



Burcu Çelik

Fisheries Research Institute, bur75tr@yahoo.com, Elazığ-Turkey

Serap Saler

Fırat University, ssaler@firat.edu.tr, Elazığ-Turkey

Gökhan Karakaya

Fisheries Research Institute, gkarakaya23@gmail.com, Elazığ-Turkey

Songül Yüce

Fisheries Research Institute, songulyuce23@hotmail.com, Elazığ-Turkey

Nurten Özbey

Fisheries Research Institute, nurten.ozbey@tarimorman.gov.tr, Elazığ-Turkey

Tunay Şeker

Fisheries Research Institute, tuad07@gmail.com, Elazığ-Turkey

DOI	http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2022.17.1.5A0163		
ORCID ID	0000-0002-6911-7907	0000-0001-5900-491X	0000-0002-7970-307X
	0000-0003-1011-1890	0000-0002-4364-4063	0000-0002-0382-1192
Corresponding Author	Serap Saler		

HAZAR GÖLÜ (ELAZIĞ) ZOOPLANKTONUNUN COĞRAFİK BİLGİ SİSTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZ

Ocak-Aralık 2014 döneminde aylık olarak alınan örneklerden Hazar Gölü'nden 37 Rotifera, 10 Cladocera ve 5 Copepoda olmak üzere toplam 52 takson tespit edilmiştir. Rotiferler görülme sıklığı, tür zenginliği ve birey sayısı açısından en önemli gruptur. *Brachionus quadridentatus*, *Keratella quadrata* ve *Synchaeta verrucosa* en çok kaydedilen Rotifera türleridir. Copepoda'dan *Cyclops vicinus* her ay gözlemlenmiştir. Cladocera'dan *Alona rectangula*, *Cornigerus lacustris* ve *Diaphanosoma lacustris* en bol bulunan cladocera türleridir. Zooplankton türlerinin en yoğun olduğu dönem ilkbaharda kaydedilmiştir. Kış aylarında birey sayısında ve tür çeşitliliğinde azalmalar gözlenmiştir. Zooplankton raster haritaları NetCAD ve GIS, Coğrafi Bilgi Sistemleri gibi bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır. 9.1 ArcGIS coğrafi bilgi sistemi yazılımında Kriging yöntemi kullanılarak 30m enterpolasyonlu çözünürlük yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zooplankton, Cladocera, Copepoda, Rotifera, Coğrafi Bilgi Sistemi

EVALUATION OF ZOOPLANKTON OF HAZAR LAKE (ELAZIĞ) BY MEANS OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

ABSTRACT

A total of 52 taxa consisting 37 Rotifera, 10 Cladocera and 5 Copepoda were identified from Hazar Lake from samples taken monthly between January-December 2014 period. Rotifers are the most important group in terms of frequency of occurrence, species richness and number of individuals. *Brachionus quadridentatus* *Keratella quadrata* and *Synchaeta verrucosa* has been most recorded Rotifera species. *Cyclops vicinus* from Copepoda was observed every month. *Alona rectangula*, *Cornigerus lacustris* and *Diaphanosoma lacustris* from Cladocera were the most abundant cladoceran species. The most intense period of zooplankton species has been recorded in the spring. In winter in the number of individuals and species diversity, reductions have been observed. Zooplankton raster maps have been made by using computer program as NetCAD and GIS, Geographical Information Systems. It has been interpolated resolution of 30m by using Kriging method in 9.1 ArcGIS geographic information system software.

Keywords: Zooplankton, Cladocera, Copepoda, Rotifera, Geographic Information System

How to Cite:

Çelik, B., Saler, S., Karakaya, G., Yüce, S., Özbey, N. ve Şeker, T., (2022). Hazar Gölü (Elazığ) Zooplanktonunun Coğrafi Bilgi Sistemi İle Değerlendirilmesi. Ecological Life Sciences, 17(1):24-35, DOI: 10.12739/NWSA.2022.17.1.5A0163.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Sucul sistemlerde üreticiler grubuna giren fitoplanktonik organizmalar besin piramidinin ilk basamağını oluştururken tüketiciler sınıfından olan zooplanktonik organizmalar ikinci basamağını oluştururlar. Zooplankton sulara enerji çevirimi ve besin kaynağının en önemli ögesidir. Bu nedenle, sucul ekosistemlerde balık üretimi ve balıkçılık açısından oldukça önemlidir [1]. Birçok zooplankton türü kısa yaşam döngüsünde yüksek ve hızlı çoğalma yeteneğine sahiptir. Bu sebeple çevre şartlarındaki değişimden kaynaklanan yeni duruma, bolluk ve komünite yapısında meydana gelen değişimlerle kısa sürede tepki vermektedir. Bu stres faktörleri istilacı türlerden, küresel iklim değişikliğine, predatör baskılarından noktasal kirleticilere kadar çok geniş bir yelpazeye sahip olabilir. Zooplankton, sucul ortamlarda omurgasızların ve balıkların besin grubunda yer alması sebebiyle besin zincirindeki enerji akışında önemlidirler. Bazı zooplankton türleri fitoplankton, protozoa ve bakteriler ile beslenirken aynı zamanda balık gibi daha büyük hayvanların besini olmaları nedeniyle lentik ve lotik sistemlerde besin zincirinin önemli bir halkasıdır. Bir çok özelliği yanında zooplankton, yaşamlarını sürdürdükleri suların karakterini, kirlilik seviyesini ve ötrofikasyon durumunu belirleyici indikatör özellik göstermeleri nedeniyle önemleri daha da artmaktadır [2].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Zooplankton ile ilgili gerek bölgede gerekse yurt içinde yapılan araştırmalar mevcut olsa da yeni bir haritalama sistemi olan coğrafik bilgi sistemi ile zooplankton yoğunluğunun ortaya konulmasıyla ilgili bölgede yapılan bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Hazar Gölü'nün zooplanktonunun CBS kullanılarak haritalanması bu gölde bu yöntemle yapılacak ilk çalışma olması bakımından kıymetlidir.

