

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Biyolojik Atık Su Arıtma Sisteminde Bulunan Siliyat Protozoa Hakkında Bir Araştırma

Naciye Güllüz ŞENLER

İsmail YILDIZ

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Biyoloji Bölümü Van-TÜRKİYE

Özet: Bu çalışma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Atık su Arıtma Tesisinde gerçekleştirilmiştir. Havalandırma tankından alınan 91 örnek mikroskopik olarak incelendi. Aktif çamur prosesinde 40 siliyat türü tanımlandı. Siliyatlara ait tür listesi ve türlerin frekansları ml'deki birey sayısı ile ilişkili olarak verildi. Ayrıca görülme sıklığı yüksek olan türler arasındaki yakınlık derecesi de belirlendi.

Anahtar sözcükler: Siliyat Protozoa, aktif çamur prosesi, kommunitate yapısı.

An Investigation On The Ciliated Protozoa In Biological Sewage Treatment Plant Of Yüzüncü Yıl University

Abstract: This research was carried out sewage treatment plant of Yüzüncü Yıl University. 91 samples obtained from aeration basin were examined microscopically. 40 species of ciliate were identified in activated-sludge process. A complete species list of these ciliates is given together with information concerning their frequency and individual number per ml. In addition, the similarity between the species of high frequency was determined.

Key words: Ciliated Protozoa, activated-sludge process, community structure.

Giriş

Kirlenmiş suların biyolojik arıtımında kullanılan aktif çamur ekstrem koşullara sahip kompleks bir ekosistemdir. Bu ekosistem karışık mikroorganizma kültürü içerir. Mikroorganizmalar atık suda bulunan organik materyali ve diğer kirleticileri indirgerler.

Atık su arıtma sistemlerinde bulunan mikroorganizmalar arasında Protozoa, özellikle siliyat Protozoa oldukça önemlidir. Siliyatlar predasyon aktivitesi ile bakteriyal popülasyon yoğunluğunu koruyarak flokulasyon (yumaklaşma) işlemine yardım eder ve çıkış suyunun kalitesini yükseltirler. Bu nedenle aktif çamur prosesi ile muamele edilmiş suyun kalitesinin ortaya konulmasında indikatör organizmalardır (Bick, 1973; Curds, 1973; Curds ve Cockburn, 1970; Esteban ve ark., 1990; Luna Pabello ve ark., 1990; Salvadó ve ark., 1995; Sudo ve Aiba, 1984). Böylece siliyatlar atık su arıtma sisteminin performansının değerlendirilmesi ile ilgili bilgiler verebilirler (Madoni, 1994; Salvadó ve Gracia, 1993).

İngiltere (Curds, 1969; Curds ve Cockburn, 1970; Poole, 1984), Japonya (Sudo ve Aiba, 1984), İspanya (Esteban ve ark., 1990, 1991 Martin-Cereceda ve ark., 1996; Salvadó ve ark., 1995) ve İtalya'da (Madoni, 1982, 1994; Madoni ve Ghetti,

1981; Madoni ve ark., 1993) biyolojik arıtma tesislerinde gerçekleştirilen çalışmalarda aktif çamurda siliyatlar ile ilgili tür listeleri verilmiştir. Aktif çamur sisteminde yaşayan siliyatlar flok (yumak) ile olan ilişkilerine göre üç gruba ayrılmıştır (Curds, 1971; Curds ve Cockburn, 1970; Madoni, 1994): Sesil siliyatlar, sürünerek hareket eden (crawling) siliyatlar, serbest yüzen siliyatlar. Martin-Cereceda ve ark. (1996) aktif çamur siliyatlarına dördüncü bir grup olarak serbest yüzen-sürünerek hareket eden türleri ilave etmişlerdir. Bu ekosistemde sesil ve sürünerek hareket eden siliyatlar dominant olduğu zaman çıkış suyu kalitesi yüksek olur (Curds, 1971). Su kalitesinin değerlendirilmesinde yardımcı olan siliyat kommunitelerini inceleyen Foissner ve Berger (1996) sağlıklı/normal aktif çamur siliyat kommunitesi ile aşırı yüklü ve/veya oksijenden yoksun aktif çamur siliyat kommunitelerini vermişlerdir.

Ülkemizde arıtma tesisinde bulunan siliyatlar ile ilgili herhangi bir çalışma yoktur. Bu çalışmada YYÜ (Yüzüncü Yıl Üniversitesi) Atık Su Arıtma Sisteminde bulunan siliyat türleri ve kommunit yapılarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma ülkemizde arıtma tesisinde yürütülen ilk protozoolojik çalışma olması bakımından önem taşımaktadır.

türleri gümüş empregnasyon yöntemi ile ve biyometrik olarak incelenmiştir. Siliyat türlerinin belirlenmesi. bunlara ait morfolojik bilgi verilmesi. elde edilen sonuçların var olan bilgiler ile karşılaştırılması farklı coğrafi bölgelerde siliyat türlerinin gösterdiği varyasyonların ortaya konulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Örnekler YYÜ Atıksu Arıtma Sisteminin giriş suyundan alındı. 1997-98 yılları arasında 13 örnekleme yapıldı. 5lt'lik kavanozlar ile alınan su örnekleri 23µm'lik plankton bezi ile konsantre edildi (Finlay ve ark., 1988). Az sayıdaki örnekler için ya zenginleştirilmiş kültür ortamları hazırlandı ya da ilave havalandırma yapılmaksızın petri kaplarında bırakıldı (Finlay ve ark., 1988, Augustin ve ark., 1987). Siliyatlar önce canlı incelendi, daha sonra Mayer'in hematoksilin-eosin boyası ve Chatton-Lwoff'un gümüş empregnasyon ve pürinlenmiş gümüş karbonat teknikleri uygulandı (Fernandez-Galiano, 1976, Augustin ve ark., 1984, Foissner, 1991). Preparatlar inversiyon objektif ile incelendi. Türlerle ait çizimler canlı inceleme ve empregne olmuş örneklerden Camera Lucida

