : k

$$k = p \times f \quad [14]$$

$$k = 1.2 \times 3 = 3.6 \text{ m.}$$

Kum tutucunun uzunluğu : m

$$m = V_h / (f \times k) \quad [15]$$

$$m = 2.57 / (3 \times 3.6) = 0.238 \text{ m.}$$

Giriş ve çıkıştaki kayıplar göz önüne alındığında, kum tutucunun uzunluğu %15 arttırılarak,
 $m = 1.15 \times 0.238 = 0.274$ m. alınır.

Kum tutucunun hava ihtiyacı : m_i

$$m_i = m \times m_h \quad [16]$$

$$m_i = 0.238 \times 0.15 = 0.036 \text{ m}^3/\text{d}$$

Kum tutucuda tutulan kum miktarı : m_k

$$m_k = q \times K \times 86400 \quad [17]$$

$$m_k = 0.0286 \text{ m}^3/\text{s} \times 50 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 86400 \text{ s/gün} = 0.124 \text{ m}^3/\text{gün}$$

16.7.3. Atıksu Toplama Havuzu :

Havuz dikdörtgen tipte yapılacaktır.

Atıksuyun havuzda bekleme süresi, $t = 10$ saat olarak seçilmiştir.

Havuzun gelen atıksu debisi : $q = 103 \text{ m}^3/\text{h}$

Net havuz hacmi : V

$$V = q \times t \quad [18]$$

$$V = 103 \times 10 = 1030 \text{ m}^3$$

Havuzun su derinliği : 1.6 m.

Toplam havuz derinliği : 3.8 m. olarak seçilmiştir.

Havuzun derinliği 1.6 m. alındığında, dikdörtgen tipte olan havuzun eni ve boyu bulunabilir.

Havuzun boy/en oranı 1.7 olarak seçilmiştir.

Havuzun yüzey alanı : A

$$A = V / 1.6 \quad [19]$$

$$A = 1030 \text{ m}^3 / 1.6 \text{ m.} = 643.7 \text{ m}^2$$

Havuzun boyu : $a = (643.7 \times 1.7)^{1/2} = 33.1$ m.

Havuzun eni : $b = (643.7 / 1.7)^{1/2} = 19.4$ m.

Böylece 33.4 m. boyunda, 19.4 m. eninde ve 3.8 m. derinliğinde, dikdörtgen bir havuz yapılacaktır.

16.7.4. Nötralizasyon Havuzu :

Havuz kare tipte yapılacaktır.

Atıksuyun havuzda bekleme süresi, $t = 17.5$ d. olarak seçilmiştir.

Havuzun gelen atıksu debisi : $q = 103 \text{ m}^3/\text{h}$

Net havuz hacmi : V

[18] nolu denklemden;

$$V = 103 \times 17.5 / 60 = 30.6 \text{ m}^3$$

Havuzun su derinliği : 2.5 m.

Toplam havuz derinliği : 3.0 m. olarak seçilmiştir.

Havuzun derinliği 3 m. alındığında, kare tipte olan havuzun eni ve boyu bulunabilir.

Havuzun boy/en oranı 1 olacaktır.

Havuzun yüzey alanı : A

$$A = 30.6 \text{ m}^3 / 3 \text{ m.} = 10.2 \text{ m}^2$$

Havuzun boyu : $a = (10.2 \times 1)^{1/2} = 3.19 \text{ m.}$

Havuzun eni : $b = (10.2 / 1)^{1/2} = 3.19 \text{ m.}$

Böylece 3.5 m. boyunda, 3.5 m. eninde ve 3 m. derinliğinde, kare bir havuz yapılacaktır.

16.7.5. Havalandırma Havuzu :

Havuz dikdörtgen tipte yapılacaktır.

Hesaplama yapabilmek için bazı kabullerin yapılması gerekir.

- Atıksuyun tesise girişteki BOİ konsantrasyonu : $S_1 = 500 \text{ mg/l}$
- Çamur yükü : $L_z = 0.1 \text{ kg BOİ/kg MLSS} \times \text{gün}$
- Havuzdaki mikroorganizma konsantrasyonu : $C = 4 \text{ kg MLSS/m}^3$
- Oksidasyon katsayısı : $a = 0.5 \text{ kg O}_2/\text{kg BOİ}$
- Solunum hızı katsayısı : $k_e = 0.13 \text{ kg O}_2/\text{kg MLSS} \times \text{gün}$
- Dönüşüm oranı : $Y = 0.6 \text{ kg MLSS/kg BOİ}$
- İçsel solunum katsayısı : $k_d = 0.04 \text{ gün}^{-1}$
- BOİ giderme verimi : $E = 0.90$

BOİ yükü : L_1

$$L_1 = Q \times S_1 / 1000$$

[20]

$$L_1 = 2470 \times 500 / 1000 = 1235 \text{ kg BOİ/gün}$$

Net havuz hacmi : V

$$V = L_1 / M \times L_z$$

[21]

$$V = 1235 / 4 \times 0.1 = 3088 \text{ m}^3$$

Atıksuyun havuzda bekleme süresi : t

$$t = V / Q$$

[22]

$$t = 3088 / 2470 = 1.25 \text{ gün}$$

Oksijen ihtiyacı : RO_2

$$RO_2 = (a \times E \times L_1) + (k_e \times M \times V)$$

[23]

$$RO_2 = (0.5 \times 0.9 \times 1235) + (0.13 \times 4 \times 3088) = 2161.3 \text{ kg O}_2/\text{gün} = 90 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

Kullanılan yüzeysel havalandırıcı(aeratör) ün oksijen verimi : $1.5 \text{ kg O}_2/\text{kWh}$

Gerekli aeratör gücü : AG

$$AG = RO_2 / 1.5 \quad [24]$$

$$AG = (90 \text{ kg } O_2/h) / (1.5 \text{ kg } O_2/kWh) = 60 \text{ kW}$$

Bu gücü sağlamak için 4 adet 15 kW lık aeratör kullanılması öngörülmüştür.

Fazla çamur miktarı : P_z

$$P_z = (Y \times E \times L_1) - (k_d \times M \times V) \quad [25]$$

$$P_z = (0.6 \times 0.9 \times 1235) - (0.04 \times 4 \times 3088) = 173 \text{ kg MLSS/gün}$$

Fazla çamur içinde %1 oranında katı madde bulunduğu kabul edilmiştir.

