

## Haşlama Et Atıksuyunun Membran Biyoreaktör (MBR) Sisteminde Arıtımı

Kadir ÖZAN<sup>1\*</sup>

Çağlayan AÇIKGÖZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Pazaryeri Meslek Yüksekokulu Tekstil Teknolojisi Programı, Pazaryeri, Bilecik

<sup>2</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya ve Süreç Mühendisliği Bölümü, Bilecik

\*Sorumlu Yazar:

Email: kadir.ozan@bilecik.edu.tr

Geliş Tarihi: 18 May 2015

Kabul Tarihi: 03 July 2015

### Özet

Dünyada ve ülkemizde nüfus artışına paralel olarak, gıda maddelerine olan talep de aynı oranda artış göstermiştir. Bu da gıda endüstrisini dünyanın en büyük endüstriyel sektörlerinden biri haline getirmiştir. Gıda endüstrisi üretim sırasında çok miktarda katı ve sıvı atığı da beraberinde üretir. Böylelikle çeşitli gıda endüstrilerinden kaynaklanan atıksuların çevre üzerinde oluşturduğu olumsuz etkileri de gittikçe artmıştır. İnsanların beslenmesinde temel besin maddelerinden biri olan et ve et ürünlerin üretimi de artış göstermiştir. Bunun sonucunda su kullanımı da artmaktadır. Bu endüstrilerde kullanılan su, çeşitli kirleticiler ile kirlenmiş olarak tekrar alıcı ortama geri verilmektedir. Her endüstrinin üretim türü, üretim teknolojisi ve üretim miktarı farklı olduğundan, atık sularının karakteristikleri de farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle arıtma teknolojilerinin belirlenmesinde ve seçeneklerin ortaya konmasında her endüstrinin ayrı ayrı ele alınması gerekmektedir. Mevcut teknolojiler atıksu deşarj limitlerinin sağlanmasında çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle yeni arıtma alternatifleri göz önüne alınmalıdır.

Bu çalışmada, Bilecik Organize Sanayi bölgesinde faaliyet gösteren bir gıda endüstrisine ait 1/4 ve 1/10 oranında oranında seyreltilmiş haşlama et atıksuyunun Laboratuvar/Pilot ölçekte Membran Biyoreaktör (MBR) sisteminde arıtım çalışması gerçekleştirilmiştir. MBR sisteminde kullanılan aktif çamur Bilecik I.Organize Sanayi Bölgesi biyolojik arıtım tesisinden sağlanmıştır. Deneysel çalışma süresince havalandırma tankının sıcaklığı  $20 \pm 1$  °C, pH 6-8, çözülmüş oksijen 6-9 gr/L arasında tutulmuştur. Örnekler analiz için atıksu tankından, havalandırma tankından ve deşarj çıkışından alınmıştır. KOİ, Fosfat ve Azot giderim verimi her gün deneysel olarak gözlemlenmiştir. I. Seri deneysel çalışma sonuçlarına göre; KOİ, fosfat ve azot giderimi sırasıyla; %77,2; %92,7 ve %91 olarak tespit edilmiştir. 1/10 oranında seyreltilerek yapılan II. seri deneysel çalışmada KOİ giderimi %83,8 olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Aktif çamur, Biyolojik arıtma, Gıda endüstrisi atıksuyu, Membran Biyoreaktör (MBR).

