



**FİLTRE MALZEMESİ ORANININ MELAS ATIKSUYUNU ARITAN  
ANAEROBİK FİLTRENİN VERİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

**(EFFECTS OF FILTER RATIO ON THE EFFICIENCY OF ANAEROBIC  
FILTER TREATING MOLASSES WASTEWATER)**

**Ezgi ÖZGÜNER\*, Sevgi Tokgöz GÜNEŞ\***

**ÖZET/ABSTRACT**

Çalışma boyunca, anaerobik filtre reaktörler melas içeren sentetik atıksuyla beslendi. Deneysel çalışmalar  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklık aralığında, 2 günlük hidrolik alıkonma süresi için 0.5 ile 2.0 kg KOİ/m<sup>3</sup>.gün arasında değişen organik yükleme değerlerinde gerçekleştirildi. Filtre malzemesi doluluk oranına göre UAF 100, UAF 75, UAF 50 ve UAF 25 olarak adlandırılan yukarı akışlı dört reaktör yarı sürekli olarak işletildi.

En yüksek KOİ (% 80), TK (% 70) ve TUK (% 66) giderme verimleri tam dolu olan UAF 100 reaktöründe 0.5 kg KOİ/m<sup>3</sup>.gün organik yükleme değerinde, en düşük KOİ (% 40), TK (% 31) ve TUK (% 27) giderme verimleri ise, en az dolu olan UAF 25 reaktöründe 2.0 kg KOİ/m<sup>3</sup>.gün organik yükleme değerinde elde edilmiştir.

*During the study anaerobic filter reactors were fed with the synthetic wastewater containing molasses. Experimental studies were examined at different organic loading rates varied between 0.5 and 2.0 kg COD/m<sup>3</sup>day for hydraulic retention time (HRT) of 2 days at temperature range of  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ . Four upflow anaerobic filter reactors called as UAF 100, UAF 75, UAF 50 and UAF 25 according to filter material ratio were operated at semi-continuous operation mode.*

*The highest COD (80%), TS (70%) and TVS (66%) removal efficiencies were achieved in fully packed UAF 100 at 0.5 kg COD/m<sup>3</sup>.day and the lowest COD (40%), TS (31%) and TVS (27%) removal efficiencies were achieved in least packed UAF 25 at 2.0 kg COD/m<sup>3</sup>.day of organic loading rate.*

**ANAHTAR KELİMELER/KEYWORDS**

Anaerobik filtre, Yukarı akışlı reaktör, Filtre malzemesi oranı, Organik yük, İşletim türü  
*Anaerobic filter, Upflow reactor, Filter material ratio, Organic loading rate, Operation mode*

---

\* DEÜ, Mühendislik Fak., Çevre Müh. Bölümü, Buca 35160, İZMİR

## 1. GİRİŞ

Arıtma teknolojileri genel olarak aerobik ve anaerobik prosesler olarak sınıflandırılmaktadır. Anaerobik arıtma prosesleri, aerobik arıtma proseslerine göre pek çok açıdan daha avantajlı olmakla birlikte bu proseslerin en önemli avantajı; biyogaz elde etmek için enerjiye ihtiyaç duymamaları ya da düşük enerjiye ihtiyaç duymalarıdır.

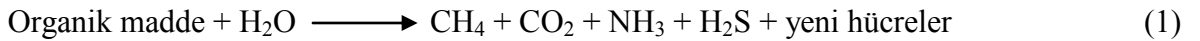
Dünyada en ekonomik alternatif olarak kabul edilen anaerobik arıtma sistemleri, yüksek sanayileşme hızı ve enerji fiyatlarındaki artıştan dolayı ülkemizde de kullanılmaya başlanmıştır. Bütün yeni teknolojik uygulamalarda olduğu gibi, anaerobik arıtım teknolojilerinin uygulanabilmesi için de yeterli bilgi birikimine ihtiyaç vardır.

Bu çalışma, pilot ölçekteki yukarı akışlı anaerobik filtre reaktörün melas içeren sentetik atıksuyu, değişen organik yük ve filtre malzemesi oranı altında arıtma performansını incelemek için yapılmıştır. Yukarı akışlı anaerobik filtre ile ilgili olarak farklı konularda pek çok literatür çalışması vardır. Ancak, bu çalışma, filtre malzemesi doluluk oranının yukarı akışlı anaerobik filtrenin arıtım verimine etkisini inceleyen literatürdeki ilk çalışma olma özelliğine sahiptir.

