

Van-Bostaniçi Göleti'ndeki Siliyatlar (Eukarya, Ciliophora) Üzerine Ekolojik Bir Araştırma *

İsmail YILDIZ^{1,*}

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 65080 Tuşba, Van, Türkiye

ÖZET

Bu çalışma, Van-Bostaniçi Göleti'nde 4 istasyondan 14 ay boyunca yapılan örneklemelerde gözlenen siliyatlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Örneklerdeki siliyat tür çeşitliliği ile yoğunlukları belirlenmiştir. Örnekleme periyodunda sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, elektriksel iletkenlik değerleri sahada, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, askıda katı madde, amonyum azotu, nitrat silis, fosfor ve sertlik gibi çeşitli fiziksel ve kimyasal analizler laboratuvarında yapılmıştır.

Hetreotrichea, Spirotrichea, Litostomatea, Phyllopharyngea, Nassophorea, Colpodea, Protomatea ve Oligohymenophorea sınıfları içerisinde sınıflandırılan 42 siliyat türü ve bunların beslenme tipleri belirlenmiştir. Türleri dağılışı ile ölçümü yapılan fiziksel ve kimyasal parametreleri arasında anlamlı ilişki bulunmamış ve bu parametrelerin belirlenen değerler arasında siliyatların dağılışları üzerinde kesin sınırlayıcı faktör olmadıkları sonucuna varılmıştır. Siliyat yoğunluklarında görülen mevsimsel değişimlerin besin kaynaklarında meydana gelen değişimlerden ve predasyon baskısından kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Siliyat, ekoloji, Bostaniçi Göleti, Türkiye

An Ecological Research on Ciliates (Eukarya, Ciliophora) in Van-Bostaniçi Pond

ABSTRACT

This study was carried out on the ciliates observed during 14 months of sampling from 4 stations in Van-Bostaniçi Pond. Ciliate species diversity and densities in the samples were determined. During the sampling period, various physical and chemical analyses such as temperature, dissolved oxygen, pH, electrical conductivity values in the field, biochemical oxygen demand, suspended solids, ammonium nitrogen, nitrate silica, phosphorus and hardness were carried out in the laboratory.

Forty-two ciliate species classified in the classes Hetreotrichea, Spirotrichea, Litostomatea, Phyllopharyngea, Nassophorea, Colpodea, Protomatea and Oligohymenophorea and their feeding types were determined. No significant correlation was found between the distribution of the species and the measured physical and chemical parameters and it was concluded that these parameters are not definite limiting factors on the distribution of ciliates between the determined values. It was concluded that seasonal changes in ciliate densities may be caused by changes in food sources and predation pressure.

Keywords: Ciliate, ecology, Bostaniçi Pond, Türkiye

* Bu makale yazarın Doktora tezinden üretilmiştir.

* Corresponding author: iyildiz@yyu.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9986-0358>

GİRİŞ

Siliyatlar hayatlarının tamamında ya da en az bir döneminde sil taşıyan, nükleer düalizm gösteren ve enine hücre bölünmesi ile karakterize edilen ökaryotik tek hücreli mikroorganizmalardır [1]. Mikroskobun keşfi ile varlığından haberdar olduğumuz bu organizmalar, uzun süre hayvanlar alemi içerisinde Protozoa alt alemi altında sınıflandırılmışlardır. Beş alemlî sınıflandırma sisteminin kullanılmaya başlaması ile birlikte siliyatlar, ökaryotik tek hücrelileri kapsayan Protista alemi içerisinde sınıflandırılmışlardır [1-4]. Protista alemi aralarında köken birliği olmayan, tek ortak özelliği ökaryotik tek hücreli organizmaların oluşturduğu heterojen bir taksondur. Morfolojik karakterlere ilave olarak moleküler verilerin de kullanıldığı modern sınıflandırma sistemlerinde siliyatlar monofiletik bir takson olarak Eukarya domaini altında Ciliophora şubesi içerisinde sınıflandırılmaktadır [2].

Yeryüzünde suyun ya da nemin mevcut olduğu her tür habitatta yaşamaya adapte olmuş siliyatların büyük çoğunluğu serbest olarak yaşamlarını sürdürürken, bir kısmı da diğer canlılar üzerinde çeşitli simbiyotik birliktelikler oluştururlar [5]. Bu derecede geniş yayılış gösteren ve yüksek çeşitliliğe sahip bu organizmalar sucul yaşam ile ilgili çalışmalarda uzun süre ihmal edilmiş olup en az çalışılmış organizma gruplarının başında gelmektedirler. Hidrobiyolojik çalışmalarda kullanılan plankton kepçelerinin göz açıklığının büyük olmasından ötürü bu organizmaları toplayamaması, koruyucu olarak kullanılan kimyasalların siliyatlara zarar vermesi, bu organizmaların elde edilmesi ile teşhisinin çok zaman alıcı olması, alanda çalışan uzman eksikliği bu organizmaların uzun süre ihmal edilmesine, halen çalışmaların yeterli düzeye ulaşmamasına neden olmuştur.

Serbest yaşayan siliyatlar doğal ortamlarda oldukça dinamik bir yapı sergilerler. Hücre bölünmesi, kist oluşturma ve kistten çıkma gibi yollarla ortamdaki sayıları çok hızlı bir şekilde değişim gösterir. Sucul ortamlardaki siliyatların tür kompozisyonu ve popülasyonların yoğunlukları çevrenin fiziksel ve kimyasal değişimlerine hızla yanıt verdiği için bu organizmaların tür çeşitliliğinde, belirli türlerin yoğunluğunda meydana gelen değişiklikler ile spesifik bazı türlerin mevcudiyeti ekosistemdeki değişikliklerin indikatörü olarak kullanılabilir.

Mikrobiyal besin ağının önemli bileşenlerinden olan siliyatlar organik olarak kirlenmiş suların doğal arıtım sürecinde önemli rolleri olduğu bilinmektedir. Bu organizmalar ortamdaki organik partikülleri doğrudan besin olarak kullandıkları gibi organik maddeler üzerinden beslenen bakteriler üzerinden beslenerek mikrobiyal dengeyi sağlarlar. Bütün bunların yanı sıra siliyatlar doğal suların kirlilik indikatörü, biyolojik atık su arıtma sistemlerinin de performans göstergesi olarak kullanılmaktadırlar.