Önemli Noktalar (Highlights):

- Hazar Gölü'nde yaşayan zooplanktonun tür çeşitliliğinin belirlenmesi.
- Zooplanktonun dağılımının belirlenmesi.
- CBS haritaları kullanılarak zooplankton yoğunluğunun mevsimsel olarak haritalanması.

3. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHODS)

Elazığ İlinin yaklaşık 25km güneyinde bulunan Hazar Gölü, denizden 1248m yüksekte olup 86km²'lik bir göl alanına sahiptir. Gölün dikdörtgenimsi bir şekli olup, 20km uzunluğunda ve ortalama 4.5km genişliğindedir. Derinliğinin 150-300m arasında olduğu bildirilse de en derin yerinin 219m olduğu ve gölün doğu kısmında bulunduğu belirlenmiştir. Hazar Gölü'nü Matar Deresi, Melem Deresi, Salık Deresi, Değirmen Dere, Mangal Deresi, Baharın Deresi, Sevsak Deresi, Behrimaz Çayı, Zıkkım Çayı ve Kürk Çayı besler [3]. Örneklem noktalarında su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, pH, elektriksel iletkenlik ve Secchi derinliği yerinde ölçülmüştür.

3.1. Plankton Örneklerinin Alınması (Taking Plankton Samples)

Plankton örnekleri 2014 yılında aylık olarak, gölü homojen temsil edebilecek 21 tane kıyı 7 tane açık su bölgesinden olmak üzere 28 noktadan alınmıştır. Belirlenen noktaların koordinatları GPS aleti ile tespit edilmiş, numuneler aylık olarak her defasında aynı noktadan alınmıştır. Çalışmada, plankton örnekleri 55µm göz açıklığına sahip plankton kepeciyle horizontal olarak en az 3 tekerrürlü olarak alınmıştır. Kolektör de biriken plankton örnekleri 250ml'lik kavanozlara boşaltılıp %4'lük formaldehit eklenmiştir. Türler ilgili literatürden yararlanılarak tanımlanmıştır [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ve 11].

3.2. İndeks Analizleri (Index Analysis)

Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi Margalef Tür Çeşitliliği indeksi, Simpson tür çeşitliliği indeksi, Pielou indeksi aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır [10, 11 ve 12].

Shannon Wiener: $H = -\sum p_i \ln(p_i)$

Margalef indeksi: $M = (S-1) \ln N$

Simpson İndeksi: $D = 1 / \sum (p_i)^2$

Pielou indeksi: $J = H' / H_{maks} = H' \ln S$

S: Komünitedeki toplam tür sayısı

pi: n. türün S ile oranı

In: logaritma

3.3. Coğrafi Bilgi Sistemiyle Haritalama

(Mapping By using Geographic Information System)

İstasyonlardan alınan örneklerin analizleri sonucunda elde edilen noktasal koordinatlı su kalitesi parametreleri, ArcGIS Spatial Analyst modülü yardımıyla enterpolasyona tabi tutuldu böylece her su parametresi için gölün tamamını kapsayan raster veri formatında mekânsal haritalar üretildi.

Tablo 1. Çalışmanın yapıldığı istasyonların konumları
(Table 1. The locations of stations in the study)

İstasyonlar	Kuzey	Doğu	Kuzey	Doğu
1	38°27'54.43"	39°18'31.61"	4257468	526937
2	38°27'3.60"	39°19'13.85"	4255905	527967
3	38°28'29.25"	39°19'11.41"	4258544	527898
4	38°27'48.24"	39°19'47.91"	4257283	528787
5	38°26'58.92"	39°20'24.17"	4255766	529672
6	38°28'47.46"	39°20'24.62"	4259112	529670
7	38°28'11.35"	39°21'0.03"	4258002	530532
8	38°27'34.39"	39°21'35.33"	4256866	531392
9	38°29'11.10"	39°21'35.50"	4259847	531385
10	38°28'31.83"	39°22'12.24"	4258640	532279
11	38°27'53.34"	39°22'47.65"	4257457	533142
12	38°29'33.03"	39°22'48.16"	4260530	533142
13	38°28'53.79"	39°23'23.79"	4259324	534010
14	38°28'13.00"	39°23'59.83"	4258071	534889
15	38°29'59.11"	39°23'59.96"	4261341	534878
16	38°29'24.06"	39°24'37.02"	4260265	535780
17	38°28'36.12"	39°25'11.74"	4258791	536628
18	38°30'35.90"	39°25'12.27"	4262483	536624
19	38°29'42.60"	39°25'49.55"	4260844	537535
20	38°28'55.87"	39°26'24.04"	4259408	538377
21	38°31'11.38"	39°26'25.49"	4263585	538392
22	38°30'18.31"	39°27'0.33"	4261953	539244
23	38°29'24.20"	39°27'35.88"	4260290	540113
24	38°31'12.30"	39°27'51.74"	4263624	540481
25	38°30'35.13"	39°28'11.57"	4262480	540967
26	38°29'49.20"	39°28'48.29"	4261069	541863
27	38°31'9.50"	39°29'22.39"	4263549	542676
28	38°30'24.88"	38°30'24.88"	4262177	543470

Enterpolasyon yöntemi olarak "Invers Distance Krigging" yöntemi uygulandı. Yer çalışmaları ile üretilen plankton yoğunluğu ve dağılım haritaları ayrıca uzaktan algılama verileri ile karşılaştırılarak korelasyon analizine tabi tutuldu. Uydu verileri için Amerika Birleşik Devletleri, Görsel amaçlı analizler için de, Hazar Gölü ve çevresini kapsayan arşiv görüntülerinden temin edilecek olan sinoptik uydu verileri (MODIS, LANDSAT) kullanıldı. Uydu verileri Hazar Gölü'nün tamamını kaplayacak şekilde elde edilmiş ve uydu çekim tarihi ile saha

çalışmasının tarihleri eş zamanlı olmuştur. Görsel amaçlı analizler için de, Hazar Gölü ve çevresini kapsayan arşiv görüntülerinden temin edilecek olan sinoptik uydu verileri (MODIS, LANDSAT) kullanılmıştır. Çalışmanın yapıldığı istasyonların konumları ve örnekleme istasyonlarının göl üzerinde konumlanmasına ait veriler Tablo 1 ve Şekil 1’de verilmiştir.