### 1.1. Anaerobik Arıtma

Anaerobik arıtma; organik maddelerin moleküler oksijen yokluğunda anaerobik mikroorganizmalar tarafından parçalanarak metan ve bazı inorganik ürünlere dönüştürülmesi işlemidir. Bu işlem, biyolojik olarak parçalanabilen organik maddelerin biyogaz (% 20-30 CO<sub>2</sub>, % 60-79 CH<sub>4</sub>, % 1-2 H<sub>2</sub>S ve diğer asitler ve gazlar) ve suya dönüşümü ile sonuçlanır. Anaerobik arıtma koku, patojen giderimi ve stabilizasyonu sağlar. Bitki kalıntıları, tarımsal kaynaklı atıklar, gübreler ve değişik endüstrilerden gelen atıksular anaerobik arıtma ile arıtılabilir (Demirer, 2001). Anaerobik arıtma prosesi Eşitlik 1’de gösterilmiştir.

Anaerobik mikroorganizmalar



### 1.2. Anaerobik Arıtmayı Etkileyen Çevresel Koşullar

Anaerobik arıtma prosesi, optimum çevre koşulları sağlandığı takdirde aerobik proseslere oranla daha stabil bir prostedir. Ancak, anaerobik mikroorganizmalar çevresel koşullara karşı çok duyarlıdır. Bu nedenle, verimli bir arıtma ve yüksek miktarda metan elde etmek için optimum koşullar mutlaka sağlanmalıdır. Mikroorganizmaların etkilendiği çevresel koşullar; nütriyent miktarı, C/N/P oranı, uçucu asit miktarı, oksijen miktarı, pH, sıcaklık, alkalinite ve toksisitedir. Bu koşulların optimum değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Anaerobik mikroorganizmalar için optimum çevresel koşullar (Ubay, 1993; Tokgöz, 1998)

Parametre	Optimum Değerler
Atıksu karakterizasyonu	Karbon, azot, fosfor ve iz element içermelidir. İnhibisyon etkisi yapacak ve oksitlenebilen maddeler olmamalıdır.
Sıcaklık (°C)	30–38 °C (mezofilik) 50–60 °C (termofilik)
KOİ : N : P	300:5:1
pH	6.5-7.6
Alkalinite	1000-4000 (2000) mg CaCO <sub>3</sub> /L
Toplam uçucu asit (TUA)	<1000-1500 mg asetik asit/L
TUA / Alkalinite	<0.1
Oksijen miktarı	---
Toksik maddeler	---

Evsel atıksular genellikle yeterli miktarda azot ve fosfor içerirler. Bu nedenle, evsel atıksuların anaerobik arıtımı için atıksuya nütriyent eklemeye gerek yoktur. Bu durum endüstriyel atıksular için farklıdır. Endüstriyel atıksuların anaerobik olarak arıtılabilmesi için atıksuya azot ve/veya fosfor ilavesi yapılmalıdır (Tokgöz, 1998).

Metan üreten bakteriler sıcaklığa karşı çok duyarlıdır. Yavaş büyüyen metan bakterilerinin büyüme hızını arttırabilmek için anaerobik proseslerin çoğu mezofilik (30-38 °C) veya termofilik (50-60 °C) sıcaklık aralığında işletilir. Düşük enerji ihtiyacından dolayı, genellikle mezofilik sıcaklıklarda işletim tercih edilmektedir (Kobayashi vd., 1983).

Düşük ve yüksek pH değerleri anaerobik sistem üzerinde inhibisyon etkisi yapar. pH değerleri 6'nın altına düştüğünde sistem "ölü" olarak adlandırılır ve arıtma verimi azalır. pH değerleri 9'un üstüne çıktığında da metan üretimi azalır. Ayrıca, sistemin 3 günden fazla düşük pH değerlerinde kalması durumunda, sistemin kararlı hal koşullarına dönmesi genellikle mümkün değildir (Tokgöz, 1998).

Yüksek organik yüklemeler altında, pH hızlı şekilde düşer. Bu düşüş metan bakterileri üzerinde inhibisyon etkisi yapar ve oluşan biyogaz miktarı azalır (Stadlbauer vd., 1994).

Sistemdeki alkalinite değeri 500 mg/L'nin, oluşan biyogazdaki karbondioksit (CO<sub>2</sub>) oranı da % 38'in altına inerse sistemin pH'ı 6'nın altına düşer ve sistem toksik etki altında kalır. Anaerobik arıtmada son ürün olarak asetik, bütirik ve propiyonik asit oluşur. Uçucu organik asitlerin inhibisyon etkisi yapacak konsantrasyonu sistemin pH'ına bağlıdır. Sistemin pH değeri sabit bir aralıkta tutulursa, uçucu organik asit konsantrasyonu da sabit değerde kalır. Uçucu asit konsantrasyonu 3500 mg/L'den büyük olduğu zaman bu durum sistem üzerinde inhibisyon etkisi yaratmaktadır (Tokgöz, 1998).