## The Treatment of Boiled Meat Wastewater with Membrane Bioreactor (MBR) System

### Abstract

The demand of food products have increased by the same proportion in parallel to the rise of population in the World and in our country. This has made the food industry, one of the world's largest industrial sector. During the production of the food industry, it produces large amounts of solid and liquid waste. So that, the negative effects on the environment of waste water resulting from the various food industry has also increased. Production of meat and meat products which are one of the main foods of people consume have increased too. So the use of water have been increasing too. The water which is used in these industries are given back to the receiving environment as contaminated with various pollutants. Because of the production type of each industry, the differences of production technology and amount of production, the characteristics of the waste water varies. Therefore, in determining the treatment technology and expression of the options must be handled separately for each industry. Existing technologies, most of the time in the provision of wastewater discharge limits are inadequate. So, the alternatives of new treatments need to be taken into account. In this study, the treatment of 1/4 and 1/10 of a percent of diluted boiled meat wastewater belongs to the food industry in the Bilecik Organized Industrial Zone were carried out in Lab/Pilot Scale Membrane Bioreactor (MBR) System. Active sludge which was used in MBR system have gotten from Bilecik I. Organized Industrial Zone biological treatment pool. The temperature of the aeration tank was controlled at  $20 \pm 1$  °C, the pH value and the concentration of dissolved oxygen (DO) was kept respectively, in the range of (6,0-8,0) and 6-9 mg/L in the aeration tank. Samples were taken for analysis from wastewater tank, aeration tank and permeate outlet. COD, phosphate and nitrogen concentration value were measured daily in influent as well as effluent to assess the removal efficiency. As result of first series experimental study, the removal efficiency of COD, phosphate and nitrogen was determined as %77,2; %92,7 and %91, respectively. In the second series experimental study conducted the COD removal efficiency was determined as 83.8 % with a dilution ratio of 1/10.

**Keywords:** Activated sludge, Biological treatment, Food industry wastewater, Membran Bioreactor (MBR).

## GİRİŞ

Ülkemizde sanayilerde kullanılacak suyun maliyeti bölgesel olarak değişmektedir. Suyun maliyeti ucuz olan bölgelerde bile artan ihtiyaca karşılık mevcut su miktarının yetersiz kalacağı ve mevcut su kaynaklarının çeşitli nedenlerle kirlendiği düşünüldüğünde suyun geri kazanımının ülkemiz için artık bir gereklilik olduğu düşünülmektedir [1].

Gıda Sanayii arıtma tesislerinden çıkan atık suyunun genellikle meyve ve sebze gibi gıda ürünlerinin işlenmesi esnasında oluşması nedeniyle tarımda sulama suyu olarak kullanılabilceği düşünülmektedir. Bununla birlikte ortaya çıkan bu atık suyun kullanılmadan önce özelliklerinin ayrıntılı olarak belirlenmesi tarımsal kullanım ve çevresel etki açısından pek çok yarar sağlayacaktır. Aksi takdirde toprak ekosistemi ve bitki gelişimi için zararlı etmenler içeren atık suların olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması çok zor olmaktadır [2].

Yüzyılımızın başında geliştirilmeye başlanan biyolojik arıtma, organik kirleticiler içeren evsel ve endüstriyel atıksulara uygulanır. Biyolojik arıtma yönteminin uygulanmasında, atıksuların gerekli organik maddeyi bulundurması ve suda ağır metaller gibi biyolojik arıtmaya zararlı madde bulunmaması istenir. Biyolojik arıtma, kullanılmış sudaki organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından besin ve enerji kaynağı olarak kullanılması esasına dayanır. Bu kullanım anında organik maddelerin bir kısmı enerjiye dönüştürülürken diğer kısmı hücre için gerekli maddelerin sentezinde kullanılır. Kullanıldığı suda gelişen ve arıtmada önemli olan başlıca organizmalar şunlardır: Bakteriler, mantarlar algler, protozoalar, rotiferler, kabuklular ve virüsler. Organizmalar, oksijenin kullanımına göre iki ana gruba ayrılır: Birinci grup moleküler oksijenden yararlanan ve oksijen bulunan yerlerde yaşayabilen aerobik organizmalar, diğeri oksijenin bulunmadığı yerlerde yaşayan anaerobik organizmalardır. Buna bağlı olarak arıtmada aerobik ve anaerobik sistemlerde yapılır.

Membran biyoreaktör (MBR) arıtım sistemleri biyolojik arıtım metotlarından biri olan aktif çamur prosesini membran ayırma prosesiyle birleştiren sistemlerdir [3]. Reaktör, konvansiyonel bir aktif çamur prosesine benzer şekilde işletilmekte olup, bu arıtma tekniğinde son çöktürme tankına ve kum filtrasyonu gibi üçüncül arıtma işlemlerine gerek duyulmamaktadır. MBR prosesi hidrolik ve çamur alıkonma sürelerinin birbirinden farklı olmasını olanaklı kılmaktadır. Böylece tüm çamur MBR içinde tutulabilmekte ve çamur yaşının yeterince uzun olması sağlanabilmektedir. MBR'de kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) üzerine kurulan madde dengesi giriş suyu KOİ'sinin yaklaşık olarak %90'ının karbondioksit oksitlendiğini ve reaktördeki askıda katı madde konsantrasyonunun çamur atılmaksızın neredeyse sabit kaldığını göstermektedir [4].

