

Membran Önündeki Filtrelerde Biyolojik Kirlenme ve AFM Aktif Filtre Malzemesi ile Bunun Önlenmesi

Yazan: DR. HOWARD DRYDEN

Çeviri: ŞEBNEM AYBİGE BARLAS

ÖKOTEK Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı

Kum filtreleri, doğru şekilde işletilmeleri durumunda, ön arıtmanın ilk basamağı olarak UF ve RO membranları öncesinde yaygın olarak başarı ile kullanılmaktadır. Bu filtreler, düşük maliyeti ve kolay bakımı ile avantajlıdır. Bununla birlikte yeni teknolojilerden yararlanarak önemli iyileştirmeler de gerçekleştirilebilir.

Silis kumu, bakterilerin gelişimi ve üremesi için ideal bir ortam oluşturur; bundan yararlanarak kum filtreleri, “biyolojik filtreler” olarak, içme suyu arıtımında yavaş yataklı filtreler şeklinde kullanılmaktadır. Bu filtrelerde, filtrasyon esnasında su akış hızı 0.1 m/h civarındadır. Ancak doğrusal hız 5 – 10 m/h'e çıktığında filtre içindeki biyodinamikler ve mikrobiyoloji değişmeye başlamaktadır.

Yavaş yataklı filtreler içsel solunum durumundadır. Bu filtreler kendi içinde stabil bir ekosistem olarak tanımlanabilir. Fakat “su filtrasyon hızı” arttığında sistemde biyolojik stabilite bozulur. İlk başlarda kum filtreleri çok iyi su kalitesi sağlayabilir. Başlangıçta, kum filtresinde heterotrofik bakteriler organik karbonu karbon kaynağı olarak kullanarak kolonileştir. Büyüme fazında bu bakteriler kum filtresinin performansını iyileştirir. Bu dönem, suyun sıcaklığına ve çözünmüş organik madde konsantrasyonuna bağlı olarak birkaç haftadan on iki aya kadar sürebilir.

Bu süre sonunda, heterotrofik bakteriler filtre içinde var olan tüm yaşam alanını kullanır, biyofilm tabakası gelişmeye ve bakterilerin tür çeşitliliği artmaya başlar. Bu aşamada, bakteriler kum yüzeyinden suyun filtreden geçişi ile kaçmaya başlarlar. Bununla beraber bakteri seviyesi ve çözünmüş organik madde, filtre çıkışındaki suda filtre

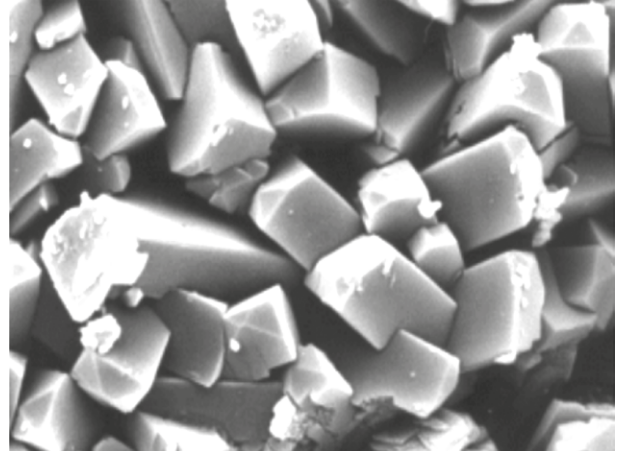
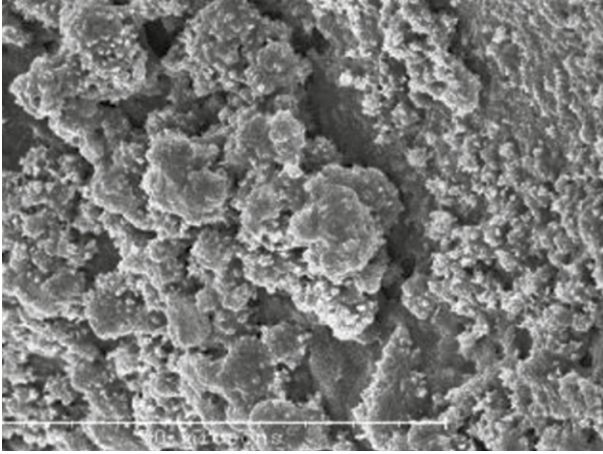
girişindeki suya göre genellikle daha düşüktür.

