Ekoloji
13, 50, 1-5
2004

Bursa İli Kentsel Atıksu Arıtma Tesislerinin Bazı Biyolojik ve Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi

Arzu KEMİKSİZ, Ayşe ELMACI
Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
Görükle - **BURSA**

Özet

Bu çalışmada, Bursa İli Batı ve Doğu Atıksu Arıtma Tesislerinin anaerobik stabilizasyon havuzlarının bakteriyolojik (heterotrofik toplam bakteri, toplam koliform ve *Escherichia coli*) ve algolojik özellikleri ile klorofil-a konsantrasyonunun mevsimsel değişimi incelenmiştir. Çalışma sonuçları tüm havuzlarda *Chlamydomonas polypyrenoideum*'un baskın olduğunu göstermiştir. Havuzlarda ölçülen klorofil-a konsantrasyonu 2,87 μg/l ile 838,68 μg/l arasında değişmiştir. Havuzlardaki maksimum ve minimum heterotrofik toplam bakteri, toplam koliform ve *E. coli* sayıları sırasıyla $< 10^2$- 10,6 x 10^4, $< 10^2$ - 73 x 10^4 ve $< 10^2$ - 9 x 10^4 cfu/ml olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Alg, atıksu, bakteri, stabilizasyon havuzu.*

Examination of Physico-Chemical and Some Biological Properties of Bursa City Municipal Wastewater Treatment Plants

Abstract

In this study, seasonal changes of bacteriological (heterotrophic plate count, total coliform, *Escherichia coli*) and algological properties and chlorophyll-a concentration of anaerobic stabilization ponds of West and East Wastewater Treatment Plants in Bursa City were examined. The results of this study showed that *Chlamydomonas polypyrenoideum* was dominant in all ponds. The chlorophylla concentrations measured in ponds have varied from 2.87 μg/l ile 838.68 μg/l. Minimum and maximum counts of total heterotrophic bacteria, total coliform and *E. coli* in ponds were found to be $< 10^2$ - 10.6 x 10^4, $< 10^2$ - 73 x 10^4 and $< 10^2$ - 9 x 10^4 cfu/ml , respectively.

Keywords: *Algae, bacteria, stabilization pond, wastewater.*

GİRİŞ

Kentlerdeki hızlı nüfus artışı ve sanayileşme nedeniyle kullanılan su miktarı sürekli olarak artmaktadır. Buna bağlı olarak artan atıksuların arıtılması ve uzaklaştırılması için belediye ve sanayi kuruluşlarının önemli bir bütçe ayırmaları gerekmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde evsel ve endüstriyel atıksu arıtımında yüksek maliyetli klasik atıksu arıtma tesislerinin yerine daha düşük maliyetli yöntemlerin kullanılması tercih edilmektedir. Bu nedenle tropik ve subtropik iklime sahip bölgelerde atıksuların arıtılması için düşük ön yatırım ve işletme maliyeti olan stabilizasyon havuzları kullanılmaktadır. Bu yöntemde atıksuyun oksidasyonu ve stabilizasyonu, havuz içerisine alınan atıksuyun belli bir bekletme süresi sonunda meydana gelen mikrobiyal faaliyetlerle gerçekleşmektedir (Toprak 1998).

Stabilizasyon havuzlarında algler, bakteriler ve diğer organizmalar atıksu içindeki kararsız haldeki organik maddeleri kararlı hale dönüştürerek atıksuyun alıcı ortama deşarjı için uygun hale getirirler. Havuzlardaki organik madde giderimi ve algal populasyonlar sıcaklık ve bekletme süresine bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu havuzlarda algler NO^-_3, CO^-_2, PO^-_4 ve diğer besin elementlerini kullanarak O_2 üretirler. Üretilen oksijenin bakteriler tarafından kullanılmasıyla atıksuların aerobik olarak stabilizasyonu gerçekleştirilir (Khan ve Ahmad 1992, Yüceer ve Sarı 1997, Keskinkan ve Yüceer 1997).