Fazla çamur debisi : Q_ζ

$$Q_\zeta = P_z / 0.01 \times 1000 \quad [26]$$

$$Q_\zeta = 173 / 0.01 \times 1000 = 17.3 \text{ m}^3/\text{gün}$$

Çamur yaşı : O_ζ

$$O_\zeta = M \times V / P \quad [27]$$

$$O_\zeta = 4 \times 3088 \times 173 = 71 \text{ gün}$$

Geri devirdeki çamurun katı madde konsantrasyonu, $C_\zeta = 10 \text{ kg/m}^3$ olarak kabul edilmiştir.

Geri devir debisi : Q_{gd}

$$Q_{gd} = Q \times M / (C_\zeta - M) \quad [28]$$

$$Q_{gd} = 2470 \times 4 / (10 - 4) = 1647 \text{ m}^3/\text{gün}$$

16.7.6. Durultma Havuzu :

Havuz dairesel tipte yapılacaktır.

Atıksuyun havuzda bekleme süresi, $t = 4$ saat olarak seçilmiştir.

Havuzda gelen atıksu debisi : $q = 103 \text{ m}^3/\text{h}$

Yüzey yükü : $S = 0.51 \text{ m/h}$

Net havuz hacmi : V

[18] nolu denklemden;

$$V = 103 \times 4 = 412 \text{ m}^3$$

Havuzun yüzey alanı : A

$$A = Q / S \quad [29]$$

$$A = 103 \text{ m}^3 / 0.51 \text{ m} = 201.96 \text{ m}^2$$

Havuzun çapı : D

$$D = (4 \times A / 3.14)^{1/2} \quad [30]$$

$$D = (4 \times 201.96 / 3.14)^{1/2} = 16 \text{ m}.$$

Su derinliği : h

$$h = V / A \quad [31]$$

$$h = 412 / 201.96 = 2 \text{ m}.$$

Böylece, 0.8 m. derinlik payı bırakarak 16 m. çapında, 2 m. derinliğinde, dairesel bir havuz yapılacaktır.

16.7.7. Çamur Yoğunlaştırma Havuzu :

Havuz dairesel tipte yapılacaktır.

Atıksuyun havuzda bekleme süresi, $t = 2.9$ gün olarak seçilmiştir.

Havuzda gelen çamur debisi : $17.3 \text{ m}^3/\text{h}$

Su derinliği : $h = 2.5 \text{ m}$.

Net havuz hacmi : V

[18] nolu denklemden;

$$V = 17.3 \times 2.9 = 50 \text{ m}^3$$

Havuzun yüzey alanı : A

$$A = V / h$$

[32]

$$A = 50 \text{ m}^3 / 2.5 \text{ m} = 20 \text{ m}^2$$

Havuzun çapı : D

[30] nolu denklemden;

$$D = (4 \times 20 / 3.14)^{1/2} = 5 \text{ m}.$$

Böylece, 0.5 m. derinlik payı bırakarak 5 m. çapında, 3 m. derinliğinde, dairesel bir havuz yapılacaktır.

16.8. Atıksu Arıtma Tesisinde Kullanılan Üniteler ve Kullanım Amaçları :

ANTEKS İPLİK FABRİKASI atıksularının arıtılması için kimyasal ve biyolojik arıtma metotları kullanılacaktır.

Atıksu arıtma tesisi şu kısımlardan oluşmaktadır.

Kaba Izgara (I-101) :

Atıksu içerisinde bulunan belli büyüklükteki katı maddeleri atıksudan uzaklaştırmak için kullanılmaktadır.

İnce Izgara (I-102) :

Atıksu içerisinde bulunan belli büyüklükteki katı maddeleri atıksudan uzaklaştırmak için kullanılmaktadır.

Atıksu Toplama Havuzu (V-101) :

Atıksuyun arıtma tesisine düzenli olarak girişini sağlayarak, tesisin ani yüklemelerden korunmasını sağlamaktadır,

Atıksu Terfi Pompası (P-101) :

Atıksu toplama havuzunda dengelenmiş olan atıksuyun nötralizasyon havuzuna iletilmesini sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.

Nötralizasyon Havuzu (V-102) :

Atıksuyun pH değerinin biyolojik arıtma için uygun değerler arasında olmasını sağlamak ve biyolojik ortamın oluşmasına yardımcı olacak besi maddelerinin atıksuya verilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Nötralizasyon Havuzu Karıştırıcısı (K-101) :

Atıksuya ilave edilen kimyasal maddelerin atıksu içerisinde homojen biçimde karışımını sağlamak için kullanılmaktadır.

Havalandırma Havuzu (V-103) :

Atıksu içerisindeki organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından parçalanarak atıksudan uzaklaştırılmaları amacıyla kullanılmaktadır. Organik maddelerin parçalanması için mikroorganizmaların ihtiyaç duyduğu oksijen, yüzeysel havalandırıcı ile havalandırma havuzuna verilmektedir.

Aeratörler (A-101 A/B/C/D) :

Havalandırma havuzunda mikroorganizmalar için gerekli oksijenin havalandırma havuzuna verilmesi için kullanılmaktadır.

Durultma Havuzu (D-101) :

Havalandırma havuzunda oluşan aktif çamur-su karışımının birbirinden ayrılmasını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.

Durultma Havuzu Çamur Sıyırıcısı (K-103) :

Durultma havuzu tabanında birikecek olan çamur tabakasının, tabandan sıyırılarak, çamur işleme ünitesine iletilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Çamur Sirkülasyon Pompaları (P-103 A/B) :

Biyolojik arıtma ünitelerinde çamur geri devir işlemini yapmak ve fazla çamuru, çamur yoğunlaştırma havuzuna iletmek amacıyla kullanılmaktadır.

Karbondioksit(CO₂) Depo Tankı (T-101) :

Atıksuyun sahip olduğu pH değerinin düşürülmesi amacıyla yapılan nötralizasyon işleminde kullanılacak sıvı karbondioksit(CO₂) nin depolanması için kullanılmaktadır.

Besi Maddesi Hazırlama Tankı (T-102) :

Havalandırma havuzundaki mikroorganizmaların gelişmesi için gerekli olan azot ve fosfor ihtiyacını karşılayan besi maddesinin, çökelti halinde hazırlanması amacıyla kullanılmaktadır.

Besi Maddesi Hazırlama Tankı Karıştırıcısı (K-102) :

Havalandırma havuzundaki mikroorganizmaların gelişmesi için gerekli olan besi maddesinin, çökelti halinde hazırlanması işleminin süresinin kısaltılması amacıyla kullanılmaktadır.

Besi Maddesi Dozaj Pompası (P-102) :

Hazırlanan besi maddesi çözeltisinin nötralizasyon havuzuna iletilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Çamur Yoğunlaştırma Havuzu (D-102) :

Biyolojik arıtma ünitelerinde oluşan fazla çamur içerisinde bulunan katı madde oranı çok düşüktür. Arıtma tesisinden uzaklaştırılacak olan çamurun fazla hacim kaplamaması için yoğunlaştırılması amacıyla kullanılmaktadır.