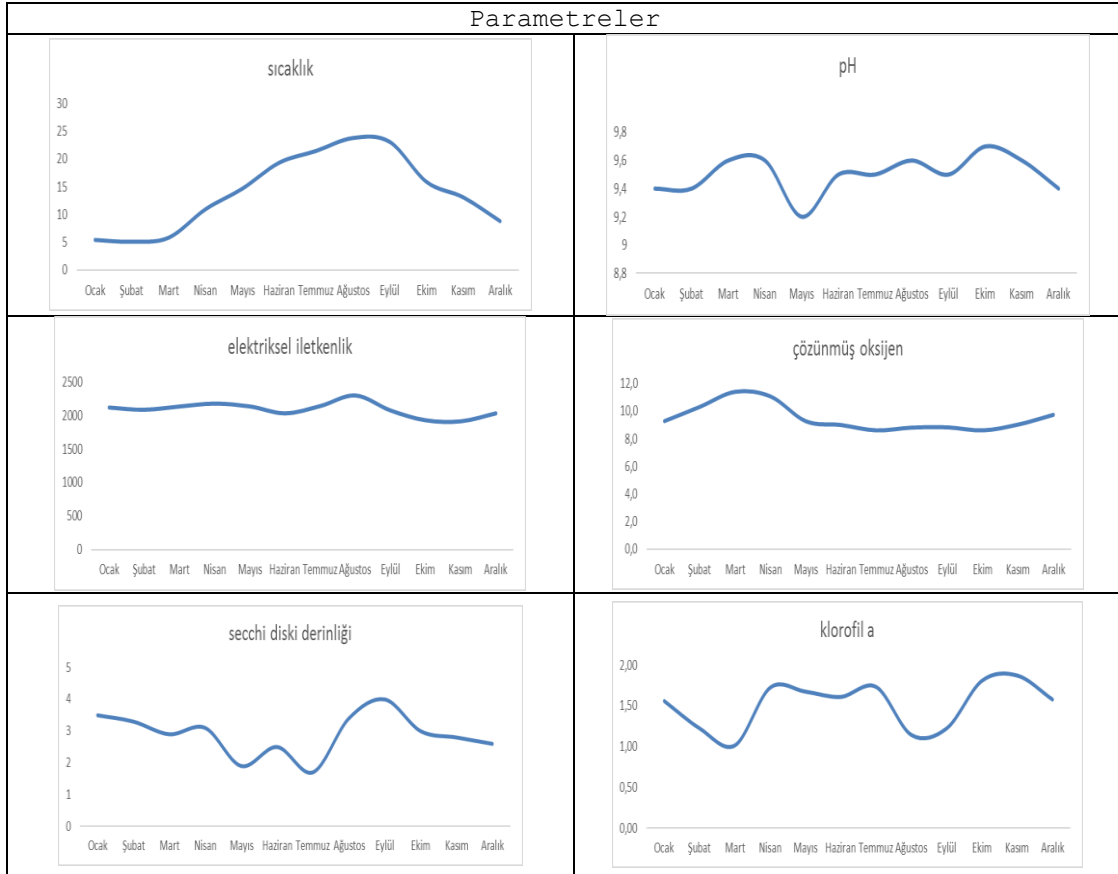


Şekil 1. Hazar Gölü örnekleme istasyonlarının konumları
(Figure 1. The locations of sampling stations in Hazar Lake)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

Hazar Gölü’nde kaydedilen su sıcaklığı, pH, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, klorofil a ve Secchi disk derinliğine ait parametrelerin istasyonlara ve aylara göre ortalamaları alınarak grafikler halinde verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Hazar Gölü’nde kaydedilen bazı parametrelerin aylık değişimi
(Table 2. The monthly changes of some parameters recorded in Hazar Lake)





Yapılan çalışma sonucunda 52 zooplankton türü kaydedilmiştir. Bu türlerden 37 tür Rotifera, 5 tür Copepoda ve 10 tür Cladocera grubundandır. Gölde zooplanktonun mevsimsel dağılımları CBS ile haritaları çizilerek verilmiştir (Tablo 3).

ROTIFERA

- Ascomorpha saltans* Bartsch, 1870
Asplanchna priodonta Gosse, 1850
Asplanchna sieboldi (Leydig, 1854)
Brachionus angularis Gosse, 1851
Brachionus calyciflorus Pallas, 1766
Brachionus plicatilis Müller, 1786
Brachionus quadridentatus Hermann, 1783
Brachionus urceolaris Müller, 1773
Cephalodella catellina (Müller, 1786)
Cephalodella forficula (Ehrenberg, 1830)
Cephalodella gibba (Ehrenberg, 1830)
Cephalodella ventripes (Dixon-Nuttall, 1920)
Colurella obtusa (Gosse, 1886)
Euclanis dilatata Ehrenberg, 1832
Filinia longiseta (Ehrenberg, 1834)
Filinia terminalis (Plate, 1886)
Hexarthra fennica (Levander, 1892)
Kellicottia longispina (Kellicott, 1879)
Keratella edmondsoni (Segers, 2007)
Keratella hiemalis (Lauterborn, 1898)
Keratella quadrata (Müller, 1786)
Keratella tropica (Apstein, 1907)
Lecane bulla (Gosse, 1886)
Lecane luna (Müller, 1776)
Lecane lunaris (Ehrenberg, 1832)
Lecane ohioensis (Herrick, 1885)
Lepadella ovalis (Müller, 1786)
Lepadella patella (Müller, 1773)
Notholca acuminata (Ehrenberg, 1832)
Notholca squamula (Müller, 1786)
Polyarthra dolichoptera Idelson, 1925
Synchaeta oblonga Ehrenberg, 1832
Synchaeta pectinata Ehrenberg, 1832
Synchaeta verrucosa (Nipkow, 1961)
Testudinella patina (Hermann, 1783)
Trichocerca similis (Wiezerski, 1893)
Trichotria tetractis (Ehrenberg, 1830)

