

Lineer Alkil Benzen Sülfonik Asit (LABSA) İçeren Sentetik Atıksuyun Membran Biyoreaktör (MBR) Sisteminde Arıtımı

¹Çağlayan Açıkgöz, ²Kadir Özcan, ³Ülküye Dudu Gül

¹ Faculty of Engineering, Department of Chemical & Process Engineering Bilecik Seyh Edebali University, Turkey

² Vocational High School, Bilecik Seyh Edebali University, Turkey

³ Health Vocational High School, Bilecik Seyh Edebali University, Turkey

Özet:

Deterjan üretim prosesindeki en önemli hammaddelerin başında Lineer Alkil Benzen Sülfonik Asit (LABSA) gelmektedir. Günümüzde sıvı, jel veya toz deterjan üretim proseslerinde LABSA, ana yüzey aktif madde olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla evsel atıksuyunda sıklıkla bulunmaktadır. Bu nedenle büyük hacimli atıksulardaki yüzeyaktif maddelerin etkili ve ekonomik bir şekilde giderilebilmesi için alternatif yöntemlere gereksinim vardır. Membran biyoreaktörler arıtım teknolojileri arasında önemli bir potansiyele sahip olan sistemlerdir. Bu teknoloji, özellikle evsel atıksuların ve endüstriyel atıksuların arıtımında konvansiyonel aktif çamur proseslerine kıyasla sahip olduğu büyük avantajlarla ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada; 300 mg/L konsantrasyonunda hazırlanan LABSA içeren sentetik atıksuyun arıtım çalışmaları *Aspergillus versicolor* ve *Trametes versicolor* karışık kültürlerinin aşılandığı lab/pilot ölçeğe membran biyoreaktör (MBR) sisteminde steril olmayan ortamda gerçekleştirilmiştir. Deneysel ölçümler için her 24 saatte bir numune alımı yapılmış ve numuneler alındığı gün standart metotlara göre analiz edilmiştir. LABSA giderim verimi 48 saat içinde % 58 ulaşılmıştır.

Key words: LABSA, MBR, atıksu arıtımı, *aspergillus versicolor*, *trametes versicolor*

The Treatment of Synthetic Wastewater Contains Linear Alkyl Benzene Sulphonic Acid (LABSA) in Membrane Bioreactor (MBR) System

Abstract:

One of the most important raw material in the detergent production process is a Linear Alkyl Benzene Sulphonic Acid (LABSA). Nowadays, LABSA is used as main surfaces active ingredient in the liquid, gel or powder detergent process. Thus, there is often in the city wastewater. Therefore, there is a need for alternative methods to eliminate surfactant from large volume of wastewater by an effective and economical way. Membrane bioreactors (MBR) systems have significant potential in treatment technologies. This technology is particularly suitable for the treatment of domestic sewage and industrial wastewater as compared to conventional activated sludge process has come to the fore with great advantage.

*Corresponding author: Address: ²Vocational High School, Bilecik Seyh Edebali University, TURKEY. E-mail address: kadir.ozan@bilecik.edu.tr, Phone: +902282141645

In this study, the treatment studies of synthetic wastewater containing 300 mg /L LABSA concentration was carried out by *Aspergillus versicolor* and *Trametes versicolor* mixed culture in the lab/pilot scale membrane bioreactor (MBR) system at non-sterile conditions. For experimental measurements, a sampling performed every 24 hours and the samples were analyzed according to standard methods. The removal efficiency of LABSA reached 58 % within 48 hours.