Çamur Yoğunlaştırma Havuzu Karıştırıcısı (K-104) :

Arıtma tesisinden uzaklaştırılacak olan çamurun, düşük devirde çalışan bu karıştırıcı kullanılarak katı madde miktarını arttırmak ve yoğunlaştırmak mümkündür.

Filtre Pres Pompası (P-104) :

Arıtma tesisinden uzaklaştırılacak olan çamurun, çamur yoğunlaştırma havuzundan filtre pres ünitesine iletilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Filtre Presi (F-101) :

Çamur yoğunlaştırma havuzundan alınan çamur içindeki su miktarını azaltıp, katı madde miktarını arttırmak suretiyle çamur keki oluşturmak amacıyla kullanılmaktadır.

pH Kontrol Cihazı :

Atıksuyun pH değerinin, istenen uygun değerler arasında olup olmadığını kontrol etmek için kullanılmaktadır.

Elektrik Panosu :

Atıksu arıtma tesisinde bulunan tüm cihaz ve ekipmanların tek bir yerden kontrol edilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

16.9. Atıksu Arıtma Tesisinin Ekipman Listesi :

- KABA IZGARA (I-101) :

| | |
|----------|---|
| Miktar | : 1 adet |
| Kapasite | : 2470 m ³ /gün |
| Tip | : çubuklu |
| Malzeme | : St 37.2, üzeri klor kauçuk boyalı |
| Aksesuar | : temizleme tırnağı, kovası ve kanal boru bağlantısı ile komple |

- İNCE IZGARA (I-102) :

| | |
|----------|---|
| Miktar | : 1 adet |
| Kapasite | : 2470 m ³ /gün |
| Tip | : otomatik temizlemeli, motorlu |
| Malzeme | : elek SS 304 |
| Aksesuar | : otomatik temizleme fırçaları ile komple |

- ATIKSU TOPLAMA HAVUZU (V-101) :

| | |
|----------------|------------------------|
| Miktar | : 1 adet |
| Kapasite (net) | : 1000 m ³ |
| İç ebatlar | : 33.4 x 19.4 x 3.8 m. |
| Tip | : kübik, yere gömülü |
| Malzeme | : betonarme B.225 |

- ATIKSU TERFİ POMPASI (P-101) :

| | |
|----------|--|
| Miktar | : 1 adet |
| Kapasite | : 103 m ³ /h |
| Basınç | : 10 m. SS |
| Tip | : dalgıç |
| Malzeme | : pik döküm |
| Aksesuar | : seviye şalteri, boru ve vana donanımı ile komple |

- NÖTRALİZASYON HAVUZU (V-102) :

| | |
|------------|---|
| Miktar | : 1 adet |
| Kapasite | : 30 m ³ |
| İç ebatlar | : 3.5 x 3.5 x 3.0 m. |
| Tip | : kübik |
| Malzeme | : betonarme B.225 |
| Aksesuar | : CO ₂ difüzörü, drenaj vanası ve boru donanımı ile komple |

- NÖTRALİZASYON HAVUZU KARIŞTIRICISI (K-101) :

| | |
|----------|---------------------------------|
| Miktar | : 1 adet |
| Tip | : türbin |
| Malzeme | : SS 304 |
| Aksesuar | : motor ve redüktörü ile komple |

- KARBONDİOKSİT (CO₂) DEPO TANKI (T-101) :

| | |
|----------|----------------------|
| Miktar | : 1 adet |
| Kapasite | : 14 m ³ |
| Malzeme | : özel |
| Yapımcı | : Karbogaz (Türkiye) |

- BESİ MADDESİ HAZIRLAMA TANKI (T-102) :

| | |
|----------|------------------------------------|
| Miktar | : 1 adet |
| Kapasite | : 1400 l. |
| Tip | : dik silindirik |
| Malzeme | : polietilen |
| Aksesuar | : vana ve boru donanımı ile komple |

- BESİ MADDESİ HAZIRLAMA TANKI KARIŞTIRICISI (K-102) :

| | |
|----------|---------------------------------|
| Miktar | : 1 adet |
| Tip | : türbin |
| Malzeme | : SS 304 |
| Aksesuar | : motor ve redüktörü ile komple |

- BESİ MADDESİ DOZAJ POMPASI (P-102) :

| | |
|---------------|--|
| Miktar | : 1 adet |
| Kapasite | : 0-18 l/h |
| Tip | : diyaframlı, R.309 We |
| Basınç | : 3 bar |
| Yapımcı firma | : SERA (Almanya) |
| Malzeme | : kafa polipropilen, diyafram EPDM |
| Aksesuar | : PVC boru ve vana donanımı ile komple |

- HAVALANDIRMA HAVUZU (V-103) :

| | |
|----------------|---|
| Miktar | : 1 adet |
| Kapasite (net) | : 3000 m ³ |
| İç ebatlar | : 16.0 x 64.0 x 3.7 m. |
| Tip | : dikdörtgen |
| Malzeme | : betonarme B.225 |
| Aksesuar | : giriş ve çıkış yapısı, boru ve vana donanımı ile komple |

- AERATÖRLER (A-101 A/B/C/D) :

| | |
|----------|---|
| Miktar | : 4 adet |
| Tip | : yüzeysel havalandırıcı |
| Güç | : 15 kW/h |
| Malzeme | : St 37.2, üzeri klor kauçuk boyalı |
| Aksesuar | : motor, redüktör, vorteks kırıcılar ile komple |

- DURULTMA HAVUZU (D-101) :

| | |
|------------------|---|
| Miktar | : 1 adet |
| Kapasite (net) | : 400 m ³ |
| Çap x Sil. yüks. | : Ø 16.0 x 2.8 m. |
| Tip | : dairesel |
| Malzeme | : betonarme B.225 |
| Aksesuar | : savak, giriş yapısı, boru ve vana donanımı ile komple |

- DURULTMA HAVUZU ÇAMUR SIYIRICISI (K-103) :

| | |
|----------|---|
| Miktar | : 1 adet |
| Tip | : yarım köprülü döner sıyrıcı |
| Malzeme | : St 37.2, üzeri klor kauçuk boyalı |
| Aksesuar | : motor, redüktör, askı çubuğu, çamur sıyrıcı pabuçlar ile komple |