### 1.3. Yukarı Akışlı Anaerobik Filtreler

Bu filtrelerde atıksu, reaktörün içinde bulunan biyofilm olarak adlandırılan bağlı yüzeylerden yukarı doğru bir akımla geçer. Atıksu biyofilm tabakasından geçerken içerisinde bulunan organik maddeler, biyofilm tabakasını oluşturan mikroorganizmalar tarafından parçalanarak metan gazına dönüştürülür (Young ve Yang, 1989).

Yukarı akışlı anaerobik filtreler, atıksu arıtımında etkili şekilde kullanılabilceği Young ve McCarty tarafından kanıtlandığından beri, birçok tür ve kirlilikteki atıksuyun arıtımında yaygın olarak kullanılmaktadır (Young ve Mc Carty, 1969; Yu vd., 1998).

#### 1.4. Yukarı Akışlı Anaerobik Filtrenin Tasarım Parametreleri

Yukarı akışlı anaerobik filtrenin performansını etkileyen en önemli tasarım parametreleri; atıksu karakterizasyonu, giriş atıksu konsantrasyonu, dolgu malzemesinin türü ve yerleşim şekli, hidrolik alıkonma süresi, sıcaklık, alkalinite, pH ve organik yük değeridir (Özgünerge, 2008).

Yukarı akışlı anaerobik filtrede kullanılacak olan dolgu malzemesi, verimli bir arıtma sağlayabilmek için yüksek porozite ve özgül yüzey alanına sahip olmalıdır (Acharya vd., 2007). Arıtılacak olan atıksu biyolojik olarak parçalanabilir olmalı, içerisinde toksik madde bulundurmamalı ve sıcaklığı 25 °C-40 °C arasında olmalıdır (Speece, 1983). Anaerobik filtreler 25 °C-38 °C mezofilik sıcaklık aralığında işletildiği zaman arıtım verimi daha yüksek olmaktadır (Young ve Yang, 1989).

Atıksuyun sisteme giriş KOİ konsantrasyonu 8000 mg/L'den düşük bir değerdeseyse geri devir gerekli değildir. Eğer KOİ konsantrasyonu 8000–12000 mg/L arasındaysa, sisteme gerekli olan alkalinite ve organik asit konsantrasyonunu sağlayabilmek için reaktörün geri devirli işletimi daha uygun olmaktadır (Young ve Yang, 1989).

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Atıksu

Sentetik atıksu hazırlanırken, karbon kaynağı olarak Pakmaya Maya Fabrikası'ndan alınan melas, azot kaynağı olarak üre ( $N_2H_4CO$ ), fosfor kaynağı olarak da potasyum dihidrojen fosfat ( $KH_2PO_4$ ) kullanılmıştır. İşletim periyodu boyunca C/N/P oranı=100:2:1 olarak seçilmiştir. Ham melas, seçilen bu orana göre seyreltilerek gerekli organik yük değerleri sağlanmıştır. Üre ve potasyum dihidrojen fosfat miktarları da bu orana göre hesaplanmıştır.

Mangan sülfat ( $MnSO_4$ ), demir sülfat ( $FeSO_4$ ) ve magnezyum sülfat ( $MgSO_4$ ) başlangıç periyodunda 0.05 g/L konsantrasyonunda kullanılmıştır. Ayrıca, anaerobik koşulları sağlamak için 2.5 g/L konsantrasyonunda sodyum tiyosülfat ( $Na_2S_2O_5$ ) ve pH ayarını sağlamak için ise sodyum hidroksit ( $NaOH$ ) kullanılmıştır.

Hazırlanan sentetik atıksu, besleme tankından reaktörlere peristaltik pompalar yardımıyla pompalanmıştır. Bu çalışmada kullanılan sentetik atıksuyun özellikleri Çizelge 2'de verilmektedir.

### 2.2. Aşı Çamuru

Aşı çamuru, Pakmaya Maya Fabrikası Atıksu Arıtma Tesisi'ndeki metanojenik ve asidojenik tanklardan alınmıştır. İki farklı tanktan alınan çamur birbirine eşit oranlarda karıştırıldıktan sonra bir hafta bekletilmiş ve sonrasında reaktörlere % 50 (v/v) oranında aşılanmıştır.