Atık suların azot ve fosforun uzaklaştırılması son yıllarda oldukça önem kazanmıştır. Hem azot hem de fosfor alıcı su ortamının kalitesini etkiledikleri için deşarjlarının kontrol edilmesi gerekmektedir. Azotun yanı sıra fosfor da su ortamlarında aşırı alg üremesine yol açarak ötrofikasyona neden olmakta ve aşırı organik madde birikimi ortamın anaerobikleşmesiyle sonuçlanmaktadır.

Gıda endüstrisi proseslerinde oldukça fazla miktarlarda su tüketilmekte ve yüksek organik madde içeriğine sahip atıksu oluşmaktadır. Endüstrinin temel kirletici yüklerini ise yüksek BOİ<sub>5</sub> ve KOİ yanında, toplam askıda katı madde, yağ-gres ve nütrientler oluşturmaktadır [5].

Japonya'da gerçekleştirilen bir çalışmaya göre, alkol işleme proseslerinden kaynaklanan atıksuların pilot ölçekli bir anaerobik MBR sisteminde arıtılması sonucu %98 KOİ giderimi (7 kg/m<sup>3</sup>-gün KOİ yüklemesinde) elde edilmiştir. Ayrıca, bu çalışmada düşük miktarda biyokütle ve yüksek miktarda metan gazı elde edilmiştir [6]. Güney Afrika'da geliştirilen MBR sistemi bir süt işleme tesisinde uygulamaya alınmıştır. Bu sistemde KOİ %97 oranında arıtılmış ve koloidal maddeler etkili bir şekilde uzaklaştırılmıştır [7].

Aya ve arkadaşları, yapmış olduğu çalışma neticesinde, klasik aktif çamuru müteakiben yerleştirilen ultrafiltrasyon membran modülü yardımıyla evsel atıksuyun girişinde 80-460 mg/L olan askıda katı maddeyi <5 mg/L'ye, 422-1540 mg/L olan KOİ'yi <40 mg/L ve 200-1000 mg/L olan BOİ<sub>5</sub>'i de <10 mg/L'ye düşürdüklerini belirtmişlerdir [8]

Bu çalışmada, Bilecik ilinde faaliyet gösteren bir gıda işletmesinin 1/4 oranında ve 1/10 oranında seyreltilmiş haşlama et atıksuyunun MBR sistemindeki arıtım çalışmalarında KOİ, Azot(N) ve Fosfor(P) giderim verimleri araştırılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Deneyel çalışmalar; tasarımı ve imalatı bize ait olan Lab/pilot ölçekte membran biyoreaktör (MBR) sisteminde gerçekleştirilmiştir. MBR Sisteminin şematik çizimi Şekil 1'de verilmektedir.

Laboratuvar/pilot ölçekte membran biyoreaktör (MBR) sistemi, toplam hacmi 220 L'lik pileksiglastan yapılmış 1 adet havalandırma tankından (efektif hacmi yaklaşık 170 L) ve 145 litre kapasiteli besleme ve deşarj tankından oluşmaktadır. Ultrafiltrasyon membran modülü 1,8 m<sup>2</sup> alana sahip olup, por büyüklüğü 0,08-0,3 µm olan 7 adet plaka (çerçeve) tipi kasetten [Polivinildifloride(PVDF) + Polietilenteraftalat (PET)] ibarettir ve havalandırma tankına düşey olarak yerleştirilmiştir. Membran biyoreaktör sistemi, 60x80 cm boyutlarındaki elektrik panosuna yerleştirilen kumanda elemanlarından kontrol edilmektedir. MBR sisteminde sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, arıtma süresi ve debi parametreleri istenen değerlerde ayarlanabilmekte ve anlık olarak kontrol edilebilmektedir [9].