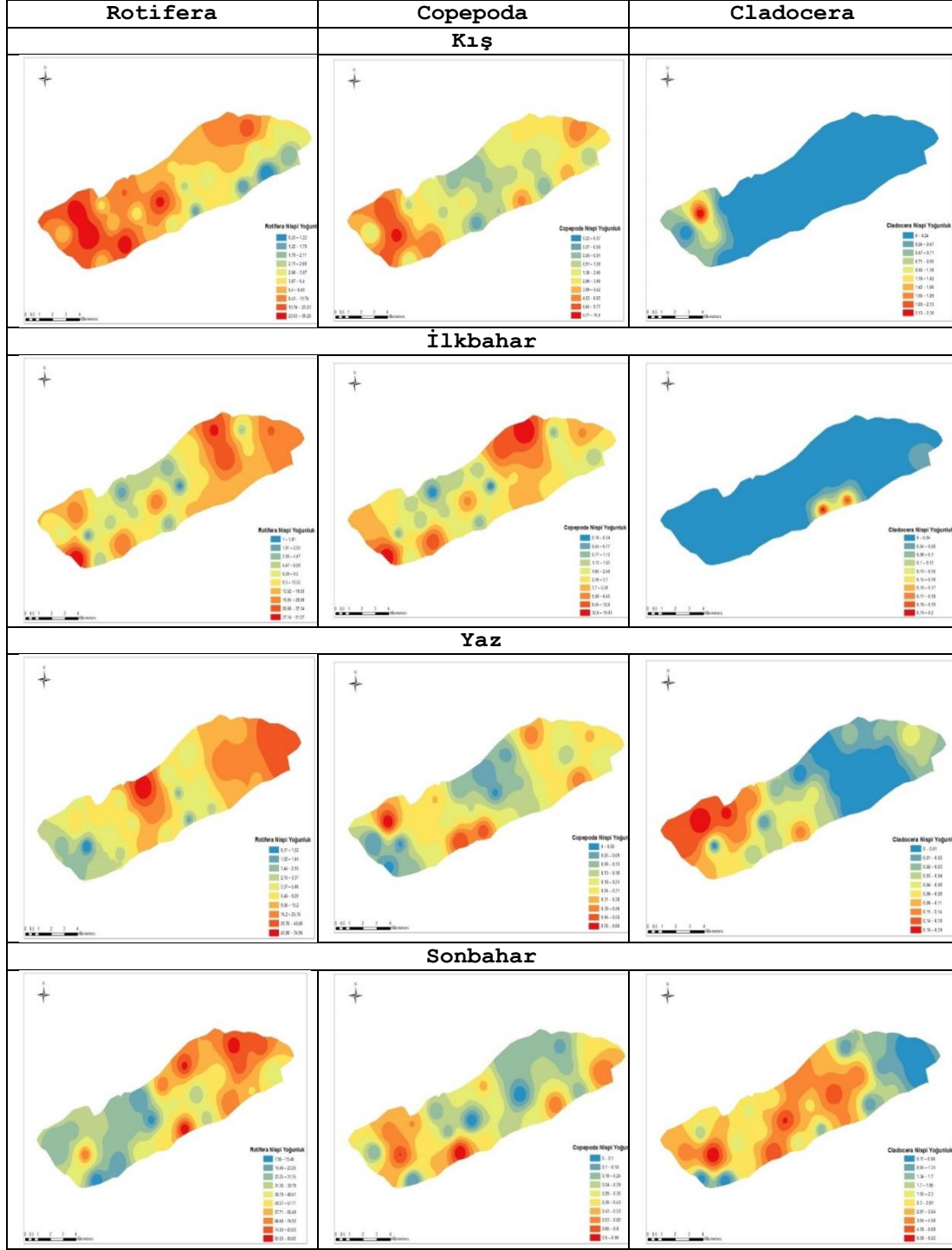
COPEPODA

- Acanthopodiaptomus denticornis* (Wierzejski, 1887)
Cyclops strenuus Fischer, 1851
Cyclops vicinus Uljanin, 1875
Megacyclops viridis (Jurine, 1820)
Nitokra hibernica (Brady, 1880)

CLADOCERA

- Alonella exigua* (Lilijeborg, 1853)
Bosmina longirostris (O.F. Müller, 1785)
Ceriodaphnia reticulata (Jurine 1820)
Chydorus sphaericus (O.F. Müller, 1776)
Coronotella rectangula (Sars, 1862)
Cornigerius lacustris (Spandl 1923-1924)
Daphnia longispina O.F. Müller 1875
Daphnia manga (Straus, 1820)
Diaphanosoma lacustris Korinek, 1981
Macrothrix laticornis (Fischer, 1851)

Tablo 3. Hazar Gölü zooplankton gruplarının nispi yoğunluk haritaları
(Table 3. The maps of zooplankton groups in Hazar Lake)



Gölde zooplankton dağılımının aylık sayıları belirlenerek bunlara çeşitli biyolojik indeksler uygulanmıştır. İndeks değerlerinin aylık değişimi Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Hazar Gölü zooplanktonunun biyolojik indeks değerlerinin değişimi

(Table 4. The changes of biological indices of zooplankton in Hazar Lake)