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan sentetik atıksuyun özellikleri

Parametreler	Değerler		
COD (mg/L)	1000	2000	4000
C/N/P	100:2:1	100:2:1	100:2:1
pH	7.50	7.50	7.50
Melas (ml/L)	1	2	4
Üre (g/L)	0.043	0.086	0.172
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (g/L)	0.044	0.088	0.176
MnSO <sub>4</sub> (g/L)	0.05	0.05	0.05
MgSO <sub>4</sub> (g/L)	0.05	0.05	0.05
FeSO <sub>4</sub> (g/L)	0.05	0.05	0.05
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g/L)	2.5	2.5	2.5
Sıcaklık (°C)	35	35	35

### 2.3. Reaktörler

Çalışmada kullanılan reaktörler silindirik şekildedir ve plexiglas malzemenen yapılmıştır. Bu reaktörlerin çapları 10.7 cm ve boyları 31.0 cm'dir. Reaktörler farklı filtre dolgu malzemesi miktarına sahiptirler. Dolayısıyla, doluluk oranı olarak, reaktörün silindirik kısmı baz alınmakta ve tam dolu halde % 100 dolu olarak ifade edilmektedir. Reaktörler doluluk oranlarına göre sırasıyla; tam dolu olan reaktör UAF 100, % 75 dolu olan reaktör UAF 75, % 50 dolu olan reaktör UAF 50 ve % 25 dolu olan reaktör UAF 25 olarak adlandırılmıştır. Reaktörler filtre malzemesi oranları dışında tamamen aynı konfigürasyona sahiptir. Reaktörlerin özellikleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Giriş atıksuyu aynı tanktan peristaltik pompalar yardımıyla reaktörlere pompalanmıştır. Çıkış suyu ise, her reaktör için ayrı tankta toplanmıştır. Tüm reaktörler yarı sürekli modda işletilmiştir. Atıksu reaktörlere beslendikten sonra hidrolik alıkonma süresi boyunca reaktörlerde bekletilmiştir. Reaktörlerin beslenmesi, pompanın özelliğine bağlı olarak ortalama 2 saat sürmüştür. Çalışmada kullanılan yukarı akışlı anaerobik filtre sisteminin şematik gösterimi Şekil 1'de verilmiştir.

### 2.4. Filtre Malzemesi

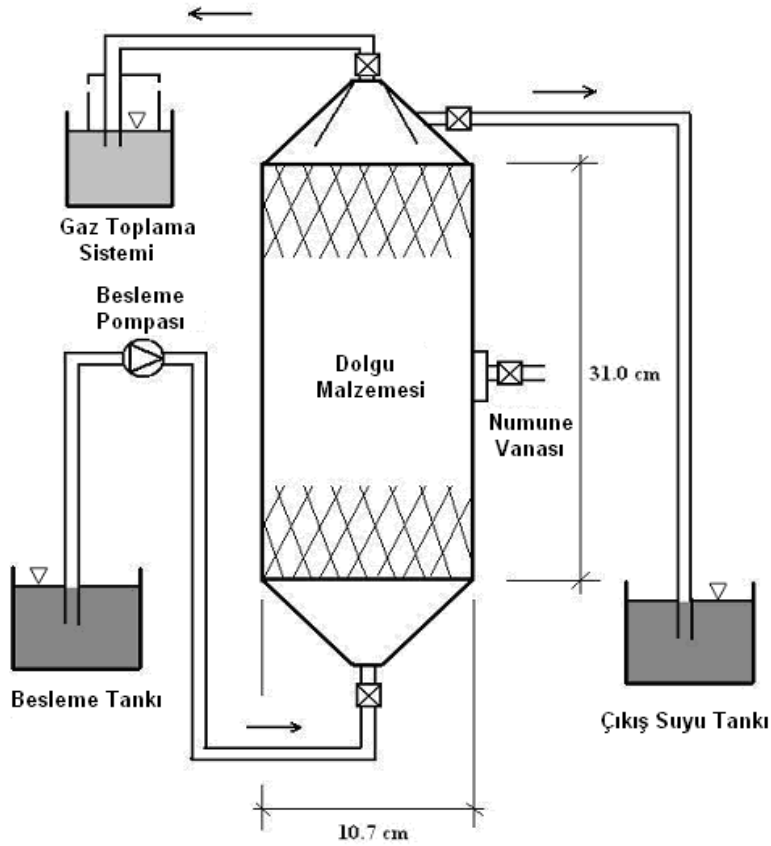
Filtre malzemesi olarak sert plastikten yapılmış "yüzük" olarak adlandırılan tüp şeklinde malzemeler kullanılmıştır. Malzemelerin boyu ve çapları 1 cm'dir. Filtre malzemesinin özgül yüzey alanı 313 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> olup % 89 poroziteye sahiptir. Reaktörlerde kullanılan filtre malzemesi sayısı; tam dolu UAF 100'de 506 adetten % 25 oranlarında azaltılarak UAF 25'de 126 adet olacak şekilde ayarlanmıştır.

### 2.5. Analizler

Çalışma boyunca sıcaklık, pH, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam katı içeriği (TK), toplam uçucu katı içeriği (TUK), alkalinite ve oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP) ölçümleri yapılmıştır. Ölçümlerde Standart Metod'lar kullanılmıştır (APHA-AWWA, 1992).