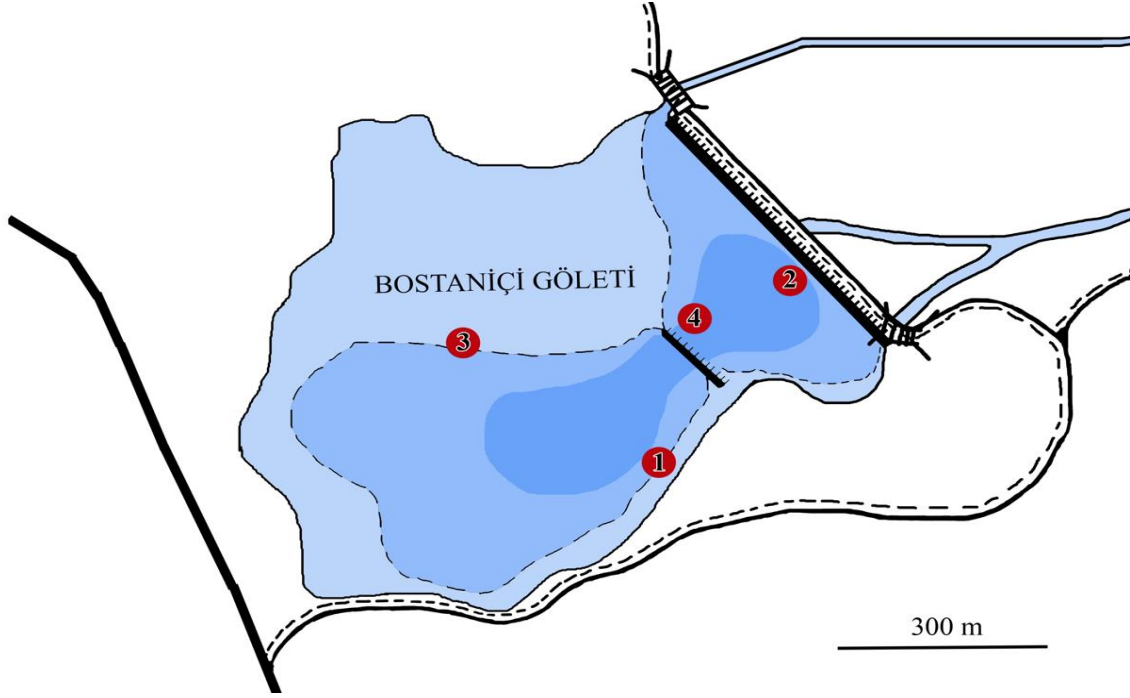
Siliyatlar sucul sistemlerde primer üreticiler ile daha yüksek düzeyde yer alan canlılar arasında önemli bir köprü oluşturur. Toplam primer üretimin önemli bir kısmı bakteriler tarafından tüketilir. Bakteri ile beslenen siliyatlar organik karbon ve besinlerin çoğunu kendinden daha büyük organizmalara taşınmasından sorumludurlar.

Bostaniçi Göleti'nde (Tuşba, Van, Türkiye) yürütülen bu çalışmada gölette tespit edilen siliyat türleri, bu türlerin yoğunlukları, frekansları, beslenme tipleri ve ortamın fiziksel ve kimyasal parametreleri ile olan ilişkileri incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmanın materyalini halk arasında Sihke Göleti olarak da bilinen Bostaniçi Göleti'nde yaşayan siliyatlar oluşturmaktadır. Gölet Van şehir merkezinin 4 km kuzeyinde, Van-Özalp karayolu üzerinde (38°32' N, 43°25'E), deniz seviyesinden 1766 metre yükseklikte

yer almaktadır. Uzunluğu 900 m genişliği 700 m kadar olan gölet yaklaşık 50 hektar yüzey alanına sahiptir ve derinliği mevsime bağlı olarak 3–7 m arasında değişmektedir.



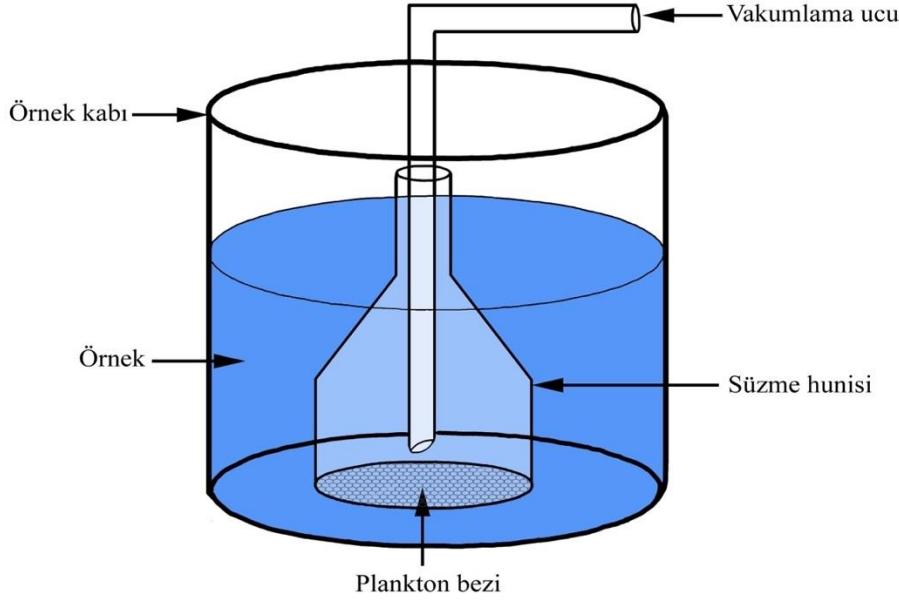
Şekil 1. Çalışma alanı haritası ve örnekleme istasyonları.

Çalışma gölet üzerinde belirlenen 4 istasyondan alınan su örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. İstasyonların gölet içerisinde dağıtımı (Şekil 1) her mevsim su bulunan alanlar dikkate alınarak yapılmıştır. 1–3 numaralı istasyonlardan kıyı ve yüzey, 4 numaralı istasyondan ise zemin örneklemleri yapılmıştır. Gölet yüzeyi Aralık–Şubat ayları arasında kalın bir buz tabakası ile örtülmüş olup bu dönemde su örneklerinin alınması sadece 1 numaralı istasyondan buz kırılarak gerçekleştirilmiştir. Bentik örnekler sediment kepçesi ile, pelajik örnekler Nansen şişesi ile, kıyı örnekleri ise sifonlama yöntemi ile toplanmıştır. Her istasyondan iki adet 5 litrelik kavanoz ile su örneği alınmış, bu kavanozlardan biri fiziksel ve kimyasal analizlerde, diğeri ise siliyatolojik araştırmalarda kullanılmıştır.

Sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ölçümleri sahada anında, diğeri fiziksel ve kimyasal parametreler laboratuvarında yapılmıştır. Çözünmüş oksijen Jenway 9070 oksijenmetre ile; sıcaklık, iletkenlik ve tuzluluk YSI 33 model SCT metre ile; pH, Hanna HI 8519 pH metre ile; amonyum ve nitrat azotu, sülfat, silis, fosfat ve sertlik tayinleri Hach-Drel 2010 model spektrofotometrik su analiz cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, pH, biokimyasal oksijen ihtiyacı ve askıda katı madde miktarı bütün istasyonlarda (istasyon 1–4), amonyum azotu, nitrat azotu, sülfat, silis, fosfat ve sertlik tayinleri ise çalışma periyodu boyunca örnekleme yapılabildiği sadece 1 numaralı istasyonda ölçülmüştür.

Laboratuvara getirilen su örnekleri (yaklaşık 5 litre) siliyatlar açısından incelenmeden önce 23 µm göz açıklığına sahip filtre düzeneği ile (Şekil 2) daha küçük hacimlere (100–150 mL) konsantre edilmiştir. Konsantre örneklerden alınan 0.05 ml alt örneklerde bulunan siliyatlar Hydrobios-Kiell (0.5 mm) sayma kamarası ile mikroskop altında sayılmış, her bir türe ait siliyat sayısı konsantrasyon oranları dikkate alınarak litredeki sayıya

dönüştürülmüştür. Silyatların teşhisi, canlı ve çeşitli gümüş boyama teknikleri kullanılarak, morfolojik ve morfometrik metotları ile yapılmıştır.