Aylar	Margalef indeksi (M)	Simpson indeksi (1/D)	Shannon-Wiener indeksi (H')	Pielou Evenness indeksi (J)
Ocak	2.38	4.81	1.79	0,76
Şubat	2.28	4.52	1.78	0.71
Mart	2.96	3.51	2.13	0.74
Nisan	2.78	3.42	1.72	0.62
Mayıs	2.54	3.09	1.47	0.53
Haziran	1.51	1.55	0.65	0.27
Temmuz	2.17	2.42	1.18	0.43
Ağustos	2.23	5.04	1.75	0.72
Eylül	2.51	4.65	1.71	0.62
Ekim	2.53	3.88	1.56	0.56
Kasım	2.45	2.35	1.09	0.39
Aralık	3.03	3.59	1.66	0.57

Hazar Gölü'nde bulunan toplam 52 zooplankton türünün %71.1 ini Rotifera (37 tür), %19.3 ünü Cladocera (10 tür) ve %9.6 sını Copepoda (5 tür) oluşturmuştur. Rotifera ortaya çıkış sıklığı, tür zenginliği ve birey sayısı bakımından en önemli grup olmuştur. *B. quadridentatus*, *K. quadrata* ve *S. verrucosa* en fazla kaydedilen türler olmuştur. Copepoda grubundan *C. vicinus* her ay gözlenmiştir. Cladocera grubundan *C. rectangula*, *C. lacustris* ve *D. lacustris* en fazla gözlenen türlerdir. Hazar Gölü'nde zooplankton takson sayısına ve birey sayılarına bakıldığında Rotifer türlerinin Cladocera ve Copepoda türlerinden fazla kaydedildiği belirlenmiştir. Rotiferler tatlı su habitatlarında en fazla kaydedilen zooplankton grubudur [15]. Hazar Gölü zooplanktonu içinde rotifer türlerinin baskın olması bu ifedeyi desteklemektedir. Yurdumuzda çeşitli baraj göllerinde yapılan araştırmalarda da tüm zooplankton içinde Rotifera ya ait türler takson sayısı bakımından ilk sırayı almışlardır. Bekleyen [16], Göksu Baraj Gölü'nde 47 zooplankton türü içinde 28 Rotifer 16 kladoser ve 3 kopepod türü kaydederken Hasan Uğurlu ve Suat Uğurlu Baraj göllerinde toplam 42 zooplankton türünün 23'ünü rotiferler 11 türünü kladoserler ve 8 türünü kopepodlar oluşturmuştur [167]. Kemer Baraj Gölü, Birecik Baraj Gölü, Kalecik Baraj Gölü, Maryap Göleti ve Kapıkaya Baraj Gölü, Kapıaçmaz Göleti, Kığı Baraj Gölü Beyhan Baraj Gölü zooplanktonu içinde en fazla Rotifera'ya ait türler teşhis edilmiştir [18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 ve 25]. Bu sucul ortamlarda Rotifera'nın takson ve birey sayısı bakımından tüm zooplankton içinde baskın grup olması olması Hazar Gölü zooplankton dağılımı ile uyum göstermektedir.

Rotifer türlerinin çoğu kozmopolittir. Bu türlerin ekolojik toleranslarının yüksek olması, rüzgar, kuş ve diğer hayvanlar tarafından kolayca taşınmaları dünya üzerinde geniş alanlarda çok sayıda tür ile temsil edilmelerine sebep olmuştur [4].

Burdur Gölü [256] ilkbahar yaz, Beytepe Göleti [27] yaz, Çernek Gölü [28] ilkbahar ve yaz, Devegeçidi [28] yaz ve ilkbahar, Hasan Uğurlu ve Suat Uğurlu Baraj Göllerinde [17] yaz, Kemer Baraj Gölü, [18] ilkbahar, Kılavuzlu Baraj Gölü [30] ilkbahar ve sonbahar, Birecik Baraj Gölü [19] ilkbahar ve yaz aylarında, Ulaş Göleti [31] ilkbahar yaz ayları, Orduzu Göleti [32] ilkbahar ayları, Kaldırım ve Halikan Göletlerinde [33] ilkbahar ayları, Nazik Göleti [34] ilkbahar mevsimi zooplankton yoğunluğunun maksim olduğu dönemler olarak kaydedilmiştir. Hazar Gölü'nde de zooplanktonun en yoğun gözlendiği dönem ilkbahar ve yaz olmuştur.

Hazar Gölü'nde ilk zooplankton araştırması Tokat [35 ve 36] tarafından yapılmıştır. Tokat [35] Copepoda' ya ait *Macrocyclus albidus*

ve *Cyclops strenuus* ve türleri ile Cladocera'ya ait *Cornigerius lacustris* türünü gölde teşhis etmiştir. Copepoda'dan *C. strenuus* Cladocera dan *C. lacustris* mevcut araştırmada da kaydedilmiştir. Tokat [36] gölde 7 Rotifera, türü kaydetmiştir. *P. dolichoptera*, *B. quedridentatus*, *B. plicatilis*, *B. calcyflorus*, *K. quadrata* ve *K. longispina* mevcut araştırmada da kaydedilen ortak türlerdir.