MBR sisteminde yeralan havalandırma tankına aşılana aktif çamur Bilecik I. Organize Sanayi Biyolojik Arıtım Tesisinden tedarik edilmiştir. Deneyel çalışma boyunca sıcaklık 16-20 °C, pH 6-8 değerleri, çözünmüş oksijen 6-9 mg/L arasında tutulmuştur. Sıcaklık ve pH gibi parametrelerin değerleri mikroorganizmaların canlılıklarının sürdürülebilmeleri açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, Bilecik ilinde faaliyet gösteren bir gıda işletmesinin 1/4 oranında ve 1/10 oranında seyreltilmiş haşlama et atık suyunun MBR sistemindeki arıtım çalışmalarında KOİ, Azot(N) ve Fosfor(P) giderim verimleri araştırılmıştır.

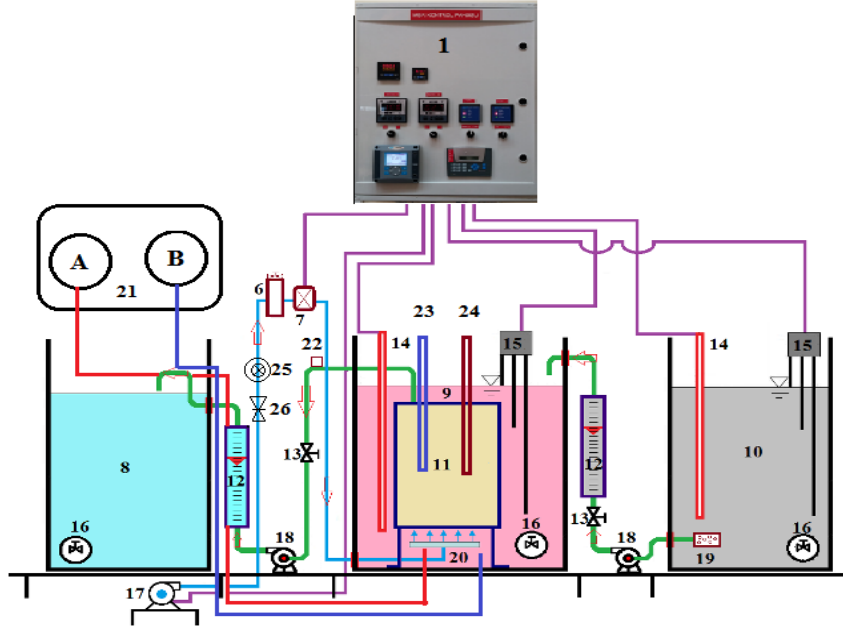
KOİ, N ve P konsantrasyonları Merck marka kitlerle Merck Spectroquant TR 320 Termoreaktör ve Merck Spectroquant NOVA 60 Model Su ve Atıksu Analiz Fotometresi kullanılarak ölçülmüştür.

## BULGULAR VE SONUÇ

Bilecik I.Organize Sanayi bölgesinde faaliyet gösteren bir gıda işletmesinden alınan haşlama et atıksuyunun seyreltilmeden önceki KOİ, N ve P konsantrasyon değerleri sırasıyla; 12640 mg/L, 23,4 mg/L ve 60 mg/L olarak ölçülmüştür. İki seri deneyel çalışma gerçekleştirilmiştir. I. seri çalışmada 1/4 oranında seyreltilen haşlama et atıksuyu MBR sistemine aktarılmıştır. 5 gün boyunca KOİ analizleri, 2 gün boyunca N ve P analizleri yapılarak kirlilik giderim miktarları belirlenmiştir. II. seri çalışma 1/10 oranında seyreltilen haşlama et atıksuyunun KOİ giderim miktarı ölçülerek takip edilmiştir. I. deneyel çalışmaların analiz sonuçları çizelge 1'de verilmiştir.

I. Seri deneyel çalışma süresince havalandırma tankındaki ölçülen KOİ, Fosfat ve Azot değerlerindeki değişimler, grafiksel olarak şekil 2-4'de gösterilmektedir.

