

Atıksu Arıtma Tesislerinde Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri

Problems and Solution Suggestions of Wastewater Treatment Plants

^{1*}Zemzem KINIK, ²Zeynep AYKAÇ

¹ İller Bankası A.Ş. İzmir Bölge Müdürlüğü Karabağlar, 35100, İzmir, Türkiye

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Erciş Meslek Yüksekokulu İnşaat Bölümü 65080, Van, Türkiye

Geliş Tarihi: **05.04. 2021**; Kabul Edildiği Tarih: **16.05.2021**; Yayınlandığı Tarih: **28.06.2021**

Türk Hidrolik Dergisi (Tur. J. Hyd.), Cilt (Vol) : 5, Sayı (Number) : 1, Sayfa (Page) : 59-65 (2021)

e-ISSN: **2636-8382**

SLOI: <http://www.dergipark.gov.tr>

e-mail: zkinik@ilbank.gov.tr

zeynepaykac@yyu.edu.tr

*Sorumlu yazar e-mail: zkinik@ilbank.gov.tr

Özet

Günümüzde yerleşim alanları hızlı bir şekilde büyümekte ve teknoloji ile birlikte gelişmektedir. Atıksu arıtma tesislerinin kurulması da şehirleşmede önemli bir yere sahiptir. Bu tesislerin yerlerinin belirlenmesi, atıksuların çevreye olası zararlarının azaltılması ve bu tesislerde karşılaşılan problemlerin çözüme ulaştırılması şehir yaşanırılığı açısından önemli bir faktördür. Arıtma tesislerinde karşılaşılan problemlerin sebepleri incelendiğinde bu durumun bazen proje aşamasındaki hatalardan bazen de işletme hatalarından kaynaklandığı gözlenmektedir. Arıtma tesislerinin projelendirme, inşa ve işletme aşamalarında yapılan hatalar nedeniyle, bazen istenilen çıkış suyu kaliteleri elde edilememekte veya işletme maliyetleri beklenenden fazla olabilmektedir. Bundan dolayı gerek proje aşaması gerekse işletme aşamasında dikkat edilmesi gereken hususların belirlenmesi ve geliştirilmesi önemli bir konu haline gelmiştir. Bu çalışmada atıksu arıtma tesislerinde karşılaşılan problemlere değinilmiş ve yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen çözüm yöntemleri ve önerileri hakkındaki bilgiler aktarılmaya çalışılmıştır. Burada çıkarılan önerilerin bundan sonra yapılacak veya yapılmakta olan arıtma tesisleri için ön bilgi olarak kullanılması temenni edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Atıksu; Atıksu problemleri; Atıksu arıtma tesisi.

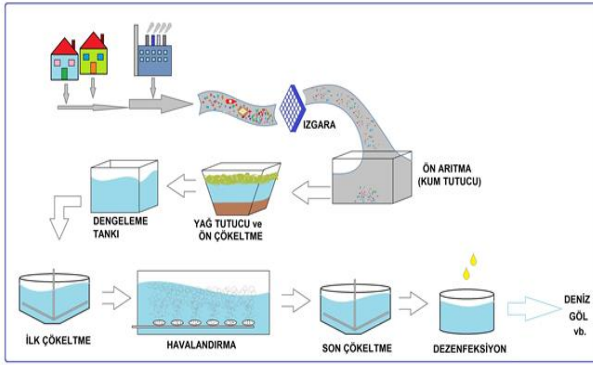
Abstract

Today, residential areas are growing rapidly and developing with technology. Establishment of wastewater treatment facilities has an important place in urbanization. Determining the location of these facilities, reducing the possible damage of wastewater to the environment and solving the problems encountered in these facilities are an important factor in terms of livability of cities. When the causes of the problems encountered in the treatment plants are examined, it is observed that this situation is sometimes caused by errors in the project phase and sometimes from operational errors. Due to the mistakes made during the project, construction and operation phases of the treatment facilities, the desired effluent qualities are sometimes not achieved or the operating costs may be higher than expected. Therefore, it has become an important issue to determine and develop the issues that need to be considered during both the project phase and the operation phase. In this study, the problems encountered in wastewater treatment plants were mentioned and information about the solution methods and suggestions obtained as a result of the researches was tried to be conveyed. It is hoped that the recommendations made here will be used as preliminary information for future treatment facilities.

Keywords: Wastewater; Wastewater problems; Wastewater treatment plant.

1. GİRİŞ (Introduction)

Evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer faaliyetler sonucunda kirlenmiş veya özellikleri kısmen veya tamamen değişmiş sular ile yerleşim bölgelerinde yüzey veya yüzey altı akışa dönüşmüş yağış sularına atıksu denir. Sınırlı su kaynakları ve artan su talepleri karşısında atık suların geri kazanılması ve yeniden kullanılması konusu, sadece yoğun kentsel alanlarda değil, kırsal alanlarda da önem kazanarak her geçen gün yaygınlaşmaktadır [1]. Arıtma tesisleri ise, fiziksel, biyolojik, kimyasal veya nükleer kirlilik bulaşmış atık suların, alıcı ortamın özelliklerini bozmayacak şekilde zararlı etkilerini tamamen veya kısmen ortadan kaldırmak için kurulan sistemlerdir. Şekil 1'de atıksu arıtma sistemi verilmiştir. Atıksular, evsel veya endüstriyel olabildiği gibi, sulamadan dönen veya yerleşim bölgelerine düştükten sonra yüzeysel ve yüzey altı akışa geçmiş sular da olabilir. Dolayısıyla bu tür sistemler, atık suyun türü, kirleticinin özellikleri, jeolojik ve topoğrafik yapı, ekonomik ve finansal olanaklar gibi faktörler göz önüne alınarak kurulmaktadır.

