



ÇÖP SIZINTI SUYU VE ATIKSU ARITMA İŞLETMESİNDE ÇAMUR KABARMASI



TARİH; ARALIK 2020

İçindekiler

1. GİRİŞ.....	3
2. ÇÖP SIZINTI SUYUNUN ÖZELLİĞİ, ÇÖP DEPOLAMA SAHASI YAŞI VE TRANSFER İSTASYONLARI.....	4
2.1 İNERT KOI	4
3. SIZINTI SULARINI KENTSEL ATIKSULAR İLE BİRLİKTE ARITIMI	5
4. FLAMENTLİ BAKTERİLERİN OLUŞUMU	7
5. ÇAMUR KABARMASI NEDENLERİ.....	10
6. KABARMA PROBLEMİNE ÇÖZÜM ARANMADAN ÖNCE NEDENİ TANIMLANMALI.....	14
7. ÇAMUR KABARMASINI ÖNLEME	16
8. FOSFOR GİDERİMİ	17
9. KAYNAKLAR.....	18
Şekil 1. Filamentli Bakterilerin Görüntüsü (Sphaerotilus natans, Nocardia spp.)	8
Şekil 2. Atıksu Arıtma Tesisine Sızıntı Suyu Verilmeden Önceki ve Sonrası Havuz Yüzeyi Görüntüleri	9
Şekil 3.Çamur Hacim İndeksi (SVI).....	11
Şekil 4. Atıksu Arıtma Tesisine Sızıntı Suyu Beslenmesi Sonucu Havalandırma ve Çöktürme Ünitelerinde Oluşan Çamur Kabarması Görüntüleri	13

1. GİRİŞ

Aktif çamur proseslerinde filamentli bakterilerin büyümesi çok sık rastlanan bir işletme problemidir. Sistemde filamentli bakterilerin bulunması çamurun çökme özelliğini zayıflatır ve kabarma problemine yol açar. Jöle şeklinde oluşan bu kabarma çamur çökmesini engeller.

Çamur kabarması, arıtma sistemlerinin performansını düşürerek işletim problemlerine neden olur.

Tek kademeli tam karışimli reaktörler, düşük substrat seviyelerinden dolayı filamentli bakterilerin büyümelerine çok uygundur. Bazı piston akımlı reaktörlerde de benzer problemlerle karşılaşmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, filamentli bakterilerin büyümesini engelleyen yöntemleri bulmak ve pratik kontrol metotları oluşturmak üzerine yoğunlaşmıştır.

Filamentli bakterilerin kontrolü ve önlenmesi için bir yaklaşım, ham atıksu ile aktif çamur geri devrinin karıştığı ilk temas bölgesi için ayrı bölüm veya selektör kullanmaktır. Selektör; tam karışimli veya piston akımlı reaktörlerde, ayrı bir tank veya portatif bir bölme olarak yer alabilir.

Selektörün kullanılma amacı biyolojik prosesin yüksek F/M ($BO_5/UAKM$) oranının bulunduğu ilk safhasında çözünmüş oksijen (ÇO) konsantrasyonunu kontrol ederek flok formundaki biokütlenin büyümesini sağlamaktır. Yüksek substrat oranı nedeniyle çözünmüş organik madde hızlı bir şekilde flok formundaki biokütle tarafından adsorplanır. Çözünmüş organik maddelerin ortamdaki hızla adsorplanması sayesinde, ortamdaki filamentli bakteriler için daha az kullanılabilir substrat kalmış olur. Bu yöntemle etkili sonuçlar alınmıştır. Yeterli bir karışım için havalandırma sağlanmalı veya mekanik karıştırıcılar kullanılmalıdır. Selektördeki temas süresi oldukça az olup, genellikle 10 ile 30 dakika arasındadır. Tasarım parametrelerinin belirlenmesi için pilot çalışmaların yapılması tavsiye edilmektedir.

Selektörün çok küçük olması durumunda, önemli miktarda çözünmüş substrat havalandırma tankına geçebileceği gibi, çok büyük olması durumunda da seyrelmeyle düşük F/M oranı oluşumu söz konusu olur.