yardımı ile çizildi. Tablo halinde özetlenen veriler Chatton-Lwoff'un gümüşleme preparatlarından elde edildi ve bütün ölçümler mikrometre olarak verildi. Biyometrik sonuçlar için SPSS (SPSS for Windows 6.1) paket programı kullanıldı (Ergün, 1995; Akgül, 1997). Saprobijolojik değer için verilen kısaltmalar aşağıda gösterilmiştir (Foissner, 1988, Curds, 1992): x. xenosaprobik, o. oligosaprobik, b. beta-mesosaprobik, a. alfa-mesosaprobik, p. polisaprobik, I. türün belirleyici ağırlığı (1-5 arasında değişir), SI. Saprobik indeks (limnosaprobik alanda 0-4, eusaprobik alanda 0-8 arasında değişir), E. Eusaprobik, m. metasaprobik, i. isosaprobik.

Bulgular ve Tartışma

Atıksu Arıtma Sisteminin giriş suyunda 18 siliyat türü tespit edildi (Çizelge 1). Kocataş (1994) bir komünitede bulunan türleri sıklık bakımından beş gruba ayırmıştır. Buna göre *Trimyema compressum*, *Colpidium colpoda* ve *Dexiostoma campylum* YYÜ Atıksu Arıtma Sisteminin giriş suyunda devamlı türler olarak görülmektedir.

Çizelge 1. Araştırılan Atıksu Arıtma Sisteminin giriş suyunda tespit edilen siliyat türleri, görülme sıklıkları (F) ve indikatör karakterleri (s)

Türler	F	s
<i>Acineria incurvata</i> Dujardin, 1841	38.46	p-i
<i>Acineria uncinata</i> Tucolesco, 1962	15.38	a-p
<i>Aspidisca cicada</i> (Mueller, 1786) Claprède & Lachmann, 1858	30.77	a-b
<i>Colpidium colpoda</i> (Losana, 1829) Stein, 1860	92.31	p-i
<i>Colpidium kleini</i> Foissner, 1969	38.46	p
<i>Chilodonella uncinata</i> (Ehrenberg, 1838) Strand, 1928	15.38	a
<i>Cyclidium glaucoma</i> Mueller, 1773	15.38	a
<i>Dexiostoma campylum</i> (Stokes, 1886) Jankowski, 1967	84.62	p-i
<i>Epistylis entzii</i> Stiller, 1935	23.08	a
<i>Euplotes</i> sp.	15.38	-
<i>Glaucoma scintillans</i> Ehrenberg, 1830	30.77	p-a
<i>Paremecium caudatum</i> Ehrenberg, 1833	46.15	p-a
<i>Tetrahymena pyriformis</i> -kompleks	69.23	p-i
<i>Trimyema compressum</i> Lackey, 1925	92.31	p-m
<i>Uronema nigricans</i> (Mueller, 1786) Florentin, 1901	15.38	a-p
<i>Vorticella convallaria</i> – kompleks	23.08	a
<i>Vorticella octava</i> – kompleks	30.77	b-a
<i>Vorticella</i> sp.	23.08	-

¹Foissner (1988). Foissner ve Berger'e (1996) dayanılarak verilmiştir.

Tespit edilen siliyat türleri özellikle kirli ve çok kirli akarsularda yaşamaya iyi adapte olmuş alfa-mesosaprobik, polisaprobik tipik türlerdir.

Siliyat türleri özellikle doğru teşhis için gerekli olan gümüşleme yöntemi ile incelenmiş, çalışmadan elde edilen bulgular ile bugünkü bilgilerin ışığında bazı siliyat türleri yeniden gözden geçirilmiştir.

Acineria incurvata Dujardin, 1841 (Şekil 1a,b,c,d)

Bu siliyat Pleurostomatida takımının, Amphileptidae Bütschli, 1889 familyasına aittir. *Acineria* cinsinin tip türüdür. Vücut mızrak biçimindedir. Lateral olarak yassılaştırılmıştır. Posterior uç yuvarlak, anterior uç giderek daralır. *In vivo* büyüklüğü 62.50-125.00 X 22.50-37.50 µm'dir (X=90.25±6.62, SD=20.93, CV=23.19, n=10; X=31.75±3.21, SD=10.14, CV=31.94, n=10). Anteroventralde yer alan oral açıklık yuvarlak bir hat çizerek sol lateral üzerine doğru katlanır ve anterior vücut bölgesinde kaşık benzeri bir çöküntü oluşturur (Şekil 1d). Bu yapı *in vivo* koşulda vücudun diğer kısımlarına göre ışığı daha az kıldığı için parlak görünür. Anterior uçta oral açıklık ile ilgili bu görünüm *Acineria* cinsi için tipiktir. Foissner ve O'Donoghue (1990) anterior uçtaki parlak görünümün *Acineria uncinata* için belirgin bir diagnostik karakter olduğunu ifade etmelerine karşın, bizim çalışmalarımızda bu özelliğin *Acineria* cinsine ait bütün türler için diagnostik bir karakter olarak alınabileceği kanısına varıldı. Anterior uçtaki katlanma ile birlikte, vücut siliyatürü, ekstruzomların biçimi ve dağılışı *Acineria* cinsini benzerlerinden ayırır (Foissner ve Berger, 1988). *A. incurvata*'nın ekstruzomları çubuk biçimli, 4-5 µm uzunluğundadır (X=4.50±0.19, SD=0.53, CV=11.78, n=8). Sitostom boyunca yerleşmişlerdir. Sitostomun dışında vücudun posterior ucunda, sağ lateralde küçük bir ekstruzom