Hazar Gölü'nde ikinci zooplankton araştırması Telliöglü [37] tarafından yapılmış olup, toplam 21 zooplankton taksonu teşhis edilmiştir. Bu taksonlardan 16 tür rotifera 3 tür Cladocera ve 2 tür Copepoda'ya aittir. Mevcut çalışmada toplam 52 zooplankton türü kaydedilmiştir. Bu türlerden 37 tür Rotifera, 10 tür Cladocera ve 5 tür Copepoda grubuna aittir. Telliöglü [36]'nun kaydettiği türlerden *B. plicatilis*, *B. angularis*, *B. quadridentatus*, *B. calcyflorus*, *N. squamula*, *N. acuminata*, *K. longispina*, *L. luna*, *C. gibba*, *A. saltans*, *P. dolichoptera*, *S. verrucosa*, *F. longista*, *F. terminalis*, *H. fennica*, *C. vicinus*, *A. denticornis*, *D. lacustris*, *C. reticulata*, *C. lacustris* türlerinin tamamı mevcut araştırmada da kaydedilmiştir. *C. adriatica* türünün *C. obtusa* türü kaydedilmiştir. Araştırmacı gölde kaydedilen zooplanktonun %76 sının Rotifera, %14'ünün Cladocera, %10'unun ise Copepoda grubuna ait olduğunu belirtmiştir. Mevcut araştırmada da Rotiferler %71 ile ilk sırada yer alırken, aynı şekilde Cladocera (%19) ve Copepoda (%10) bu grup üyelerini takip etmiştir. Her iki araştırmada da her mevsim zooplanktona rastlanması ortak bulgu olarak göze çarpmıştır. Aynı araştırmacı zooplanktonun dağılımında mevcut çalışma ile benzer bir dağılım kaydetmiştir. Her iki çalışmada da zooplankton tür ve birey sayısı kış aylarında azalma gösterirken yaz ve sonbahar aylarında artış kaydedilmiştir.

Hazar Gölü'ne dökülen Kürk Çayı'nda, Rotifera'dan 9, Cladocera'dan 2, Copepoda'dan 2 tür kaydedilmiştir. *B. angularis*, *N. squamula*, *K. cochlearis*, *P. dolichoptera*, *C. gibba*, *F. longiseta*, *D. longispina*, *C. reticulata* ve *C. vicinus* ise Hazar Gölü'nde de rastlanılan ortak türler olmuştur [38].

Saler ve Şen [40] Tadım Göleti (Elazığ)'nde Rotifera'ya ait 11 tür tespit edilmiştir. Bu türler arasında *K. quadrata*, *N. squamula*, *L. ovalis*, *L. lunaris*, *C. gibba*, *S. a pectinata* Hazar Gölü'nde tespit edilen türlerdendir.

Dirican ve Musul [1]'un, Çamlığöze Baraj Gölü'nün kaydettikleri *N. squamula*, *L. luna*, *L. lunaris*, *C. gibba*, *S. oblonga*, *S. pectinata* Hazar Gölü ile ortak kaydedilen türler oluşmuşlardır.

Ustaoğlu [40] Bulut ve Saler [41] tarafından yapılan Türkiye İçsuları Zooplankton Kontrol Listesi ve Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin (Türkiye) Zooplankton Kontrol Listesi incelendiğinde Hazar Gölü'nde kaydedilen türlerin 2 tanesi hariç Türkiye iç sularında daha önceden yapılan çalışmalarda kaydedilmiş olan türler olduğu görülmektedir. Gölde kaydedilen *Keratella edmondsoni* ve *Keratella hiemalis* yurdumuz içsularına ilk defa kaydedilmiştir.

Rotifer türlerinden *K. edmondsoni* Türkiye için yeni bulunan türdür. Segers [11] *K. edmondsoni*'nin oriental bir tür olduğunu bildirmiştir. Aynı araştırmacı *K. hiemalis* için ise Palearktik ve Nearktik bölgede ortaya çıktığını belirtmiştir. Türkiye Oriental ve Palearktik bölge sınırları içinde olduğundan söz konusu iki türün dağılım alanı içinde bulunmaktadır.

Kolisko [5], rotiferlerin kısa sürede üremelerinin ana faktörünün sıcaklık olduğunu, sıcaklık artışının embriyonik gelişmeyi hızlandırdığını ve bu durumun üremede artışı beraberinde getirdiğini belirtmiştir. Hazar Gölü'nde sıcaklığın arttığı ilkbahar ve yaz dönemlerinde zooplankton tür ve birey sayılarında artışlar gözlenmiştir. Dumont ve De Ridder [42], bazı rotifer türlerinin pH, çözülmüş oksijen düzeyi, sıcaklık, gibi faktörlere karşı dirençli olduklarını

belirtmiştir. Araştırmacı *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata* ve *Lecane luna* gibi türlerin bu parametrelere karşı dayanıklı olduğunu ifade etmiştir. Bu türler Hazar Gölü'nde kaydedilen türler arasında bulunmaktadır.

Hazar Gölü'nde tespit edilen ortalama klorofil a $1.52 \pm 0.5 \mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır. Wetzel [43], ultra-oligotrofik göllerin klorofil a miktarını $0.01-0.5 \mu\text{g/L}$, oligotrofik göllerin klorofil a miktarını $0.3-3.0 \mu\text{g/L}$, mesotrofik göllerin klorofil a miktarını $2-15 \mu\text{g/L}$ ve ötrofik göllerin klorofil a miktarını ise $10-500 \mu\text{g/L}$ olarak bildirmiştir. Bu verilere göre Hazar Gölü klorofil a bakımından oligotrof göl karakterindedir. Taylor vd. [44], Secchi disk derinliğini oligotrofik göllerde $>3.7\text{m}$, mesotrofik göllerde $2.0-6.1\text{m}$ ve ötrofik göllerde $<2\text{m}$ olarak rapor etmiştir. OECD [45] ise oligotrofik göllerin seki disk derinliğinin $5.4-28.3\text{m}$ (ortalama 9.9m), mesotrofik göllerin seki disk derinliğinin $1.5-8.1\text{m}$ (ortalama 4.2m) ve ötrofik göllerin seki disk derinliğinin $0.8-7.0\text{m}$ (ortalama 2.45m) arasında değiştiğini kaydetmiştir. Hazar Gölü'nde tespit edilen Ortalama Secchi diski derinliği 2.9m olarak hesaplanmıştır. Literatürde yer alan indekslerin çoğuna göre, ortalama seki disk derinliği ile Hazar Gölü, trofik durumu bakımından mesotrofik sınıfa girmektedir.