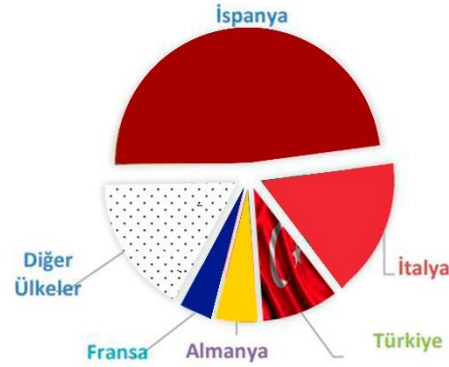


Şekil 1. Atıksu Arıtma Sistemi

Su kirliliğinin, insan başta olmak üzere tüm canlıların sağlığı ve cansız doğal ortam üzerinde direkt ve dolaylı olarak ciddi ve çoğu kez geri dönülemez olumsuz etkileri mevcuttur. İnsan nüfusunun gittikçe artması, insan habitatının ve sulamanın gittikçe daha geniş alanlara yayılması, teknolojik gelişmelere bağlı olarak ihtiyaçların çeşitlenerek artması ve enerjinin daha fazla tüketilmesi beraberinde, hava, su ve toprak kirliliğini getirmektedir [2,3]. Aynı zamanda yukarıda anılan bu durumlar gün geçtikçe su ihtiyacının artmasına neden olmaktadır. Oysa su kaynakları sınırlıdır ve yeryüzünde dağılımı konumsal ve zamansal açıdan homojen değildir [4]. Bu yüzden hâli hazırda birçok ülkede su kıtlığının yaşandığı ve birçok ülkede ise yakın gelecekte yaşanacağı belirtilmektedir [5,6]. Mevcut su kaynaklarının kirlenme riski ve küresel iklim değişikliği de göz önünde tutulduğunda durumun ciddiyetinin gün geçtikçe daha da artacağı açıktır [7]. 5. Dünya Su Forumu Raporu'na (2009) göre şu an birçok toplum kirli su kullanmaktadır [8]. Küresel boyutta konunun bu denli önem arz etmesinin ve tartışılmasının nedeni de budur.

Günümüzde su kıtlığı riskini azaltmak üzere kirlenmiş suların tekrar kullanımı ve doğayı temiz tutmak için de

suların kirliliklerden arındırılması önem kazanmıştır. Her ikisi için de arıtma sistemlerine ihtiyaç vardır. Özellikle ülkeler bazında endüstriyel atık su arıtımı ile ilgili yayınların sayısında artış olduğu gözlemlenmiş ve bu sayı 1998 yılında 120 iken 2019 yılında 895'e yükselmiştir [9]. Doğal olarak güncel literatürde konuya ilişkin sayısız çalışmaya rastlamak mümkündür [3,9]. Bu çalışmada literatürde mevcut çalışmalardan faydalanılarak atıksu arıtma tesislerinde karşılaşılan problem ve çözüm önerileri ele alınmamış, kategorize edilerek değerlendirilmiştir. Bu bağlamda mevcut çalışmalar, beş ana kategoride değerlendirilmiştir. Çalışmaların bir kısmı atıksuların çevresel etkileri üzerinde yapılmıştır [10,11]. Çalışmaların bir kısmı ise daha çok arıtma tesislerinin tasarımına yönelik yapılmıştır [12-15]. Diğer taraftan bir kısım çalışmalarda ise arıtma tesisinin fiziksel aşamasını konu edinmiştir [15-18]. Biyolojik aşaması ile ilgili olarak kaynaklarda bahsedilen bazı çalışmalar anılabılır [18,19,22]. Başka bir kaynakta ise, kimyasal arıtma veya arıtmanın kimyasal aşamasına geniş yer vermiştir [23]. Önemi binaen konu ile ilgili olarak ayrıca ulusal ve uluslararası çok sayıda akademik tez ve proje yapılmıştır.



Şekil 2. 2025 Yılı için Avrupa ülkelerinde öngörülen atıksu potansiyeli

Dünyada modern manada ilk atık su tesisi, 1842 yılında Hamburg'ta inşa edilmiştir. Bundan 12 yıl sonra 1855'de Chicago'da yapılmıştır. Tasfiye tesislerinin inşası ise 1870 yılından sonradır [18]. Arıtma tesisleri çok pahalı yatırımlardır. Arıtma tesislerinde çok pahalı sistemlerin kullanılması her zaman en iyi verimin elde edileceği anlamına gelmemektedir. Çünkü en iyi verimi elde edebilmek için işletme maliyeti optimum seviyede olmalıdır. Bundan dolayı geçen zaman içinde teknoloji ve arıtma tekniklerinde büyük gelişmeler olmuş, aynı zamanda çevreyle ilgili yeni kavramlar (konseptler) ve yeni mevzuat ve ulusal ve uluslararası standartlar geliştirilmiştir. Yakın gelecekte az enerji tüketen teknolojilere, tekrar kullanma ve geri kazanma gibi tabiattaki mekanizmaları taklit eden sistemlere ağırlık verilmesi beklenmektedir.