grubu (4-5 tane) daha bulunur. Ekstruzomların sitostomun dışında tüm vücut yüzeyinde olabileceği belirtilmiştir (Augustin ve ark., 1987). Bununla birlikte bu ekstruzomlar, preparasyon sırasında sitostomdan bu bölgelere dağılmış olabilirler. Makronukleus iki parçadan meydana gelir. Aralarında küresel bir mikronukleus bulunur. Kontraktıl vakuol posterior uçtadır. Bu tür Augustin ve ark. (1987) tarafından rapor edilen örneklerden daha büyük bulunmuştur. Uzunluğun genişliğe oranı ortalama 2.97, sitostomun anteriordan itibaren kapladığı mesafe ise vücut uzunluğunun yaklaşık olarak 1/3'i kadardır (Çizelge 2). *A. incurvata*'da morfolojik açıdan beslenme koşullarına bağlı olarak tür içi varyasyon görülür ve değişik morfotiplerin ortaya çıkmasına neden olur (Augustin ve ark., 1987). İncelenen bu popülasyonda genel vücut şekli bakımından çok az varyasyon söz konusudur. Bununla birlikte *Trachelius*-benzeri formlar (Augustin ve ark., 1987) bu çalışmada da gözlenmiştir. Vücudu örten longitudinal sil sayısı yaklaşık 13-14 kadardır. Augustin ve ark.(1987) tarafından rapor edilen bu türe ait vücut sil sayısı çalışmanın verilerinden daha az sayıdadır. Araştırmacılar bu türe ait vücut sil sayısı 11, perioral sil sayısı 3 olduğunu bildirmişlerdir.

A. incurvata karnivordur, küçük siliyatlar ile beslenir. Foissner ve Berger'e (1996) göre bu tür genellikle alfa-mesosaprobik ya da polisaprobik akarsularda bulunur. Bu türün saprobiyolojik değeri Foissner (1988) tarafından şu şekilde bildirilmiştir: x=0, o=0, a=0, p=10, I=5, SI=4.0E

Çizelge 2. *A. incurvata*'nın morfometrik özellikleri. X. ortalama, SD. standart sapma, SE. standart hata, CV. varyasyon katsayısı, min.-max. değerleri, n. örnek sayısı

Karakter	X	SD	SE	CV	Min.- max.	N
Vücut uzunluğu (U)	74.11	14.94	2.88	20.16	51.00-95.00	27
Vücut genişliği (G)	26.52	8.50	1.64	32.05	15.00-45.00	27
U/G	2.97	0.79	0.15	26.60	2.00-5.00	27
Makronukleus uzunluğu	8.94	2.32	0.58	25.95	5.00-13.00	16
Makronukleus genişliği	6.81	1.52	0.38	22.32	4.00-9.00	16
Sitostom uzunluğu (SU)	23.30	3.97	0.76	17.04	16.00-32.00	27
U/SU	3.19	0.47	0.09	23.19	2.50-4.75	27
Dorsal fırçanın posterior ucunun apeksden uzaklığı	19.50	4.11	1.10	21.08	15.00-25.00	14

Acineria uncinata Tucolesco, 1962 (Şekil 1f)

Önceki türe benzer, ancak daha küçük olması, oral açıklığın daha kısa olması ve sil sırasının daha az olması ile ondan ayrılır. Son zamanlara kadar

Acineria Dujardin, 1841 cinsinin tek türü olduğu biliniyordu (Curds, 1982). Bu tür *Acineria incurvata*'dır. *Acineria uncinata* Amphileptidae familyasının en yaygın ve geniş dağılış gösteren türü olmasına karşın küçük olduğu için tanımlanması güçtür. Bu nedenle literatürde verilen bir çok fauna listesinde yer almamaktadır (Foissner ve O' Donoghue, 1990). Muhtemelen bu tür benzer türler ile karıştırıldığından yanlış tanımlanmıştır. Bununla birlikte küçük büyütmelemlerde bile kolaylıkla farkedilebilen vücudun anterior ucundaki parlak görünüme sahip karakteristik kıvrım ile benzer türlerden ayrılabilir.

Vücut büyüklüğü 40 - 50 X 10 - 13 µm'dir. Foissner ve O'Donoghue (1990) vücut boyutları bakımından görülen varyasyonların beslenme durumuna bağlı olduğunu rapor etmişlerdir. Vücut sil sırası 3-4 arasında değişir. *Acineria* cinsi için tipik olan siliyatür Augustin ve ark. (1987) ve Foissner ve O'Donoghue (1990) tarafından ayrıntılı olarak verilmiştir. Karnivordurlar, küçük flagellatlar ile beslenirler. Az kirli tuzlu havuzlarda, mesosaprobik tatlı sularda ve sağlıklı aktif çamur sistemlerinde bulunduğu dair kayıtlar bulunmaktadır (Augustin ve ark., 1987, Foissner ve O' Donoghue, 1990, Foissner ve Berger, 1996). Saprobiyolojik değeri Foissner (1988) tarafından şu şekilde rapor edilmiştir: x=0, o=0, b=2, a=4, p=4, I=2, SI=3.2

Acineria nasuta Lepsi, 1962 *Acineria* cinsine ait diğer bir türdür (Augustin ve ark., 1987). Bir tane küresel makronukleusun bulunması bakımından önceki türlerden ayrılır.