Biyofilm bir bitkiye, planktonik bakteri de biyofilmin tohumuna benzetilebilir. Biyofilmin suya bakteri salması normaldir. Gerçekte, bakterinin filtre edilen suya salınması bakteri tarafından senkronize ediliyor da olabilir. Bu, filtrenin performansını iyileştiren mükemmel doğal bir prosedir, fakat bu esnada kum filtresi, filtre edilmiş suya aralıklarla yüksek konsantrasyonda bakteri salar.

Biyofilmdeki “bakteri tür çeşitliliği” zamanla sürekli olarak artar ve birkaç ay sonrasında ototrofik bakteriler kendini göstermeye başlar. Bu bakteriler, inorganik karbondan organik karbon üretir. Bu türler normalde kum filtresi yatağının alt tabakalarında görülmeye başlarlar ve heterotrofik bakterilere göre daha yavaş gelişirler. Ancak, su kalitesi üzerinde olumsuz etkiler gösterirler. Kum mineralize olur (taşlaşmaya başlar), bakteri aljinat bazlı bir biyofilm matriksi oluşturmaya başlar, ayrıca da biyofilme ek koruma sağlayan peteksi bir mineral yapı oluşturur. Kum taneciklerinin yapısı bu biyomineralizasyon sebebi ile değişmeye başlar, aljinat bazlı üretim artar ve kum gittikçe daha az stabil olur. Böylece kum filtresi, tek amacı çok bakteri üretmek olan bir fabrikaya dönüşür.

Bu aşamada azot fikse edici bakteriler, filtre yatağının alt kısmında ototrof bakterilerin yanında oluşmaya başlarlar. Bakterilerin ekolojik çeşitliliği arttıkça, organik madde üretimi de artar. Kum filtreleri böylece filtre girişinden daha çok katı ve organik madde üretmeye başlarlar. Buradaki problem, sürekli bulanıklık ölçümü olmayan filtrelerde bu ani salınımların fark edilememesidir.

Su ve hava ile ters yıkama, biyofilmin bir kısmını filt-



reden uzaklaştırır. Ama kum filtresindeki kum yaşlandıkça biyofilm filtre içinde daha stabil olur. Eğer suyun sıcaklığı 25 C den yüksekse, heteretrof bakterilerin iki katına çıkması, 15 dakika gibi kısa bir sürede gerçekleşebilir. Böylece birkaç saat içinde ters yıkama ile filtreden uzaklaştırılan biyofilm miktarı tekrar oluşur. Dryden Aqua'da akışkan yataklı kum biofiltreleri de üretiyoruz. Şayet %50 yatak genişmesi ile ters yıkama yapılan bir kum filtreniz varsa bu harika bir biyofiltredir. Her koşulda en güçlü geri yıkama ile dahi kum filtrelerinden bakterilerin tamamen giderilmesi mümkün değildir.

Klinoptilolit Zeolit Kumu

Dryden Aqua'dan Dr. Howard Dryden doktorasını doğal bir zeolit olan Klinoptilolit ile kaynak suyu arıtma sistemlerinden amonyum giderimi üzerine yapmıştır. Zeolitler, rekabetçi kation iyonları yüzünden, denizcilik sektöründeki su arıtım uygulamalarında iyon değiştirici minerali olarak verimli çalışmamaktadır. Bununla beraber kaynak suyu arıtımında Klinoptilolit amonyumu absorbe eder ve absorbe edilen amonyum ototrof bakterilerin besin kaynağı olarak değerlendirilir. Bu sebeple zeolitler özellikle ılık ve sıcak kaynak suyunun mekanik filtrasyonunda oldukça verimsiz olma eğilimindedir.

Denizcilikteki arıtım uygulamalarında biyolojik kirlenme ile ilgili daha az konu vardır; bununla beraber elektron mikroskobu ile çekilen klinoptilolit doğal kristal yapısını gösteren fotoğraf, klinoptilolit bakterilerin büyümesi ve korunması için kusursuz bir yaşam alanı oluşturduğunu göstermektedir. Klinoptilolit ayrıca serbest silis içerir, böylece membranların ön arıtması için silis kumu aslında daha iyi bir filtrasyon medyasıdır. AFM Aktif Filtre Medyası elbette herhangi bir filtre medyasından çok daha iyi ve etkilidir.