Bu çalışmada Bursa ili kentsel atıksularının arıtıldığı Batı Atıksu Arıtma (B.A.A.T) ve Doğu Atıksu Arıtma (D.A.A.T) tesislerinin anaerobik stabilizasyon havuzlarının algolojik ve bakteriyolojik yapısının mevsimsel değişimi izlenerek mevcut durumun ortaya konulması amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra tesislerin giriş ve çıkışından alınan numunelerde bazı fiziko-kimyasal özellikler incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Arıtma Tesisi Hakkında Bilgiler

Bursa'daki B.A.A.T.ve D.A.A.T.'nde organize sanayi bölgeleri dışında faaliyet gösteren endüstrilerin atıksuları ve evsel nitelikli atıksular arıtılıp Nilüfer Çayı'na deşarj edilmektedir. Tesislere gelen atıksular giriş bacasından fiziksel arıtma ünitelerine alınmaktadır. Fiziksel arıtma üniteleri; kaba ızgara, I. kademe terfi, ince ızgara, kum tutucu, II. kademe terfi ve debi ölçümünün yapıldığı dikdörtgen

boğazlı savak ünitelerinden oluşmaktadır. Fiziksel arıtmadan geçen atıksu ana dağıtım odasından anaerobik havuzlara dağıtılmaktadır. B.A.A.T'nde 5, D.A.A.T.'nde 7 adet stabilizasyon havuzu bulunmaktadır. Anaerobik olarak arıtılan su havuzlardan savaklanarak bir boru sistemi ile toplanıp parchall savağından geçirilerek Nilüfer Çayı'na deşarj edilmektedir. Tesislerdeki anaerobik havuzlara ait bazı özellikler Tablo 1'de verilmiştir (Anonymous 2001).

Tablo 1. Anaerobik stabilizasyon havuzlarına ait bazı özellikler (Anonymous 2001).

	D.A.A.T.	B.A.A.T.
Debi (l/s)	1299,5 ± 127,8	255,2 ± 119,1
Hidrolik bekletme süresi (HBS-Gün)	2,8 ± 0,3	7,8 ± 3,4
Derinlik (m)	4,00	4,00
Hacimsel organik yükleme (g $BOİ_5$/m^3-gün)	83,4 ± 13,8	54,7 ±13,8

Örneklerde İncelenen Parametreler

Stabilizasyon havuzlarının giriş ve çıkış noktalarından alınan örneklerdeki sıcaklık, pH, BOI, KOI, AKM, ÇKM, bulanıklık, NH^+_4, NO^-_3, NO^-_2, PO^-_4, SO^{-2}_4 parametreleri BUSKİ Atıksu Arıtma Tesisi laboratuarlarında standart metotlara göre belirlenmiştir (Anonymous 2001). Stabilizasyon havuzlarından alınan su örnekleri hemen laboratuara getirilerek heterotrofik toplam bakteri, toplam koliform ve *Escherichia coli* sayıları standart metotlara göre tespit edilmiştir (Anonymous 1992). Örneklerdeki klorofil-a konsantrasyonu Parsons ve Strickland (1963) tarafından önerilen yönteme göre belirlenmiştir. Havuzlarda bulunan alg türlerinin mikroskopik olarak tanımlamaları Patrick ve Reimer 1966, Prescot 1973, Patrick ve Reimer 1975'den yararlanılarak yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bursa İli Batı ve Doğu Atıksu Arıtma Tesisleri stabilizasyon havuzlarının giriş ve çıkışlarından alınan su numunelerinde incelenen parametreler Tablo 2 ve 3'de verilmiştir. Havuzların karakterizasyonunu ortaya çıkarmak için heterotrofik toplam bakteri, toplam koliform, *E. coli* sayılarının ve klorofil-a konsantrasyonunun mevsimsel değişimleri incelenmiştir. Şekil 1 ve Şekil 2' de sırasıyla B.A.A.T. ve D.A.A.T. stabilizasyon havuzlarındaki heterotrofik toplam bakteri sayılarının mevsimsel değişimleri görülmektedir. Bu şekillere göre B.A.A.T. tesisinde en yüksek değer (2,34 x 10^6 cfu/ml) yaz mevsiminde 3. havuzda, en düşük değer ilkbahar mevsiminde (<10^2 cfu/ml) 1. havuzda kaydedilmiştir. D.A.A.T.'de sonbaharda ölçüm yapılamamakla birlikte en yüksek değer (10,6 x 10^6 cfu/ml) ilkbaharda 6. havuzda, en düşük değer (0,06 x 10^6 cfu/ml) ilkbaharda 4. havuzda belirlenmiştir.

