

**YENİÇAĞA GÖLÜ'NDEKİ (BOLU) ZOOPLANKTON
BİYOKÜTLESİNİN ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİ**

**TEMPORAL CHANGE OF ZOOPLANKTON BIOMASS IN
LAKE YENİÇAĞA (BOLU)**

BURA UĞUR SORGUÇ

PROF. DR. FATMA YILDIZ DEMİRKALP

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2023

ÖZET

YENİÇAĞA GÖLÜ'NDEKİ (BOLU) ZOOPLANKTON BİYOKÜTLESİNİN ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİ

Bura Uğur SORGUÇ

Yüksek Lisans, Biyoloji Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fatma Yıldız Demirkalp

Ocak 2023, 125 sayfa

Bu çalışmada Mayıs 2017-Nisan 2018 ve Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasında Yeniçağa Gölü'nde zooplanktonunun biyokütle değişimleri zamana bağlı olarak incelenmiş, zooplanktonun tür zenginliği ve yoğunluğu gibi parametreleri de tespit edilerek değerlendirilmiştir. Ayrıca Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasında aylık olarak gerçekleştirilen arazi çalışmalarında Yeniçağa Gölü'nün bazı fizikokimyasal özellikleri incelenmiş, zooplankton biyokütlesi ile bu parametrelerin ilişkisi istatistiksel analizler kullanılarak yorumlanmıştır.

Yeniçağa Gölü'nün trofik düzeyi klorofil-*a*, toplam fosfor değerleri ve Carlson TSI İndeksleri ile değerlendirilmiş, elde edilen sonuçlara göre gölün genelde ötrofik düzeyde olduğu ancak bazı aylarda trofik seviyenin hipertrofiye yaklaştığı anlaşılmıştır.

Yeniçağa Gölü'nde 2017-2018 döneminde zooplanktonun 4 Cladocera, 4 Copepoda ve 9 Rotifera türü olmak üzere toplam 17 türden, 2021-2022 döneminde ise 4 Cladocera, 3 Copepoda ve 12 Rotifera türü olmak üzere toplam 19 türden oluştuğu belirlenmiştir. Zooplanktonun 2017-2018 döneminde sayısal olarak %48'ini Copepoda, %38'ini Rotifera ve %14'ünü Cladocera, 2021-2022 döneminde ise %83,08'ini Rotifera, %12,84'ünü Copepoda ve %4,09'unu Cladocera grubundaki organizmalar oluşturmuştur.

Zooplanktonda yer alan alan grupların sayısal olarak oransal katkılarında zamana bağlı bir değişim tespit edilmiştir. Buna göre zooplanktonda Rotifera grubuna ait organizmalarda çok belirgin sayısal artış gerçekleşmiştir.

Yeniçağa Gölü'nde 2017-2018 döneminde zooplankton biyokütlesinin %70,42'sini Copepoda, %27,99'unu Cladocera ve %1,60'mı Rotifera oluşturmuştur. Gölde 2021-2022 döneminde ise zooplankton biyokütlesinin %50,59'unu Copepoda, %32,03'ünü Cladocera ve %17,38'ini Rotifera oluşturmuştur. Zooplankton biyokütlesine katkı veren grupların oransal değerlerinde zamana bağlı değişimler tespit edilmiştir. Buna göre Rotifera ve Cladocera gruplarında zooplankton toplam biyokütlesine olan oransal katkı artış gösterirken, Copepoda grubunda oransal katkı azalmıştır.

Zooplankton biyokütlesi ile suyun bazı fizikokimyasal parametreleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için Pearson Korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları zooplankton biyokütlesinin pH, turbidite ve klorofil-*a*'dan negatif olarak, elektriksel iletkenlik, TDS ve ışık geçirgenliğinden ise pozitif olarak etkilendiğini göstermiştir.

Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017-Nisan 2018 döneminde zooplanktonda ortalama toplam biyokütle değeri 25.691 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak, Aralık 2021-Kasım 2022 döneminde ise ortalama toplam biyokütle değeri 47.884 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak hesaplanmış, biyokütlenin zamana bağlı belirgin bir artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, zamansal farklılık istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Sonuç olarak bu çalışmada iki zaman serisi göz önüne alındığında sayısal ve biyokütle açısından Cladocera ve Copepoda gruplarındaki organizmalarda azalma, Rotifera grubundaki organizmalarda ise artış tespit edilmiştir. Ayrıca Rotifera grubu sayısal olarak zooplanktona önemli katkı sağlarken, bu grubun biyokütleye olan katkısı diğer gruplara göre daha düşük seviyede kalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yeniçağa Gölü, zooplankton, biyokütle, yoğunluk, zaman bağlı değişimler

ABSTRACT

TEMPORAL CHANGE OF ZOOPLANKTON BIOMASS IN LAKE YENIÇAĞA (BOLU)

Bura Uğur Sorguç

Master of Philosophy, Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Fatma Yıldız Demirkalp

January 2023, 125 pages

In this study, the biomass changes of zooplankton in Yeniçağa Lake between May 2017-April 2018 and December 2021-November 2022 were examined depending on time, and parameters such as species richness and density of zooplankton were determined. In addition, some physicochemical properties of Yeniçağa Lake were examined in monthly field studies carried out between December 2021 and November 2022, and the relationship between zooplankton biomass and these parameters was interpreted using statistical analysis.

The trophic level of Lake Yeniçağa was evaluated with chlorophyll-*a*, total phosphorus values and Carlson TSI Indexes, and according to the results obtained, it was understood that the lake was generally at the eutrophic level, but the trophic level approached hypertrophy in some months.

It was determined that the zooplankton in Yeniçağa Lake consisted of a total of 17 species, 4 Cladocera, 4 Copepoda and 9 Rotifera species, in the period of 2017-2018, and a total of 19 species, 4 Cladocera, 3 Copepoda and 12 Rotifera species, in the 2021-2022 period. Copepoda made up 48%, Rotifera 38%, and Cladocera 14% of the zooplankton

in the 2017-2018 period. In the 2021-2022 period, 83.08% of the zooplankton consisted of Rotifera, 12.84% of Copepoda and 4.09% of Cladocera group. A time-dependent change was determined in the numerical proportional contributions of the groups in the zooplankton. Accordingly, a very significant increase was observed in the organisms belonging to the Rotifera group in zooplankton.

In the 2017-2018 period in Yeniçağa Lake, 70.42% of the zooplankton biomass was composed of Copepoda, 27.99% Cladocera and 1.60% Rotifera. In the 2021-2022 period, 50.59% of the zooplankton biomass was composed of Copepoda, 32.03% of Cladocera and 17.38% of Rotifera. Time-dependent changes were determined in the proportional values of the groups contributing to the zooplankton biomass. Accordingly, while the proportional contribution to the total biomass of the zooplankton increased in Rotifera and Cladocera groups, the proportional contribution decreased in the Copepoda group.

Pearson Correlation analysis was performed to determine the relationship between zooplankton biomass and some physicochemical parameters of water. Analysis results showed that zooplankton biomass was negatively affected by pH, turbidity and chlorophyll-*a*, and positively affected by electrical conductivity, TDS and light transmittance.

It was determined that the average total biomass value in the zooplankton was calculated as 25,691 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in the period of May 2017-April 2018 in Yeniçağa Lake, and the average total biomass value was calculated as 47,884 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in the period of December 2021-November 2022, showing a significant increase depending on time. In addition, the temporal difference was statistically significant ($p < 0.05$). As a result, when the two time series are considered in this study, a decrease in the organisms in the Cladocera and Copepoda groups and an increase in the organisms in the Rotifera group were determined in terms of density and biomass. In addition, while the Rotifera group made a significant contribution to the zooplankton numerically, the contribution of this group to the biomass remained at a lower level than the other groups.

Keywords: Yeniçağa Lake, zooplankton, biomass, density, time dependent changes

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının gerçekleşme sürecinde ve lisans, lisansüstü eğitim hayatım boyunca engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm değerli hocam Prof. Dr. F. Yıldız DEMİRKALP'e

Lisans ve iki yıllık yüksek lisans eğitimim boyunca gerek bilimsel anlamda gerekse hayat tecrübesi anlamında her zaman yanımda olan, bana gösterdiği desteğin ardı arkası kesilmeyen, bu tezin gerçekleşmesine neden olan saha ve laboratuvar çalışmalarını mümkün kılan değerli hocam Prof. Dr. Yasemin SAYGI'ya

Saha çalışmalarında ve gerçekleştirilen örneklemelerde bize her türlü desteği sağlayan, arazi çalışmalarına çok büyük katkı sunan Yeniçağa Su Ürünleri Kooperatifinin değerli üyeleri İrfan ARIK, Ercan YALÇIN, Engin ALTINDAĞLI'ya

Hayatım boyunca beni destekleyen, bugünlere gelmemi sağlayan ve bana her türlü maddi ve manevi desteği sağlamaya her zaman hazır olan canım aileme

Bu tezin tamamlanmasına BAP Hızlı Destek programı kapsamında FHD-2021-19615 numaralı proje çalışmasıyla maddi destek sağlayan Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalara

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bura Uğur Sorguç

Ocak 2023, Ankara

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELER.....	viii
ŞEKİLLER.....	x
1.GİRİŞ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	1
2.GENEL BİLGİLER.....	8
2.1. Zooplanktonun tanımı ve genel özellikleri	8
2.1.1. Cladocera'nın Tanımı ve Genel Özellikleri	10
2.1.2. Copepoda'nın Tanımı ve Genel Özellikleri	14
2.1.3. Rotifera'nın Tanımı ve Genel Özellikleri	18
2.2. Zooplanktonun Mevsimsel Dinamiği	22
2.3. Biyokütlenin Tanımı ve Zooplankton Biyokütlesinin Önemi	23
3.ÇALIŞMA ALANININ TANIMI	26
4.GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	29
4.1. Örnekleme Noktaları	29
4.2. Göl Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Tespiti	31
4.3. Göl Suyunun Klorofil- <i>a</i> Değerinin Tespiti	31
4.4. Zooplankton Örneklerinin Toplanması	31
4.5. Zooplankton Türlerinin Tanımlanması	32
4.6. Zooplankton Örneklerinin Sayılması	32
4.7. Zooplankton Türlerinin Biyokütlelerinin Hesaplanması	32
4.8. İstatistiksel Analizler	34
5.BULGULAR	35
5.1. Meteorolojik Bulgular	35
5.2. Göl Suyunun Fizikokimyasal Parametreleri	36
5.2.1. Derinlik.....	37
5.2.2. Işık Geçirgenliği.....	38
5.2.3. Sıcaklık	39

5.2.4. pH.....	40
5.2.5. Çözünmüş Oksijen	41
5.2.6. Elektriksel İletkenlik	43
5.2.7. Toplam Çözünmüş Madde (TDS).....	44
5.2.8. Turbidite (Bulanıklık)	46
5.2.9. Klorofil-a	47
5.2.10. Toplam Azot	48
5.2.11. Toplam Fosfor	49
5.3. Yeniçağa Gölü'nde Tespit Edilen Zooplankton Türleri	50
5.4. Yeniçağa Gölü'nde Zooplanktonda Tür Zenginliği	53
5.5. Yeniçağa Gölü'nde Zooplanktonun Mevsimsel Değişimi	56
5.6. Yeniçağa Gölü'nde Zooplanktonun Biyokütlesi	66
5.7. İstatistiksel Analizler	78
5.7.1. Tek-Yönlü Varyans Analizi Sonuçları.....	78
5.7.2. Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları.....	79
5.7.3. CCA Analizi Sonuçları	83
6.TARTIŞMA	86
KAYNAKLAR	108
ÖZGEÇMİŞ	125

ÇİZELGELER

Çizelge 4.1. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ile Nisan 2018 ve Aralık 2021 ile Kasım 2022 tarihlerine ait aylık olarak örneklenmiş zooplanktonun biyokütlesini hesaplamak için kullanılan uzunluk-ağırlık formülleri.....	33
Çizelge 5.1. Bolu iline ait 1929–2021 yılları arası bazı meteorolojik veriler.....	36
Çizelge 5.2. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında derinlik (cm) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı	37
Çizelge 5.3. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında ışık geçirgenliği (cm) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı.....	38
Çizelge 5.4. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında su sıcaklığının (°C) aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı	39
Çizelge 5.5. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında pH değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı	41
Çizelge 5.6. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında çözünmüş oksijen (mg/L) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı	42
Çizelge 5.7. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı	43
Çizelge 5.8. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında toplam çözünmüş madde (g/L) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı	45
Çizelge 5.9. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında turbidite (ntu) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı.....	46
Çizelge 5.10. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında klorofil- <i>a</i> (mg/m^3) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı.....	47
Çizelge 5.11. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında toplam azot ($\mu\text{g}/\text{L}$) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı	48
Çizelge 5.12. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında toplam fosfor ($\mu\text{g}/\text{L}$) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı	49
Çizelge 5.13. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasına ait zooplankton türleri	51
Çizelge 5.14. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasına ait zooplankton türleri	52

Çizelge 5.15. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihlerine ait zooplankton tür zenginliğinin aylara göre dağılımı	54
Çizelge 5.16. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihlerine ait zooplankton tür zenginliğinin aylara göre dağılımı	55
Çizelge 5.17. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasına ait ortalama zooplanktonun (birey/m ³) aylara bağlı sayısal değişimi	60
Çizelge 5.18. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasına ait ortalama zooplanktonun (birey/m ³) aylara bağlı sayısal değişimi	65
Çizelge 5.19. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasına zooplankton biyokütlesinin (µg/m ³) aylara bağlı değişimi.....	71
Çizelge 5.20. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasına zooplankton biyokütlesinin (µg/m ³) aylara bağlı değişimi.....	77
Çizelge 5.21. Yeniçağa Gölü zooplanktonunun yoğunluk ve biyokütle değerlerinin aylara göre gösterdiği değişimin tek-yönlü varyans analizi sonuçları	78
Çizelge 5.22. Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında Yeniçağa Gölü'nde tespit edilen fizikokimyasal parametrelerin aylık değişiminin tek-yönlü varyans analizi sonuçları.....	79
Çizelge 5.23. Yeniçağa Gölü zooplankton yoğunluğu ve biyokütle değerlerinin yıllara göre değişimlerinin Kolmogorov Smirnov analiz sonuçları.....	79
Çizelge 5.24. Yeniçağa Gölü'nün zooplankton tür zenginliği, yoğunluğu ve biyokütlesi ile göl suyunun fizikokimyasal parametrelerinin Pearson korelasyon analiz sonuçları..	81
Çizelge 5.25. Yeniçağa Gölü'nde tespit edilen fizikokimyasal parametrelerin Pearson korelasyon analiz sonuçları.....	82
Çizelge 5.26. Zooplankton Biyokütlesinin DCA Analizi Sonuçları.....	84
Çizelge 5.27. Zooplankton Biyokütlesinin RDA Analizinin Permütasyon Testi Sonuçları	84
Çizelge 6.1. Yeniçağa Gölü'nde önceki yıllarda ve bu çalışmada tespit edilen klorofil- <i>a</i> değerlerinin karşılaştırılması.....	92
Çizelge 6.2. Yeniçağa Gölü'nde bu çalışma ve daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda teşhisi yapılan zooplankton türlerinin karşılaştırılması.....	97

ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Cladocera grubundan Daphnia cinsinin genel vücut yapısı.....	13
Şekil 2.2. Copepoda alt sınıfının Calanoida, Cyclopoida ve Harpacticoida takımlarının vücut tipleri	17
Şekil 2.3. Copepoda alt sınıfında Cyclopoida takımının genel vücut yapısı.....	17
Şekil 2.4. Rotifera grubundan genel vücut yapısı	21
Şekil 3.1. Yeniçağa Gölü'nün uydu görüntüsü.....	26
Şekil 3.2. Yeniçağa Gölü'nde arazi çalışmalarının gerçekleştirildiği mart, mayıs, temmuz ve eylül aylarında çekilmiş bazı görüntüler	28
Şekil 4.1. Yeniçağa Gölü'nde her iki dönemde de arazi çalışmalarının gerçekleştirildiği istasyonların konumları	29
Şekil 4.2. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021-Kasım 2022 tarihlerinde örnekleme yapılan 3 istasyonun görüntüleri	30
Şekil 5.1. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre ortalama derinlikte (cm) meydana gelen değişimler	37
Şekil 5.2. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre ortalama ışık geçirgenliği (cm) meydana gelen değişimler	38
Şekil 5.3. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre ortalama su sıcaklığında (°C) meydana gelen değişimler	40
Şekil 5.4. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre ortalama pH'da meydana gelen değişimler	41
Şekil 5.5. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre çözülmüş oksijende (mg/L) meydana gelen değişimler	42
Şekil 5.6. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre ortalama elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerlerinde meydana gelen değişimler	44
Şekil 5.7. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre ortalama toplam çözülmüş madde (g/L) değerlerinde meydana gelen değişimler.....	45
Şekil 5.8. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre ortalama turbidite (ntu) meydana gelen değişimler.....	46
Şekil 5.9. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre klorofil- <i>a</i> (mg/m^3) meydana gelen değişimler	47

Şekil 5.10. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre toplam azot ($\mu\text{g/L}$) meydana gelen değişimler	48
Şekil 5.11. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre toplam fosfor ($\mu\text{g/L}$) meydana gelen değişimler	49
Şekil 5.12. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasına ait Cladocera, Copepoda ve Rotifera gruplarının toplam zooplankton içerisinde birey/ m^3 cinsinden dağılımları.....	56
Şekil 5.13. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasına ait Cladocera, Copepoda ve Rotifera gruplarının birey/ m^3 cinsinden aylara göre dağılımları	57
Şekil 5.14. Yeniçağa Gölü'nde, Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında Cladocera grubu içerisindeki türlerin oransal dağılımları.....	57
Şekil 5.15. Yeniçağa Gölü'nde, Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında Copepoda grubu içerisindeki türlerin oransal dağılımları.....	58
Şekil 5.16. Yeniçağa Gölü'nde, Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında Rotifera grubu içerisindeki türlerin oransal dağılımları.....	59
Şekil 5.17. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasına ait Copepoda, Cladocera ve Rotifera gruplarının toplam zooplankton içerisinde birey/ m^3 cinsinden dağılımları.....	61
Şekil 5.18. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasına ait Cladocera, Copepoda ve Rotifera gruplarının birey/ m^3 cinsinden aylara göre dağılımları	62
Şekil 5.19. Yeniçağa Gölü'nde, Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında Cladocera grubu içerisindeki türlerin oransal dağılımları.....	62
Şekil 5.20. Yeniçağa Gölü'nde, Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında Copepoda grubu içerisindeki türlerin oransal dağılımları.....	63
Şekil 5.21. Yeniçağa Gölü'nde, Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında Rotifera grubu içerisindeki türlerin oransal dağılımları.....	64
Şekil 5.22. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasına ait zooplankton biyokütlesinin ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Copepoda, Cladocera ve Rotifera gruplarında oransal dağılımları.....	67
Şekil 5.23. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasına ait zooplankton biyokütlesinin ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Copepoda, Cladocera ve Rotifera gruplarında aylara göre dağılımları	67

Şekil 5.24. Yeniçağa Gölü'nde, Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında Cladocera türlerinin toplam Cladocera grubu biyokütlesi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) içerisinde oransal dağılımları..	68
Şekil 5.25. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında Copepoda türlerinin toplam Copepoda grubu biyokütlesi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) içerisinde oransal dağılımları..	69
Şekil 5.26. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında Rotifera türlerinin toplam Rotifera grubu biyokütlesi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) içerisinde oransal dağılımları.....	70
Şekil 5.27. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasına ait zooplankton biyokütlesinin ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Copepoda, Cladocera ve Rotifera gruplarında oransal dağılımları.....	72
Şekil 5.28. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasına ait zooplankton biyokütlesinin ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Copepoda, Cladocera ve Rotifera gruplarında aylara göre dağılımları	73
Şekil 5.29. Yeniçağa Gölü'nde, Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında Cladocera türlerinin toplam Cladocera grubu biyokütlesi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) içerisinde oransal dağılımları..	74
Şekil 5.30. Yeniçağa Gölü'nde, Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında Copepoda türlerinin toplam Copepoda grubu biyokütlesi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) içerisinde oransal dağılımları..	75
Şekil 5.31. Yeniçağa Gölü'nde, Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında Rotifera türlerinin toplam Rotifera grubu biyokütlesi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) içerisinde oransal dağılımları.....	76
Şekil 5.32. Zooplankton Biyokütlesinin CCA Analizi Sonuçları	85
Şekil 6.1. Yeniçağa Gölü'nün ortalama klorofil- <i>a</i> (mg/m^3) ve Carlson TSI indeks değerlerinin aylara göre değişimi	91
Şekil 6.2. Yeniçağa Gölü'nün ortalama toplam fosfor ($\mu\text{g}/\text{L}$) ve Carlson TSI indeks değerlerinin aylara göre değişimi	94
Şekil 6.3. Yeniçağa Gölü'nde toplam azot:toplam fosfor oranının aylık değişimleri ...	95
Şekil 6.4. Yeniçağa Gölü'nde zooplankton tür zenginliğinin aylık değişiminin karşılaştırılması	99
Şekil 6.5. Yeniçağa Gölü'nde zooplankton yoğunluğunun aylık değişiminin karşılaştırılması	101
Şekil 6.6. Yeniçağa Gölü'nde zooplankton biyokütlesinin aylık değişiminin karşılaştırılması	105

1. GİRİŞ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Sulak alanlar dünyadaki en önemli ekosistemler arasındadır. Çok sayıda kimyasal, biyolojik ve genetik materyalin kaynağı ve dönüştürücüsü olarak ekosistemde işlev görürler. Sulak alanların doğal yaşamı koruma açısından değeri bir asırdan bu yana bilinmesine rağmen, 1970’li yıllardan sonra ekosistem üzerindeki işlevleri ve önemi giderek artmaktadır (Cowardin, 1979).

Doğal ve insan kaynaklı nedenlerle ekosisteme ulaşan su ve atık maddelerin alıcıları olarak işlev gören sulak alanların bu açıdan da önemi büyüktür. Kirli suları temizledikleri, kıyı şeritlerini korudukları ve yeraltı akiferlerini besledikleri bilinmektedir. Sulak alanlar, destekledikleri kapsamlı besin zinciri ve zengin biyolojik çeşitlilik nedeniyle çok önemli ekosistemlerdir. Çok çeşitli bitki ve hayvan türlerine benzersiz yaşam alanları sağlayarak ekosistemde önemli roller oynarlar (Mitsch ve Gosselink, 2015).

Küresel olarak, sulak alanlar, Antarktika hariç, tropikal iklimden tundraya kadar yayılım gösterirler. Yaklaşık 14.900.000.000 hektara eşit olan dünya kara yüzeyinin yaklaşık %6’sı sulak alanlarla kaplıdır. 1971 yılında İran’ın Ramsar kentinde imzalanan Sulak Alanlar Sözleşmesi, bu alanların korunması ve rasyonel olarak kullanılması için ulusal eylem ve uluslararası iş birliği için çerçeve sağlayan uluslararası bir anlaşmadır. Halihazırda, Ramsar Uluslararası Öne Sahip Sulak Alanlar Listesi’ne dahil edilmiş 256.192.356 hektarlık 2471 tane sulak alan ile sözleşmeye taraf 172 ülke bulunmaktadır (Reddy ve DeLaune, 2008).

Ülkemizde sulak alan sınırlarının belirlenmesi, planlanması ve korunması Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Hassas Alanlar Dairesi Başkanlığı’nda bulunan Sulak Alanlar Şube Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilmektedir. Türkiye Cumhuriyeti, Ramsar Sözleşmesine 1994 yılında taraf olmuş, sahip olduğu sulak alanları korumayı ve akılcı kullanmayı taahhüt etmiştir. Ülkemizde 14 Ramsar Alanı (184.487 ha), 56 Ulusal Öne Sahip Sulak Alan (800.588 ha) ve 12 Mahalli Öne Sahip Sulak Alan (13.719 ha) olmak üzere toplam 998.794 hektar büyüklüğünde tescilli sulak alan bulunmaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 2022).

Tez çalışmasının gerçekleştirildiği Yeniçağa Gölü, 25.12.2014 tarihinde Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan olarak onaylanmıştır. (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 9. Bölge Müdürlüğü, 2022). Gölün etrafı önemli bir vejetasyon çeşitliliğine sahip olup aynı zamanda önemli turba yatakları da bulunmaktadır. Göl havzasında gerçekleştirilen geçmiş çalışmalarda 183 kuş ve 345 bitki türü tespit edilmiştir. Gölün batı kesiminde, derinliği 15 metreyi geçmeyen, turba yatakları bulunmaktadır. Göl havzasından elde edilen turbaların bölgede ticari bir değeri bulunmaktadır (Ertan, Kılıç ve Kasperek, 1989; Kavuşan ve Karaseyfioglu, 1997; Sümer, 2002).

Yeniçağa Gölü'nde Yeniçağa Su Ürünleri Kooperatifi tarafından ticari balıkçılık faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Gölde gerçekleştirilen araştırmalarda toplamda altı farklı balık türü tespit edilmiştir. Bu türler, *Capoeta baliki* (Siraz Balığı), *Cyprinus carpio* (Sazan), *Carassius gibelio* (İsrail Sazanı), *Gambusia holbrooki* (Sivrisinek Balığı), *Squalius cephalus* (Tatlı su Kefali) ve *Tinca tinca* (Kadife Balığı)'dır. Yeniçağa Gölü'nde ayrıca ekonomik öneme sahip başka bir canlı türü olan kerevit (*Astacus leptodactylus*) de bulunmaktadır (Zengin ve ark., 2021). Yeniçağa Gölü'nde bulunan balık türlerinin yanı sıra gölde gerçekleştirilmiş önceki araştırmalarda 8 Cladocera, 7 Copepoda ve 22 Rotifera olmak üzere toplam 37 zooplankton türü tespit edilmiştir (Saygı, 2005; Saygı ve Yiğit, 2005).

Yeniçağa Gölü'nün çevresi sazlıklarla çevrili olup, kuzey ve batı bölgelerinde geniş çayır alanlar bulunmaktadır (Kılıç ve Becer, 2018). Gölün doğal bitki komünitesi, *Phragmites australis*, *Typha domingensis*, *Ranunculus lingua*, *Najas marina*, *Pedicularis palustris* ve *Senecio paludosus* türlerinden oluşmaktadır ve göl çevresinde 345 farklı bitki taksonu tanımlanmıştır (Sümer, 2002).

Plankton terimi, ilk defa Alman Zoolog Victor Hensen tarafından 1887 yılında kullanılmıştır (Harris ve ark., 2000). Plankton ismi “dolaşan veya sürüklenen” anlamına gelen Yunanca bir kelime olan “planktos”dan gelmektedir (Sardet, 2015). Plankton, su akıntılarına karşı koyamayan ve suda sürüklenerek pasif olarak yer değiştirebilen organizmaları tanımlamak için kullanılan bir terimdir.

Planktonik organizmalar neredeyse bütün sucul ekosistemlerde bulunabilir ve sucul besin ağlarında çok önemli bir rol oynarlar (Pachiappan ve ark., 2019). Planktonun hayvansal

bölümünü temsil eden zooplankton, tatlısu ekosistemlerinde temel olarak dört ana gruptan oluşmaktadır. Bu gruplar arasında, Cladocera, Copepoda ve Rotifera bulunmaktadır (Wetzel, 2001). Cladocera ve Copepoda grupları, zooplanktonun önemli bir bileşenini oluşturur ve süzücü beslenen organizmalardır. Büyük çoğunluğu fitoplanktonu kontrol edebilen baskın organizmalardır. Geriye kalanları ise bentik omnivorlar veya diğer zooplanktonik organizmalar üzerinden beslenen karnivorlardır (Błędzki ve Rybak, 2016). Crustacea grubuna ait organizmalar beslenme özellikleri bakımından rotiferlere göre daha avantajlı olsalar da rotiferler fitoplankton üzerinde bazı küçük türlere göre daha fazla otlama baskısı uygulayabilir. Bu nedenle, belirli koşullar altında, rotiferler küçük, süzücü beslenen Cladocera ve Copepoda üyeleri için önemli rakipler olabilirler. Her üç grup da özellikle balıklar açısından, trofik besin ağının önemli bileşenleridir. Zooplanktonun, birincil üretim ile daha yüksek trofik seviyeler arasında bulunan en önemli halka olması, zooplankton hakkında gerçekleştirilen araştırmaların en büyük motivasyonlarından biridir (Eurgain ve ark., 2001).

Biyokütle terimi; bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar dahil olmak üzere yaşayan canlı organizmaların kütlesini ya da biyokimyasal açıdan, selüloz, lignin, şeker, yağ ve proteinlerin toplam kütlesini ifade eder (Houghton, 2008). Biyokütle, besin ağında aşağı trofik düzeylerden yukarı trofik düzeylere doğru aktarılmaktadır. Sucul ekosistemler için bu durum, fitoplanktondan başlayarak pisivor balıklar, su kuşları ve sucul memeleri içeren avcı organizmalara kadar uzanır. Sucul bir ekosistemin işleyişini anlamak için zooplankton biyokütlesinin ekosistemdeki rolünü değerlendirmek gerekmektedir. Zooplankton biyokütlesi; kuru ağırlık, karbon ağırlığı veya hacim yöntemleri gibi çeşitli yollarla belirlenebilmektedir. Zooplankton biyokütlesi ölçümünde araştırmacıların en sık kullandığı yöntem, kuru ağırlık ve uzunluk arasındaki ilişkiye dayanan formüllerdir (Wetzel ve Likens, 2000). Tatlı su ekosistemlerinde zooplankton biyokütlesinin uzunluk-ağırlık ilişkileri kullanılarak belirlenmesini sağlayan, öncül nitelikteki bazı araştırmalar aşağıda özetlenmiştir.

Cladocera ve Copepoda gruplarının biyokütlesinin uzunluk-ağırlık formülleri kullanılarak hesaplanması ile ilgili gerçekleştirilen ilk çalışmalar Dumont, Velde ve Dumont (1975) ve Bottrell ve ark., (1976) tarafından yapılan “Zooplankton Prodüksiyon Çalışmalarındaki Bazı Problemlerin İncelenmesi” ve “Kıtasal Suların Bentos, Perifiton ve Planktonundan Rotifera, Cladocera ve Copepoda’nın Kuru Ağırlık Biyokütlesinin

Değerlendirilmesi” isimli araştırmalardan oluşmaktadır. Persson ve Ekbohm (1980), Norveçte bulunan göllerdeki Cladocera ve Copepoda’nın biyokütlesi hakkında araştırmalar gerçekleştirmiştir. Pace ve John (1981), Amerika Birleşik Devletleri’nin güneydoğusunda 2 Cladocera ve 2 Copepoda türünün biyokütlelerini hesaplamak için bir çalışma yapmıştır. Rosen (1981), akarsu ekosistemlerinde yaşayan planktonik Crustacea türleri ile ilgili bir araştırma yapmıştır. McCauley (1984), Cladocera ve Copepoda biyokütlesi ile ilgili daha önce yapılmış olan çalışmalar hakkında bir derleme makalesi yazmıştır. Culver ve ark., (1985) Erie Gölü’nde bulunan zooplanktonik Crustacea türlerinin biyokütlelerinin hesaplamak için uzunluk-ağırlık formüllerini kullanmıştır. Rotifera grubunun ise biyokütlesinin ve biyohacminin, organizmanın uzunluğuna ve geometrik şeklini kullanarak hesaplanması ile ilgili gerçekleştirilen ilk çalışmalar Bottrell ve ark., (1976) ve Ruttner-Kolisko (1977) tarafından gerçekleştirilmiş, sonraki yıllarda ise Ejsmont-Karabin (1998) bu çalışmaları devam ettirmiştir.

Türkiye sınırları içerisinde zooplankton ile ilgili yapılan ilk çalışma Daday (1903) tarafından İznik Gölü’nde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmayı Vavra’nın (1905) Sarı Gölün Rotifera ve Crustacea komünitelerini incelediği araştırması ve Zederbauer ve Brehm’in (1907) Anadolu’nun çeşitli göllerinde yaptıkları zooplankton incelemeleri izlemiştir. Mann (1940) Marmara Bölgesindeki çeşitli göllerde Copepoda grubu üzerine taksonomik çalışmalar gerçekleştirmiştir. Geldiay (1949), Emir Gölü’nün zooplankton komünitesini incelemiştir. 1950 ve 1970 yılları arasında Türkiye sınırları içerisinde yabancı araştırmacılar tarafından yapılan 9 farklı çalışma bulunmaktadır (Ustaoğlu, 2004). 1970 yılından sonra Türk araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen çalışmalar sayısal olarak artış göstermiştir. Dumont (1981) Acı Göl’de bulunan zooplankton türlerinin gölün tuzluluk derecesi ile olan ilişkisini incelemiştir. Melack (1983) dünyanın farklı yerlerinde bulunan altı adet göl ile Van Gölü’nün limnolojik özellikleri ve zooplankton kompozisyonunu karşılaştırmıştır. Segers, Emir ve Mertens (1992), Kuzey ve Kuzeydoğu Anadolu’da yaptıkları çalışmalarda, bölgedeki Rotifera kompozisyonunu araştırmıştır. Emir (1994), Çavuşçu ve Eber Gölü’nün zooplankton yapısını incelemiştir. Mitamura ve ark., (1997) Anadolu’da bulunan 16 farklı gölün limnolojik özellikleri ile beraber zooplankton yapısını ve Akbulut (1998), Mogan Gölü’nde bulunan zooplanktonun biyokütlesini araştırmıştır. Altındağ, sırasıyla 1999 ve 2000 yılları arasında Bolu’da yaptığı çalışmalarda Abant Gölü ve Yedigöller’deki zooplankton faunası hakkında çalışmalar yürütmüştür (Altındağ, 1999; Altındağ, 2000). Güher (2000), Trakya

Bölgesinde bulunan çeşitli tatlı su kaynaklarını inceleyerek bölgede daha önce kayda geçmemiş 39 adet yeni Cladocera türü listelemiştir. Akbulut (2000) Akşehir Gölü'nün zooplankton komünitesini çalışmıştır. Zooplankton hakkında yapılan çalışmalar 2000 yılından sonra gittikçe hızlanmıştır. Sadece 2000 ve 2010 yılları arasında zooplankton hakkında 112 tane çalışma yapılmıştır (Ustaoğlu, 2015). Ülkemizde zooplankton biyokütlesinin zamana bağlı değişimleri ile ilgili çalışmalar genel olarak aylık değişimler üzerine yapılmaktadır. Yıllık değişimler ile ilgili yapılan çalışmalar deniz ekosistemlerinde gerçekleştirilmiştir (Kideys ve ark., 2000; Üstün ve ark., 2016; Terbiyik-Kurt, 2019; Terbiyik-Kurt ve Polat, 2014).

Yeniçağa Gölü'nde kayda geçen ilk biyolojik çalışma Kılıç ve Kasperek'in (1987) göl etrafında bulunan kuşlarla ilgili gerçekleştirmiş olduğu bir araştırmadır. Orhan (1998) gölün turbalık alanlarının şeker içeriğinin incelenmesi ile ilgili bir yüksek lisans tez çalışması gerçekleştirmiştir. Saygı (2000), 1997-1999 yılları arasında "Yeniçağa Gölü'nün Bazı Limnolojik özellikleri, Primer ve Sekonder Produktivitesi" isimli doktora tezi kapsamında Yeniçağa Gölü ile ilgili ilk kez fizikokimyasal analizler gerçekleştirmiş ve gölün zooplankton tür kompozisyonu ve primer ve sekonder produktivitesi konusunda çalışmalar yapmıştır. Akıncı (2000), gerçekleştirdiği yüksek lisans tez çalışmasında gölün bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile gölde bulunan Cladocera ve Copepoda türlerini tespit edilmiştir. Demirkalp ve Saygı (2001) "Yeniçağa Gölü'nde Yaşayan Ekonomik Öneme Sahip Balık Türlerinin Büyüme ve Beslenme Özellikleri" isimli çalışmada *Cyprinus carpio*, *Squalius cephalus* ve *Tinca tinca* türlerini araştırmışlardır. Baran (2002), Yeniçağa Gölü'ndeki turba toprağının yapısı üzerine bir araştırma yürütmüştür. Kılıncı (2003), gölün fitoplankton komünitesi üzerine bir çalışma yapmış ve toplamda 80 fitoplankton türünü kayıtlara geçirmiştir. Saygı ve Demirkalp (2004a, b) gölün trofik durumu ve fiziksel ve kimyasal özelliklerinin arasındaki ilişki hakkında bir çalışma gerçekleştirmiştir. Saygı ve Yiğit (2005), Yeniçağa Gölü'nün zooplanktonu ile ilgili yaptığı çalışmada Rotifera şubesinde 22 türü kayıt altına almıştır. Saygı (2005), gölün zooplankton komünitesindeki türleri ve sayısal değişimlerini incelemiştir. Yeniçağa Gölü'ndeki Ostracoda popülasyonları ile ilgili iki farklı çalışma, 2007 ve 2009 yıllarında gerçekleştirilmiştir (Külköylüoğlu, Dügel ve Kılıncı, 2007; Sarı ve Külköylüoğlu, 2010). Yıldız, Ustaoğlu ve Sarı (2008), Batı Karadeniz Bölgesi'nde Oligochaeta alt sınıfı hakkında yaptıkları çalışmaya Yeniçağa Gölü'nü de dahil etmiştir. Dengiz ve ark., (2009) Yeniçağa Gölü'nün turba toprağının karakteristiği, oluşumu ve sınıflandırılması ile ilgili

bir araştırma yapmıştır. Doğan ve Kızılkaya (2010), gölün kıyı bölümleri ve suyunun kirliliğini değerlendirmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Kılıç, Özvarol ve Özvarol, (2010) Yeniçağa Gölü'nde bulunan balık popülasyonları ve sürdürülebilir balık yönetimi hakkında bir çalışma yürütmüştür. Kılıç (2010), Yeniçağa Gölü'nde bulunan *Tinca tinca* ve *Squalius cephalus*'un popülasyon dinamiklerini incelemeyi amaçlayan bir doktora tezi gerçekleştirmiştir. Aynı yıl Yeniçağa Gölü'nde iki farklı tez çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu tez çalışmaları; Tekatlı (2011) tarafından gölde bulunan *Squalius cephalus*'un beslenme biyolojisinin incelenmesi konusunda ve Tunca (2011) tarafından *Astacus leptodactylus*'da ağır metal birikiminin mevsimsel değişimi hakkında yapılan çalışmaları içermektedir. Saygı ve Atasagun (2012a) göl suyunun kalitesi ve trofik durumu ile ilgili bir çalışma, Saygı ve Atasagun (2012b), *Cyprinus carpio*'nun dokularında bulunan ağır metal seviyeleri hakkında bir araştırma, Tunca ve Atasagun (2012), suda, sedimentte ve *Astacus leptodactylus*'ta ağır metal birikiminin bir ön araştırmasını, Saygı ve Yiğit (2012a), Yeniçağa Gölü'nde bulunan ağır metaller ve potansiyel kaynakları ile ilgili bir araştırma, ve Saygı ve Yiğit (2012b), ekonomik öneme sahip *Squalius cephalus* ve *Tinca tinca* türlerinde ağır metal birikimiyle ilgili bir çalışma yürütmüştür. Döver (2012) Yeniçağa Gölü'nde zooplankton türleri ve bu türlerin aylık dağılımları konusunda bir tez çalışması yapmıştır. Tunca ve ark., (2013), *Astacus leptodactylus*'da ağır metal birikimi konusunda bir araştırma gerçekleştirmiştir. Kılıç ve Becer (2013), *Tinca tinca* türünün büyüme parametrelerini belirlemiştir. Beug ve Bottema (2015) tarafından Yeniçağa Gölünün geçmiş vejetasyonunun belirlenmesine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Tavşanoğlu ve ark., (2015) 11 gölde gerçekleştirdikleri, boyut bazlı günlük dikey zooplankton göçü hakkındaki araştırmalarını Yeniçağa Gölü'nde de gerçekleştirmiştir. Kılıç ve Becer (2016), Yeniçağa Gölü'ndeki *Squalius cephalus*'un büyüme ve üreme özellikleri araştırılmıştır. Sönmez (2017), Yeniçağa Gölü'nün bentik omurgasız faunası ile gölün ekolojik parametrelerini karşılaştırdığı bir tez çalışması gerçekleştirmiştir. Kılıç ve Becer (2018), Yeniçağa Gölü'nün fizikokimyasal özellikleri ve klorofil-a içeriği hakkında bir araştırma yürütmüştür. Bolu ilinin sucul bitki türlerinin dağılışı konusunda İkinci ve Bayındır (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Yeniçağa Gölü'nün sucul bitkileri de incelenmiştir. Gençay (2019), gölde yaşayan *Astacus leptodactylus*'un popülasyon parametreleri üzerine bir yüksek lisans tezi gerçekleştirmiştir. Fikirdeşici-Ergen (2020) Yeniçağa Gölü'nde bulunan *Pontastacus leptodactylus*'un dokularında bulunan ağır metal profilini incelemiştir. Tokatlı ve ark., (2020) Yeniçağa Gölü'nün sedimentinden *Streptomyces boluensis* bakterisini izole ettiği

bir çalışma yapmıştır. Yıldız ve ark., (2021) gölün çevresindeki nematod çeşitliliğini incelemiştir. Zengin ve ark., (2021) Yeniçağa Gölü'nde ticari balıkçılık yönetiminin değerlendirildiği bir çalışma gerçekleştirmiş ve gölde bulunan balık popülasyonlarını incelemiştir.