Key words: LABSA, MBR, wastewater treatment, *aspergillus versicolor*, *trametes versicolor*

1. Giriş

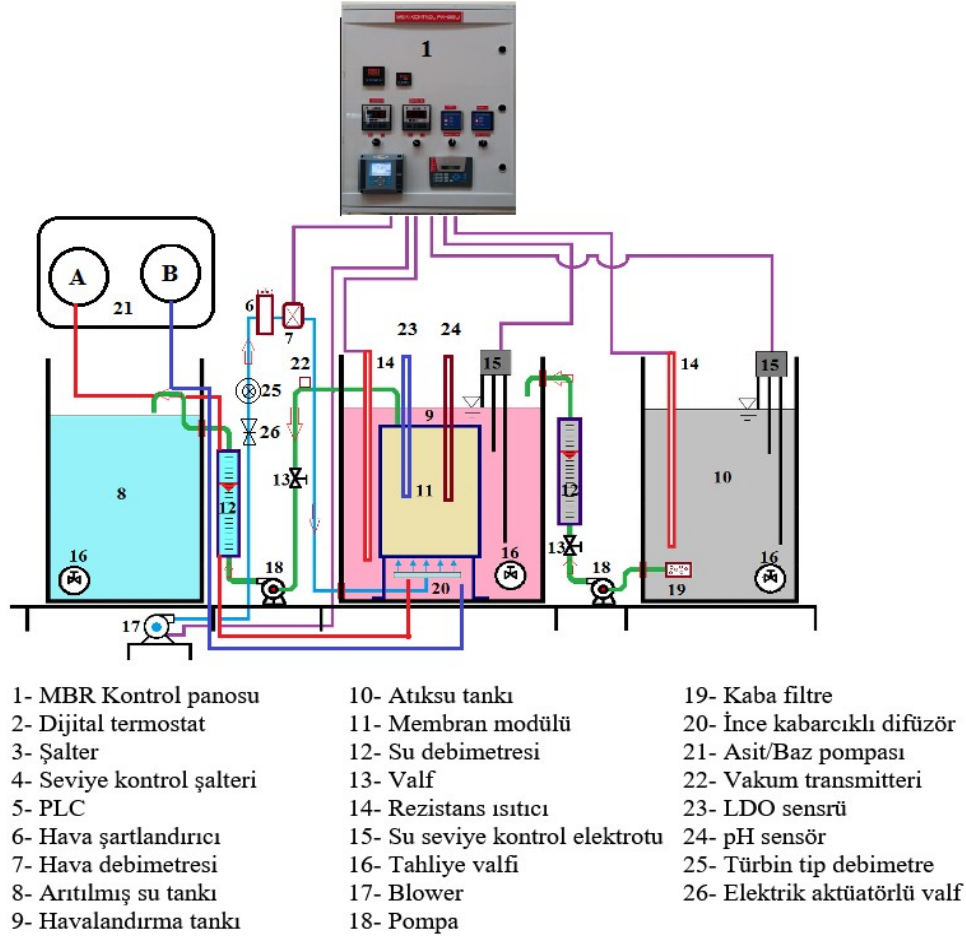
Günümüzde sıvı, jel veya toz deterjan üretim proseslerinde LABSA ana yüzey aktif madde olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla evsel atıksuyunda sıklıkla bulunmaktadır. Yüzey aktif maddeler yüzey suları ve nehirlerde köpük oluşumuna ve böylece sudaki organizmalar için suda oksijen penetrasyonu azaltılması gibi çevresel riskleri sebep olmaktadır. Deterjan üretiminden veya evsel atıklardan kaynaklanan ve çevre açısından olumsuz etkilerinden dolayı yüzeyaktif maddelerin sulu ortamlarda arıtımı oldukça önemli bir konuyu oluşturmaktadır. Bu nedenle büyük hacimli atıksulardaki yüzeyaktif maddelerin etkili ve ekonomik bir şekilde giderilebilmesi için alternatif yöntemlere gereksinim vardır. Membran biyoreaktör (MBR) arıtım sistemleri, biyolojik arıtım metotlarından biri olan aktif çamur prosesini membran ayırma prosesiyle birleştiren sistemlerdir. MBR sistemi, konvansiyonel bir aktif çamur prosesine benzer şekilde işletilmekte olup, bu arıtma tekniğinde son çöktürme tankına ve kum filtrasyonu gibi üçüncül arıtma işlemlerine gerek duyulmamaktadır. Günümüzde küçük yerleşim yerlerinin ve fabrikaların atıksularının arıtılmasında avantajlı olan bu teknolojiyi kullanan arıtım sistemlerinin sayısı gün geçtikçe artış göstermektedir. MBR, evsel ve endüstriyel atıksu arıtımında oldukça hızlı bir şekilde konvansiyonel aktif çamur sistemlerin yerini almaya başlamıştır.