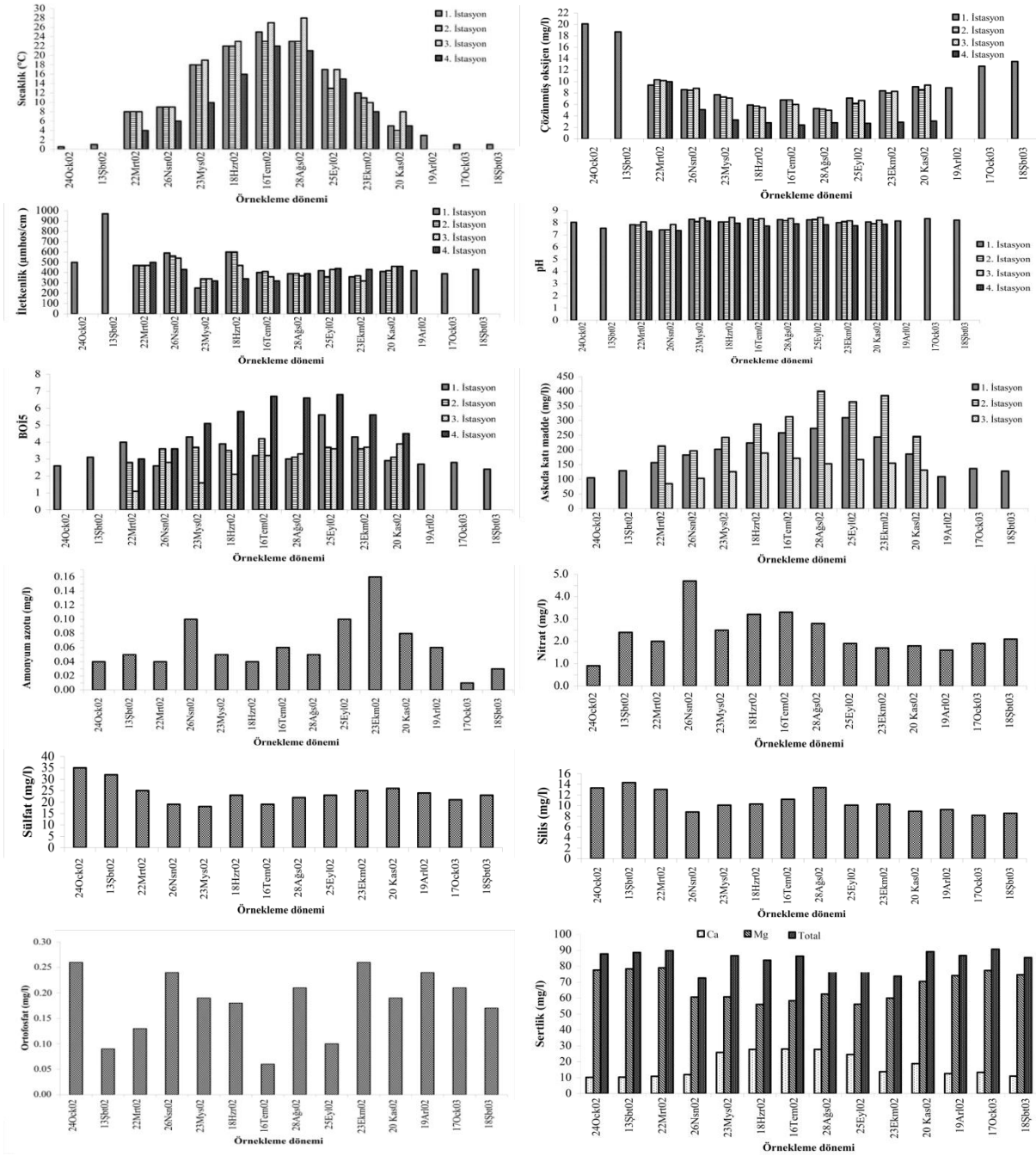
Şekil 2. Örneklerin konsantrasyonu için kullanılan düzenek.

BULGULAR

Çalışma periyodu boyunca örnekleme yerlerinden elde edilen fiziksel ve kimyasal parametrelere ait veriler Tablo 1’de özetlenmiştir. Su sıcaklığı istasyonların tamamında örnekleme dönemine bağlı olarak benzer eğilim göstermiştir. En düşük su sıcaklığı ocak ayında 0.5 °C olarak 1 numaralı istasyonda, en yüksek sıcaklık ise 28 °C olarak Ağustos ayında 3 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Çalışma periyodu boyunca tüm istasyonlarda ölçülen sıcaklık değerleri Şekil 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Araştırma periyodunda Bostaniçi Göleti’nde belirlenen fiziksel ve kimyasal parametreler

| Parametreler | İstasyon 1 | | İstasyon 2 | | İstasyon 3 | | İstasyon 4 | |
|--|------------|---------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|
| | \bar{X} | Min-Max | \bar{X} | Min-max | \bar{X} | Min-Max | \bar{X} | Min-Max |
| Sıcaklık, °C | 10.39 | 0.5 – 25 | 14.56 | 4 – 23 | 16.56 | 8.00 – 28.00 | 11.89 | 4 – 22 |
| Çözünmüş oksijen, mg/L | 10.16 | 5.30 – 20.10 | 7.40 | 5.20 – 10.30 | 7.44 | 5.00 – 10.20 | 3.90 | 2.40 – 10.00 |
| pH | 8.06 | 7.42 – 8.34 | 8.01 | 7.42 – 8.28 | 8.25 | 7.86 – 8.44 | 7.77 | 7.29 – 8.15 |
| BOİ5, mg/L | 3.39 | 2.40 – 5.60 | 3.48 | 2.80 – 4.20 | 2.81 | 1.10 – 3.90 | 5.30 | 3.0 – 6.8 |
| İletkenlik, $\mu\text{mhos}/\text{cm}^2$ | 471.40 | 250 – 970 | 435.60 | 340 – 600 | 417.80 | 320 – 540 | 403.30 | 320 – 500 |
| Askıda katı madde, mg/L | 189.00 | 105 – 310 | 294.70 | 197 – 401 | 142.3 | 85 – 189 | | |
| Amonyum azotu (NH ₃), mg/L | 0.06 | 0.01 – 0.16 | - | - | - | - | - | - |
| Nitrat (NO ₃), mg/L | 2.34 | 0.90 – 4.70 | - | - | - | - | - | - |
| Sülfat (SO ₄), mg/L | 23.93 | 18 – 35 | - | - | - | - | - | - |
| Silis (SiO ₂), mg/L | 10.69 | 8.17 – 14.32 | - | - | - | - | - | - |
| Fosfat (PO ₄), mg/L | 0.18 | 0.06 – 0.26 | - | - | - | - | - | - |
| (Mg-CaCO ₃) | 67.58 | 56.00 – 79.00 | | | | | | |
| Sertlik, mg/L (Ca-CaCO ₃) | 17.63 | 10.20 – 28.00 | | | | | | |
| Toplam (CaCO ₃) | 85.21 | 72.60 – 90.70 | | | | | | |



Şekil 3. Fiziksel ve kimyasal parametrelerin (sıcaklık, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, pH, BOI₅, askıda katı madde, amonyum azotu, nitrat, sülfat, silis, fosfat ve sertlik) örnekleme periyodu boyunca değişimi.

En yüksek çözülmüş oksijen 1 numaralı istasyonda ocak ayında 20.1 mg/L olarak kaydedilmiştir. En düşük çözülmüş oksijen değeri ise 4 numaralı istasyonda 2.40 mg/L olarak ölçülmüştür. Çalışma periyodu boyunca hiçbir istasyonda anoksik koşullar gözlenmemiştir. İstasyonlara göre çözülmüş oksijen değerlerinin değişimi şekil 3’de gösterilmiştir.