Bu tez çalışması kapsamında Yeniçağa Gölü'nün zooplankton biyokütlesinin yıllara bağlı değişimi hesaplanmış ve zooplankton tür zenginliği, zooplankton yoğunluğu, klorofil-*a*, toplam azot, toplam fosfor değerleri ve göl suyunun bazı fizikokimyasal parametreleri ile olan ilişkisi hakkında değerlendirmeler yapılması amaçlanmıştır. Yapılan tez çalışmasıyla Yeniçağa Gölü'nde yapılmış olan zooplankton çalışmalarının güncelleştirilmesi ve ülkemizde sınırlı sayıda çalışmaya sahip olan zooplankton biyokütlesi araştırmalarına katkı sağlanması ve gelecekte Yeniçağa Gölü'nde yapılacak yeni araştırmalara temel oluşturulması hedeflenmiştir. Yeniçağa Gölü'nün zooplanktonu hakkında geçmişte yapılmış olan çalışmalar, çoğunlukla sistematik ve yoğunluğa dayalı değerlendirmelerden oluşmuştur. Sucul ekosistemlerde besin zincirinde zooplankton biyokütlesinin hesaplanmasına yönelik çalışmalar ülkemizde çok sıklıkla yapılmamaktadır. Zooplankton biyokütle çalışmaları besin zinciri değerlendirmeleri açısından önemli olup ülkemiz genelinde yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu sebeple gölde bulunan literatür eksikliğini gidermek amacıyla zooplankton biyokütlesinin saptanması ve elde edilen biyokütle değerlerinin göl suyunun bazı fizikokimyasal parametreleri, klorofil-*a*, toplam azot ve toplam fosfor değerleri ve geçmiş yıllara ait zooplankton biyokütlesi ile karşılaştırılması, istatistiksel analizler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Zooplanktonun Tanımı ve Genel Özellikleri

Plankton terimi, plankton ve balıkçılık biliminin kurucularından sayılan Alman zoolog Victor Hensen (1887) tarafından yapılmıştır. Plankton, Yunanca dolaşmak anlamına gelen “planao” kelimesinden türetilmiştir. Hareket organlarını kullanarak aktif olarak yer değiştirebilen organizmaları kapsayan nektonun aksine, hareket kabiliyetleri akıntılara dayanamayacak kadar düşük olan, suda sürüklenen tüm organizmaları kapsamaktadır (Harris ve ark., 2000). Türbülans ve akıntı kuvvetlerine maruz kalmalarına rağmen, neredeyse tüm zooplankton türleri hareket etmek için, en azından su sütunu içinde dikey olarak yer değiştirmek için, bazı özellikler geliştirmiştir. Çoğu zooplankton, birkaç ile yüz metre arasında değişen dikey göçler gerçekleştirebilmektedir. (Lampert, 1989). Çoğu tür, karanlıkta derin sulardan daha yüzeysel katmanlara doğru göç eder ve ışık miktarının yüksek olduğu zamanlarda daha derin katmanlara döner. Su sütunundaki maksimum zooplankton bolluğu, gece sırasında yüzey katmanlarında bulunmaktadır. Diğer yüksek zooplankton bollukları ise, gün doğumu ve gün batımı sırasında olmak üzere iki defa görülür (Wetzel, 2001).

Tüm yaşamlarını suyun pelajik bölümünde planktonik olarak geçiren organizmalar holoplankton, yaşam döngülerinin yalnızca bir kısmı için planktonik özellik gösteren organizmalar ise meroplankton olarak adlandırılmaktadır. Meroplankton terimi, larval evrelerinin tamamlanmasıyla planktonik özelliklerini kaybeden organizmaları kapsamaktadır. Zooplankton, meroplankton dahil edildiğinde, yaklaşık on bin tür ile çok çeşitli farklı organizmaları içerir. Boyutları birkaç mikrometreden iki metre çapa kadar değişebilmektedir. Zooplankton, nanoplanktondan megaplanktona kadar beş farklı boyut sınıfına sahiptir. Nanozooplanktonun (2-20 μm), bakterilerle beslenen heterotrofik nanoflagellatları içermektedir. Diğer protozoonların çoğu ve bazı Rotifera türleri mikrozooplanktona (20-200 μm) dahil edilmektedir. Crustacea grubuna ait zooplanktonun ergin evreleri, çeşitli omurgasız organizmaların meroplanktonik larvaları, balık yumurtaları ve larvaları ve Rotifera grubunun üyeleri mesozooplanktonu (0,2-20 mm) oluşturmaktadır. Makrozooplankton (2-20 cm) ve megazooplankton (20-200 cm)

grupları ise, Siphonophorae, Scyphozoa ve Ctenopora gibi çeşitli organizmaları içermektedir (Harris ve ark., 2000).

Pelajik besin ağı içerisinde çoğu yırtıcı, avladıkları organizmaları bölmeden yuttuğundan ötürü, zooplanktonun vücut büyüklüğü besin zinciri ilişkilerini etkilemektedir. Zooplankton, vücut boyutunu siklomorfizm veya mevsimsel polimorfizm göstererek değiştirebilmektedir. Siklomorfizm, özellikle Cladocera grubu içerisinde yaygın olarak görülmektedir. Ancak aynı zamanda bu duruma Protozoa ve Rotifera grupları arasında da rastlanmaktadır (Wetzel 2001).

Cladocera ve Rotifera gruplarında gerçekleşen mevsimsel polimorfizmin bu organizmalar için büyük adaptif öneme sahip olduğu varsayılmaktadır. Bu konuda gerçekleştirilen ilk araştırmalar sonucunda daha yüksek sıcaklıklarda suyun viskozitesinin azalması nedeniyle siklomorfik formların batmaya karşı daha büyük bir dirence sahip olduğunu varsayılmıştır (Wetzel, 2001). Günümüzde gerçekleştirilen araştırmalar sonucunda ise siklomorfizmin öneminin, avlanma baskısından kaçınmayı en aza indirmek olduğu düşünülmektedir.

Zooplankton, pelajik besin zincirinde tek hücreli algler tarafından fotosentez ile üretilen enerjiyi daha yüksek trofik seviyelere aktarması nedeniyle anahtar bir rol oynamaktadır. Zooplankton, hem balıkçılığın desteklenmesi hem de su kalitesinin korunması açısından bir su kaynağını doğrudan etkileyebilmektedir. Zooplankton biyokütlesinin yüksek seviyelere ulaşması, balık üretim potansiyelini arttırmaktadır. Zooplankton tarafından gerçekleştirilen otlama baskısının yüksek olduğu durumlarda ise, fitoplankton yoğunluğu belirli bir seviyeye kadar azalmaktadır (Havens, 2002). Zooplankton otlaması, organik ve inorganik karbon bileşenlerinin çökmesi ve gömülmesi yoluyla, atmosferle olduğundan daha fazla antropojenik CO₂'in miktarını ve bileşimini belirlemektedir. (Harris ve ark., 2000). Sucul ekosistemin ana bileşenlerinden biri olan zooplankton, çeşitli biyotik ve abiyotik faktörlerden etkilenmektedir. Besin konsantrasyonları, besin miktarı ve kalitesi ve ayrıca av baskısı, sucul ekosistemlerde zooplankton dengesini değiştiren faktörler arasında bulunmaktadır. (Rosińska, 2019).

2.1.1. Cladocera'nın Tanımı ve Genel Özellikleri

Cladocera grubu, Crustacea alt şubesinin göller, göletler, rezervuarlar, nehirler, nehir taşkın yatakları, bataklıklar, havuzlar ve kanallar gibi her türlü su habitatında yaşayabilen bir üst takımıdır. Cladocera grubu, otlama veya avlanma yoluyla beslenen farklı türleri içermektedir. Çoğu Cladocera cinsi; bakteri, detritus veya alg üzerinden beslenmektedir. Ancak *Leptodora*, *Bythotrephes*, *Polyphemus*, *Anchistropus* ve *Pseudochydorus* gibi bazı cinsler beslenme ihtiyaçlarını avlanma yoluyla karşılamaktadır. Başlıca zooplankton gruplarından biri olan Cladocera, pelajik besin ağlarında enerji akışında merkezi bir rol oynamaktadır. Cladocera grubunun besin ağının ortasındaki ekolojik konumu, onları kısa ve uzun vadeli çevresel değişiklikleri ve yukarıdan aşağıya veya aşağıdan yukarıya etkileşimleri araştırmak için uygun kılmaktadır. Bunun başlıca nedeni, birincil üreticiler ve daha yüksek trofik seviyeler arasında bir bağlantı oluşturmalarıdır. Avlanma ve rekabet baskıları, göl morfolojisi, su kimyası ve insan etkileşimleri gibi çeşitli faktörler Cladocera komünitesinde gerçekleşen değişimlerin sebeplerini oluşturmaktadır. Cladocera ayrıca bakteriler üzerinde otlama baskısı oluşturarak tatlı su ekosistemlerindeki mikrobiyal döngüyü yapılandırmaktadır. Aynı zamanda Cladocera grubu, fitoplankton komünitesinin yoğunluğu ve bileşimi üzerinde de güçlü bir etki göstermektedir. (Błędzki ve Rybak, 2016).

Cladocera grubuna dahil türler genel olarak mikrozooplanktonu oluşturmaktadır. Çoğu türün boyutları 0,2 ile 3,0 mm arasında değişmektedir. Bütün türlerin belirgin bir baş kısmı bulunur ve vücut iki kapakçıklı bir kabuk ile kaplıdır. Işığa duyarlı organlar genellikle büyük bir birleşik göz ve daha küçük bir basit gözden oluşur. Bileşik göz, embriyonik gelişim sırasında iki gözün kaynaşmasının sonucu oluşmuş bir yapıdır. Baş bölgesinde iki çift anten, bir çift mandibula ve bir çift maksilla bulunur. İlk antenler genellikle baştan daha kısadır. Bu organların kemosensör görevi gösterdiği düşünülmektedir. İkinci anten çifti, başın arka kenarında, vücudun her iki yanında mevcuttur. Bu anten yapıları tipik olarak hareket için kullanılır. İlk maksilla çifti genel olarak birkaç kavisli dikene sahip pul benzeri bir yapıdadır ve kolayca görülmez. İkinci maksilla çifti bazı cinslerde körelmiştir. Labrum ağzın hemen üzerinde bulunmaktadır. Baş, kısmen veya tamamen şeffaf bir karapas ile kaplanmış olan toraks ile birleşmiştir. Karapas, genellikle çizgiler, dikenler ve çukurlar ile kaplıdır. Hidrofobik bir dış iskelete sahip olduklarından ötürü karapaksın kimyasal özellikleri Cladocera grubu için

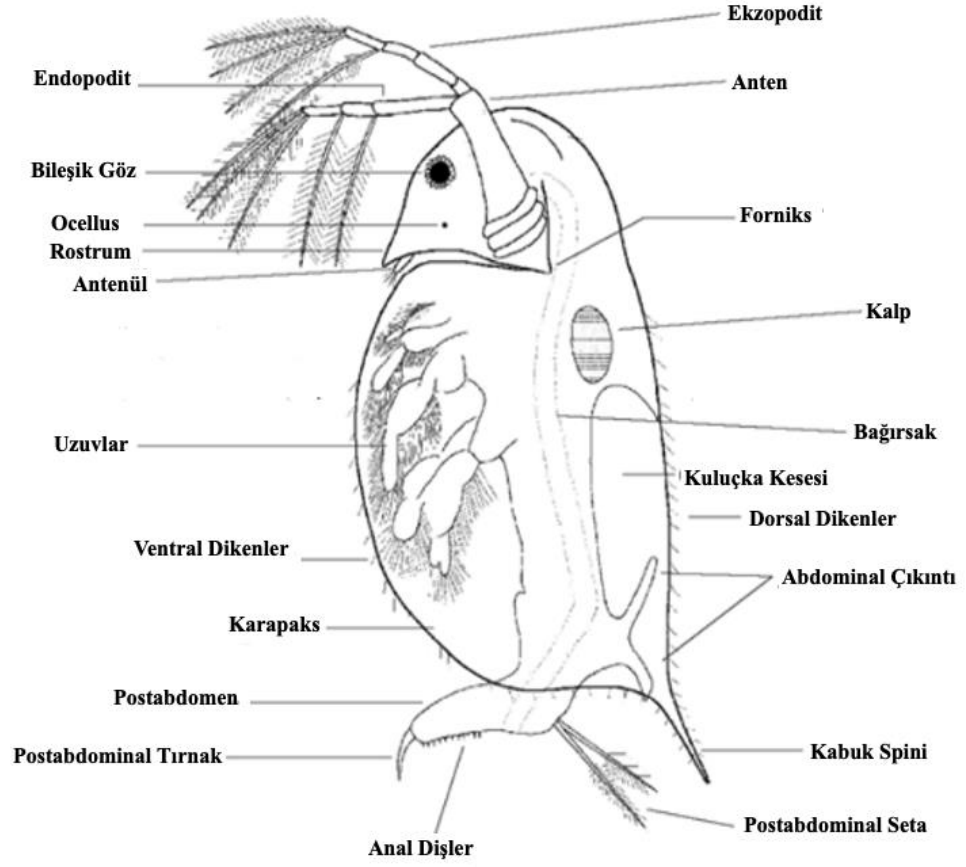
önemlidir. Karapas aynı zamanda, yumurtalar için bir kuluçka odası görevi yapmaktadır. Cladocera üyeleri besinlerini torasik üyeleri aracılığıyla yakalarlar. Çeşitli Cladocera türleri arasında besin yakalama yöntemlerinde belirli farklar bulunmaktadır. Littoral türler, besinlerini yakaladıktan sonra fazla suyu uzaklaştırırken, planktonik türler suyu süzerek beslenmektedir (Wetzel, 2001; Dodson, Cáceres ve Rogers, 2010; Smirnov, 2017).

Cladocera üyelerinin kolayca gözlemlenebilen iç organları, sindirim, üreme ve dolaşım sistemlerini içermektedir. Sindirim sistemi, baş ile karapasın birleştiği yere yakın olan ağızla başlar. Ağız, kıllı bir labrumun altındadır ve dış uca doğru açılan bir çift büyük segmentsiz mandibula arasında bulunmaktadır. Tübüler bir şekilde ve yeşil veya kahverengi renkte bulunan bağırsak; ağızdan çıkar, başın içinden geçer, göğüs ve karın boyunca devam eder ve anüste sonlanır. Bağırsak üç bölgeye ayrılmıştır. Ön ve arka bağırsak, hayvanın dışını kaplayan kütikül ile kaplıdır. Orta bağırsak ise yüzeyinde mikrovillusları barındıran bir epitel ile kaplıdır ve emilim bölgesi olarak görev yapmaktadır. Anüs, kapanma hareketini yapabilmek için bir sfinkterden yoksundur. Ergin Cladocera üyelerinin göğüs bölgesinde, bağırsak boyunca uzanan sarı veya turuncu renkli yağ depolama kürecikleri ve bir çift gonad vardır. Bu gonadlar, büyük yağ kürelerine benzer bir görüntüye sahiptir. Erkeklerde gelişen sperm, yağ globüllerine benzeyen büyük yuvarlak hücrelerden oluşmaktadır. Spermatozoa amoeboiddir ve tipik olarak 5-20 nm çapındadır. Dolaşım sistemi bir kalp ve vücut boşluklarından oluşur. Hızlı attığı açıkça görülen kalp, toraksın, bağırsağın üzerinde ve başın hemen arkasında yer alan açık ve kaslı bir organdır (Dodson, Cáceres ve Rogers, 2010).

Çeşitli Cladocera türleri, çevresel sinyallere yanıt olarak vücut şekillerini nesilden nesile değiştirebilmektedir. Küçük baş yapısına sahip bireyler, büyük ve dikenli baş yapısına sahip yavrular üretebilir. Kafa şeklinin yanı sıra kuyruk dikenleri için de değişiklikler meydana gelebilir. Organizma genellikle bir veya iki nesil boyunca laboratuvarında kültüre alındığında vücut parçalarının uzamasını kaybeder. Bu uyarılmış morfolojik değişiklikler, genellikle belirli yırtıcılar karşısında hayatta kalma oranını arttırmak amaçlı gerçekleştirilen adaptasyonlardır. İlkbaharda artan su sıcaklığı, ışık ve besin maddeleriyle birlikte, ılıman göllerde birbirini izleyen nesiller arasında görülen en yaygın mevsimsel siklomorfizm modeli, başın ön kısmının bir kask yapısı oluşturmak üzere kademeli olarak genişlemesidir. Karapaks uzunluğu, ilkbahar ve yaz arasında çok az değişir ve sonbaharda

tekrar bir miktar artar. Partenogenetik yumurta sayısı, genellikle büyük kasklı yaz formlarında belirgin şekilde azalır. Kask yapısının gelişimi ve değişimi, farklı türler arasında ve aynı tür içerisinde farklı çevre koşullarında son derece değişkendir. Subtropikal ve tropikal sularda, siklomorfizm, kış ve yaz ayları arasında büyük bir sıcaklık değişimi olduğu durumlar dışında zayıftır. *Bosmina*, *Ceriodaphnia* ve *Chydorus* cinslerindeki siklomorfizm, *Daphnia* cinsinden çok daha az belirgindir ve yaz aylarında gövde ve anten uzunluğundaki hafif değişimlerden oluşur. Cladocera grubunda siklomorfizme neden olan mekanizmalar çokça araştırılmıştır. *Daphnia* cinsinde sıcaklığın baş yüksekliğini etkileyen birincil uyarıcı olduğu ve embriyogenezin ortasında etkili olmaya başladığı bilinmektedir. Ayrıca su akıntılarının da Cladocera siklomorfizminde önemli bir faktör olduğu bilinmektedir (Wetzel, 2001, Dodson, Cáceres ve Rogers, 2010).

Cladocera grubu, esas olarak partenogenez yoluyla üreyen hayvan gruplarından biridir. Belirsiz sayıda partenogenetik nesilden sonra, bir Cladocera bireyi gamogenetik üremeye geçebilir. Bu durumdan ötürü erkekler bireyler genellikle nadir görülür. *Leptodora* cinsi hariç, Cladocera grubunun yaşam döngülerinde larva evresi yoktur. Dişi Cladocera üyelerinin çift yumurtalıkları vardır. Yumurtalıkta bir hücre gelişerek yumurtaya dönüşürken diğer hücreler yumurta oluşumu sırasında emilen bakıcı hücreleri oluşturur. Partenogenetik dişiler ya kuluçka kesesine çok sayıda yumurta bırakırlar ya da sadece iki yumurta bırakırlar. Poliembriyonik türlerde yumurta sayısı sabit değildir ve besin kaynağı yetersizse azalabilir (Smirnov, 2017).



Şekil 2.1. Cladocera grubundan Daphnia cinsinin genel vücut yapısı (Bleşzki ve Rybak, 2016)

2.1.2. Copepoda'nın Tanımı ve Genel Özellikleri

Copepoda, Crustacea alt şubesinin dünyanın doğal ve insan yapımı bütün sucul ekosistemlerinde bulunabilen bir alt sınıftır. 12.500'den fazla tanımlanmış türe sahip olan Copepoda, genellikle küçük boyutlarına rağmen çok büyük bir öneme sahiptir. Serbest, substrata bağlı ve ekstrem fizikokimyasal habitatlarda yaşayabilme özelliklerini kapsayan yaşam stratejilerine ek olarak Copepoda grubu üyeleri, sucul ekosistemde bulunan diğer metazoanlarla parazit ilişki de kurabilmektedir. Bu çeşitli yaşam stratejileri, Copepoda grubuna morfolojik plastisite sağlar. Copepoda grubunun serbest yaşayan üyeleri, Calanoida, Cyclopoida ve Harpacticoida olmak üzere üç farklı takımda sınıflandırılmaktadır (Martin, 2014, Wetzel, 2001).

Tatlı su sistemlerinde bulunan Copepoda türlerinin vücut yapısı, bir dış iskelete sahip uzun, segmentli bir gövdeden oluşmaktadır. Genellikle gövdelerini, prosoma ve ürosoma olmak üzere iki bölüme ayıran tek bir ana eklem bulunmaktadır. Cyclopoida ve Harpacticoida takımlarında, ana vücut eklememesi beşinci ve altıncı torasik segmentler arasında; Calanoida takımında ise, altıncı torasik segment ile genital segment arasında bulunmaktadır. Baş, birinci ve bazen ikinci torasik segment ile kaynaşmıştır. Toraks, maksillipedleri taşıyan segmentle başlayan ve genital segmentle biten yedi farklı segmentten oluşmaktadır. Ürosomada segment sayısı genellikle üç ile beş arasında değişmektedir. Baş; birinci antenler, ikinci antenler, mandibulalar, birinci maksillalar ve ikinci maksillalar olmak üzere beş çift eklemli uzantıya sahiptir. İlk anten üreme, hareket ve beslenme ile ilgili birçok önemli işleve hizmet etmektedir. Bu organ aynı zamanda karşı eşeyi saptama, av bulma ve potansiyel avcılardan kaçma işlevlerinde yardımcı olabilecek kemoreseptörler ve mekanoreseptörler ile donanmıştır. Erkek Copepoda üyelerinin ilk antenlerinde aniden bükülebilen bir eklem yapısı vardır ve bu yapı çiftleşme sırasında dişiyi kavramak için kullanılmaktadır. Copepoda üyeleri, genellikle beş veya altı çift iyi gelişmiş torasik üyeye sahiptir. Birinci torasik segment maksillipedleri taşıırken, ikinci ve beşinci segment yüzme bacaklarını taşımaktadır. Cyclopoida ve Harpacticoida üyelerinde beşinci bacak çifti oldukça küçülmüştür. Calanoida üyelerinde beşinci bacaklar dışıde iyi gelişmiş ve simetriktir, erkeklerde ise yüksek oranda asimetriktir ve çiftleşme sırasında dişileri kavramak için kullanılmaktadır. Cyclopoida ve Harpacticoida grupları erkeklerde daha büyük olan körelmiş altıncı bacaklara sahiptir. Abdominal vücut üyeleri Copepoda grubunda bulunmamaktadır. Ürosoma, çeşitli

şekillerde seta ve dikenlere sahip olan iki kaudal rami ile sonlanmaktadır (Williamson ve Reid, 2001).

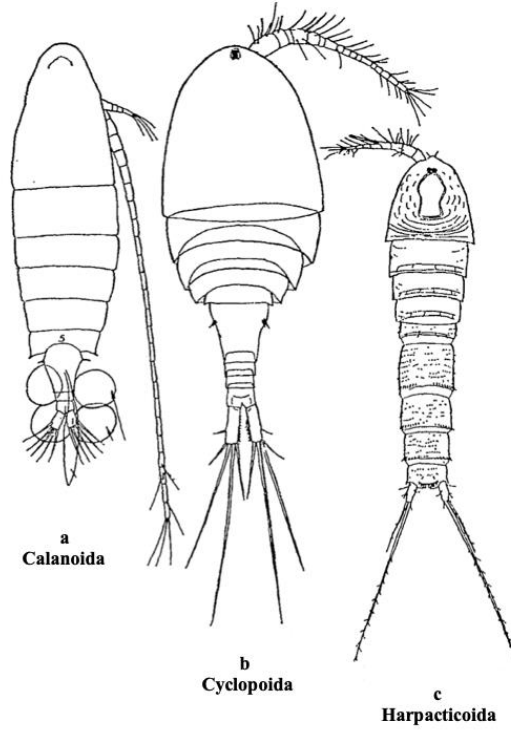
Cyclopoida ve Harpacticoida gruplarının dolaşım sistemi, kalp veya kan damarı olmayan bir hemosolen oluşur. Kan, vücut ve bağırsak hareketleriyle vücut içerisinde dolaşır ve solunum genel vücut yüzeyleri aracılığıyla gerçekleşir. Copepoda grubunun solungaçları veya diğer solunum organları bulunmamaktadır. Calanoida üyeleri, bir çift lateral ostium ve bir ventral ostium içeren bir dorsal kalp ile daha gelişmiş bir dolaşım sistemine sahiptir. Kan önden kısa bir ön aort tarafından taşınmaktadır. Copepoda grubunun sindirim sistemi ağız, yemek borusu (ön bağırsak), orta bağırsak, arka bağırsak ve anüsü içermektedir. Ağız çevresinde değişken sayıda labral bez bulunmaktadır. Sindirim kanalının genel yapısı ve ilişkili hücrelerin sayısı ve türleri, türlerin beslenme alışkanlıklarına göre değişim göstermektedir. Copepoda türlerinin sinir sistemi, iki büyük sirkumözofageal bağla ventral sinir kordonuna bağlı bir supraözofageal gangliondan oluşmaktadır. Copepoda grubunun çeşitli duyu reseptörleri bulunmaktadır. Tatlı su Copepoda türleri, görüntü oluşturamayan basit bir nauplius gözüne sahiptir (Williamson ve Reid, 2001).

Birkaç Harpacticoida türü dışında Copepoda grubunda üreme ayrı eşeylidir. Verimli bir diploid zigot oluşumu için erkek ve dişi arasında çiftleşme ve ardından haploid gametlerin birleşmesi gerekmektedir. Dişi Copepoda üyelerinde orta bağırsağın dorsalinde bir yumurtalık bulunmaktadır. Erkek Copepoda üyeleri ise tek bir dorsal gonada sahiptir. Bu gonad, vas deferens, seminal vezikül, spermatoforik kese ve boşalma kanalından oluşmaktadır. Erkek Calanoida üyelerinde tek bir gonopor bulunurken, dişi Calanoida üyelerinde ve hem erkek hem de dişi Cyclopoida ve Harpacticoida üyelerinde eşleştirilmiş gonoporlar bulunmaktadır. Spermatoforlar, Calanoida ve Harpacticoida gruplarında uzun ve silindriktir ve Cyclopoida grubunda daha kompakt ve sıklıkla böbrek şeklindedir (Williamson ve Reid, 2001).

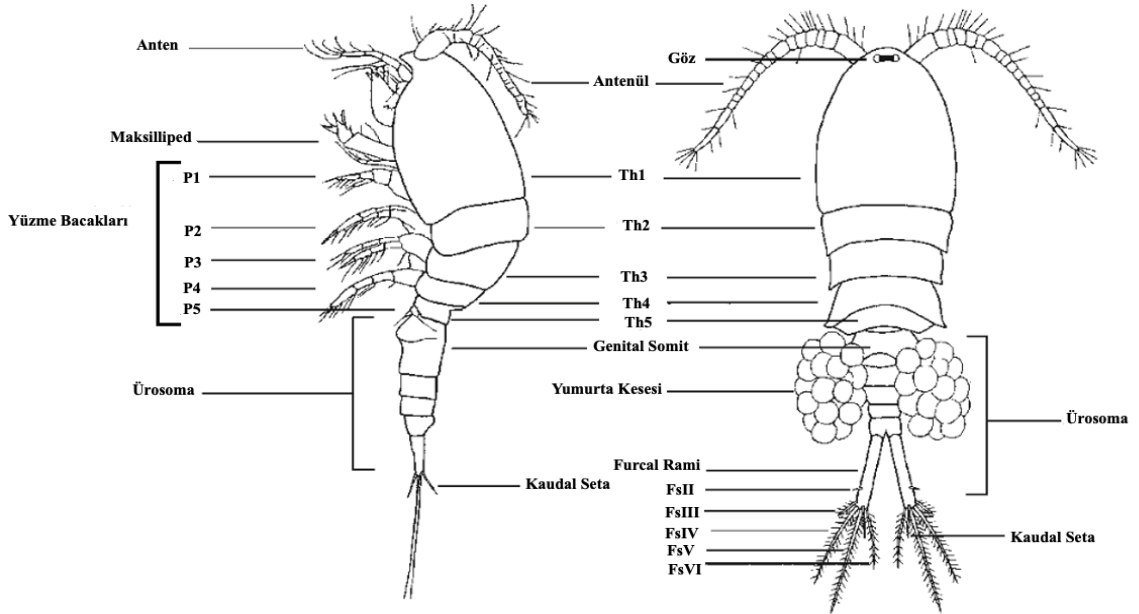
Copepoda üyelerinin yaşam döngülerinde, altı adet nauplius evresi (N1-N6) ve ardından sonucusu ergin birey olan altı kopepodit evre (C1-C6) bulunmaktadır. Nauplius larvası, birinci anten, ikinci anten ve çeneler olmak üzere üç çift uzantıya sahip yuvarlak bir gövdeye sahiptir. Gelişim sırasında, nauplius gövdesi uzamaya başlar, ek vücut uzantıları ortaya çıkar ve mevcut vücut uzantıları daha uzun bir hale gelir. Son nauplius ve ilk kopepodit evresi arasında belirgin bir metamorfoz meydana gelir. Kopepodit evrelerinde

vücut belirgin bir şekilde prosoma ve ürosoma ayrımı gösterdiğinden, morfolojik olarak yetişkinlere çok daha benzer bir yapıda bulunmaktadır. Ergin Copepoda üyelerinin cinsiyetleri dimorfiktir. Cinsel dimorfizm; birinci anten, beşinci ve altıncı bacakların yapısındaki farklılıklar, ürosoma segmentlerinin sayısı ve dişilerin erkeklere göre genel olarak daha büyük vücut boyutlarına sahip olmaları ile karakterize edilmektedir. Vücut büyüklüğündeki cinsel dimorfizm, Cyclopoida takımında Calanoida ve Harpacticoida takımlarına göre daha belirgindir (Williamson ve Reid, 2001).

Copepoda grubunun tatlı su ekosistemlerinde av popülasyonları üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Çoğu Copepoda üyesi avlarının dağılımını ve morfolojisini değiştirebilen seçici yırtıcılardır. Pek çok av türünün sert lorikaları, dikenleri, jelatinimsi kılıfları ve sahip oldukları hızlı kaçış tepkilerinin tümü, Copepoda türleri tarafından uygulanan avlanma baskısını azaltmada kullanılan etkili bir adaptasyondur. Copepoda türleri aynı zamanda başka Copepoda üyeleri ve balıklar için de önemli birer av görevi görmektedir.



Şekil 2.2. Copepoda alt sınıfının Calanoida, Cyclopoida ve Harpacticoida takımlarının vücut tipleri (Dussart, 1967)



Şekil 2.3. Copepoda alt sınıfında Cyclopoida takımının genel vücut yapısı (Błędzki ve Rybak, 2016)

2.1.3. Rotifera'nın Tanımı ve Genel Özellikleri

Rotifera şubesi tipik olarak uzunlukları 50–2.000 µm arasında değişim gösteren, çoğunlukla tatlı sularda bulunan ve yaklaşık 2.000 farklı türü içeren bir canlı grubudur. Çoğu rotifer tatlı sularda yaşamasına rağmen bazı cinslerin acı ve tuzlu sularda yaşayabilen üyeleri de bulunmaktadır. Rotifera grubunun üyeleri göze çarpan iki özelliğe sahiptir. Bunlardan ilki, ön kısımlarında bulunan korona adı verilen özel bir kirpikli bölgedir. Korona bölgesi genellikle trokus ve cingulum olarak adlandırılan iki eş merkezli kirpik halkasından oluşan bir yapıdır. Birçok Rotifera türünün koronası dönen bir çark şekline benzemektedir. Bu sebeple Rotifera şubesi 'tekerlekli hayvanlar' olarak da bilinmektedir. Bütün Rotifera üyeleri koronayı bir yiyecek toplama organı olarak kullanırken, serbest yüzen Rotifera türlerinde korona aynı zamanda hareket organı olarak da kullanılmaktadır. Tüm Rotifera türlerinin sahip olduğu ikinci bir belirgin özellik ise trofi adı verilen ve karmaşık bir çene setini içeren kaslı bir farinks yapısıdır (Wallace ve Snell, 2010).

Farklı Rotifera türlerinin vücut yapıları, solucan benzeri silindir bir yapıdan çok çeşitli geometrik şekillere kadar değişim gösterir. Tipik olarak, vücut, baş, boyun (bazı türlerde), gövde ve ayak olmak üzere üç veya dört bölgeden oluşmaktadır. Vücut yapıları bu şekilde farklı bölümlere ayrılmasına rağmen bu bölümler belirgin segmentler ile ayrılmamıştır. Birçok türde, özellikle Bdelloidea sınıfında, bu vücut bölümleri aynı bir eklem gibi işlev görür ve böylece hayvan kendisini sırasıyla bükebilir veya kısaltabilir. Monogononta sınıfında, erkek bireyler genellikle çok daha küçüktür ve ergin dişilerden farklı bir morfolojiye sahiptir. Ek olarak, erkek rotiferler genellikle yapısal olarak daha basittir. Ayak genellikle vücuttan ventral olarak uzanır. Genellikle iki parmaklıdır ancak bu sayı sıfırdan dörde kadar değişim gösterebilir. Ayak, yüzeylere geçici olarak tutunmak için yapışkan salgılar üreten pedal bezlerini de barındırabilir. Rotifera grubu, intrasitoplazmik lamina olarak adlandırılan ve filament tabaka içeren bir vücut duvarına sahiptir. Kabuğun kalın bir intrasitoplazmik lamina ile güçlendirildiği türlere lorikat ve kalınlaşmış vücut duvarına ise lorika denir. Kapsamlı bir intrasitoplazmik laminası olmayan türlerin derisi ince ve esnek bir yapıda bulunmaktadır. Birçok Rotifera türü, genellikle ön ve arka uçlarda çeşitli sabit veya hareketli dikenlere sahiptir. Bu dikenlerin, en başta yırtıcılardan korunma gibi çeşitli işlevleri bulunmaktadır (Wallace ve Snell, 2010).

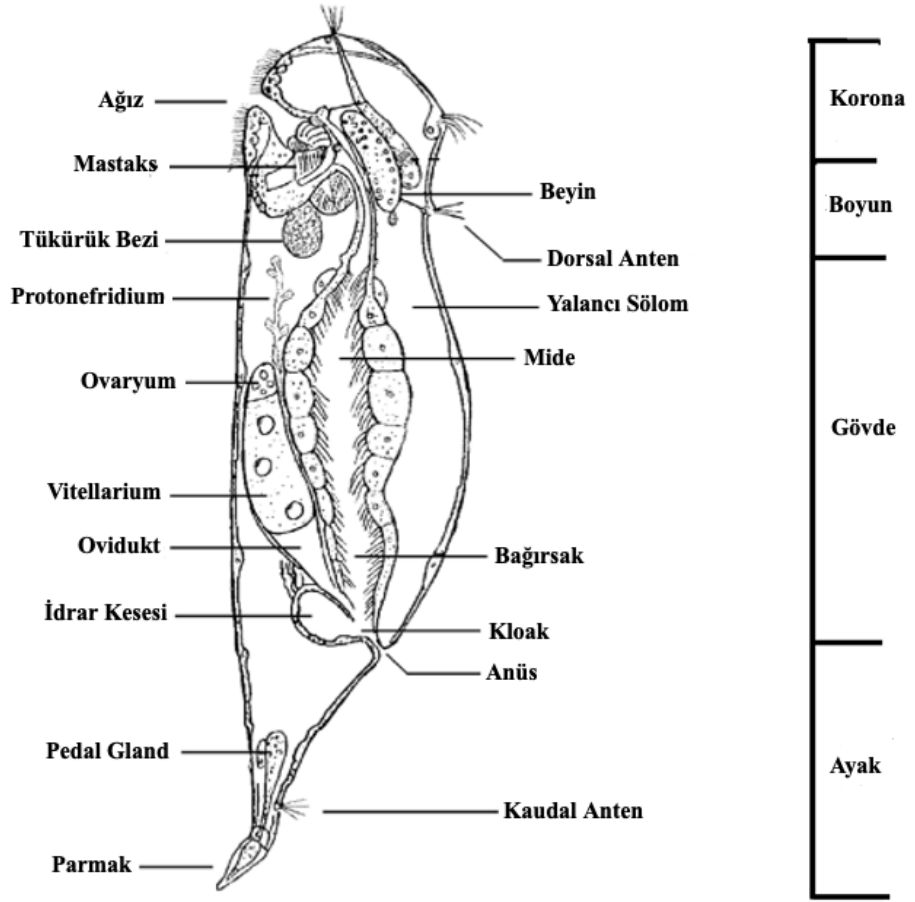
Bazı Rotifera üyelerinin diyetleri son derece özelleşmiş olsa da birçok tür hem bitkisel hem de hayvansal bir beslenme davranışı göstererek omnivor olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte, omnivor türler bile yiyecek elde etme yöntemlerinde zaman zaman farklılık göstermektedir. Örneğin, otçul cinslerden olan *Brachionus* ve *Ptygura*'nın küçük siliatları tükettiği görülmüştür. Rotifera türleri, zooplanktonu oluşturan diğer gruplar ile sınırlı besin kaynakları için rekabet edebilirler. Genel olarak zooplankton içerisinde, besin rekabeti açısından, Rotifera grubu, Cladocera ve Copepoda grubuna kıyasla daha zayıftır. Bu nedenle, özellikle Cladocera grubu, besin türü ve boyutu açısından Rotifera grubuna göre daha geniş bir besin çeşitliliğine sahiptir ve doğrudan rekabet yoluyla Rotifera popülasyon artışını baskılayabilir (Wallace ve Snell, 2010).

Av baskısı, Rotifera popülasyon dinamiklerinde görülen bir başka düzenleyici faktördür. Rotifera bireyleri, diğer rotiferler, böcek larvaları, çeşitli Cladocera ve Copepoda türleri ve planktivor balıklar gibi çok çeşitli gruplar için av olma özelliği taşımaktadır. Çoğu Rotifera türü şeffaf ve oldukça küçüktür. Bu özellikleri, balıklar için görünürlüklerini azaltarak çeşitli Rotifera türlerine fayda sağlarken, küçük vücut boyutları ise omurgasız avcılara karşı kendilerini daha savunmasız hale getirmektedir. Pek çok Rotifera türü, diğer zooplanktonik organizmalar tarafından avlanmamak için vücutlarında lorika, diken ve diğer çeşitli çıkıntılar barındırmaktadır. Bazı Rotifera türlerinde dikenler, *Asplanchna* ve çeşitli Copepoda üyeleri gibi omurgasız yırtıcılar tarafından salınan çözünür maddelerin birikmesine tepki olarak üretilmektedir. Dikenli morfotipler, organizmanın manipüle edilmesini ve yutulmasını daha zor bir hale getirerek omurgasız yırtıcılar tarafından yakalanma riskinde önemli bir azalma sağlamaktadır. Potansiyel bir yırtıcı tarafından rahatsız edildiğinde, *Brachionus calyciflorus*, koronasını geri çeker ve bunu yaparak psödosöloomunun içindeki hidrostatik basıncı artırır. Artan basınç posteriolateral dikenlerin dışa doğru genişlemesine sebep olur. Böylece vücut hacminde belirgin bir büyüme gerçekleşir. *Asplanchna* için avının büyüklüğündeki bu artış, yakalandıktan sonra yutulmasını önlemek için yeterlidir (Wallace ve Snell, 2010).

Rotifera grubu içerisinde görülen üreme özellikleri farklı türlerde önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. Sisonidea sınıfındaki türler, yalnızca eşeyli üreme ile çoğalmaktadır. Bdelloidea sınıfı tamamen aseksüel partenogenez ile çoğalmaktadır. Monogononta sınıfındaki türlerin çoğu eşeysiz üremenin baskın olduğu ancak bazen

eşeyli üremenin de meydana geldiği döngüsel bir partenogenez sergilemektedir (Wallace ve Snell, 2010).

Monogononta sınıfında görülen amiktik faz, erkek rotiferlerin yokluğunda gerçekleşmektedir. Bu süreçte periyodik olarak erkek bireyler üretilir ve ardından miktik faz gerçekleşir. Amiktik dişiler diploiddir ve diploid yumurtalar üretir. Monogononta türlerinin yaşam döngüsünün çoğu amiktik fazda geçer ancak belirli koşullarda, belirli bir çevresel uyaran tarafından başlatılan eşeyli üreme, popülasyon içinde eş zamanlı olarak gerçekleşir. Gerekli uyarı alındıktan sonra, amiktik dişiler hem miktik hem de amiktik dişiler üretmeye başlarlar. Miktik dişi üretimi, miktik üremede gerçekleşen ilk adımdır ve bunu erkek üretimi, çiftleşme, döllenme ve son olarak bir embriyo oluşumu izlemektedir. Miktik dişiler, mayoz yoluyla haploid yumurtalar üretirler ve bu yumurtalar, döllenmedikleri takdirde haploid erkeklere dönüşürler. Erkekler genellikle dişilerden daha küçük, daha hızlı yüzen ve daha kısa ömürlü bireylerdir. Döllenmiş miktik yumurtalar diploittir ve dinlenme yumurtaları veya kistleri olarak da adlandırılan diyapozlu embriyolara dönüşürler. Bu dormant embriyolar, zorlu çevre koşullarına karşı çok dirençlidir ve rüzgâr, su akıntısı veya göç eden hayvanlar tarafından geniş alanlara dağılılabirler. Işık, sıcaklık, tuzluluk ve oksijen konsantrasyonu gibi değişik uyaranların alınmasıyla dormansi dönemini sonlandıran organizmalar, yumurtadan amiktik dişiler olarak çıkarlar (Wallace ve Snell, 2010).



Şekil 2.4. Rotifera grubundan genel vücut yapısı (Wallace ve Snell, 2010)

2.2. Zooplanktonun Mevsimsel Dinamiği

Zooplankton sucul ekosistemleri etkileyen en önemli biyotik bileşenlerden biridir ve besin zinciri, besin döngüsü ve enerji akışında hayati bir rol oynamaktadır. Bu özelliklerin yanı sıra, zooplankton komünitelerinin yapısı, biyolojik etkileşimlerin yanı sıra mevsimsel ve fizikokimyasal parametrelerden de etkilenmektedir. Bu nedenle bazı türler çok çeşitli çevresel koşullarda bulunabilirken, bazıları ise birçok fizikokimyasal parametre ile sınırlıdır (Pal ve Chakraborty, 2014). Bu sebeplerle, zooplankton komünitesinin mevsimsel dinamikleri üzerine yapılacak çalışmalar, sucul ekosistemin özelliklerini incelemek açısından oldukça önemlidir. (Lim ve ark., 2019).

Tatlı su zooplankton komünitelerinde mevsimsel dinamiklerin düzenlenmesi hem biyotik hem de abiyotik mekanizmalara bağlanmıştır. Biyotik mekanizmalar hem besin maddesi varlığıyla hem de avcı organizmalar tarafından gerçekleştirilen predasyonu içermektedir. Sabit sıcaklıklarda, aşağıdan yukarıya faktörlerin zooplankton üreme oranlarını kontrol ettiği, yukarıdan aşağıya faktörlerin ise ölüm oranlarını düzenlediği bilinmektedir. Zooplankton mevsimsel döngüsünü düzenleyen abiyotik mekanizmalar, öncelikle sıcaklıktaki değişikliklerle ilişkilendirilmiştir. Sıcaklığın zooplankton popülasyonları üzerindeki etkileri, genellikle fitoplankton veya avcı organizma sayılarındaki artışlar gibi biyotik etkilerle bağlantılıdır. Daha doğrudan mekanizmalar, metabolizmanın sıcaklık duyarlılığını veya yaşam öyküsü özelliklerini içerir (Wolfenbarger, 1999). Sıcaklık, biyokimyasal kinetikten türlerin üreme zamanına kadar hemen hemen tüm biyolojik süreçlerin hızını etkiler ve daha yüksek sıcaklıklar tipik olarak daha pozitif etkiler gösterir. Belirli bir sıcaklık değerinin üzerinde ise bu pozitif etkiler tersine dönmeye başlar (Sommer ve ark., 2012).

Zooplankton komünitelerinin mevsimsel dalgalanmaları aynı zamanda biyotik faktörlerin etkisi altında da önemli miktarda değişim göstermektedir. Toplam azot, toplam fosfor ve fitoplankton biyokütlesi gibi çevresel faktörlerin tümü, zooplankton komünitesinin mevsimsel değişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Planktivor balıkların av baskısı zooplankton üzerinde yukarıdan aşağı bir kontrol uygular ve bu durum zooplankton yoğunluğunda bir azalmaya ve organizmaların vücut boyutlarında küçülmelerin görülmesine yol açabilir (Hu ve ark., 2019).