Trimyema compressum Lackey, 1925 (Şekil 2a,b,c,d)

Bu siliyat türü Prostomatida takımının, Trimyemidae, Kahl, 1933 (syn: Sciadostomatidae Kahl, 1926) familyasına aittir. *Trimyema* cinsinin tip türüdür. Canlı koşullarda vücut büyüklüğü 35.00-55.00 X 20.00-32.50 µm'dir (X=44.41±1.80, SD=7.42, CV=16.71, n=17; X=25.00±0.93, SD=3.85, CV=15.4, n=17). Foissner ve ark. (1994) bu siliyatı *in vivo* koşulda 25-60 X 15-35 µm büyüklüğünde olacak şekilde tıknaz-S biçiminde tanımlamışlardır. Vücut kabaca iğ biçimindedir. Anterior ve posterior olarak giderek sivrilmiştir. Bununla birlikte vücudun en geniş bölgesi anteriore yakın olduğu için bu daralma posteriorde daha belirgindir. Huni şeklindeki vestibulum ve sitostom

apikal uca yakındır (subapikal) (Şekil 2b). Kaudal silin uzunluğu 7.50-15.00 µm'dir (X=11.88±0.91, SD=2.59, CV=21.80, n=8) ve belirgindir. Belirli bir hat boyunca uzun eksenini etrafında dönerek ve yavaş hareket eder. Canlı durumda oldukça sabit görünen vücut biçimi, boyanmış örneklerde biraz değişiklik gösterir ve armut görünümü alır. Bu siliyat ile ilgili morfometrik değerler çizelge 3'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar genel anlamda Augustin ve ark.'nın (1987) aktif çamur popülasyonu için verdikleri değerlere yakındır. Bununla birlikte bizim örneklerimiz daha küçüktür. Vücut uzunluğunun genişliğe oranı ortalama 2.13'dür (1.74-2.60). Makronukleus küreseldir, bir çok örnekte merkezi olarak yerleşmiştir. Mikronukleus küresel ve makronukleusa bitişiktir. Sil sıraları helikal bir düzenlenme gösterir. Somatik siliyatür vücudu çevreleyen üç konsantrik halka şeklinde indirgenmiştir. Bizim bulgularımızın aksine Augustin ve ark. (1987) gümüş hatlar sisteminin (silverline system) posterior kısımda kabaca ağ yapısı oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada gümüş hatların düz bir şekilde düzenlendiği tespit edildi (Şekil 2c). Vestibüler siliyatür üç sil sırasından meydana gelir. İkisi oldukça uzundur ve vestibulumun çevresinde yarı dairesel olarak düzenlenirler. Kısa olan üçüncü sil sırası ise iç kısımda yer alır (Şekil 1a,d). Kontraktıl vakuol en sondaki spiral sil sırasının olduğu bölgede bulunur. Sitopig yaklaşık olarak 10 µm uzunluğunda bir yarık şeklindedir.

Trimyema cinsine dahil edilen siliyatların taksonomik durumları açısından günümüzde dahi farklı fikirler mevcuttur (Jahn ve ark., 1979, Curds, 1982, Augustin ve ark., 1987, Foissner ve ark., 1994). Kahl farklı siliyatüründen dolayı *Trimyema* için yeni bir familya (Trimyemidae) tanımlamıştır (Augustine ve ark., 1987). Ancak bu familya birkaç araştırmacı tarafından Trichostomatida takımına (Alt sınıf: Vestibuliferia) dahil edilmiştir (Jahn ve ark., 1979, Curds, 1982). Günümüzde pek çok araştırmacı bu cinsi Prostomatida takımına (Alt sınıf: Gymnostomatia) dahil etmektedirler. Gymnostomatia ve Vestibuliferia, Kinetofragminiphorea sınıfına aittirler. Her iki grupta da oral siliyatür vücut sil sıralarının ön kısımlarından meydana gelir ve basittir. Kinetozomların daha fazla yaklaşması, kinetozomların çift oluşturması (Gymnostomatia

için) ve sil sıraları arasına tamamlayıcı segmentlerin ilave olması dışında kinetozomal farklılaşma yoktur (Levine ve ark., 1980). Bu durumda trichostomlarla benzer vestibüler yapıya sahip olan *Trimyema* (Şekil 2b) Trichostomatida'ya dahil edilebilir. Bununla birlikte Augustine ve ark.'nın (1987) da ifade ettikleri gibi cinse dahil türlerin taksonomik durumlarının aydınlatılması için morfogenezis üzerinde daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

Polisaprobik, anaerobik koşullara bağlı bir türdür. Fazla miktarda organik madde ve H₂S içeren havuz, göl, akarsu, evsel ve endüstriyel nitelikli atıksu arıtma sistemlerinde, muamele edilmemiş lağımda bulunduğu dair kayıtlar

mevcuttur (Augustin ve ark.,1987, Foissner ve Berger, 1996). Saprobijolojik değeri Foissner (1988) tarafından şu şekilde bildirilmiştir: x=0, o=0, b=0, a=0, p=10, I=5, SI=4.0E

Trimyema cinsine ait değişik habitatlardan (tatlısu, deniz, havalandırma tankı) şimdiye kadar sekiz tür tanımlanmıştır (Augustin ve ark., 1987). *T. compressum* üç somatik spiral sil sırasına sahip olduğundan dolayı diğer *Trimyema* türlerinden farklılık gösterir. Bu siliyat kendisi gibi üç spiral sil sırasına sahip olan *T. minuta*'dan vücut biçimi bakımından farklılık gösterir. *T. minuta*'nın posterior ucu oldukça geniş ve yuvarlakdır (Augustin ve ark., 1987).