Elektriksel iletkenlik örnekleme periyodu boyunca bütün istasyonlarda az çok kararlı olduğu ve 300-600 µmhos arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 3). Bununla birlikte son

örnekleme döneminde (Şubat 2003) 1 numaralı istasyonda elektriksel iletkenlik diğer bütün ölçümlerden daha yüksek (970 μ mhos) ölçülmüştür. Bütün istasyonlardan alınan örnekler alkali reaksiyona sahip olup pH 7.29 ile 8.44 arasında ölçülmüştür.

Tablo 2. 1 numaralı istasyonda gözlenen siliyalara ait beslenme frekans ve bolluk değerleri. Al: Alg (diyatomlar ototrofik flagellatları kapsar); Ba: bakteri; Cy: siyanobakteriler; Di: diyatom; Fl: heterotrofik flagellat; H: histofaj; O: omnivor (ototrofik,protozoonlar ve bazen küçük metazoonlar üzerinden beslenir); P: predatör (protozoonlar, genellikle siliyatlar üzerinden beslenir, bazen küçük metazoonları da besin olarak kullanır); Sb: sülfür bakterileri

| Türler | Beslenme tipi | Frekans (%) | Yoğunluk (birey/ml) | | |
|---------------------------------------|----------------|-------------|---------------------|------|-------|
| | | | \bar{X} | Min | Max |
| <i>Aspidisca cicada</i> | Ba | 28.57 | 0.33 | 0.00 | 2.66 |
| <i>Calypotracha lanuginosa</i> | Ba, Al, Fl | 21.43 | 0.63 | 0.00 | 4.44 |
| <i>Cinetochilum margaitaceum</i> | Ba, Al | 35.71 | 0.21 | 0.00 | 1.05 |
| <i>Climacostomum virens</i> | O | 7.14 | 0.16 | 0.00 | 2.20 |
| <i>Codonella cratera</i> | Di, Al | 21.43 | 0.28 | 0.00 | 2.10 |
| <i>Coleps hirtus</i> | O | 28.57 | 2.26 | 0.00 | 2.08 |
| <i>Cristigera</i> sp. | ? | 14.29 | 0.14 | 0.00 | 1.05 |
| <i>Cyclidium glaucoma</i> | Ba | 64.29 | 1.64 | 0.00 | 14.64 |
| <i>Euplotes moebiusi</i> | Ba, Di, Fl | 14.29 | 0.08 | 0.00 | 0.69 |
| <i>Euplotes patella</i> | O | 35.71 | 0.39 | 0.00 | 2.10 |
| <i>Frontonia angusta</i> | O | 21.43 | 0.52 | 0.00 | 4.44 |
| <i>Holophrya teres</i> | O | 28.57 | 0.39 | 0.00 | 3.25 |
| <i>Lembadion bullinum</i> | O | 14.29 | 0.09 | 0.00 | 0.81 |
| <i>Litonotus cygnus</i> | P | 42.86 | 0.31 | 0.00 | 1.06 |
| <i>Monilicaryon monilatus</i> | O | 28.57 | 0.16 | 0.00 | 0.82 |
| <i>Ophryoglena atra</i> | H | 7.14 | 0.04 | 0.00 | 0.53 |
| <i>Paramecium putrinum</i> | Ba, Sb, Cy, Fl | 21.43 | 0.15 | 0.00 | 0.82 |
| <i>Pelagostrombidium mirabile</i> | Al, Ba | 21.43 | 0.19 | 0.00 | 1.36 |
| <i>Phialina minima</i> | P | 7.14 | 0.03 | 0.00 | 0.45 |
| <i>Pleuronema coronatum</i> | O | 64.29 | 0.72 | 0.00 | 4.00 |
| <i>Pseudochlidonopsis algivora</i> | Al,Ba | 21.43 | 0.24 | 0.00 | 2.44 |
| <i>Pseudochlidonopsis fluviatilis</i> | Di | 7.14 | 0.03 | 0.00 | 0.35 |
| <i>Rimostrombidium caudatum</i> | Di, Al, Ba | 28.57 | 0.47 | 0.00 | 2.44 |
| <i>Stentor roeseli</i> | O | 28.57 | 0.19 | 0.00 | 1.33 |
| <i>Stylonychia mytilus</i> | O | 42.86 | 0.53 | 0.00 | 2.44 |
| <i>Tetrahymena setosa</i> | Ba | 14.29 | 0.43 | 0.00 | 5.61 |
| <i>Trithigmostoma cucullulus</i> | Di, Al, Cy, Ba | 35.71 | 0.32 | 0.00 | 1.33 |
| <i>Trithigmostoma srameki</i> | Di | 21.43 | 0.19 | 0.00 | 1.35 |
| <i>Trithigmostoma steini</i> | Di | 85.71 | 1.42 | 0.00 | 5.33 |
| <i>Urocentrum turbo</i> | Ba, Di | 14.29 | 0.11 | 0.00 | 0.90 |
| <i>Uroleptus piscis</i> | Ba, Cy, Di | 35.71 | 0.30 | 0.00 | 1.35 |
| <i>Uronema nigricans</i> | Ba, Fl | 42.86 | 0.50 | 0.00 | 2.44 |
| <i>Urotricha globosa</i> | Ba, Al | 14.28 | 0.10 | 0.00 | 1.06 |
| <i>Urotricha platystoma</i> | Ba, Al | 7.14 | 0.02 | 0.00 | 0.34 |
| Toplam siliyat | | 100.00 | 11.57 | 3.62 | 32.92 |

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅) 1.00-6.80 mg/L olarak ölçülmüş, kış döneminde hafifçe artış eğiliminde, yaz döneminde ise azaldığı görülmüştür. Çalışma periyodu boyunca bulanık görünüm sergileyen gölette askıda katı madde 85-404 mg/L olarak ölçülmüştür. Askıda katı madde soğuk kış periyodunda azalırken yaz aylarında artış göstermiştir.

Amonyum, nitrat, sülfat, silis ve fosfat değerleri mevsime ve diğer parametrelere ilişkili bir değişime rastlanmamıştır. Bu parametrelerin çalışma periyodu boyunca ölçülen değerleri Şekil 3’de gösterilmiştir. Alınan su örneklerinde yapılan sertlik tayinlerinde toplam sertliğin 7.60-90.70 mg/L CaCO₃ arasında değiştiği; magnezyum sertliği 76-79 mg/L, kalsiyum sertliği 10.20-28.00 mg/L arasında ölçülmüştür.

Tablo 3. 3 numaralı istasyonda gözlenen siliyalara ait beslenme frekans ve yoğunluk değerleri. Al: Alg (diyatomlar ototrofik flagellatları kapsar); Ba: bakteri; Cy: siyanobakteriler; Di: diyatom; Fl: heterotrofik flagellat; H: histofaj; O: omnivor (ototrofik, protozoonlar ve bazen küçük metazoonlar üzerinden beslenir); P: predatör (prptozoonlar, genellikle siliyatlar üzerinden beslenir, bazen küçük metazoonları da besin olarak kullanır); Sb: sülfür bakterileri