2. ÇÖP SIZINTI SUYUNUN ÖZELLİĞİ, ÇÖP DEPOLAMA SAHASI YAŞI VE TRANSFER İSTASYONLARI

Çöp depolama ve transfer istasyonu sızıntı suyu; yüksek azot ve fosfor, aromatik bileşikler, fitalatlar, fenoller, pestisitler gibi organik tehlikeli maddelerin yanı sıra, ağır metaller gibi inorganik tehlikeli maddeler de içeren kirlilik potansiyeli oldukça yüksek atıksulardır. Sızıntı suyu miktar ve karakterizasyonu; depo sahasının yaşı, teknolojisi ve bulunduğu bölge, depolanan atığın bileşimi ve iklime göre oldukça değişkenlik göstermektedir.

Genç çöp depolama sahalarında atık özelliğine bağlı olarak sızıntı suyunun KOI değeri; 35.000-50.000 mg/L arasında değişirken BOI₅ değeri ise 7.000-10.000 mg/L arasında değişir. Genelde KOI/BOI₅ oranı, 4-5/1'dir. Sızıntı suyu, yüksek konsantrasyonda uçucu yağ asidi içerir.

Orta yaşlı çöp depolama sahasında sızıntı suyu KOI değerli ortalama; 15.000- 20.000 mg/L civarındadır. BOI₅ değeri ise 5.000-7.000 mg/L arasında değişir. Genelde KOI/BOI₅ oranı, 3/1'dir.

Depo alanının kullanım yılına bağlı olarak ortaya çıkan sızıntı suyu karakteristiğindeki değişimlerde arıtım yöntemi seçiminde büyük olumsuzluklara yol açmaktadır. Öyle ki zamanla çok farklı bir karakteristik ortaya çıkarken aynı yöntemle ortaya çıkan bu yeni atıksuyun da arıtılabilmesi ilk zamanlardan beri problem oluşturmaktadır. Sızıntı suyu içeriği nedeniyle ilk yıllarda biyolojik arıtım öngörülürken ilerleyen dönemlerde ileri oksidasyon prosesleri ile yüksek giderim verimi elde edebilmek mümkün olabilmektedir.

2.1 İNERT KOI

Depolama sahasında çöpler yaşlandıkça biyolojik olarak ayrışmayan inert KOI değeri, 800-1000 mg/lt'e yükselir. Bu değerler arıtma tesisinin işletilmesi zorlaştırır ve arıtma verimliliğini düşürür.

Çöp depolama alanında depolanan çöp yaşına bağlı olarak sızıntı suyunun özelliği ve arıtma yapısı değişmektedir. Normalde atıksu arıtma tesislerinde sızıntı suyunu arıtmak çok problemlidir.

Ayrıca, transfer istasyonlarında oluşan genç çöp sızıntı sularının KOI değerleri çok yüksek olur. Bu tür sızıntı sularının biyolojik ayrışabilirliği yüksektir ve organik bileşenlerin %80'nini uçucu yağ asitleri oluşturur.

Orta yaşlı çöp depolama sahası sızıntı sularının biyolojik ayrışabilirlikleri orta düzeydedir ve %5-30 uçucu yağ asidi + hümitik ve fülvik asitleri içerir. Yaşlı depo sahalarında ise biyolojik ayrışabilirlik düşüktür, hümitik, fülvik asit ve boyutları 500 Da'dan küçük moleküller içerir.

Yapılan bir çalışmada, genç depo sahalarında oluşan sızıntı sularının yaklaşık %30'u yüksek moleküler ağırlığa sahip maddelerden oluşurken, yaşlı depo sahalarında oluşan daha kompleks ve arıtımı daha güç olan sızıntı sularında bu oranın %72 olduğu tespit edilmiştir. Bu durum yüksek moleküler ağırlığa sahip ve daha zor ayrışabilen maddelerin konsantrasyon yüzdelerinin zamanla arttığını göstermektedir.

3. SIZINTI SULARINI KENTSEL ATIKSULAR İLE BİRLİKTE ARITIMI

Yerinde arıtımın mümkün olmadığı durumlarda herhangi bir ön arıtma uygulamaksızın veya kanalizasyona deşarj standartlarını sağlamak üzere gerekli ön arıtmayı müteakip sızıntı sularının kentsel atıksu kanalizasyon şebekesine verilmesi söz konusudur. Bu durumda sızıntı sularının kentsel atıksu arıtma tesisine getireceği ilave ani konsantrasyon ve kirlilik yükleri değişiklikleri dikkate alınmalıdır. Sızıntı suyunun kanalizasyon şebekesine ulaştırılması, basınçlı boru hattı veya tankerlerle taşımak suretiyle gerçekleştirilebilir. Her iki durumda da, düzenli depo sahasında ve transfer istasyonlarında asgari bir haftalık sızıntı suyunu depolayabilecek kapasitede (25 yılda bir beklenen 24 saat süreli yağış sonucu oluşacak sızıntı suyunu depolayacak hacimde), tercihen içten geçirimsiz geomembran ile kaplı bir biriktirme haznesi inşa edilmelidir.