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan reaktörlerin özellikleri

Parametreler	Değerler			
	UAF 100	UAF 75	UAF 50	UAF 25
İşletim türü	Yarı sürekli	Yarı sürekli	Yarı sürekli	Yarı sürekli
Akım yönü	Yukarı akışlı	Yukarı akışlı	Yukarı akışlı	Yukarı akışlı
Toplam uzunluk (cm)	31.0	31.0	31.0	31.0
Çap (cm)	10.7	10.7	10.7	10.7
Toplam hacim (L)	2.95	2.95	2.95	2.95
Toplam boşluk hacmi (L)	1.94	2.14	2.20	2.25
Toplam etkili alan (m <sup>2</sup> )	1.012	0.760	0.508	0.252



Şekil 1. Yukarı akışlı anaerobik filtre sisteminin şematik gösterimi

### 3. TARTIŞMA

Başlangıç fazında reaktörler öncelikle, 0.166 kg KOİ/m<sup>3</sup>.gün organik yük değerinde ve hidrolik alıkonma süresi 25 gün olarak beslenmiştir. Daha sonra, organik yük değeri % 100 oranında arttırılarak 0.333 kg KOİ/m<sup>3</sup>.gün organik yük değerinde hidrolik alıkonma süresi 15 güne düşürülmek suretiyle beslemeye devam edilmiştir. Bu şekilde, mikroorganizmaların yeni ortama adapte olması sağlanmıştır. Ayrıca, mikroorganizmaların biyofilm tabakasına

tutunmasını sağlayabilmek, dolayısıyla gerekli ve yeterli mikroorganizma konsantrasyonuna ulaşabilmek için reaktörler bu fazda geri devirli olarak işletilmiştir. Reaktörler kararlı hal koşulları sağlanıncaya kadar işletilmeye devam edilmiştir. UAF 100 reaktöründe ortalama değerlerde % 70 KOİ giderme verimi ve stabil gaz oluşumu sağlanınca bütün reaktörler için işletme fazı başlatılmıştır.

İşletme fazında reaktörler sırasıyla 0.5 kg KOİ/m<sup>3</sup>gün, 1.0 kg KOİ/m<sup>3</sup>gün ve 2.0 kg KOİ/m<sup>3</sup>gün organik yük değerlerinde 2 günlük hidrolik alıkonma süresinde yarı sürekli olarak işletilmiştir. İşletme periyodunun ilk 2 haftasında mikroorganizmaların yeni yükleme değerine alışabilmesi için ölçüm yapılmamıştır. Bu geçiş fazında reaktörler, bir önceki yük değeri %50 oranında artırılarak beslenmiştir. İki haftadan sonra ölçümlere başlanılmış ve ölçümlere  $\pm$  %5 oranında sabit KOİ, TK ve TUK giderme verimleri elde edilinceye kadar devam edilmiştir. Reaktörler sistem kararlı hale gelinceye kadar, tüm reaktörler için yaklaşık 40 gün, işletilmiştir. Her reaktör ve işletim periyodu için yukarıda bahsedildiği üzere kararlı durumda 7 ölçüm elde edildikten sonra bir üst organik yükleme değerine ara yüklemelerle adapte edildikten sonra geçilmiştir.

### 3.1 Filtre Malzemesi Oranının KOİ Giderme Verimi Üzerindeki Etkisi

Reaktörlerin organik yüke bağlı olarak ortalama KOİ giderme verimleri Çizelge 4'te, sonuçların grafiksel gösterimi ise Şekil 2'de verilmektedir.

Çizelge 4. Reaktörlerin organik yüke bağlı olarak ortalama KOİ giderme verimleri

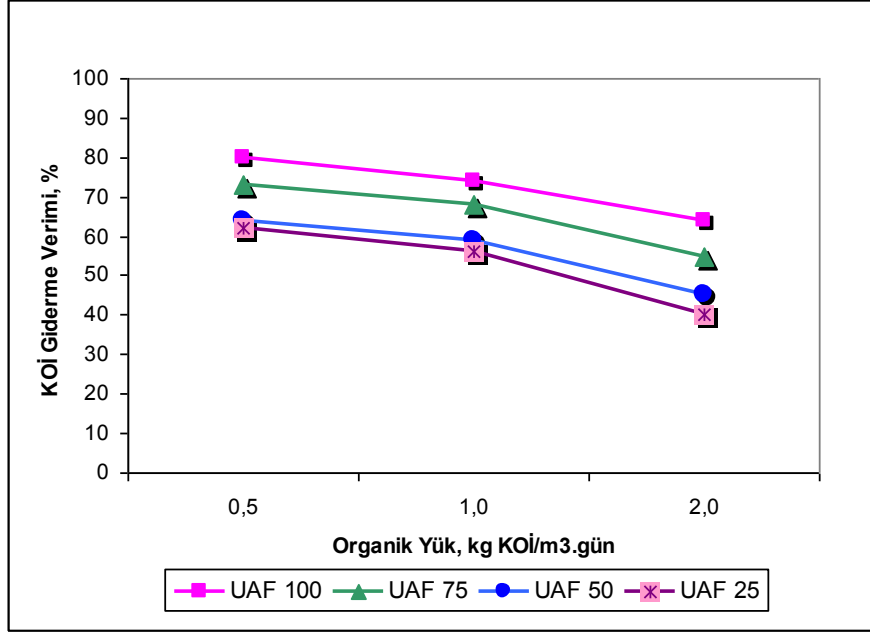
Organik Yük (kg KOİ/m <sup>3</sup> .gün)	Ortalama KOİ Giderme Verimleri, %			
	UAF 100	UAF 75	UAF 50	UAF 25
0.5	80	73	64	62
1.0	74	68	59	56
2.0	64	55	45	40