Margalef tür çeşitliliğinin belirli bir optimum değeri olmadığından mevsimlere ve aylara bağlı tür zenginliği indeksi olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. Başıl karşılaştırma yapılmak istenildiğinde indeks değeri etkin olamamaktadır Genellikle Margalef değeri <2.5 (zayıf-kötü), $2.5-4$ (orta) ve >4 (iyi) olarak sınıflandırılabilir [14].

Margalef indeks değeri en yüksek olarak ($M=2.96$) Mart ayında kaydedilmiştir. Ortalama değeri ise $M=2.42$ 'dir. Bu değer doğrultusunda gölün verimsiz olduğu söylenebilir. Margalef çeşitlilik indeksi değeri arttıkça, Shannon-Wiener'da (0-5) 5'e yaklaştıkça tür çeşitliliği artar [43]. Türce zengin ve türler arasında nicelik açısından eşit paylaşımın olduğu durumlarda indeks değeri yüksek çıkar [14]. Shannon Weanner (H') indeksi sonuçlarına göre tür zenginliğinin en yüksek olduğu ay mart ayıdır ($H'=2.13$). En düşük olduğu ay haziran ayıdır ($H'=1.51$). Ortalama indeks değeri ise $H'=1.54$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç gölde düşük tür çeşitliliğinin olduğunu göstergesidir.

Yüksek Simpson indeks değeri, ortamda tür baskınlığı ve çeşitliliğinin yüksek olduğunu gösterir. Hazar Gölü'nde de Simpson indeks değerinin yüksek olduğu ocak ayında $D=4.81$ olarak kaydedilmiştir. Düzenlilik indeksi olarak bilinen Pielou indeksi türlerin homojen veya düzenli bir biçimde dağıldığını belirtmektedir. İndeks değerinin düşmesi sistem içinde baskın türlerin az sayıda olduğunu ifade eder. Değerin 1'e yakın çıkması düzenli ve sifıra yakın çıkması ise düzensiz dağıldığını gösterir [14] Hazar Gölü'nde Pielou indeksi en fazla ocak ayında $J=0.76$ olarak hesaplanmıştır. Ortalama değeri ise $J=0.57$ 'dir. Bu değer bize gölde türlerin orta düzeyde homojen ve düzenli bir dağılım gösterdiğini ifade etmektedir.

Tür zenginlik indeks değerleri ortamın tür çeşitliliği zenginliğine ilişkin fikir sahibi olmamızı sağlar. Hazar Gölü'nde tüm aylarda, tüm istasyonlarda indeks değerleri oldukça düşüktür. İndeks değerlerinin en yüksek olduğu dönemde bile tür zenginliğinin göstergesi olan Shannon-Wiener indeks değerinin 1.54 'ü geçmemektedir. Bu veriler doğrultusunda gölün tür çeşitliliği bakımından fakir olduğu söylenebilir.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Hazar Gölü Klorofil a değerine göre oligotrofik, Secchi disk ışık geçirgenliği değerine göre mesotrofik karakterinde bir göldür. Tür zenginlik indekslerine göre tür çeşitliliğinin fakir olduğu

belirlenmiştir. Göl henüz kirlenmemiş bir göldür. Hazar Gölü kirlenmesine en etkili olan faktörlerden biri antropojenik etkilerdir. Göl kenarında yapılaşmanın kontrollü olması gölün uzun yıllar boyunca özelliklerini korumasında etkili olacaktır.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu Araştırma Tarım ve Orman Bakanlığı TAGEM/HAYSUD/2014/A11/P-02/4 nolu projenin bir bölümüdür. Desteklerinden dolayı bakanlığa ve Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ve personeline teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

FİNANSAL AÇIKLAMA (FINANCIAL DISCLOSURE)

Bu Araştırma TAGEM/HAYSÜD/2014/A11/P-02/4 nolu projenin bir kısmıdır. Proje Tarım ve Orman Bakanlığı TAGEM tarafından desteklenmiştir.

ETİK STANDARTLAR BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Makalenin yazarları bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan eder.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Dirican, S. ve Musul, H., (2008). Çamlığöze Baraj Gölü (Sivas-Türkiye) zooplanktonu faunası üzerine bir çalışma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 12(1):17-21.
- [2] Karakaya, G., (2020). Boğacık Deresi'nin (Giresun) zooplankton grupları ile iklimik faktörler arasındaki ilişkinin istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak belirlenmesi. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- [3] Günek, H. ve Yiğit, A., (1995). Hazar Gölü havzasının hidrografik özellikleri, I. Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu, Çağ Ofset, Elazığ, 91-105.
- [4] Flössner, D., (1972). Krebstiere, Crustacea. Kiemen and Blattfüßer Brachiopoda Fischlause, Branchiura, Tierwelt-Deutschlands, 60. Tiel Veb. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- [5] Kolisko, W.R., (1974). Planktonic Rotifers Biology and Taxonomy Biological Station, Lunz of The Austrian Academy of Science, Stuttgart.
- [6] Koste, W., (1978a). Die Radertiere Mitteleuropas I. Textband, Berlin.
- [7] Koste, W., (1978b). Die Radertiere Mitteleuropas II. Tafelband, Berlin.
- [8] Negrea, S.T., (1983). Fauna Republici Socialiste Romania, Crustacea Cladocera. Academia 'Republici Socialiste Romania, Bukres.
- [9] Einsle, U., (1996). Copepoda: Cyclopoida, Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World No.10 SPB Academic Publishing, London.
- [10] Segers, H., (1995). The Lecanidae (Monogononta). In: Nogrady T. (ed) Rotifera 2. In: Dumont HJ (ed) Guides to the Identification of the Continental Waters of the World 6. SPB Academic, The Hague, The Netherlands.
- [11] Segers, H., (2007). Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and