Yapılan çalışmalar, sızıntı sularının kanalizasyona belirli bir noktadan veya arıtma tesisine doğrudan hacimsel olarak %2'yi aşmayacak şekilde verilmesi durumunda merkezi evsel atıksu arıtma tesislerini olumsuz olarak etkilemeyeceği belirtilmektedir. Bu bilginin pratikliği yapılmadan uygulamaya geçilmesi fevkalade yanlıştır. Kirlilik yükü çok yüksek sızıntı suyu, evsel atıksu arıtma işletmesine ciddi zararlar verebilir. Özellikle çöp depolama alanında ve transfer istasyonlarında oluşan sızıntı sularının özellikleri orijinal olarak (indirgenmiş-sülfür KOI, BOI₅, TP, UAKM, TN, TKN, ağır metaller ve biyolojik olarak ayrışmayan inert KOI dahil) belirlenmeli.

Çöp depo sahasında organik maddelerin anaerobik bozunması sonucu oluşan uçucu yağ asitleri sızıntı suyuna karışır. Sızıntı suyu toksik madde içermezse bu uçucu yağ asitleri biyolojik olarak kolay parçalanabilir özelliktedir. Ancak aerobik prosesler önemli miktarda oksijene ihtiyaç duyarlar ve proseste bertaraf edilmesi gerekenden çok fazla miktarda çamur üretilir.

Sızıntı suyunun bir ön arıtmaya tabi tutulmadan kanalizasyon sistemine veya evsel atıksu arıtma tesisine verilmesi durumunda;

- Evsel atıksu arıtma tesisi hidrolik ve organik yük kapasitelerinin aşılmaması (aktif çamur sistemlerinde sıcaklık 10 °C üzerinde olduğunda yükleme hızının 0,01 kgBO₅/kg UAKM'nin altında olmalı),
- Arıtma prosesinin uygunluğu,
- Havalandırma kapasitesinin yeterliliği,
- Çamur arıtma ünitelerinin yeterliliği,
- Arıtma çamurlarının nihai bertaraf yöntemi,
- Biyolojik çamurun çökelme özelliğinde bozulma,
- Arıtma verimliliği,
- Daha sık kabarma oluşması,
- SVI değişimi,



gibi hususlar dikkate alınmalıdır.

Sızıntı sularında inert KOI konsantrasyonu yüksekse ilave arıtma ünitesi seçilmesi gerekir.

Katı atık depo sahalarında oluşan sızıntı suları gibi kuvvetli atıksuların arıtımında, gerek ham atıksuda bulunan gerekse biyolojik arıtım sırasında oluşan ve konvansiyonel arıtma yöntemleri ile arıtımı mümkün olmayan inert organik maddeler, deşarj standartlarına ulaşılmasını engelleyebilmektedir.

Sızıntı suyunda yüksek konsantrasyonda NH₃, biokütle gelişimini inhibe edebilir.

4. FLAMENTLİ BAKTERİLERİN OLUŞUMU

Çamur indeksi ile çamur yükü arasında bir ilişki vardır. Yükselen çamur yükü ile birlikte aktif çamurun organik kısmının miktarı arttığından çamur indeksi de yükselmektedir. Kritik olan 0,5 kg/kg*gün çamur yükünde çamur indeksi çok hızlı olarak yükselerek şişkin çamur sınırını aşmaktadır.

Bundan sonra daha fazla olan çamur yüküne rağmen çamur indeksi düşmektedir. Amerikalı araştırmacılara göre, çamur yükünün 0,5-1,5 kg/kg*gün arasındaki değerleri kullanılmalıdır.

ABD’de bir tesiste ölçülen Çamur Hacim İndeksi değerlerinin değişimi ve 200 ml/g üzerindeki değerlerde ciddi sayıda filamentli bakterilerinin büyüdüğü görülmüştür.

Çöp sızıntı suyu verildiği zaman atıksu arıtma tesisinde çamur yaşı 10-12 geçmemeli. Geçerse filamentli bakteriler oluşur.

F/M oranı düşük olabilir.

Depo sahalarının yaşı arttıkça sızıntı sularında yüksek moleküler ağırlıklı bileşenler ve inert bileşenler artmaktadır. İnert KOI, filamentli bakterilerin artışına neden olur.