Biyolojik Kirlenmeye Karşı Dirençsizlik Açısından AFM ve Kum Karşılaştırılması

Kumda oluşan biyolojik kirlenme, ters yıkama sonrası filtredeki kumdan numune alınarak, saf su içinde titre edilerek (ultrasonik kullanılarak) bu biyolojik kirliliklerin uzaklaştırılması ve ardından bu sudaki bakteri konsantrasyonlarına bakılarak basitçe tayin edilebilir. Aşağıdaki sonuçlar Yeni Zelanda'da bir laboratuvarında elde edilmiştir. Numuneler, bir fabrikanın filtrasyon sisteminde aynı şartlarda çalışan iki filtreden alınmıştır. Filtrelerden biri AFM, diğeri kum medya ile doludur.

| Numune | Entreokoklar cfu/100 ml | Fekal koliformlar cfu/100ml | P.aeruginosa | S.aureus cfu/10ml | APC @ 37C derece cfu/ml |
|---|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------|---|
| Silika Kum | <1 | <1 | <1 | <1 | 36,000,000 |
| AFM | <1 | <1 | <1 | <1 | 18 |
| Standart su analizi yöntemi 20. baskı 1998 | 9230C | 9222D | 9213E | 9213B | 9215B |
| Client Jonkers | Alınan tarih 22/04/04 | Laboratuvar SGS Yeni Zelanda Ltd. | Analist adı Marnie Sleeman | Laboratuvar numarası 3467-04 | Filtre medyası numunesi bakteriyolojik analiz |
| filtration P.O Box 708 Kurmeu, Yeni Zelanda | Tamamlanan tarih 29/07/04 | | | | |

AFM Biyolojik Olarak Kirlenmez, Ters Yıkama ile %100 Giderim Sağlanır

AFM filtre yatağında bakteri üreyebilir ama filtre içinde kalamazlar. AFM filtre yatağının ters yıkama performansının neredeyse %100 olduğu akredite ve bağımsız bir kuruluş olan IFTS (International Filter Testing Services) tarafından onaylanmıştır. Bu IFTS verileri, ISO prosedürlerine uygun bir laboratuvarında kontrollü şartlar altında çalışılarak elde edilmiştir.

Kum, filtreye yeni doldurulduğunda henüz biyolojik kirlenme olmadan önce buna oldukça yakın sonuçlar vermiştir. Bununla beraber, filtredeki kum yaşlanmaya başladığında yatakta oluşan yapışkan aljinat yapının, kum

filtresindeki ters yıkama verimliliğini azalttığı Lyonnaise des Eaux tarafından alınan sonuçlarla ispat edilmiştir.

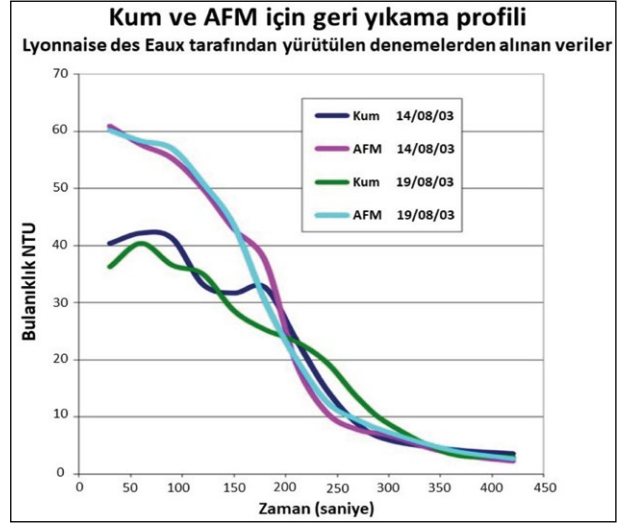
Bu veriler, aynı su şebekesinde çalışan, biri kum diğeri AFM ile dolu olan iki paralel filtreden eş zamanlı olarak toplanmıştır. Bu çalışmadaki iki önemli nokta aşağıda belirtilmektedir:

1. AFM filtresinin ters yıkama profili tekrarlanan bir sinüs eğrisidir; bir ters yıkama eğrisini diğerinin üstüne koyabilirsiniz. Fakat kum filtresinin ters yıkama profili değişkendir. Performansı öngörülemez ve her bir ters yıkama (ve filtrasyon adımı) farklıdır. Bu sonuç kum filtre yatağındaki biyolojik çeşitlilik veya bakteri türlerindeki değişkenliği yansıtmaktadır.
2. AFM altındaki alan %30 daha fazladır; bu AFM ile filtrasyon esnasında kuma göre %30 daha fazla askıda katı partikül tutulduğunu göstermektedir.