- ÇAMUR SİRKÜLASYON POMPALARI (P-103 A/B) :

| | |
|----------|------------------------------------|
| Miktar | : 2 adet |
| Kapasite | : 55 m ³ /h |
| Basınç | : 7 m. SS |
| Tip | : vorteks |
| Malzeme | : pik döküm |
| Aksesuar | : vana ve boru donanımı ile komple |

- ÇAMUR YOĞUNLAŞTIRMA HAVUZU (D-102) :

| | |
|------------------|------------------------------------|
| Miktar | : 1 adet |
| Kapasite | : 50 m ³ |
| Çap x Sil. yüks. | : O 5.0 x 3.0 m. |
| Malzeme | : betonarme B.225 |
| Aksesuar | : vana ve boru donanımı ile komple |

- ÇAMUR YOĞUNLAŞTIRMA HAVUZU KARIŞTIRICISI (K-104) :

| | |
|----------|-------------------------------------|
| Miktar | : 1 adet |
| Tip | : paletli, yavaş karıştırıcı |
| Malzeme | : St 37.2, üzeri klor kauçuk boyalı |
| Aksesuar | : motor ve redüktör ile komple |

- FİLTRE PRES POMPASI (P-104) :

| | |
|----------|---|
| Miktar | : 1 adet |
| Kapasite | : 10 m ³ /h |
| Tip | : vidalı |
| Basınç | : 8 bar |
| Malzeme | : St |
| Aksesuar | : pulsasyon damperi, manometre, vana ve donanımı ile komple |

- FİLTRE PRES (F-101) :

| | |
|--------------|---|
| Miktar | : 1 adet |
| Tip | : hidrolik sıkmalı, el kumandalı, plakalı |
| Plaka ölçüsü | : 0.8 x 0.8 m. |
| Plaka adedi | : 40 adet |
| Malzeme | : pik döküm, plakalar polipropilen |
| Aksesuar | : filtre bezi, çamur tablası, su haznesi ve hidrolik sıkma ünitesi ile komple |

- pH KONTROL CİHAZI :

| | |
|----------|---|
| Miktar | : 1 adet |
| Tip | : dijital göstergeli |
| Yapımcı | : ALLDOS (Almanya) |
| Aksesuar | : PVC prob, cam elektrod, co-axiel kablo ile komple |

- ELEKTRİK PANOSU :

| | |
|---------|---|
| Miktar | : 1 adet |
| Tip | : dikey, etanj, mimik diyagramlı |
| Malzeme | : gövde DKP sac, iç aksamlar TSE li malzeme |

16.10. Atıksu Arıtma Tesisinin Çalışması :

16.10.1. Atıksu Arıtma Tesisinin Çalışma Sistematiği :

Fabrikada oluşan enüstriyel atıksular, I-101 nolu kaba ızgara ve I-102 nolu otomatik temizleme ile ince ızgaradan geçirildikten sonra, V-101 nolu atıksu toplama havuzunda biriktirilir. Buradan P-101 nolu atıksu terfi pompası ile alınan atıksular, V-102 nolu nötralizasyon havuzuna verilir. Bu havuzda karbondioksit(CO₂) ile pH ayarlaması yapılan atıksular, V-103 nolu havalandırma havuzuna gelir. Havalandırma havuzunun başına, biyolojik ortamın oluşmasına yardımcı olmak üzere P-102 nolu dozaj pompası ile besi maddesi verilir. Bu havuzda 4 adet yüzeysel aeratör(havalandırıcı) yardımı ile oksijen ihtiyacı karşılanır. Burada uygun şartlarda gelişen mikroorganizmalar, verilen oksijeni kullanarak organik maddeleri parçalar ve böylece aktif çamur oluşur. Havalandırma havuzunda oluşturulan bu aktif çamur-su karışımı, doğal akışla D-101 nolu durultma havuzuna geçer. Bu havuzda oluşturulan durgun hidrolik koşullarda, çamurları tabana çökelen sular savaklardan taşarak arıtılmış olarak deşarj edilecektir. D-101 nolu durultma havuzu tabanında biriken çamurların bir kısmı, P-103 nolu çamur sirkülasyon pompaları ile aşı çamuru olarak kullanılmak üzere V-103 nolu havalandırma havuzuna gönderilir. Geri kalan fazla çamur ise, yine P-103 nolu çamur sirkülasyon pompaları kullanılarak D-102 nolu çamur yoğunlaştırma havuzuna alınır. D-101 nolu durultma havuzundan alınan fazla çamur, %1 katı madde ve %99 su içerir. D-102 nolu çamur yoğunlaştırma havuzunda, çamurun içindeki su oranının %97 ye düşürülmesi amaçlanır. Çamur yoğunlaştırıcıdan alınan çamurlar, P-104 nolu filtre pres pompası ile filtre prese verilerek içindeki su oranının %75 e kadar düşürülmesi sağlanır. Bu şekilde oluşturulan çamur kekleri, toplanarak arıtma tesisinden uzaklaştırılır. Filtre pres süzüntü suları ve çamur yoğunlaştırma havuzu üst suları, V-101 nolu atıksu toplama havuzuna gönderilir.

16.10.2. Kimyasal Madde Depolama ve Hazırlama İşlemleri :

Karbondioksit (Kurubuz) Depolama :

Atıksu arıtma tesisinde atıksuyun pH değerini ayarlamak için nötralizasyon işleminde kullanılan kuru karbondioksitin(kurubuz) seviyesi kontrol edilir. Eksilen miktar kadar karbondioksit tanka doldurulur.

Katı karbondioksit ile çalışırken bazı güvenlik tedbirlerinin alınması gerekir. Kurubuz ile yapılacak işlerde kullanılan gereçlerin sapları, ağaçtan yapılmış olmalıdır. Kurubuz veya kurubuz ile temas halindeki madeni gereçlerle çalışan işçilerin eldiven giymesi gerekir. Kurubuz, içerisinde meydana gelecek bacinca dayanıklı şişeler ve kapaklı kapların içine konulmalıdır. Kurubuzun depolandığı yerlere güvenlik tedbiri alınmadan hiç kimse girmemelidir. Deponun içinde işçi bulunduğu anlaşılmaması için depolarda içeriden kumanda edilen zil ve kırmızı ışık bulunmalı, elektrik kesilmesi halinde kullanılmak üzere uygun bulunacak diğer haberleşme tertibatı kurulu olmalıdır.