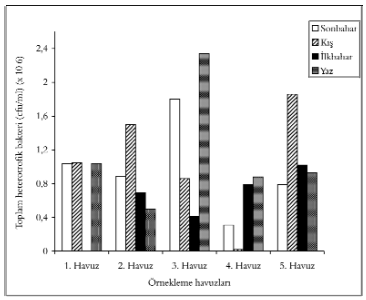
Toplam koliform sayısının mevsimsel değişiminin görüldüğü Şekil 3 ve Şekil 4' e göre sırasıyla,

Tablo 2. B.A.A.T giriş ve çıkış suyunda ölçülen parametrelerin ortalama değerleri (Anonymous 2001).

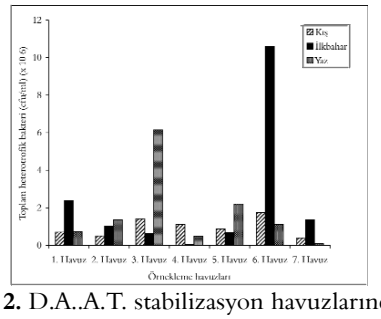
	Sonbahar		Kış		İlkbahar		Yaz	
Parametreler	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış
Sıcaklık (°C)	21	21	12	9	14	13	21	21
pH	7,79	7,97	8,03	7,86	7,98	7,70	7,86	7,88
$BOİ_5$ (mg/l)	263	161	310	227	318	240	291	191
KOİ (mg/l)	593	320	510	322	441	301	555	262
AKM (mg/l)	384	248	245	153	223	185	236	198
ÇKM (ml/l)	1,80	0,35	2,66	0,21	2,18	0,27	2,25	0,49
Bulanıklık (NTU)	552	369	350	215	313	257	339	289
NH_4 (mg/l)	48,21	54,10	47,99	57,75	44,09	51,34	31,15	37,27
NO_3 (mg/l)	3,99	3,39	3,54	3,90	3,32	3,21	0,7	0,86
NO_2 (mg/l)	0,103	0,043	0,17	0,04	0,16	0,09	0,01	0,04
PO_4 (mg/l)	117,07	227	113,35	87,72	84,45	54,75	33,98	31,17
SO_4 (mg/l)	110	56	110,36	84,50	129,38	87,50	111,25	82,50

Tablo 3. D.A.A.T. giriş ve çıkış suyunda ölçülen parametrelerin ortalama değerleri (Anonymous 2001).

	Sonbahar		Kış		İlkbahar		Yaz	
Parametreler	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış
Sıcaklık (°C)	13,73	13,56	14,76	14,88	17,65	17,70	23	23
pH	7,87	7,82	7,85	7,73	7,87	7,68	7,82	7,78
$BOİ_5$ (mg/l)	266	185	272	218	289	225	255	185
KOİ (mg/l)	615	305	505	350	457	328	535	309
AKM (mg/l)	285	170	260	198	249	207	255	178
ÇKM (ml/l)	2,98	0,15	2,96	0,77	2,75	0,65	2,99	0,84
Bulanıklık (NTU)	409	243	370	281	355	293	366	257
NH_4 (mg/l)	41,83	50,28	48,98	54,53	46,43	42,11	30,90	40
NO_3 (mg/l)	3,65	3,43	4,13	3,10	2,92	2,77	0,78	0,90
PO_4 (mg/l)	156,25	152	30,67	114,20	41,12	28,65	26,15	32,33
SO_4 (mg/l)	132	107	134,17	139,17	119,50	123,75	108,75	155,83
NO_2 (mg/l)	0,37	0,09	0,48	0,07	0,36	0,15	0,14	0,12

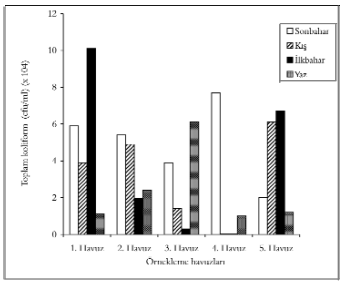


Şekil 1. B.A.A.T. stabilizasyon havuzlarındaki toplam heterotrofik bakteri sayısının mevsimsel değişimi.