Atık suyun kullanımına dair Avrupa ülkeleri için 2025 yılı öngörülen potansiyel bazı parametreler kullanılarak belirlenmiş ve elde edilen verilere göre İspanya 1.213

mm³/ yıl ile en yüksek yüzdeye sahip iken, ülkemiz 234 mm³/ yıl ile üçüncü sırada yer almaktadır (Şekil 2), [24]. Hala gelişmekte olan ülkeler arasında sayılan ülkemiz aynı zamanda devasa çevresel sorunları olan bir ülke konumundadır. Su kirliliği gibi çevresel sorunlar, çarpık ve altyapısız hızlı kentleşme, göç ve benzeri sosyal problemlerin bir sonucu olarak artış göstermiştir. Ülkemizdeki hızlı nüfus artışı, hızlı sanayileşme, fosil kökenli enerji tüketimi, mevzuat ve standartlardaki eksiklik, göçler, sosyal ve politik gerginlikler bu durumun daha uzun süre yaşanacağını göstermektedir. Dolayısıyla çevre kirliliğinin yegane nedeni olarak hızlı sanayileşmenin gösterilmesinin yanlış olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, küresel boyutta bilim insanları, politikacılar, çevre örgütleri başta olmak üzere sivil toplum örgütleri, öğrenciler, kısaca yaşama dair tüm sektörlerin mensupları arasında bu denli tartışılacak kadar önemli olan atıksu arıtma tesisleri ele alınmıştır. Bu kapsamda konunun ayrıntılarına inilerek yapımdan işletmeye karşılaşılan bazı problemler sunulmuş ve bu problemlerin çözüm yöntemleri için geleneksel ve güncel bazı yöntem ve tekniklere, kavramlara ve mevzuata yer verilmiştir.

2. ATIKSU ARITMA TESİSLERİNDEKİ PROBLEMLER (Problems of Wastewater Treatment Plants)

Atık su arıtma, atık sudaki katıların kısmen çıkarıldığı ve oldukça karmaşık, çürüyebilir, organik katılardan mineral veya nispeten kararlı organik katılarına ayrıştırılarak kısmen değiştirildiği bir süreçtir [25]. Bir arıtma sisteminin şematik olarak değil, gerçek bir arıtma tesisinden üstten çekilmiş bir fotoğraf görüntüsü olan Şekil 3, bu sistemde yer alan alt sistemleri bir arada (tüm kademeleri ile) ve sırasıyla göstermektedir. Bu bölümde alt başlıklar halinde tüm kademeler hakkında ve her bir alt sistemde karşılaşılan problemler alt başlıklar olarak verilmektedir.



Şekil 3. Arıtma Tesisi Kademeleri

2.1. Fiziksel Arıtmada Karşılaşılan Problemler

Genellikle fiziksel arıtmalarda karşılaşılan problemlerin başlıcaları ızgaralarda, kum tutucularda veya çökeltme

havuzlarında (ön ve son çökeltme havuzları) meydana gelmektedir. Bundan dolayı bu problemlerin ve sebeplerinin tespit edilebilmesi uygulanabilecek çözüm yöntemleri açısından önemlidir.

Izgaralar, atıksular içerisinde bulunabilecek parçaların kullanılan mekanizmalara zarar vermemesi için tesis girişine inşa edilirler. Izgaralarda genelde tıkanma ve mekanik teçhizatın dolayı problemlerle karşılaşılmaktadır. Genel olarak ızgara odasında karşılaşılan problemler üç sebepten dolayı oluşur. Bunlar; beklenmeyen işletme şartları (fazla sürüntü ve tıkaçıcı maddelerin ani gelmesi vs. gibi), ekip hataları, kontrol yetersizliği gibi sebeplerdir. Kum ve yağ tutucular da, atıksu içerisinde kum ve yağ gibi malzemelerin tesis işleyişine zarar vermemesi için kullanılan ünitelerdir. Kumda yüksek miktarda organik madde bulunması ve kumun sürüklenmesi problemleri ile karşılaşılmaktadır.

Ayrıca atık suda bulunan patlayıcı ya da zehirli gazlar kum tutucularda havayla birleşerek zehirli veya patlayıcı bir atmosfer oluşturabilirler. Bu da kum tutucularda büyük sorunlara sebep olabilir. Ön çökeltim havuzları ise büyük kapasiteli arıtma tesislerinde inşa edilen ve genellikle debi değişimlerini dengelemek için kullanılan ünitelerdir. Son çökeltme havuzları da aktif çamurun çökeltildiği ve arıtılan suyun savaklandığı ünitelerdir.

Çökeltme havuzlarında karşılaşılan belli işletme problemleri; yüzücü çamur, siyah ve kokan çamur, aşırı köpüklenme, sıyrıcıların arızalanmasına, çamur toplama çukurları, çamurların sertleşmesi, süspansiyon maddelerin çökelememesi olarak sayılabilir.