Çizelge 3. *T. compressum*'un morfometrik özellikleri. X. ortalama, SD. standart sapma, SE. standart hata, CV. varyasyon katsayısı, min.-max. değerler, n. örnek sayısı

Karakter	X	SD	SE	CV	Min.- max.	n
Vücut uzunluğu (U)	33.95	4.89	1.09	14.40	30.00-46.00	20
Vücut genişliği (G)	16.05	2.72	0.61	16.95	13.00-25.00	20
U/G	2.13	0.23	0.05	10.80	1.74-2.60	20
Makronukleus uzunluğu	7.05	1.54	0.34	21.84	5.00-10.00	20
Makronukleus genişliği	5.55	0.76	0.17	13.69	4.00-7.00	20
Vestibulumun posterior ucunun apeksden uzaklığı	10.70	2.34	0.52	21.87	6.00-16.00	20
Spiral sil sırasının posteriordan uzaklığı	13.70	2.32	0.52	16.93	11.00-20.00	20

Dexiostoma campylum (Stokes, 1886) Jankowski, 1967

Bu siliyat Hymenostomatida takımına (Sınıf: Olygohymenophora) aittir. Ortalama 47.60 (42.00-57.00) µm uzunluğunda, 22.25 (20.00-25.00) µm genişliğindedir. Sil sırası sayısı ortalama 26 (22-33)'dir. Polisaprobik-isosaprobik türdür. Foissner (1988) tarafından saprobijolojik değeri şu şekilde bildirilmiştir: x=0, o=0, b=0, a=1, p=9, I=5, SI=3.9E

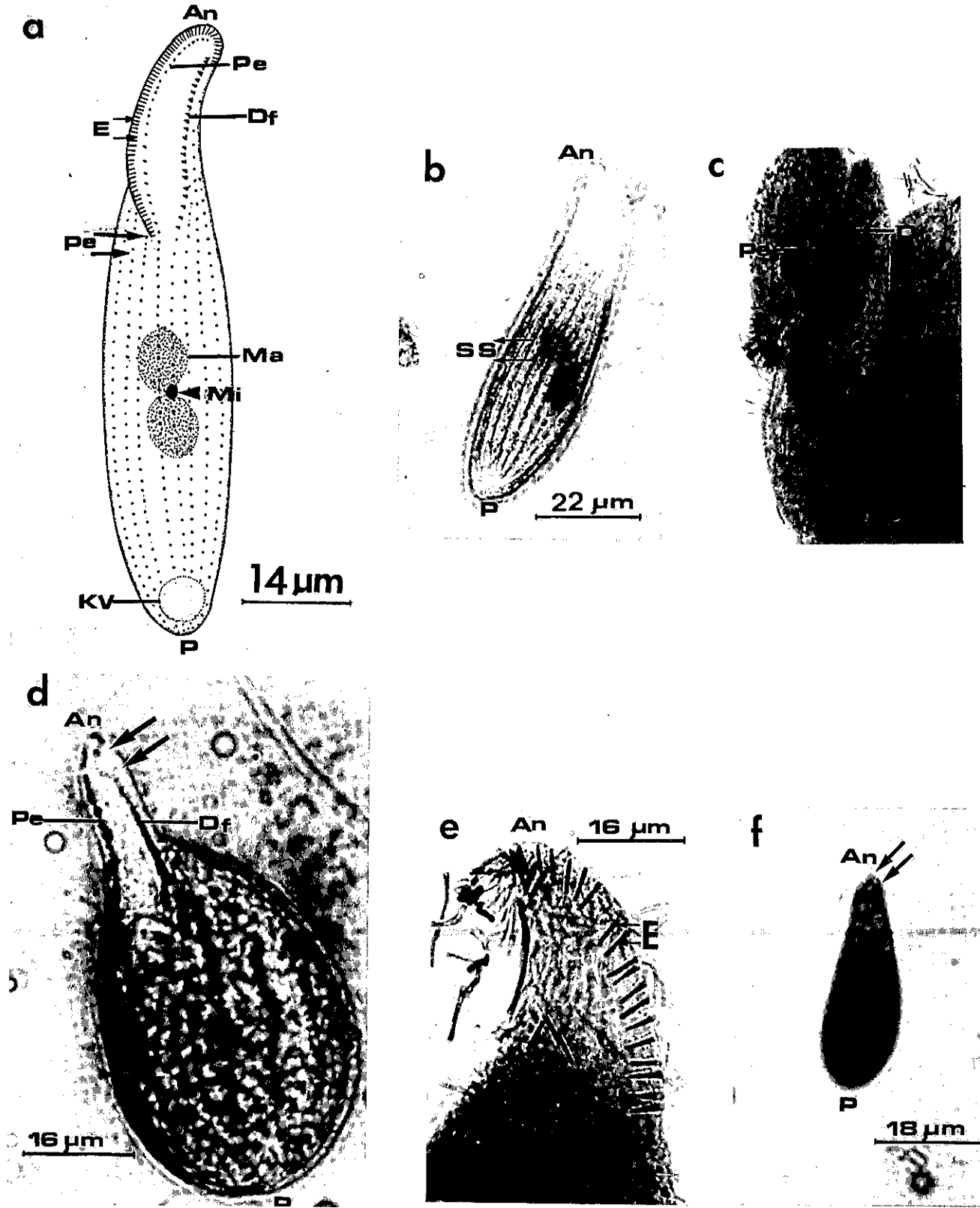
Colpidium colpoda (Losana, 1829) Stein, 1860 (Şekil 3a,b)