II.Seri deneyel çalışmaların analiz sonuçları şekil 5'te verilmiştir.

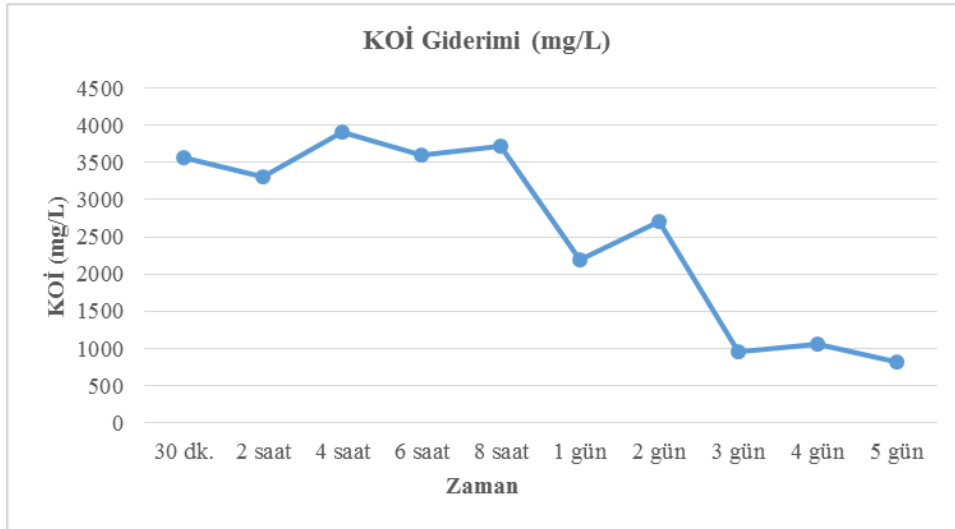


- |                           |                                 |                              |
|---------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 1- MBR Kontrol panosu     | 10- Atıksu tankı                | 19- Kaba filtre              |
| 2- Dijital termostat      | 11- Membran modülü              | 20- İnce kabarcıklı difüzör  |
| 3- Şalter                 | 12- Su debimetresi              | 21- Asit/Baz pompası         |
| 4- Seviye kontrol şalteri | 13- Valf                        | 22- Vakum transmitteri       |
| 5- PLC                    | 14- Rezistans ısıtıcı           | 23- LDO sensrü               |
| 6- Hava şartlandırıcı     | 15- Su seviye kontrol elektrotu | 24- pH sensör                |
| 7- Hava debimetresi       | 16- Tahliye valfi               | 25- Türbin tip debimetre     |
| 8- Arıtılmış su tankı     | 17- Blower                      | 26- Elektrik aktüatörlü valf |
| 9- Havalandırma tankı     | 18- Pompa                       |                              |

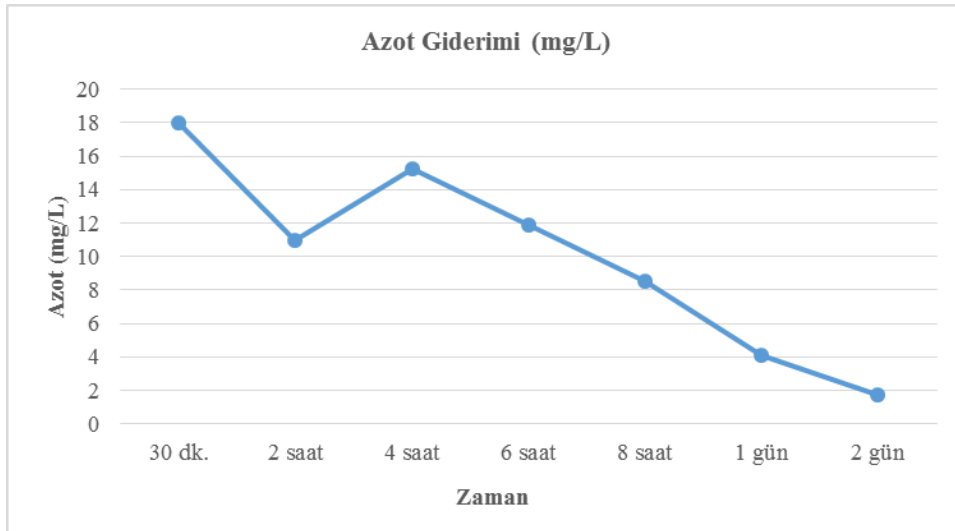
Şekil 1. MBR sisteminin şematik çizimi

Çizelge1. 1/4 oranında seyreltilen haşlama et atık suyunun KOİ, Azot ve Fosfat giderimi