2.2 Biyolojik Arıtmada Karşılaşılan Problemler

Nüfusun hızlı artışı ve endüstriyelleşme sonucunda, üretilen atık sular doğanın özümleyebileceği miktarı aşmış ve alıcı ortamları kirlenme tehlikesi ile karşı karşıya bırakmıştır. Doğadaki ekolojik dengeyi olumsuz yönde etkileyebilecek ve diğer faydalı kullanımları engelleyecek bu durumu önlemek için atıkları uzaklaştırmadan önce arıtma zorunluluğu doğmuştur. Bu da biyolojik arıtmayı ön plana çıkarmıştır. Atık sulara tabi tutulacak arıtma derecesi atık suların özelliklerine bağlı olduğu kadar arındıktan sonra verilecekleri ortama da bağlıdır.

Atıksularda yer alan organik kirleticileri uzaklaştırma amacı ile kullanılan en yaygın yöntem olan biyolojik arıtmada karşılaşılan problemlerin çoğu işletme parametre seçimine dikkat edilmemesi ve arıtma sonrası oluşan fazla çamurun işlenmesi sırasında meydana gelen sorunlardan oluşmaktadır.

2.3. Aktif Çamur Havuzlarında Karşılaşılan Problemler

Bu havuzlarda görülen en büyük işletme sorunu yetersiz çözünmüş oksijen miktarı ve yüksek çamur

konsantrasyonu ve şişkin çamur oluşumudur. Yetersiz oksijenin nedeni ya sisteme fazla organik yük girişinden ya da havalandırma sistemindeki arızalardandır.

Küçük tesislerde en çok karşılaşılan neden enerji tasarrufu sağlamak için ya da gürültüden rahatsız olunduğu için blowerin uzun süreler kapalı tutulmasıdır. Bir diğer problem ise bazı endüstriyel atık sularda azot veya fosfor eksikliğinden dolayı istenilen çamur konsantrasyonuna ulaşılmamasıdır. Bu tür problemler; çamurun terfi, taşınma, yoğunlaştırma, ıslah, çürütme ve boşaltma gibi aşamalarından kaynaklanan sorunlardan oluşmaktadır.

2.3.1 Çamurun Terfi Edilmesi

Çamurun bir üniteden diğer bir üniteye nakli tasfiye tesisinin en önemli işlerinden birisidir. Sistem ne kadar güzel projelendirilirse projelendirilsin pompa veya pompa parçalarından ileri gelen mekanik sorunlar ile proses sorunları bu aşamada problem oluşumuna sebep olabilmektedir. Oluşabilecek en yaygın problemlerden biri aşırı pompaj olayıdır. Bu problem, pompanın emme borusunun uzun olmasından veya emme yük kayıplarının fazla olmasından kaynaklanır. Bu durum çamur yoğunlaştığı zaman meydana gelir. Bir diğer pompaj problemi olan aşınma ise genellikle Plunger tipi pompalar da piston gömleği ile silindir arasında oluşur. Aşınmalar arttıkça pompada meydana gelen sızıntılar da artar.

2.3.2 Çamurun Yoğunlaştırılması ve Islahı

Koyulaştırma ve konsolidasyon tanklarının işleyişi çamurun türüne ve katı madde içeriğine bağlıdır. Uzun süre bekletilmiş bir çamur yoğunlaştırma işlemi için uygun değildir ve dolayısıyla (örneğin yüksek hızla bir aktif çamur tesisinden çıkan malzemede olduğu gibi) yüksek hızlı arıtım proseslerinden elde edilen son çökeltme çamuru genellikle bu işlem için uygun nitelikte değildir. Birlikte çökeltilmiş ön çökeltme- son çökeltme aktif çamuru ile çürütülmüş çamur ise bekleme süresinden etkilenmedikleri için yoğunlaşmaya daha yatkındır. Çamur yoğunlaştırma tankında septik şartların oluşması, yoğunlaştırma üzerine çok kötü tesir yapar. Pek çok sebeplerden dolayı çamur septik hale gelir.

Çamur yoğunlaştırma tankındaki septiklik anaerobik faaliyetten oluşan gazdan anlaşılır. Bu durumda çok fazla rahatsız edici koku meydana gelir, çamurun yoğunlaşması azalır ve fazla katı madde ihtiva eden septik süpernatantın tasfiye tesisi girişine verilmesi tesisin fazla yüklenmesine sebep olur. Çamurun yeterli derecede yoğunlaştırılmaması çamur ile ilgili diğer ünitelerin işletilmesinde olumsuz yönde etki yapar.