Çevre kirliliğinin önlenmesinin önem kazandığı günümüzde, evsel ve endüstriyel atıklardan kaynaklanan kirlilik olayları çok önem taşımakta ve sucul ortama gelen kirleticiler arasında deterjanlar da yer almaktadır [1]. Deterjanların boşaltıldıkları alıcı sulara etkileri, köpük oluşturma, biyolojik ayrışma sonucu oksijen tüketimi, sudaki canlılar üzerine olumsuz etkileri, ötrofikasyon ve içme sularına etkileri şeklinde özetlenebilir [2]. Deterjan kirliliği, sulardaki biyolojik aktiviteyi etkilemesi açısından önemlidir. Deterjan aktif maddeleri alıcı sularda su özelliklerine bağlı olarak 0.5 mg/L'den yüksek derişimlerde köpük oluştururlar. Oluşan köpükler su yüzeyini kaplayarak havalandırmaya ve oksijen alışverişine engel olabilir. Deterjan aktif maddesi boşaltıldıkları alıcı sularda biyokimyasal reaksiyonlarla ayrışır ve bu ayrışma sırasında ortamdaki çözünmüş oksijeni kullanırlar, bu da ani oksijen eksikliğine neden olabilir [3].

Bu çalışmada, Membran Biyoreaktör (MBR) sisteminde *Aspergillus versicolor* ve *Trametes versicolor* karışık mantar kültürü kullanılarak LABSA'nın sentetik atıksuyundan arıtılabilirliği üzerine deneyler ve analizler gerçekleştirildi.

2. Materyal ve Metot

Deneyisel arıtım çalışmalarının gerçekleştirildiği Lab/Pilot Ölçekte dahili MBR Sisteminin şematik çizimi Şekil 1’de verilmektedir.



Şekil 1. MBR sisteminin şematik çizimi

Deneyisel çalışmalar Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya ve Süreç Mühendisliği laboratuvarında bulunan lab/pilot ölçekte membran biyoreaktör (MBR) sisteminde gerçekleştirilmiştir. MBR sistemi 220 L’lik pleksiglas malzemeden imal edilmiş 1 adet havalandırma tankından (efektif hacmi yaklaşık 170 L’dir) ve 2 adet 145 litre kapasiteli besleme ve deşarj tankından oluşmaktadır. Membran modülü toplam 1,5 m² alana sahip olup, por büyüklüğü 0,08-0,3 µm olan 6 adet plaka-çerçeve tipi ultrafiltrasyon membran kasetinden [Polivinildifloride(PVDF)+Polyetiletetraftalat(PET)] ibarettir ve membran modülü havalandırma tankına düşey olarak yerleştirilmiştir. Havalandırma, membran modülünün altına yerleştirilen disk formunda membranlı difüzör ile sağlanmıştır. Difüzör, aynı zamanda membranların üzerinde kek tabakası oluşumunun etkisini de azaltmaktadır. Membran biyoreaktör sistemi, 60x80 cm boyutlarındaki elektrik panosuna yerleştirilen kumanda elemanlarından kontrol edilmektedir.

MBR sisteminde sıcaklık, çözülmüş oksijen, pH, arıtma süresi ve debi parametreleri istenen değerde ayarlanabilmekte ve anlık olarak kontrol edilebilmektedir. MBR sisteminde, atıksuyun biyolojik arıtımın gerçekleştiği havalandırma tankına iletilmesi ve arıtılmış suyun havalandırma tankından temiz su tankına aktarılması için 2 adet periferik santrifüj pompa kullanılmıştır. Şekil 1’de görülen sistemde reaktör olarak ortada bulunan tank kullanılmıştır. Bu tank 99,5 cm boyunda 57,9x38 cm² taban alanına sahiptir. Diğer tanklar ise 79,5 cm boyunda 47,8x38 cm² taban alanındadır [4-8].