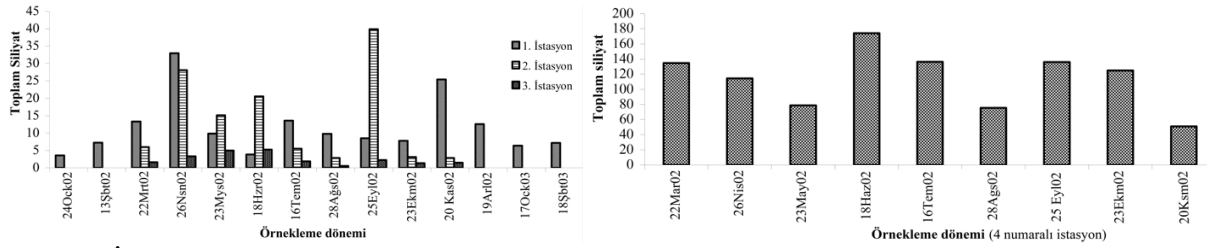
| Türler | Beslenme tipi | Frekans (%) | Yoğunluk (birey/ml) | | |
|---------------------------------------|----------------|-------------|---------------------|------|-------|
| | | | \bar{x} | Min | Max |
| <i>Aspidisca cicada</i> | Ba | 33.33 | 0.42 | 0.00 | 2.10 |
| <i>Cinetochilum margaitaceum</i> | Ba, Al | 33.33 | 0.14 | 0.00 | 0.53 |
| <i>Climacostomum virens</i> | O | 33.33 | 0.22 | 0.00 | 0.98 |
| <i>Codonella cratera</i> | Di, Al | 11.11 | 0.06 | 0.00 | 0.53 |
| <i>Coleps hirtus</i> | O | 77.78 | 0.36 | 0.00 | 0.70 |
| <i>Cyclidium glaucoma</i> | Ba | 88.89 | 3.16 | 0.00 | 18.02 |
| <i>Euplotes moebiusi</i> | Ba, Di, Fl | 22.22 | 0.11 | 0.00 | 0.53 |
| <i>Euplotes patella</i> | O | 77.78 | 0.55 | 0.00 | 1.47 |
| <i>Frontonia angusta</i> | O | 44.44 | 0.23 | 0.00 | 0.84 |
| <i>Holophrya teres</i> | O | 22.22 | 0.11 | 0.00 | 0.53 |
| <i>Lembadion bullinum</i> | O | 33.33 | 0.29 | 0.00 | 1.06 |
| <i>Litonotus cygnus</i> | P | 11.11 | 0.05 | 0.00 | 0.41 |
| <i>Ophryoglena atra</i> | H | 11.11 | 0.09 | 0.00 | 0.84 |
| <i>Ophryoglena sp.</i> | ? | 11.11 | 0.03 | 0.00 | 0.28 |
| <i>Paramecium caudatum</i> | Ba, Al | 22.22 | 0.08 | 0.00 | 0.42 |
| <i>Pelagostrombidium mirabile</i> | Al, Ba | 44.44 | 0.29 | 0.00 | 1.47 |
| <i>Pleuronema coronatum</i> | O | 77.78 | 1.33 | 0.00 | 3.43 |
| <i>Pseudochlidonopsis algivora</i> | Al, Ba | 33.33 | 0.13 | 0.00 | 0.49 |
| <i>Pseudochlidonopsis fluviatilis</i> | Di | 22.22 | 0.17 | 0.00 | 0.98 |
| <i>Rimostrombidium caudatum</i> | Di, Al, Ba | 44.44 | 0.76 | 0.00 | 3.18 |
| <i>Stentor roeseli</i> | O | 11.11 | 0.04 | 0.00 | 0.35 |
| <i>Stylonychia mytilus</i> | O | 33.33 | 0.17 | 0.00 | 0.84 |
| <i>Tetrahymena setosa</i> | Ba | 33.33 | 0.22 | 0.00 | 0.84 |
| <i>Trithigmostoma cucullulus</i> | Di, Al, Cy, Ba | 11.11 | 0.09 | 0.00 | 0.84 |
| <i>Trithigmostoma srameki</i> | Di | 11.11 | 0.03 | 0.00 | 0.28 |
| <i>Trithigmostoma steini</i> | Di | 77.78 | 1.03 | 0.00 | 2.45 |
| <i>Uroleptus piscis</i> | Ba, Cy, Di | 44.44 | 0.18 | 0.00 | 0.49 |
| <i>Uronema nigricans</i> | Ba, Fl | 22.22 | 3.17 | 0.00 | 28.00 |
| <i>Urotricha globosa</i> | Ba, Al | 11.11 | 0.06 | 0.00 | 0.53 |
| <i>Zosterodasys transversa</i> | Di | 44.44 | 0.22 | 0.00 | 0.58 |
| Toplam siliyat | | 100.00 | 13.78 | 2.87 | 39.85 |

Bostaniçi Göleti’nde 8 sınıf, 17 takım, 31 familya ve 34 cinse ait 42 siliyat türü belirlenmiştir. Olygohymenphorea sınıfı 16, Spirotrichea sınıfı 8, Phyllopharyngea sınıfı 5, Prostomatea sınıfı 5, Litostomatea sınıfı 4, Heterotrichea sınıfı 2, Colpodea sınıfı 1, Nassophorea sınıfı 1 tür ile temsil edildiği görülmüştür. Örnekleme periyodu sırasında 4 istasyonda gözlenen siliyat türleri, besin tercihleri, görülme sıklığı (frekans), bolluk (birey/ml) ve değişim sınırları Tablo 2-5’de verilmiştir.

Tablo 4. Bostaniçi Göleti (Van), istasyon 3’de gözlenen siliyatlara ait beslenme frekans ve yoğunluk değerleri. Al: Alg (diyatomlar ototrofik flagellatları kapsar); Ba: bakteri; Di: diyatom

| Türler | Beslenme tipi | Frekans (%) | Yoğunluk (birey/ml) | | |
|---------------------------------------|---------------|-------------|---------------------|------|------|
| | | | \bar{X} | Min | Max |
| <i>Cinetochilum margaitaceum</i> | Ba, Al | 22.22 | 0.06 | 0.00 | 0.33 |
| <i>Codonella cratera</i> | Di, Al | 22.22 | 0.07 | 0.00 | 0.40 |
| <i>Cyclidium glaucoma</i> | Ba | 77.79 | 1.18 | 0.00 | 3.30 |
| <i>Pelagostrombidium mirabile</i> | Al, Ba | 55.56 | 0.61 | 0.00 | 2.20 |
| <i>Pseudochlidonopsis algivora</i> | Al, Ba | 11.11 | 0.04 | 0.00 | 0.33 |
| <i>Pseudochlidonopsis fluviatilis</i> | Di | 11.11 | 0.03 | 0.00 | 0.24 |
| <i>Rimostrombidium caudatum</i> | Di, Al, Ba | 55.56 | 0.40 | 0.00 | 1.60 |
| <i>Tetrahymena setosa</i> | Ba | 11.11 | 0.04 | 0.00 | 0.34 |
| <i>Uronema nigricans</i> | Ba, Fl | 11.11 | 0.08 | 0.00 | 0.68 |
| Toplam siliyat | | 100.00 | 2.52 | 0.54 | 5.27 |

Toplam siliyat bolluğu 1-3 numaralı istasyonlarda sırasıyla 11.57, 13.78 ve 2.52 birey/ml, istasyon 4’de 114.00 birey/cm² olarak belirlenmiştir. Toplam siliyat bolluğunun ve tür sayısının örnekleme zamanlarına göre dağılışı Şekil 4’de gösterilmiştir.