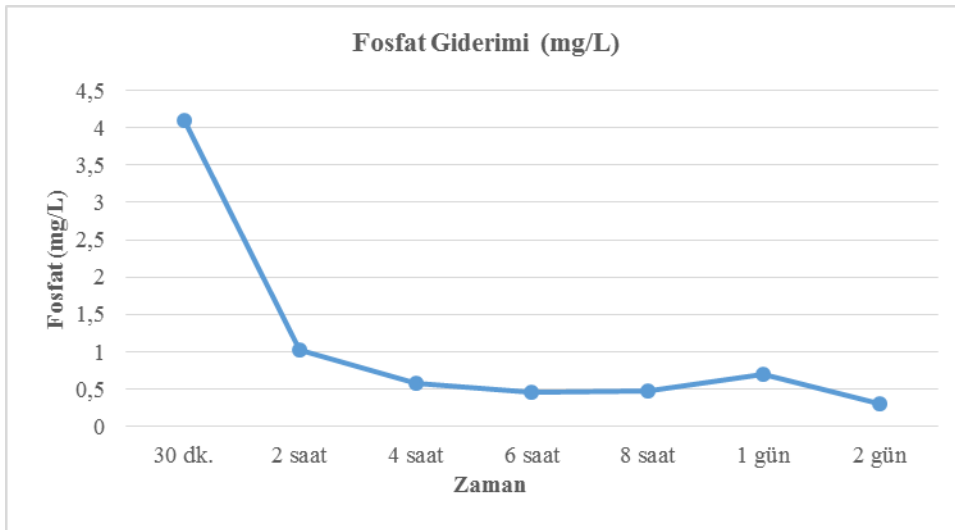
Zaman	Parametreler				
	pH	Sıcaklık (°C)	KOİ (mg/L)	Fosfat (mg/L)	Azot (mg/L)
30 dk.	6,2	17	3570	4,09	18
2 saat	6,7	19	3300	1,03	11
4 saat	7,9	18	3905	0,57	15,2
6 saat	8,0	20	3600	0,45	11,9
8 saat	7,3	17	3715	0,47	8,5
1 gün	6,5	19	2195	0,69	4,1
2 gün	7,0	17	2710	0,3	1,7
3 gün	6,8	16	950	-	-
4 gün	7,9	19	1050	-	-
5 gün	8,0	20	815	-	-



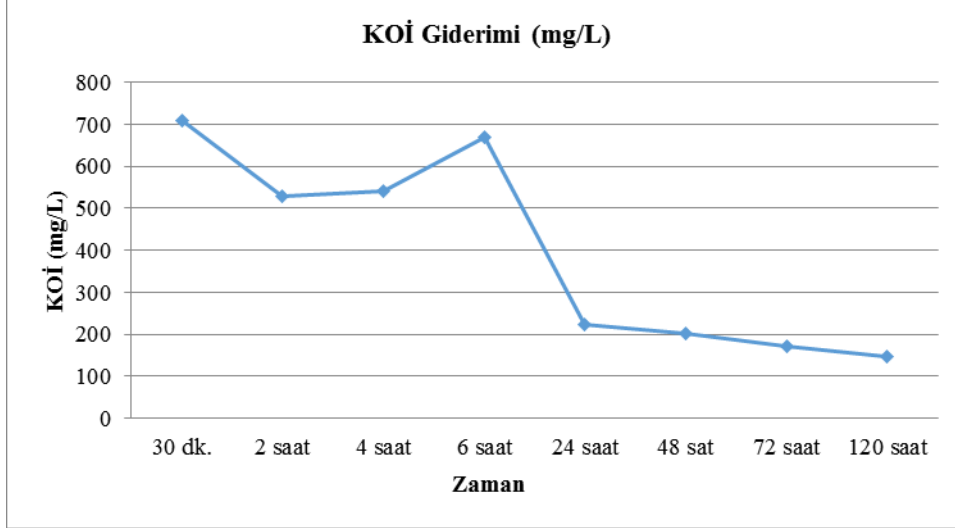
Şekil 2. 1/4 oranında seyreltilmiş atık suyun KOİ giderim miktarı