Kimyasal Besi Maddesi Hazırlama :

Arıtma tesisindeki besi maddesi hazırlama tankının(T-102) drenaj vanasının(V-102) kapalı olduğu kontrol edilir. Servis suyu vanası(V-118) açılarak tankın yarısına kadar su doldurulur ve vana kapatılır. Ana binadaki elektrik panosundan otomatik olarak kumanda ederek, besi maddesi hazırlama tankı karıştırıcısı(K-102) çalışması sağlanır. Yaklaşık 3.5 l. besi maddesinin yavaş bir şekilde 1400 l. lik tanka dolması sağlanır. Servis suyu vanası(V-108) açılarak tankın üst seviyesine kadar su doldurulur ve vana kapatılır. Arıtma tesisinin çalışması sırasında tank kontrol edilerek, tamamen boşalmadan yeni besi maddesi çözeltisi hazırlanır. Besi maddesi iyice çözüldükçe, besi maddesi hazırlama tankı karıştırıcısı (K-102) kapatılır.

16.10.3. Atıksu Arıtma Ünitelerinin Çalışması :

Arıtma tesisinin çalışmaya başlaması için, ana binadaki elektrik panosundan otomatik olarak kumanda ederek bazı üniteler çalıştırılır. Bunlar, yüzeysel havalandırıcılar(A-101 A/B/C/D), nötralizasyon havuzu karıştırıcısı(K-101), durultma havuzu sıyrıcısı(K-103) dır. Ancak havuzlar tamamen dolmadan karıştırıcılarının çalıştırılmaması gerekir. Kimyasal besi maddesi deposu(T-101) ve hazırlama tankının(T-102) çıkış vanaları da açılmalıdır.

Arıtma tesisine atıksuyun alınmasından önce, kimyasal besi madde hazırlama tanklarının dolu olup olmadığı kontrol edilmelidir. Boş tank var ise, daha önce anlatıldığı şekilde kimyasal madde hazırlanarak tank doldurulur.

Atıksu arıtma tesisine iletilen atıksu, önce kaba ızgaradan(I-101), sonra da ince ızgaradan (I-102) geçirilerek içerisinde bulunan elyaf, kumaş parçaları, naylon, bez, kağıt gibi katı maddeler tutulur.

Kaba ızgara(I-101), çubuklu tipte olup atıksu, arasından geçerken çubuk aralığından büyük boyuttaki maddeler ızgara önünde kalır. Bu maddeler zaman zaman bir tırmıkla sıyrılarak, bitim yerine yerleştirilen tabanı delikli bir kovaya boşaltılır. Suyu süzülen katı maddeler, kova dolduğu zaman boşaltılarak arıtma tesisinden uzaklaştırılır.

İnce ızgara(I-102) otomatik temizlemeli olup, ızgara önünde biriken maddeler otomatik olarak dönen mekanik kolların ucunda bulunan fırçalar tarafından alınarak, tabanı delikli bir kovaya boşaltılır. Suyu süzülen katı maddeler, kova dolduğu zaman boşaltılarak arıtma tesisinden uzaklaştırılır.

Kaba ve ince ızgaraların temizleme aralığı, işletme şartlarında kesinleşir. Izgaraların çalışmasını engellemek için, önleri dolduğu zaman temizlenmelidir. Çalışma sırasında ızgara önünde ve kovada biriken maddelerin rahatsız edici koku ve sinek problemine yol açmaması için ızgaraların temizliğine önem verilmeli ve sık sık temizlenmelidir.

Izgaralardan geçen atıksu, atıksu toplama havuzuna(V-101) gelir. Burada 900 m³/h debi ve 0.5 atü basınç özelliğine sahip hava ile karıştırılması sağlanır. Böylece hem tesise homojen özellikte atıksu verilmesi sağlanır, hem de sülfür, sülfid, klor gibi anyonların verilen hava içindeki oksijen ile veya aralarında reaksiyon sağlayarak bu iyonlardan oluşacak koku ve anaerobik bozunmanın önüne geçilir.

Atıksu toplama havuzunda belli seviyeye ulaşan atıksu, atıksu terfi pompası(P-101) ile 103 m³/h debi sağlanacak şekilde nötralizasyon havuzuna(V-102) iletilir.

Nötralizasyon havuzuna(V-102), pH metreten kumanda alan otomatik dozaj vanası ile, karbondioksit(CO₂) depo tankından(T-101) pH değeri 7.5 oluncaya kadar CO₂ verilir. Ayrıca nötralizasyon havuzuna (V-102), besi maddesi hazırlama tankından(T-102) besi maddesi dozaj pompası(P-102) ile 10 l/h debide besi maddesi verilir. Böylece havalandırma havuzunda(V-103) biyolojik ortamın oluşması hızlandırılır. Atıksu nötralizasyon havuzundan (V-102) havalandırma havuzuna(V-103) doğal akışla geçer.

Atıksu, havalandırma havuzunda(V-103) biyolojik arıtma işlemine tabi tutulur. Burada yüzeysel aeratörler(A-101 A/B/C/D) kullanılarak havuzun havalandırılması ve atıksu içindeki organik maddelerin oksitlenmesi sağlanır. Bu işlem bakteriler yardımı ile yapılır ve oksitleme sonucu yeni bakteriler ürer.

Arıtma tesisinde kullanılan 2 karıştırıcı tipi şunlardır.

- Türbin Tipi Karıştırıcılar : Bu tip karıştırıcılar, yüksek devirde mutlaka yük altında çalıştırılmalıdır. Bunların yüksüz çalıştırılması, ancak dönme yönünün tespit etmek gibi çok kısa süreler için mümkündür.

Düşük devirde çalıştırılırken , karıştırıcı shaftında eğilme veya titreşim görülebilir. Bu durumda motor hemen durdurulur ve sebebi araştırılır. Shaft yatakları, çok sıkı olan keçeler nedeniyle ısınmış olabilir. Ancak ilk 50-100 saatlik çalışmadan sonra keçeler alışacağı için ısınma problemi ortadan kalkar.

- Gemici Tipi Karıştırıcılar : Bu tip karıştırıcılar, flanşlı bir elektrik motoru ile direkt tahrik edilir. İki arasında bulunan kaplinin demirden yapılmış burcu yatak muylusuna presle geçirilmiştir. Karıştırıcı çalıştırılmadan önce, elle çevrilerek pervane milinin salgı yapıp yapmadığı kontrol edilir. Bu iş için bir komperatör kullanılabilir. Karıştırıcı tank dolu olduğu zaman çalıştırılacak şekilde yapılmıştır. Tankı boşaltmadan önce karıştırıcının durdurulması gereklidir.

Havuz tabanında oluşan aktif çamur, sudan ayrılarak bir boru yardımı ile doğal akış şeklinde durultma havuzuna(D-101) iletilir.

Durultma havuzuna(D-101) gelen atıksu, buradaki durgun hidrolik koşullarda işlem görür.

Atıksudaki çamur durultma havuzu tabanına çökerken, artılmış su havuzun en üst seviyesindeki savaklardan taşarak arıtma tesisi dışına deşarj edilir.