Filtre Yatağında Solucan Deliği Kanallaşması ve Biyolojik Kirlenmeye Karşı Dayanıksızlık

Daha uzun bir zaman diliminde filtre edilmiş su kalitesine ve ters yıkama profilinin tekrarına bakmak ayrıca ilginç olacaktır. Bu çalışma İspanyol bir su arıtma firması tarafından yürütülmüş ve sonuçları İspanyol Su Dergisinde (Spanish Water Journals) yayınlanmıştır. Bu verilere ait iki kilit grafik aşağıda sunulmaktadır. Birinci grafik bir kum filtresinin işletme ve ters yıkama serilerini göstermekte olup ikinci grafik AFM'ya ait aynı verilerdir.

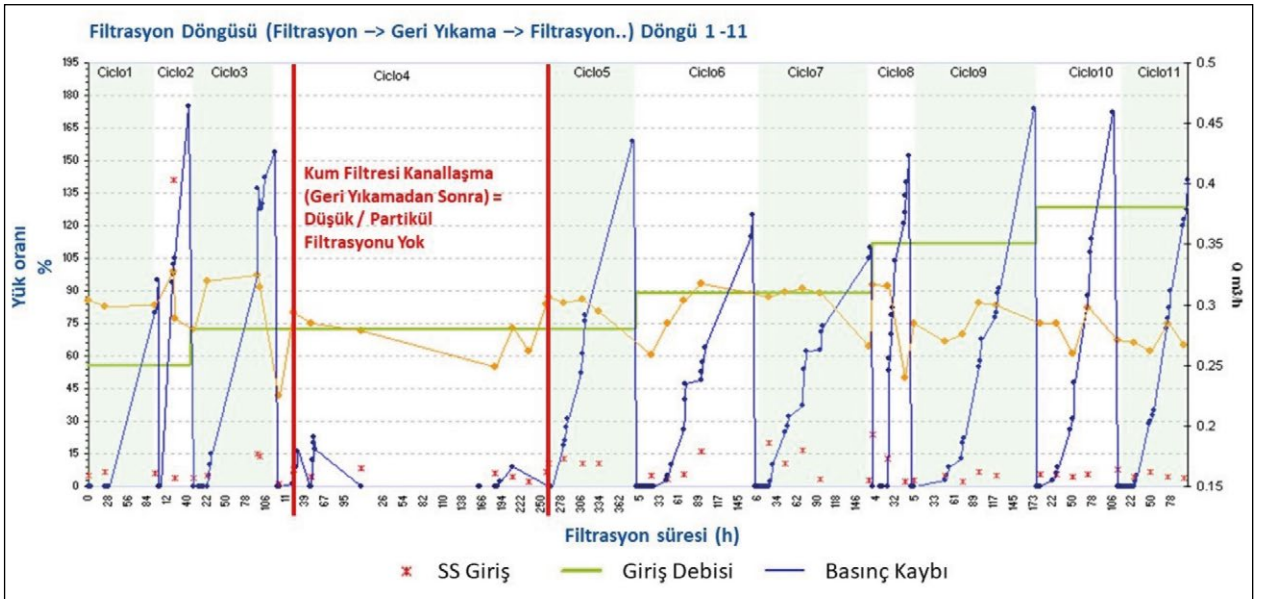
AFM profili saat gibi, tüm işletme fazları ve ters yıkama sekanslarında kusursuz eş bir örüntüyü takip etmektedir. Oysa ki paralel olarak işletilen kum filtresinin,