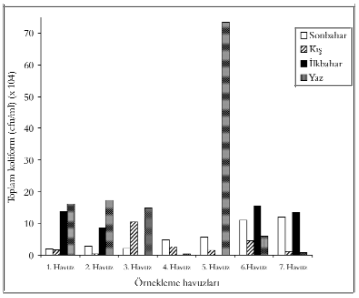


Şekil 2. D.A..A.T. stabilizasyon havuzlarındaki toplam heterotrofik bakteri sayısının mevsimsel değişimi.

B.A.A.T.'de en yüksek değer (10,1 x 10^4 cfu/ml) ilkbaharda 1. havuzda, en düşük değer (<10^2 cfu/ml) kış ve ilkbaharda 4. havuzda belirlenmiştir. D.A.A.T.' de en yüksek değer (73 x 10^4 cfu/ml) yaz mevsiminde 5. havuzda, en düşük değer (<10^2 cfu/ml) ilkbaharda 3, 4 ve 5. havuzlarda görülmüştür.



Şekil 3. B.A.A.T. stabilizasyon havuzlarındaki toplam koliform sayısının mevsimsel değişimi.

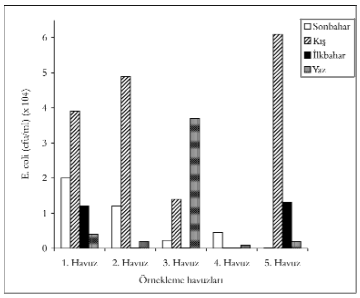


Şekil 4. D.A.A.T. stabilizasyon havuzlarındaki toplam koliform sayısının mevsimsel değişimi.

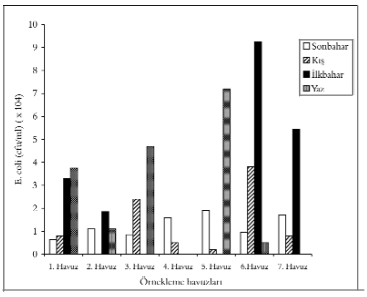
Şekil 5 ve Şekil 6' da *E. coli* sayısının sırasıyla B.A.A.T. ve D.A.A.T. stabilizasyon havuzlarındaki mevsimsel değişimleri görülmektedir. Buna göre B.A.A.T.'de en yüksek değer (6,1 x 10^4 cfu/ml) kışın 5. havuzda, en düşük değer (<10^2 cfu/ml) sonbaharda 5. havuzda kışın 4. havuzda, ilkbaharda 2, 3 ve 4. havuzlarda bulunmuştur. D.A.A.T.' de en yüksek değer (9x 10^4 cfu/ml) ilkbaharda 6. havuzda, en düşük değer (<10^2 cfu/ml) kışın 2. havuzda, ilkbaharda 3, 4 ve 5. havuzlarda, yazın 4. ve 7. havuzlarda kaydedilmiştir.

Genel olarak yüzeysel sularda artan sıcaklığa bağlı olarak bahar ve yaz aylarında mikroorganizma sayısının yükselmesi, sonbahar ve kış aylarında ise azalması beklenirken bu çalışmada örnek alınan havuzların bir kısmında bu duruma uyum göstermeyen sonuçlar elde edilmiştir. Mikroorganizma sayılarındaki bu farklılığın, havuzlara gelen suların farklı kimyasal özellikleri, hava sıcaklığındaki anlık artışlara bağlı sudaki çözünmüş oksijen miktarının düşmesi ve bu dönemlerde sabun ve deterjan kullanımının artması gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Hougton ve Mara (1992) fakültatif havuzlarda klorofil-a konsantrasyonunun organik yüklemeye bağlı olarak 500-2000 μg/l arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Zulfiki ve ark. (1996) Akdeniz Bölgesinde yüksek hızlı algal havuzlarda klorofil konsantrasyonunu ortalama 5 mg/l olarak belirlemişlerdir. B.A.A.T. ve D.A.A.T. stabilizasyon havuzlarında belirlenen klorofil-a miktarının mev-



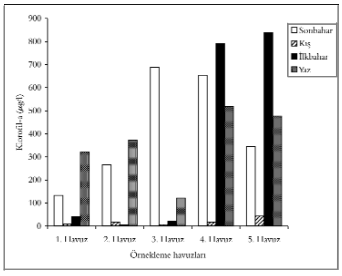
Şekil 5. B.A.A.T. stabilizasyon havuzlarındaki *E. coli* sayısının mevsimsel değişimi.