Şekil 4. İstasyonlarda gözlenen toplam siliyat sayısının örnekleme dönemine göre dağılımı

Siliyat yoğunluğundaki mevsimsel değişim incelendiğinde, istasyon 1’de Nisan ve Kasım 2002 dönemlerinde iki belirgin artış gözlenmiştir (Şekil 4). Yoğunluğun 32.92 birey/ml’ye ulaştığı Nisan döneminde 19.51 birey/ml (% 53.9) ile Olygohymenophora sınıfı, 15.45 birey/ml (% 38.7) ile Pleuronematida takımı en fazla birey ile temsil edilen taksonlardır. Aynı dönemde Spirotrichae sınıfı (5.69 birey/ml) ile Chlamyodontidae (3.25 birey/ml) ve Prorodontidae (3.25 birey/ml) nispeten yüksek yoğunlukla temsil edilen diğer taksonlardır. *Cyclidium glaucoma* 14.64 birey/ml ile bu dönemde meydana gelen yoğunluk artışının en büyük kaynağı olarak gözlenmiştir. Kasım döneminde siliyat yoğunluğu 25.43 birey/ml olarak belirlenmiştir. Bu dönemde de Nisan döneminde olduğu gibi 13.19 birey/ml (% 52) ile Olygohymenophorea sınıfının ve 9.33 birey/ml (% 36.7) ile Pleuronematida takımının en yüksek birey sayısına sahip taksonlar olduğu gözlenmiştir. Chlamyodontida takımı ile temsil edilen Phyllopharyngea sınıfının yoğunluğu 7.01 birey/ml (% 27.6) olarak bulunmuştur. Bu istasyon için en düşük siliyat yoğunluğu 3.62 birey/ml olarak Ocak 2002’de kaydedilmiştir.

İstasyon 2’deki siliyat yoğunlukları Nisan ve Eylül 2002 örnekleme dönemlerinde artmıştır. Nisan döneminde yoğunluğun 28.09 birey/ml’ye ulaştığı gözlenmiştir. Bu dönemde 19.61 birey/ml (% 69.85) ile Oligohymenophorea sınıfı ve 18.02 birey/ml (% 64.2) ile Pleuronematida takımı en fazla birey sayısı ile temsil edilen taksonlar olmuştur. Pleuronematidlerin artışı, *Cyclidium glaucoma* populasyonundaki artıştan kaynaklanmıştır. Eylül döneminde ise siliyat yoğunluğu 39.85 birey/ml olarak gerçekleşmiştir. Bu dönemde de

Olygohymenophorea sınıfı, 35.37 birey/ml (% 88.76) ile en fazla birey sayısına sahip sınıfı oluşturmuştur. Philasterida takımı 28.28 birey/ml (% 70.97) ile Eylül örneklemeğinde en çok birey sayısı ile temsil edilen takım olup, bu takımın baskın türü *Uronema nigricans*'tır. İstasyon 2'de Haziran döneminde siliyat yoğunluğunun 20.58 birey/ml'ye ulaştığı, başka bir artış eğilimi daha gözlenmiştir. Olygohymenophorea (8.33 birey/ml) ve Spirotichea (6.86 birey/ml) sınıfı üyelerinden kaynaklanan bu artış döneminde Pleuronematida (5.88 birey/ml) ve Chalamydodonida (3.92 birey/ml) takımlarının en fazla birey sayısı ile temsil edilmişlerdir. Bu istasyonda belirlenen en düşük siliyat yoğunluğu 2.87 birey/ml olup, bu değer Ağustos 2002 tarihinde kaydedilmiştir.

Tablo 5. Bostaniçi Göleti (Van), istasyon 4'de gözlenen siliyatlara ait beslenme frekans ve yoğunluk değerleri. Al: Alg (diyatomlar ototrofik flagellatları kapsar); Ba: bakteri; Cy: siyanobakteriler; Di: diyatom; Fl: heterotrofik flagellat; H: histofaj; O: omnivor (ototrofik, protozoonlar ve bazen küçük meatazoonlar üzerinden beslenir); P: predatör (prptozoonlar, genellikle siliyatlar üzerinden beslenir, bazen küçük metazoonları da besin olarak kullanır); Sb: sülfür bakterileri

| Türler | Beslenme tipi | Frekans (%) | Yoğunluk (birey/cm ²) | | |
|----------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------------|-------|--------|
| | | | \bar{x} | Min | Max |
| <i>Aspidisca cicada</i> | Ba | 22.22 | 4.56 | 0.00 | 35.46 |
| <i>Bursaria truncatella</i> | | 22.22 | 0.72 | 0.00 | 3.59 |
| <i>Cinetochilum margaitaceum</i> | Ba, Al | 44.44 | 1.14 | 0.00 | 3.59 |
| <i>Coleps hirtus</i> | O | 66.67 | 10.45 | 0.00 | 27.30 |
| <i>Cristigera</i> sp. | ? | 11.11 | 0.35 | 0.00 | 3.19 |
| <i>Cyclidium glaucoma</i> | Ba | 88.89 | 19.06 | 0.00 | 60.02 |
| <i>Frontonia angusta</i> | O | 55.56 | 4.43 | 0.00 | 15.97 |
| <i>Holophrya</i> sp. | ? | 100.00 | 31.19 | 10.92 | 57.44 |
| <i>Homalogastra setosa</i> | | 44.44 | 2.17 | 0.00 | 7.18 |
| <i>Litonotus cygnus</i> | P | 55.56 | 2.32 | 0.00 | 5.79 |
| <i>Ophryoglena atra</i> | H | 33,33 | 0.63 | 0.00 | 2.89 |
| <i>Ophryogela</i> sp. | ? | 22.22 | 2.13 | 0.00 | 8.68 |
| <i>Ovalorhabdos sapropelicus</i> | ? | 11.11 | 0.31 | 0.00 | 2.81 |
| <i>Paramecium caudatum</i> | Ba, Al | 66.67 | 4.64 | 0.00 | 11.58 |
| <i>Paramecium putrinum</i> | Ba, Sb, Cy, Fl | 44.44 | 1.79 | 0.00 | 5.79 |
| <i>Paranophrys</i> sp. | | 22.22 | 0.77 | 0.00 | 4.03 |
| <i>Phialina minima</i> | P | 44.44 | 1.76 | 0.00 | 7.18 |
| <i>Pleuronema coronatum</i> | O | 55.56 | 3.72 | 0.00 | 12.08 |
| <i>Stentor roeseli</i> | O | 44.44 | 4.30 | 0.00 | 20.14 |
| <i>Stylonychia mytilus</i> | O | 77.78 | 4.81 | 0.00 | 14.46 |
| <i>Tetrahymena setosa</i> | Ba | 55.56 | 3.93 | 0.00 | 16.11 |
| <i>Urocentrum turbo</i> | Ba, Di | 11.11 | 1,34 | 0.00 | 12.08 |
| <i>Uroleptus piscis</i> | Ba, Cy, Di | 66.67 | 4.20 | 0.00 | 10.91 |
| <i>Uronema nigricans</i> | Ba, Fl | 55.56 | 3.23 | 0.00 | 11.57 |
| Toplam siliyat | | 100.00 | 114.00 | 51.00 | 174.10 |