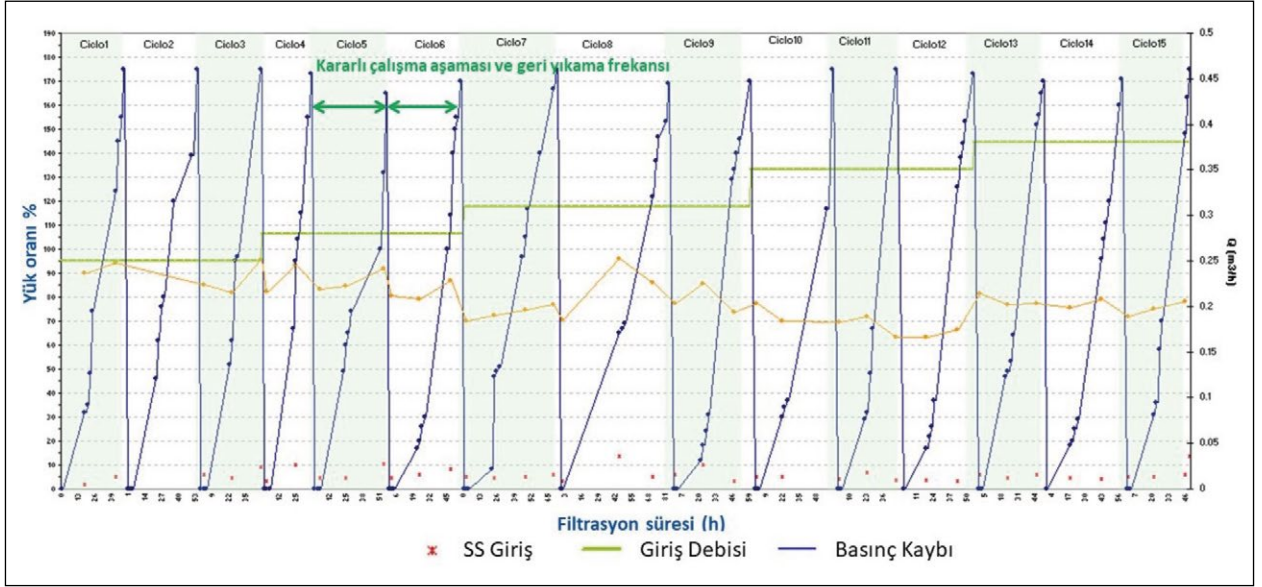


aynı şartlar altında değişken bir performans sergilediği ve filtre yatağında kanallaşma olduğu ispat edilmiştir. Her iki filtrede gözlenen bu performanslar arasındaki farkın sebebi, AFM'nin kalitesi ve AFM'de biyolojik kirlenmenin olmayışdır.

AFM ve Kum Filtresinin İşletme Fazı Performansı & Bakteri Salınımları Açısından Değerlendirilmesi

AFM'nin stabilitesini yansıtan başka bir performans çalışması örneği de, İsrail'deki Arkal (Amiad) firması tarafından gerçekleştirilmiştir. Uygulama sulama amacı ile kullanılan bir atık suyun arıtılmasıdır. Tam ölçekli bir arıtma tesisinin filtrasyon basamağında mevcut iki filtreden ilki

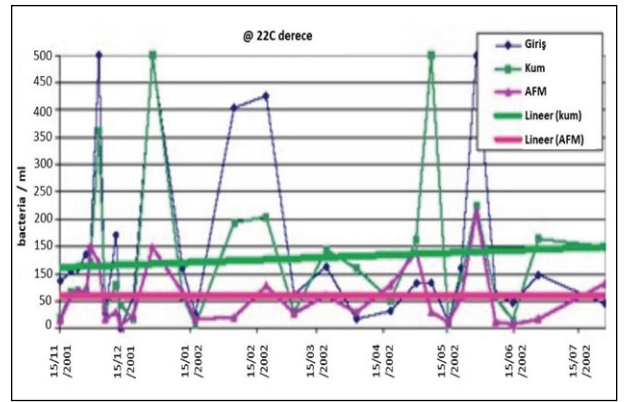
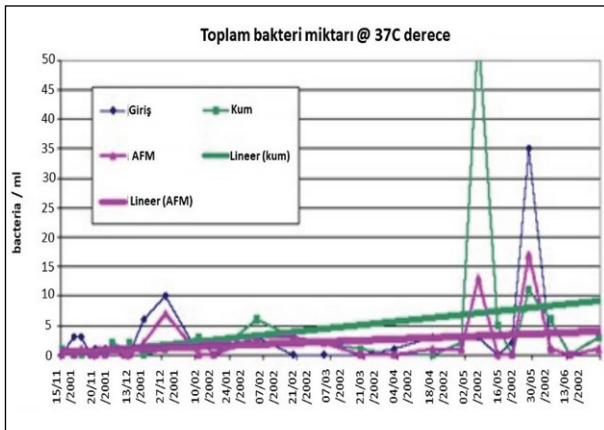