Şekil 6. D.A.A.T. stabilizasyon havuzlarındaki *E. coli* sayısının mevsimsel değişimi.

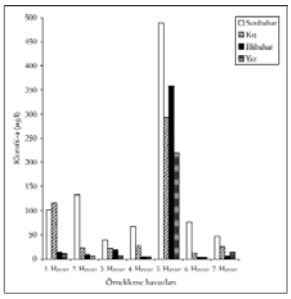
simsel değişimleri Şekil 7 ve 8'de verilmiştir. Şekil 7'ye göre en yüksek klorofil-a değeri (838,68 μg/l) ilkbaharda 5. havuzda, en düşük klorofil-a değeri (6,77 μg/l) kışın 3. havuzda görülmüştür. Şekil 8'e göre en yüksek klorofil-a değeri (448,67 μg/l) sonbaharda 5. havuzda, en düşük klorofil-a değeri (2,87 μg/l) ilkbaharda 6. havuzda ölçülmüştür.

Genellikle yüzeysel sularda fitoplankton sayısının ilkbahar ve sonbahar aylarında yaz ve kış aylarına göre daha yüksek olması beklenir. Klorofil-a konsantrasyonu da fitoplankton sayısındaki değişimlere paralellik gösterir (Gönülol 1984). Bu çalışmada da klorofil-a konsantrasyonu fitoplankton miktarına bağlı olarak hemen hemen tüm havuzlarda ilkbahar ve sonbahar aylarında daha yüksek, kış ve yaz aylarında daha düşük bulunmuştur.



Şekil 7. B.A.A.T. stabilizasyon havuzlarındaki klorofil-a miktarının mevsimsel değişimi.

B.A.A.T. ve D.A.A.T. stabilizasyon havuzlarında teşhis edilen mevcut alg türleri Tablo 4 ve Tablo 5'te verilmiştir. Stabilizasyon havuzlarında en çok görülen alg cinslerinin mavi-yeşil alglerden



Şekil 8. D.A.A.T. stabilizasyon havuzlarındaki klorofil-a miktarının mevimlere göre değişimi.

Anacystis (Microcystis), Oscillatoria, Schizothrix; diatomlardan *Cyclotella, Gomphonema, Nitzschia* ve yeşil alglerden *Ankistrodesmus, Chlorella, Scenedesmus* olduğu belirtilmiştir (Palmer 1986). Bu çalışmada da mavi-yeşil alglerden *Oscillatoria*, diatomlardan *Cyclotella* ve *Nitzschia*, yeşil alglerden belirtilen cinslere rastlanmıştır. Azov ve ark. (1980) yüksek hızlı havuzlarda yaptıkları araştırmada *Euglena gracilis, Scenedesmus dimorphus, Ankistrodesmus falcatus, Actinastrum gracillimum, Micractinium pusillum, Chlorella vulgaris* türlerinin çoğunlukta olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek hızlı algal havuzlarda *Scenedesmus*'un yüksek üreme hızından dolayı bahar aylarında *Chlorella*'ya karşın daha baskın olduğu kaydedilmiştir (Zulfiki ve ark. 1996). B.A.A.T ve D.A.A.T. stabilizasyon havuzlarında da belirtilen alglerden *Euglena gracilis, Scenedesmus quadricauda, Scenedesmus bernardii, Ankistrodesmus falcatus* ve *Chlorella vulgaris* tespit edilmiştir. Karashi Üniversitesi kampüsünde pilot ölçekli atıksu stabilizasyon havuzlarında dominant olan *Chlorella* ve *Chlamydomonas* (Khan ve Ahmad 1992) cinslerinden; *Chlamydomonas* B.A.A.T ve D.A.A.T. stabilizasyon havuzlarında baskın olarak görülürken diğer cinse de rastlanmıştır. Wrigley ve Toerien (1990) pilot ölçekli seri bağlı stabilizasyon havuz-

Tablo 4. B.A.A.T. stabilizasyon havuzlarında tespit edilen alg türleri.