Durultma havuzu(D-101) dibine çöken çamurların bir kısmı çamur sirkülasyon pompaları (P-103 A/B) ile çekilerek aşulamada kullanılmak için havalandırma havuzuna(V-103) geri verilirken, fazla olan kısmı da çamur yoğunlaştırma havuzuna iletilir.

Çamur pompaları, vidalı tip olup, çalıştırılacakları yere sabitleştirilir ve hava almayacak şekilde boru bağlantıları yapılır. Pompaya basacağı akışkan verilir, ondan sonra pompa çalıştırılır. Pompa içi boş iken kesinlikle çalıştırılmaz. Pompanın çalışma sırasında durdurulması gerekirse, önce pompa durdurulur, sonra akışanın gelişi vana ile kesilir.

Çamur yoğunlaştırma havuzuna(D-102) gelen çamur, yavaş karıştırma işlemi uygulanarak yoğunlaştırılır. Bu işlemden sonra, içinde çok miktarda biyolojik madde bulunan çamur filtre preste (F-101) süzülür. Filtre pres(F-101) yüzeyinde oluşan çamur keki, toplanarak arıtma tesisinden uzaklaştırılır.

Filtre pres(F-101)süzüntü suları ve çamur yoğunlaştırma havuzu(D-102) üst suları ise, atıksu toplama havuzuna(V-101) geri gönderilir.

Filtre pres(F-101), üzerindeki hidrolik kol vasıtasıyla 150-200 atü basınca kadar sıkıştırılır.

Pulsasyon damperi(X-101) üzerinde bulunan manometre 5-6 bar basınca ayar edilir ve vanalar (V-109 ve V-110) açılır. Filtre pres besisi pompası(P-104), bir manometreden(PIS-101) kumanda alarak çalışmaktadır. Bu manometredeki basınç ayar edilen değere gelince, filtre pres besisi pompası(P-104) otomatik olarak durur. Manometre sürekli kontrol edilerek, seviyesi minimuma geldiğinde filtre pres besisi pompası(P-104) tekrar çalıştırılır. Bu işlem bir süre devam eder. Filtre pres besisi pompası(P-104) nın çalışma aralığı çok azaldığında, yani pompa çok sık devreye girip çıkmaya başladığında, filtre pres dolmuş demektir. Bu durumda, filtre pres besisi pompası(P-104) durdurulur ve vanası(V-110) kapatılır. Daha sonra hava vanası(V-111) açılarak yaklaşık 30 dakika süresince filtre prese hava verilir ve çamurun kuruması sağlanır. Bu işlemin sonunda hava vanası(V-111) kapatılır. İçinde biriken çamur kekini toplama için, filtre pres(F-101) in hidrolik yağ vidası gevşetilir ve filtre pres açılır. Toplanan çamur keki, arıtma tesisinden uzaklaştırılır.

16.10.4. Atıksu Arıtma Tesisinde Yapılan Kontrol Çalışmaları :

Arıtma tesisinde kullanılan aeratörlerin çalışma süresi iyi tespit edilmelidir. Bu durum havuzlarda eksik veya fazla havalandırmaya neden olabilir.

Havalandırma veya durultma havuzunda, suyun üzerinde yüzen süngere benzer görünümde kurşuni renkte parçacıkların oluşması aşırı havalandırma belirtisidir. Bu parçalara dokunulduğunda hemen dağılırlar. Bu durumda, havalandırma süresi ve miktarı tecrübelerle dayanarak azaltılır.

Durultma havuzundan çıkan suyun bulanıklığı fazla ve sarımsı renkte ise, havalandırma ve durultma işleminin yetersiz olduğu düşünülür. Bunun için havalandırma havuzunda çözünmüş oksijen ölçümü yapılır. Ölçme işlemi, hemen havuz yanında vakit geçirmeden yapılır. Bekletilmiş numune ile yapılan ölçüm, gerçek değerinden daha düşük sonuç verir. Havalandırma havuzundaki oksijen konsantrasyonu 2-4 mg/l olmalıdır.

Aşırı çamur geri devrettirilmesi durumunda da, durultma havuzunda bulanıklık görülebilir. Bu durumda, çamur vanası tecrübelerle dayanarak kısılır ve daha az miktarda çamurun geri devrettirilmesi sağlanır.

Havalandırma havuzunda çökeltmeler ve koku gibi olumsuz özellikler görülürse, sirkülasyonu arttırmak için çamur vanası biraz daha açılır.

Durultma havuzunda çamur kabarması görüldüğü zaman, ilk olarak geri devir oranı düşürülür ve sistemden bir miktar çamur çekilir.

Arıtma tesisinde evsel atıksuların da arıtılması yapılıyorsa, havalandırma havuzunda başlangıçta evsel atığın kendine has sarımsak rengi, iyi işletme şartlarında giderek koyulaşarak soğan kabuğu kahverengine dönüşür. Gri renk oluşması, kötü işletme koşullarını ortaya koyar. İyi çalışma şartlarında arıtılmış su berrak, renksiz veya çok hafif sarı renklidir.

16.10.5. Atıksu Arıtma Tesisinde Yapılan Denetleme Çalışmaları :

Arıtma tesisinin çalışmasını denetlemek üzere, haftada 1 kez havalandırma havuzundan numune alarak, çamur hacim indisi(ÇHİ) nin kontrol edilmesi gerekir. ÇHİ, havalandırma ünitesinden alınan numune karışım suyunun bir mezürede çökeltmesinden sonra 1 g. aktif çamurun(AKM) kapladığı ml. cinsinden hacmidir.

ÇHİ kontrolü için, bir tapalı cam şişe ile havalandırma ünitesinden 1 l. numune alınır. Numune 1 l. lik konik mezüre aktarılır ve yaklaşık 30 dakika karıştırılmadan beklenerek çamurun çökmesi sağlanır. Bu süre sonunda mezüreden ml. olarak çamur hacmi okunur.

Yine havalandırma ünitesinden aynı şekilde 500 ml. numune alınır ve askıda katı madde(AKM) analizi yapılarak çamur konsantrasyonu belirlenir. Askıda katı madde analizi, alınan su numunesinin filtreden geçmeyen kısmınının 103 °C deki etüvde 1 saat kurutulması, desikatörde soğutulup tartılması suretiyle tespit edilir. Bu tespit yapılırken, su numunesi önce filtre edilir, daha önce sabit tartıya getirilmiş olan filtre üzerindeki kalan maddelerle birlikte 103 °C deki kurutmadan sonra tekrar tartılır. Bu 2 tartım yardımıyla askıda katı madde(AKM) konsantrasyonu tayin edilir.