Şekil 2'den görüldüğü üzere, organik yük değerleri artarken filtre malzemesi oranına bağlı olarak KOİ giderme verimleri azalmıştır. Reaktörün filtre malzemesindeki azalma, bütün organik yük değerlerinde KOİ giderme verimini azaltmıştır. Bunun nedenleri; reaktörün içerisindeki biyofilm ve buna bağlı olarak mikroorganizma miktarının azalması, oluşan uçucu yağ asitlerinin reaktörün içinde birikmesi, yukarı akımdan dolayı biyokütlenin reaktörde birikerek ölü bölgeler yaratması ve atıksuyun geçeceği yüzeyi azaltması, besleme debisindeki değişimler ve dolgu malzemelerinin rastgele yerleştirilmesinden dolayı reaktörde kanallanma oluşmasıdır (Weiland ve Wulfert, 1990; Athanasopolos ve Karadimitris, 1988).

Şekil 2 incelendiğinde, UAF 50 ve UAF 25 reaktörlerindeki KOİ giderme verimlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, bu organik yükleme değerleri için; UAF 50 yerine UAF 25 reaktörünün kullanılması ilk yatırım maliyetleri açısından daha ekonomik olacaktır.

### 3.2 Filtre Malzemesi Oranının Toplam Katı (TK) Giderme Verimi Üzerindeki Etkisi

Reaktörlerin organik yüke bağlı olarak ortalama TK giderme verimleri Çizelge 5'te ve bu verimlerin grafiksel gösterimi Şekil 3'te verilmektedir.



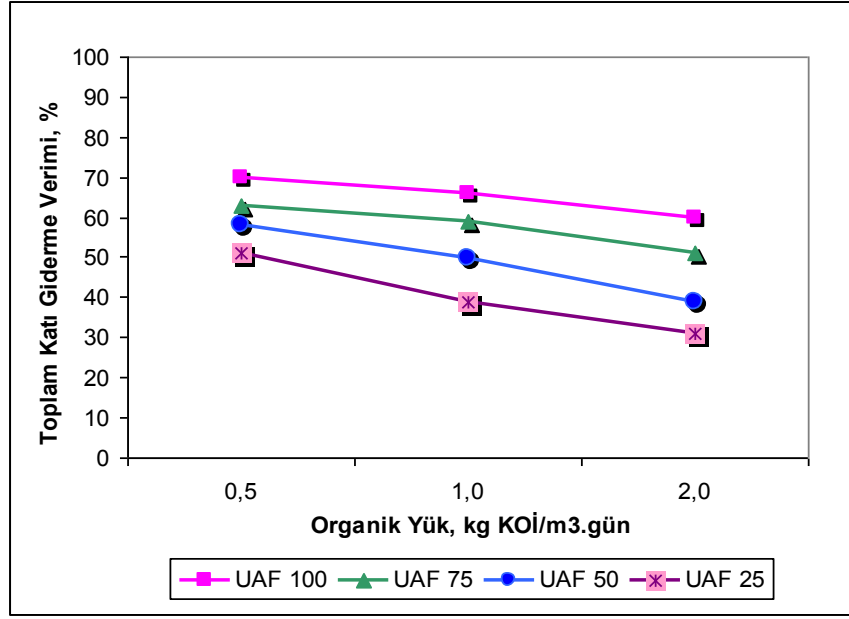
Şekil 2. Reaktörlerin organik yüke bağlı olarak 2 günlük hidrolik alıkonma süresinde ortalama KOİ giderme verimleri

Çizelge 5. Reaktörlerin organik yüke bağlı olarak ortalama TK giderme verimleri

Organik Yük (kg KOİ/m <sup>3</sup> .gün)	Ortalama TK Giderme Verimleri, %			
	UAF 100	UAF 75	UAF 50	UAF 25
0.5	70	63	58	51
1.0	66	59	50	39
2.0	60	51	39	31

Şekil 3'ten görüldüğü üzere, organik yük değerleri artarken filtre malzemesi oranına bağlı olarak toplam katı giderme verimlerinde de azalma gözlenmektedir. Elde edilen bu sonuçlar, KOİ giderme verimiyle uyum ve benzerlik göstermektedir. Laboratuvar çalışmalarından elde edilen bu sonuçlar, Show ve Tay tarafından yapılan çalışmayla benzerlik göstermektedir. Bu çalışmadan yola çıkarak, filtre malzemesi ile dolu olan alanda biyokütle birikiminden dolayı kanallanma ve tıkanma olduğu söylenebilmektedir (Show ve Tay, 1999).