2.3.3 Çamurun Çürütülmesi

Çamurun çürütülmesi sırasında oluşan problemler; uçucu asitlerin birikmesi, köpük ve kirin oluşması, gaz üretiminde azalma ve çamur sıcaklığında büyük

dalgalanmalardan dolayı oluşabilir. Uçucu asitlerin birikmesinin sebepleri olarak aşırı organik yüklenme; yüksek hızlı çürütücülerde 6.4, standart hızlı çürütücülerde 2.4 den fazla yüklenme, çürütücüde toksik bileşiklerin birikmesi, kum ve tortu birikmesi, organik yüklemden bağımsız olarak sıcaklığın değişmesi sayılabilir. Çürütücüde çözülme ve parçalanmalar sırasında aktif çamurlar köpük yapıcı maddelerini serbest bırakırlar ve bu maddeler çürütücü gazı ile birlikte yükselerek çürütücü yüzeyinde toplanılarak köpük veya kir oluşmasına sebep olurlar. Ayrıca, organik yüklenme hızı azalması veya organik yüklenme hızı belli bir değerden daha fazla artırılması da gaz üretiminde azalmaya sebep olarak çamurun çürütülmesi işleminde problemlere sebep olur. Bunlara ek olarak büyük hacimdeki ince çamuru yüksek hızda çürütücüye pompalamak çürütücü sıcaklığını ani düşürür ve verimi etkiler.

2.3.4 Çamur Kurutma Yatakları

Tamamen çürütülmemiş çamurun kurutma yataklarında suyun alınması güçleşir. Çamurla birlikte deşarj olan madeni ve organik yağlar drenajı ciddi biçimde geciktirir ve bu da sorunlara sebep olarak işlemlerin aksamasına yol açar.

2.4. Stabilizasyon Havuzlarında Karşılaşılan Problemler

Yetersiz işletme verimi ve kötü kaliteli çıkış suyuna sebep olan bu problemler şöyle sıralanabilir.

- Genellikle kabaran sızıda, köpükte veya çamurdaki anaerobik şartlardan ileri gelen kokular, böcek üremeleri.
- Sızma sonucu yer altı suyunun kirlenmesi, dalga tesiri ile logunun iç yüzeylerinde meydana gelen oyulmalar.
- Farelerin ve diğer yabani hayvanların yuvalarının sebep olduğu zararlar
- Yer altı sızmalarını, suyun borulanmasında sorun oluşturabilecek iri ağaçların kökleri ve çevresel sebeplerden dolayı meydana gelen zararlar.
- Ayrıca, projelendirme hatalarından biri olan aşırı yüklenme, lagunlarda bekleme süresini kısaltan geri çevrimler ve düşük sıcaklığın göz ardı edilmesi vb. gibi problemler.

Bunlara ek olarak; endüstriyel atıklar özellikle ağır metalle lagunlarda toksik tesir yaparlar. Bu gibi atıklar lagunlara verilmeden evvel kaynaklarında kontrol edilmelidir. Pestisitler ve ilaç endüstrisinden verilen antibiyotikler gibi bazı organik maddeler toksik etki yaparlar bununla beraber lagunların mikroorganizmasal yapısı bu maddeleri belirli bir süreden sonra, parçalanma ve asimile etme kabiliyetine sahiptir. Besin endüstrisinden atılan karbonhidratlar, organik kimyevi madde imalathanelerinden verilen hidrokarbonlar ve kağıt fabrikalarının bazı selülozik atıkları gibi bazı

endüstriyel atıklar azot veya fosfor veya hem azot hem de fosforca fakir olabilir.

Lagunlarda çamur birikmesi sonucu lagunların etkili hacim ve dolayısıyla da verimi azalabilir. Biriken çamurlar daha ziyade kum ve silt gibi inorganik maddelerden meydana geliyorsa bu durum şehir yol ve alanların iyi drenaj yapılmadığını ve bunun sonucu bu tip maddelerin atık su kanallarına girdiğini gösterir. Aşırı buharlaşma veya zemine sızma sonucu lagunların su seviyeleri düşüyorsa, bu problem çevre yüzey drenaj suları veya çevredeki nehir suyu laguna verilmek suretiyle kısa sürede düzeltilebilir.

Sıcak havalarda fazla derin sularda, aşırı bulanıklık veya alg büyümesi veya lagunların üzerini kaplayan kir tabakası sebebiyle ışığın penetrasyonu azalır. Bunun sonucu alglerin fotosentetik faaliyetlerini engellediği için oksijen üretimi azalır [15]. Havalandırmalı havuzlarda köpüklenme ve köpüklerin dağılması kuvvetli rüzgarlı havalarda meydana gelir. Köpükler ve aerosoller tesisin dışına kadar taşabilir. Bu mesafeler koku kontrolü tampon bölgesinden daha kısa olduğundan bu maksatla ayrı bir tampon bölge düşünülemez.

Bazı lagunlarda yer altı suyu kirlenmesi söz konusu olabilir. Bundan dolayı lagun yerine karar vermeden evvel bu yerde zemin sızma deneyleri yapılmalı ve projelendirme bu deneylere göre olmalıdır. Lagunda aşırı bir sızma olduğu zaman lagun zeminindeki çatlaklara betonite kili tatbik edilerek zemin sızdırmazlığı temin edilmelidir. Sızıntı küçük çapta ise atık sudaki katı maddeler sızdırmazlığı uzun bir zaman süresinde sağlayabilir. Lagun seddelerindeki sızıntı bitki köklerinden ve yaban hayvanlarının faaliyeti sonucunda meydana gelebilir.

3. ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ (Solution Methods)

Bu bölümde bir önceki bölümde bahsedilen problemlerin çözüm yöntemleri için literatür araştırması yapılmış ve bu konu ile alakalı yönetmelikler incelenerek elde edilen çözüm yöntemleri ve önerileri hakkındaki bilgiler maddeler halinde aktarılmıştır.