Bu değer belirlendikten sonra, ml/g cinsinden ÇHİ hesaplanır. İyi çökme özelliğine sahip çamurda ÇHİ yaklaşık 40-60 ml/g arasında olmalıdır. Bu değer 150 ml/g veya daha fazla değerde ise, çamur iyi bir çökme özelliğine sahip değildir.

16.10.6. Atıksu Arıtma Tesisinde Yapılan Bakım Çalışmaları :

- **Günlük Bakım :** Arıtma tesisinin günlük bakımı sırasında, tesiste bulunan tüm tertibatlar gözden geçirilir ve bakım isteyen kısımlara müdahale edilir. Durultma ünitesinin yüzeyinde biriken pislikler temizlenir. Ayrıca kimyasal madde depoları ve hazırlama tanklarının seviyesi kontrol edilir ve azaldığı zaman tanklar doldurulur.

- **Aylık Bakım :** Arıtma tesisinin aylık bakımı sırasında, günlük bakım sırasında yapılan işlemler tekrarlanır ve aeratör redüktörlerinin yağ seviyesi kontrol edilir.

- **Yıllık Bakım :** Arıtma tesisinin yıllık bakımı sırasında, aylık bakım sırasında yapılan işlemler tekrarlanır, atıksu terfi pompaları ile çamur pompalarının bakımı yapılır ve tesisteki mekanik aksamaların boyaları yenilenir.

- **Karıştırıcıların Bakımı** : Karıştırıcıların haftalık bakımında ara yatak rulmanları greslenir. 1.000 saatlik çalışma sonunda karıştırıcılar kontrol edilir ve keçeleri değiştirilir. 20.000 saatlik çalışma sonunda ise motor bilyalı yataklarının kontrolü yapılır. Bilyalı yatakların gresi temizlenerek yeni gres konur. Bilyalı yatakların normal çalışmaması durumunda, derhal değiştirilmeleri gerekir. Bilyalar sökülürken motor pervanesine dikkat edilmeli ve o bölgedeki plastik parçalara zarar verilmemelidir.

- **Trifaze Elektrik Motorunun Bakımı** : Kullanılan elektrik motorunun şaftı elle kolayca çevrilebilmelidir. Motorun korunması için kullanılan termik şalterin çalışma amperajına ayarlanması gerekir. Motorun bilyaları yılda bir kez kontrol edilmelidir. Bunun için motoru sökmek gerekir. Motor söküldüğü zaman sargıları da temizlenebilir. Bilyalı yatakların temizlenmesi benzol ile yapılır. Yatakların kuru-ması beklendikten sonra, kaliteli ve lityum içeren bir gresle yağlaması yapılır. Yatakların gerektiğinden fazla yağlanmamalı, yatak kovanındaki şaftın ucu da greslenmelidir.

- **Redüktörlerin Bakımı** : Redüktörlerin ilk yağlanması 500 saatlik çalışma sonunda, takip eden yağlamalar ise 3.000 çalışma saati periyodunda yapılmalıdır. Kullanılma yağ, yazın 140 numara, kışın 90 numara dişli yağı olmalıdır. Yağ değişimi sırasında redüktörün, motorin ile yıkanması lazımdır.

Redüktörlerdeki yağ seviyesi ilk çalıştırmada ve her çalışma günü başında kontrol edilir. Yağda eksilme varsa, depo tapasına kadar yağ ile doldurulmalıdır. Çünkü redüktörün bütün dişli ve yatakları, tamamen yağ banyosu içindedir.

SONUÇ DEĞERLENDİRME

Endüstriyel atıksu kaynakları arasında tekstil sanayi, en önemli kaynaklardan birini oluşturur. Biyokimya alanında yapılan çalışmalar, teknolojinin ilerlemesi ve yeni malzemelerin kullanılması arıtma derecesini yükseltmiştir. Tekstil sektörü de bu gelişmelerden payını almış ve özellikle boyama, yıkama ve apreleme ünitelerinde çok değişik maddelerin kullanılmaya başlanmıştır. Bu da atıksuyun yapısının iyice kompleks hale gelmesine neden olmuştur [4].

Atıksu arıtma tesisi kurulması, sanayi kuruluşu açısından negatif bir üretilimdir. Yani arıtma tesisi için yapılacak tüm harcamalar sanayi kuruluşunda üretilen ürünün maliyetini arttırır. Bu da arıtma tesisi kurmayan diğer kuruluşlar ile arasında haksız rekabete yol açar. Bu nedenle atıksu arıtma tesislerinin kuruluşu, devlet tarafından ucuz kredi sağlanması yoluyla desteklenmelidir.

Giriş bölümünde de açıklandığı gibi, arıtma tesisi kurması gereken sanayi kuruluşlarının sadece %20 si arıtma tesisi kurmuş durumdadır. Kurulan bir çok arıtma tesisi çeşitli nedenlerle çalıştırılmamaktadır. Bunun en önemli sebebi; işletme maliyetleri, arıtma tesisinde yeterli sayıda eleman çalıştırılmaması ve ürün maliyetini düşürme amacıdır [13].

Tekstil endüstrisi atıksularında bulunan kirleticiler; biyolojik oksijen ihtiyacı(BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı(KOI), askıda katı madde(AKM), yağ ve gres, fenol, siyanür, klor, sülfür, sülfid, krom, pH değeri ve renk değişimidir. Görüldüğü gibi, tekstil atıksuyu kirletici olarak metalik, organik ve genel kirleticileri içerir [4].

Arıtma tesisi yapılırken, deşarj edilecek olan atıksuyun, sonuçta biyolojik arıtma veya derin deniz deşarjı yapacak kanalizasyon şebekesine mi, yoksa alıcı ortama direkt deşarj mı yapılacağı dikkate alınmalıdır. İlk seçenekte bir ön arıtma tesisi yapmakla yetinilirken, arıtılan atıksuyun belediyenin ortak arıtma tesislerinde ya tekrar bir biyolojik arıtmaya tabi tutulacak, ya da derin deniz deşarjı yapılacaktır. İkinci seçenekte ise atıksu sadece, işletmedeki arıtma tesisinde işlem göerek alıcı ortama boşaltılacaktır. Bu nedenle atıksu daha yüksek oranda arıtılacaktır.

Arıtma tesisinin kurulacağı işletmenin, hangi yönetmelik hükümleri ve atıksu arıtma limitlerine uygun çalışacağı iyi bilinmelidir.