- distribution, *Zootaxa*. 1564:1-104. Magnolia Press ISSN 1175-5334 (online edition).
- [12] Simpson, G.H., (1949). Measurement of biodiversity, *Nature*, 163:688s.
- [13] Pielou, E.C., (1975). *Ecological Diversity*, Wiley Inter Science Pub. London.
- [14] Jorgensen, S.E., Costanese, R., and Fu-Liu, Xu., (2005). *Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health*. Taylor and Francis Group Edition, London.
- [15] Saksena, N.D., (1987). Rotifers as indicators of water quality, *Hydrobiol*, 15, 481-485.
- [16] Bekleyen, A., (2003). A taxonomical study on the zooplankton of Göksu Dam Lake (Diyarbakır-Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 27: 95-100.
- [17] Bozkurt, A. ve Akın Ş., (2012). Zooplankton fauna of Yeşilirmak (between Tokat and Blacksea), Hasan Uğurlu and Suat Uğurlu Dam Lakes. *Turk Journal Fish Aquat Sc.* 12(4):777-78
- [18] Tuna, A.ve Ustaoglu, M.R., (2016). Kemer Baraj Gölü (Aydın-Türkiye) zooplankton faunası, *Limnofish, Journal of Limnology and Freshwater Research*, 2(2):95-106.
- [19] Bozkurt, A. ve Sagat, Y., (2008). Birecik Baraj Gölü zooplanktonunun veritikal dağılımı. *Journal of FisheriesSciences.com*, 2(3):332-342
- [20] Bulut, H. ve Saler, S., (2013). Zooplankton of Kalecik Dam Lake (Elazığ-Turkey). *Firat University Science Journal*, 25(2):99-103.
- [21] Bulut, H. and Saler, S., (2016). Monthly variations of zooplankton in a freshwater body (Maryap Pond, Turkey). *Academic Journal of Science*, 06(01):39-52
- [22] Bulut, H. ve Saler, S., (2020). Monthly distribution of zooplankton in Kapıkaya Reservoir, Turkey. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 14(1):1-10.
- [23] Bulut, H., (2018). A Taxonomic Study on zooplankton fauna of Kiğı Dam Lake (Bingöl-Turkey). *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 14(2):74-79.
- [24] Bulut, H., (2018). Seasonal variation of Kapaçmaz Pond zooplankton in Elazığ, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 68(11):1617-1621.
- [25] Bulut, H. ve Saler, S., (2014). Zooplankton of Beyhan Dam Lake (Elazığ) Turkey. *Turkish Journal of Engineering, Science and Technology*, 9(1):23-28.
- [26] Güllü, İ., Turna, İ.İ., Güçlü, S.S., Güllü, P.P. ve Güçlü, Z., (2010). Zooplankton seasonal abundance and vertical distribution of highly alkaline lake Burdur, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10(2):245-254
- [27] Metin, H., (2005). Beytepe Göleti zooplanktonik organizmalarının tespiti ve mevsimsel dağılımlarının belirlenmesi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 124s.
- [28] Bekleyen, A. ve Taş, B., (2008). Çernek Gölü'nün (Samsun) zooplankton faunası. *Ekoloji*, 17(67):24-30.
- [29] Bekleyen, A., (2001). A Taxonomical Study on the Rotifera fauna of Devegeçidi Dam Lake (Diyarbakır, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 25(3):251-255.
- [30] Bozkurt, A., (2016). Zooplankton of Kılavuzlu Dam Lake (Kahramanmaraş) and the effect of cage fish farming on water quality and zooplankton fauna of the Dam Lake. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 2(3):97-108.
- [31] Saler, S., Bulut, H., Örnekçi, G.N. ve Uslu, A.A., (2015). Ulaş Gölü (Ulaş-Sivas) zooplanktonu, *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 1(2):112-121.



- [32] Gürel, Ö. ve Saler, S., (2015). Orduzu Göleti (Malatya) zooplanktonu. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 27(1):21-28.
- [33] Bulut, H.ve Saler, S., (2020). Assessment of zooplankton by the index analysis in Kaldırım and Halıkan Ponds, Malatya/Turkey. *Biological Diversity and Conservation*, 9(3):70-77.
- [34] Saler, S., Bulut, H., Güneş, S., Alpaslan, K. ve Karakaya, G., (2019). Seasonal variations of zooplankton in Nazik Lake Turkey). *Turkish Journal of Science and Technology*, 14(2):79-84.
- [35] Tokat, M., (1972). Hazar (Gölcük) Gölü'nün Copepoda ve Cladocera türleri. *İ.Ü.F.F. Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Seri B, 10:1-19.
- [36] Tokat, M., (1976). Hazar Gölü rotatorları ve yayılışları, *Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları No:18*, 13s.
- [37] Tellioğlu, A., (1998). Elazığ Hazar Gölü zooplanktonu, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 99s.
- [38] Saler, S., İpek, N. ve Arslan, S., (2011). Zooplankton of Kürk Stream (Elazığ-Turkey). *Journal of Fisheries Sciences.com* 5(3):219-255.
- [39] Saler (Emiroğlu), S. ve Şen, B., (2001). Tadım Göleti (Elazığ-Turkey) rotiferleri ve mevsimsel değişimleri, *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 261-271.
- [40] Ustaoglu, R.M., (2004). Türkiye içsuları zooplankton kontrol listesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21(3-4):191-199.
- [41] Bulut, H. ve Saler, S., (2014). A Checklist for zooplankton of eastern and southeastern Anatolia regions (Turkey). *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(1):36-47.
- [42] Dumont, H.J. ve De Ridder, M., (1987). Rotifers from Turkey, *Hydrobiologia*, 147:65-73.
- [43] Wetzel, R.G., (1975). *Limnology*. W.B. Saunders Co., Philadelphia, London, and Toronto.
- [44] Taylor, W.D., Lambou, V.W., Williams, L.R., and Hern, S.C., (1980). Trophic state of lakes and reservoirs. *USEPA Technical Report E-80-3:26p*.
- [45] OECD, (1982). *Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control*. OECD Cooperative programme on monitoring of inland waters (Eutrophication control), Environment Directorate, OECD, Paris.