- Izgaralar da genelde tıkanma ve mekanik teçhizattan dolayı problemlerle karşılaştığı belirtilmişti. Bu tür problemlerin tespiti için ekipmanın normal çalışıp çalışmadığı gözle kontrol edilebilir ve problem olup olmadığı anlaşılabilir. Tıkanma problemine sebep olan parçalar uzaklaştırılabilir veya mekanik aksanlara zarar verme durumu söz konusu ise uzmanlardan destek alınabilir.
- Kum tutucularda, kanalların tümüyle havayla temas içinde oldukları durumlarda bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. Bunlar; kum bölgesi her zaman havalandırılmalıdır, bu alan patlamaya hazır ve aynı zamanda zehirli olarak

kabul edilmeli ve ona göre gerekli önlemler alınarak, operatörlerin korunması için gerekli önlemlerin alınmasının yanı sıra operatörler işbaşındayken düzenli aralıklarla izlenmelidir.

- Çöktürme havuzlarının daha verimli çalışabilmesi için; giriş ve çıkış dalgıç perdelerinden oluşan birikintiler devamlı temizlenmeli bu maksatla basınçlı hava ve ahşap küreklerden faydalanılmalı, biriken yüzücü kirler giderilmeli ve tesisteki kapaklar bakım ve onarım haricinde yerinde tutulmalı gibi hususlara dikkat edilmelidir [15].
- Lagunlarda en çok karşılaşılan besi maddesi eksikliği veya ne tip besi maddesi eksikliği olduğu yapılacak laboratuvar analizleri ile belirlenebilir. Tespit edilen besi maddesi eksikliği az miktarda ise az miktarda evsel atık sular laguna verilmek sureti ile giderilebilir. Büyük miktardaki besi maddesi eksiklikleri kimyasal maddeler laguna ilave edilmek suretiyle karşılanır. Ayrıca, Anaerobik lagunlar, sıcaklık değişmelerine karşı çok hassas oldukları için bu bölgelerde çok soğuk havalarda havuzlar paralel çalıştırılabilir.
- Arıtma tesislerinin önemli bir aşamasını oluşturan biyolojik arıtma aşamasında aşağıdaki hususların dikkate alınmasında yarar vardır [15].
- Arıtmada geçen kinetik sabitlerin değişken olabileceği, bunların çalışma koşulları ve seyrelme ile değişebileceği, işletme parametrelerin buna göre seçilmelidir.
- Reaktör tipinin tam karışma, zehirlilik, şok yüklemeler, mikroorganizma türü, kabarma vb. seyrelme açısından önem taşıdığı dikkate alınarak buna göre seçim yapılmalıdır.
- Biyolojik arıtma kuvvetli atıklar, O₂ yetersizliği, besin (azot, fosfor ve eser elementler) ihtiyacı vb. dikkate alınmalıdır.
- Çamur üretimini en aza indirecek sistemlerin seçilmeli ve çamur kabarması ve çamur yükselmesi gibi olayların dikkate alınmalıdır.
- Aktif çamur havuzlarında; tesiste diffüzör sistemi var ise havalandırma göz ile sürekli kontrol edilmeli ve diffüzörlerde oluşacak tıkanma veya başka arızalar giderilmelidir. Çamur konsantrasyonun mümkünse proje değeri dolaylarında ya da sisteme hakim deneyimli bir kişi tarafından tespit edeceği düzeyde korunması tesisteki verimliliği yüksek seviyede tutacaktır.
- Bazı endüstriyel atık sularda azot veya fosfor eksikliği olabilir. Dolayısıyla istenilen çamur konsantrasyonuna ulaşamaz ve gerekli arıtma yapılamaz. Bu durumlarda tesise azot veya fosfor katkısı yapılmalıdır.
- Havalandırma havuzunda karşılaşılan bazı görsel değişiklerden koyu kahve veya gri (siyahlaşma) renk havuzun yeterince havalanmadığını ya anaerobik koşulların oluştuğunu gösterir. Bu

durumda havalandırma sistemi gözden geçirilmelidir.