Alg türleri	Sonbahar					Kış					İlkbahar					Yaz				
	Havuzlar					Havuzlar					Havuzlar					Havuzlar				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Nitzschia palea (Kütz.) W. Smith		+										+	+							
Chlamydomonas polypyrenoideum Prescott	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Chlorella vulgaris Beyerinck																+				
Cosmarium sp.																	+	+		
Scenedesmus quadricauda (Turp.) de Brébisson in Brébisson & Godey																+				
Oscillatoria limnetica Lammermann			+	+																
Oscillatoria tenuis C.A. Agardh			+	+						+										
Euglena gracilis Klebs											+			+		+				

+ : Algin mevcut olması

Tablo 5. D.A.A.T. stabilizasyon havuzlarında tespit edilen alg türleri.

Alg türleri	Sonbahar							Kış							İlkbahar							Yaz						
	Havuzlar							Havuzlar							Havuzlar							Havuzlar						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Cyclotella sp.															+													
Cyclotella meneghiniana Kütz.															+													
Navicula sp.																+												
Nitzschia palea (Kütz.) W. Smith		+												+	+							+						
Rhoicosphenia curvata (Kütz.) Grun. Ex Rabh var. *curvata*																										+		
Ankistrodesmus falcatus var. *mirabilis* (West & West) G.S. West									+																			
Chlamydomonas epiphytica G.M. Smith																			+									
Chlamydomonas polypyrenoideum Prescott	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+		+	+	+	+	+
Chlorella vulgaris Beyerinck									+	+																		
Coelastrum microporum Naegeli in A. Braun																										+		
Cosmarium sp.																	+											
Crucigenia quadrata Morren																										+		
Gleocystis sp.																												+
Oedogonium sp.		+																								+		
Oocystis sp.															+													
Scenedesmus bernardii G.M. Smith								+							+							+						
Scenedesmus quadricauda (Turp.) de Brébisson in Brébisson & Godey																						+						
Trochiscia granulata (Reinsch) Hansgirg																						+						
Anabaena sp.									+					+														
Chroococcus dispersus (Keissl.) Lammermann			+																									
Chroococcus prescottii Drouet & Daily in Drouet								+		+				+	+	+												
Merismopedia glauca (Ehrenb.) Naegeli																						+		+				
Oscillatoria tenuis C.A. Agardh	+							+														+						
Euglena gracilis Klebs	+							+							+													
Trachelomonas mammillosa Prescott	+																											
Trachelomonas pulcherrima Playfair															+													

larında flagellalı alg cinslerinin (*Euglena, Lepocinclis* ve *Chlamydomonas*) dominant olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da belirtilen alglerden *Chlamydomonas* dominant olarak tespit edilmiş, Euglena da az sayılarda gözlenmiştir. İsrail'de atıksu oksidasyon havuzlarında ilkbaharda *Chlorella vulgaris*, yaz sonlarında *Ankistrodesmus* baskın olarak görülmüştür (Fruend ve ark. 1993), yapılan bu araştırmada da bu cins ve türler tanımlanmışlardır. Uğur ve ark. (2000) Muğla Üniversitesi evsel atıksu arıtma tesisinde yaptıkları araştırmalarında; C*hroococcus, Spirulina, Oscillatoria, Geminella* cinslerini atıksuda yaşayan alg cinsleri olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada da belirtilen cinslerden *Chroococcus* ve *Oscillatoria* tespit edilmiştir.