Şekil 3. 1/4 oranında seyreltilmiş atık suyun Azot giderim miktarı



Şekil 4. 1/4 oranında seyreltilmiş atık suyun Fosfat giderim miktarı



Şekil 5. 1/10 oranında seyreltilmiş atık suyun KOİ giderim miktarı

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Laboratuar ölçekte yapılan atık su arıtım çalışmaları, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği esas alınarak yapıldığından Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) parametresine dayandırılmıştır. Atık sularda azot ve fosforun uzaklaştırılması son yıllarda oldukça önem kazanmıştır. Azot ve fosfor alıcı ortamlara direk olarak deşarj edildiklerinde ortamı olumsuz yönde etkilerler. Bunlardan en etkilisi aşırı alg üremesine yol açması olarak bilinen "ötrofikasyon" olayıdır. Bunun sonucunda aşırı organik madde birikmesi ortamın anaerobikleşmesiyle sonuçlanmaktadır. Bu sebeplerden dolayı gıda işletmesinden alınan atıksu numunesinin, KOİ gideriminin yanında azot ve fosfor giderimi de incelenmiştir.

Yapılan arıtım çalışmasında 1/4 oranında seyreltilen haşlama et suyunun KOİ, fosfat ve azot giderim verimleri sırasıyla; % 77,2 ; % 92,7 ve % 91 olarak sağlanmışır. Yapılan arıtım çalışmasında 1/10 oranında seyreltilen haşlama et suyunun KOİ giderim verimi % 83,8 ulaşmıştır. Gıda endüstrisi atık sularının MBR sisteminde arıtılabilirliğinin mümkün olduğu ve oldukça başarılı sonuçlar elde edilebildiği belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

[1] Kav, M, F., 2011. Adana Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Sularının İleri Arıtma Yöntemleri Kullanılarak Tekstil Endüstrisinde Proses Suyu Olarak Geri Kazanılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana (2011).

[2] Carrow, R. N. ve R. R. 2000. Duncan, "Wastewater and Seawater use for Turfgrasses: Potential Problems and Solutions, Irrigation Association of Australia Conference Proceeding (2000).

[3] DeCarolis, J.F., Adham, S., 2007. Performance Investigation of Membrane Bioreactor Systems During Municipal Wastewater Reclamation, Water Environ. Res. 79 (13), 2536-2550.

[4] He, S.B., Xue, G. ve Wang, B-z., 2006. Activated sludge ozonation to reduce sludge production in membrane bioreactor (MBR), Journal of Hazardous Materials, 135, 406-411.)

[5] Cicek, N., 2002. Membrane bioreactors in the treatment of wastewater generated from agricultural industries and activities. Proceedings of the AIC Meeting, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.

[6] Nagano, A., Arikawa, E., Kobayashi, H., 1992. The treatment of liquor wastewater containing high strength suspended solids by membrane bioreactor system, Water Sci. and Techn., 26(3-4), 887-895.

[7] Ross, W.R., Bernard, J.P., Strohwal, N.K.H., Grobler C.J., Sanetra, C.J., 1992. Practical application of the adulf process to the full-scale treatment of maize processing effluent, Water Sci. and Techn., 25(10):27-39.

[8] Aya, H., Inoue, G., Okabe, T., Murayama, Y., 1991. Development of Compact Wastewater Treatment Plants for Non-potable Water Reuse System, Water Reuse Symposium, Washington, D.C., 456-475.

[9] Öz an, K., 2012. Tekstil Endüstrisi Atıksularının Arıtılmasında Kullanılmak Üzere Lab/Pilot Ölçekte Membran Biyoreaktör Tasarımı ve İmalatı, Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik (2012).