Azot/fosfor dengesizliği filamentli bakterilerin artışına neden olur. Depo sahalarının yaşı arttıkça sızıntı sularında TN çok yükselir. Sızıntı sularında TN ortalama 3.500 mg/l’t’e yükselebilir.

Atıksu arıtmada karbon azlığı filamentli bakterilerin artışına neden olur.

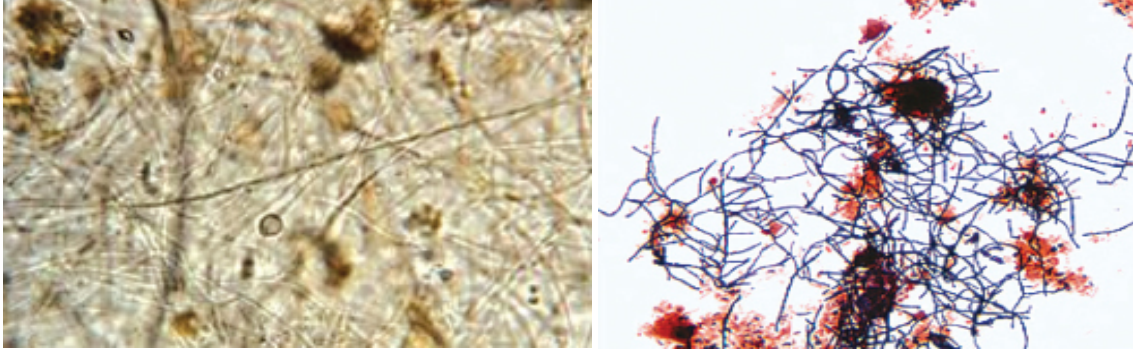
Düşük pH değerleri, filamentli mikroorganizmaların reaktör içerisinde artmasına sebep olur.

Havalandırma havuzunda oksijen homojen dağılmıyorsa filamentli bakterilerin oluşumu artar.

Filamentli mikroorganizmaların toplu halde çoğalması (flok başına düşen filament sayısı 5 veya daha fazla ise) çamur kabarmasının oluşmasına, çökme ve çamurun susuzlaştırılmasında kötüleşmeye neden olur, işletmede problemler oluşturur. Bazı türler köpük oluşumundan da (Foaming) sorumludur.

Özellikle filamentli mikroorganizmaların neden olduğu kabarma problemi her bir biyolojik arıtma sisteminde ve özellikle daha sık ve ciddi bir problem olarak aktif çamur arıtma sistemlerinde periyodik olarak ortaya çıkmakta ve arıtma sistemlerinin performansını düşürerek işletim problemlerine ve yüzeysel suların kirlenmesine neden olmaktadır.

Bilindiği gibi çamur kabarma olayına “Şişkin Çamur (Bulking)” denilmektedir. Şişkin çamur olayının oluşmasında Nocardia spp. ve Sphaerotilus natans gibi iplikli filament bakterileri önemli rol oynamaktadırlar (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**).



Şekil 1. Filamentli Bakterilerin Görüntüsü (Sphaerotilus natans, Nocardia spp.)

Yoğun ve iyi çökelebilen aktif çamur, mikroyapıdaki flokların filamentli bakteriler ile yoğun makroyapı oluşturması ile mümkündür. Yeterli oranda filamentli tür bulunmazsa, floklar zayıf ve parçalanabilir karakterde olmaktadır. Normal seviyede filamentli türlerin çamura iyi çökebilir özellik kazandırır.

Ancak çok fazla filamentli bakterinin aktif çamurda bulunması çamur kabarmasına sebep olmaktadır. Yoğun floğun üzerine filamentli türlerin birikmesi ve burada uzaması ciddi kabarma probleminin başlangıcıdır. Uzayan filamentler floklar arası köprü oluştururlar. Bu köprü oluşumunun iki önemli ve negatif etkisi bulunmaktadır. Birincisi, köprüler flokların bir araya gelerek birleşmesini ve yoğunlaşmasını engeller. İkinci olarak ise, köprüler floklar arasında suyu hapseder. Flok yapısı aşağıya doğru çökmeye ve çökeltim tankında yoğunlaşmaya çalışırken köprüler arasına hapsolmuş su floğu yukarıya doğru harekete zorlar. Köprüleşme, suyun floktan kopmasını ve ayrılmasını engeller. Uzayarak köprüleşen filamentlerin bu iki etkisi çamurun yavaş çökmesine ve zayıf yoğunlaşmasına neden olarak kabarmayı gerçekleştirir.