- Havuzda kirli köpük görülmeye başlar ise, özellikle tesislerin ilk devreye alındığı günlerdekine benzer, geri devirin ve giriş suyu debisinin kontrol edilmesi gerekmektedir. Havalandırma havuzundaki mikroorganizma konsantrasyonu azalmış olabilir. Bu tesise şok debilerin geldiğinden ve geri devir oranının yüksekliğinden kaynaklanabilir.
- Çamurun çürütülmesi sırasında;
- Kum uygun aralıklarla eski derinliğine getirilmelidir. Her çamur oluşumunda bir miktar kumda çamurla birlikte gider. Eksilen kumu tamamlamak için temiz, sert kum kullanılır. Daha önce kurutmada etkili olmuş kumun mümkün olduğu kadar benzerini kullanmakta yarar vardır.
- Çürütücü cinsine göre tavsiye edilen organik yükleme değerlerini sabit tutmalıdır. Besleme mümkün olduğu kadar sabit yapılmalıdır.
- Çürütücülerden alınan numuneleri analize gönderilmelidir. Ağır metal konsantrasyonları Na, Ca ve Mg gibi kanyonlar ve sentetik organik bileşikler tespit edilmeli, toksik maddelerinin kaynakları belirlenmeli, etkinliği azaltmak veya yok etmek için tedbir alınmalıdır.
- Kum, katı madde ve çökelekler çürütücünün tabanına toplandığı zaman tesis servisten çıkarılıp temizlenmelidir.
- Kir ve köpük gazifikasyon ile arttığından çamur besleme mümkün olduğu kadar üniform olmalıdır.
- Birikmeyi azaltmak için diğer bir metot; çürütücünden alınan çamuru çürütücünün en üstüne geri devir ettirmektir. Bu suretle köpük ve kirlerin üzerine düşen çamur bunların parçalanıp çamura karışmasını sağlar.
- Çamur çürütücünden kurutucu yatağına giden boruda sıkışmayacak bir hızda boşaltılmalıdır. Çok sıkışmış bir malzeme, bu arada kum, hattın girişinde tıkanmaya neden olarak, çubukla ya da geri püskürtme ile temizlenmeyi gerektirebilir. Genellikle vanalar başlangıçta sonuna kadar ya da sonuna yakın bırakılmalıdır. Akış tam gücüne ulaşır ulaşmaz vanalar normal akış hızını koruyacak ölçüde kapatılmalıdır. Böylece daha hafif ve sulu olan çamurun boru girişime gelmesi önlenecektir.
- Çamur çürütücünden çekildikten sonra borular suyla yıkanarak temizlenmelidir. Bu yalnızca hattın tıkanmasını önlemekle kalmayıp, aynı zamanda boruda kalan çamurdan oluşan gazların oluşturacağı yüksek dahili basıncı da önleyecektir.
- Çamur kurutma işlemi sırasında; yatağa serilen çamurun derinliği 21-26 cm arasında olmalıdır. Elverişli kurutma koşullarında bu derinlikteki iyice çürümüş çamur kolaylıkla su kaybedebilecek ve bir iki hafta içinde yataktan kaldırılabilir duruma gelecektir. Katı madde

içeriği yüksek olan çamur daha düşük bir derinlikte serilmediği sürece ancak üç hafta hatta daha uzun bir sürede aynı duruma gelecektir [15].

- Çamurun terfi edilmesi aşamasında, Pozitif yer değiştirmeli pompalarda, emme yüksekliği 3-3.6 m'den az olursa kapasitede bir azalma olmaz. Şayet bu değerden daha büyük emme yüksekliği meydana gelirse pompalar kapasiteleri kadar debiyi deşarj edemezler. Bu sebepten pompaların daha yüksek hızda çalıştırılmaları gerekir [15].
- Arıtma tesislerinde dikkat edilmesi gereken önemli konulardan biri de hava tesiridir. Özellikle bu durumda lagun çıkış suyu kalitesi bozulabilir. Bu durumda; Lagun derinliğini azaltmak (0.9-1.5 m), atık su kanalına yağmur suyunun girmesini önlemek, lagun yüzeyindeki kir tabakasını sıyrıp almak gibi tedbirler düşünülmelidir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER (Conclusions and Recommendations)

Arıtma tesisi kurulum çalışmalarının titizlikle yapılmaması, verimini olumsuz yönde ciddi bir şekilde etkilemektedir. Arıtma tesislerinde çok pahalı sistemlerin kullanılması her zaman en iyi verimi sağlayamayabilir. Dolayısıyla, pahalı değil; uygun sistemlerin seçilmesinin daha uygun olduğu söylenebilir. Bazen, arıtma tesislerinin çok ileri teknolojilerle donatılması tesisin ekonomik olma özelliğini ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle bu tür pahalı yatırımların sürdürülebilir olmasına dikkat edilmelidir.

Ayrıca, Ülkemizdeki arıtma tesislerinin bir kısmı aşırı verimle çalışmakta, dolayısıyla ekonomik ömrü az olmaktadır. Başka bir ifade ile sürdürülebilir bir yatırım olmaktan çıkmaktadır. Bir kısmı ise istenilen verimi sağlayamamaktadır. Dolayısıyla birim arttırılmış suyun üretim giderleri artmaktadır. Bunun bir nedeni; tesisin işletilmesi ve takibi için gerekli laboratuvar imkânlarının bulunmamasıdır. İkinci neden, yeterli bilgi ve tecrübeye sahip personelin istihdam edilmemesidir. Diğer bir neden ise gerek aşama gerekse ekipman ve enstrumantasyon açısından hatalı seçimlerin yapılmasıdır.

Tespit edilen problemler incelendiğinde bunlardan bir kısmının direkt projelendirme hatası olduğunu ya da tesis operatörünün tesis birimleri arasındaki işleyişi yeterince gözlemleyemeyip doğru yaklaşımlarda bulunmadığını açıkça göstermektedir. Bu yüzden arıtma tesislerini işletenlerin mutlaka özel bir eğitimden geçirilmesi, arzu edilmeyen sonuçların elde edilmesine mani olacaktır.