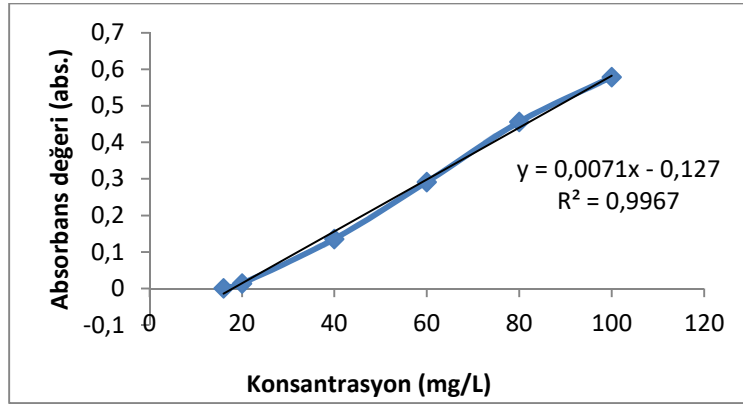
Aspergillus versicolor ve *Trametes versicolor* mantar suşları Ankara Üniversitesi Biyoloji Bölümü Biyoteknoloji Laboratuvarı Kültür Koleksiyonundan tedarik edilmiştir. Stok kültürleri PDA’lı besiyerinde +4 °C’de saklanmıştır. LABSA gideriminde kullanılan fungal biyokütlenin üretilmesi amacıyla Minimal ve Complete Yeast Medium gibi çeşitli besiyeri hazırlanarak stok kültürden erlenlerdeki besiyeri ortamına ekim yapıp, inkübasyona bırakılmıştır. Fungal biyokütle üretiminde kullanılan besiyeri bileşenleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Complete Yeast besiyeri içeriği

Yeast besiyerinin içeriği	
Besiyeri Bileşenleri	Miktar (g/L)
Peptone	5
Yeast	3
Glukoz	20

İnkübasyon süresince fungal gelişim takip edilmiştir. İstenilen miktarda biyokütle elde edildikten sonra üretilen fungal biyokütle Membran Biyoreaktöre aktarılmıştır.

300 mg/L konsantrasyonunda hazırlanan LABSA içeren sentetik atıksuyun arıtım çalışmaları *Aspergillus versicolor* ve *Trametes versicolor* karışık kültürlerinin aşılandığı lab/pilot ölçekte membran biyoreaktör (MBR) sisteminde steril olmayan ortamda gerçekleştirilmiştir. Arıtma süresince, havalandırma tankındaki ÇO (Çözülmüş Oksijen), pH, sıcaklık, LABSA konsantrasyonu değerleri belirlenmiştir. Deneysel ölçümler için her 24 saatte bir numune alımı yapılmış ve numuneler alındığı gün standart metotlara göre analiz edilmiştir. Arıtım çalışmalarında LABSA derişimi UV-Vis spektrofotometre (JENWAY 7310) kullanılarak belirlenmiştir. LABSA’ya ait kalibrasyon eğrisi farklı konsantrasyonlarda hazırlanan çözeltilerin absorsbsiyon değerlerine göre oluşturulmuştur. Kalibrasyon grafiği şekil 2’ de verilmiştir.