Çamur kabarması atıksu arıtma tesislerinde en yaygın ve en zor çamur problemidir. Kabarma, terim olarak flokların zayıf yoğunlaşması ve yavaş çökmesini tanımlamaktadır. Aktif çamurun son çökeltim tanklarından havalandırma tanklarına geri devrettirilmesi kabarma nedeniyle zorlaşmaktadır. Kabarma gerçekleşince, çökelebilen çamur konsantrasyonu çok düşük olduğu için oldukça yüksek geri devir oranı gerekmektedir. Eğer çamur yeterince hızlı geri devrettiremezse çamur battaniyesi çökeltim tankı dolana kadar yükselir. Sonuç olarak, aktif çamurdaki katı maddeler savaklardan kaçarak çıkış suyu ile birlikte deşarj olur. Bu durumda biyokütlede kayıp, çamur yaşında azalma ve çıkış suyu AKM ve BO₅ kalitelerinde bozulma görülür. Tesislerin havuz yüzeylerinde yüzen çamur birikimleri görülür. Bu birikim özellikle AKM parametresini yükseltir ve diğer parametreler için de yüksek risk oluşturur.

Çöp sızıntı suyu arıtma tesise alınmadan önce havalandırma ve çöktürme havuz yüzeylerinde çamur kabarması söz konusu değilken iken sızıntı suyunun arıtmaya verilmesinden sonrası yüzen çamurlar havuzların yüzeyini kaplamaktadır (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**).



Şekil 2. Atıksu Arıtma Tesisine Sızıntı Suyu Verilmeden Önceki ve Sonrası Havuz Yüzeyi Görüntüleri

5. ÇAMUR KABARMASI NEDENLERİ

Çamur kabarması nedenleri için 3 faktör tanımlanmıştır; düşük çözünmüş oksijen, yüksek çamur yaşı ve indirgenmiş-sülfür girişidir. Kabarma problemine çözüm aranmadan önce nedeni tanımlanmalıdır.

Çözünmüş oksijen konsantrasyonunun 0,01 – 0,03 mg/lt'e kadar düşmesi durumunda filamentli bakteriler (özellikle 1701 tipi) yüksek bir üreme hızına ulaşır. Düşük çözünmüş oksijen kaynaklı çamur kabarması Sphaerotilus natans, Type 021N ve Type 1701 filamentli bakteriler nedeniyle meydana gelmektedir. Bu gruptaki bakterilerin düşük oksijene olan eğilimi oksijen yarı doyunluk hızının düşük olması nedeniyledir.

Bu gibi durumlarda, hava sağlayan cihazların kapasitesi artırılarak çözünmüş oksijen konsantrasyonu 2,0-4,0 mg/lt aralığına getirilmelidir. İdeal değer için 2,0 mg/lt denebilir. Yani sisteme normal işletmenin çok üzerinde oksijen verilmelidir. Bu da havalandırma için aşırı enerji tüketilmesi anlamına gelir.

Oksijen konsantrasyonunun flok yapısına nüfus edemeyecek kadar düşük olduğu durumlarda bu türler, baskın gelmeye başlamaktadır. Düşük oksijen konsantrasyonu sonucu, bu ortamda gelişen türler baskın gelme avantajı kazanırlar ve floklar arası köprüleşmeye neden olurlar. Düşük çözünmüş oksijen kabarması probleminin çözümü için spesifik ÇO tüketim hızı belirlenerek havalandırma tanklarına verilecek hava miktarı artırılmalı ya da atıksu giriş BOI yükü azaltılmalıdır.

Çamur kabarması 3 şekilde gözlemlenebilir. Bunlar;

1. Mikroskopik incelemelerdir. Düzenli mikroskopik incelemelerle köprüleşen ve uzayan filamentlilerdeki artış gözlemlenmektedir. Uzayan filamentlilerdeki düzenli artış trendi, çamur kabarmasının gerçekleşeceğini göstermektedir.
2. Çamur hacim indeksi (SVI), çamur kabarma ile yakından ilişkilidir. SVI>150 mg/lt ise genellikle ciddi çamur kabarması oluşmaya başladığını göstermektedir. Bu durumda bakteri flokları birbirlerinden ayrılır, aralarında iplikli bakteriler ve mantarlar meydana gelir. Kabaran çamur son çökeltme havuzunda çökmekte ve yüzeysel suya gitmektedir.
3. Üçüncü gözlem ise çamur battaniyesinin yükselmesine karşılık geri devir çamur konsantrasyonunun seyrelmesidir.