Ortalama 124.06 (105-140)µm uzunluğunda,

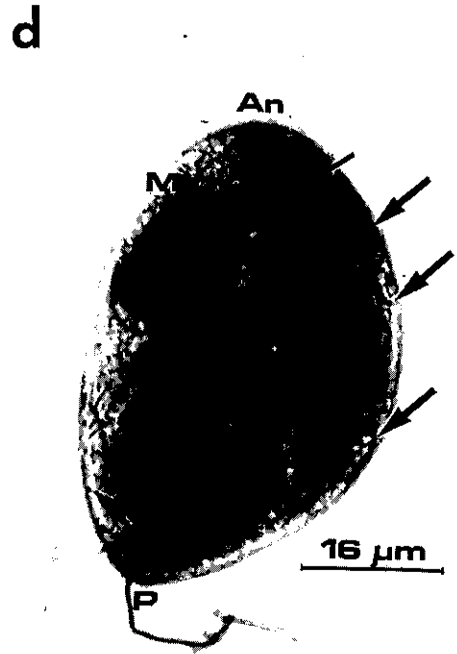
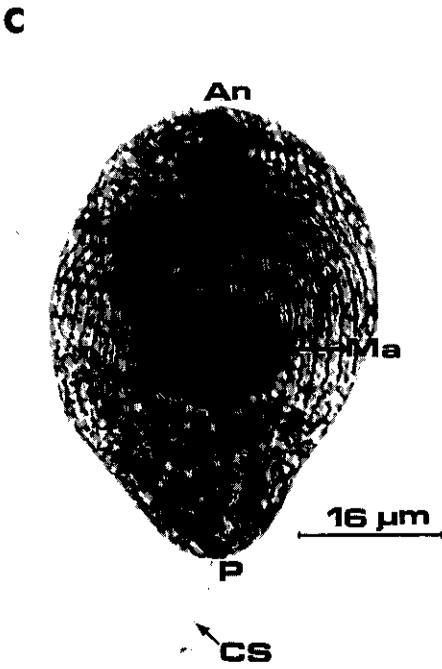
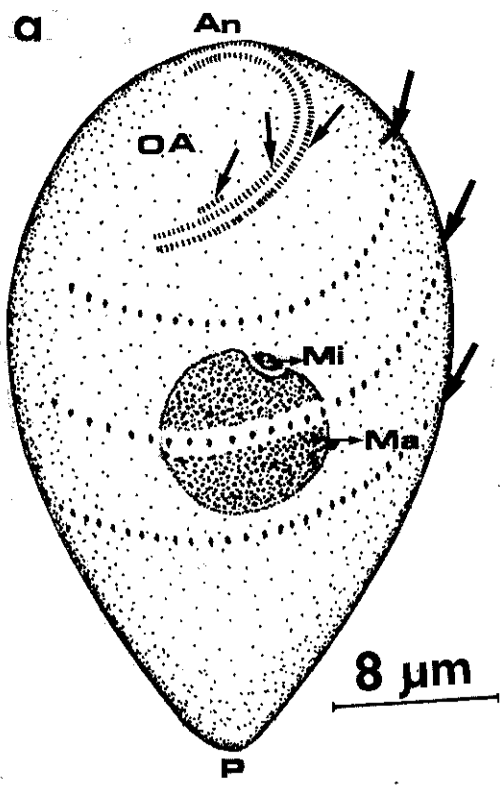
80.27(65.00-105.00)µm genişliğinde olan hymenostome siliyattır. Sil sırası sayısı ortalama 61(52-65)'dir. Saprobik indikatör karakteri polisaprobik-isosaprobik'tir. Saprobijolojik değeri Foissner (1988) tarafından şu şekilde teklif edilmiştir: x=0, o=0, b=0, a=2, p=8, I=4, SI=3.8E.

Colpidium kleini Foissner, 1969 (Şekil 4a,b,c,d)

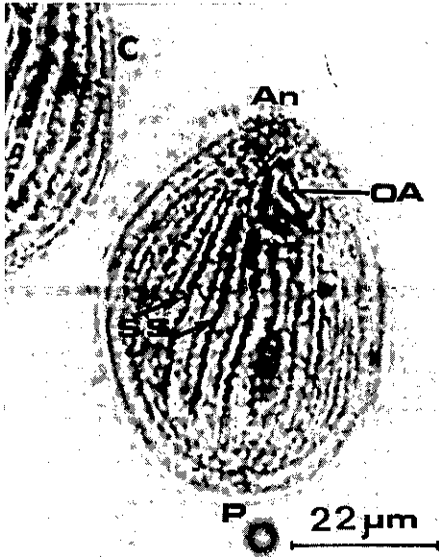
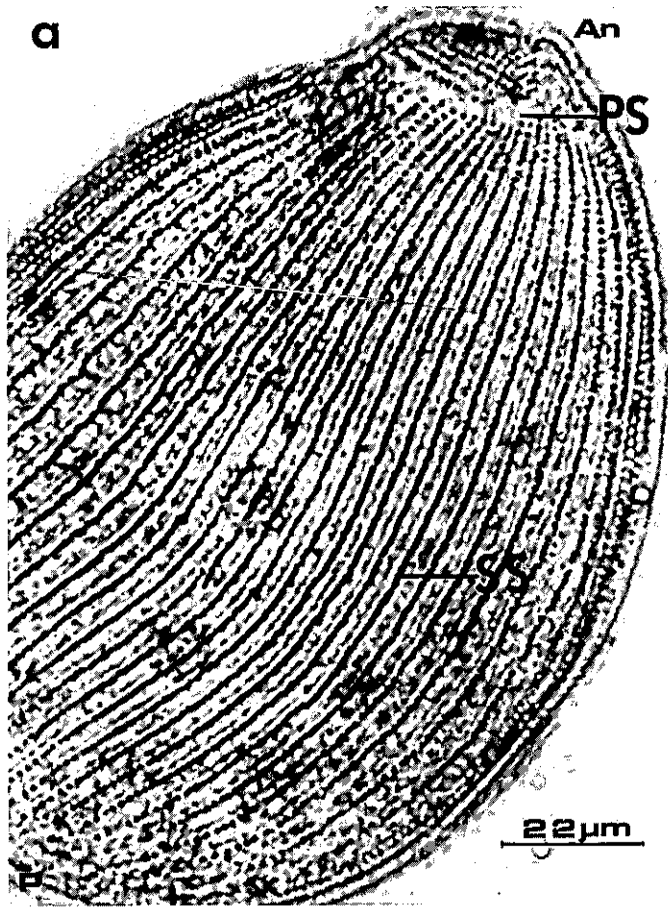
Ortalama 97.35(82-110)µm uzunluğunda, 58.45(35.00-80.00)µm genişliğindedir. Sil sırası sayısı ortalama 48(47-52)'dir. Polisaprobik bir türdür. Saprobik sınıflandırılması şu şekilde teklif edilmiştir (Foissner,1988): x=0, o=0, b=0, a=3, p=7, I=4, SI=3.7