Zooplanktonun sucul ekosistemlerde fitoplanktonun yaptığı pikler sonucu ortaya çıkan besin maddesi bolluğuna yanıt olarak gelişim gösterdiği varsayılmaktadır. Fitoplankton üzerinden beslenen zooplanktonun bahar piki, fitoplankton biyokütlesinde bir düşüşe yol açar. Daha sonra, sınırlı besin kaynakları ve balıklar tarafından gerçekleştirilen av baskısı zooplankton biyokütlesini kontrol etmeye başlar. Ötrofik sistemlerde fitoplanktonun yaz artışı, yüksek oranda zooplankton tarafından tüketilemeyecek organizmaları içerir ve böylece fitoplanktona uygulanan yukarıdan aşağıya kontrolde bir azalma görülür (Sommer ve ark., 2012).

Zooplankton komünitesinin çoğunluğunun, düşük ışık, düşük sıcaklık ve besin maddesi azlığı gibi olumsuz koşullardan kaçınmak için kış aylarında diyapozaya girdiği düşünülmektedir. Ancak son araştırmalar zooplanktonun bazı göllerde aktif olarak kışı geçirdiğini ve belirli bir trofik durumla sınırlı olmadığını göstermektedir (Block, 2017). Zooplanktonda görülen çeşitli kışlama stratejileri, diyapoz evresine girme veya lipid rezervlerinin arttırılması gibi çeşitli seçenekleri içermektedir (Sommer ve ark., 2012).

2.3. Biyokütlenin Tanımı ve Zooplankton Biyokütlesinin Önemi

Biyokütle, belirli bir zamanda birim alandaki bütün canlı maddelerin kütlesi veya ağırlığıdır ve genellikle bireysel ağırlık ve birey yoğunluğunun çarpımı olarak hesaplanmaktadır (Wetzel, 2001). Bir organizmanın biyokütlesi, hacmi kullanılarak hesaplanabilir veya doğrudan tartılarak belirlenebilir. Birçok araştırmacı, ortalama uzunluk tahminlerinden ve uzunluk ve ağırlık arasındaki regresyonları kullanarak zooplanktonun ortalama kuru ağırlık biyokütlesini hesaplamaktadır. Düzensiz şekilli küçük organizmalar için hacim tayini yapmak zordur. Hacim hesabının yapılabilmesi için organizmanın bir küp, küre, silindir veya başka bir geometrik forma yaklaştığı varsayılmaktadır (Wetzel ve Likens, 2000).

Planktonik organizmaların çeşitliliği ve geniş boyut aralığı nedeniyle, basit hacim tahminleri enerji akışının biyolojik modelleri için gereken tüm bilgileri sağlamamaktadır. Bu nedenle araştırmacılar, biyokütle hesaplamaları için türe özgü uzunluk ve kuru ağırlık formülleri geliştirmiştir. Bu biyokütle hesaplama denklemleri genel olarak iki farklı biçimde kullanılmaktadır:

$$W = \alpha \times L^\beta$$

$$W = \text{Kuru Ağırlık } (\mu\text{g}) \quad L = \text{Uzunluk } (\mu\text{m})$$

Veya üstteki formülün logaritmik dönüşümü olan

$$\text{Ln}(W) = \text{Ln}(\alpha) + \beta \cdot \text{Ln}(L)$$

$$W = \text{Kuru Ağırlık } (\mu\text{g}) \quad L = \text{Uzunluk } (\text{mm})$$

Burada, “ β ” logaritmik ilişkinin eğimi ve $\text{Ln}(\alpha)$ kesişme noktasını temsil etmektedir (Watkins ve ark., 2011).

Vücut büyüklüğü zooplanktonik organizmaların en temel özelliklerinden biridir çünkü boyut farklılıkları avcı-av etkileşimlerinin dinamiklerini ve trofik etkileşimlerin gücünü etkilemektedir. Zooplankton vücut büyüklüğündeki değişimler; balıklar tarafından uygulanan avlanma baskısı, fizyolojik reaksiyonlara neden olan yüksek sıcaklıklar, yüksek besin maddesi varlığı, fitoplankton biyokütlesi ve bütün bu faktörlerin etkileşimleriyle açıklanmaktadır (Wang ve ark., 2022). Organizmanın uzunluk veya genişliğinde gerçekleşecek küçük bir değişiklik, hacimsel ve kütsel büyük bir değişiklikle sonuçlanabilmektedir (Wetzel ve Likens, 2000). Küçük boyutları ve kısa yaşam döngüleri nedeniyle zooplankton, biyokütlesinde ve komünite yapısında gerçekleşen değişikliklere neden olan çevresel streslere karşı hassastır. Bu tür değişiklikler, sucul ekosistemlerin besin ağlarındaki trofik bağlantıları da değiştirmektedir (Chiba ve ark., 2018).

Biyokütle ölçümleri, planktonik besin ağları arasında madde ve enerji transferini ölçmek için gerekli bir adımdır (Alcaraz, Saiz ve Calbet, 2003). Zooplankton biyokütlesi otlanmanın, besin maddesi döngüsünün ve ekosistemin üretkenliliğinin en önemli belirleyicilerinden biridir (Pace, 1986). Herbivor zooplankton biyokütlesi, çoğunlukla karbon veya enerji miktarı ile doğrudan ilişki içerisinde olan besin maddesinin varlığıyla ilgilidir. Çok sayıda çalışma, tatlı su ekosistemlerinde zooplankton ve fitoplankton biyokütlesi arasında genel bir pozitif ilişkiyi doğrulamaktadır. Fitoplankton her zaman zooplankton için tek besin kaynağı değildir ve birçok bölgede bakteri ve detritus da önemli besin kaynaklarını oluşturabilmektedir. Aynı zamanda, besin maddesi kalitesi de zooplankton biyokütlesi ve üretkenliğini etkileyebilen faktörlerden biridir (Hessen, 1992). En başarılı etçil türlerin diğer organizmaların biyokütlesi üzerinde gösterdikleri etkiler, mekansal ölçeklerde değişmektedir. Nispeten küçük ve homojen alanlarda avcı

türler, avlarının biyokütlelerinde düşüŖe sebep olarak diğer türlerin de etkilenmesine yol açar. Böylece avcı türler, daha düşük trofik seviyelerdeki organizmaların biyokütlelerini azaltabilir veya arttırabilir (Shurin, 2001).

3. ÇALIŞMA ALANININ TANIMI

Yeniçağa Gölü, 40°47' kuzey enlemi ve 32° 01' doğu boylamında, Ankara-İstanbul karayolu üzerinde, Türkiye'nin Batı Karadeniz bölgesinde bulunan bir tatlı su gölüdür. 1800 hektarlık yüzey alanına sahip olan göl, erken Kuvaterner dönemde tektonik faaliyetler sonucu oluşan 7 X 2,5 km'lik bir çöküntü içinde yer almaktadır ve deniz seviyesinden yüksekliği 976 metredir. (Erinç, Bilgin ve Bener, 1962). Göl, Kuzey Anadolu Fay Hattı Bolu Yeniçağa segmentinin bir parçasıdır ve Kuzey Anadolu Fay Hattının kuzeyinde yer almaktadır (Dengiz ve ark., 2009). Oluşumundan bu yana, gölün yüzey alanının bugünkü boyutuna göre yaklaşık üç kat küçüldüğü görülmektedir (Pekcan, 1996). Maksimum 5,2 m derinliğe sahip sığ ve ötrofik bir göl olup, birçok kuş türünü ve bitki taksonunu barındırması nedeniyle Türkiye'nin önemli sulak alanlarından biri olarak sayılmaktadır (Saygı ve Demirkalp, 2004b). Yeniçağa gölü iklim özellikleri açısından geçiş konumu özelliği göstermektedir. Göl, farklı mevsimlerde Batı Karadeniz, İç Anadolu ve Marmara bölgelerinin iklim özelliklerini göstermektedir (Zengin ve ark., 2021). Yeniçağa Gölü'nün uydu görüntüsü ve tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen arazi çalışmalarından elde edilen fotoğraflar Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Yeniçağa Gölü'nün uydu görüntüsü

Yeniçağa Gölü, yerleşim alanlarının aşırı genişlemesi, tarım alanların drenajı gibi insan faaliyetlerinin tehdidi altındadır. Ayrıca endüstriyel, evsel ve tarımsal kirliliğe maruz kalmaktadır (Saygı ve Demirkalp, 2004b). DSİ bünyesinde, gölde 1965 yılında başlayan bir planlı kurutma çalışması gerçekleştirilmiştir (Biçer, 1966).

Göl, batıda Kuzuviran ve doğuda Deliler Deresi olmak üzere iki akarsu üzerinden sürekli olarak önemli miktarlarda besince zengin sularla beslenmektedir. İlçenin evsel atıklarının bir kısmı bir arıtma işlemi uygulanmadan doğrudan derelere deşarj edilmektedir. İller Bankası tarafından 1989 yılında kurulan bir arıtma tesisi, kanalizasyon suyunun arıtılmadan göle boşaltılmasını engellemek amacıyla kullanılmaktadır. Ek olarak, gölün doğu kıyısında yer alan bir mezbahadan gelen arıtılmamış atık suları ve besin maddesi açısından zengin su, göldeki kirlilik seviyesini arttırmaktadır. Bu tür eş zamanlı faaliyetler göldeki su kalitesini düşürmekte ve biyolojik çeşitliliği bozmaktadır (Saygı ve Demirkalp, 2004b).

Yeniçağa Gölü, 2 metrelik derinliği ile Türkiye'nin en büyük turbalık alanına sahiptir (Erdem, Bozok ve Özbahar, 2017). Gölün sahip olduğu turbalık alanlar, bitki yetiştirme ortamı için mükemmel fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle Türkiye'deki en iyi organik topraklardan biri olarak kabul edilmektedir. Bu özellikler birçok sebze ve tarla bitkisinin üretimine olanak sağlamaktadır. Yeniçağa, Bolu turbalıkları 1980'li yılların başından itibaren turba madeni olarak kullanılmaya başlanmış ancak Türkiye'de o dönemde turba çıkarımına yönelik madencilik mevzuatının olmaması nedeniyle bu alan nispeten kısa sürede tahribata uğramıştır (Dengiz ve ark., 2009). Bölgedeki turbalıklar, Devonien ve Kretase dönemlerine ait kalker, bazaltik tüf, lav ve olistolitlerden oluşmaktadır. Gölün turbalık alanı geçmişte 240 km² iken drenaj, tarımsal kullanım, ağaçlandırma ve turba madenciliği nedeniyle 30 km²'nin altına inmiştir (Dengiz ve ark., 2009; Evrendilek ve ark., 2011). Günümüzde, gölün kuzey ve batısında geniş turba alanları bulunmakta ve bu alanda özel turba toprağı işletmeleri faaliyet göstermektedir (Kılıç ve Becer, 2018).



Şekil 3.2. Yeniçağa Gölü'nde arazi çalışmalarının gerçekleştirildiği mart, mayıs, temmuz ve eylül aylarında çekilmiş bazı görüntüler

4. GEREÇ VE YÖNTEMLER

4.1. Örnekleme Noktaları

Yeniçağa Gölü'nde daha önce örneklenmiş Mayıs 2017-Nisan 2018 dönemine ait zooplankton örnekleriyle karşılaştırma için aynı istasyonlardan örnek alma koşulu ile Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arası 10 arazi çalışması daha yapılmıştır. Yeniçağa Gölü'nün kış aylarında yüzeyin donması nedeniyle örnekleme yapılan her iki dönemde de ocak ve şubat aylarında arazi çalışması yapılamamıştır. Yeniçağa Gölü'nde gerçekleştirilen zooplankton örneklemleri ve arazi çalışmaları sırasında gölde gerçekleştirilen ölçümler, gölde daha önceden belirlenmiş 3 örnekleme istasyonunda gerçekleştirilmiş, örnekleme istasyonlarının gölün haritası üzerindeki yerleri Şekil 4.1'de, örnekleme istasyonlarından arazi çalışmaları sırasında elde edilen görüntüleri Şekil 4.2'de verilmiştir.

Yeniçağa Gölü'nde örnekleme yapılan 1. istasyon, Kuzuviran Deresinin göle karıştığı bölgenin 50 metre açığında, 2. istasyon gölün aynasında ve 3. istasyon göle dökülen kanalizasyon kanalının 50 metre açığında olacak şekilde seçilmiştir.



Şekil 4.1. Yeniçağa Gölü'nde her iki dönemde de arazi çalışmalarının gerçekleştirildiği istasyonların konumları



Şekil 4.2. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021-Kasım 2022 tarihlerinde örnekleme yapılan 3 istasyonun görüntüleri

4.2. Göl Suyunun Fizikokimyasal Parametrelerinin Tespiti

Yeniçağa Gölü'nün fizikokimyasal parametrelerinden; derinlik, sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde (TDS) arazi çalışmasının gerçekleştirildiği Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında YSI 556 MPS marka multiparametre kullanılarak 3 farklı istasyonda yüzeyden başlayarak tabana doğru 1 m aralıklarla ölçülmüştür. Derinlik ve ışık geçirgenliği Hydro-bios marka Secchi diski, turbidite ise ORION AQ 3010 turbiditemetre ile belirlenmiştir. Yeniçağa Gölü'nde toplam azot ve toplam fosfor için 3 istasyondan aylık örneklemeler yapılmış ve Standart Metot yöntemleri kullanılarak analiz ettirilmiştir.

4.3. Göl Suyunun Klorofil-*a* Değerinin Tespiti

Sucul ekosistemlerde zooplanktonun yoğunluğu ve biyokütlesi üzerinde büyük bir etkiye sahip olan klorofil-*a* değerinin tespiti için "Metanol Yöntemi" kullanılmıştır. Yeniçağa Gölü'nde gerçekleştirilen arazi çalışmalarından aylık olarak, 3 farklı örnekleme istasyonundan alınan su örnekleri laboratuvar ortamına getirilmiştir. Göl suyu örnekleri, Whatman GF/C filtre kağıtlarından süzölmüştür. Bu filtre kağıtları, 14 ml metanol içeren cam şişelere yerleştirilmiştir. Cam şişeler, önceden 70 °C'ye ayarlanmış su banyosunda 10 saniye boyunca kaynatılmış ve daha sonra karanlık bir ortamda 5 dakika boyunca soğuması beklenilmiştir. Şişeler soğuduktan sonra, filtre kağıtları ezilerek metanolden çıkartılmıştır. Geriye kalan metanol, 10 dakika boyunca 5000 devir/dakika devirle santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrasında geriye kalan metanol, Shimadzu UV-1800 model spektrofotometre içerisinde 665 nm'de absorbans değerlerinin belirlenmesi için kuvarz küvetlere alınmış ve okumalar yapılmıştır (Marker, 1994).

4.4. Zooplankton Örneklerinin Toplanması

Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017-Nisan 2018 ve Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasında 3 örnekleme istasyonunda gerçekleştirilen arazi çalışmalarında zooplankton örneklerinin toplanması için Hydrobios Apstein 30 µm gözenek açıklığına sahip zooplankton ağı kullanılmıştır. Zooplankton örneklerinin toplanması için plankton kepçesi su yüzeyinden yaklaşık olarak 25 cm aşağıda tutulmuş, göl üzerinde yatay 100 m

çekilmiş ve ayrıca her örnekleme noktasında dikey çekim de yapılmıştır. Gerçekleştirilen örnekleme sonuçlarında plankton kepçesinin haznesinde toplanan zooplankton örnekleri, 500 ml hacimli şişelere alınmış ve %4'lük formaldehit eklenmesiyle muhafaza edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında kullanılan 2017-2018 tarihleri arasına ait zooplankton örnekleri Hacettepe Üniversitesi BAP FHD-2017-13750 numaralı proje çalışması kapsamında toplanmıştır.

4.5. Zooplankton Türlerinin Tanımlanması

Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında örneklenen tüm zooplankton örneklerinin takson teşhisleri Leica DMR görüntülü mikroskobu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cladocera, Copepoda ve Rotifera grubunda bulunan organizmaların tür düzeyinde teşhisleri yapılmıştır. Teşhislerde Cladocera için Pennak (1978), Negrea (1983), Korovchinsky (1992) ve Dumont (2006); Copepoda için Dussart (1967, 1969), Kiefer (1952,1955, 1978) ve Dussart ve Defaye (2001) ve Rotifera için Kolisko (1974), Koste (1978), De Smet (1996), De Smet ve Pourriot (1997), Segers (1995, 2007) ve Dumont (2006) kullanılmıştır.

4.6. Zooplankton Örneklerinin Sayılması

Yeniçağa Gölü'nde toplanmış örneklerde bulunan birim hacimdeki zooplankton birey sayısını saptamak için Leica DMR görüntülü mikroskop ve 1 ml hacime sahip Sedgewick-Rafter Lamı kullanılmıştır. 1 ml örnekte bulunan Cladocera, Copepoda ve Rotifera türleri mikroskop altında sayılmıştır. Sayım sırasında Copepoda türlerinin nauplius ve kopepodit evrelerindeki birey sayıları da tespit edilmiştir. Aylık alınan örneklerde her istasyon için zooplankton sayımları 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar zooplankton ağından süzülen toplam su hacmine oranlanarak birim hacimdeki (m^3) organizma sayısı belirlenmiştir.

4.7. Zooplankton Türlerinin Biyokütlelerinin Hesaplanması

Yeniçağa Gölü'nden her iki dönemde de aylık olarak toplanmış örneklerde bulunan zooplanktonun biyokütlesini hesaplamak için Cladocera, Copepoda ve Rotifera

gruplarında bulunan organizmaların boyları Leica DMR görüntülü mikroskop altında ölçülmüştür. Aylık olarak toplanan örneklerin ölçümleri her istasyon için 3 tekrarlı yapılmış ve her türden ortalama 30 bireyin ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlerin yardımı ile Cladocera ve Copepoda grubunda bulunan türlerinin kuru ağırlığı Dumont ve ark., 1975 ve Bottrell ve ark., 1976'da verilmiş olan uzunluk-ağırlık formüllerinin yardımıyla hesaplanmıştır. Rotifera grubunun biyokütlesinin hesaplanması için Ejsmont-Karabin (1998) tarafından verilmiş olan formüller kullanılarak önce örneklerin yaş ağırlıkları hesaplanmış, daha sonra veriler kuru ağırlık değerlerine çevrilmiştir. Yapılan çalışmada, zooplanktonun biyokütlesini hesaplamak için kullanılan uzunluk-ağırlık formülleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ile Nisan 2018 ve Aralık 2021 ile Kasım 2022 tarihlerine ait aylık olarak örneklenmiş zooplanktonun biyokütlesini hesaplamak için kullanılan uzunluk-ağırlık formülleri

COPEPODA		ROTİFERA	
<i>Acanthodiptomus denticornis</i>	$W = 7,9 \times 10^{-7} \cdot x L^{2,33}$	<i>Asplanchna priodonta</i>	$W = 0,52 \times a \times b^2$
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	$W = 12,51 \times L^{4,40}$	<i>Brachionus calyciflorus</i>	$W = 0,127 \times a^3$
<i>Eucyclops serrulatus</i>	$W = 1,1 \times 10^{-7} \times L^{2,59}$	<i>Brachionus urceolaris</i>	$W = 0,253 \times a^3$
<i>Cyclops strenuus</i>	$W = 1,1 \times 10^{-7} \times L^{2,59}$	<i>Filinia longiseta</i>	$W = 0,105 \times a^3$
Kopepodit	$W = 1.10 \times 10^{-5} \times L^{1,89}$	<i>Keratella cochlearis</i>	$W = 0,149 \times a^3$
Nauplius	$W = 1.10 \times 10^{-5} \times L^{1,89}$	<i>Keratella quadrata</i>	$W = 0,296 \times a^3$
CLADOCERA		<i>Lepadella patella</i>	$W = 0,156 \times a^3$
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	$\ln W = 1,7512 + 2,6530 \times \ln L$	<i>Notholca acuminata</i>	$W = 0,039 \times a^3$
<i>Daphnia magna</i>	$W = 1,89 \times 10^{-6} \times L^{2,25}$	<i>Notholca squamula</i>	$W = 0,093 \times a^3$
<i>Daphnia pulex</i>	$W = 2,4 \times 10^{-8} \times L^{2,77}$	<i>Polyarthra vulgaris</i>	$W = 0,179 \times a^3$
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	$W = 1,76 \times 10^{-6} \times L^{2,11}$	<i>Synchaeta pectinata</i>	$W = 0,117 \times a^3$
		<i>Testudinella patina</i>	$W = 0,050 \times a^3$
		<i>Trichocerca pusilla</i>	$W = 0,157 \times a^3$

Çizelge 4.1'de verilen türlerden Cladocera ve Copepoda grubuna ait zooplanktonik organizmaların biyokütle hesaplamalarının yapılabilmesi için kullanılan formüllerde W = kuru ağırlık (μg), L = uzunluk (μm) değerlerini ifade etmektedir (Dumont et al., 1975). Cladocera ve Copepoda grubuna ait diğer türlerin haricinde *Ceriodaphnia dubia* türünün biyokütlesinin hesaplanması için kullanılan formülde W = kuru ağırlık (μg), L = uzunluk (mm) değerlerini ifade etmektedir (Bottrell et al., 1976). Rotifera grubunda kullanılan formüllerde ise W = yaş ağırlık (mg), a = uzunluk (mm) ve b = genişlik (mm) değerlerini

ifade etmektedir (Ejsmont-Karabin, 1998). Daha sonrasında Rotifera grubu için elde edilen yaş ağırlıklar *Asplanchna priodonta*'da %3,9 ve diğer türler için %10 oranına düşürülerek örneklerin kuru ağırlıkları hesaplanmıştır (Dumont et al., 1975).

4.8. İstatistiksel Analizler

Yeniçağa Gölü'nde tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen arazi çalışmalarında ölçülen fizikokimyasal parametrelerin ve iki farklı zaman dilimine ait zooplankton örneklerinin yoğunluk ve biyokütle değerlerinin aylara göre değişimlerinin anlamlı olup olmadığının saptanması amacıyla tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Ayrıca yıllara göre zooplankton yoğunluğu ve biyokütlesindeki değişimlerin anlamlı olup olmadığının test edilmesi için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Gölün fizikokimyasal parametreleri ve arazi çalışması sırasında örneklenen zooplankton türlerinin tür zenginliği, yoğunluk ve biyokütle değerleri arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir (Zar, 2010).

Bu tez çalışması kapsamında Aralık 2021-Kasım 2022 tarihlerine ait zooplankton örneklerinin biyokütle değerlerinin fizikokimyasal parametrelerle ilişkisinin tür bazında incelenmesi için ordınasyon analizleri kullanılmıştır. Zooplanktona ait biyokütle değerlerinin analiz edilmesi için kullanılabilir olan RDA ve CCA analizleri arasından hangisinin sahip olunan veri setine daha uygun olduğunun anlaşılması için öncelikle veri setine DCA (Detrended Correspondence Analysis) analizi uygulanmıştır. Her bir veri setine ayrı olarak uygulanan DCA analizi sonucunda elde edilen eksen uzunluk değerleri 4'ten büyük bulunmuştur. Jongman, Ter Braak ve Tongeren (1995)'e göre DCA analizi sonucunda elde edilen eksen uzunluk değeri 4'ten büyük ise veri setine CCA analizinin uygulanması gerekmektedir. Bu tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen bütün istatistiksel analizler R yazılımının AICcmodavg, broom, CCA, ggplot2, ggpubr, tidyverse ve vegan paketleri kullanılarak yapılmıştır.

5. BULGULAR

Yeniçağa Gölü'nde gerçekleştirilen bu tez çalışması kapsamında Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasında aylık olarak gerçekleştirilen arazi çalışmalarında göl suyunun fizikokimyasal parametrelerinden derinlik, ışık geçirgenliği, sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, toplam çözülmüş madde (TDS), turbidite, klorofil-*a*, toplam azot ve toplam fosfor değerleri tespit edilmiştir. Aynı zamanda Mayıs 2017 ile Nisan 2018 ve Aralık 2021 ile Kasım 2022 tarihleri arasına ait zooplanktonun tür kompozisyonları, yoğunluk ve biyokütle değerlerinin aylık değişimleri incelenmiş ve elde edilen bulgular istatistiksel analizler kullanılarak yorumlanmıştır.

5.1. Meteorolojik Bulgular

Yeniçağa Gölü'ne en yakın meteorolojik ölçüm istasyonu olan Bolu Meteoroloji İstasyonu'ndan elde edilen 1929–2021 yıllarına ait ortalama değerler Çizelge 5.1'de verilmiştir. Bolu Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan veriler incelendiğinde, ortalama sıcaklığın 0,5 °C (ocak) ile 19,9 °C (ağustos) arasında, ortalama en düşük sıcaklığın -3,6 °C (ocak) ile 12,6 °C (ağustos) arasında, ortalama yağışlı gün sayısının 4,5 gün (ağustos) ile 15,1 gün (ocak) arasında ve aylık toplam yağış miktarı ortalamasının 24,4 mm (ağustos) ile 60,3 mm (mayıs) arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen verilerden ocak ayının en soğuk, ağustos ayının ise en sıcak ay olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.1. Bolu iline ait 1929–2021 tarihleri arası bazı meteorolojik veriler

	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Ortalama Sıcaklık (°C)	0,5	1,8	4,7	9,6	14,1	17,3	19,8	19,9	16,1	11,8	6,9	2,7
En Yüksek Sıcaklık (°C)	19,8	24,1	29,3	31,8	34,6	37,0	39,3	39,8	38,5	34,4	27,0	23,5
En Düşük Sıcaklık (°C)	-31,5	-25,8	-19,8	-11,5	-2,3	0,0	2,8	1,4	-2,5	-5,8	-24,8	-29,1
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	15,1	12,1	14,7	11,7	14,7	12,8	4,6	4,5	7,5	11,3	9,5	12,6
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	57,6	48,7	11,7	50,6	60,3	58,1	27,8	24,4	28,7	40,9	45,1	58,7

5.2. Göl Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Parametreleri

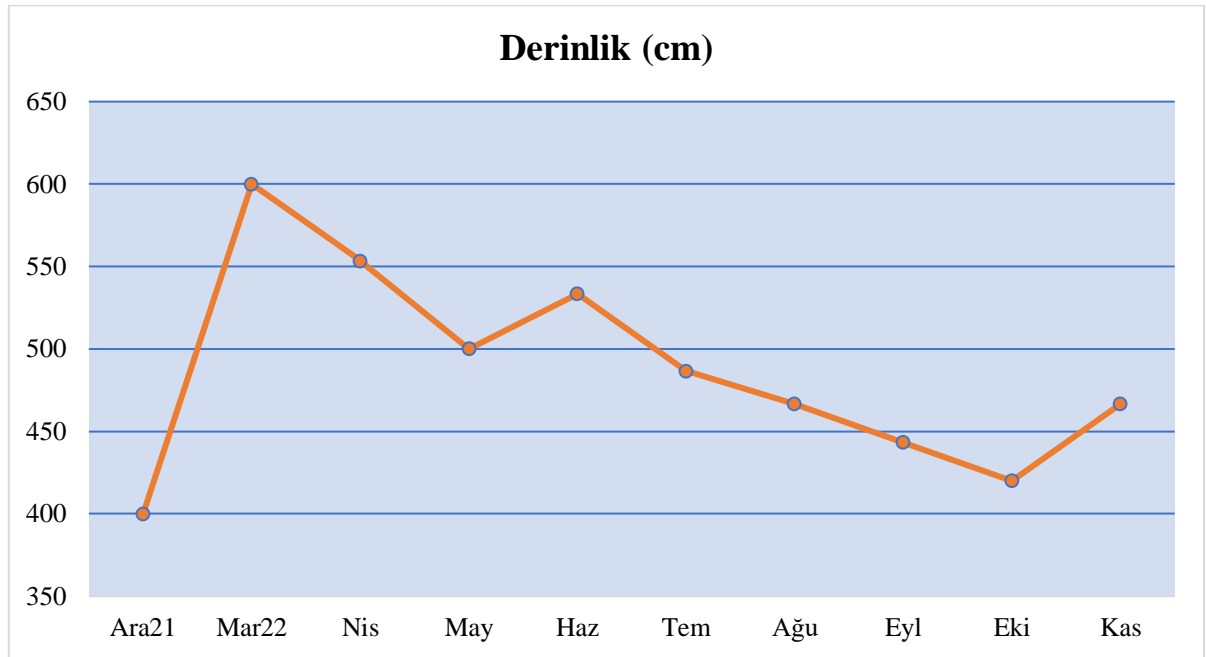
Yeniçağa Gölü'nde gerçekleştirilen arazi çalışmalarında 3 farklı örnekleme istasyonundan, göl suyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerinden derinlik, ışık geçirgenliği, sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş madde (TDS), turbidite, klorofil-*a*, toplam azot ve toplam fosfor değerleri ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar çizelgeler halinde verilmiştir.

5.2.1. Derinlik

Yeniçağa Gölü'nde arazi çalışmaları sırasında yerinde ölçülen derinlik değerleri Çizelge 5.2 ve Şekil 5.1'de verilmiştir. Yeniçağa Gölü'nün derinliği mevsimsel olarak değişim göstermiş olup 350-700 cm arasında ölçülmüştür. Gölde derinlik en düşük aralık ve en yüksek mart aylarında ölçülmüştür.

Çizelge 5.2. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında derinlik (cm) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı

	Ara21	Mar22	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas
1. İst	350	500	500	500	500	480	500	480	400	500
2. İst	450	700	700	600	600	550	500	450	500	500
3. İst	400	600	460	400	500	430	400	400	360	400



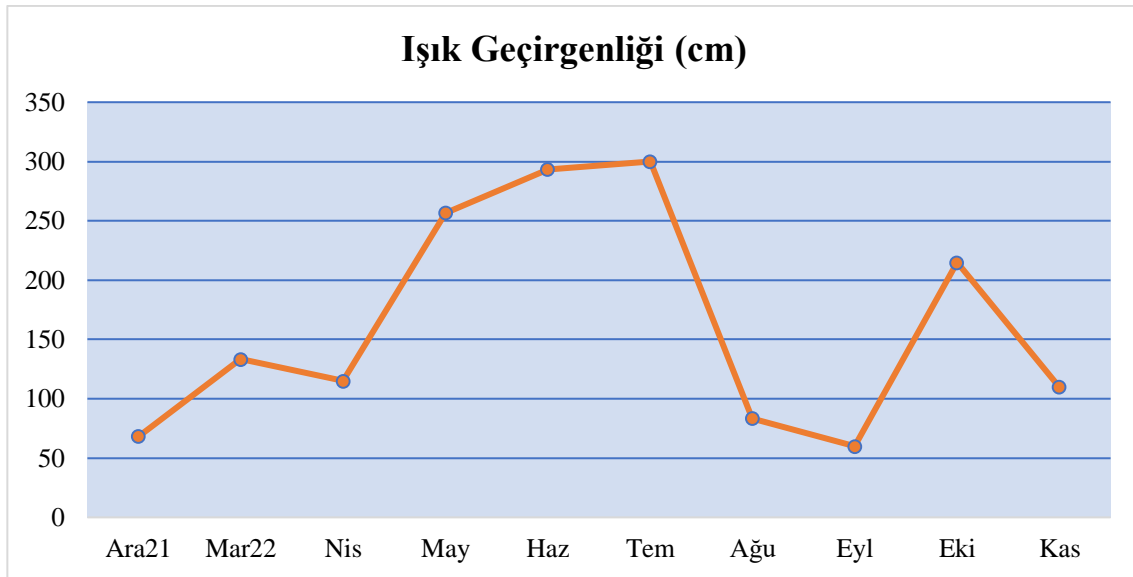
Şekil 5.1. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre ortalama derinlikte (cm) meydana gelen değişimler

5.2.2. Işık Geçirgenliği

Arazi çalışmalarının gerçekleştirildiği aylarda ışık geçirgenliği değerleri Secchi diski kullanılarak ölçülmüş ve elde edilen bulgular Çizelge 5.3 ve Şekil 5.2’de verilmiştir. Gölde, ortalama ışık geçirgenliği değerlerinin 45-300 cm arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Ölçülen en düşük ışık geçirgenliği değeri eylül ayında ve en yüksek değer ise temmuz ayında ölçülmüştür. Bu verilere göre, Yeniçağa Gölü’nün ışık geçirgenliğinin aylık değişimler gösterdiği saptanmış ve ışık geçirgenliğinin düşük olduğu ayların aynı zamanda gölde bulunan fitoplanktonik organizmaların artış gösterdiği aylar olduğu anlaşılmıştır.

Çizelge 5.3. Yeniçağa Gölü’nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında ışık geçirgenliği (cm) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı

	Ara21	Mar22	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas
1. İst	75	130	115	295	300	300	90	55	210	125
2. İst	60	135	115	300	300	300	85	80	210	110
3. İst	70	135	115	175	280	300	75	45	225	95



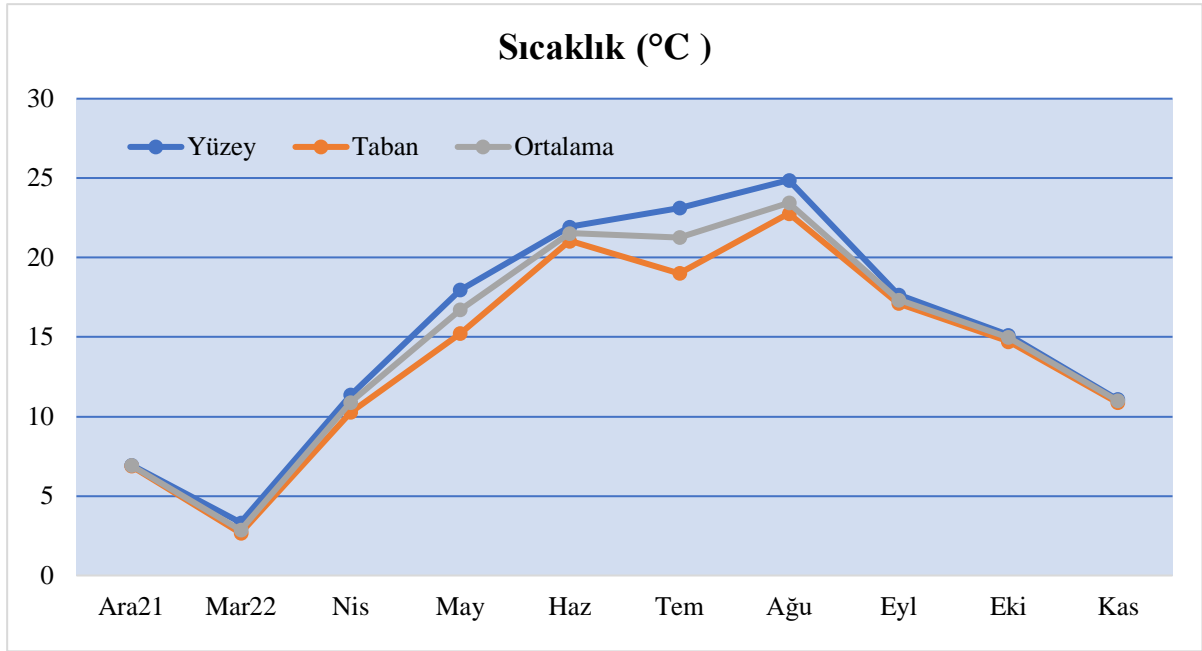
Şekil 5.2. Yeniçağa Gölü’nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre ortalama ışık geçirgenliği (cm) meydana gelen değişimler

5.2.3. Sıcaklık

Yeniçağa Gölü'nde arazi çalışmaları sırasında yerinde ölçülen su sıcaklığı değerleri, hava sıcaklığı değerlerine yakın değişimler göstermiş ve ayrıca su sıcaklığında mevsimsel olarak bariz farklılıklar saptanmıştır. Gölün yüzey ve taban su sıcaklığı değerlerinde gerçekleşen aylara ve istasyonlara bağlı değişiklikler Çizelge 5.4 ve Şekil 5.3'te sunulmuştur. Buna göre, Yeniçağa Gölü'nün su sıcaklığının minimum ve maksimum değerleri, yüzey ölçümlerinde 3,20-25,00 °C arasında ve taban ölçümleri 2,50-22,80 °C arasında tespit edilmiştir (Çizelge 5.4). Yüzey ve taban arasında görülen su sıcaklığı farkı 0,02-4,70°C arasında değişim göstermiş ve en yüksek fark temmuz ayında görülmüştür (Şekil 5.3). Bu değerlere göre, Yeniçağa Gölü'nde su sıcaklığının yaz ayları dışında su sütununda olabildiğince homojen dağıldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 5.4. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında su sıcaklığının (°C) aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı

		Ara21	Mar22	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas
1.	Yüzey	6,88	3,50	11,60	18,00	22,06	22,87	24,80	17,52	14,94	10,66
İst	Taban	6,70	2,80	10,55	15,70	20,90	19,57	22,78	17,30	14,68	10,56
	Ortalama	6,81	2,91	11,03	17,38	21,46	21,29	23,45	17,46	14,81	10,63
2.	Yüzey	7,00	3,30	11,50	18,10	21,90	22,90	24,83	17,48	15,22	11,06
İst	Taban	7,00	2,50	10,50	14,30	20,90	18,20	22,80	17,05	14,42	11,00
	Ortalama	7,00	2,86	11,14	16,51	21,49	20,99	23,36	17,20	14,94	11,05
3.	Yüzey	7,00	3,20	11,00	17,80	21,83	23,60	25,00	18,00	15,24	11,54
İst	Taban	7,00	2,70	9,80	15,66	21,38	19,29	22,76	17,02	15,08	11,07
	Ortalama	7,00	2,80	10,53	16,30	21,64	21,52	23,52	17,36	15,21	11,35



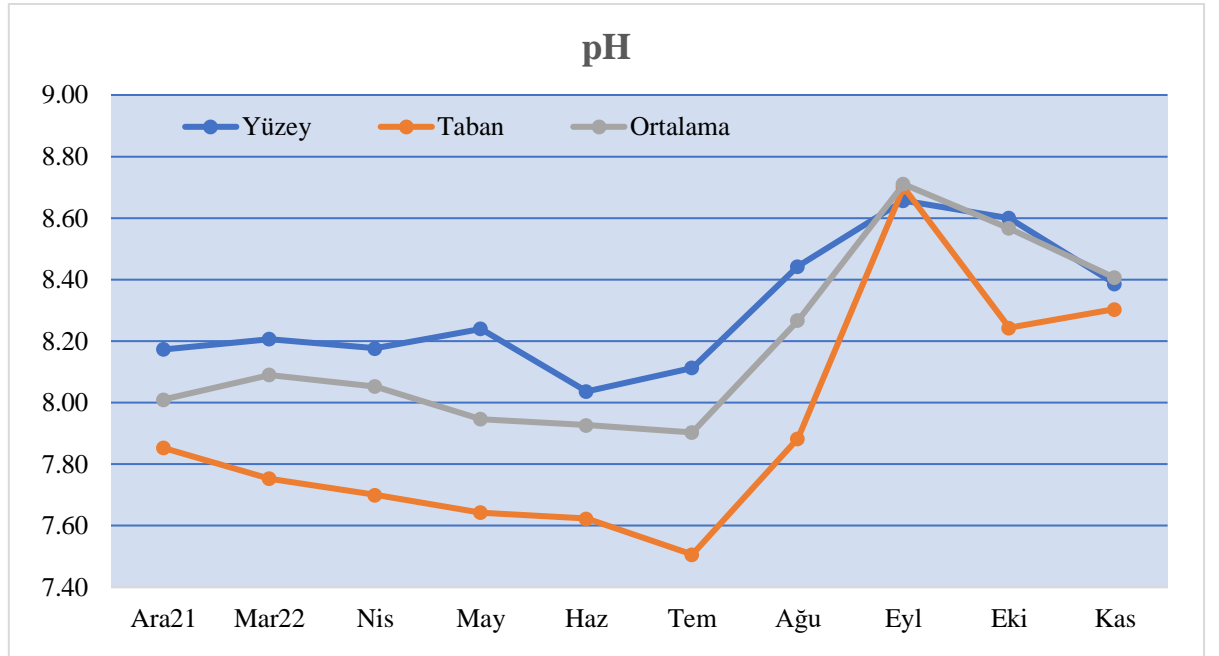
Şekil 5.3. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre ortalama su sıcaklığında (°C) meydana gelen değişimler

5.2.4. pH

Yeniçağa Gölü'nde arazi çalışmalarının gerçekleştirildiği üç farklı örnekleme istasyonunda ölçülen pH değerleri ile ilgili bulgular Çizelge 5.5 ve Şekil 5.4'te verilmiştir. Gölde ölçülen en düşük pH değeri mayıs ayında 7,28 ve en yüksek pH değeri eylül ayında 8,78 olarak ölçülmüştür (Çizelge 5.5). Yeniçağa Gölü'nde elde ortalama pH değerleri 7,70-8,80 arasında farklılık göstermiştir. Elde edilen bulgulara göre, gölde tespit edilen pH değerlerinin yüzeyde daha yüksek, tabanda ise daha düşük olduğu saptanmış ve yüzey ve taban değerleri arasında görülen en yüksek farkın mayıs ayında görüldüğü belirlenmiştir (Şekil 5.4). Gerçekleştirilen bu çalışmada ölçülen pH değerleri incelendiğinde göl suyunun hafif alkali bir yapıda bulunduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.5. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında pH değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı

		Ara21	Mar22	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas
1. İst	Yüzey	8,13	8,22	8,18	8,41	7,87	7,95	8,34	8,50	8,60	8,34
	Taban	7,61	7,67	8,07	8,34	7,33	7,59	7,95	8,70	7,83	8,08
	Ortalama	7,82	8,11	8,13	8,37	7,70	7,78	8,22	8,63	8,44	8,32
2. İst	Yüzey	8,18	8,21	8,25	8,16	8,11	8,17	8,47	8,69	8,54	8,39
	Taban	8,07	7,69	7,62	7,31	7,65	7,50	7,84	8,63	8,46	8,33
	Ortalama	8,13	8,02	8,08	7,7	8,02	7,98	8,29	8,70	8,61	8,40
3. İst	Yüzey	8,21	8,19	8,10	8,15	8,13	8,22	8,52	8,78	8,66	8,43
	Taban	7,88	7,90	7,41	7,28	7,89	7,43	7,86	8,77	8,44	8,50
	Ortalama	8,08	8,14	7,95	7,77	8,06	7,95	8,29	8,80	8,65	8,50



Şekil 5.4. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre ortalama pH'da meydana gelen değişimler

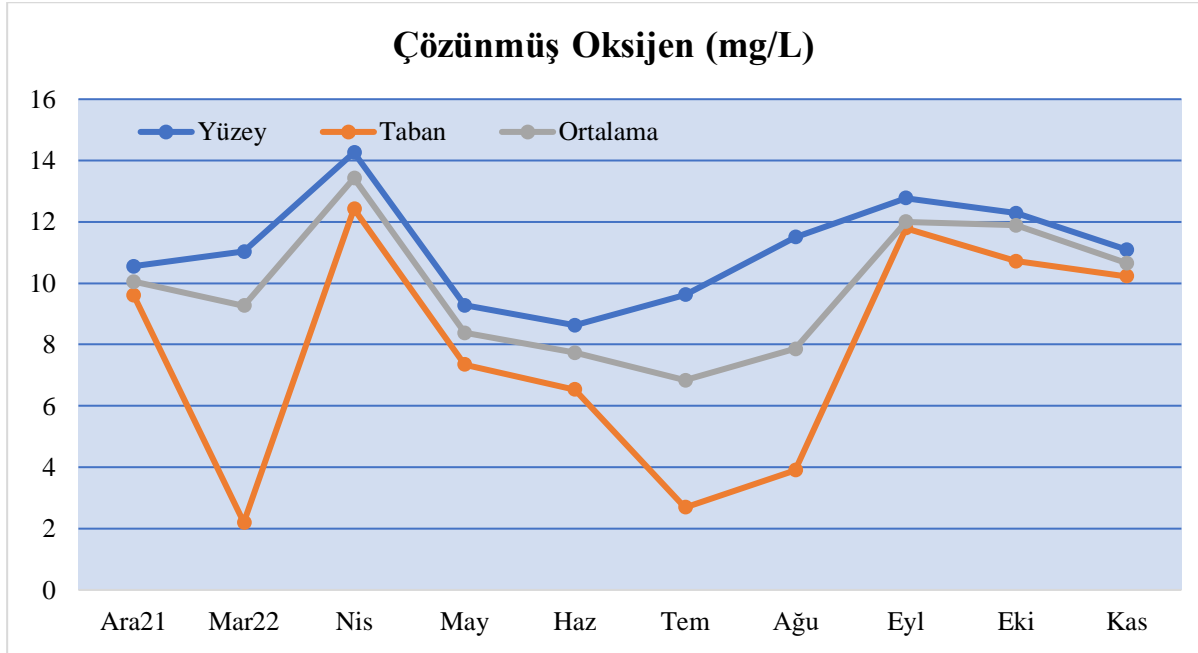
5.2.5. Çözünmüş Oksijen

Yeniçağa Gölü'nde ölçülen çözünmüş oksijen değerleri Çizelge 5.6 ve Şekil 5.5'te sunulmuştur. Gerçekleştirilen arazi çalışmalarından elde edilen verilere göre çözünmüş oksijen konsantrasyonu yüzeyde 8,24–15,20 mg/L ve tabanda 0,50–12,87 mg/L arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5.6). Yeniçağa Gölü'nün yüzey ve tabanda çözünmüş oksijen konsantrasyonları mart, temmuz ve ağustos aylarında belirgin bir fark

göstermiştir. Örneklemelerin gerçekleştirildiği diğer aylarda ise su sütununun çözünmüş oksijen bakımından daha homojen bir yapıya sahip olduğu saptanmıştır. Gölde tespit edilen ortalama en düşük oksijen konsantrasyonu temmuz, en yüksek oksijen konsantrasyonu ise nisan ayında bulunmuştur (Şekil 5.5). Buna göre Yeniçağa Gölü'nün çözünmüş oksijen konsantrasyonunun aylık değişimler gösterdiği anlaşılmıştır.