Aktif çamur metodu ile yapılan biyolojik arıtmada yüksek bir arıtma verimine ulaşılabilmesi için çamur floklarına tutunmuş olan maddelerin son çökeltme havuzunda tamamen çökebilmesini temin için aktif çamur iyi floklaşma ve çökme özelliğine sahip olmalıdır. Aktif çamurun fiziksel özelliklerini (çökeltme) belirleyen en önemli parametre çamur hacim indeksidir.

Çamur çökebilme özelliği geleneksel bir metot olan çamur hacim indeksi (SVI) ölçümü ile belirlenir. Aktif çamur tesislerinin işletilmesi sırasında çamurun çökeltme özelliklerinin

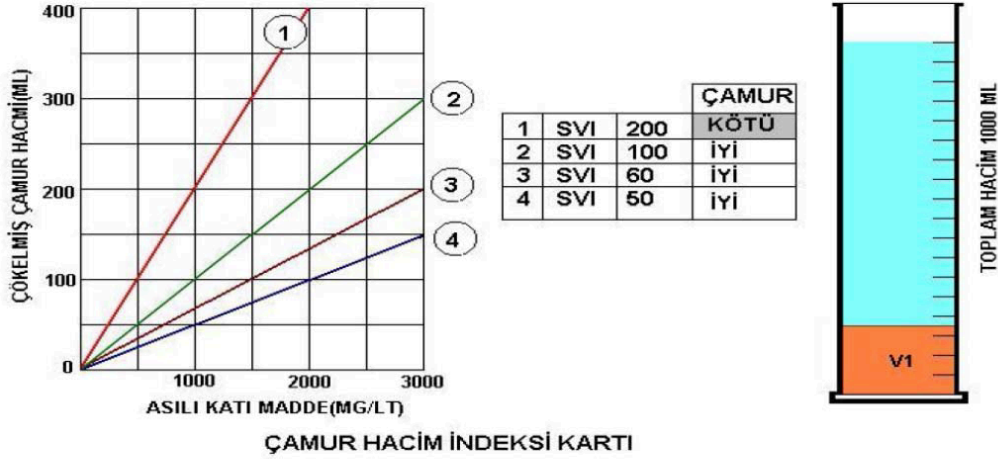
belirlenmesinde "Çamur Hacim İndeksi (SVI)" parametresi kullanılır. 1 gr kuru maddenin mL cinsinden işgal ettiği hacim olarak ifade edilir.

$$SVI \left(\frac{mL}{g} \right) = \frac{mL/L \text{ çamur}}{mg/L \text{ askıda katı madde}} \times 1000$$

SVI <100 iyi çökebilen çamur

SVI > 100 problemlili çamur

Yukarıdaki formüle göre yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen çamur hacim indeks değerleri hesaplanmıştır. SVI değerleri 100 mL/g değerinin altında olan çamurlar için iyi çökebilen çamurlar, 100 ml/g değerinin üzerinde olan çamurlar için ise iyi çökemeyen çamurlar denilebilir.



Şekil 3. Çamur Hacim İndeksi (SVI)

Özellikle floklar arasında oluşan filament köprüleri, yüzey alanlarını çok artırmakta ve SVI değerlerinin çökme ve kabarma probleminin olduğu 150 ml/g değerlerini fazlasıyla aştığı gösterir.

Çöp depolama ve transfer istasyonu sızıntı sularının %2 oranında verilmesi sonucu atıksu arıtma proseslerinde çamur kabarması görüntüleri Şekil 3'de verilmiştir. Çamur kabarması, mevcut atıksu arıtma işletmesinin KOI, BOI5, AKM, TKN ve indüklenmiş sülfür kirlilik yüklerinin değişmesine neden olmaktadır. Sızıntı suları atıksu arıtma tesisi işletilmesinde ciddi problemler oluşmaktadır. Bunlardan biri de çamur kabarmasıdır.

Atıksu Arıtma Tesisine Sızıntı Suyu Beslenmesi Sonucu Havalandırma ve Çöktürme Ünitelerinde Oluşan Çamur Kabarması Görüntüleri **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de verilmiştir.