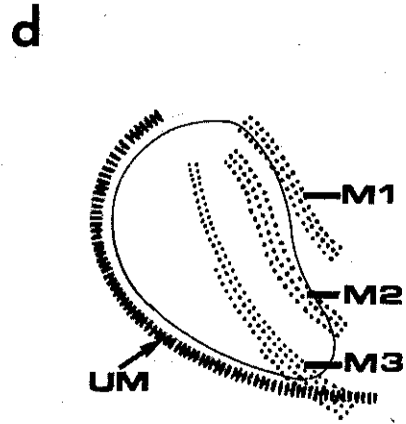
Şekil 1. *Acineria* cinsine ait çizim ve fotomikrograflar. a. *Acineria incurvata*, sol ventro-lateral, b. *Acineria incurvata*, sağ dorso-lateral-Chatton Lwoff'un gümüşleme tekniği, c. *Acineria incurvata*, dorsal taraf-piridinlenmiş gümüş karbonat, d. *Acineria incurvata*, sol taraf-Chatton-Lwoff'un gümüşleme tekniği, e. *Acineria incurvata*-piridinlenmiş gümüş karbonat, f. *Acineria uncinata*-Mayer'in hematoksilin eosini. An. anterior, P. posterior, Ma. makronucleus, Mi. mikronucleus, KV. kontraktıl vakuol, Pe. perioral sil sıraları, Df. dorsal fırça, E. ekstruzomlar, Oklar. anterior kısımdaki katlanma.



Şekil 2. *Trinyema compressum*'a ait çizim ve fotomikrograflar. a.ventral taraf, b. vestibulum-Chatton-Lwoff'un gümüşleme tekniği, c. gümüş hatlar sistemi (silverline system), dorsal taraf-piridinlenmiş gümüş karbonat, d. ventral taraf-piridinlenmiş gümüş karbonat. An. Anterior, P. posterior, Ma. makronukleus, Mi. mikronukleus, V. vestibulum, CS. kaudal sil, OA. oral aparey, Küçük oklar. vestibüler siliyatür, Büyük oklar. spiral sil sırası.



Şekil 3. Hymenostome siliyalara ait fotomikrograflar. a,b. *Colpidium colpoda*-Chatton-Lwoff'un gümüşleme tekniği, c. *Tetrahymena pyriformis*-Chatton-Lwoff'un gümüşleme tekniği, d. *Glaucoma scintillans*, piridinlenmiş gümüş karbonat. An. anterior, P. posterior, PS. preoral sutur, SS. sil sırası, OA. oral aparey, Ma. makronukleus, Oklar. iki sil sırası arasındaki çift gümüş hat.



Şekil 4. Hymenostome siliyalara ait çizim ve fotomikrograflar. *Colpidium kleini*-Chatton-Lwoff'un gümüşleme tekniği, a. somatik siliyatür, b. gümüş hatlar sistemi (silverline system), c.d. oral siliyatür. An. anterior, P. posterior, SS. sil sırası, PS. preoral sutur, OA. oral aparey, M1-3. membranel, UM. dalgali membran, oklar. iki sil sırası arasındaki tek gümüş hat.

Dexiostoma campylum *Colpidium colpoda* ve *Colpidium kleini*'den *in vivo* koşulda daha küçük

boyutta, daha ince ve narin olması ile ayrılır. *C. colpoda*'nın preoral kısmı *C. kleini*'den daha

geniştir. Ayrıca iki sil sırası arasındaki gümüş hat *D. campylum* ve *C. kleini*'de tek. *C. colpoda*'da ise çifttir.

İstatistik analizler sonucu elde edilen veriler ile önceki çalışmalardan sağlanan bilgiler esas alınarak *A. incurvata*, *A. uncinata* ve *T. compressum* yeniden gözden geçirilmiştir. Çalışmada tespit edilmiş olan türlere ait örnekler, morfolojik karakterler ile biyometrik veriler bakımından orijinal tanımlamalarda verilenlerle oldukça benzer bulunmuştur. Büyüklüğe bağlı olarak gözlenen varyasyonlar farklı beslenme koşulları ve farklı ekolojik koşullara dayandırılabilir.