Şekil 3. Reaktörlerin organik yüke bağlı olarak 2 günlük hidrolik alıkonma süresinde ortalama toplam katı giderme verimleri

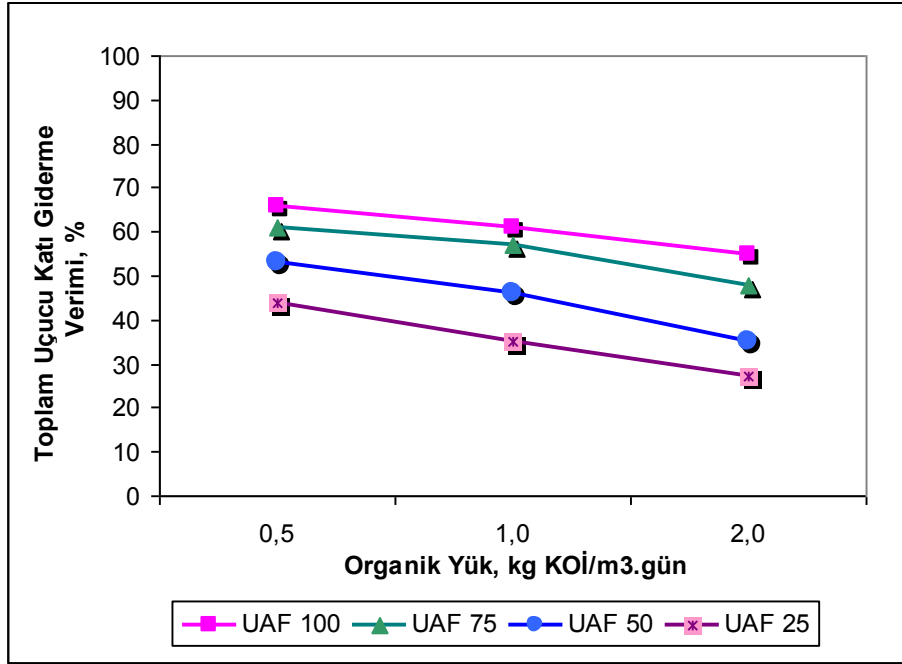
### 3.3 Filtre Malzemesi Oranının Toplam Uçucu Katı (TUK) Giderme Verimi Üzerindeki Etkisi

Reaktörlerin organik yükleme değerlerine bağlı olarak ortalama TUK giderme verimleri Çizelge 6'da ve bunlara ilişkin grafiksel gösterim ise Şekil 4'te verilmektedir.

Çizelge 6. Reaktörlerin organik yüke bağlı olarak ortalama TUK giderme verimleri

Organik Yük (kg KOİ/m <sup>3</sup> .gün)	Ortalama TUK Giderme Verimleri, %			
	UAF 100	UAF 75	UAF 50	UAF 25
0.5	66	61	53	44
1.0	61	57	46	35
2.0	55	48	35	27

Şekil 4'ten görüldüğü üzere, organik yükleme değerlerindeki artış filtre malzemesi oranındaki azalmaya bağlı olarak toplam uçucu katı giderme verimlerinde de azalmaya neden olmuştur. TUK'dan elde edilen bu sonuçlar, yine bu çalışmadaki KOİ ve TK giderme verimleriyle ve Show ve Tay tarafından gerçekleştirilen çalışma ile benzerlik göstermektedir (Show ve Tay, 1999).



Şekil 4. Reaktörlerin organik yüke bağlı olarak 2 günlük hidrolik alıkonma süresinde ortalama toplam uçucu katı giderme verimleri

#### 4. SONUÇ

Yukarı akışlı anaerobik filtre ile ilgili yapılmış pek çok literatür çalışması olmasına rağmen, filtre malzemesi doluluk oranının yukarı akışlı anaerobik filtrenin arıtım verimine etkisini inceleyen literatür çalışması bulunmamaktadır. Laboratuvar ölçekli olarak gerçekleştirilen bu çalışmanın sonuçlarını aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür;