Çizelge 5.6. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında çözünmüş oksijen (mg/L) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı

		Ara21	Mar22	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas
1. İst	Yüzey	10,04	11,25	14,50	8,97	8,24	10,02	10,50	12,40	13,60	10,62
	Taban	9,48	4,70	12,87	7,36	5,12	4,44	6,52	11,00	10,35	9,40
	Ortalama	9,68	10,10	13,73	8,51	6,70	7,54	8,27	11,56	12,65	10,29
2. İst	Yüzey	10,90	11,06	14,27	9,07	8,85	9,66	11,70	10,71	11,20	9,87
	Taban	9,77	0,50	12,60	8,60	8,52	2,27	4,70	11,51	10,90	9,67
	Ortalama	10,33	8,61	13,80	8,88	8,63	6,75	8,35	10,60	11,33	9,72
3. İst	Yüzey	10,70	10,77	14,01	9,80	8,80	9,20	12,29	15,20	12,05	12,80
	Taban	9,60	1,40	11,80	6,09	5,95	1,36	0,50	12,86	10,92	11,62
	Ortalama	10,15	9,08	12,74	7,75	7,86	6,23	6,95	13,84	11,67	11,95



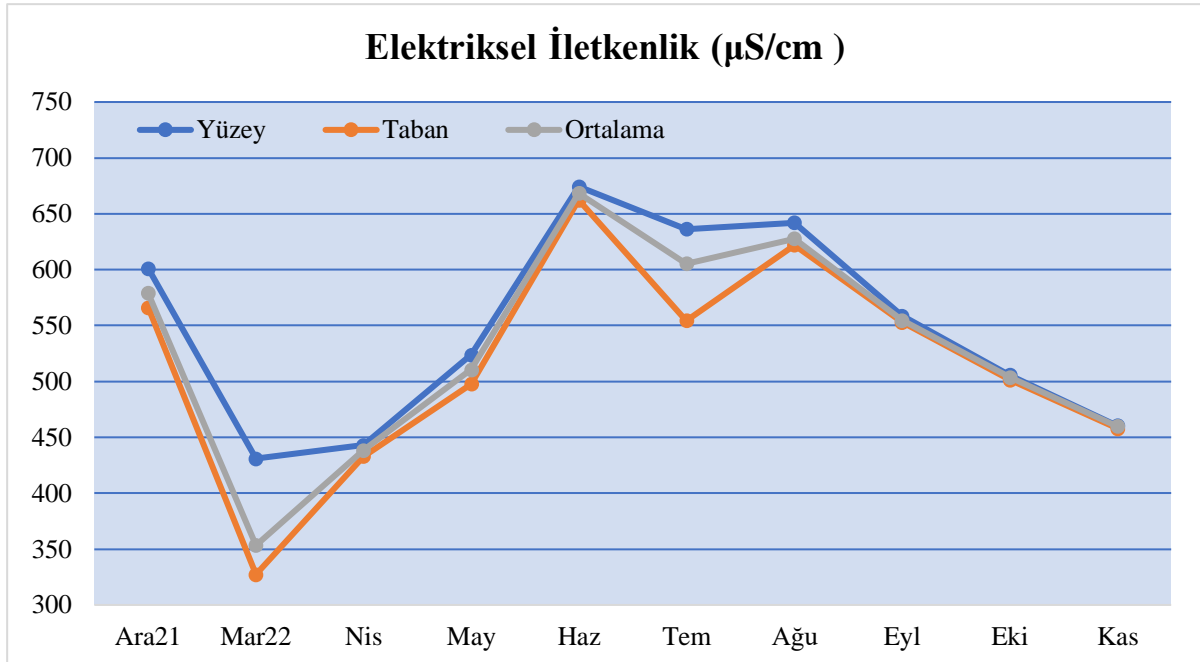
Şekil 5.5. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre çözünmüş oksijende (mg/L) meydana gelen değişimler

5.2.6. Elektriksel İletkenlik

Gölde, arazi çalışmalarının gerçekleştiği dönemde ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri Çizelge 5.7 ve Şekil 5.6’da sunulmuştur. Yeniçağa Gölü’nün en düşük elektriksel iletkenlik değeri 294 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile mart ve en yüksek elektriksel iletkenlik değeri 690 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile aralık ayında ölçülmüştür (Çizelge 5.7). Gölde ölçülen ortalama elektriksel iletkenlik değerlerinin ilkbahar aylarında örnekleme yapılan diğer aylara göre daha düşük değerler gösterdiği tespit edilmiştir. Yeniçağa Gölü’nde ortalama elektriksel iletkenlik değerleri mart ve temmuz aylarında belirgin olarak yüzey ve taban farklılıkları göstermiştir (Şekil 5.6).

Çizelge 5.7. Yeniçağa Gölü’nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı

		Ara21	Mar22	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas
1. İst	Yüzey	690	437	447	525	678	636	644	560	503	456
	Taban	637	385	435	496	654	558	621	557	502	455
	Ortalama	657	412	440	514	666	611	626	558	502	456
2. İst	Yüzey	611	530	444	527	671	631	642	560	508	460
	Taban	570	303	433	497	663	532	619	552	497	460
	Ortalama	586	344	440	512	668	594	626	555	503	461
3. İst	Yüzey	502	326	438	519	674	642	640	556	506	465
	Taban	491	294	431	500	670	573	626	550	505	459
	Ortalama	495	304	435	506	671	611	631	551	506	463



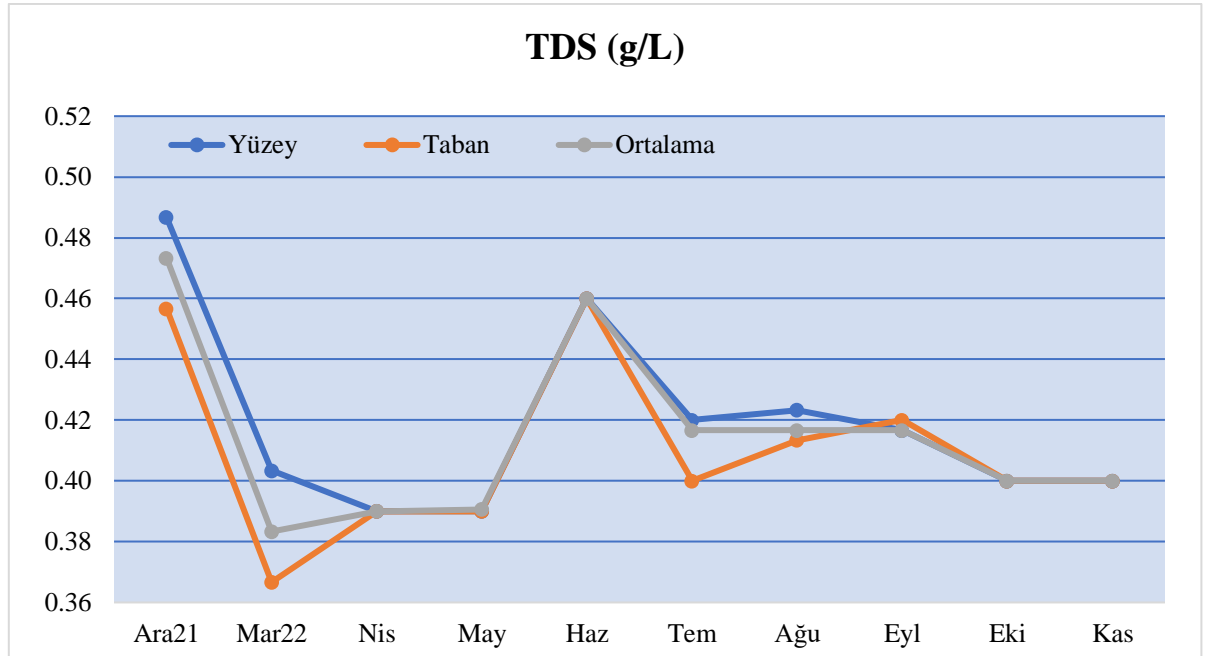
Şekil 5.6. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre ortalama elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S/cm}$) değerlerinde meydana gelen değişimler

5.2.7. Toplam Çözünmüş Madde (TDS)

Yeniçağa Gölü'nde arazi çalışmasının gerçekleştirildiği dönemde ölçülen toplam çözünmüş madde (TDS) değerleri Çizelge 5.8 ve Şekil 5.7'de verilmiştir. Çalışmanın gerçekleştirildiği aylarda Yeniçağa Gölü'nde en düşük TDS değeri 0,33 g/L ile mart ayında ve en yüksek TDS değeri 0,49 g/L ile aralık ayında ölçülmüştür (Çizelge 5.8). TDS değerlerinde aylara bağlı değişimler görülmüş, ilkbahar aylarında ölçülen ortalama TDS değerleri örnekleme yapılan geriye kalan aylara göre daha düşük değerler göstermiştir. Gölün yüzey ve tabanında ölçülen TDS değerlerinde mart ve temmuz ayları dışında çok belirgin bir dalgalanma görülmemiştir (Şekil 5.7).

Çizelge 5.8. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında toplam çözünmüş madde (g/L) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı

		Ara21	Mar22	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas
1. İst	Yüzey	0,49	0,48	0,39	0,39	0,46	0,42	0,42	0,42	0,40	0,40
	Taban	0,42	0,43	0,39	0,39	0,46	0,40	0,42	0,42	0,40	0,40
	Ortalama	0,46	0,46	0,39	0,39	0,46	0,42	0,42	0,42	0,40	0,40
2. İst	Yüzey	0,48	0,37	0,39	0,39	0,46	0,42	0,42	0,42	0,40	0,40
	Taban	0,48	0,34	0,39	0,39	0,46	0,39	0,41	0,42	0,40	0,40
	Ortalama	0,48	0,35	0,39	0,39	0,46	0,41	0,41	0,42	0,40	0,40
3. İst	Yüzey	0,49	0,36	0,39	0,39	0,46	0,42	0,43	0,41	0,40	0,40
	Taban	0,47	0,33	0,39	0,39	0,46	0,41	0,41	0,42	0,40	0,40
	Ortalama	0,48	0,34	0,39	0,39	0,46	0,42	0,42	0,41	0,40	0,40



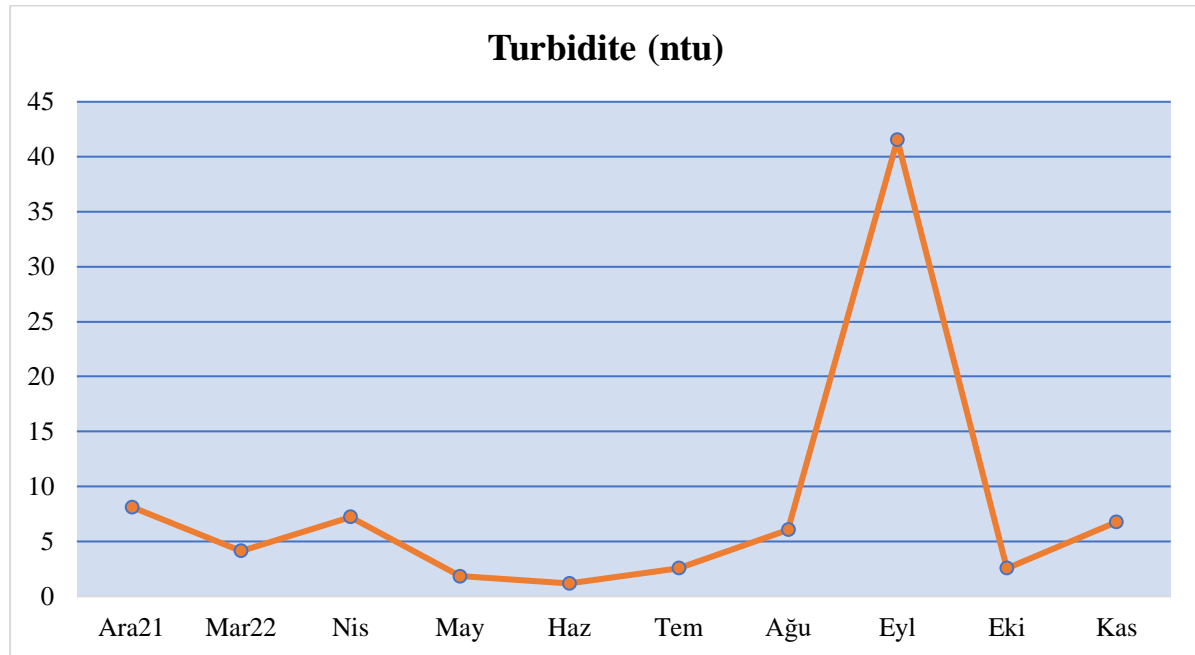
Şekil 5.7. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre ortalama toplam çözünmüş madde (g/L) değerlerinde meydana gelen değişimler

5.2.8. Turbidite (Bulanıklık)

Yeniçağa Gölü'nde örnekleme yapılan istasyonlarda ölçülen turbidite değerleri ile ilgili bulgular Çizelge 5.9 ve Şekil 5.8'de sunulmuştur. Yapılan arazi çalışmaları boyunca gölde tespit edilen en düşük turbidite değeri 1,14 ntu ile Mayıs ayında, en yüksek turbidite değeri ise 59,75 ntu ile Eylül ayında ölçülmüştür (Çizelge 5.9). Turbidite değerlerinin gölde belirgin aylık dalgalanmalar gösterdiği ve bu değerlerin istasyonlara göre bazı aylarda farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 5.8).

Çizelge 5.9. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında turbidite (ntu) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı

	Ara21	Mar22	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas
1. İst	8,93	4,21	5,73	1,14	1,26	3,93	6,73	27,75	2,45	6,11
2. İst	8,23	3,85	5,35	1,26	1,09	1,95	5,30	37,10	2,44	6,60
3. İst	7,21	4,31	10,54	3,10	1,17	1,78	6,14	59,75	2,83	7,51
Ortalama	8,12	4,12	7,21	1,83	1,17	2,55	6,06	41,53	2,57	6,74



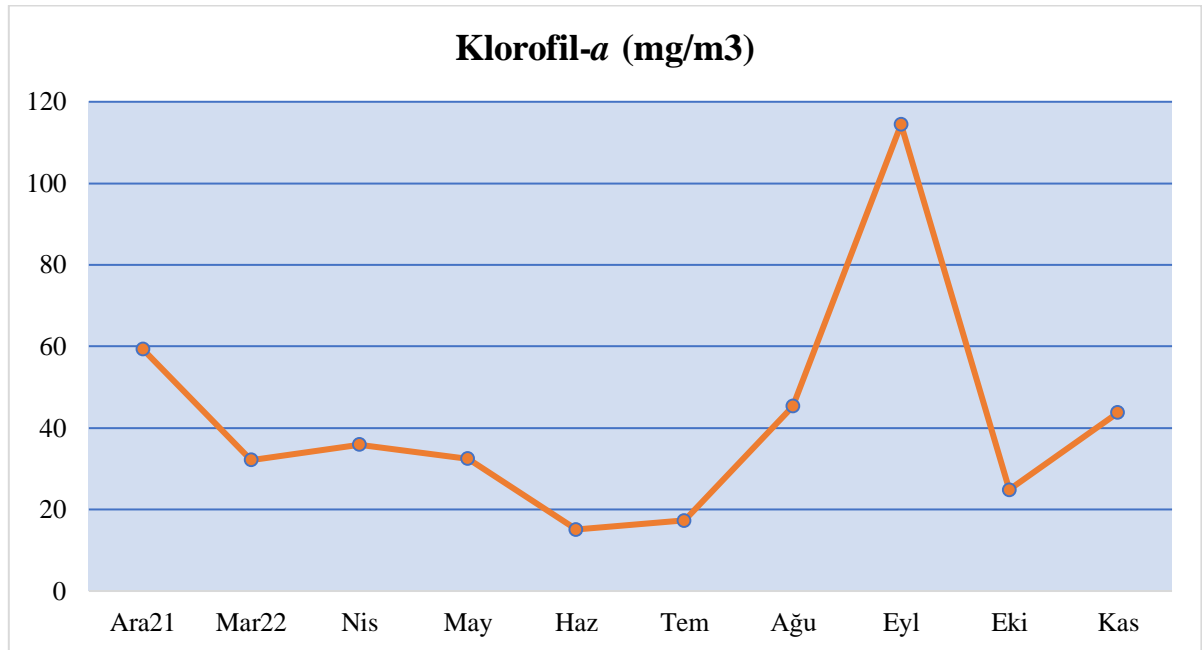
Şekil 5.8. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre ortalama turbidite (ntu) meydana gelen değişimler

5.2.9. Klorofil-a

Yeniçağa Gölü'nde arazi çalışmalarının gerçekleştirildiği aylarda ölçülen klorofil-a değerleri ile ilgili bulgular Çizelge 5.10 ve Şekil 5.9'da sunulmuştur. Gölde tespit edilen en düşük klorofil-a değeri 14,57 mg/m³ ile haziran ayında ve en yüksek klorofil-a değeri 174,64 mg/m³ ile eylül ayında ölçülmüştür (Çizelge 5.10). Yeniçağa Gölü'nde klorofil-a değerleri aylara göre belirgin değişimler göstermiş ve ortalama değerlerin 15,10-114,44 mg/m³ arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 5.9).

Çizelge 5.10. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında klorofil-a (mg/m³) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı

	Ara21	Mar22	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas
1. İst	58,77	29,46	39,57	34,71	15,26	16,99	45,98	88,65	22,47	35,62
2. İst	61,03	32,77	35,77	33,93	14,57	16,96	44,18	80,04	22,99	49,54
3. İst	58,17	34,06	32,41	28,76	15,46	17,87	45,86	174,64	29,14	46,21
Ortalama	59,32	32,10	35,92	32,47	15,10	17,27	45,34	114,44	24,87	43,79



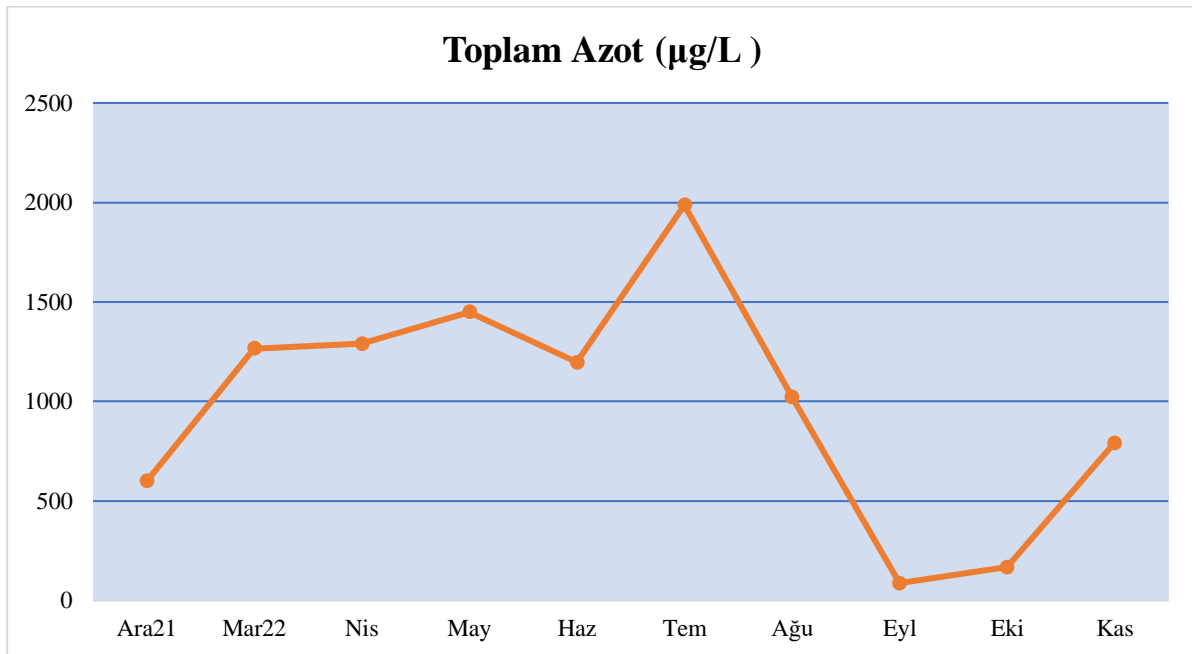
Şekil 5.9. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre klorofil-a (mg/m³) meydana gelen değişimler

5.2.10. Toplam Azot

Yeniçağa Gölü'nde arazi çalışmasının gerçekleştirildiği aylarda su sütununda ölçülen toplam azot değerleri Çizelge 5.11 ve Şekil 5.10'da verilmiştir. Gölde belirlenen en düşük toplam azot değeri 10 µg/L ile eylül ayında ve en yüksek toplam azot değeri 2150 µg/L değeri ile temmuz ayında tespit edilmiştir (Çizelge 5.11). Yeniçağa Gölü'nde ortalama toplam azot değerleri belirgin aylık değişimler göstermiş ve 167-1987 µg/L arasında bulunmuştur (Şekil 5.10).

Çizelge 5.11. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında toplam azot (µg/L) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı

	Ara21	Mar22	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas
1. İst	500	1310	1340	1770	1340	2100	650	132	136	856
2. İst	500	1200	1390	700	1290	2150	1690	10	151	961
3. İst	800	1290	1140	1880	960	1710	730	126	214	557
Ortalama	600	1267	1290	1450	1197	1987	1023	88	167	791



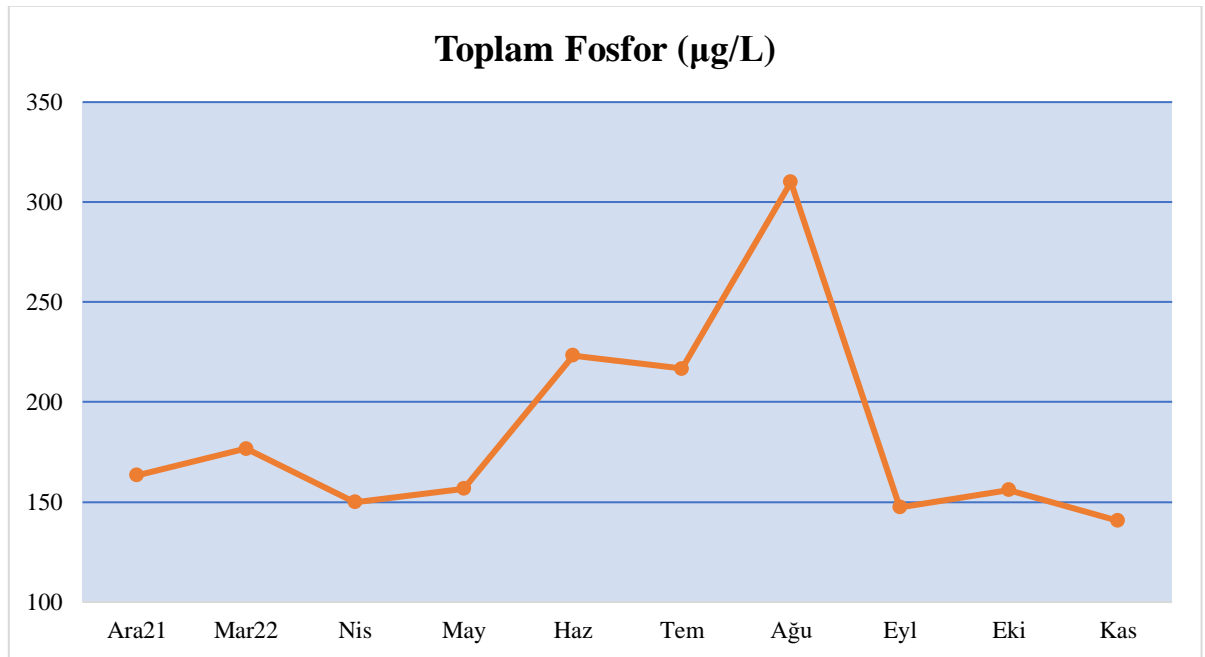
Şekil 5.10. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre toplam azot (µg/L) meydana gelen değişimler

5.2.11. Toplam Fosfor

Gölde tespit edilen toplam fosfor değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Çizelge 5.12 ve Şekil 5.11’de verilmiştir. Yeniçağa Gölü’nde en düşük toplam fosfor değeri 100 µg/L ile mart ve eylül aylarında ve en yüksek toplam fosfor değeri 320 µg/L ile ağustos ayında saptanmıştır (Çizelge 5.12). Ortalama fosfor değerlerinin gölde belirgin mevsimsel değişimler gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen ortalama değerler 141-310 µg/L arasında bulunmuştur (Şekil 5.11).

Çizelge 5.12. Yeniçağa Gölü’nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında toplam fosfor (µg/L) değerlerinin aylara ve örnekleme istasyonlarına göre dağılımı

	Ara21	Mar22	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas
1. İst	200	100	150	150	210	230	300	204	158	122
2. İst	130	180	150	170	170	230	310	103	152	150
3. İst	160	250	150	150	290	190	320	135	158	150
Ortalama	163	177	150	157	223	217	310	147	156	141



Şekil 5.11. Yeniçağa Gölü’nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında aylara göre toplam fosfor (µg/L) meydana gelen değişimler

5.3. Yeniçağa Gölü'nde Tespit Edilen Zooplankton Türleri

Yeniçağa Gölü'nde gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında, Mayıs 2017-Nisan 2018 ve Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasında örneklenen zooplankton türleri teşhis edilmiş ve elde edilen bulgular izelge 5.13 ve izelge 5.14'te verilmiştir.

Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017-Nisan 2018 tarihleri arasında zooplankton örneklerinde toplam 17 tür tespit edilmiştir. Bu türlerden 4 tanesinin Cladocera, 4 tanesinin Copepoda ve 9 tanesinin Rotifera grubuna ait olduğu saptanmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilen arazi çalışmalarında ise toplam 19 tür tespit edilmiştir. Gölde tespit edilen bu türlerden 4 tanesinin Cladocera, 3 tanesinin Copepoda ve 12 tanesinin Rotifera grubuna ait olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5.13. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasına ait zooplankton türleri

CLADOCERA

Ceriodaphnia dubia Richard, 1894

Daphnia magna Straus, 1820

Daphnia pulex Leydig, 1860

Diaphanosoma brachyurum Liévin, 1848

COPEPODA

Acanthodiaptomus denticornis Wierzejski, 1887

Canthocamptus staphylinus Jurine, 1820

Cyclops strenuus Fischer, 1851

Eucyclops serrulatus Fischer, 1851

ROTİFERA

Asplanchna priodonta Gosse, 1850

Brachionus urceolaris Müller, 1773

Filinia longiseta Ehrenberg, 1834

Keratella cochlearis Gosse, 1851

Keratella quadrata Müller, 1786

Notholca acuminata Ehrenberg, 1832

Polyarthra vulgaris Carlin, 1943

Synchaeta pectinata Ehrenberg, 1832

Testudinella patina Hermann, 1783

Çizelge 5.14. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasına ait zooplankton türleri

CLADOCERA

Ceriodaphnia dubia Richard, 1894

Daphnia magna Straus, 1820

Daphnia pulex Leydig, 1860

Diaphanosoma brachyurum Liévin, 1848

COPEPODA

Acanthodiaptomus denticornis Wierzejski, 1887

Cyclops strenuus Fischer, 1851

Eucyclops serrulatus Fischer, 1851

ROTİFERA

Asplanchna priodonta Gosse, 1850

Brachionus calyciflorus Pallas, 1766

Brachionus urceolaris Müller, 1773

Filinia longiseta Ehrenberg, 1834

Keratella quadrata Müller, 1786

Lepadella patella Müller, 1773

Notholca acuminata Ehrenberg, 1832

Notholca squamula Müller, 1786

Polyarthra vulgaris Carlin, 1943

Synchaeta pectinata Ehrenberg, 1832

Testudinella patina Hermann, 1783

Trichocerca pusilla Jennings, 1903

5.4. Yeniçağa Gölü'nde Zooplanktonda Tür Zenginliği

Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017-Nisan 2018 ve Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasına ait zooplankton örneklerinin tür zenginlikleri aylara göre belirlenmiş ve elde edilen bulgular Çizelge 5.15 ve Çizelge 5.16'da verilmiştir.

Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017-Nisan 2018 tarihlerinde tür zenginliğinin aylık değişimler gösterdiği ve en yüksek tür zenginliğinin temmuz-ağustos aylarında (11 tür), en düşük tür zenginliğinin ise kasım ayında (2 tür) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.15).

Gölde Aralık 2021-Kasım 2022 tarihlerinde ise tür zenginliğinin aylık değişimler gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek tür zenginliğinin mayıs ayında (12 tür), en düşük tür zenginliğinin ise temmuz ayında (6 tür) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.16).

Çizelge 5.15. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihlerine ait zooplankton tür zenginliğinin aylara göre dağılımı

	May17	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara	Mar18	Nis
Cladocera										
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	+	+	+	+						
<i>Daphnia magna</i>	+		+						+	+
<i>Daphnia pulex</i>	+	+	+	+	+	+		+	+	+
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>		+	+	+		+				
Copepoda										
<i>Acanthodiaptomus denticornis</i>	+	+	+	+		+		+	+	+
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	+									+
<i>Cyclops strenuus</i>	+	+	+	+		+		+	+	+
<i>Eucyclops serrulatus</i>			+		+					
Rotifera										
<i>Asplanchna priodonta</i>			+	+	+	+				+
<i>Brachionus urceolaris</i>								+	+	
<i>Filinia longiseta</i>		+	+	+		+				
<i>Keratella cochlearis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Keratella quadrata</i>	+	+		+		+	+	+		
<i>Notholca acuminata</i>										+
<i>Polyarthra vulgaris</i>		+	+	+						
<i>Synchaeta pectinata</i>		+				+				
<i>Testudinella patina</i>				+		+				
Tür Zenginliği	8	10	11	11	4	10	2	6	5	7

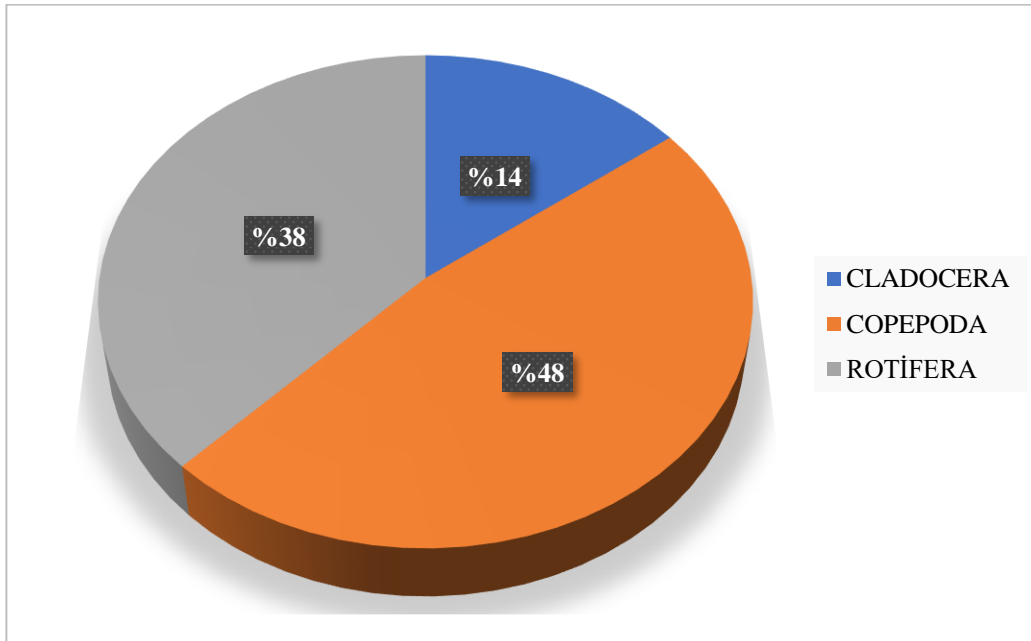
Çizelge 5.16. Yeniçağa Gölü’nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihlerine ait zooplankton tür zenginliğinin aylara göre dağılımı

	Ara21	Mar22	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas
Cladocera										
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	+			+	+	+			+	+
<i>Daphnia magna</i>	+		+	+	+	+			+	
<i>Daphnia pulex</i>	+			+	+	+			+	+
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>					+		+	+	+	
Copepoda										
<i>Acanthodiaptomus denticornis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cyclops strenus</i>	+	+	+	+	+		+		+	+
<i>Eucyclops serrulatus</i>		+								
Rotifera										
<i>Asplanchna priodonta</i>	+	+		+			+	+	+	
<i>Brachionus calyciflorus</i>								+	+	+
<i>Brachionus urceolaris</i>	+	+	+	+		+	+			
<i>Filinia longiseta</i>			+	+				+	+	
<i>Keratella quadrata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lepadella patella</i>								+		
<i>Notholca acuminata</i>		+	+							
<i>Notholca squamula</i>	+	+	+							
<i>Polyarthra vulgaris</i>		+	+	+	+		+			
<i>Synchaeta pectinata</i>	+	+	+	+			+			+
<i>Testudinella patina</i>				+						
<i>Trichocerca pusilla</i>								+	+	+
Tür Zenginliği	10	10	10	12	8	6	8	8	11	8

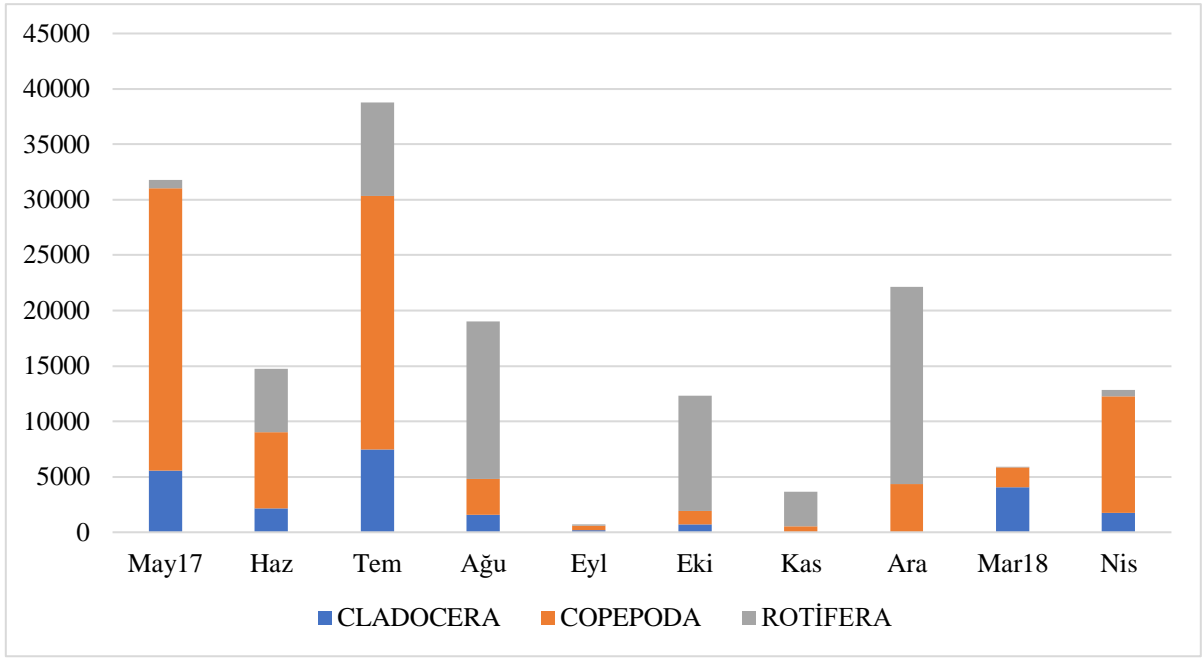
5.5. Yeniçağa Gölü'nde Zooplanktonun Mevsimsel Değişimi

Mayıs 2017-Nisan 2018 ve Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasında Yeniçağa Gölü'nden örneklenen zooplanktonun sayısal değişimleri aylık olarak incelenmiş, elde edilen bulgular çizelge ve şekiller olarak sunulmuştur.

Mayıs 2017-Nisan 2018 tarihleri arasına ait zooplanktonun oransal dağılımları incelendiğinde zooplanktonun %14'ünü Cladocera, %38'ini Rotifera ve %48'ini Copepoda grubunun oluşturduğu tespit edilmiş ve elde edilen bulgular Şekil 5.12'de verilmiştir. Aylık olarak belirgin değişiklikler gösteren zooplanktonun, en yüksek sayısal değeri 38804 birey/m³ ile temmuz ve en düşük sayısal değeri ise 733 birey/m³ ile eylül ayında tespit edilmiştir. Yeniçağa Gölü'nde örnekleme yapılan dönemde Cladocera grubuna ait organizmaların sayısal değerleri 143-7.474 birey/m³, Copepoda grubuna ait organizmaların sayısal değerleri 543-25.460 birey/m³ ve Rotifera grubuna ait organizmaların sayısal değerleri 44-17.781 birey/m³ olarak bulunmuştur (Şekil 5.13).

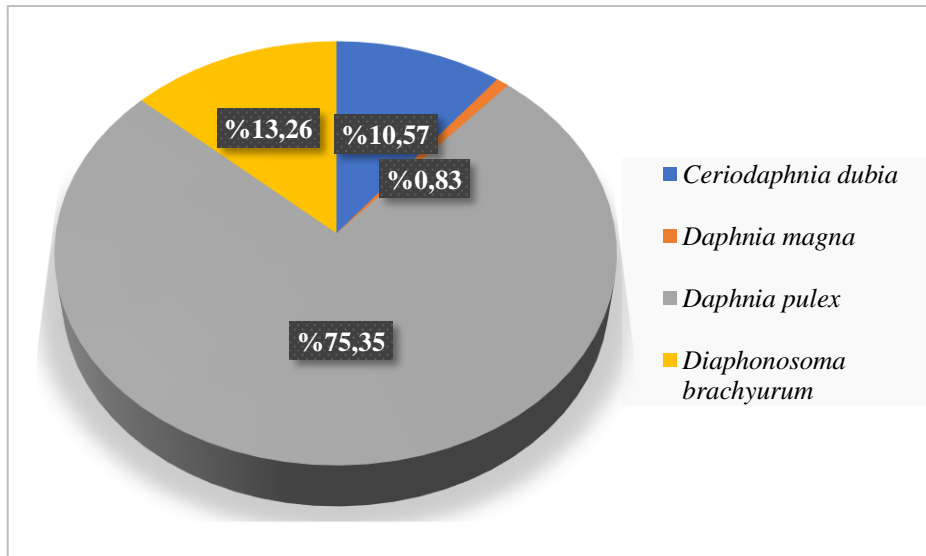


Şekil 5.12. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasına ait Cladocera, Copepoda ve Rotifera gruplarının toplam zooplankton içerisinde birey/m³ cinsinden dağılımları



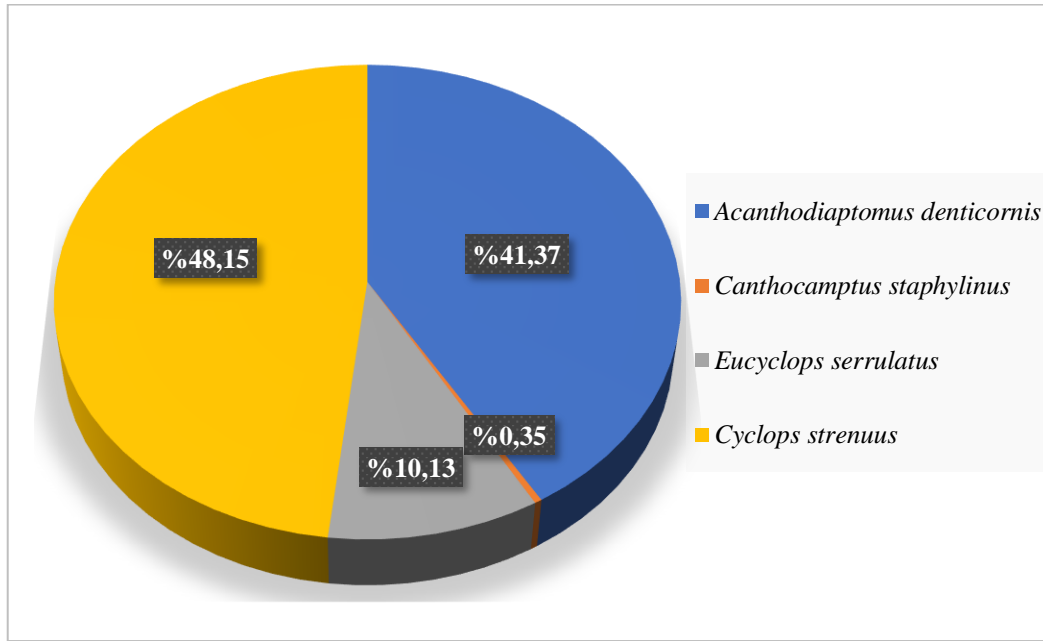
Şekil 5.13. Yeniçağa Gölü’nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında ait Cladocera, Copepoda ve Rotifera gruplarının birey/m³ cinsinden aylara göre dağılımları

Yeniçağa Gölü’nde Mayıs 2017-Nisan 2018 tarihlerine ait zooplankton komünitesinde, Cladocera grubu *Ceriodaphnia dubia*, *Daphnia magna*, *Daphnia pulex* ve *Diaphanosoma brachyurum* türlerini içermektedir. Cladocera grubu içerisinde bulunan *D. pulex* %75,35 oransal değer ile en baskın tür olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.14). Söz konusu türün sayısal değerleri 207-4.376 birey/m³ arasında tespit edilmiştir (Çizelge 5.17).