kum, diğeri AFM ile işletilmektedir. Bu çalışmada ulaşılan veriler de AFM'nin kum filtrelerine olan üstünlüğünü onaylamaktadır. Scottish Water gibi firmalar tarafından biyolojik kirlenme sekansları çok daha detaylı olarak araştırılmıştır. Aşağıdaki veriler Scottish Water tarafından yapılan denemeye aittir, Dryden Aqua sadece gözlemci olarak denemeye katılmıştır. Bu çalışmaya ait veriler Avrupa Komisyonu (European Commission) tarafından yayınlanmıştır ve İngiliz dergisi WWT de görüntülenebilir. Sonuçlar yine biri kum, diğeri AFM ile doldurulmuş iki eş basınçlı filtreye aittir.

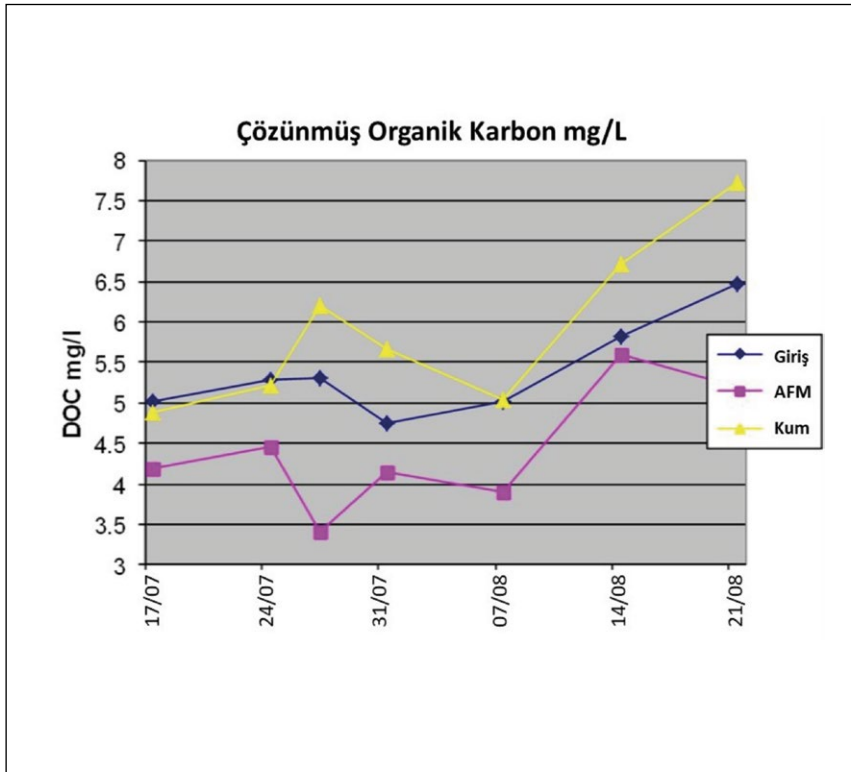
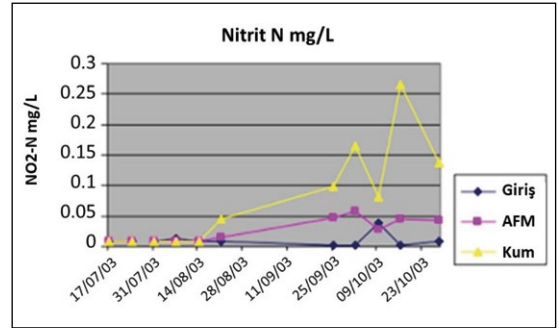
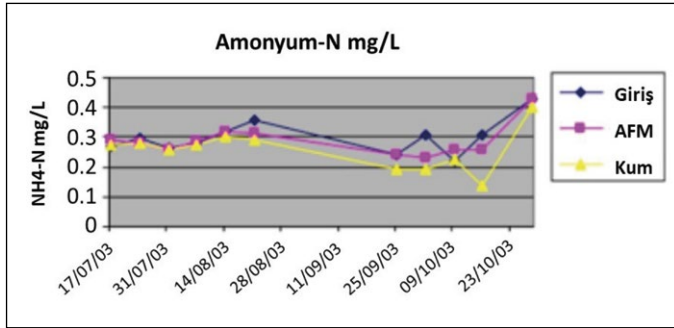
Sunulan çalışma aşağıdaki parametreleri içermektedir:

1. Filtrasyon öncesi ve sonrası bakteri seviyeleri
2. Fitre Yatağındaki ototrofik bakteri kolonizasyonunun dolaylı ölçümü
3. Çözünmüş organik karbonun giderimi



Filtrasyon Öncesi ve Sonrası Bakteri Seviyeleri

Kum ve AFM filtreleri öncesi ve sonrasında 37 C ve 22 C'de toplam aerobik bakteri sayımları yapılmıştır. Ortalama eğilim çizgisi de ayrıca eklenmiştir. Kum ve AFM filtrelerin her ikisinde de filtreye giren bakteri konsantrasyonları izlenmiştir. Ancak kum filtreleri periyodik olarak bakterileri suya salmıştır; bu davranış AFM filtresinde gözlenmemiştir. Filtrelenmiş suda düşük konsantrasyonda amonyum mevcuttur. Ototrof bakteriler amonyumu önce nitrite sonra da nitrata dönüştürür. Bu durum dolaylı olarak amonyum konsantrasyonunun düşmesi ve nitritin artması ile gözlenebilir. Aşağıdaki iki grafik bu durumun kum filtresi çıkışında gözlendiğini ama AFM filtresi çıkışında bir değişim olmadığını göstermiştir. Bu sonuç açık olarak kum filtresinde ototrofik bakteri kolonizasyonu olduğunu göstermektedir. Filtredeki kumun yeni olduğu erken dönemlerde bu durum yararlı olabilir, ama sonraki



dönemlerde filtre yatağında bakteri hücreleri biyokütlesi üretiminin ve filtrelenmiş sudaki çözünmüş organik karbon (DOC) seviyelerinin artmasıyla sonuçlanır.

Çözünmüş Organik Karbon

AFM selektif bir moleküler elek absorberidir; çözünmüş organik karbon AFM'nin yüzeyinde absorbe olur ve ters yıkama esnasında serbest bırakılır. Grafik, AFM'nin çözünmüş organik karbonu giderdiğini onaylamaktadır. Kum filtresinde kumun yeni olduğu ilk haftalarda veya aylarda, biyofilm, çözünmüş organik karbonu bakteri hücre biyokütlesine çevirerek gidermede oldukça iyidir. Ancak hızlı açık kum filtreleri veya basınçlı kum filtreleri içsel solunuma destek verecek durumda değildir. Bö-

lece çözünmüş organik karbonu filtrelenmiş suya geri verirler. Kum filtre yatağında ototorofik bakteriler de oluşmaya başlayınca, filtrelenmiş sudaki çözünmüş organik karbon genellikle filtre girişindeki sudaki konsantrasyonundan daha yüksek ölçülür.

Sonuç

Bu raporda sunulan verilerin tamamı dünya çapında bağımsız kurumlar, su arıtma firmaları ve akredite laboratuvarlar tarafından çalışılmıştır. Veriler AFM'nin bir biyofiltre olamayacağını onaylamaktadır. Bu parametre çok kolay bir şekilde kontrol edilebilir. Basitçe bir filtreyi, ters yıkama yaptıktan sonra, açın ve bakteri seviyesini ölçün. Sıfıra yakın olduğu görülecektir. Fransız bir sivil toplum kuruluşu, AFM'nin performansını Fransa'da üretilen Garo isimli bir cam filtre medyası ile karşılaştırmak

ve kontrol etmek istedi. Sonuçlar, öğütülmüş camdan üretilen Garo isimli cam filtre medyasının biyofiltreye dönüştüğünü ama AFM'nin temiz kaldığını gösterdi. Son 15 yıllık dönemdeki tüm sonuçlar, AFM filtre medyasının biyolojik olarak kirlenmediğini ve AFM filtre yatağında kanallaşma olmadığını kanıtlamaktadır. Bağımsız kuruluşların denemeleri AFM'nin performansının kuma göre en az 2 kat, öğütülmüş cam filtre medyalarına göre de en az 3 kat daha iyi olduğunu onaylamaktadır.