Bu sorunların aşılması için gerek tesislerini dizayn edenlerin gerekse işletenlerin deneyimli kişi ya da kuruluşlarla birlikte çalışması, çalışmaların yapılabilmesi için ihtiyaç duyulan ekipmanların temin edilmesi ve güncel teknolojiye göre yenilenmesi ve geliştirilmesi gerekir.

KAYNAKLAR (References)

- [1] Üstün, G.E., Solmaz, S.K., 2008, Atıksuların geri kazanımı ve tarımsal sulama için tekrar kullanımının değerlendirilmesi, Su Tüketimi, Arıtma, Yeniden Kullanımı, Sempozyumu.
- [2] Aytek, A. ve Toprak, ZF, 2001, Fresh Water-Saltwater Distribution and Freshwater Potential of Turkey, Proc. International Symposium on Water Resources and Environmental Impact Assessment, 233 - 238, Istanbul, Turkey.
- [3] Toprak, Z.F., Hamidi, N., Toprak, Ş., and Şen, Z., 2013, 'Climatic identity assessment of the climate change', Int. J. Global Warming, 5(1), 30-45 (16). DOI: <http://dx.doi.org/10.1504/IJGW.2013.051480>
- [4] Toprak, Z.F., 2013, A Review on the Longitudinal Dispersion in Channels, Invited Speaker to 2nd International Conference on Hydrology and Ground Water Expo, 26 – 27 August, 2013, Raleigh, NC, USA. The presentation of this work was sponsored by: Scientific and Technical Research Council of Turkey (TUBITAK) and Conference organization.
- [5] Songur, M., Hamidi, N., Toprak, Z.F., and Dabanlı A., 2012, Developing Mathematical Model For Losses in Water Distribution Network by Integration of SCADA, GIS and Customer Information System, 3rd World Conference on Information Technology (WCIT 2012), 14-16 November, Barcelona-Spain.
- [6] Songur, M., Hamidi, N., Toprak, Z.F., and Dabanlı A., 2013, A Case Study on Infrastructure Leakage Index as A Regulatory Tool in the Water Distribution Networks, 3rd International Water Congress and Exhibition (3. Uluslararası Su Kongresi ve Segisi), 21-24 March, Bursa.
- [7] Toprak, Z.F., Toprak, Ş., and Hamidi, N., 2011, Global Climate Changes And Meteorological Identity, The 4th International Symposium- Water Resources and Sustainable Development (CIRED'4), 22 – 23 February, 2011, Algiers-Algeria.
- [8] REPORT of 5th World Water Forum, 2009, 16-22 March, Istanbul-Turkey.
- [9] Mao, G., Hu, H., Liu, X., Crittenden, J., & Huang, N. 2021. A bibliometric analysis of industrial wastewater treatments from 1998 to 2019. Environmental Pollution, 275, 115785.
- [10] Toprak Z.F., Songur, M., Hamidi, N., and Gulsever H., 2011, Determination of Losses in Water-Networks Using a New Fuzzy Technique (SMRGT), 3rd World Conference on Information Technology (WCIT 2012), 14-16 November 2012, Barcelona-Spain.
- [11] Eroğlu. V., 2002, Atıksuların Tasfiyesi, Su Vakfı Yayınları,1. Baskı İstanbul.
- [12] Metcalf & Eddy, 2000, Wastewater Engineering, Treatment Disposal Reuse,. McGraw-Hill International Editions.
- [13] Metcalf & Eddy, 1991, Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse, McGraw-Hill international Editions, Third Edition.
- [14] Muslu, Y., 1998, Çevre Mühendisliğinin Esasları, 1. Baskı, İstanbul İTÜ.
- [15] Syed, R.Q., 1985, Wastewater Treatment Plants, Treatment, Design, and Operation, CBS Publishing Japan Ltd.
- [16] İller Bankası Genel Müdürlüğü, Atık su Arıtma Tesisleri Proses, İşletme ve Bakım El Kitabı, 1989, İller Bankası, U.N.D.P ve W.H.O İşbirliği, TUR/89/01/14; Sempozyum Kitabı, Ankara.
- [17] Environmental Protection Agency, EPA, 2003, Wastewater Technology Fact Sheet, Screening and Grit Removal, 832-F-03-011.
- [18] Çevre, 1996, Atık su Arıtma Tesislerinin İşletilmesi Seminer Kitabı, Çevre Tek. Uyg. Der. Yay., İstanbul.
- [19] Muslu, Y., 1994, Kullanılmış Suların Arıtılması, İTÜ Yayınları, Sayı:1535, İstanbul.
- [20] Krinton, C., 1994, Ön Arıtma Olarak Biyolojik Arıtma, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- [21] Derin, O., Artan, N., 1994, Modelling of Activated Sludge Systems, Technomic Publishing Company.
- [22] Tünay, O., 1996., Çevre Mühendisliğinde Kimyasal Prosesler, İTÜ Yayınları, Sayı: 1582, İstanbul.
- [23] Özçiloğlu, M. M., & Durmuş, B. (2021). İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisleri için Mikro Hidroelektrik Santrali ve LED Aydınlatma Uygulanabilirliği ile Enerji Verimliliği: Gaziantep Örneği. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (21), 555-560.
- [24] Sonune, A., & Ghate, R. 2004. Developments in wastewater treatment methods. Desalination, 167, 55-63.