Şekil 5.14. Yeniçağa Gölü’nde, Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında Cladocera grubu içerisindeki türlerin oransal dağılımları

Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017-Nisan 2018 tarihleri arasına ait zooplanktonun Copepoda grubunda *Acanthodiaptomus denticornis*, *Canthocamptus staphylinus*, *Eucyclops serrulatus* ve *Cyclops strenuus* türleri tespit edilmiştir. Aynı zamanda, Copepoda grubu organizmaların kopepodit ve nauplius evrelerine ait bireyler de sayılmış ve elde edilen veriler sonuca dahil edilmiştir. Copepoda grubu içerisinde en baskın türler *C. strenuus* (%48,15) ve *A. denticornis* (%41,37) olarak belirlenmiştir (Şekil 5.15). Copepoda grubunda kopepodit ve nauplius evresindeki organizmaların sayısal değerleri sırasıyla 95-5.388 birey/m³ ve 208-18.000 birey/m³ arasında bulunmuştur. Copepoda grubunda *C. strenuus* 69-11.462 birey/m³, *A. denticornis* 14-5.728 birey/m³ olarak tespit edilmiş ve en yüksek sayısal değerler temmuz ayında kaydedilmiştir (Çizelge 5.17).

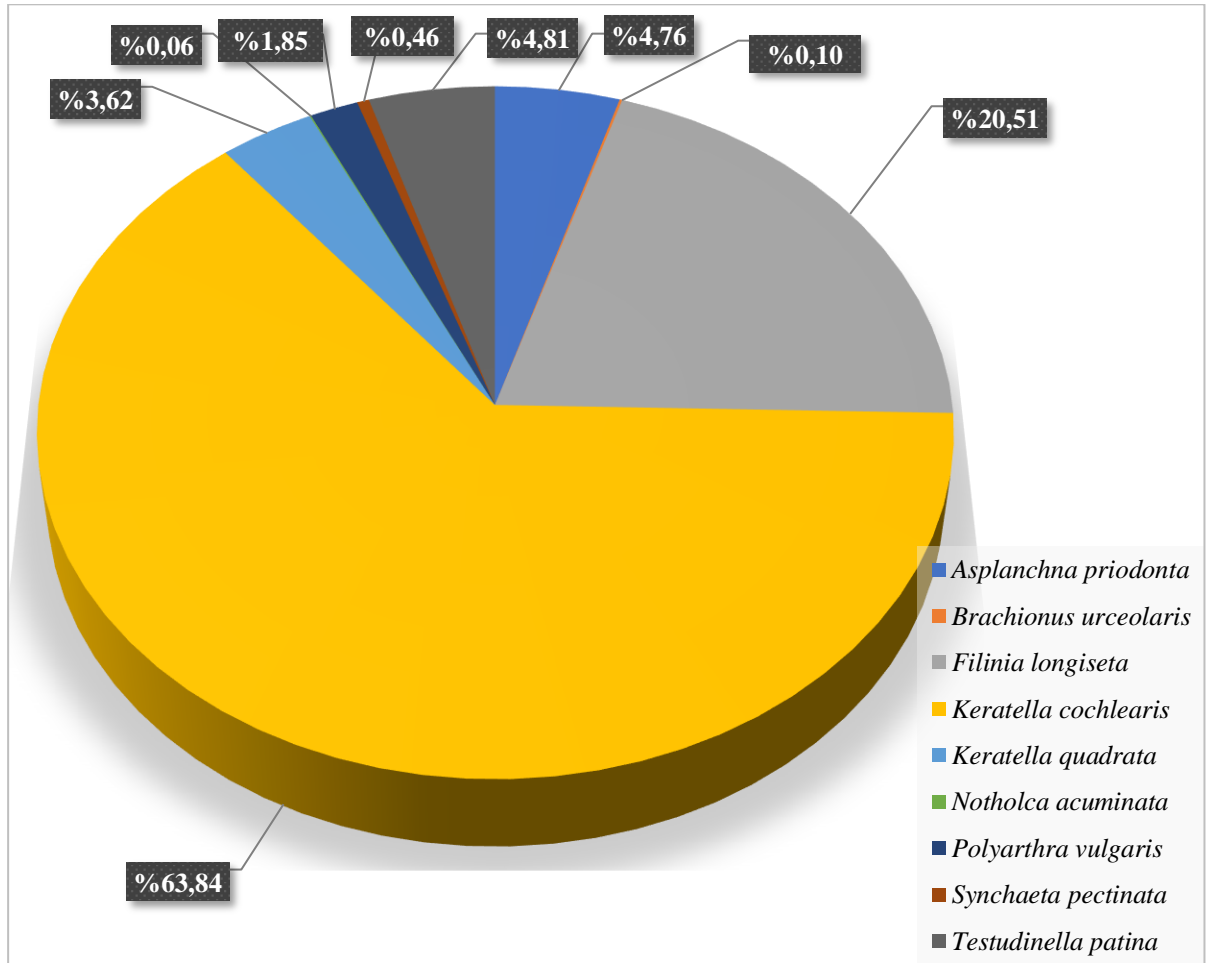


Şekil 5.15. Yeniçağa Gölü'nde, Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında Copepoda grubu içerisindeki türlerin oransal dağılımları

Yeniçağa Gölü'nün Mayıs 2017-Nisan 2018 tarihleri arasına ait zooplankton komünitesi içerisinde Rotifera grubunda 9 tür tespit edilmiştir. Şekil 5.16'da verilmiş olan bu türlerde oransal olarak en baskın olan türler *Keratella cochlearis* (%63,84) ve *Filinia longiseta* (%20,51) olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.16). Rotifera grubunda yoğunluk değeri en baskın tür olan *K. cochlearis*, mart ve nisan ayları dışında örneklenen tüm aylarda görülmüş ve sahip olduğu en yüksek yoğunluk değerine 17.521 birey/m³ ile aralık ayında ulaşmıştır. Sayısal olarak baskın olan diğer bir tür *F. longiseta* ise en yüksek sayısal

değerlerine temmuz ayında ulaşmış ve birim hacimdeki organizma sayısı 6.752 birey/m³ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.17).

Yeniçağa Gölü'nde 2017-2018 çalışma döneminde zooplankton komünitesinde sayısal olarak en baskın türler *Keratella cochlearis* (%24,11), *Daphnia pulex* (% 11,00), *Cyclops strenuus* (%8,48), *Filinia longiseta* (%7,75) ve *Acanthodiaptomus denticornis* (%7,28) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, sayısal olarak zooplankton komünitesine nauplius (%20,75) ve kopepodit (%9,27) evrelerindeki bireyler de önemli katkı sağlamıştır (Çizelge 5.17).

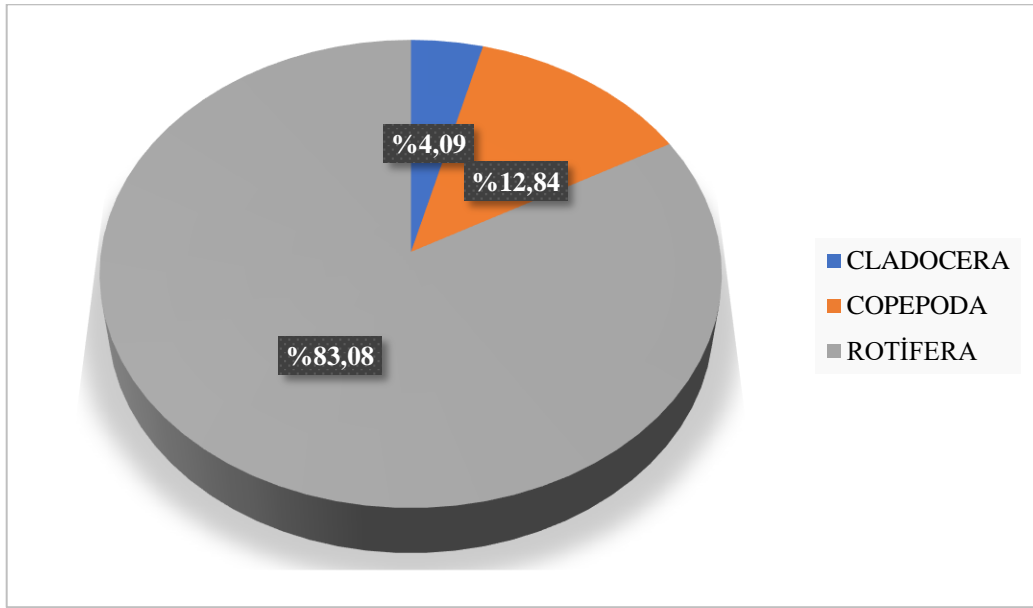


Şekil 5.16. Yeniçağa Gölü'nde, Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında Rotifera grubu içerisindeki türlerin oransal dağılımları

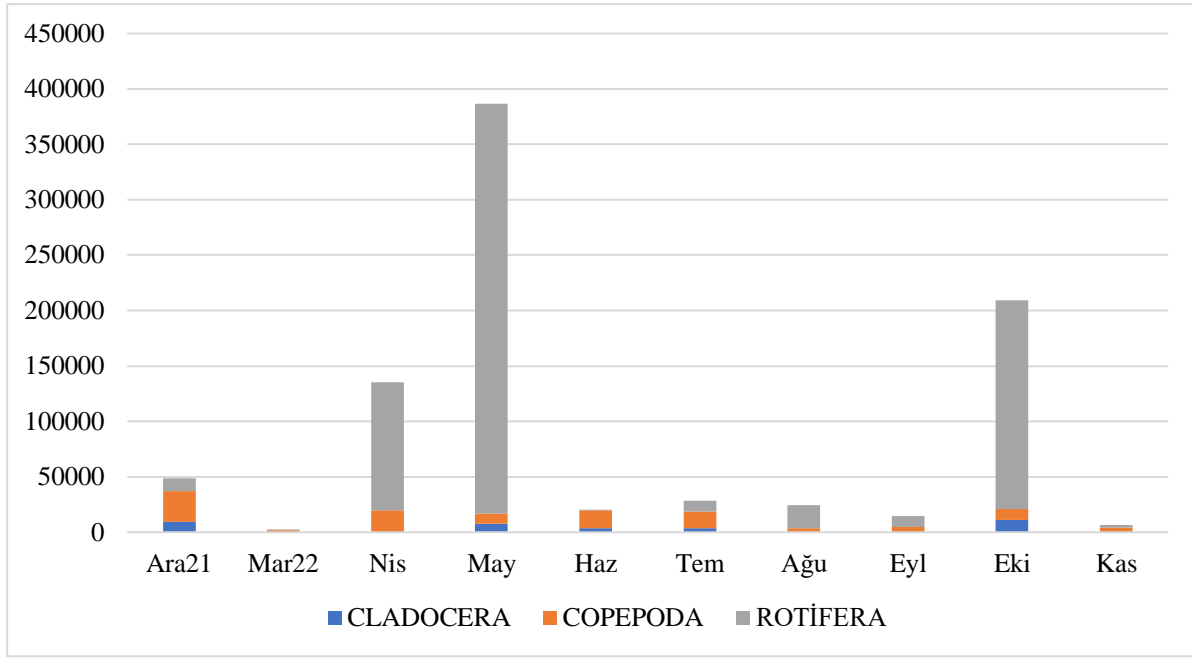
Çizelge 5.17. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında ait ortalama zooplanktonun (birey/m³) aylara bağlı sayısal değişimi

	May17	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara	Mar18	Nis	Dominansi (%)
CLADOCERA											
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	1175	285	969	66	0	0	0	0	0	0	1,54
<i>Daphnia magna</i>	21	0	11	0	0	0	0	0	43	121	0,12
<i>Daphnia pulex</i>	4376	1558	4274	1032	207	656	0	45	4020	1628	11,00
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0	334	2220	498	0	79	0	0	0	0	1,93
Cladocera Toplam	5573	2177	7474	1596	207	735	0	45	4063	1749	14,59
COPEPODA											
<i>Acanthodiptomus denticornis</i>	1970	3092	5728	177	0	457	0	104	14	245	7,28
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	22	0	0	0	0	0	0	0	0	77	0,06
<i>Eucyclops serrulatus</i>	0	0	2872	0	14	0	0	0	0	0	1,78
<i>Cyclops strenuus</i>	674	122	11462	69	0	246	0	70	420	657	8,48
Kopepodit	4795	844	985	1265	95	296	0	315	1024	5388	9,27
Nauplius	18000	2786	1822	1692	277	208	543	3799	302	4168	20,76
Copepoda Toplam	25460	6844	22868	3204	387	1207	543	4288	1761	10534	47,63
ROTİFERA											
<i>Asplanchna priodonta</i>	0	0	877	46	93	1358	0	0	0	536	1,80
<i>Brachionus urceolaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	16	44	0	0,04
<i>Filinia longiseta</i>	0	3588	6752	329	0	1871	0	0	0	0	7,75
<i>Keratella cochlearis</i>	21	122	729	12210	47	5282	3094	17521	0	0	24,11
<i>Keratella quadrata</i>	708	1058	0	98	0	82	22	244	0	0	1,37
<i>Notholca acuminata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0,02
<i>Polyarthra vulgaris</i>	0	908	103	121	0	0	0	0	0	0	0,70
<i>Synchaeta pectinata</i>	0	32	0	0	0	247	0	0	0	0	0,17
<i>Testudinella patina</i>	0	0	0	1428	0	1509	0	0	0	0	1,81
Rotifera Toplam	730	5708	8462	14232	140	10350	3116	17781	44	571	37,77
Zooplankton Toplam	730	5708	8462	14232	140	10350	3116	17781	44	571	100,00

Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasına ait zooplanktonun oransal dağılımları incelendiğinde %4,09'unu Cladocera, %12,84'ünü Copepoda ve %83,08'ini Rotifera grubunun oluşturduğu belirlenmiş ve elde edilen bulgular Şekil 5.17'de sunulmuştur. Aylık olarak belirgin değişiklikler gösteren zooplanktonun, en yüksek sayısal değeri 386.873 birey/m³ ile Mayıs ve en düşük sayısal değeri ise 2.720 birey/m³ ile Mart ayında tespit edilmiştir. Yeniçağa Gölü'nde örnekleme yapılan dönemde Cladocera grubuna ait organizmaların sayısal değerleri 28-11.032 birey/m³, Copepoda grubuna ait organizmaların sayısal değerleri 1.667-27.362 birey/m³ ve Rotifera grubu organizmaların sayısal değerleri 459-369.732 birey/m³ olarak bulunmuştur (Şekil 5.18).

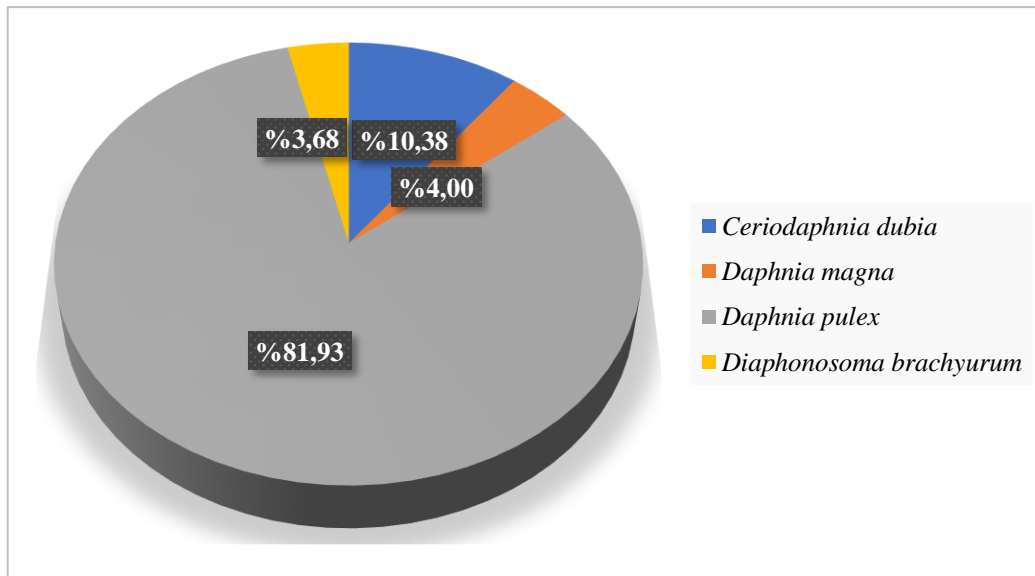


Şekil 5.17. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasına ait Copepoda, Cladocera ve Rotifera gruplarının toplam zooplankton içerisinde birey/m³ cinsinden dağılımları



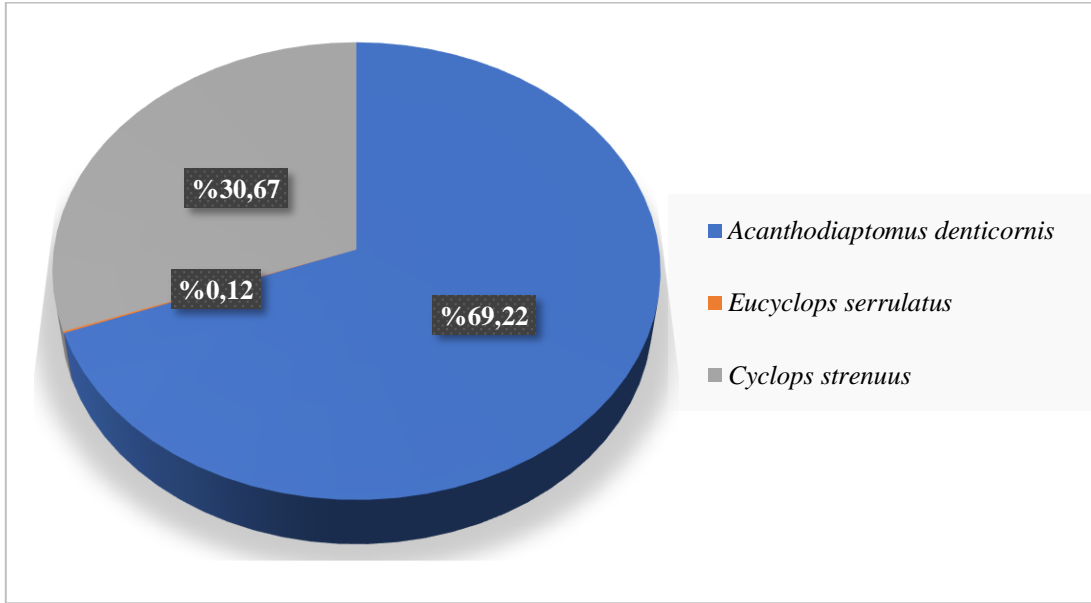
Şekil 5.18. Yeniçağa Gölü’nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında Cladocera, Copepoda ve Rotifera gruplarının birey/m³ cinsinden aylara göre dağılımları

Yeniçağa Gölü’nün Aralık 2021-Kasım 2022 tarihlerine ait zooplankton komünitesinde, Cladocera grubu *Ceriodaphnia dubia*, *Daphnia magna*, *Daphnia pulex* ve *Diaphanosoma brachyurum* türlerini içermektedir. Cladocera grubu içerisinde bulunan *D. pulex* %81,93 oransal değer ile en baskın tür tespit edilmiştir (Şekil 5.19). Söz konusu olan türün sayısal değerlerinin 42-9.170 birey/m³ arasında olduğu saptanmıştır (Çizelge 5.18).



Şekil 5.19. Yeniçağa Gölü’nde, Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında Cladocera grubu içerisindeki türlerin oransal dağılımları

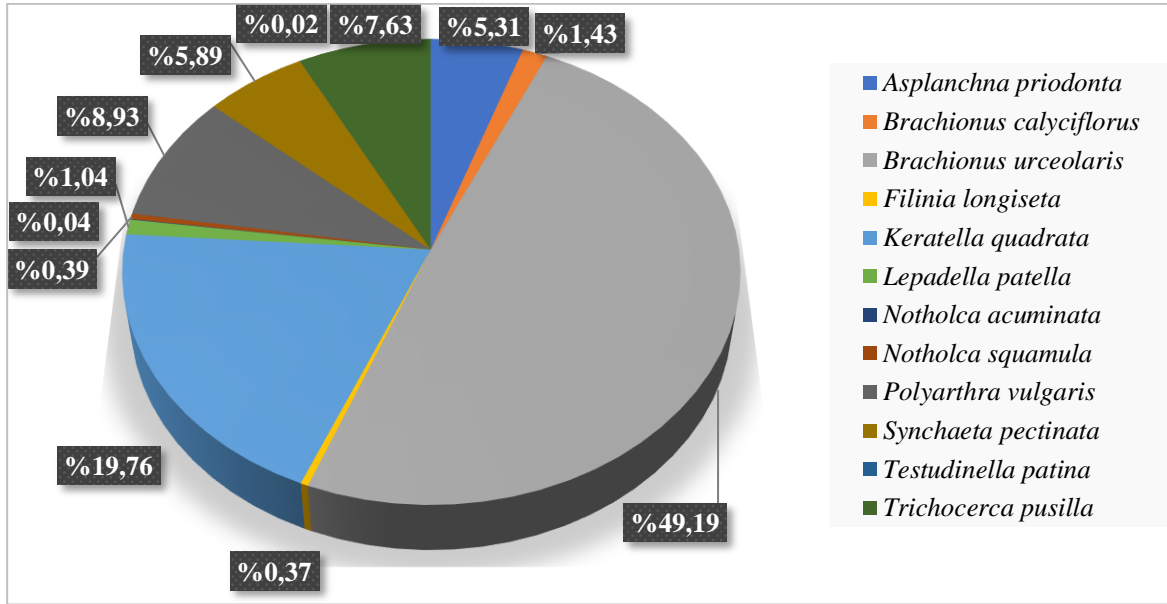
Yeniçağa Gölü'nde 2021 Aralık-2022 Kasım tarihleri arasına ait zooplanktonun Copepoda grubunda *Acanthodiaptomus denticornis*, *Eucyclops serrulatus* ve *Cyclops strenuus* türleri saptanmıştır. Ayrıca, Copepoda grubu organizmaların kopepodit ve nauplius evrelerine ait bireyler de sayılmış ve elde edilen veriler sonuca dahil edilmiştir. Copepoda grubu içerisinde en baskın türler *A. denticornis* (%69,22) ve *C. strenuus* (%30,67) olarak belirlenmiştir (Şekil 5.20). Copepoda grubunda kopepodit ve nauplius evresindeki organizmaların sayısal değerleri sırasıyla 22-2.364 birey/m³ ve 902-16.689 birey/m³ arasında bulunmuştur. Copepoda grubunda *A. denticornis* 28-8.544 birey/m³ ve *C. strenuus* 49-5.270 birey/m³ olarak tespit edilmiş ve en yüksek sayısal değerler aralık ayında kaydedilmiştir (Çizelge 5.18).



Şekil 5.20. Yeniçağa Gölü'nde, Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında Copepoda grubu içerisindeki türlerin oransal dağılımları

Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasına ait zooplankton komünitesi içerisinde Rotifera grubunda 12 tür saptanmıştır. Şekil 5.21'de verilmiş olan bu türlerden oransal olarak en baskın olan türler *Brachionus urceolaris* (%49,19) ve *Keratella quadrata* (%19,76) olarak belirlenmiştir (Şekil 5.21). Rotifera grubunda yoğunluk değeri en baskın tür olan *B. urceolaris*, haziran, eylül, ekim ve kasım ayları dışında örneklemelerin yapıldığı tüm aylarda tespit edilmiş ve en yüksek yoğunluk değerine 328.123 birey/m³ ile mayıs ayında ulaşmıştır. Gölde sayısal olarak baskın olan diğer bir Rotifera türü *K. quadrata* ise örneklemelerin yapıldığı bütün aylarda kaydedilmiş, en

yüksek sayısal değerine ekim ayında ulaşmış ve bu ayda birim hacimdeki organizma sayısı 119.979 birey/m³ olarak saptanmıştır (Çizelge 5.18).



Şekil 5.21. Yeniçağa Gölü'nde, Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında Rotifera grubu içerisindeki türlerin oransal dağılımları

Yeniçağa Gölü'nde 2021-2022 çalışma döneminde zooplankton komünitesinde sayısal olarak en baskın türler *Brachionus urceolaris* (%40,87), *Keratella quadrata* (%16,42), *Polyarthra vulgaris* (%7,42) ve *Trichocerca pusilla* (%6,34) olarak saptanmıştır. Ayrıca, sayısal olarak zooplankton komünitesine Copepoda grubunun nauplius (%8,39) evrelerindeki bireyler de belirgin bir katkı sağlamıştır (Çizelge 5.18).

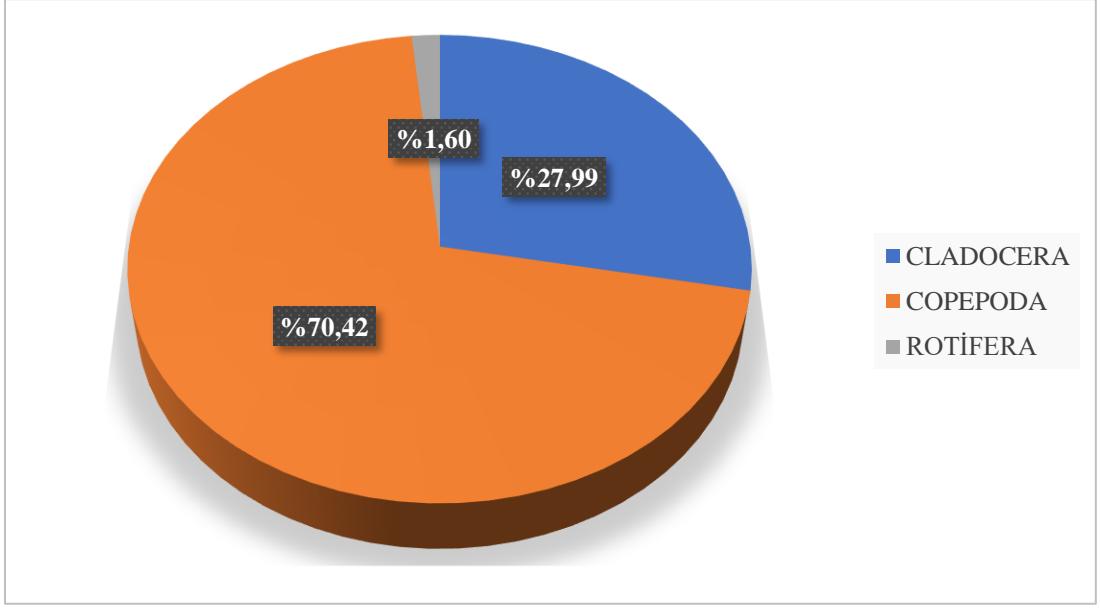
Çizelge 5.18. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasına ait ortalama zooplanktonun (birey/m³) aylara bağlı sayısal değişimi

	Ara21	Mar22	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Dominansi (%)
CLADOCERA											
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	211	0	0	455	266	37	0	0	2734	20	0,42
<i>Daphnia magna</i>	289	0	28	170	341	113	0	0	494	0	0,16
<i>Daphnia pulex</i>	9170	0	0	6991	2866	3497	0	0	6820	42	3,35
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0	0	0	0	50	0	58	229	984	0	0,15
Cladocera Toplam	9670	0	28	7615	3524	3647	58	229	11032	62	4,08
COPEPODA											
<i>Acanthodiptomus denticornis</i>	8544	63	28	51	7125	4998	636	303	358	166	2,54
<i>Eucyclops serrulatus</i>	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01
<i>Cyclops strenuus</i>	1617	396	2218	5270	49	0	58	0	197	64	1,12
Kopepodit	1175	269	896	277	121	2364	689	22	965	40	0,78
Nauplius	16026	902	16689	3927	9113	7750	2085	4480	8528	4131	8,39
Copepoda Toplam	27362	1667	19830	9525	16407	15113	3468	4806	10048	4401	12,83
ROTİFERA											
<i>Asplanchna priodonta</i>	53	37	0	37320	0	0	956	77	280	0	4,41
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	22	10398	20	1,19
<i>Brachionus urceolaris</i>	9037	162	1892	328123	0	9791	9600	0	0	0	40,87
<i>Filinia longiseta</i>	0	0	195	22	0	0	0	114	2334	0	0,30
<i>Keratella quadrata</i>	2168	100	13555	53	241	113	4484	1495	119979	1880	16,42
<i>Lepadella patella</i>	0	0	0	0	0	0	0	7568	0	0	0,86
<i>Notholca acuminata</i>	0	69	249	0	0	0	0	0	0	0	0,04
<i>Notholca squamula</i>	160	526	2134	0	0	0	0	0	0	0	0,32
<i>Polyarthra vulgaris</i>	0	95	55358	3599	218	0	5822	0	0	0	7,42
<i>Synchaeta pectinata</i>	28	63	42286	484	0	0	0	0	0	44	4,89
<i>Testudinella patina</i>	0	0	0	132	0	0	0	0	0	0	0,02
<i>Trichocerca pusilla</i>	0	0	0	0	0	0	0	325	55132	197	6,34
Rotifera Toplam	11445	1053	115669	369732	459	9904	20862	9601	188123	2141	83,08
Zooplankton Toplam	48476	2720	135527	386873	20390	28663	24388	14636	209203	6604	100,00

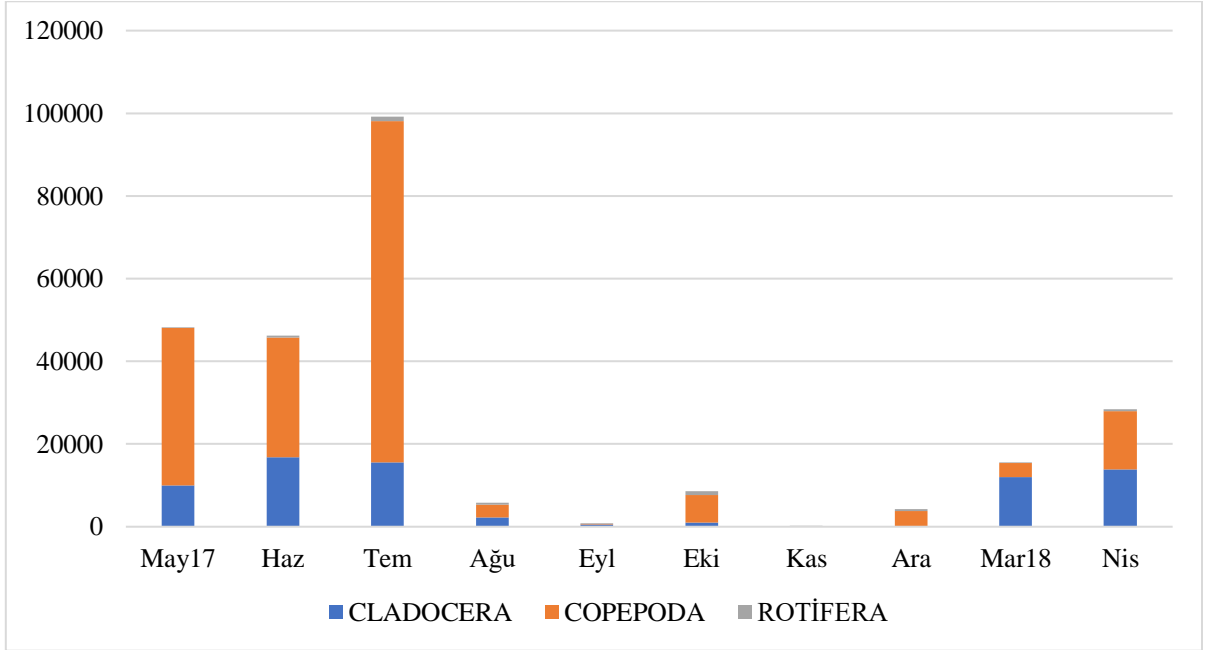
5.6. Yeniçağa Gölü'nde Zooplanktonun Biyokütlesi

Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017-Nisan 2018 ve Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasına ait zooplankton örneklerinde Cladocera, Copepoda ve Rotifera türlerinin ve Copepoda grubunun nauplius ve kopepodit formlarının biyokütleleri, Dumont ve ark., 1975; Bottrell ve ark., 1976; Ejsmont-Karabin, 1998'de verilmiş olan uzunluk-ağırlık formüllerinin kullanılmasıyla hesaplanmış, elde edilen toplam zooplankton biyokütlesinin aylık değişimleri incelenmiş ve elde edilen bulgular şekil ve çizelgeler halinde sunulmuştur.

Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017-Nisan 2018 tarihleri arasında zooplankton biyokütlesinin %1,60'ının Rotifera, %27,99'unun Cladocera ve %70,42'sinin Copepoda grubuna ait organizmalardan oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 5.22). Gölde zooplankton biyokütlesinin belirgin aylık değişimler gösterdiği anlaşılmıştır. Gölde tespit edilen en düşük aylık zooplankton biyokütle değeri kasım ayında $166 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve en yüksek aylık zooplankton biyokütle değeri temmuz ayında $99.256 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak saptanmıştır (Şekil 5.23). Gölde bulunan zooplankton komünitesinin aylık biyokütle değişimleri Cladocera gurubu için $143-16744 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Copepoda grubu için $89-82.594 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve Rotifera grubu için $3-1.162 \mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında belirlenmiştir (Çizelge 5.19).

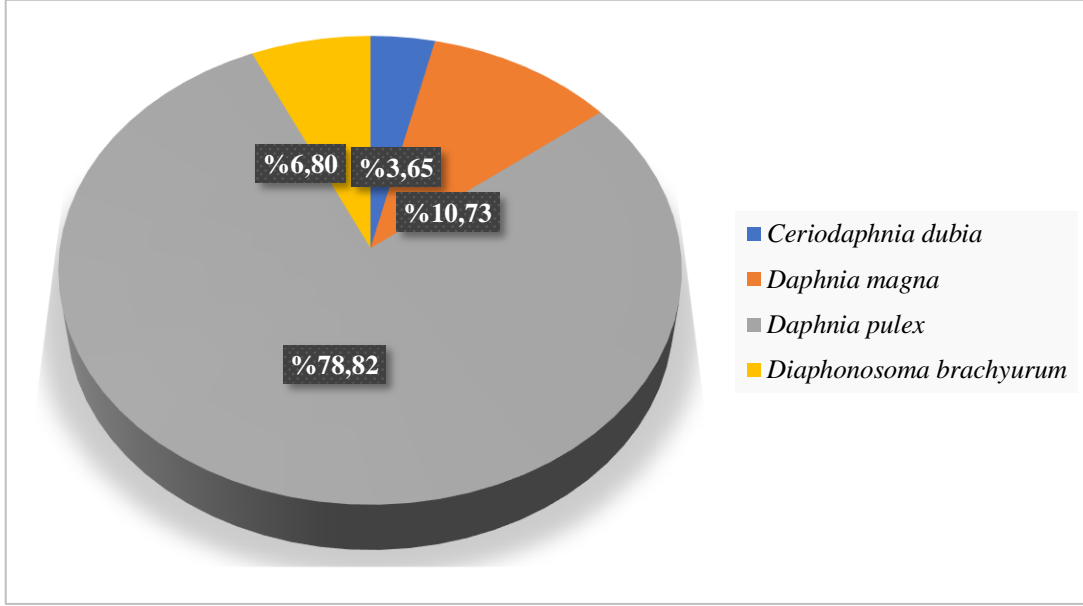


Şekil 5.22. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında ait zooplankton biyokütlesinin ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Copepoda, Cladocera ve Rotifera gruplarında oransal dağılımları



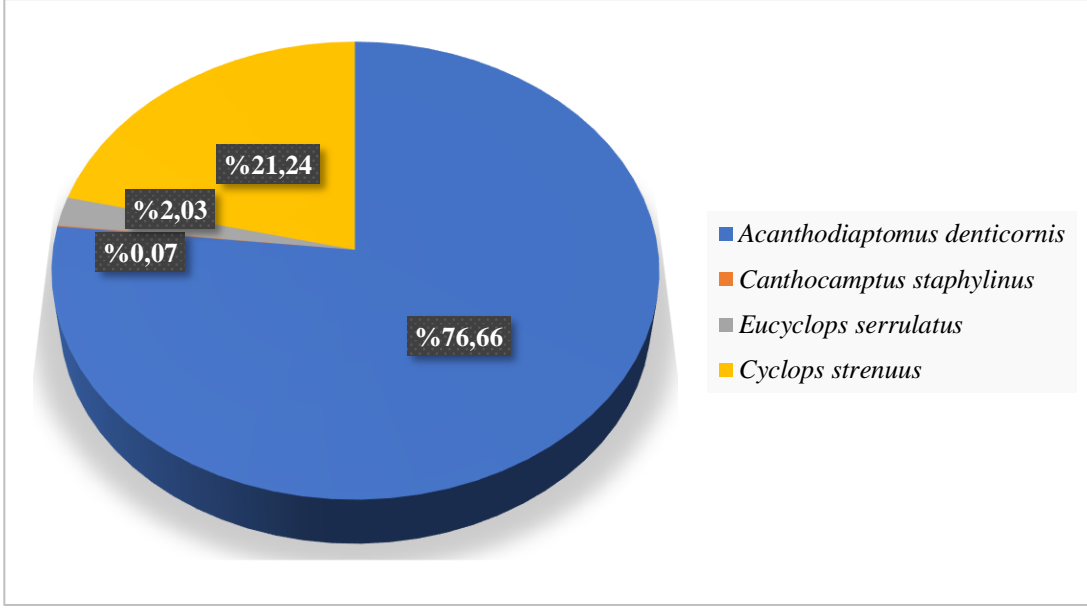
Şekil 5.23. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında ait zooplankton biyokütlesinin ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Copepoda, Cladocera ve Rotifera gruplarında aylara göre dağılımları

Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017-Nisan 2018 tarihleri arasında Cladocera grubunda biyokütle bakımından en baskın tür *Daphnia pulex* (%78,82) olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.24). Söz konusu türün biyokütle değerleri 143-15.316 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak saptanmıştır (Çizelge 5.19).



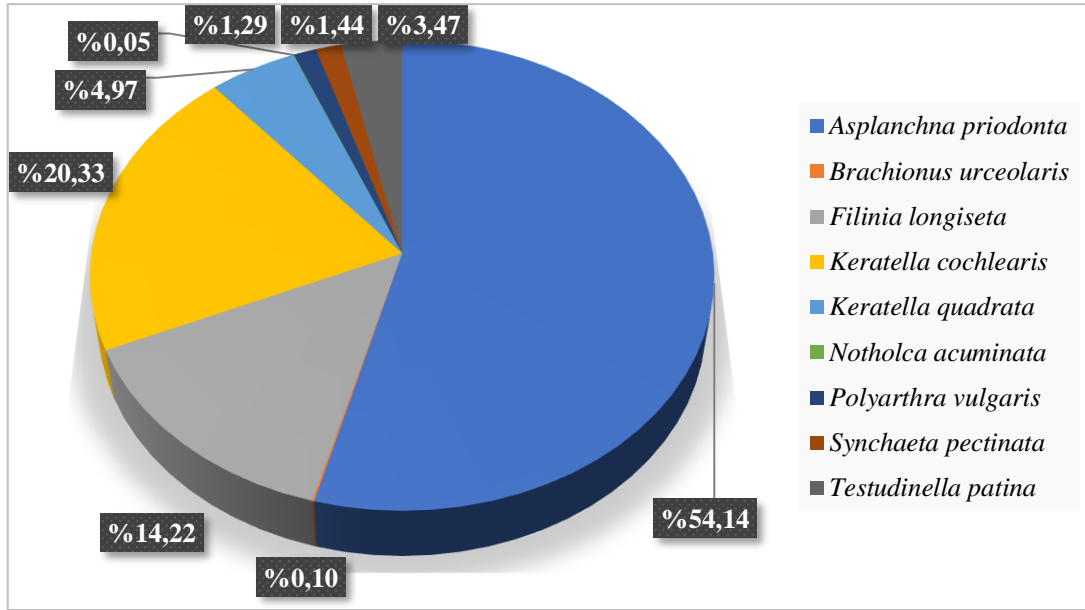
Şekil 5.24. Yeniçağa Gölü'nde, Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında Cladocera türlerinin toplam Cladocera grubu biyokütlesi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) içerisinde oransal dağılımları

Gölde, Copepoda grubunda bulunan türlerin oransal biyokütle değerleri hesaplanarak Şekil 5.25'te verilmiştir. Biyokütle bakımından en baskın Copepoda türünün *Acanthodiaptomus denticornis* (%76,66) olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu türün biyokütle değerleri 267-27.516 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında bulunmuştur. Copepoda biyokütlesine önemli katkı sağlayan diğer bir tür ise *Cyclops strenuus* (%21,24) olup, bu türün biyokütle değerleri 165-23.783 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında bulunmuştur (Şekil 5.25). Kopepodit ve nauplius evrelerindeki organizmaların biyokütle değerleri sırasıyla 54-4.538 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ve 74-4.703 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında tespit edilmiştir (Çizelge 5.19).