AFM filtre medyası, içme suyu filtrasyonu ve atık su filtrasyonu için harika bir üründür. Ön arıtma amacıyla kullanıldığında membranların performansını artırır ve RO membranlarının ömrünü uzatır. ■

AFM®

AKTİF FİLTRE MEDYASI

DRYDEN AQUA

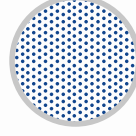
SUSTAINABLE
WATER
QUALITY

EN İYİ FİLTASYON MEDYASI



Kendi kendini sterilize eden yüzey

Bakteri gelişimine tamamen dirençli



Artırılmış yüzey alanı
Üstün filtreleme özelliği



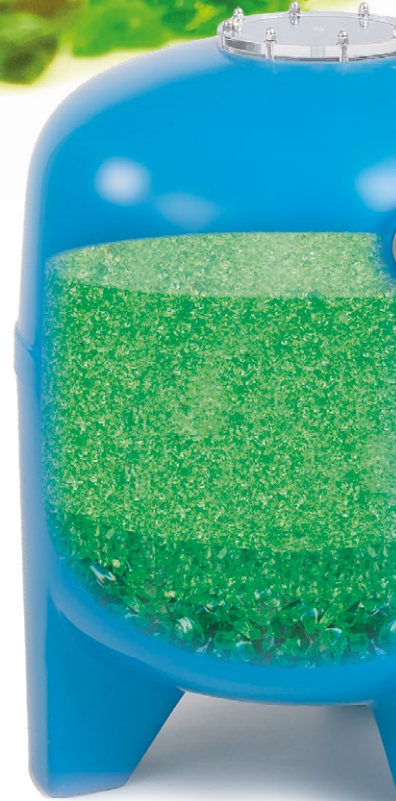
Hidroforik Yüzey
Hidrokarbon ve mikroplastik dahil organik maddelerin adsorpsiyonu

1 MİKRONA KADAR SERTİFİKALANDIRILMIŞ
FİLTASYON SAĞLAR
BULANIKLIĞI AZALTIR
OKSİJEN İHTİYACINI AZALTIR

BAKTERİ OLUŞUMUNA %100 DİRENÇLİ
İSTİKRARLI & GÜVENİLİR PERFORMANS
%80'E KADAR DAHA AZ TRİKLORAMİN

YENİ HİDROFORİK YÜZEY
ORGANİK MADDE & MİKROPLASTİKLERİ
ÇOK DAHA RAHAT TUTAR
%50 'YE KADAR DAHA AZ TRIHALOMETAN

Her Geri Dönüştürülmüş Cam Medya, Dryden Aqua AFM Aktif Filtre Malzemesi değildir ve yukarıda vurgulanan özelliklerin hiçbirine sahip değildir. Dryden Aqua – AFM aktif filtre malzemesi, tüm üretim ve kalite sertifikalarına sahip gıda kalitesindeki tek aktif filtre malzemesidir. Üretim prosesi patent altına alınmış olup sadece İsviçre ve İskoçya'daki iki fabrikada üretilmektedir.



Dryden Aqua – Su Arıtım Bölümü Tek Yetkili Türkiye Temsilcisi

ÖKOTEK
ÇEVRE TEKNOLOJİSİ VE KİMYA SANAYİ A.Ş.

Merkez Ofis:
Deposite İş Merkezi A1 Blok. K: 4 No: 403/A
İkitelli OSB 34306 Başakşehir / İstanbul
ÖkoteK Ar-Ge
YTÜ TEKNOPARK İkitelli Yerleşkesi No: 1
B-14 İkitelli Başakşehir / İstanbul

ÖkoteK Bodrum Araştırma ve
Problem Çözüm Merkezi
Peksimet Mah. 5507 Sokak No: 4/C ve 4/D
48400 Kadıkalesi - Bodrum / Muğla
Tel: +90 212 671 91 58 pbx
Faks: +90 212 671 91 96

info@okotek.com.tr
www.okotek.com.tr