Bursa ili B.A.A.T ve D.A.A.T tesislerinin giriş ve çıkış sularının bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin verildiği bu çalışma sonucunda, anaerobik stabilizasyon havuzlarının heterotrofik toplam bakteri, toplam koliform ve *E. coli* sayısı, klorofil-a konsantrasyonu ile mevcut alg türlerinin mevsimsel değişimi izlenerek elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. B.A.A.T ve D.A.A.T anaerobik stabilizasyon havuzlarının biyolojik karakterinin ilk olarak ortaya konulduğu bu araştırma bundan sonra yapılacak olan çalışmalara bir temel teşkil edecek ve katkı sağlayacaktır.

Teşekkür

Çalışmamız sırasındaki yardımlarından dolayı Bursa Büyük Şehir Belediyesi, Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Anonymous (1992) Standart Methods for Examination of Water and Wastewater. 19th Edn., American Public Health Association, New York.

Anonymous (2001) BUSKİ Atıksu Arıtma Tesisleri 2001 Yılına Ait Aylık İşletme Raporları. Arıtma Tesisleri Daire Başkanlığı, Bursa.

Azov Y, Shelef G, Moraine R, Levi A (1980) Controlling Algal Genera in High Rate Wastewater Oxidation Ponds. Algae Biomass 245-253.

Fruend C, Romem E, Post AF, Adin A (1993) Ecological Physiology of an Assembly of Photosyntehetic Microalgae in Wastewater Oxidation Ponds. Wat. Sci.Tech. 27, 7-8, 143-149.

Gönülol A (1984) Bayındır Barajında Fitoplankton ve Bentik Alg Biyoması ve Besin Tuzlarının Alg Çoğalmalarını Sınırlayıcı Etkileri Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Fak. Biyoloji Böl., Ankara.

Houghton SR, Mara DD (1992) The Effects of Sulphide Generation in Waste Stabilization Ponds on Photosynthetic Populations and Effluent Ouality. Wat. Sci. Tech. 26, 7-8, 1759-1768.

Khan MA, Ahmad SI (1992) Performance Evaluation of Pilot Waste Stabilization Ponds in Sub-Tropical Region. Wat. Sci.Tech. 26, 7-8, 1717-1728.

Keskinkan O, Yüceer A (1997) Stabilizasyon Havuzlarında Organik Madde Giderimi ve Etkili Alg Türleri. In: Karpuzcu M, Kınlı H, Bayar S, Dökmeci S (eds.), Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu II, I. Cilt, 22-23 Mayıs 1997, Gebze, Kocaeli, 201-208.

Palmer MC (1986) Algae and Water Pollution. Castle House Publications Ltd, England.

Parsons RT, Strickland JD (1963) Discussion of Spectrophotometric Determination of Marine Plant Pigments With Revised Equations for as Certaining Chlorophyll and Carotenoids. J. Marine Res. 21, 155-163.

Patrick R, Reimer CW (1966) The Diatoms of United States. Vol I, The Academy of Natural Sciences, Pennsylvania.

Patrick R, Reimer CW (1975) The Diatoms of United States. Vol II, The Academy of Natural Sciences, Pennsylvania.

Prescott GW (1973) Algae of the Western Great Lake Area. Fifth printing. WMC Brown Comp. Pub., Dubaque, Iowa.

Wrigley TJ, Toerien DF (1990) Limmnological Aspects of Small Sewage Ponds. Wat. Res. 24, 1, 83-90.

Toprak H (1998) Atıksu Stabilizasyon Havuzlarının ve Mekanik Lagünlerin Tasarım, İnşaat ve İşletme Esasları. Dokuz Eylül Üniversitesi Müh. Fak. Yay. No: 266, İzmir.

Uğur A, Yılmaz F, Besler A (2000) Muğla Üniversitesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisinde Bakteriyolojik, Protozoolojik ve Fiziko-Kimyasal Bir Araştırma. Ekoloji 10, 9-11.

Yüceer S, Sarı B (1997) Stabilizasyon Havuzları Çıkış Sularında Alg Giderimi. In: Karpuzcu M, Kınlı H, Bayar S, Dökmeci S (eds.), Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu II, I. Cilt, 22-23 Mayıs 1997, Gebze, Kocaeli, 209-214.

Zulfiki H, Bontoux J, Canovas S, Picot B, Casellas C, Dubois A (1996) Seasonal Development of Phytoplankton and Zooplankton in a High-Rate Algal Pond. Wat. Sci. Tech. 33, 7, 199-206.