Şekil 5.25. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında Copepoda türlerinin toplam Copepoda grubu biyokütlesi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) içerisinde oransal dağılımları

Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017-Nisan 2018 tarihleri arasında tespit edilen 9 Rotifera türünün oransal biyokütle değerleri Şekil 5.26'da verilmiştir. Küçük vücut boyutları nedeniyle toplam zooplankton biyokütlesine katkısı düşük olan Rotifera grubunda, biyokütle açısından en baskın türün aylık $46\text{-}876 \mu\text{g}/\text{m}^3$ biyokütle değerleri ile *Asplanchna priodonta* (%54,14) türü olduğu tespit edilmiştir. Toplam Rotifera biyokütlesine yüksek oranda katkı sağlayan diğer türler ise *Keratella cochlearis* (%20,33) ve *Filinia longiseta* (%14,22) olmuştur (Şekil 5.26). *K. cochlearis*'in biyokütlesi $0,58\text{-}398 \mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında, *F. longiseta*'nın biyokütlesi $12,88\text{-}270 \mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında tespit edilmiştir (Çizelge 5.19).



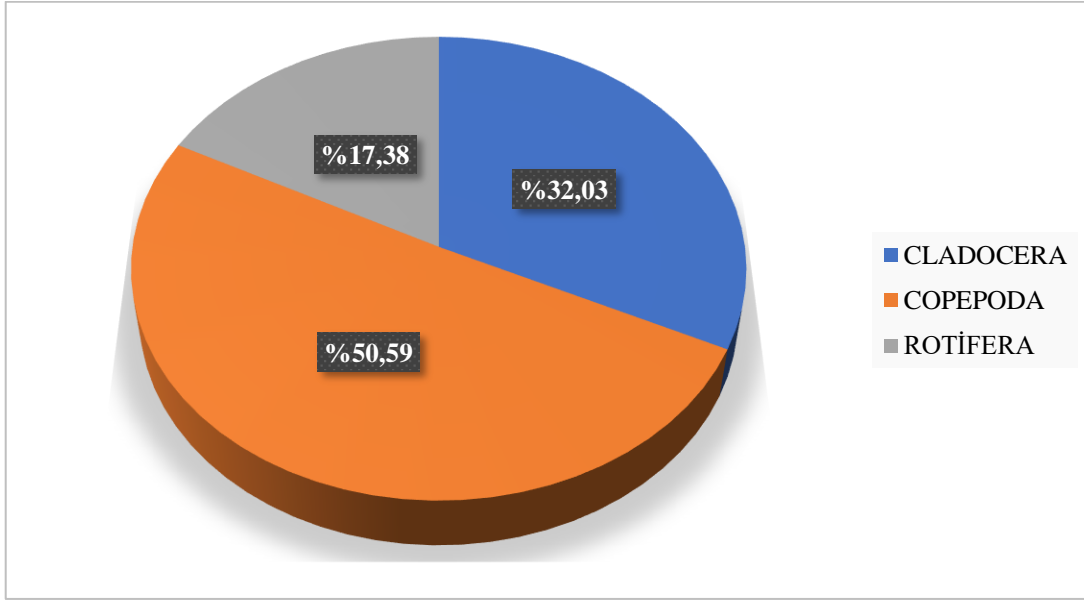
Şekil 5.26. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında Rotifera türlerinin toplam Rotifera grubu biyokütlesi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) içerisinde oransal dağılımları

Yeniçağa Gölü'nde 2017-2018 çalışma döneminde zooplankton komünitesinde biyokütle bakımından en baskın türler *Acanthodiptomus denticornis* (%48,35), *Daphnia pulex* (%22,06) ve *Cyclops strenuus* (%13,40) olarak tespit edilmiştir. Aynı zamanda, toplam zooplankton biyokütlesine nauplius (%3,29) ve kopepodit (%4,05) evrelerindeki bireyler de belirgin bir katkı sağlamıştır (Çizelge 5.19).

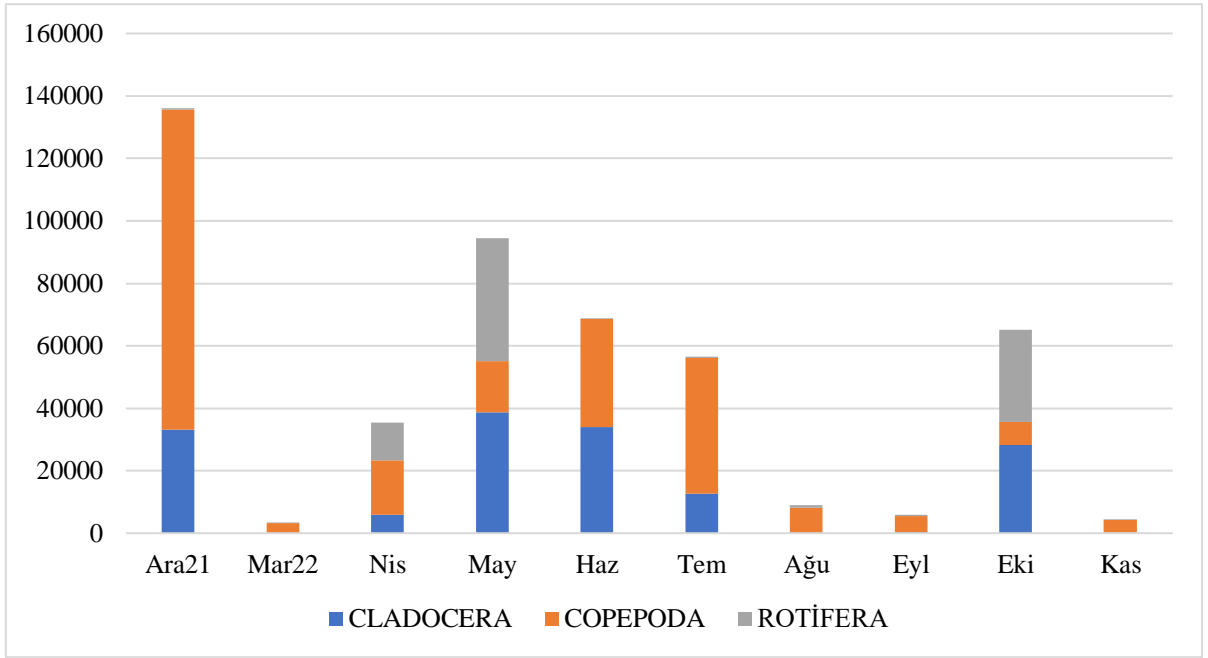
Çizelge 5.19. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında zooplankton biyokütlesinin ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) aylara bağlı değişimi

	May17	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara	Mar18	Nis	Dominansi (%)
CLADOCERA											
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	834	312	1432	47							1,02
<i>Daphnia magna</i>	574		377						2329	4436	3,00
<i>Daphnia pulex</i>	8643	15316	10646	1579	485	820		143	9608	9432	22,06
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>		1116	3044	609		122					1,90
Cladocera Toplam	10050	16744	15500	2235	485	943		143	11938	13868	27,99
COPEPODA											
<i>Acanthodiptomus denticornis</i>	27516	27271	54430	1756		5997		2149	267	4840	48,35
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	21,22									92	0,04
<i>Eucyclops serrulatus</i>			3282		9,48						1,28
<i>Cyclops strenuus</i>	2842	533	23783	165		348		606	2602	3536	13,40
Kopepodit	2933	467	640	772	54	256		162	581	4538	4,05
Nauplius	4703	782	459	469	79	54	89	715	74	1033	3,29
Copepoda Toplam	38014	29054	82594	3162	143	6655	89	3632	3524	14039	70,42
ROTİFERA											
<i>Asplanchna priodonta</i>			876	46	110	677				512	0,86
<i>Brachionus urceolaris</i>								1,28	2,79		0,01
<i>Filinia longiseta</i>		201	270	12,89		99					0,23
<i>Keratella cochlearis</i>	0,58	3,21	12,70	222	0,90	121	75	398			0,32
<i>Keratella quadrata</i>	62,27	95,72		8,81		8,85	2,18	26,13			0,08
<i>Notholca acuminata</i>										1,88	0,01
<i>Polyarthra vulgaris</i>		46,84	2,45	3,58							0,02
<i>Synchaeta pectinata</i>		6,03				53,01					0,02
<i>Testudinella patina</i>				67,49		74,92					0,06
Rotifera Toplam	63	353	1162	361	111	1034	77	426	3	514	1,60
Zooplankton Toplam	48128	46151	99256	5758	738	8632	166	4200	15465	28420	100,00

Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasında zooplankton biyokütlesinin %17,38'inin Rotifera, %32,03'ünün Cladocera ve %50,59'unun Copepoda grubuna ait organizmalardan oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 5.27). Gölde bulunan zooplanktonun biyokütle değerlerinin belirgin aylık değişimler gösterdiği saptanmıştır. Gölde tespit edilen en düşük aylık zooplankton biyokütle değeri mart ayında $3.364 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve en yüksek aylık zooplankton biyokütle değeri aralık ayında $103.517 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.28). Gölde bulunan zooplankton komünitesinin aylık biyokütle değişimleri Cladocera grubu için $44-38.795 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Copepoda grubu için $3.229-102.513 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve Rotifera grubu için $30-39.417 \mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında belirlenmiştir (Çizelge 5.20).

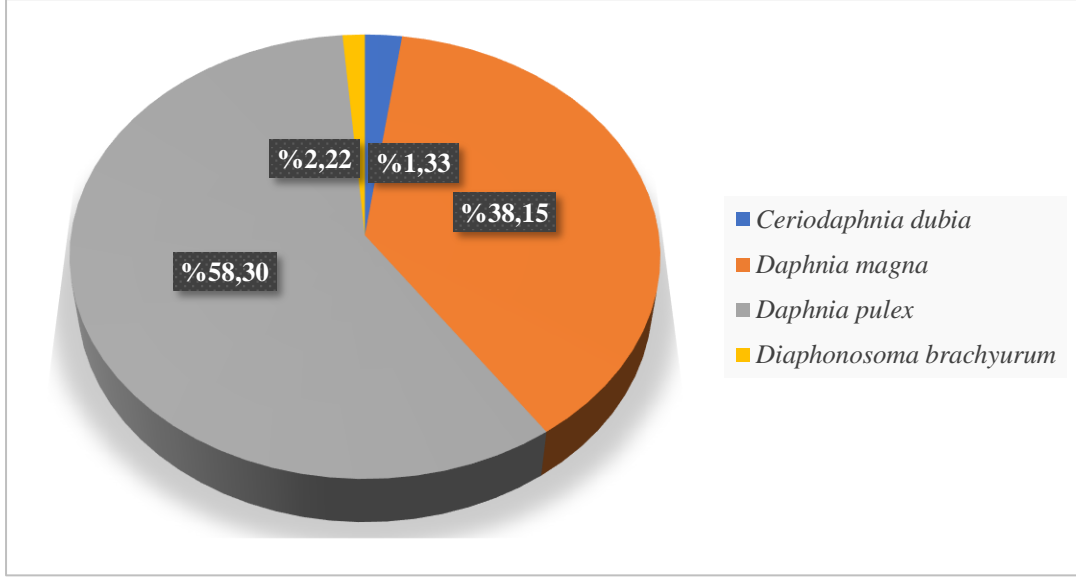


Şekil 5.27. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasına ait zooplankton biyokütlesinin ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Copepoda, Cladocera ve Rotifera gruplarında oransal dağılımları



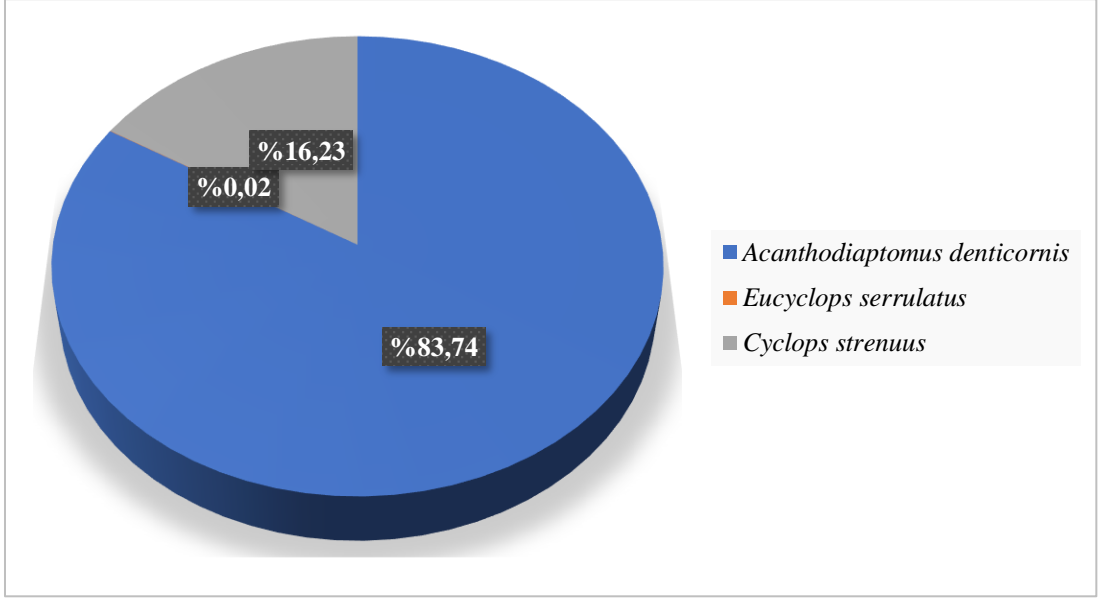
Şekil 5.28. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında ait zooplankton biyokütlesinin ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Copepoda, Cladocera ve Rotifera gruplarında aylara göre dağılımları

Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasında Cladocera grubunda biyokütle değeri bakımından en baskın türün *Daphnia pulex* (%58,30) olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.29). Söz konusu türün biyokütle değerleri $71-28.351 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak saptanmıştır (Çizelge 5.20).



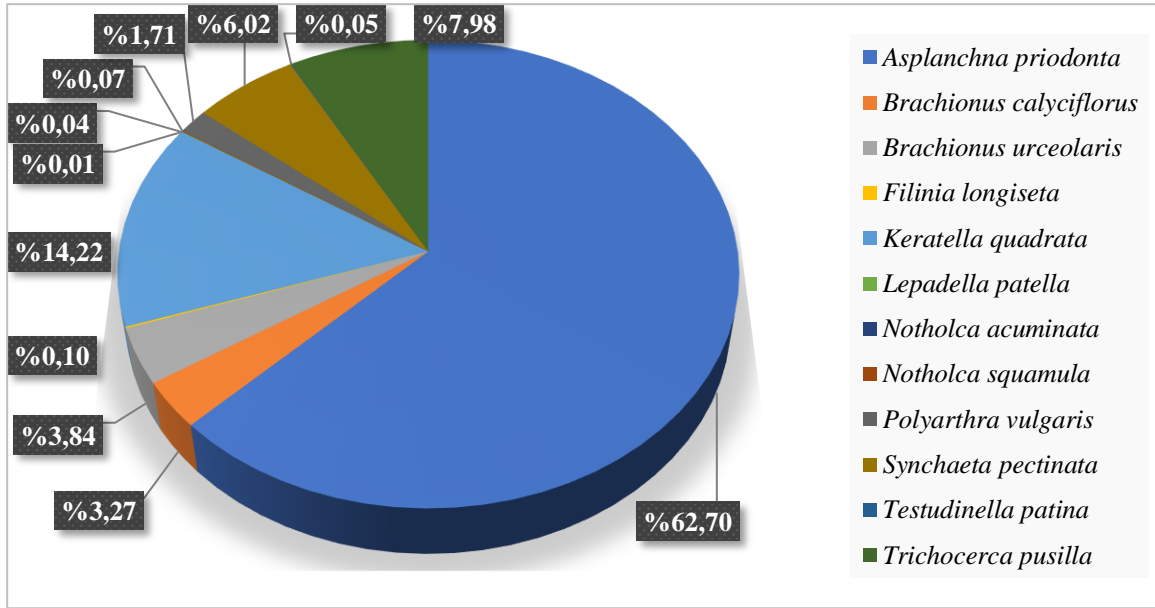
Şekil 5.29. Yeniçağa Gölü'nde, Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında Cladocera türlerinin toplam Cladocera grubu biyokütlesi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) içerisinde oransal dağılımları

Yeniçağa Gölü'nde Copepoda grubunda bulunan türlerin oransal biyokütle değerleri hesaplanmış ve Şekil 5.30'ta sunulmuştur. Elde edilen verilere göre biyokütle bakımından en baskın Copepoda türünün *Acanthodiptomus denticornis* (%83,74) olduğu saptanmıştır (Şekil 5.30). Söz konusu türün biyokütle değerleri $476\text{-}91.123 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oranında tespit edilmiştir. Ayrıca, *Cyclops strenuus* (%16,23) türü de Copepoda biyokütlesine önemli bir katkı sağlamış ve biyokütle değerleri $50\text{-}14.179 \mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında bulunmuştur. Kopepodit ve nauplius evrelerindeki organizmaların biyokütle değerleri sırasıyla $13\text{-}1.519 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve $191\text{-}4.697 \mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında tespit edilmiştir (Çizelge 5.20).



Şekil 5.30. Yeniçağa Gölü'nde, Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında Copepoda türlerinin toplam Copepoda grubu biyokütlesi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) içerisinde oransal dağılımları

Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasında tespit edilen Rotifera türlerinin oransal biyokütle değerleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 5.31'de verilmiştir. Rotifera grubunda biyokütle açısından en baskın türün aylık 12-27.163 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ biyokütle değerleri ile *Asplanchna priodonta* (%62,70) olduğu belirlenmiştir. Gölde Rotifera biyokütlesine yüksek oranda katkı sağlayan diğer bir tür ise *Keratella quadrata* (%14,22) olmuştur (Şekil 5.31). Söz konusu bu türün biyokütlesi 5-11.368 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında tespit edilmiştir (Çizelge 5.20).



Şekil 5.31. Yeniçağa Gölü'nde, Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında Rotifera türlerinin toplam Rotifera grubu biyokütlesi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) içerisinde oransal dağılımları

Yeniçağa Gölü'nde 2021-2022 çalışma döneminde zooplankton komünitesinde biyokütle bakımından olarak en baskın türler *Acanthodiptomus denticornis* (%38,31), *Daphnia pulex* (%18,67) ve *Daphnia magna* (%12,21) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, toplam zooplankton biyokütlesine Copepoda grubunun nauplius (%3,86) ve kopepodit (%0,97) evrelerindeki bireyler de belirgin bir katkı sağlamıştır (Çizelge 5.20).

Çizelge 5.20. Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında zooplankton biyokütlesinin ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) aylara bağlı değişimi

	Ara21	Mar22	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Dominansi (%)
CLADOCERA											
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	577			512	189	64			2003	60	0,711
<i>Daphnia magna</i>	8969		5994	9932	16490	3570			13549		12,218
<i>Daphnia pulex</i>	23596			28351	17133	9061			11208	71	18,674
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>					157		44	287	1552		0,426
Cladocera Toplam	33142	0	5994	38795	33969	12695	44	287	28312	131	32,03
COPEPODA											
<i>Acanthodiptomus denticornis</i>	91123	1170	476	1125	32263	39702	7090	4264	4211	2047	38,316
<i>Eucyclops serrulatus</i>		54									0,011
<i>Cyclops strenuus</i>	6012	1607	12657	14179	50		122		438	503	7,428
Kopepodit	681	207	675	187	72	1519	415	13	836	63	0,975
Nauplius	4697	191	3616	800	2183	2258	465	994	1892	1412	3,865
Copepoda Toplam	102513	3229	17425	16290	34568	43479	8092	5271	7376	4025	52,59
ROTİFERA											
<i>Asplanchna priodonta</i>	44	12		27163			269	41	101		5,770
<i>Brachionus calyciflorus</i>								5	3233	7	0,678
<i>Brachionus urceolaris</i>	230	7	89	12036		288	196				2,683
<i>Filinia longiseta</i>			7					3	78		0,018
<i>Keratella quadrata</i>	217	9	838	5	23	12	309	146	11368	211	2,744
<i>Lepadella patella</i>								33			0,007
<i>Notholca acuminata</i>		2	11								0,003
<i>Notholca squamula</i>	4	11	38								0,011
<i>Polyarthra vulgaris</i>		2	1726	104	7		85				0,402
<i>Synchaeta pectinata</i>	6	25	9350	92						4	1,979
<i>Testudinella patina</i>				17							0,004
<i>Trichocerca pusilla</i>								73	14611	54	3,078
Rotifera Toplam	502	68	12060	39417	30	300	859	300	29392	276	17,38
Zooplankton Toplam	136157	3297	35479	94502	68567	56474	8994	5858	65080	4432	100,00

5.7. İstatistiksel Analiz Sonuçları

5.7.1. Tek-Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Yeniçağa Gölü'nde zooplanktonun yoğunluk ve biyokütle değerlerinin aylara göre gösterdiği değişim tek-yönlü varyans analizi kullanılarak değerlendirilmiş ve elde edilen bulgular Çizelge 5.21'de sunulmuştur. Gerçekleştirilen tek-yönlü varyans analizi sonucunda yoğunluk ve biyokütle verilerinde görülen aylık değişimlerin anlamlı olduğu anlaşılmıştır ($p < 0,05$). Ayrıca Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021-Kasım 2022 döneminde ölçülen fizikokimyasal parametrelerin aylık değişimlerinin anlamlı olup olmadığının saptanması için de tek-yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Analizler sonucunda ölçümü yapılan bütün fizikokimyasal parametrelerin aylara göre gösterdikleri değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür (Çizelge 5.22).

Çizelge 5.21. Yeniçağa Gölü zooplanktonunun yoğunluk ve biyokütle değerlerinin aylara göre gösterdiği değişimin tek-yönlü varyans analizi sonuçları

	F	p=0,05
2017-2018 Tarihleri Arasına Ait Zooplankton Yoğunluğu	23,64	0,000
2017-2018 Tarihleri Arasına Ait Zooplankton Biyokütlesi	4,13	0,000
2021-2022 Tarihleri Arasına Ait Zooplankton Yoğunluğu	15,23	0,000
2021-2022 Tarihleri Arasına Ait Zooplankton Biyokütlesi	3,34	0,000

Çizelge 5.22. Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında Yeniçağa Gölü'nde tespit edilen fizikokimyasal parametrelerin aylık değişiminin tek-yönlü varyans analizi sonuçları

	F	p=0,05
Işık Geçirgenliği	44,775	0,000
Sıcaklık	348,804	0,000
pH	4,885	0,001
Çözünmüş Oksijen	3,165	0,015
Elektriksel İletkenlik	48,676	0,000
TDS	37,416	0,000
Turbidite	15,147	0,000
Klorofil-a	8,719	0,000
Toplam Azot	10,732	0,000
Toplam Fosfor	5,797	0,000

Tez kapsamında farklı yıllarda örneklenen zooplankton örneklerinin yoğunluk ve biyokütle veri setine yıllar arasındaki değişimlerin anlamlı olup olmadığını test etmek için Kolmogorov Smirnov analizi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.23'te verilmiştir. Analiz sonuçları yıllar arasında zooplankton yoğunluğu ve biyokütlesindeki değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir ($p<0,001$).

Çizelge 5.23. Yeniçağa Gölü zooplankton yoğunluğu ve biyokütle değerlerinin yıllara göre değişimlerinin Kolmogorov Smirnov analiz sonuçları

	D	p=0,05
Yeniçağa Gölü Zooplankton Yoğunluğu	0.99791	<0,001
Yeniçağa Gölü Zooplankton Biyokütlesi	0.98679	<0,001

5.7.2. Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları

Yeniçağa Gölü'nde Aralık 2021 ve Kasım 2022 tarihleri arasında tespit edilen fizikokimyasal parametreler, zooplanktonun tür zenginliği, yoğunluğu ve biyokütlesi, Pearson korelasyon analizi yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş ve elde edilen bulgular Çizelge 5.24 ve Çizelge 5.25'te verilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre tür zenginliği; sıcaklık, elektriksel iletkenlik, TDS ve toplam fosfor ile negatif ve çözünmüş oksijen ile pozitif bir etkileşim göstermiştir. Zooplankton

yoğunluğunun TDS, turbidite ve toplam fosfor ile negatif ve ışık geçirgenliği ile pozitif bir ilişki içerisinde olduğu saptanmıştır. Zooplankton biyokütlesi ise pH, turbidite ve klorofil-*a* değerlerinden negatif etkilenirken elektriksel iletkenlik, TDS ve ışık geçirgenliği değerlerinden pozitif etkilenmiştir.

Yeniçağa Gölü'nün fizikokimyasal parametrelerinden sıcaklık, diğer parametrelerden çözünmüş oksijen ile negatif, elektriksel iletkenlik, ışık geçirgenliği ve toplam fosfor ile pozitif bir ilişki göstermiştir. pH değerinin çözünmüş oksijen, ışık geçirgenliği, turbidite ve klorofil-*a* parametreleri ile ilişkili olduğu saptanmıştır. Bu parametreler arasında çözünmüş oksijen ve ışık geçirgenliği ile negatif bir etkileşim, turbidite ve klorofil-*a* ile negatif bir etkileşimde olduğu belirlenmiştir. Çözünmüş oksijen; elektriksel iletkenlik, TDS, ışık geçirgenliği, toplam azot ve toplam fosfor değerlerinden negatif, turbidite ve klorofil-*a* değerlerinden pozitif etkilenmiştir. Elektriksel iletkenlik değeri; TDS, ışık geçirgenliği ve toplam fosfor parametreleri ile ve toplam çözünmüş madde, toplam fosfor ile pozitif bir ilişki göstermiştir. Işık geçirgenliğinin turbidite ve klorofil-*a* parametreleri ile negatif ve toplam azot ile pozitif etkileşimde olduğu tespit edilmiştir. Turbidite değeri ise klorofil-*a* ile pozitif ve toplam azot ve toplam fosfor değerleri ile negatif bir ilişki göstermiştir. Klorofil-*a* değeri de toplam azot ve toplam fosfor değerleri ile pozitif ilişki göstermiştir. Gerçekleştirilen analizler sonucu toplam azot ve toplam fosfor değerlerinin birbirleri ile pozitif bir etkileşim içerisinde olduğu saptanmıştır.

Çizelge 5.24. Yeniçağa Gölü'nün zooplankton tür zenginliği, yoğunluğu ve biyokütlesi ile göl suyunun fizikokimyasal parametrelerinin Pearson korelasyon analiz sonuçları

	Tür Zenginliği	Yoğunluk	Biyokütle
Sıcaklık	-,470	öd	öd
pH	öd	öd	-,427
DO	,374	öd	öd
Elektriksel İletkenlik	-,482	öd	,281
TDS	-,288	-,358	,400
Işık Geçirgenliği	öd	,364	,432
Turbidite	öd	-,273	-,384
Klorofil-<i>a</i>	öd	öd	-,297
Toplam Azot	öd	öd	öd
Toplam Fosfor	-,452	-,308	öd

öd: önemli değil; DO: Çözünmüş oksijen, TDS: Toplam Çözünmüş Madde

Çizelge 5.25. Yeniçağa Gölü’nde tespit edilen fizikokimyasal parametrelerin Pearson korelasyon analiz sonuçları

	Sıcaklık	pH	DO	EC	TDS	Secchi	Turbidite	Klorofil- <i>a</i>	TA	TF
Sıcaklık	1									
pH	öd	1								
DO	-,454	,576	1							
EC	,797	öd	-,511	1						
TDS	öd	öd	-,283	,741	1					
Secchi	,439	-,502	-,546	,290	öd	1				
Turbidite	öd	,658	,443	öd	öd	-,553	1			
Klorofil- <i>a</i>	öd	,636	,444	öd	öd	-,724	,949	1		
TA	öd	öd	-,622	öd	öd	,563	-,579	-,642	1	
TF	,616	öd	-,677	,594	,252	öd	-,263	-,258	,334	1

öd: Önemli değil; DO: Çözülmüş oksijen, EC: Elektriksel iletkenlik, TDS: Toplam çözülmüş madde, Secchi: Işık geçirgenliği, TA: Toplam Azot, TF: Toplam Fosfor

5.7.3. CCA Analizi Sonuçları

Yeniçağa Gölü'nde gerçekleştirilen arazi çalışmalarında tespiti yapılan fizikokimyasal parametreler ile gölün toplam zooplankton biyokütlesine en yüksek katkıyı yapan zooplankton türlerinin biyokütle değerleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için CCA (Canonical Correlation Analysis) analizi kullanılmıştır. Veri setine uygulanabilecek en uygun ordinasyon analizinin belirlenmesi için öncelikle DCA (Detrended Correspondence Analysis) analizi gerçekleştirilmiştir. DCA analizi sonucunda, sonuçların eksen uzunluk değerleri incelenmiş ve elde edilen veriler 4'ten büyük olduğu için CCA analizinin gerçekleştirilmesine karar verilmiştir (Çizelge 5.26). Gerçekleştirilecek CCA analizinde hangi fizikokimyasal parametrelerin kullanılacağı belirlenmesi için veri setine vif testi uygulanmış ve vif değeri 20'den küçük olan parametreler CCA analizinden çıkartılmıştır. Yeniçağa Gölü'nün fizikokimyasal parametrelerinden sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, ışık geçirgenliği ve klorofil-*a* kullanılarak gerçekleştirilen CCA analizine, fizikokimyasal parametrelerin zooplankton türlerinin dağılımlarını açıklamaya katkısının anlamlı olup olmadığının anlaşılması için permütasyon testi uygulanmıştır. Permütasyon testi sonuçları pH, çözülmüş oksijen, ışık geçirgenliği ve toplam fosfor değerlerinin zooplankton biyokütlesi ile ilişkisini anlamlı bulmuştur (Çizelge 5.27). Gerçekleştirilen CCA analizi sonucunda 1. eksenin varyansın %42,65'ini ve 2. eksenin varyansın %20,64'ünü açıkladığı tespit edilmiştir.

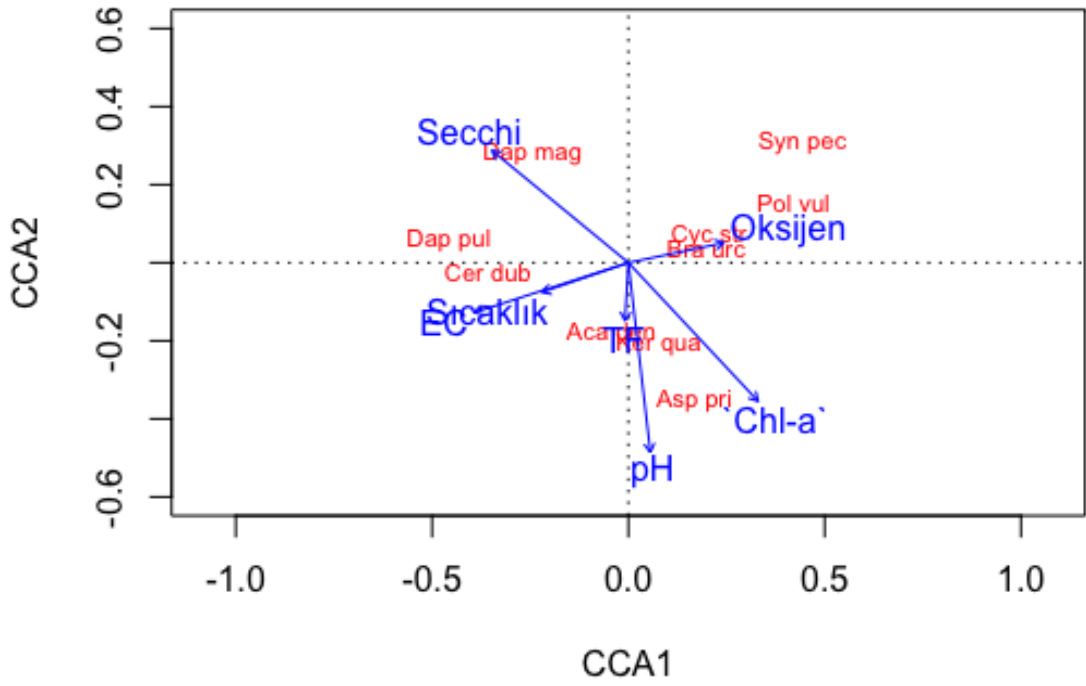
CCA analizi sonucunda elde edilen verilere göre, *Acanthodiptomus denticornis*, *Keratella quadrata* ve *Asplanchna priodonta* türlerinin biyokütlesi, pH ile pozitif etkileşim göstermiştir. Aynı zamanda bu türlerden *A. denticornis* ve *K. quadrata*'nın toplam fosfor parametresi ile de pozitif ilişki gösterdiği tespit edilmiştir. *Brachionus urceolaris*, *Cyclops strenuus*, *Polyarthra vulgaris* ve *Synchaeta pectinata* türlerinin biyokütlesi çözülmüş oksijen ile pozitif bir ilişki göstermiştir. Işık geçirgenliği ile *Daphnia pulex* ve *Daphnia magna* türlerinin biyokütlesi arasında pozitif, *A. priodonta*'nın biyokütlesi arasında ise negatif bir etkileşim olduğu belirlenmiştir. (Şekil 5.44).

Çizelge 5.26. Zooplankton Biyokütlesinin DCA Analizi Sonuçları

	DCA1	DCA2	DCA3	DCA4
Özdeğerler	0,257	0,151	0,080	0,095
Decorana Değerleri	0,269	0,084	0,046	0,021
Eksen Uzunluğu	4,543	2,861	1,820	1,764

Çizelge 5.27. Zooplankton Biyokütlesinin RDA Analizinin Permütasyon Testi Sonuçları

	F	p=0,05
Sıcaklık	2,039	0,120
pH	3,143	0,034 *
Çözünmüş Oksijen	2,656	0,043 *
Elektriksel İletkenlik	1,780	0,146
Işık Geçirgenliği	3,349	0,018 *
Klorofil-a	2,001	0,129
Toplam Fosfor	3,045	0,043 *



Şekil 5.32. Zooplankton Biyokütlesinin CCA Analizi Sonuçları (Oksijen: Çözünmüş oksijen, EC: Elektriksel iletkenlik, Secchi: Işık geçirgenliği, Chl-a: Klorofil-a, TF: Toplam fosfor; Cer dub: *Ceriodaphnia dubia*, Dap pul: *Daphnia pulex*, Dap mag: *Daphnia magna*, Aca den: *Acanthodiptomus denticornis*, Cyc str: *Cyclops strenuus*, Asp pri: *Asplanchna priodonta*, Bra urc: *Brachionus urceolaris*, Ker qua: *Keratella quadrata*, Pol vul: *Polyarthra vulgaris*, Syn pec: *Synchaeta pectinata*)

6. TARTIŞMA

Yeniçağa Gölü sahip olduğu biyoçeşitlilik nedeniyle ülkemizin önemli sucul ekosistemleri arasında bulunmaktadır. Gölün sulak alan yapısı ve zengin fauna ve florası bölgenin önemli bir ekosistem olarak kabul edilmesini sağlamıştır. Ancak, yerleşim alanlarının genişlemesi, drenaj çalışmaları ve endüstriyel, evsel ve tarımsal kirlilik gibi çeşitli sorunlar nedeniyle Yeniçağa Gölü'nün ekosistem yapısı tehdit altındadır. (Saygı ve Demirkalp, 2004b).

Yeniçağa Gölü, Türkiye'nin Batı Karadeniz bölgesinde, Bolu ilinde bulunan bir tatlı su gölüdür. Kuzey Anadolu Fay Hattının kuzeyinde yer alan Yeniçağa Gölü, oluşumundan beri üç kat küçülmüştür (Pekcan, 1996). Gölün yüzey alanı 1800 hektar, deniz seviyesinden yüksekliği 976 m ve ortalama derinliği 4,90 m'dir (Çizelge 5.2). Yeniçağa Gölü'nün çevresinde günümüzde 30 km² boyuta kadar küçülmüş ve derinliği 2 m'yi aşmayan bir turbalık alan bulunmaktadır (İkinci ve Bayındır, 2019; Zengin ve ark., 2021). Göl, batıda Kuzuviran ve doğuda Deliler Deresi olmak üzere iki kaynaktan sürekli olarak beslenmekte ve bu derelerden göle giren besince zengin su drenajı, gölün ötrofikasyon seviyesini arttırmaktadır. Ayrıca, Yeniçağa ilçesinin evsel atıklarının suya karışması sonucunda su kalitesi düşmekte ve besin zinciri bozulmaktadır (Saygı ve Yiğit, 2011).

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasında Yeniçağa Gölü zooplankton biyokütlesinin Mayıs 2017-Nisan 2018 ve Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasında gösterdiği değişim incelenmiştir. Aynı zamanda göl suyunda bazı fizikokimyasal parametrelerin (derinlik, ışık geçirgenliği, sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, TDS, turbidite, klorofil-*a*, toplam azot ve toplam fosfor) aylık değişimi tespit edilmiş ve zooplankton yoğunluğu ve biyokütlesi ile ilişkileri değerlendirilmiştir.

Yeniçağa Gölü'nde gerçekleştirilen arazi çalışmalarından elde edilen derinlik verileri aylara bağlı değişiklik göstermiştir (Şekil 5.1). Gölün derinliği yıl içerisinde 350-700 cm arasında değişmiş ve ortalama derinlik 490 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.2). Ocak ve şubat ayları boyunca gölün yüzeyini tamamen kaplayan buz örtüsünün erimesi sonucunda gölün derinliği artmış ve mart ayı derinliğin en yüksek olduğu ay olarak belirlenmiştir. Yeniçağa Gölü'nde Saygı (2000) tarafından gerçekleştirilen çalışmada

gölün derinliği 190-520 cm arasında tespit edilmiştir. Buna göre Yeniçağa Gölü'nün iki çalışma arasında (2000-2022) belirgin bir şekilde derinleştiği görülmektedir.

Işık geçirgenliği, su kolonundan geçen ışığın miktarını ifade eden bir parametre olup, bu nedenle suda bulunan çözünmüş ve parçacık halindeki maddelerden etkilenmektedir (Wetzel ve Likens, 2000). Yeniçağa Gölü'nde ışık geçirgenliği 45-300 cm arasında aylık değişimler göstermiş, en düşük ışık geçirgenliği değeri eylül ayında ve en yüksek ışık geçirgenliği değerleri haziran ve temmuz aylarında saptanmıştır (Çizelge 5.3, Şekil 5.2). Işık geçirgenliğinin fitoplanktonik organizmaların en yoğun görüldüğü aylarda daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Yeniçağa ilçesinin kanalizasyonunun göle atık suların döküldüğü bölgede bulunan 3. İstasyonda ışık geçirgenliği değerleri en düşük düzeyde tespit edilmiştir. Fitoplanktonun varlığı ışığın su kolonu içerisinde ilerlemesini engellemektedir. Yeniçağa Gölü'nde gerek aylara bağlı gerekse istasyonlara bağlı olarak değişimler gösteren ışık geçirgenliğinin değişen değerleri, fitoplanktonik organizmaların yoğunluğuna ve suyun bulanıklığına bağlanabilir. Yeniçağa Gölü'nde ışık geçirgenliği; pH, çözünmüş oksijen, turbidite ve klorofil-*a* değerleri ile negatif, sıcaklık, elektriksel iletkenlik ve toplam azot değerleri ile pozitif bir ilişki göstermiştir (Çizelge 5.24). Bu çalışma kapsamında tespit edilen ışık geçirgenliği değerleri Saygı ve Demirkalp (2004) tarafından geçmiş yıllarda yapılan çalışma ile karşılaştırılmıştır. Saygı ve Demirkalp (2004b), gerçekleştirdikleri çalışmada Yeniçağa Gölü'nün ışık geçirgenliğini Ekim 1997 ve Ağustos 1999 tarihleri arasında 32-350 cm arasında değiştiğini tespit etmiştir. Buna göre, Yeniçağa Gölü'nün ışık geçirgenliği değerlerinde yıllara bağlı olarak belirgin bir değişim görülmemiştir.

Su sıcaklığının en büyük kaynağı güneş ışınlarıdır ve çoğunlukla bu ışınlar doğrudan su tarafından emilmektedir. Havadan ve gölün sedimentinden de göl suyuna bir miktar ısı transferi gerçekleşebilir ancak çoğu gölde bu değerler güneşten gelen ışımalara kıyasla oldukça küçüktür (Wetzel, 2001). Yeniçağa Gölü'nde ölçülen su sıcaklığı değerleri 2,50-25,00 °C arasında aylık değişiklikler göstermiş, en düşük su sıcaklığı mart ayında ve en yüksek su sıcaklığı ağustos ayında tespit edilmiştir (Çizelge 5.4, Şekil 5.3). Aynı zamanda göl suyunun yüzey ve taban sıcaklıkları da değerlendirilmiş ve elde edilen verilere göre gölde sıcaklığının su sütunu içerisinde sadece yaz aylarında belirgin bir fark gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 5.4). Yeniçağa Gölü'nde su sıcaklığı ölçümlerinin gerçekleştirildiği aylar boyunca sıcaklık, hava sıcaklığı ile paralel değişimler

göstermiştir. Sıcaklık verileri, gölde ölçümü yapılan diğer fizikokimyasal parametreler ile ilişkilendirilmiş ve elde edilen verilere göre çözünmüş oksijen ile negatif bir etkileşim gösterirken elektriksel iletkenlik, ışık geçirgenliği ve toplam fosfor değerleri ile pozitif bir etkileşim göstermiştir (Çizelge 5.24).

Sucul ekosistemlerde pH değeri büyük ölçüde H_2CO_3 'ün ayrışmasından kaynaklanan H^+ iyonlarının ve bikarbonatın hidrolizi sırasında üretilen OH^- iyonlarının etkileşimi tarafından belirlenir (Wetzel, 2001). pH değerleri aynı zamanda asitliği veya alkaliliği oluşturan çözünmüş maddelerin su içerisinde bulunduğu toplam konsantrasyonlarının da bir göstergesidir. Bu bileşiklerin konsantrasyonları ve birbirlerine oranları, suyun pH değerini belirler. Bir sucul sistemde normal pH değerleri 7-9 arasında değişim gösterir. Bu değerlerin dışına çıktığında birçok organizmanın toleransları önemli ölçüde kısıtlanabilir. Bu nedenle, tatlı suların pH değişiklikleri o ekosistem için büyük önem taşımaktadır (Wetzel ve Likens, 2000). Yeniçağa Gölü'nün ölçülen ortalama pH değerlerinin aylık olarak 7,70-8,80 arasında değiştiği, en düşük pH değerinin Mayıs ve en yüksek pH değerinin Eylül ayında görüldüğü tespit edilmiştir (Çizelge 5.5, Şekil 5.4). Bu değerlere göre Yeniçağa Gölü'nün hafif alkali yapıda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, pH değerleri genel olarak yüzey ölçümlerinde taban ölçümlerine göre daha yüksek değerler göstermiştir (Çizelge 5.5). Yeniçağa Gölü'nde pH; ışık geçirgenliği ile negatif, çözünmüş oksijen, turbidite ve klorofil-*a* ile pozitif bir ilişki göstermiştir (Çizelge 5.24).