Şekil 4. Atıksu Arıtma Tesisine Sızıntı Suyu Beslenmesi Sonucu Havalandırma ve Çöktürme Ünitelerinde Oluşan Çamur Kabarması Görüntüleri

6. KABARMA PROBLEMİNE ÇÖZÜM ARANMADAN ÖNCE NEDENİ TANIMLANMALI

Çamur yaşının yüksek olmasına bağlı olarak ortaya çıkan düşük F/M (besi/biyokütle, BOI_5 /UAKM) kabarması yaygın olarak uzun havalandırmalı aktif çamur sistemlerinde görülmektedir. *Microthrix parvicella*, Type 0041, Type 0092, Type 0581 ve *Haliscomenbacter hydrosis*, düşük F/M kabarmasına sebep olan filamentli türleridir. Bu türlerin organik maddeye ilgisi yüksek olup içsel çürüme hızları düşüktür. Organik madde ve spesifik büyüme hızı düşüklüğünde bu türler avantajlı hale gelmektedir. Bu avantajlı durum uzun havalandırmalı sistemlerde görülmektedir. Uzun havalandırmalı sistemlerde, özellikle nitrifikasyon yapılıyorsa, düşük F/M kabarmasını önlemek için çamur yaşını düşürmek mümkün olamamaktadır. Bu durumda düşük F/M kabarması kontrolü için sistemin başına ön selektör tasarlamak önleyici olabilmektedir. Bu işletme modelinde, giriş suyu ve geri devir çamuru ön selektör tanka verilir. Havalı ya da havasız çalıştırılabilir, fakat tam karışım sağlanmalıdır. Bu tankın tasarım kriterleri; giriş suyundan gelen organik kirliliğin oksidasyonunu minimum seviyede tutacak kadar küçük hacimde olması ve organik uçucu asitler gibi çözülmüş maddelerin hızlıca flok oluşturan bakterilerin bünyesine alınıp poli- β -hidroksibütirat (PHB, poli- β -hydroxybutyrate) gibi içsel polimerler olarak depolanmasına imkan sağlamasına yetecek kadar geniş hacimde olmasıdır. Flok oluşturan bakteriler BOI_5 'nin önemli kısmını hızlıca bünyesine alıp depolamaktadır. Bu bakteriler havalandırma tankına geldiğinde bünyesinde depoladıkları polimerleri oksidize ederken, kendisine depo oluşturamayan filamentli organizmalar enerji kaynağı bulamadıkları için aç kalarak sistemden atılırlar. Buradaki seleksiyonun anahtar noktası, flok oluşturan bakterilerin kendilerine enerji kaynağı depolayabilmesi ve buna karşılık filamentli türlerin enerji kaynağı depolayamamasıdır.

İndirgenmiş-sülfür kabarması, indirgenmiş sülfür formlarının aktif çamur sistemine giriş yapması ile meydana gelir. *Thiothrix* ve *O21N* türleri sülfür yükseltgeyici türler olup filament oluşturu türlerdir ve indirgenmiş sülfür varlığında kemolithotrophik elektron vericilerinden avantaj kazanmış olurlar. İndirgenmiş-sülfür kabarmasını engellemenin tek yolu, atıksuya indirgenmiş sülfür girişini engellemek ya da ham atıksu aktif çamur sistemine girmeden kimyasal olarak sülfürü okside etmektir. Bu konuda ilave çalışmanın ve ünitelerin yapılması gerekir.

Diğer yandan, çöp sızıntı sularında indirgenmiş-sülfür yüksek konsantrasyonda olabilir. Dikkatli olunmalı. Çöp depolama alanında sülfatın anaerobik bozunması sonucu sızıntı suyunda sülfür oluşur. Bir çöp depolama sızıntı suyunda sülfür konsantrasyonu 30 mg/lt olarak ölçülmüştür.

Çamur yaşındaki artış, askıda katı maddenin tutunma özelliğini zayıflatır ve bunların çıkış suyunda bulunması ile BOI_5 giderim verimi düşürür. Tecrübelerle dayalı olarak, BOI_5 giderim verimi ve maliyet dengesi sağlanmak istendiğinde çamur yaşının 4 ila 10 gün aralığında sınırlandırılması önerilmektedir. Fakat bu değer her tesisin kendi işletmesine dayalı olarak optimum şekilde belirlenmelidir.



Bazı ileri biyolojik atıksu arıtma tesislerinde (A tesisi ve B tesisi gibi) 15 derecede çamur yaşı, 20,29 gün, 25 derecede 10,13 gün olarak tasarlanmıştır. Başka tesiste (başka bir Arıtma tesisi) ise 12 derecede çamur yaşı, 25 gün ve 20 derecede çamur yaşı, 20 gün olarak tasarlanmıştır. İşletme bu esaslara göre çalıştırılmaktadır.