Şekil 2. LABSA için kalibrasyon grafiği

3. Sonuçlar

Yapılan arıtım çalışması sonucunda elde edilen deneysel çalışma ve analiz sonuçları çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. LABSA giderimi verimi

Ölçüm	LABSA Konsantrasyonundaki Değişim (ppm)	LABSA Konsantrasyonundaki Giderimi (%)
30. dk	261,43	-
1.Gün	120,6	53,87
2.Gün	110	58

4. Tartışma

Deneysel ölçümler için her 24 saatte bir numune alımı yapılmış ve numuneler alındığı gün standart metotlara göre analiz edilmiştir. Deneysel çalışma boyunca sıcaklık 23-27 °C, pH 4-5 değerleri, çözülmüş oksijen 6-9 mg/L arasında tutulmuştur. Yapılan 2 günlük arıtım çalışmasında 300 mg/L konsantrasyona sahip sentetik atıksuyundaki LABSA'nın konsantrasyonu ilk 30 dakika içinde alınan numune analizinde belirlenen 261,43 ppm değerinden 2. gün sonunda 110 ppm değerine düşmüştür. LABSA giderim verimi 48 saat içinde % 58 ulaşılmıştır. Çalışma aynı koşullarda 3 kez tekrarlanarak doğrulanmıştır.

Sonuçlar

Yüzey aktif maddeler başta temizlik malzemeleri olmak üzere gıda, ilaç, ziraat, tekstil, boya, yapıştırıcı, metal işleme, kâğıt üretimi gibi kimya endüstrisinin birçok alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Suda yaşayan canlılar için toksik etkiye sahip olan bu yüzey aktif maddelerin kullanımı sonrası atık sulardan giderilmesi gerekir. Yapılan çalışmada yüzey aktif maddelerinden biri olan LABSA' nın *Aspergillus versicolor* ve *Trametes versicolor* karışık kültürlerinin

aşılandığı lab/pilot ölçekte membran biyoreaktör (MBR) sisteminde steril olmayan ortamda giderim veriminin oldukça iyi olduğu görülmüştür.

Teşekkür

Bu çalışma “2013-01.BİL.03-06’ nolu” Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında desteklenmiştir. Yazarlar Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi’ne teşekkürlerini sunar.

Kaynaklar

- [1] Smith V.H., G.D. Tilman, J.C. Nekola. Eutrophication: Impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems, *Environmental Pollution*, 1999, 100: p.179-196.
- [2] Vural N., H. Kumbur. Detergents and fraction of detergents in Ankara Stream and quantitative analysis of metals (in Turkish). *Doğa Bilim Dergisi*, 1982, 6: p.61-67.
- [3] Egemen, Ö., Çevre ve Su Kirliliği (3. Baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Yayın No:42, Bornova, İzmir, 2000, p.106 -116.
- [4] Özan, K., Tekstil Endüstrisi Atıksularının Arıtılmasında Kullanılmak Üzere Lab/Pilot Ölçekte Membran Biyoreaktör Tasarımı ve İmalatı, Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.
- [5] Özan, K., Kavuştu, O., Özen, P., Açıkgöz, Ç., Membran Biyoreaktörde Simüle Tekstil Atıksuyunun Arıtım Çalışmaları, ENSUTEK 1.Uluslararası Endüstriyel Su Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı, 80, Bursa, 06-09 Aralık 2012
- [6] Özan K., Açıkgöz Ç.. Haşlama Et Atıksuyunun Membran Biyoreaktör (MBR)Sisteminde Arıtımı. *Research Journal of Biological Sciences (BIBAD)*, 2015, 8(2), p.7-11.
- [7] C. Acikgoz, Ü.D. Gül, K.Özan, A.A.Borazan, Degradation of Reactive Blue by the mixed culture of *Aspergillus versicolor* and *Rhizopus arrhizus* in membrane bioreactor (MBR) system, *Desalination and Water Treatment*, 57, 2016, 3750–3756
- [8] S. Göçen, İ.Özer, O. Kavuştu, K. Özan, Ü. D. Gül, Ç. Açıkgöz, Everzol Black (C.I. Reactive Black 5) tekstil boyasının Membran Biyoreaktör (MBR) sisteminde arıtımı, *Ekoloji* 2015, p.6-9 Mayıs 2015, Sinop.