Sucul sistemlerde organizmaların yaşantısını doğrudan etkileyen en önemli parametrelerden biri de oksijendir. Suda bulunan çözünmüş oksijen, tüm aerobik su organizmalarının metabolizması için açıkça gereklidir. Bu nedenle, göllerde oksijen dağılım dinamikleri, suda yaşayan organizmaların dağılımını, davranışlarını ve büyümesini anlamak için ölçülmesi gereken en temel özelliktir. Çözünmüş oksijenin atmosferden ve fotosentetik organizmalardan suya geçişi, biyotik ve biyotik olmayan kimyasal reaksiyonlar tarafından tüketilen metabolizma ile dengelenir (Wetzel, 2001). Yeniçağa Gölü'nün çözünmüş oksijen konsantrasyonu gerek aylık olarak ve gerekse gölün yüzey-tabanında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 5.6, Şekil 5.5). Mart, Temmuz ve Ağustos aylarında yüzey-taban oksijen konsantrasyonu değerlerinde belirgin değişimler saptanmıştır (Çizelge 5.6). Ölçümlerin gerçekleştirildiği diğer aylarda ise su sütunu oksijen konsantrasyonu bakımından daha homojen bir dağılım göstermiştir. Gölde en yüksek oksijen konsantrasyonu değerleri Eylül ayında tespit edilmiştir. Eylül ayı aynı

zamanda gölde en yüksek klorofil-*a* değerlerinin saptandığı aydır (Şekil 5.9). Yeniçağa Gölü'nün çözünmüş oksijen konsantrasyonu bütün örnekleme periyodu boyunca klorofil-*a* değerleri ile pozitif bir etkileşim göstermiştir (Çizelge 5.24). Buna göre, gölde görülen oksijen konsantrasyonu artışlarının fitoplanktonik organizmaların biyokütle artışlarıyla ilişkili olduğu varsayılmıştır. Oksijenin su içerisinde çözünürlüğünün sıcaklık artışında negatif olarak etkilendiği bilinmektedir (Wetzel, 2001). Yeniçağa Gölü'nde de aynı şekilde çözünmüş oksijen ile sıcaklık parametreleri arasında negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.24). Bu parametreler dışında Yeniçağa Gölü'nde çözünmüş oksijen; pH ve turbidite parametreleri ile pozitif, geriye kalan fizikokimyasal parametrelerden elektriksel iletkenlik, TDS, ışık geçirgenliği, toplam azot ve toplam fosfor ile negatif bir etkileşim sergilemiştir (Çizelge 5.24).

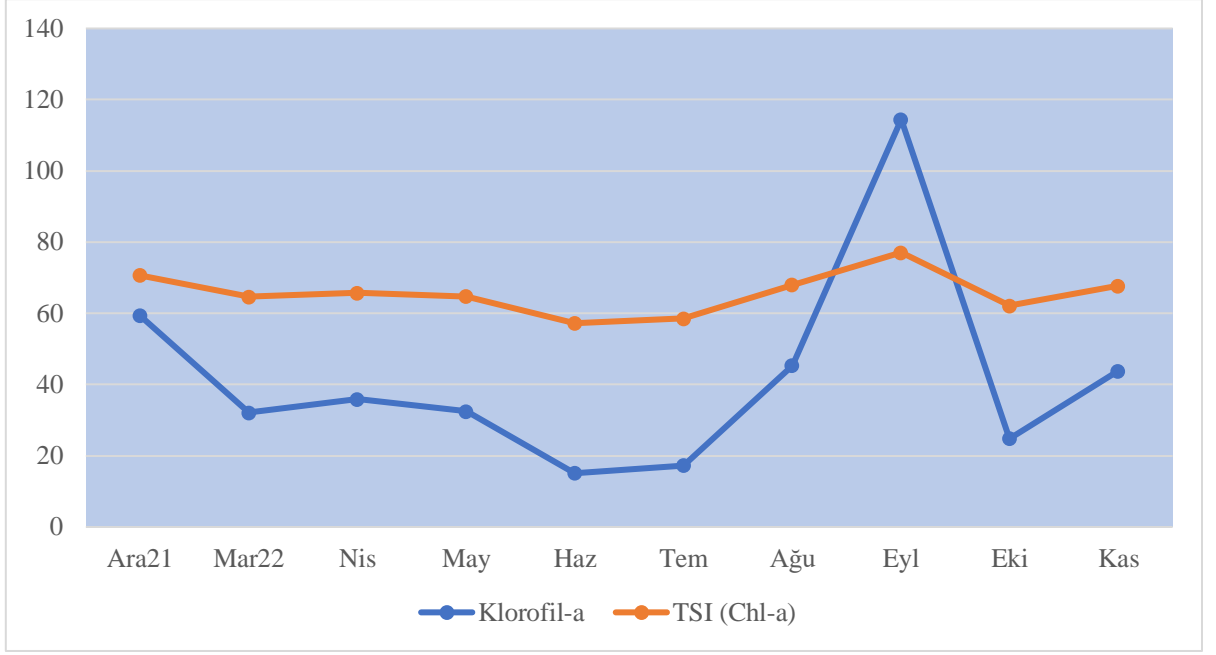
Suyun elektrik akımına gösterdiği direnç olarak bilinen elektriksel iletkenlik, su kolonundaki çözünmüş iyon konsantrasyonunun değişimlerinin belirtecidir (Pal ve ark., 2015). Yeniçağa Gölü'nde tespiti yapılan ortalama elektriksel iletkenlik değerleri 326-690 $\mu\text{s}/\text{cm}$ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5.7). Bu değerler tatlı su ekosistemleri için uygun olan elektriksel iletkenlik değerlerine uygun bulunmuştur (Kadhem, 2013). Elektriksel iletkenlik değerleri ilkbahar aylarında diğer aylara göre belirgin bir düşüş göstermiştir (Şekil 5.6). Aynı zamanda su sütununda elektriksel iletkenlik bazı aylarda homojen bir dağılım göstermemiş, belirgin yüzey ve taban farklılıkları görülmüştür (Çizelge 5.7). Yeniçağa Gölü'nde tespit edilen elektriksel iletkenlik değerleri; çözünmüş oksijen ile negatif bir ilişki gösterirken sıcaklık, TDS, ışık geçirgenliği ve toplam fosfor değerleri ile pozitif bir ilişki göstermiştir (Çizelge 5.24).

Su içerisinde bulunan maddeler, askıda, çökmüş ve çözünmüş olmak üzere üç biçimde bulunabilir. Bunlar arasından Toplam Çözünmüş Maddelerin (TDS) konsantrasyonu çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Tatlı su ekosistemlerinde sağlıklı olarak görülen TDS değerleri 0,05-0,50 g/L aralığında bulunmaktadır (Bhateria ve Jain, 2016). Yeniçağa Gölü'nde gerçekleştirilen arazi çalışmalarında ölçümü yapılan TDS değerleri 0,33-0,49 g/L arasında değişim göstermiş ve tatlı sular için uygun görülen aralıkta bulunmuştur (Çizelge 5.8). TDS, elektriksel iletkenlik değerleri ile benzer aylık değişimler göstermiş, ilkbahar aylarında diğer aylara göre daha düşük değerlere sahip olmuştur (Şekil 5.7). Yeniçağa Gölü'nde TDS, su sütununda homojen bir dağılım göstermiş, yüzey ve taban arasında görülen farklar minimum olmuştur. TDS, elektriksel iletkenlik haricinde sadece

çözünmüş oksijen ile negatif ve toplam fosfor ile pozitif bir etkileşim göstermiştir (Çizelge 5.24).

Turbidite suyun; silt, karbonat partikülleri, ince organik parçacıklı maddeler, plankton ve diğer küçük organizmalar gibi suda asılı halde bulunan inorganik ve organik maddelerin neden olduğu optik bir özelliğidir. Birçok sucul organizma, özellikle süzücü beslenenler, yüksek turbidite konsantrasyonlarını tolere edemezler (Wetzel ve Likens, 2000). Yeniçağa Gölü'nün turbidite değerleri aylık olarak belirgin değişimler göstermiş ve ortalama değerler 1,14-59,75 ntu arasında bulunmuştur (Çizelge 5.9) Turbidite değeri 2 ntu veya altında olan sular berrak, 2-10 ntu arasında bulunan sular orta bulanık ve 10 ntu'nun üzerinde bulunan sular bulanık olarak sayılmaktadır (Newcombe ve Macdonald, 1991). Bu sınıflandırmaya göre Yeniçağa Gölü ortalama 8,19 ntu değeri ile orta düzeyde bulanık bir göldür. Aylık olarak gerçekleştirilen ölçümler incelendiğinde bulanık özellik gösteren tek ayın ortalama 41,53 ntu değeri ile eylül ayı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.8). Ölçümlerin gerçekleştirildiği istasyonlar arasında turbidite değerlerinin en yüksek ölçüldüğü istasyon, göle atık madde girişini sağlayan kanalizasyona en yakın istasyon olan 3. istasyondur (Çizelge 5.9). Gölde turbidite değerlerinin yüksek olduğu aylar, klorofil-*a* konsantrasyonunun yüksek olduğu aylarla örtüşmüştür (Şekil 5.9). Buna göre Yeniçağa Gölü'nde turbiditeyi belirleyen en önemli kaynağın fitoplanktonik organizmalar olduğu anlaşılmıştır. Turbidite ile ilişki gösteren diğer parametrelerin ise pH, çözünmüş oksijen, ışık geçirgenliği, toplam azot ve toplam fosfor olduğu tespit edilmiştir. Bu parametreler arasında turbidite; ışık geçirgenliği, toplam azot ve toplam fosfor ile negatif, pH ve çözünmüş oksijen ile pozitif bir etkileşim göstermiştir (Çizelge 5.24).

Klorofil-*a*, bütün fotosentetik organizmaların birincil fotosentetik pigmentidir ve tüm fitoplanktonik organizmalarda bulunur. Aynı zamanda tatlı su ekosistemlerinde trofik bir belirteç olarak da kullanılmaktadır (Wetzel, 2001). Yeniçağa Gölü'nün ortalama klorofil-*a* değerleri 15,10-114,44 mg/m³ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5.10, Şekil 5.9). Gerçekleştirilen bu çalışmadan elde edilen klorofil-*a* değerleri $TSI(CHL) = 9.81 \ln(CHL) + 30.6$ formülü yardımıyla Carlson TSI indeksi hesaplamalarında kullanılmış ve elde edilen bulgular Şekil 6.1'de verilmiştir (Carlson ve Simpson, 1996).



Şekil 6.1. Yeniçağa Gölü'nün ortalama klorofil-*a* (mg/m³) ve Carlson TSI indeksi değerlerinin aylara göre değişimi

Wetzel, 2001'e göre klorofil-*a* değerleri; 0,3-4,5 mg/m³ arasında olan göller oligotrofik, 3-11 mg/m³ arasında olan göller mesotrofik, 3-78 mg/m³ arasında olan göller ötrofik ve 100-150 mg/m³ arasında olan göller hipertrofik olarak sınıflandırılmaktadır. Carlson TSI indeksine göre ise TSI 50-70 arasında olan göller ötrofik ve 70'ten yüksek olan göller hipertrofik olarak sınıflandırılmaktadır (Carlson ve Simpson, 1996). Buna göre Yeniçağa Gölü, hipertrofik özellik gösterdiği eylül ve aralık ayları haricinde bütün inceleme periyodu boyunca ötrofik seviyede bulunmuştur. Örnekleme istasyonları arasında klorofil-*a* değerleri en yüksek 3. istasyonda saptanmıştır (Çizelge 5.10). Bu istasyon, göle Yeniçağa ilçesinin ve Yeniçağa sanayi sitesinin atıklarını da taşıyan kanalizasyon sistemine en yakın bulunan örnekleme istasyonudur. Yeniçağa Gölü'nde klorofil-*a* değerleri; pH, çözünmüş oksijen ve turbidite ile pozitif bir ilişki, ışık geçirgenliği, toplam azot ve toplam fosfor değerleri ile negatif bir ilişki göstermiştir (Çizelge 5.24).

Yeniçağa Gölü'nde klorofil-*a* değerinin belirlenmesine yönelik daha önceki yıllarda gerçekleştirilmiş çalışmalar incelenmiş ve elde edilen bulgular Çizelge 6.1'de sunulmuştur. Saygı ve Demirkalp (2004b), 1997-1999 tarihleri arasında gerçekleştirdikleri çalışmada Yeniçağa Gölü'nün klorofil-*a* değerlerini 6,2-65,3 mg/m³ arasında bulmuştur. Saygı ve Atasagun (2012), 2008-2009 yılları arasında gölün klorofil-

a mg/m³ konsantrasyonunun 8,8-78,9 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. 2009-2010 yıllarında Kılıç ve Becer (2018) ise klorofil-*a* değerlerini 9,7-53,4 mg/m³ arasında tespit etmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmada Yeniçağa Gölü'nün klorofil-*a* değerleri 15,1-114,4 mg/m³ arasında değiştiği belirlenmiştir. Buna göre, gölde klorofil-*a* analizinin gerçekleştirildiği 1997-1999 ve 2008-2009 yılları arasında belirgin bir artış görülmüş ancak 2009-2010 arasında bu değerlerde bir düşüş gerçekleşmiştir. Bu çalışmada tespit edilen klorofil-*a* değerleri incelendiğinde gölde görülen minimum ve maksimum klorofil-*a* değerlerinin artış yaptığı saptanmıştır. Ancak, yıl ortalamalarına bakıldığında 2008-2009 yılları ile benzer değerler görülmüştür. Klorofil-*a* değerlerinin geçmiş çalışmalardaki değerlerle uyumlu olduğu görülmüştür.

Çizelge 6.1. Yeniçağa Gölü'nde önceki yıllarda ve bu çalışmada tespit edilen klorofil-*a* değerlerinin karşılaştırılması

	1997-1999 (Saygı ve Demirkalp, 2004b)	2008-2009 (Saygı ve Atasagun, 2012)	2009-2010 (Kılıç ve Becer, 2018)	2021-2022 (Bu çalışma)
Minimum-Maksimum Değerler (mg/m³)	6,2-65,3	8,8-78,9	9,7-53,4	15,1-114,4
Ortalama Değerler (mg/m³)	31,5	42,8	22,5	42,1

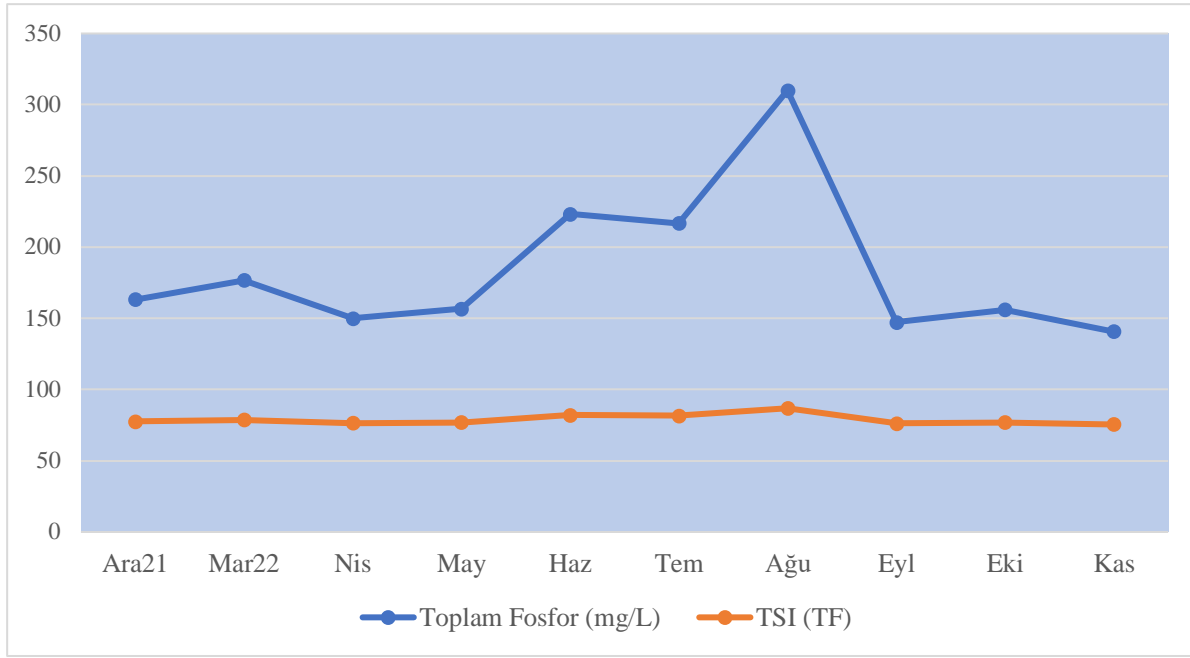
Tatlı su ekosistemlerini etkileyen birincil sorunlardan olan ötrofikasyonun temel sebeplerini azot ve fosfor elementleri oluşturmaktadır (Abell, Özkundakci ve Hamilton, 2010). Azot ve fosfor elementlerinin ötrofikasyon ile ilişkili olmalarının temel sebeplerinden birisi azot ve fosfor oranlarının fitoplankton gelişimi üzerinde belirgin bir etkiye sahip olmasıdır. Bir gölde bulunan azot ve fosfor ilişkisini anlayabilmek için incelenmesi gereken parametreler göl suyunda bulunan toplam azot ve toplam fosfor değerleridir (Downing ve McCauley, 1992).

Tatlı sulardaki azot; çözünmüş azot, nitrit, nitrat veya amonyak gibi çok çeşitli formlarda bulunabilir. Suda bulunan azot elementinin kaynakları başlıca, göl yüzeyine düşen yağış ve hem suda hem de sedimentte gerçekleşen azot fiksasyonudur. (Wetzel, 2001). Çoğu gölün üretkenliğini azot ve fosforun birlikte sınırlandırdığını ve fitoplanktonun bu iki elemente de sinerjik olarak bir tepki verdiği bilinmektedir (Filstrup ve Downing, 2017). Sakamoto (1966), Dillon ve Rigner (1974), Jones ve Bachmann (1976) ve Carlson (1977)

tarafından gerçekleştirilen araştırmalar, fitoplankton yoğunluğunun ortama fosfor eklenmesine veya çıkarılmasına güçlü bir Şekilde tepki verdiği kanıtlamıştır. Fosforun gl sistemlerinde trofik durumunun bir göstergesi olarak önemi iyi bir Şekilde biliniyor olsa da tüm göller fosfor girdisi ve çıktılarına benzer Şekilde tepki vermemektedir. Bu farklılıkların sebebi fosfor dışındaki başka faktörlerin de fitoplanktonu etkileyebilmesinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, Sakamoto (1966) toplam fosfor konsantrasyonunun klorofil-*a* verimi üzerindeki etkisinin toplam azotun:toplam fosfor oranına bağlı olduğunu gözlemlemiş ve ayrıca toplam azot: toplam fosfora oranı 10'un altına düştüğünde sınırlayıcı besin maddesinin fosfor yerine azot olduğunu öne srmştir. Bu oran 17'den yüksek olduğunda ise sınırlayıcı element fosfor olmaktadır.

Yeniçağa Gölü'nde aylık değişimleri tespit edilen toplam fosfor değerlerinin $TSI(TP) = 14.42 \ln(TP) + 4.15$ formülü kullanılarak Carlson TSI değerleri hesaplanmış ve elde edilen bulgular Şekil 6.2'de verilmiştir (Carlson ve Simpson, 1996).

Bir gölün toplam fosfor değerlerinin bilinmesi o ekosistemin trofik yapısı hakkında da bilgi vermektedir. Sucul ekosistemlerde toplam fosforun artışı su kalitesinde bozulma ve buna paralel trofik seviye artışına neden olur. Sucul ekosistemlerde toplam fosfor 25 $\mu\text{g/L}$ zerine çıktığında gl ötrofik seviyeye, 85 $\mu\text{g/L}$ zerine çıktığında ise hipertrofik düzeye ulaşmaktadır (Wetzel, 2001). Aynı zamanda hesaplanan Carlson TSI indeksi de bir ötrofikasyon lt olarak kullanılabilir. TSI indeksi 50-70 arasında olduğunda ötrofik ve 70'ten yüksek olduğunda hipertrofik olarak varsayılmaktadır (Wetzel, 2001). Bu verilere göre örnekleme periyodu boyunca aylık 140-310 $\mu\text{g/L}$ arası toplam fosfor değişimi gösteren Yeniçağa Gölü'nün hipertrofik yapıda olduğu saptanmıştır (izelge 5.12). Yeniçağa Gölü'nde toplam fosfor için hesaplanan Carlson TSI değerleri aylık olarak 75,47-86,87 arası değişim göstermiş ve elde edilen sonuçlara göre hipertrofik olarak sınıflandırılmıştır.



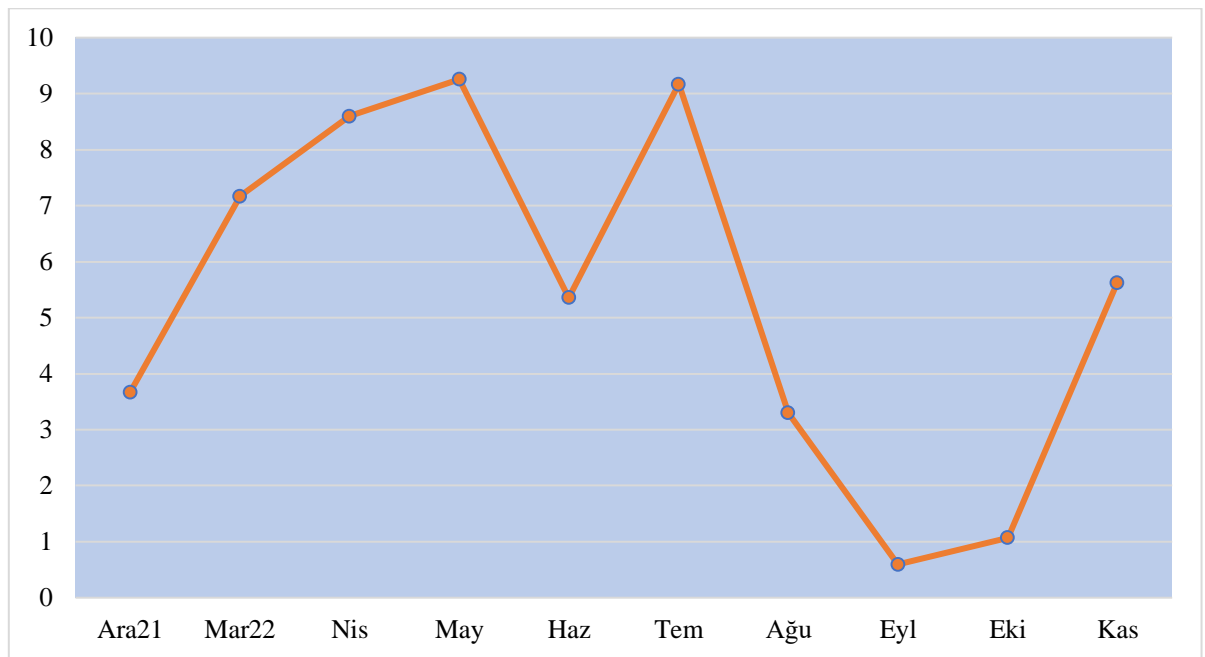
Şekil 6.2. Yeniçağa Gölü'nün ortalama toplam Fosfor ($\mu\text{g/L}$) ve Carlson TSI indeksi değerlerinin aylara göre değişimi

Göl ekosistemlerinde trofik düzeyi ölçmenin başka bir yolu da toplam azot konsantrasyonunun bilinmesidir. Wetzel (2001) göllerin sahip oldukları toplam azot değerlerine göre trofik yapılarının belirlenebileceğini ifade etmiştir. Yeniçağa Gölü'nün toplam azot konsantrasyonları aylık olarak 90-1990 $\mu\text{g/L}$ arası değişim göstermiştir (Çizelge 5.11). Bu verilere göre Yeniçağa Gölü'nden elde edilen toplam azot değerleri ötrofik göllerle uyumlu bulunmuştur.

Toplam Azot:Toplam Fosfor oranının klorofil-*a* değeri üzerinde gösterdiği etki gölün trofik seviyesi hakkında bilgi sahibi olunmasını sağlamaktadır. Bunun nedeni hem toplam azotun hem de toplam fosforun fitoplankton biyokütlesi ile gösterdiği pozitif ilişkidir. Çoğu gölde bu iki parametre de fitoplankton üzerine beraber etki etmektedir (Filstrup ve Downing, 2017). Sakamoto'ya (1966) göre Toplam Azot:Toplam Fosfor oranı, o ekosistemde sınırlayıcı elementin hangisi olduğu hakkında bilgi vermektedir. Bu değerlendirmeye göre, toplam azot:toplam fosfor oranı 10'dan düşük olduğunda sistem azot sınırlayıcı ve 17'den yüksek olduğunda fosfor sınırlayıcı olarak sınıflandırılmaktadır. Toplam azot:toplam fosfor oranlarının 10-17 arasında olduğu sistemler ise hem azot hem fosfor sınırlayıcı olarak sayılmaktadır. Genellikle tatlı sular

azot sınırlayıcı sistemlerken tuzlu sular fosfor sınırlayıcı sistemler olarak kabul görmektedir (Guildford ve Hecky, 2000).

Yeniçağa Gölü'nde gerçekleştirilen arazi çalışmalarında tespiti yapılan toplam azot ve toplam fosfor değerleri birbirlerine oranlanmış ve elde edilen veriler Şekil 6.3'te sunulmuştur. Toplam Azot:Toplam Fosfor oranı ölçümlerin gerçekleştirildiği bütün aylarda 10'dan düşük bulunmuştur. Yeniçağa Gölü'nde Toplam Azot:Toplam Fosfor oranları 0,60-9,26 arasında tespit edilmiş ve sınırlayıcı elementin azot olduğu anlaşılmıştır.



Şekil 6.3. Yeniçağa Gölü'nde Toplam Azot:Toplam Fosfor oranının aylık değişimleri

Zooplankton, sucul sistemlerin besin ağları, trofik etkileşimleri, enerji akışı ve madde dolaşımı dahil olmak üzere tüm fonksiyonel yönlerini etkileyen en önemli biyotik unsurlardan biridir ve pelajik besin ağlarında merkezi bir konuma sahiptir. Plankton faunasının oluşumu ve dağılımı, iklim değişikliği, habitatın fizikokimyasal özellikleri ve biyotik faktörler gibi bir dizi faktörden etkilenmektedir (Paturej ve ark., 2017). Plankton, pelajik besin ağlarının bir parçası olarak ekosistemde madde ve enerji aktarımını sağlamaktadır. Artan büyüme sınırlayıcı besin maddesi girdisi, fitoplankton yoğunluğunda artışa neden olur ve bu durum daha sonrasında sırasıyla zooplankton ve balık biyokütlesini etkiler. (Telesh, 2004). Sucul sistemlerde ortak görülen bir model,

fitoplanktondan, herbivor zooplankton aracılığıyla planktivor balıklara ve daha sonra pisivor balıklara ilerleyen doğrusal bir etkileşim zinciridir (Schindler ve Schuerell, 2002). Ekolojik etkiler, örneğin ışık geçirgenliği ve besin maddesi konsantrasyonu, büyük ölçekli ve yaygın değişiklikler yoluyla diğer türleri önemli ölçüde etkileyebilir. *Cyprinus carpio* gibi istilacı omnivorlar, tatlı su ekosistemlerini makrofitlerin baskın olduğu berrak bir durumdan fitoplanktonun baskın olduğu bulanık bir duruma geçirebilir (Gallardo ve ark., 2016).

Gerçekleştirilen bu tez çalışması kapsamında Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017-Nisan 2018 ve Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasında kapsayan iki farklı örnekleme periyodu incelenmiş, zooplanktonun tür zenginliği, yoğunluğu ve biyokütle değerleri tespit edilmiştir. Bu araştırma kapsamında 2017-2018 tarihleri arasında Cladocera grubundan 4, Copepoda grubundan 4 ve Rotifera grubundan 9 tür ve 2021-2022 tarihleri arasında Cladocera grubundan 4, Copepoda grubundan 3 ve Rotifera grubundan 12 tür teşhis edilmiştir (Çizelge 5.13, Çizelge 5.14). Yeniçağa Gölü'nde Saygı (2005) ve Saygı ve Yiğit (2005) tarafından 1997-1999 yıllarında gerçekleştirilen çalışmalarda Cladocera grubundan 8, Copepoda grubundan 7 ve Rotifera grubundan 22 tür saptanmıştır. Bu tez çalışması kapsamında incelenen iki farklı zamana ait zooplankton verileri ile Yeniçağa Gölü'nde Saygı (2005) ve Saygı ve Yiğit (2005) tarafından teşhis edilen türler Çizelge 6.2'de karşılaştırılmıştır.

Çizelge 6.2. Yeniçağa Gölü'nde bu çalışma ve daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda teşhisi yapılan zooplankton türlerinin karşılaştırılması

	(1997- 1999) ¹	(2017- 2018) ²	(2021- 2022) ²	ROTİFERA	(1997- 1999) ¹	(2017- 2018) ²	(2021- 2022) ²
CLADOCERA							
<i>Alona quadrangularis</i> O.F. Müller, 1776	+	-	-	<i>Anuraeopsis fissa</i> Gosse, 1851	+	-	-
<i>Ceriodaphnia dubia</i> Richard, 1894	+	+	+	<i>Ascomorpha saltans</i> Bartsch, 1870	+	-	-
<i>Daphnia pulex</i> Leydig, 1860	+	+	+	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+
<i>Daphnia longispina</i> O.F. Müller, 1785	+	-	-	<i>Asplanchna sieboldi</i> Leydig, 1854	+	-	-
<i>Daphnia magna</i> Straus, 1820	+	+	+	<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766	-	-	+
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> Liévin, 1848	+	+	+	<i>Brachionus urceolaris</i> Müller, 1773	+	+	+
<i>Leydigia leydigi</i> Schoedler, 1863	+	-	-	<i>Cohurella adriatica</i> Ehrenberg, 1831	+	-	-
<i>Pleuroxus trigonellus</i> O.F. Müller, 1785	+	-	-	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	+	-	-
COPEPODA				<i>Filinia longiseta</i> Ehrenberg, 1834	+	+	+
<i>Acanthodiptomus denticornis</i> Wierzejski, 1887	+	+	+	<i>Gastropus stylifer</i> Imhof, 1891	+	-	-
<i>Arctodiptomus pectenicornis</i> Wierzejski, 1887	+	-	-	<i>Keratella quadrata</i> Müller, 1786	+	+	+
<i>Canthocamptus staphylinus</i> Jurine, 1820	+	+	-	<i>Keratella cochlearis</i> Gosse, 1851	-	+	-
<i>Cyclops strenuus</i> Fischer, 1851	+	+	+	<i>Lecane luna</i> Müller, 1776	+	-	-
<i>Eucyclops serrulatus</i> Fischer, 1851	+	+	+	<i>Lepadella patella</i> Müller, 1773	+	-	+
<i>Macrocyclus aldbibus</i> Jurine, 1820	+	-	-	<i>Mytilina ventralis</i> Ehrenberg, 1832	+	-	-
<i>Metacyclops gracilis</i> Lilljeborg, 1853	+	-	-	<i>Notholca acuminata</i> Ehrenberg, 1832	+	+	+
				<i>Notholca squamula</i> Müller, 1786	+	-	+
				<i>Philodina megalotrocha</i> Ehrenberg, 1832	+	-	-
				<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	+	+	+
				<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg, 1832	+	-	-
				<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	+	+	+
				<i>Testudinella patina</i> Hermann, 1783	+	+	+
				<i>Trichocerca pusilla</i> Jennings, 1903	+	-	+
				<i>Trichocerca rattus</i> Müller, 1776	+	-	-

1: Saygı (2005); Saygı ve Yiğit (2005) 2: Bu çalışma

Saygı ve Yiğit (2005), gerçekleştirdikleri çalışmada Yeniçağa Gölü'nde 8 Cladocera türü teşhis etmiştir. Bu çalışmada ise her iki çalışma döneminde de Cladocera grubunda 4 tür teşhis edilmiştir. Daha önce Cladocera grubunda bulunan *Alona quadrangularis*, *Daphnia longispina*, *Leydigia leydigi* ve *Pleuroxus trigonellus* türleri bu çalışma kapsamında zooplanktonda tespit edilememiştir. *Ceriodaphnia dubia*, *Daphnia magna*, *Daphnia pulex* ve *Diaphanosoma brachyurum* türleri bu iki örnekleme periyodu boyunca ortak olarak görülmüştür.

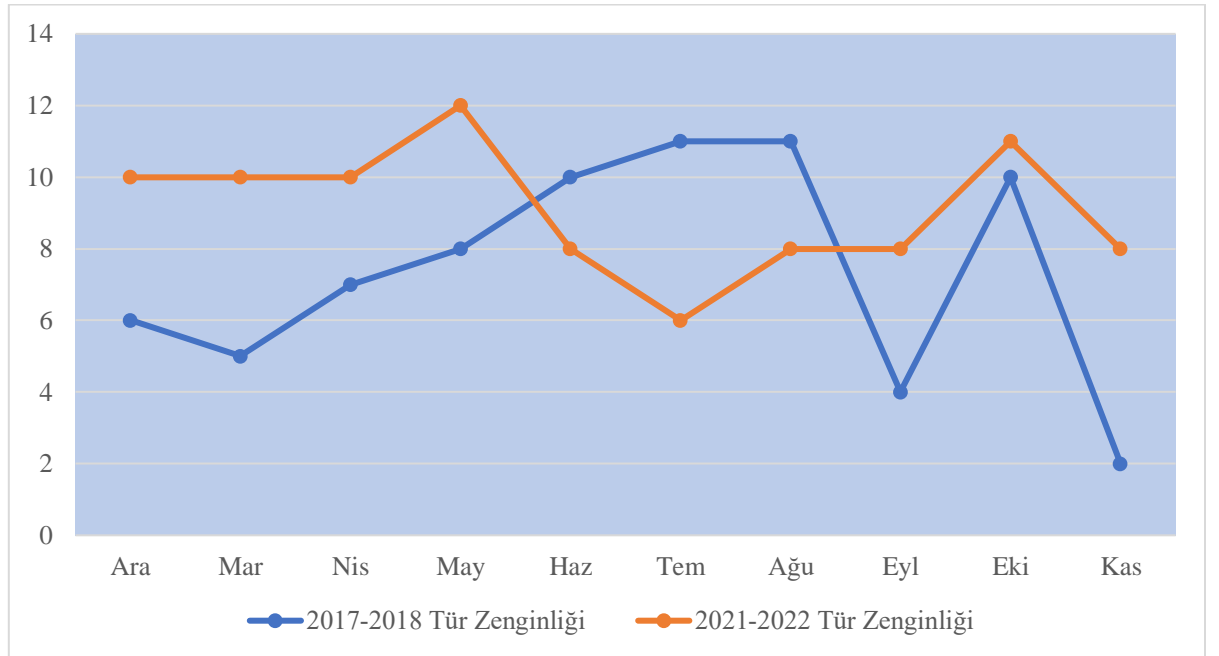
Yeniçağa Gölü'nde 1997-1999 yılları arasında gerçekleştirilen örneklemelelerde 7 Copepoda türü tespit edilmiştir (Saygı, 2005). Bu çalışma kapsamında ise 2017-2018 döneminde ve daha önceki dönemlerde tespit edilen *Canthocamptus staphylinus* türüne 2021-2022 örneklemelelerinde rastlanmamıştır. Ayrıca, 1997-1999 döneminde zooplankton örneklerinde rastlanan 3 türe (*Arctodiaptomus pectenicornis*, *Macrocyclus albidus* ve *Metacyclus gracilis*) bu çalışmada rastlanmamıştır.

Saygı ve Yiğit (2005) tarafından Yeniçağa Gölü'nde 1997-1999 yılları arasında Rotifera grubunda 22 tür tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise 2017-2018 döneminde 9 tür, 2021-2022 döneminde ise 12 tür tespit edilmiştir. Zamana bağlı olarak Rotifera grubunda bulunan türlerin büyük oranda azaldığı görülmüştür (Çizelge 6.2). Bu çalışmada daha önceki çalışmalardan farklı olarak *Anuraeopsis fissa*, *Ascomorpha saltans*, *Asplanchna sieboldi*, *Colurella adriatica*, *Euchlanis dilalata*, *Gastropus stylifer*, *Lecane luna*, *Mytilina ventralis*, *Philodina megalotrocha*, *Synchaeta oblonga* ve *Trichocerca rattus* türleri tespit edilememiştir.

Çizelge 6.2'de verilen değerler değerlendirildiğinde bu tez çalışması kapsamında zooplankton tür zenginliğinde geçmiş dönemlere göre belirgin bir düşüş olduğu tespit edilmiştir. Karşılaştırılan üç zaman serisi içerisinde Cladocera ve Copepoda tür zenginliklerinin 1997-1999 ve 2017-2018 tarihleri arasında yarı yarıya azaldığı, 2017-2018 ve 2021-2022 tarihleri arasında ise çok büyük bir değişiklik göstermediği belirlenmiştir. Rotifera tür zenginliği ise geçmiş dönemlerle karşılaştırıldığında neredeyse %50 oranında azalma göstermiştir.

Tür zenginliği organizmaların bolluğu hesaba katılmadan sadece komünitede tespit edilen türlerin sayısal ifadesidir. Tür zenginliği abiyotik ve biyotik birçok parametrenin kontrolündedir. Bu komünite parametresini kontrol eden faktörler habitat özelliklerinden, besin zincirindeki organizmaların kendisinden (makrofit gelişimi-planktivor balıklar), toplam fosfor gibi besleyici elementlerden, sıcaklıktan ve birincil üretimden oluşmaktadır (Jeppesen ve ark., 1997; Castro ve ark., 2005; Hessen ve ark., 2007).

Yeniçağa Gölü'nde tür zenginliğinin çalışma dönemleri ve aylara göre değişimi Şekil 6.4'te karşılaştırılmıştır. Buna göre tür zenginliği gerek aylık gerekse yıllara bağlı değişimler sergilemiştir.



Şekil 6.4. Yeniçağa Gölü'nde zooplankton tür zenginliğinin aylık değişiminin karşılaştırılması

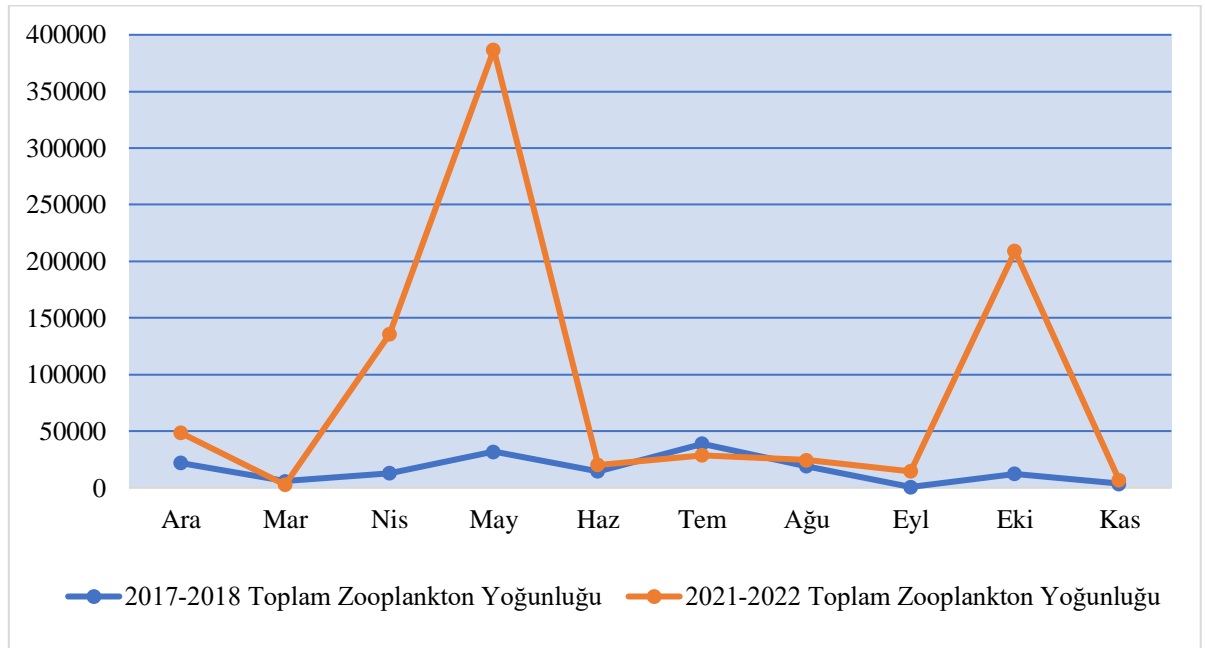
Bu çalışmada 2021-2022 döneminde tespit edilen tür zenginliği değerlerinin çevresel değişkenlerle olan ilişkisi Pearson korelasyon analizi kullanılarak test edilmiştir. Gerçekleştirilen bu test sonucunda tür zenginliğinin sıcaklık, elektriksel iletkenlik, TDS ve toplam fosfor ile negatif ve çözülmüş oksijen ile pozitif bir ilişki gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 5.23). Yeniçağa Gölü'nde yaşayan planktivor balıkların (*Cyprinus carpio*, *Squalius cephalus* ve *Tinca tinca*) avlanma baskısı, zooplankton tür zenginliğinin

zamana bağılı değişimlerinde etkili bir faktör olarak ileri sürülebilir. Ancak, bu konuda yorum yapabilmek için detaylı mide analizlerinin yapılması gerekmektedir.

Yeniçağa Gölü'nde 2017-2018 yıllarına ait zooplanktonun %48'inin Copepoda, %38'inin Rotifera ve %14'ünün Cladocera grubu organizmalardan oluştuğu saptanmıştır (Şekil 5.12). Bu tarihler arasında sayısal olarak zooplanktonda en baskın grup Copepoda grubu olarak belirlenmiştir. 2021-2022 yıllarına ait zooplanktonun oransal dağılımı incelendiğinde ise toplam zooplankton yoğunluğunun %83,08'inin Rotifera, %12,84'ünün Copepoda ve %4,09'unun Cladocera organizmalarından meydana geldiği görülmüştür (Şekil 5.17). Buna göre, zooplanktonda sayısal olarak en baskın olan grupta belirgin bir değişiklik gerçekleşmiş, 2017-2018 yıllarında toplam zooplanktonun sayısal olarak %48'ini oluşturan Copepoda, 2021-2022 yıllarında toplam zooplanktonun sadece %12,84'ünü oluşturmuştur. Rotifera grubunun, toplam zooplankton içerisinde oransal dağılımı, %38'ten %83,08'e yükselmiştir. Cladocera grubunun ise bu iki zaman dilimi arasında toplam zooplankton yoğunluğuna oransal katkısı %14'ten %4,09'a düşmüştür. Tatlı su ekosistemlerinde trofik seviye arttıkça Crustacea grubuna ait suyu filtreleme yoluyla beslenen zooplanktonun sayısının azaldığı ve yerini daha küçük zooplankton gruplarına bıraktığı bilinmektedir (Jeppesen ve ark., 2000; Pinto-Coelho ve ark., 2005). Bu duruma uygun şekilde Yeniçağa Gölü'nde artan ötrofikasyon, zooplanktondaki grupların sayısal değerlerinde değişime neden olmuştur.