7. ÇAMUR KABARMASINI ÖNLEME

Atıksu arıtma işletmesini izleme programı mikroskopik çamur incelemesini içermiyorsa, filamentlilerin sayısındaki artış, sadece çamur çökme hızının önemli derecede kötüleşmesi ile fark edilebilir. Rutin olarak mikroskopik incelemeler yapılırsa filamentlerin büyümesi (filament indeksinin artması) daha çabuk fark edilebilir.

Bilindiği gibi şişkin çamur (çamur kabarması) meydana gelmesine engel olmak için çeşitli tedbirler alınabilir. Flamentli veya flamentsiz mikroorganizmaların varlığından kaynaklanan kabarma problemi aşağıda belirtilen önlemler alınarak;

- Havalandırma havuzunda çamur konsantrasyonunun artırılmasıyla ve çamur yükünün düşürülmesiyle,
- Şişkin çamur olayına neden olan ipliksi bakterilerin yüzey alanları diğer bakteri gruplarına göre daha büyüktür. Bu nedenle madde değişimi hızlı gerçekleştirilmesiyle,
- F/M (Besin / Mikroorganizma) oranının düşürülmesiyle,
- Sisteme hava, oksijen, H₂O₂, demir, alüminyum ve kireç bileşikleri verilmesiyle,
- Geri devir çamurunun klorlanmasıyla,
- Geri devir çamur hattına klor veya hidrojen peroksit ilavesiyle
- İndirgenmiş sülfürün giderilmesiyle,

engellenebilir.

Filamentli bakteriden kaynaklanabilecek köklü değişim için 2-3 günlük (Çamur Yaşı) gerekli olacaktır.

Tüm bunlar her bir tesis için ilave ciddi çalışmaların yapılmasını gerektirir. Bu tür çalışmalar yapılmadan ve gerekli önlemler alınmadan %2 oranında çöp sızıntı suyunun evsel atıksu arıtma tesisine verilmesi, işletmelerde ciddi problemler oluşturur. Atıksu arıtma tesislerini durma noktasına getirir ve arıtılmış suyun deşarj sınır değerlerini sağlaması zorlaşır.

8. FOSFOR GİDERİMİ

BOI/P oranı ve biyolojik olarak parçalanabilen organik madde içeriği, proses seçiminde en etkili faktördür.

Atıksu arıtma;

- $BOI_5/TP = 20/1 - 25/1$
- $BOI_5/TKN = 2/1 - 3/1$

olmalı.

Düşük BOI/P oranları, atıksuda yeterli organik madde olmamasından dolayı fosfor giderim veriminin düşmesine neden olur.

$TP/KOI > 0,017 - 0,02$ ise çıkış suyunda TP, 1,0 mg/L üzerinde kalır. TP'yi yeterli gidermek mümkün olmaz. Bu durumda alüm veya demir (3) bileşikleri gibi kimyasalların ilavesi ile fosfor giderilir.

Düşük BOI/TKN ise denitrifikasyon kapasitesinin düşmesine neden olur.

9. KAYNAKLAR

1. Ebru AKKAYA, Ahmet DEMİR, Gamze VARANK, (2011), “SIZINTI SULARINDA BİYOLOJİK OLARAK AYRIŞAMAYAN (İNERT) KOİ”, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, İstanbul.
1. Seferhan YILMAZ, (2016), “Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Mikrobiyal Yapısı Ve İşletme Performansının Beklenen Tasarım Kabulleri İle Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
2. Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK (Başyazar), (2017), “ATIKSU MÜHENDİSLİĞİ”, İSKİ Kitaplar Serisi, İstanbul
3. Korkut KAŞIKÇI, Barış ÇALLI, (2011), “Bursa Hamitler Sızıntı Suyu Arıtma Tesisinin İncelenmesi”, Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, İstanbul.
4. “SIZINTI SUYU YÖNETİMİ İHTİSAS KOMİSYONU TASLAK ÇALIŞMA RAPORU”, (2010), T.C. ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.
5. Prof. Dr. Lokman Hakan TECER, Doç. Dr. Yalçın GÜNEŞ, Doç. Dr. Asude HANEDAR, Çevre Yük. Müh. Merve FIÇICI, “DEMİRLİ KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI SIZINTI SUYU VE AKTARMA İSTASYONLARI ATIKSULARININ KARAKTERİZASYON VE ARITILABİLİRLİK ÇALIŞMASI”.