1. Filtre malzemesi oranı, yukarı akışlı anaerobik filtre reaktörlerin performansı üzerinde çok belirgin bir etki göstermektedir. Filtre malzemesi oranı, yukarı akışlı anaerobik filtrelerde KOİ giderme verimini etkilemektedir. KOİ giderme verimi tam dolu olan reaktörde, her organik yükleme değeri için, daha yüksek elde edilmiştir.
2. Filtre malzemesi oranına bağlı olarak, en yüksek KOİ (% 80), TK (% 70) ve TUK (% 66) giderme verimleri UAF 100 reaktöründe 0.5 kg KOİ/m<sup>3</sup>.gün'lük organik yükleme değerinde, en düşük KOİ (% 40), TK (% 31) ve TUK (% 27) giderme verimleri de UAF 25 reaktöründe 2.0 kg KOİ/m<sup>3</sup>.gün'lük organik yükleme değerinde elde edilmiştir.
3. Organik yük değerleri artarken, KOİ, TK ve TUK giderme verimleri de filtrelerdeki doluluk oranların azalması ile azalma göstermiştir. KOİ giderme verimi açısından UAF 100-50 ile UAF 75-25 arasında çok belirgin bir fark vardır. Filtre malzemesinin % 50 oranında azalması, KOİ giderme veriminde % 15'lik bir düşüşe sebep olmuştur.
4. Elde edilen tüm deneysel sonuçlar literatür çalışmalarıyla da uyum göstermektedir.

Gerçekleştirilen bu çalışma ile ilk yatırım maliyeti aerobik sistemlere göre çok daha yüksek olan anaerobik filtrelerin en önemli yatırım kalemlerinden biri olan filtre malzemesinin, deşarj standartlarını sağlayabilecek şekilde daha düşük oranlarda kullanılabilceği gösterilmiştir.

**KAYNAKLAR**

- Acharya B. K., Mohana S., Madamwar D. (2007): “Anaerobic Treatment of Distillery Spent Wash-A Study on Upflow Anaerobic Fixed Film Bioreactor”, *Biosource Technology Cilt.* 99, No. 11, s. 4621-4626.
- APHA-AWWA (1992): “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, 17<sup>th</sup> Edition, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, USA.
- Athanasopoulos N., Karadimitris T. (1988): “Effect of Media Design on the Performance of Cotton Fabric Desizing and Scouring Wastewater Treatment in Upflow Anaerobic Filters”, *Resources, Conservation and Recycling, Cilt 1*, s. 123–129.
- Demirer G. N. (2001): “Anaerobic Treatment of Industrial Wastewaters”, *Turkish-German Symposium on Recent Advances in Wastewater Treatment*, October, İzmir, s. 45-51.
- Kobayashi H. A., Stenstrom M. K., Mah R. A. (1983): “Treatment of Low Strength Domestic Wastewater Using the Anaerobic Filter”, *Water Res., Cilt 17*, No. 8, s. 903-909.
- Özgünerge E. (2008): “Effects of Filter Ratio and Operation Mode on the Efficiency of Anaerobic Filter Treating Molasses Wastewater”, *Yüksek Lisans tezi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.*
- Show K. Y., Tay J. H. (1999): “Influence of Support Media on Biomass Growth and Retention in Anaerobic Filters”, *Wat. Res., Cilt 33*, No. 6, s. 1471-1481.
- Speece R. E. (1983): “Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewater Treatment”, *Environmental Science Technology, Cilt 17*, s. 416-A .
- Stadlbauer E. A., Oey L. N., Weber B., Jansen K., Weidle R., Löhr H., Ohme W., Döll G. (1994): “Anaerobic Purification of Brewery Wastewater in Biofilm Reactors with and without a Methanation Cascade”, *Water Science Tech. Cilt. 30*, No. 12, s. 395-404.
- Tokgöz S. (1998): “Application of Anaerobic Filter Systems to Treat Concentrated Organic Wastes”, *Doktora tezi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.*
- Ubay G. (1993). “Evsel Atıksuların Havasız Biyolojik Arıtımı Üzerine bir Araştırma”, *Doktora tezi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.*
- Weiland P., Wulfert K. (1990). “Anaerobic Treatment of Stillage Using Different Pilot-Scale Fixed Bed Reactors in Up and Downflow Mode of Operation”, *IAWPRC*, September 24-26, Spain, s. 147-154.
- Young J. C., Yang B. S. (1989): “Design Considerations for Full-Scale Anaerobic Filters”, *Journal Water Pollution Control Federation, Cilt 61*, s. 1576-1587.
- Young J. C., Mc Carty P. L. (1969): “The Anaerobic Filter for Waste Treatment”, *Water Pollutant Control Fed; Cilt 41*, No.2, s. 160-173.
- Yu H. Q., Wilson F., Tay J. H. (1998): “Kinetic analysis of an Anaerobic filter Treating Soybean Wastewater”, *Water Research, Cilt. 32*, No.11, s. 3341-3352.