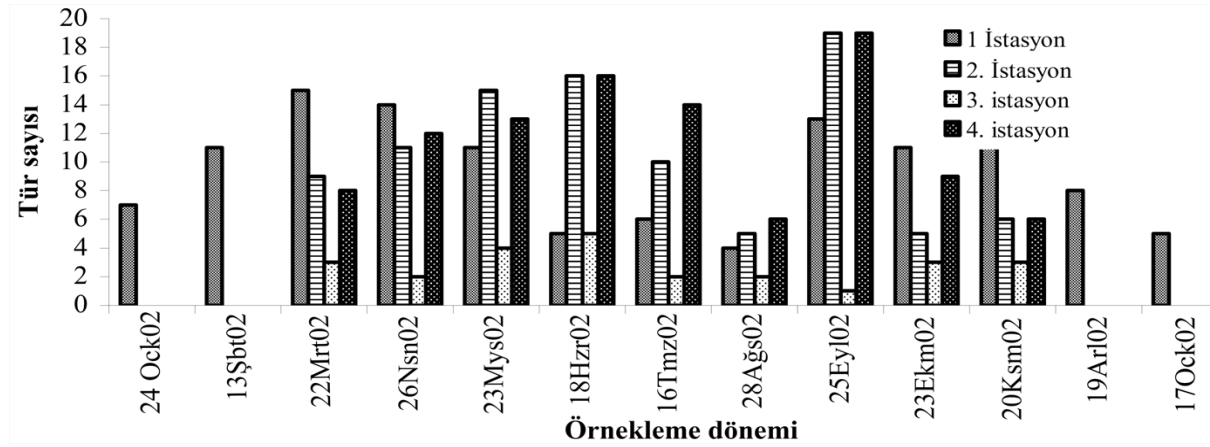
İstasyon 3 gerek tür çeşitliliği gerekse siliyat yoğunluğu açısından en fakir istasyondur. Ortalama 2.52 birey/ml siliyat yoğunluğuna sahiptir. En fazla siliyat yoğunluğu Mayıs döneminde 5.00 birey/ml ve Haziran döneminde 5.27 birey/ml olarak kaydedilmiştir.

İstasyon 4'de en yüksek siliyat yoğunluğu Haziran 2002'de 170.09 birey/cm² olarak kaydedilmiştir. Olygohymenophorea [93.52 birey/cm² (% 54.98)] ve Prostomatea [48.34

birey/cm² (% 28.42)] sınıfları ile Prorodontida [48.34 birey/cm² (% 28.42)] ve Peniculida [32.23 birey/cm² (% 18.95)] takımları bu dönemde en fazla birey sayısı ile temsil edilmiştir. Bu istasyonda en düşük siliyat yoğunluğu 51.04 birey/cm² olarak Ekim 2002 döneminde kaydedilmiştir. Toplam siliyat yoğunluklarının örnekleme dönemlerine göre dağılımları Şekil 3.13 ve Şekil 3.14’de verilmiştir.

İstasyon 1 ve 2 tür kompozisyonu bakımından birbirine oldukça benzerdir. İstasyon 1’de 34, istasyon 2’de 30 siliyat türü belirlenmiş olup bunların 27’si her iki istasyonda ortak olarak gözlenmiştir. Yüze örneklemelerinin yapıldığı istasyon 3’de gerek tür sayısının gerekse birey sayısının diğer istasyonlardan daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bu istasyonda sadece 9 siliyat türü belirlenmiş olup, bu türlerin tamamı farklı sıklık ve bolluklarda diğer istasyonlarda da gözlenmiştir. Dip örneklemelerinin yapıldığı istasyon 4’de 24 siliyat türü belirlenmiş olup, bunlardan 5’i (sadece bu istasyonda, 19’u diğer istasyonlarda da kaydedilmiştir). *Calypotracha lanuginosa*, *Cristigera* sp., *Monilicaryon monilatus*, *Urotricha platystoma* sadece istasyon 1’de, *Zosterodasys transversa* istasyon 2’de, *Bursaria truncatella*, *Holophrya* sp., *Homalogastra setosa*, *Ovalorhabdos sapropelicus*, *Paranophrys* sp. sadece istasyon 4’de gözlenmiştir.

Tür sayısının örnekleme zamanlarına göre dağılımı Şekil 5’de verilmiştir. Tür sayısı ilk ve sonbaharda genel olarak daha fazla iken, yaz ve kış dönemlerinde azaldığı belirlenmiştir. En yüksek tür sayısı istasyon 1 için Mart 2002’de, İstasyon 2 için Eylül 2002’de, İstasyon 3 için Haziran 2002’de istasyon 4 için Ağustos ve Kasım 2004’de kaydedilmiştir.



Şekil 5. Gözlenen siliyatların örnekleme dönemine göre dağılışı

Siliyatların görülme sıklıkları dikkate alındığında, istasyon 1 için *Cyclidium glaucoma*, *Pleuronema coronatum*, *Trithigmostoma steini*; istasyon 2 için *Coleps hirtus*, *Cyclidium glaucoma*, *Euplotes patella*, *Pleuronema coronatum*, *Trithigmostoma steini*; istasyon 3 için *Cyclidium glaucoma*, *Pelagostrombidium mirabile*, *Rimostrombidium caudatum*; İstasyon 4 için ise *Coleps hirtus*, *Cyclidium glaucoma*, *Holophrya* sp., *Litonotus cygnus*, *Paramecium caudatum*, *Pleuronema coronatum*, *Stylonychia mytilus*, *Tetrahymena setosa*, *Uroleptus piscis*, *Uronema nigricans* % 50’den fazla sıklıkla gözlenmişlerdir. Yapılan genel ve kısmi korelasyon analizi sonuçlarına göre ölçümü yapılan fiziksel ve kimyasal parametreler ile siliyat yoğunluğu ve tür sayısı arasında anlamlı ilişki bir tespit edilememiştir ($p > 0.05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bostaniçi Göleti'nde yürütülen 14 aylık örnekleme periyodunda toplam 42 siliyat türü belirlenmiştir. Bu çalışmada belirlenen siliyat türlerinin büyük çoğunluğu daha önce göl [6-13], gölet [14], havuz [15, 16] ve akarsu [17, 18] gibi tatlı su ekosistemlerinde gözlenmiş olup, geniş yayılış gösteren organizmalardır. Bununla birlikte *Climacostomum virens*, *Stentor roeseli*, *Euplotes moebiusi*, *Codonella cratera*, *Pelagostrombidium mirabile*, *Phialina minima*, *Ovalorhabdos sapropelicus*, *Monilicaryon monilatus*, *Pseudochilodonopsis algivora*, *P. fluviatilis*, *Trithigmostoma srameki*, *T. steini*, *Zosterodasys transversa*, *Bursaria truncatella*, *Holophrya teres*, *Urotricha platystoma*, *Lembadion bullinum*, *Homalogastra setosa*, *Calyptotricha lanuginosa*, *Tetrahymena setosa* ve *Ophryoglena atra* Türkiye'de ilk kez bu çalışma ile tespit edilmiştir.

Yapılan Pearson ve kısmi korelasyon analizlerinde, siliyat tür çeşitliliği ve populasyon yoğunlukları ile ölçümü yapılan fiziksel ve kimyasal parametreler arasında anlamlı ilişkiler belirlenmemiştir ($P>0.05$). Benzer şekilde tatlı su sistemlerinde yapılan çalışmalarda siliyat popülasyonları ile çevresel faktörler arasında anlamlı ilişkinin bulunmadığı çalışmalar da mevcuttur [19]. Siliyat popülasyonlarının dağılımında ve yoğunluğunda bu parametrelerin müstakil etkilerinin değil de hepsi birlikte müşterek etkileri rol oynamış olabilir, ya da ölçümü yapılan aralıkta bu parametreler siliyatlar için uygun koşullar sağlamış olabileceği düşünülmektedir.