Kaynaklar

- Aescht, E., Foissner, W. (1992). Biology of a high-rate activated sludge plant of a pharmaceutical company. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **90**(2): 207-251.
- Akgül, A. (1997). *Tıbbi araştırmalarda istatistiksel analiz teknikleri "SPSS Uygulamaları"*. YÖK Matbaası, Ankara, 602s.
- Augustin, H., Foissner, W. (1989). Morphologie einiger ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus dem Belebtschlamm. *Lauterbornia H.* **1**:38-59.
- Augustin, H., Foissner, W. (1992). Morphologie und ökologie einiger ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus dem Belebtschlamm. *Arch. Protistenkd.* **141**:243-283.
- Augustin, H., Foissner, W., Adam, H. (1984). An improved pyridinated silver carbonate method which needs few specimens and yields permanent slides of impregnated ciliates (Protozoa, Ciliophora). *Mikroskopie (Wien)* **41**: 134-137.
- Augustin, H., Foissner, W., Adam, H. (1987). Revision of the genera *Acineria*, *Trimyema* and *Trochiliopsis* (Protozoa, Ciliophora). *Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology series* **52**(6): 197-224.
- Becares, E., Foissner, W. (1994). Redescription of *Chilodonatella minuta* Dragesco 1966 (Protozoa, Ciliophora). *Linzer biol. Beitr.* **26** (1): 519-530.
- Curds, C.R. (1982). *British and Other Freshwater Ciliated Protozoa*. Part 1. Cambridge University Press, Cambridge. 474s.
- Curds, C.R. (1992). *Protozoa in the water industry*. Cambridge university Press, London. 122s.
- Curds, C.R., Cockburn, A. (1970). Protozoa in biological sewage treatment process II. Protozoa as indicators in the activated sludge process. *Wat. Res.* **4**: 237-249.
- Curds, C.R., Cockburn, A., Vandyke, J.M. (1968). An exeperimental study of the role of ciliated Protozoa in the activated-sludge process. *Wat. Pollut. Contr.* **67**:312-329.
- Ergün, M. (1995). *Bilimsel araştırmalarda bilgisayarla istatistik uygulamaları*. MİNPA Maabaacılık, Ankara, 292s.
- Fernández-Galiano, D. (1976). Silver impregnation of ciliated Protozoa: Procedure yielding good results with the pyridinated silver carbonate method. *Trans. Amer. Micros. Soc.* **95**(4): 557-560.
- Finlay, B.J., Rogerson, A., Cowling, A.J. (1988). *A beginner's guide to the collection, isolation, cultivation, and identification of freshwater Protozoa*. Titus Wilson & Son Ltd. Kendal, 78s.
- Foissner, W. (1988). Taxonomic and nomenclatural revision of Sládeček's list of ciliates (Protozoa: Ciliophora) as indicators of water quality. *Hydrobiologia* **166**: 1-64.
- Foissner, W. (1991). Basic light and scanning electron microscopic methods for taxonomic studies of ciliated Protozoa. *Europ. J. Protistol.* **27**: 313-330.
- Foissner, W., Berger, H., Kohmann, F. (1994). *Taxonomische und Ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems*-Band III: Hymenostomata, Prostomatida, Nassulida. Informationsberichte des Bayer Landesamtes für wasserwirtschaft, Heft 1/94, 548s.
- Foissner, W., Berger, H. (1996). A user-friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology. *Freshwater Biology* **35**(2): 375-482.
- Foissner, W., O' Donoghue, P.J. (1990). Morphology and infraciliature of some freshwater ciliates (Protozoa: Ciliophora) from western and south Australia. *Invertebr. Taxon.* **3**: 661-96.

- Jahn, T.L., Bovee, E.C., Jahn, F.F. (1979). *How to Know Protozoa*. Second published, Wm. C. Company. Publishers Dubuque, Iowa, 279s.
- Kocataş, A. (1994). *Ekoloji ve çevre biyolojisi*. İkinci baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 564s.
- Leitner, A.R., Foissner, W. (1997a). Morphology and infraciliature of *Microthorax pusillus* Engelman 1862 and *Spathidium deforme* Kahl 1928, two ciliates (Protozoa, Ciliophora) from activated sludge. *Linzer biol. Beitr.* **29**(1): 349-368.
- Leither, A.R., Foissner, W. (1997b). Taxonomic characterization of *Epicarchesium granulatum* (Kellcott 1987) Jankowski 1985 and *Pseudovorticella elongate* (Fromentel, 1876) nov. Comb., two peritrichs (Protozoa, Ciliophora) from activated sludge. *Europ. J. Protistol.* **33**: 13-29.
- Levine, N.D., Corliss, J.O., Cox, F.E.G., Deroux, G., Grain, J., Honigberg, B.M., Leedale, G.F., Loeblich, A.R., Lom, J., Lynn, D., Merinfeld, E.G., Page, F.C., Poljansky, G., Sprague, V., Vavra, J., Wallace, F.G. (1980). A newly revised classification of the Protozoa. *J. Protozool.*, **27**(1): 37-58.
- Madoni, P. (1982). Growth and succession of the ciliate populations during the establishment of a mature activated-sludge. *Acta Hydrobiol.* **24**(3): 223-232.
- Salvadó, H., Fernández-Galiano, D. (1997). *Parastrongylidium* (Hypotrichida, Ciliata), a case of high morphological variability. *Europ. J. Protistol.* **33**: 178-185.
- Salvadó, H., Gracia, M.P., Amigó J.M. (1995). Capability of ciliated Protozoa as indicators of effluent quality in activated sludge plants. *Wat. Res.* **29**: 1041-1050.
- Şenler, N.G., Bıyık, H., Yıldız, İ. (1999). A study of the relationship between microfauna and water quality in biological sewage-treatment plant of Yüzüncü Yıl University. *Bio-Science Research Bulletin*, **15** (1): 37-47.