İnceleme konusu olan tekstil sektöründe, atıksuya arıtmaya gereken önem verilmemektedir. Özellikle apreleme bölümünden gelen atıksuların arıtıldıktan sonra geri kazanılarak tekrar kullanılması mümkündür. İncelenen Altinyıldız Tekstil Fabrikasında günlük 2.400 m³ atıksuyun 1.000 m³ lük kısmı geri kazanılmaktadır. Bu olay, çevre kirliliği açısından olumlu bir katkı yaratmakta, üretimde kullanılan su miktarını azaltarak maliyeti düşürmekte, azalan yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına bağımlılığı azaltmaktadır. Tekstil sektörü için atıksuyun geri kazanılması çok uygun ve tavsiye edilen bir işlemdir.

Son olarak bir tekstil fabrikası alınmış ve atıksuyun sahip olduğu kirleticilerin hangi arıtma metotları kullanılarak arıtılacağı incelenmiştir. İnceleme sırasında, işletmedeki atıksu debisinin ve atıksu içindeki kirletici maddelerin tespitinin çok önemli olduğu ve proje hesaplarını doğrudan etkilediği görülmüştür.

Ele alınan atıksu karakterine göre nasıl bir arıtma tesisi kurulacağı belirlenmiştir.

Atıksu, kaba ızgara ve otomatik temizlemeli ince ızgaradan geçerek, atıksu toplama havuzunda birikmekte, buradan pompa ile nötralizasyon havuzuna alınmaktadır. Bu havuzda karbondioksit(CO₂) ile pH ayarlaması yapılan atıksu, havalandırma havuzuna alınır. Burada kimyasal besi maddesi ilave edilen atıksuda, biyolojik ortam oluşturulur. Bu havuzda 4 adet yüzeysel aeratör(havalandırıcı) yardımı ile havalandırılan atıksuda mikroorganizmalar gelişir ve verilen oksijeni kullanarak aktif çamur oluşur. Bu aktif çamur-su karışımı, durultma havuzuna alınır. İçindeki çamuru tabana çökelen sular, üst kısımdaki savaklardan alınarak arıtılmış olarak deşarj edilir. Havuz tabanına biriken çamurun bir kısmı, kullanılmak üzere havalandırma havuzuna, geri kalan fazla çamur ise çamur yoğunlaştırma havuzuna gönderilir. Burada işlem gördükten sonra %97 su içeren çamur, filtre presten geçirilir ve içindeki su %75 e düşürülür. Filtre presten alınan çamur kekleri, önce çamur kurutma yataklarına, oradan da tesis dışına uzaklaştırılır. Filtre presin süzöntü suları ve çamur yoğunlaştırma havuzu üst suları, atıksu toplama havuzuna gönderilir.

Sonuç olarak, atıksu arıtma olayı yeterli gelişmeyi sağlamamış, gereken önem verilmemiştir. Ancak toplumdaki çevre bilinci geliştikçe ve Avrupa Topluluğu ile entegrasyon çalışmaları hızlandıkça, her sanayi kuruluşunun kendi atıksularını arıtması gerekli olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1]. CURI, K., "Treatment and disposal of liquid and solid industrial wastes", first edition, 1980,
- [2]. ÇEVRETED Çevre teknolojisi uygulayıcıları derneği notları, İstanbul
- [3]. "İSKİ atıksuların kanalizasyon şebekesine deşarj yönetmeliği"
- [4]. "Kestel anorganize sanayi bölgesi atıksu arıtma tesisi etüd ve projesi", 7 Mayıs 1990, İstanbul
- [5]. MUSLU, Y., "Kullanılmış suların tasfiyesi", cilt : 1, İ.T.Ü. kütüphanesi, 1974, Gümüşsuyu
- [6]. MUSLU, Y., "Su temin ve çevre sağlığı", cilt : 2, İ.T.Ü. kütüphanesi, sayı : 1302, İ.T.Ü. matbaası, 1985, Gümüşsuyu
- [7]. ÖY, E., "Pissu arıtma tesisleri" İller bankası yayınları, yayın no : 15, 1976, Ankara
- [8]. RESMİ GAZETE, sayı : 19739, tarih : 28 Şubat 1988 "Sulara boşaltılacak atıklar için deşarj kriterleri tebliği", Ankara
- [9]. RESMİ GAZETE, sayı : 19919, 4 Eylül 1988 "Su kirliliği kontrol yönetmeliği", Ankara
- [10]. RESMİ GAZETE, sayı : 20748, 7 Ocak 1991 "Su kirliliği kontrol yönetmeliği teknik usuller tebliği", Ankara
- [11]. RESMİ GAZETE, sayı : 20748, 7 Ocak 1991 "Su kirliliği kontrol yönetmeliği numune alma ve analiz metotları tebliği", Ankara
- [12]. RESMİ GAZETE, sayı : 21509, 27 Şubat 1993 "Su kirlenmesi ile ilgili hükümler", Ankara
- [13]. SAMSUNLU, A., AKÇA, L., GERMİRLİ, F., "İ.T.Ü. 4. Endüstriyel kirlenme sempozyumu '94, Bildiriler", İ.T.Ü. inşaat fakültesi çevre mühendisliği bölümü, 26-28 Eylül 1994, İstanbul
- [14]. TMMOB Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi "Atıksu arıtma tesisleri" seminer notları 21-23 Ekim 1992, İstanbul
- [15]. TOPAÇIK, D., İ.T.Ü. inşaat fakültesi çevre mühendisliği bölümü, "Endüstriyel atıksuların ön arıtılması", İller bankası yayınları, yayın no : 42, 1987, Ankara
- [16]. TÜNAY, O., ORHAN, D., BEDERLİ, A., "Endüstriyel atıksuların ön arıtması" İstanbul sanayi odası(İSO) - Su kirlenmesi araştırmaları Türk milli komitesi(SKATMEK) teknoloji iletimi semineri no : 1, 1991, İstanbul
- [17]. YARARBAŞ, Ö., "Atıksu arıtımında Türkiye'nin genel görünümü", TMMOB inşaat mühendisleri odası, Türkiye mühendislik haberleri dergisi, sayı : 370, Şubat 1994, İstanbul

ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı : Sinan ÇETİN
Doğum Yeri ve Tarihi : Münih - ALMANYA 21/02/1969
Medeni Hali : Evli
Adresi : Ertuğrul Mh. Necati Alburz Sk. No:8/12
80700 Beşiktaş/İSTANBUL

Öğrenim Durumu :

1975 - 1980 : Beşiktaş Şair Nedim İlkokulu
1980 - 1983 : Beşiktaş Esentepe Ortaokulu
1983 - 1986 : Ortaköy Kabataş Erkek Lisesi
1987 - 1991 : Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi
Makina Mühendisliği Bölümü