Göl, gölet, havuz ve birikintiler üzerinde yapılan faunistik çalışmalar [9, 10, 20-22] dikkate alındığında 42 siliyat türünün tespit edildiği Bostaniçi Göleti tür çeşitliliği bakımından fakir bulunmuştur. Besin çeşidi ve miktarı, sıcaklık, predasyon gibi faktörler göllerde siliyat popülasyonlarının çeşitliliğini ve yoğunluğunu etkileyen faktörlerin başında gelmektedir [7, 11, 12, 23]. Biyu [11, 12] makrofit içeren ve içermeyen göllerde yaptığı karşılaştırmalı 2 araştırmada, makrofit içeren göllerin, makrofit içermeyen göllere göre daha çok tür çeşitliliğine sahip olduğunu göstermiş, bu durumun makrofitlerin ortamdaki besin miktarını ve mekansal heterojeniteyi artırmasından kaynaklanabileceğini bildirmiştir. Bostaniçi Göleti'ndeki siliyat çeşitliliğinin nispeten az bulunmasının diğer bir nedeni olarak da gölette makrofitlerin bulunmaması ve buna bağlı olarak primer üretimin az olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bu araştırmada, ortalama siliyat yoğunlukları istasyon 1-3 için sırasıyla 11.57, 13.78 ve 2.52 birey/ml, istasyon 4 için 114.0 birey/cm² olarak tespit edilmiştir. Siliyat yoğunluğu bakımından Bostaniçi Göleti'nin diğer birçok göle göre [24-26] daha düşük olduğu görülmektedir. Gölet, örneklemelerin yapıldığı periyotların tamamında yüksek bulanıklığa sahip olduğu gözlenmiştir. Bulanık sularda azalan ışık geçirgenliği primer üretimin azalmasına ve dolayısıyla bu üretim üzerinden beslenen siliyatlar ve diğer heterotrofik organizmaların gerek tür çeşitliliğinin gerekse popülasyon yoğunluklarının azalmasına neden olabileceği düşünülmektedir.

Örnekleme periyodu boyunca siliyat yoğunluğu istasyon 3 ve 4'de bir dereceye kadar kararlı, istasyon 1 ve 2'de ise mevsimsel değişimlerin meydana geldiği görülmektedir (Şekil 4). İstasyon 1 ve 2'de bahar aylarında bir artışın olduğu, yaz aylarında azaldığı ve sonbaharda tekrar bir artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Mevsime bağlı olarak gözlenen bu yoğunluk değişimleri besin ve predasyondan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bahar mevsimi ile birlikte su sıcaklığını artışına paralel olarak gölette flagellat (kamçılı tek hücreli ökaryotlar) ve fitoplankton yoğunluğunda dikkat çekici bir artış olmuştur. Siliyat yoğunluğunda görülen ilkbahar artışı flagellat ve fitoplankton yoğunluğu ile paralellik göstermiştir. Bu çalışmada tespit edilen siliyatların büyük çoğunluğu flagellat ve fitoplankton üzerinden beslendikleri

(Tablo 2-3) göz önüne alındığında ortamdaki besin kaynaklarının artışı bu siliyatların çoğalmasını uyardığı düşünülmektedir. Bununla birlikte bu çalışmada flagellat ve fitoplankton yoğunlukları ölçülmediği için, siliyat yoğunlukları ile olan ilişkileri istatistiki olarak değerlendirilmemiş, göreceli olarak dikkate alınmıştır.

Yaz döneminde 1 ve 2 numaralı istasyonlarda siliyat yoğunluğunda görülen azalma azalma predasyon kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Zira bu periyotta alınan su örnekleri çok yoğun miktarda zooplankton içermekte idi. Artan zooplankton popülasyonunun siliyatlar üzerinde oluşturduğu predasyon baskısı popülasyon yoğunluklarının azalması ile sonuçlanmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yaz aylarında gözlenen siliyat yoğunluğundaki kısmi azalma sıcaklık ile de ilişkilendirilmesi mümkündür. Fakat yapılan kısmi korelasyon analizinin bu sonucu anlamlı olarak desteklememiş olması da dikkat çekicidir.

Sonuç olarak, Bostaniçi Göleti'nde 4 istasyonda yürütülen bu çalışmada 42 siliyat türü belirlenmiştir. Siliyat türlerinin bolluğu, mevsimsel dağılımı, görülme sıklığı belirlenmiş, ölçümü yapılan fiziksel ve kimyasal parametreler ile ilişkileri araştırılmış ve bu parametrelerin belirlenen değerler arasında, siliyat türleri üzerinde sınırlayıcı etkiye sahip olmadığı sonucuna varılmıştır. Bostaniçi Göleti'nde yaşayan siliyat tür kompozisyonu benzer ortamlarda rapor edilen siliyat faunaları ile karşılaştırıldığında, genellikle benzer olduğu, ancak göletin nispeten fakir bir faunaya sahip olduğu saptanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı 2001-FED-028 numaralı proje ile destekleyen Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon birimine teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- [1] Sleigh, M.A., Protozoa and other protists, Chaplan and Hall Inc., New York, (1989).
- [2] Lynn, D.H., The Ciliated Protozoa: Characterization, Classification, and Guide to the Literature, 3rd ed, Springer, Dordrecht, (2008).
- [3] Corliss, J.O., Protozoan Taxonomy and Systematics, in Encyclopedia of Life Sciences, John Wiley & Sons, Ltd., (2001).
- [4] Levine, N.D., et al., *J. Protozool.*, (1980), 27(1): p. 37-58.
- [5] Patterson, D.J. and S. Hedley, Free-Living Freshwater Protozoa, Wolfe Publishing Ltd, New York, USA, (1992).
- [6] Pratt, J.R., R. Horwitz, and J. Cairns, *Hydrobiologia*, (1987), 148(2): p. 159-174.
- [7] Beaver, J.R. and T.L. Crisman, *Hydrobiologia*, (1989), 174(3): p. 177-184.
- [8] Laybourn-Parry, J., et al., *Hydrobiologia*, (1990), 203(1-2): p. 99-110.
- [9] Packroff, G. and N. Wilbert, *Archiv für Protistenkunde*, (1991), 140(2-3): p. 121-139.
- [10] Takamura, N., Y. Shen, and P. Xie, *Limnology*, (2000), 1(2): p. 91-106.
- [11] Biyu, S., *Hydrobiologia*, (2000), 427(1): p. 143-153.
- [12] Biyu, S., *Hydrobiologia*, (2000), 434(1/3): p. 151-163.
- [13] Esteban, G.F., et al., *Journal of Natural History*, (2000), 34(2): p. 159-189.
- [14] Bereczky, M., *Acta Protozoologica*, (1991), 30: p. 25-31.
- [15] Madoni, P., *Hydrobiologia*, (1990), 190(2): p. 111-120.
- [16] Şenler, N.G. and İ. Yıldız, *Turkish Journal of Zoology*, (2004), 28: p. 245-265.
- [17] Gracia, M., et al., *Hydrobiologia*, (1989), 183(1): p. 11-31.
- [18] Şenler, N.G., et al., *Bulletin of Pure and Applied Sciences*, (1998), 170A: p. 35-50.
- [19] Bereczky, M. and J.N. Nosek, *Acta Protozoologica*, (1993), 32: p. 1-16.

- [20] Pratt, J.R., et al., *Archiv für Protistenkunde*, (1986), 131(1-2): p. 45-57.
- [21] Madoni, P., *Bolletino di Zoologia*, (1991), 58(3): p. 273-279.
- [22] Kepner, R.L., R.A. Wharton, and D.W. Coats, *Polar Biology*, (1999), 21(5): p. 285-94.
- [23] Barbieri, S.M. and M.J.L. Godinho Orlandi, *Hydrobiologia*, (1989), 183(1): p. 1-10.
- [24] Schönberger, M., *Marine Microbial Food Web*, (1994), 8: p. 251-263.
- [25] Holen, D.A., *Fundamental and Applied Limnology*, (2000), 150(1): p. 1-15.
- [26] Zingel, P. and I. Ott, *Hydrobiologia*, (2000), 435(1/3): p. 19-26.