Yeniçağa Gölü'nde 2017-2018 ve 2021-2022 tarihleri arasına ait zooplankton yoğunluğunun aylık değişimlerinin anlamlı olup olmadığının anlaşılması için tek yönlü varyans (ANOVA) analizi kullanılmıştır (Çizelge 5.21). Gerçekleştirilen bu analiz sonucunda iki farklı zamana ait zooplankton yoğunluğunun da aylık değişimleri anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Aynı zamanda 2021-2022 tarihleri arasına ait zooplankton yoğunluğunun aynı dönemde tespiti yapılan fizikokimyasal parametrelerle gösterdiği ilişkilerin belirlenebilmesi için de Pearson korelasyon analizi yapılmıştır (Çizelge 5.23). Bu analize göre zooplankton yoğunluğu, ışık geçirgenliği ile pozitif bir etkileşim gösterirken TDS, turbidite ve toplam fosfor parametreleri ile negatif bir ilişki göstermiştir.

Yeniçağa Gölü'nde 2017-2018 ve 2021-2022 tarihleri arasına ait toplam zooplankton yoğunluğu değerleri karşılaştırılmış ve Şekil 6.5'te sunulmuştur. Şekil 6.5'te verildiği gibi zooplankton yoğunluğu, inceleme yapılan iki farklı zaman diliminde belirgin farklılık göstermiş ve bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$) (Çizelge 5.23). Saygı (2005) tarafından 1997-1999 yıllarında gölde gerçekleştirilen çalışmada toplam zooplankton yoğunluğu $1.691-21.557$ birey/ m^3 arasında değişim göstermiştir. Sonuç olarak zooplankton yoğunluğunda zamana bağlı olarak belirgin bir artış görüldüğü tespit edilmiştir. Zooplankton komünitesinde zamana bağlı sayısal artışa katkı sağlayan en önemli grup Rotifera olmuştur (Şekil 5.13 ve Şekil 5.18). Göllerde ötrofikasyon süreci arttıkça zooplankton yoğunluğunun da artış gösterdiği bilinmektedir (Colmenares, Soria ve Vincente 2021). Yeniçağa Gölü'nde Saygı (2005), Saygı ve Yiğit (2005) ve bu çalışmadan elde edilen zooplankton verileri incelendiğinde gölde bulunan zooplanktonun sayısal olarak arttığı ancak tür zenginliğinin azaldığı tespit edilmiştir. Buna göre, gölde yıllara bağlı olarak artan ötrofikasyon sebebiyle sadece daha yüksek trofik seviyelerde hayatta kalabilme yeteneğine sahip türler var olmaya devam edebilmiş, geriye kalan türler ekosistemden kalkmış ya da plankton sayısal değerlerine daha az katkı sağlamış olabilir. Bu sebeple de ötrofikasyona dayanıklı türler, daha iyi uyum sağladıkları ekosistemlerde daha büyük bir üreme başarısı göstermiş ve gölde görülen toplam zooplankton yoğunluğunu arttırmış olabilirler.



Şekil 6.5. Yeniçağa Gölü'nde zooplankton yoğunluğunun aylık değişiminin karşılaştırılması

Bu çalışma kapsamında iki zaman serisi göz önüne alındığında sayısal olarak Cladocera ve Copepoda gruplarındaki organizma sayılarının belirgin şekilde azaldığı Rotifera grubunda ise sayısal olarak belirgin artışın olduğu görülmüştür (Çizelge 5.17, Çizelge 5.18, Şekil 5.13, Şekil 5.18).

Adamczuk ve ark., (2015), ötrofikasyon seviyesinde değişim görülen bir gölün farklı zaman dilimlerini gölde bulunan Rotifera, Cladocera ve Copepoda gruplarının (ROT:CLA:COP) oranını kullanarak karşılaştırma yapmıştır. Buna göre 1980'li yıllarda ötrofik özellik gösteren ve ROT:CLA:COP oranı 0,9:0,03:0,07 olan gölün, 2000'li yıllarda ötrofikasyon seviyesindeki değişim sonucu ROT:CLA:COP oranı 0,3:0,2:0,5 olarak yeniden hesaplanmıştır. Yeniçağa Gölü'nde elde edilen iki farklı zaman periyodu için bu oran uygulanmış ve 2017-2018 yılları için olan 0,4:0,1:0,5 ROT:CLA:COP oranı, 2021-2022 yıllarında 0,83:0,04:0,13 olarak belirlenmiştir. Göllerde ötrofikasyonu belirlemek için kullanılan diğer bir yöntem ise Calanoida takımına ait kopepod türlerini, Cyclopoida takımına ait kopepod türleri ve Cladocera türlerinin toplamına oranlamaktadır (Gannon ve Stemberger, 1978). Bu oranın uygulanmasının sebebi Calanoida grubunun oligotrofik sulara, Cyclopoida ve Cladocera gruplarının ise ötrofik sulara daha yaygın olarak bulunmasıdır. Yeniçağa Gölü'nde bu oran 2017-2018 tarihleri için 0,29 ve 2021-2022 tarihleri için 0,49 olarak belirlenmiştir. Yeniçağa Gölü'nde 2017-2018 dönemi için zooplanktona sayısal olarak en fazla katkı sağlayan türler, *Keratella cochlearis*, *Daphnia pulex*, *Cyclops strenuus* ve *Acanthodiptomus denticornis* olmuştur. Nauplius evresindeki bireylerin katkısı %20,76 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5.17). Bu çalışmada 2021-2022 döneminde zooplanktona en fazla katkı sağlayan tür kompozisyonu değişmiş, baskın türler Rotifera grubundan (*Brachionus urceolaris*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra vulgaris*) olmuştur. Sonuç olarak bu çalışma kapsamında zamana bağlı olarak zooplankton yoğunluğu, tür kompozisyonu ve baskın olan türlerin kompozisyonunda değişimler meydana geldiği anlaşılmıştır. Bu değişimlerin ötrofikasyon seviyesindeki değişimlerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Zooplankton biyokütlesi sucul ekosistemlerde gerçekleştirilen her türlü besin ağı çalışması için vazgeçilemez bir parametredir. Algler gibi düşük trofik seviyelerden balıklar gibi yüksek trofik seviyelere enerji aktarımını sağlayan zooplanktonun biyokütlesi sıcaklık, pH, oksijen konsantrasyonu, elektriksel iletkenlik, klorofil-*a* konsantrasyonu, ışık geçirgenliği ve toplam fosfor gibi çeşitli çevresel parametrelerden

etkilenmektedir (Havens ve Beaver, 2011; Cremona, Blank ve Haberman, 2021). Bu parametreler içerisinde özellikle toplam fosforun zooplankton biyokütlesi ile negatif bir ilişki sergilediği bilinmektedir (Jeppesen ve ark., 2000).

Yeniçağa Gölü'nde 2017-2018 yılları arasına ait zooplankton biyokütlesinin %70,42'sinin Copepoda, %27,99'unun Cladocera ve %1,60'mın Rotifera türlerinden oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 5.22). Toplam zooplankton biyokütlesinde 2017-2018 tarihlerinde oransal olarak en baskın grup büyük bir fark ile Copepoda olmuştur. Rotifera grubunun vücut boyutlarının küçük olması ve toplam zooplankton yoğunluğuna yaptıkları daha düşük katkı nedeniyle toplam zooplankton biyokütlesine katkıları minimum değerlerde gerçekleşmiştir. Gölün, 2021-2022 tarihlerine ait zooplankton biyokütlesinde toplam zooplanktonun %50,59'unun Copepoda, %32,03'ünün Cladocera ve %17,38'inin Rotifera gruplarından oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 5.27). Bu çalışma kapsamında incelenen her iki zaman periyodu içerisinde de ortak olarak, biyokütle açısından en baskın zooplankton grubu Copepoda olmuştur. Ancak, 2017-2018 tarihlerinde toplam biyokütleye katkısı sadece %1,60 olan Rotifera grubunun 2021-2022 tarihlerinde toplam biyokütleye katkısı %17,38'e yükselmiştir. Bu derece bir biyokütle artışı görülmesinin başlıca sebebi, 2021-2022 yılları arasında Rotifera sayısında görülen belirgin yükselmedir. Cladocera grubunun toplam zooplankton biyokütlesine katkısı ise her iki örnekleme periyodu için de benzer değerler göstermiştir.

Yeniçağa Gölü'nde tespit edilen zooplankton biyokütlesinde oransal olarak baskın olan gruplar, Gül (2021) tarafından son dönemlerde bu konuyla ilişkili yapılan tez çalışmasından elde edilen veriler ile karşılaştırılmıştır. Yeniçağa Gölü'nde incelenen her iki çalışma döneminde zooplankton biyokütlesinde oransal olarak en baskın grup Copepoda olarak belirlenmiştir. Gül (2021), Gıcı Gölü'nde Ağustos 2014-Nisan 2017 tarihleri arasında zooplankton biyokütlesinde oransal olarak en büyük katkıyı yapan grubu Rotifera, Dalyan Lagünü'nde Mart 2014-Mart 2015 tarihleri arasında biyokütleye en büyük katkıyı gerçekleştiren grubu Copepoda olarak tespit etmiştir.

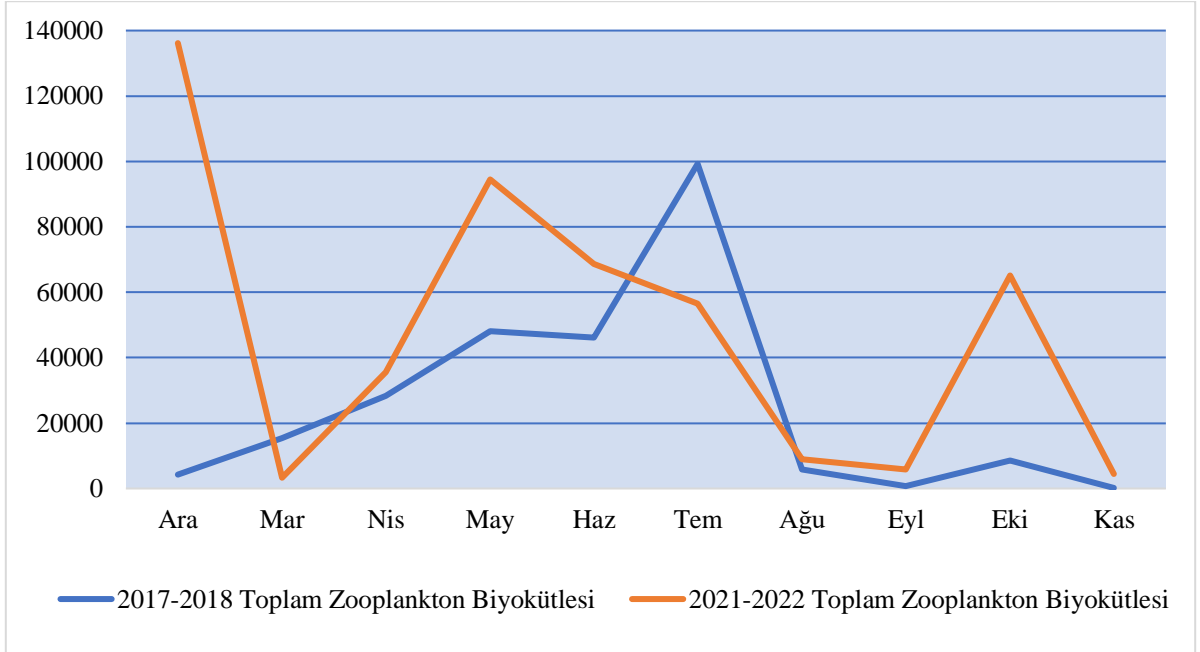
Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017-Nisan 2018 ve Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasına ait zooplankton biyokütlesinin aylara bağlı gösterdiği değişimin anlamlı olup olmadığının anlaşılması için tek yönlü varyans (ANOVA) analizi kullanılmıştır (Çizelge 5.21). Bu analiz sonucunda zooplankton biyokütlesinin aylık olarak gösterdiği değişimlerin anlamlı

olduğu anlaşılmıştır ($p<0,05$). Ayrıca bu tez çalışması kapsamında örnekleme yapılan zooplankton biyokütle değerlerinin Yeniçağa Gölü'nde aylık olarak ölçülen fizikokimyasal parametrelerle olan etkileşimlerin anlaşılması için Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır (Çizelge 5.24). Buna göre toplam zooplankton biyokütlesinin pH, elektriksel iletkenlik, TDS, ışık geçirgenliği, turbidite ve klorofil-*a* değerleri ile olan ilişkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu değerlerden pH, turbidite ve klorofil-*a* ile gösterdiği ilişki negatif, elektriksel iletkenlik, TDS ve ışık geçirgenliği ile gösterdiği ilişki ise pozitifdir. Yeniçağa Gölü'nde Mayıs 2017-Nisan 2018 tarihleri arasında zooplanktonda biyokütle açısından en baskın bulunan türler *Acanthodiptomus denticornis*, *Cyclops strenuus* ve *Daphnia pulex* olmuştur (Çizelge 5.18). Zooplankton komünitesinde Aralık 2021-Kasım 2022 döneminde ise yukarıdaki türlere ilaveten *Daphnia magna* ve *Asplanchna priodonta* türleri de biyokütleyle önemli katkı sağlamıştır.

Yeniçağa Gölü'nün zooplankton biyokütlesine önemli katkı sağlayan türler ile fizikokimyasal parametreler arasındaki ilişkisinin anlaşılması için CCA analizi kullanılmıştır (Şekil 5.32). CCA analizinde permütasyon testi sonuçlarına göre tür yoğunluğuna önemli etki yapan ve istatistiksel olarak anlamlı bulunan parametreler pH, çözünmüş oksijen, ışık geçirgenliği, toplam fosfor olarak belirlenmiştir ($p<0,05$). Buna göre, *Daphnia magna* ve *Daphnia pulex* türleri ışık geçirgenliği ile pozitif bir ilişki göstermiştir. Çözünmüş oksijen, *Brachionus urceolaris*, *Cyclops strenuus*, *Polyarthra vulgaris* ve *Synchaeta pectinata* türleri ile pozitif, *Ceriodaphnia dubia* ile negatif bir etkileşim göstermiştir. *Asplanchna priodonta*, pH ile pozitif bir ilişki gösterirken *Acanthodiptomus denticornis* ve *Keratella quadrata* türlerinin toplam fosfor ile pozitif bir etkileşime sahip olduğu anlaşılmıştır (Şekil 5.32).

Yeniçağa Gölü'nün 2017-2018 ve 2021-2022 tarihleri arasında ait toplam zooplankton, Cladocera, Copepoda ve Rotifera biyokütlesinin aylık değişimleri incelenmiş ve gölde 2017-2018 yılları arasında toplam zooplankton biyokütlesinin aylık olarak 166-99.256 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cladocera biyokütlesinin 143-16.744 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Copepoda biyokütlesinin 143-82.594 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ve Rotifera biyokütlesi için 3-1.162 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 5.19). Zooplankton biyokütlesi için 2021-2022 yılları arasında incelenmesi yapılan toplam zooplankton 3.297-136.157 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cladocera 44-38.795 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Copepoda 3.229-102.513 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ve Rotifera 30-39.417 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında

göstermiştir (Çizelge 5.20). Yeniçağa Gölü'nde gerçekleştirilen bu çalışmadan elde edilen zooplankton biyokütle değerleri incelendiğinde zooplanktonun 2017-2018 yıllarından 2021-2022 yıllarına kadar biyokütlesel olarak artış gösterdiği saptanmıştır (Şekil 6.6).



Şekil 6.6. Yeniçağa Gölü'nde zooplankton biyokütlesinin aylık değişiminin karşılaştırılması

Yeniçağa Gölü Cladocera biyokütlesinde iki örnekleme periyodu arasında geçen zamanda artış görülmüştür (Şekil 5.23, Şekil 5.28). Her iki çalışma döneminde de biyokütlesel olarak en baskın iki Cladocera türü *Daphnia magna* ve *Daphnia pulex* olmuştur. Ancak, 2017-2018 yıllarında tespit edilen *Daphnia pulex* biyokütlesinin toplam Cladocera biyokütlesindeki oranı 2021-2022 yıllarına geçildiğinde %79'dan %58,30'a düşmüş, *Daphnia magna* biyokütlesi ise %11'den %38,15'e yükselmiştir (Şekil 5.24, Şekil 5.29).

Copepoda grubunun yoğunluk değerleri sayısal olarak 2017-2018 ve 2021-2022 tarihleri arasında çok belirgin bir fark göstermemiş olsa da biyokütle değerleri bu iki zaman dilimi arasında belirgin bir değişiklik göstermiştir (Şekil 5.23, Şekil 5.28). Bu değişikliğin nedeninin gölde daha büyük vücut boyutlarına sahip olan *Acanthodiptomus denticornis* türünün 2021-2022 tarihlerinde önceki yıllara göre toplam Copepoda içerisindeki oranında görülen artış olduğu söylenebilir.

Rotifera türlerinin her iki çalışma periyodu arasında gösterdikleri biyokütle değişimleri incelenmiştir. Buna göre zooplankton biyokütlesinin değişimi içerisinde görülen en büyük artışın Rotifera grubunda görüldüğü saptanmıştır (Şekil 5.22, Şekil 5.27). Bu artışın en önemli nedeni, 2021-2022 tarihlerinde Rotifera yoğunluğunda görülen belirgin sayısal artıştır. Rotifera grubunda toplam biyokütle katkı sağlayan türlerin kompozisyonunda *Asplanchna priodonta* dışında değişimler olmuştur. Örnek verme gerekirse Mayıs 2017-Nisan 2018 döneminde bu gruba biyokütlece yüksek katkı sağlayan türler arasında *Keratella cochlearis* ve *Filinia longiseta* bulunmuştur (Şekil 5.26). Zooplankton biyokütlesine Aralık 2021-Kasım 2022 döneminde önemli katkı sağlayan türler arasında *Keratella quadrata*, *Brachionus urceolaris*, *Trichocerca pusilla* ve *Synchaeta pectinata* olmuştur (Şekil 5.31).

Yeniçağa Gölü'nde gerçekleştirilen bu tez çalışmasından elde edilen veriler incelendiğinde Mayıs 2017-Nisan 2018 ve Aralık 2021-Kasım 2022 tarihleri arasına ait zooplankton biyokütlesinin zamana bağlı olarak değiştiği ve 2021-2022 yıllarında büyük bir artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 6.6). Zamana bağlı zooplankton biyokütlesinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak analiz edilmiş ve sonuçlar yıllara bağlı farkın önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 5.23). Bu farkın en büyük sebebinin başta Rotifera grubu olmak üzere zooplanktonda gerçekleşen sayısal artıştır. Ancak, gölde zooplanktonu oluşturan 3 grup arasından Copepoda'da geriye kalan iki grubun aksine çok belirgin bir yoğunluk artışı görülmemiştir. Yine de geçmiş yıllara göre biyokütle oranında büyük bir artış gösteren bu grup, Yeniçağa Gölü'nde zooplankton biyokütlesinin sadece sayısal değerlerle ilişkilendirilmemesi gerektiğini de göstermektedir. Bu grup içerisinde sayısal olarak baskın olan tür 2017-2018 yıllarında *Cyclops strenuus*, 2021-2022 yıllarında ise *Acanthodiptomus denticornis* olarak belirlenmiştir. Gölde zooplankton örneklemelerinin gerçekleştirildiği aylarda *A. denticornis* türü genel olarak vücut büyüklüğü bakımından *C. strenuus* türüne göre daha yüksek değerlere sahip olmuş, bu sebeple de sahip olduğu biyokütle değerleri daha fazla bulunmuştur. Bu durum zooplankton içerisinde zamana bağlı gerçekleşen biyokütle değişimlerinin aynı zamanda zooplankton içerisinde gerçekleşen tür kompozisyonu değişimleriyle de ilişkili olduğunu göstermektedir. Tatlı su ekosistemleri aşağıdan yukarı ve yukarıdan aşağı etki olarak isimlendirilen iki farklı özellikten etkilenmektedir (Mcqueen ve ark., 1989). Aşağıdan yukarı kontrol besin ağının suda bulunan sınırlayıcı elementlerin konsantrasyonu ile daha yukarı trofik seviyeleri kontrol etmesi anlamına gelirken yukarıdan aşağı kontrol ise besin

ağının üstünde bulunan avcı/otlayıcı organizmaların av olan türler üzerinde yarattıkları baskı ile aşağı trofik düzeyler üzerinde kontrol kurması anlamına gelmektedir (Hoover ve ark., 2006). Zooplankton, besin ağının tam ortasında fitoplankton ve balıklar arasında bir köprü işlevi görmekte ve hem aşağıdan yukarı kontrolden hem de yukarıdan aşağı kontrolden etkilenmektedir. Bu nedenle, Yeniçağa Gölü zooplanktonunun aylık olarak gösterdiği biyokütle değişiminin göl suyunda gerçekleşen trofik seviye değişimleri ve zooplankton üzerinden beslenen planktivor balıkların gösterdiği av baskısında meydana gelen değişimlerden kaynaklı olabileceği düşünülebilir. Gerçekleştirilen Pearson korelasyon analizi sonucunda Yeniçağa Gölü'nde zooplankton biyokütlesinin klorofil-*a* konsantrasyonu ve turbidite ile negatif bir ilişki gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 5.24). Buradan da Yeniçağa Gölü'nde besin zincirinde aşağıdan yukarı doğru bir kontrolün olduğu söylenebilir. Buna göre, 2017-2018 yıllarından 2021-2022 yıllarına geçişte gerçekleşen biyokütle artışının bir nedeninin de gölün ötrofikasyon değerlerinde görülen değişim olduğu varsayılabilir. Yeniçağa Gölü'nün ötrofikasyon düzeyindeki zamana bağlı değişimi, "Calanoida / Cyclopoida + Cladocera" oranı sonucu elde edilen sonuçta görülen artışla da desteklenebilir (Gannon ve Stemberger, 1978; Jeppesen ve ark., 2000; Ejsmont-Karabin, 2012; Adamczuk ve ark., 2015, Colmenares, Soria ve Vincente, 2021).

Gerçekleştirilen bu çalışması kapsamında Yeniçağa Gölü'nün 2017-2018 ve 2021-2022 yılları arası zooplankton komünite yapısı, tür zenginliği, yoğunluk ve biyokütle değerleri belirlenmiş, belirlenen bu değerler ile gerçekleştirilen arazi çalışmalarında ölçülen fizikokimyasal parametreler istatistiksel metotlar kullanılarak karşılaştırılmış ve ilgili iki zaman dilimi arasında değişim gösteren zooplankton yoğunluğu ve biyokütle değerleri incelenmiştir. Bu çalışma Yeniçağa Gölü'nün zooplanktonunda sayısal olarak en baskın olan grubun 2017-2018 yıllarında Copepoda grubundan 2021-2022 yıllarında Rotifera grubuna geçiş yaptığını göstermiştir. Aynı zamanda 2017-2018 arasında toplam zooplankton biyokütlesinin sadece %1,60'sını oluşturan Rotifera grubunun 2021-2022 arasında toplam zooplankton biyokütlesinin %17,38'ine kadar artış gösterdiği de belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında elde edilen diğer bulgular, Yeniçağa Gölü'nün klorofil-*a*, toplam azot, toplam fosfor ve Carlson TSI indekslerini kullanarak trofik yapısının anlaşılmasını da sağlamıştır. Bu tez çalışması kapsamında Yeniçağa Gölü'nde ilk kez zooplankton biyokütlesi çalışması gerçekleştirilmiş olup, bu çalışmadan elde edilen sonuçların gelecek yıllarda gölde yapılacak besin zinciri analizlerine temel ve katkı oluşturabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abell, J.M., Özkundakci, D., Hamilton, D.P., Nitrogen and Phosphorus Limitation of Phytoplankton Growth in New Zealand Lakes: Implications for Eutrophication Control Ecosystems, 13 (2010) 966–977.

Adameczuk, M., Mieczan, T., Tarkowska-Kukuryk, M., Demetraki A., Rotatoria–Cladocera–Copepoda Relations in the Long-term Monitoring of Water Quality in Lakes with Grophic Variation (E. Poland), Environ Earth Sci, 73 (2015) 8189–8196.

Akbulut, N. E., Biomass Analysis of Dominant Zooplanktonic Organisms Living in Lake Mogan (Turkey), Turkish Journal of Zoology, 22(4) (1998) 333–339.

Akbulut, N., Community Structure of Zooplanktonic Organisms in Lake Akşehir. Turkish Journal of Zoology, 24(3) (2000) 271–278.

Akıncı, G., Yeniçağa Gölü'nün Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Zooplankton Türlerinin (Cladocera ve Copepoda) Tespiti ve Mevsimsel Değişimleri, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2000.

Alcaraz, M., Saiz, E., Calbet, A., Trepas, I., Broglio, E., Estimating Zooplankton Biomass Through Image Analysis Marine Biology, 143 (2003) 307–315.

Altındağ, A., A Taxonomical Study on the Rotifera Fauna of Abant Lake (Bolu), Tr. J. of Zoology, 23 (1999) 211-214.

Altındağ, A., A taxonomical Study on the Rotifera Fauna of Yedigöller (Bolu-Turkey), Turk. J. of Zoology, 24 (2000) 1-8.

Anonim, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 9. Bölge Müdürlüğü <https://bolge9.tarimorman.gov.tr/Menu/86/Bolu-Yenicaga-Golu-Ulusal-Oneme-Haiz-Sulak-Alan> (Erişim tarihi: 10 Ekim 2022).

Anonim, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, <https://saybis.tarimorman.gov.tr> (Erişim tarihi: **10 Ekim 2022**).

Baran, A., Characterization of Carex Peat Using Extinction Calues of Humic Acids, *Bioresource Technology*, 85(1) (2002) 99–101.

Beug, H. J., Bottema, S. Late Glacial and Holocene Vegetation History at Lake Yeniçağa, Northern Turkey, *Vegetation History and Archaeobotany*, 24(2) (2015) 293–301.

Bhateria, R., Jain, D., Water Quality Assessment of Lake Water: a Review, *Sustain. Water Resour. Manag.*, 2 (2016) 161–173.

Biçer, I., Bolu-Gerede-Yeniçağa Havzasının Hidrojeolojik Etüd Raporu, DSİ 1306/11 HJ, **1966**.

Błędzki, L., Rybak, J., Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe: Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida) Key to Species Identification, with Notes on Ecology, Distribution, Methods and Introduction to Data Analysis, **2016**.

Block, B., Hidden beneath the ice: actively overwintering zooplankton populations. *Duluth Journal of Undergraduate Biology*, 4 (2017) 1-11.

Bottrell, H.H., Duncan, A., Gliwicz, Z., Grygierek, E., Herzig, A., Hilbricht-Ilkowska, A., Kurasawa, H., Larsson, P., Weglenska, T., Review of Some Problems in Zooplankton Production Studies, *Norwegian Journal of Zoology*, 21 (1976) 477-483.

Carlson, R.E., A Trophic State Index for Lakes, *Limnol. Oceanogr*, 22 (1977) 361-369.

Carlson, E., Simpson, J., A Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods, *North American Lake Management Society*, 96 (1996) 305.

Castro, B.B., Antunes, S.C., Pereira, R., Soares, A.M.V.M., Gonçalves, F. Rotifer Community Structure in Three Shallow Lakes: Seasonal Fluctuations and Explanatory Factors, *Hydrobiologia*, 543 (2005) 221-232.

Chiba S., Batten S., Martin, C.S., Ivory S., Miloslavich P., Weatherdon L.V., Zooplankton Monitoring to Contribute Towards Addressing Global Biodiversity Conservation Challenges, *J Plankton Res*, 40(5) (2018) 509-518.

Cowardin, L.M., *Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States*. Washington, D.C: Fish and Wildlife Service, U.S. Dept. of the Interior, 1979.

Cremona, F., Blank, K., Haberman, J., Effects of Environmental Stressors and their Interactions on Zooplankton Biomass and Abundance in a Large Eutrophic lake, *Hydrobiologia*, 848 (2021) 4401–4418.

Culver, D.A., Boucherle, M.M., Bean, D.J., Fletcher, J.W., Biomass of Freshwater Crustacean Zooplankton from Length–Weight Regressions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42(8) (1985) 1380-1390.

Daday, E., *Mikroskopische Süßwassertiere aus Kleinasien*. Sitzungsberichte Der Akademie Der Wissenschaften Mathematisch-Naturwissenschaftliche, 1903.

De Smet, W.H., *The Prolidae (Monogononta)*, SPB Academic Publishing, Vol. 4. Amsterdam, 1996.

De Smet, W.H., Pourriot, R., *Rotifera 5: The Dicranophoridae (Monogononta) and Ituridae (Monogononta)*, In: H.J. Dumont, and T. Nogrady (Eds.), *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 12*. The Hague, 1997.

Demirkalp, F. Y., Saygı, Y., *Yeniçağa Gölü'nde Yaşayan Ekonomik Öneme Sahip Balık Türlerinin Büyüme ve Beslenme Özellikleri*, HÜ Araştırma Fonu Kesin Rapor, 2001.

Dengiz, O., Ozaytekin, H.H., Cayci, G., Baran A., *Characteristics, Genesis and Basin Peat Soil Under Negative Human Impact in Turkey*. *Environ Geol* 56 (2009) 1057–1063.

Dillon, P.J., Rigler, F.H., *The Phosphorus Chlorophyll Relationship in Lakes*, *Limnol Oceanogr*, 19 (1974) 767-773.

Dodson, S.L., Cáceres, C.A., Rogers, D.C., Chapter 20 Cladocera and Other Branchiopoda, Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates, **2010**.

Doğan, M., Kizilkaya, B., A Preliminary Assessment of the Water and Air Quality Parameters in and Around the Lake Yeniçağa Coast, Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment, 16 (**2010**) 167-194.

Downing, J.A., McCauley, E., The Nitrogen:Phosphorus Relationship in Lakes, Limnology and Oceanography, **1992**.

Döver, G., Yeniçağa (Bolu) Gölü Zooplanktonik Organizma Türleri ve Mevsimsel Dağılımı, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, **2012**.

Dumont, H.J., Isabella V.V., Dumont, S., The Dry Weight Estimate of Biomass in a Selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the Plankton, Periphyton and Benthos of Continental Waters, Oecologia, 19 (**1975**) 75-97.

Dumont, H. J., Kratergöl, a Deep Hypersaline Crater-Lake in the Steppic Zone of Western-Anatolia (Turkey), Hydrobiologia, 81–82(1) (**1981**) 271–279.

Dumont, H.J., Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World: Rotifera Biology, Ecology and Systematics, (Wallace, R.L., Snell, T.W., Ricci, C., Nogrady, T. (Eds.), **2006**.

Dussart B., Les Copepodes des Eaux Continentales d'Europe Occidentale, Tome I, Calanoides et Harpacticoides, Editions N. Boubee, et cie, Paris, 499 pp., **1967**.

Dussart, B., Les Copepodes des Eaux Continentales d'Europe Occidentale, Tome II, Cyclopoides et Biyology, Editions N. Boubee, et cie, Paris, 285 pp., **1969**.

Dussart, B., Defaye, D., Introduction of the Copepoda, In: Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World, SPB Academic Publishing, **2001**.

Ejsmont-Karabin, J., Empirical Equations for Biomass Calculation of Planktonic Rotifers, *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 45 (**1998**) 513-522.

Ejsmont-Karabin, J., The Usefulness of Zooplankton as Lake Ecosystem Indicators: Rotifer Trophic State Index, *Polish Journal of Ecology*, 60 (**2012**) 339-350.

Emir, N., Zooplankton Community Structure of Çavuşcu and Eber Lakes in Central Anatolia, *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*, 22(6) (**1994**) 280–288.

Erdem, O., Bozok, G., Özbahar, İ., Yeniçağa Gölü Sulak Alan Yönetimi Planı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Doğa Araştırmaları Derneği, Proje Sonuç Raporu, (**2017**) 118.

Erinç, S., Bilgin, T. and Bener, M. Çağa Depresyonu ve Boğazı. İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü Dergisi, 7(12) (**1962**) 170-173.

Ertan, A., Kılıç, A. and Kasperek, M., Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları, Doğal Hayatı Koruma Derneği Yayını, (in Turkish) (**1989**) 156.

Eurgain, J., Batten, S., Harris, R., Hays, G., Comparison Between Zooplankton Data Collected by the Continuous Plankton Recorder Survey in the English Channel and by WP-2 Nets at Station L4, Plymouth (UK), *Journal of Sea Research*, **2001**.

Evrendilek, F., Karakaya, N., Aslan G., Ertekin C., Using Eddy Covariance Sensors to Quantify Carbon Metabolism of Peatlands: A Case Study in Turkey, *Sensors*, 11 (**2011**) 522-538.

Fikirdeşici-Ergen, Ş., Correlation Profile of the Heavy Metal Distribution in the *Pontastacus Leptodactylus* Tissues, *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 92(2) **2020**.

Filstrup C.T., Downing J.A., Relationship of Chlorophyll to Phosphorus and Nitrogen in Nutrient Rich Lakes, *Inland Waters*, 7:4 (2017) 385-400.

Gallardo, B., Clavero, M., Sánchez, M.I., Vilà, M., Global Ecological Impacts of Invasive Species in Aquatic Ecosystems. *Glob Change Biol*, 22 (2016) 151-163.

Gannon, J.E., Stemberger, R.S., Zooplankton (Especially Crustaceans and Rotifers) as Indicators of Water Quality, *Transactions of the American Microscopical Society*, 97(1) (1978) 16–35.

Geldiay, R., Çubuk Barajı ve Emir Gölünün Makro ve Mikro FAunasının Mukayeseli İncelenmesi, *Ankara Üniv. Fen Fak. Mecmuası*, 2 (1949) 106.

Gençay, İ., Yeniçağa Gölü’ndeki (Bolu) Kerevitlerin (*Astacus Leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Populasyon Parametreleri Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2019.

Guildford, S.J., Hecky, R.E., Total Nitrogen, Total Phosphorus, and Nutrient Limitation in Lakes and oceans: Is there a Common Relationship, *Limnology and Oceanography*, 2000.

Güher, H., A Faunistic Study on the Freshwater Cladocera (Crustacea) Species in Turkish Thrace (Edirne, Tekirdag, Kırklareli), *Turkish Journal of Zoology*, 24(3) (2000) 237–243.

Gül, E., Farklı İki Lagün Sisteminde (Samsun, Gıcı ve Karacabey, Dalyan) Fizikokimyasal Parametrelere Bağlı Olarak Zooplankton Biyokütle Değişiminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2021.

Harris, R.P., Wiebe, P.H., Lenz, J., Skjoldal, H.R., Huntley, M., *Zooplankton Methodology Manual*, Academic Press, 2000.

Havens, K.E., Zooplankton Structure and Potential Food Web Interactions in the Plankton of a Subtropical Chain-of-Lakes, *The Scientific World Journal*, 2 (2002) 17.

Havens, K.E., Beaver, J.R., Composition, Size, and Biomass of Zooplankton in Large Productive Florida Lakes. *Hydrobiologia*, 668 (2011) 49–60.

Hessen, D.O., Nutrient Element Limitation of Zooplankton Production, *The American Naturalist* 140:5 (1992) 799-814.

Hessen, D.O., Bakkestuen, V., Walseng, B., Energy Input and Zooplankton Species Richness, *Ecography*, 30 (6) (2007) 749-758.

Hobæk, A., Manca, M., Andersen T., Factors Influencing Species Richness in Lacustrine Zooplankton, *Acta Oecologica*, 23(3) (2002) 155-163.

Hoover, R. S., Hoover, D.J., Miller, M., Landry, M.R., DeCarlo, E.H., Mackenzie, F.T., Zooplankton Response to Storm Runoff in a Tropical Estuary: Bottom-up and Top-down Controls. *Marine Ecology Progress Series*, 318 (2006) 187-201.

Houghton R.A., Biomass, *Encyclopedia of Ecology*, Academic Press, (2008) 448-453.

Hu, B., Hu, X., Nie, X., Zhang, X., Wu, N., Hong, Y., Qin H.M., Seasonal and Inter Annual Community Structure Characteristics of Zooplankton Driven by Water Environment Factors in a Sublake of Lake Poyang, China. *Peer J*, 2019.

İkinci, N., Bayındır, N., Distribution and Richness of Aquatic Plants of Bolu Province (Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(1) (2019) 244–256.

Jeppesen, E., Jensen, J.P., Søndergaard, M., Lauridsen, T.L., Pedersen, L.J., Jensen, L., Top-Down Control in Freshwater Lakes: The Role of Nutrient State, Submerged Macrophytes and Water Depth, *Hydrobiologia*, 342/343 (1997) 151-164.

Jeppesen, E., Peder J.J., Søndergaard, M., Lauridsen, T., Landkildehus, F., Trophic Structure, Species Richness and Biodiversity in Danish Lakes: Changes Along a Phosphorus Gradient. *Freshwater Biology*, 45 (2000) 201-218.

Jones, J.R., Bachmann R.W., Prediction of Phosphorus and Chlorophyll Levels in Lakes. J Water Pollut Control Fed, 48 (1976) 2176-2182.

Jongman, R.H.G., Ter Braak, C., van Tongeren, O.F.R., Data Analysis in Community and Landscape Ecology, Cambridge University Press, UK, 1995.

Kadhem, A., Assessment of Water Quality in Tigris River-Iraq by Using GIS Mapping. Natural Resources. 04 (2013) 441-448.

Karl E. H., Zooplankton Structure and Potential Food Web Interactions in the Plankton of a Subtropical Chain-of-Lakes", The Scientific World Journal, 2, (2002) 17.

Kavuşan, G. and Karaseyfioglu, T., Geological Setting of Yeniçağa Pet Deposit, Bolu-Turkey. European Coal Geology, (1997) 293-299.

Kavuşan, G., Orhan, A., Tortullarda Toplam Şeker Miktarının Emmerich-A Metoduyla Tayini ve Önemi: Afyon-Karamık Gölü Örneği, Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 130, (2005) 71-83.

Kılıç, A., Kasperek, M., The Birds of Yenicaga Gölü, Birds of Turkey. 6 (1987) 1-32.

Kılıç, S., Yeniçağa Gölü'ndeki (Bolu) Tatlısu Kefali (*Squalius Cephalus* (L., 1758)) ve Kadife (*Tinca Tinca* L., 1758) Balıklarının Populasyon Dinamiğinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, 2010.

Kılıç, S., Özvarol, Z., Özvarol, Y., Yeniçağa Gölü'nde (Bolu) Balıkçılık, Balık Populasyonları ve Sürdürülebilir Balıkçılık Yönetimi, Ecological Life Sciences, 5(4) (2010) 344-352.

Kılıç, S., Becer, Z.A., Some Growth Characters of Tench (*Tinca tinca* L., 1758) in Lake Yeniçağa, Bolu, Turkey. Journal of Applied Biological Sciences, 7(3) (2013) 99-104.

Kılıç, S., Becer, Z.A., Growth and Reproduction of Chub (*Squalius cephalus*) in Lake Yeniçağa, Bolu, Turkey. International Journal of Agriculture and Biology, 18(2) (2016) 419–424.

Kılıç, S., Becer, Z.A., Evaluation of the Physicochemical Characteristics and Chlorophyll-*a* Content of Lake Yeniçağa, Bolu, Fresenius Environmental Bulletin, 27(5) (2018) 3006-3012.

Kılınc, S., The Phytoplankton Community of Yeniçağa Lake (Bolu, Turkey). Nova Hedwigia, 76(3–4) (2003) 429–442.

Kideys, A., Kovalev, A., Shulman, G., Gordina, A., Bingel, F., A Review of Zooplankton Investigations of the Black Sea Over the Last Decade, Journal of Marine Systems, 24 (2000) 355-371.

Kiefer, F., Freilebende Ruderfusskrebse (Crustacea Copepoda) aus Türkischen Binnengewasser, I. Calanoida: Hidrobiol., İstanbul, 1952.

Kiefer, F., Freilebende Ruderfusskrebse (Crustacea Copepoda) aus Türkischen Binnengewasser, II. Cyclopoida und Harpacticoida: Hidrobiol, 1955.

Kiefer, F., Das Zooplankton der, Binnengewasser, 2 Teil, Stuttgart, 1978.

Kolisko, R.M., Plankton Rotifers Biology and Taxonomy Biological Station, Lunz of the Austrian Academy of Science, Stuttgart, 1974.

Korovchinsky, N.M., Sididae and Holopedidae (Crustacea: Daphniiformes), Guides to Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World, SPB Academic Pub., The Netherlands, 1992.

Koste, W., Rotatoria, Die Radertiere Mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk, begründet von Max Voigt. Berlin: Gebrüder Borntraeger (in German), 1978.

Külköylüoğlu, O., Dügel, M., Kılıç, M., Ecological Requirements of Ostracoda (Crustacea) in a Heavily Polluted Shallow Lake, Lake Yeniçağa (Bolu, Turkey). *Hydrobiologia*, 585(1) (2007) 119–133.

Lampert, W., The Adaptive Significance of Diel Vertical Migration of Zooplankton. *Functional Ecology*, 3(1) (1989) 21–27.

Lim, B.C., Yoon, J., Lee, K.C, Cho, K., Evaluation of Physico-chemical Parameters Regulating Zooplankton Community Structure in the Geum River, Korea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 2019.

Mann, A.K., Über Pelagische Copepoden Türkischer Seen (mit Berücksichtigung des Übrigen Planktons), *Internationale Revue Der Gesamten Hydrobiologie Und Hydrographie*, 40(1-2) (1940) 1–87.

Marker, A.F.H., Chlorophyll a. SCA Method Revision, Natural Enviromental Council, 1994.

Martin, J., Olesen, J., Høeg, J., Atlas of Crustacean Larvae, 2014.

Mccauley, E., The Estimation of the Abundance and Biomass of Zooplankton in Samples. 1984.

McQueen, D.J., Johannes, M.R.S., Post, J.R., Stewart, T.J., Lean, D.R.S., Bottom-Up and Top-Down Impacts on Freshwater Pelagic Community Structure. *Ecological Monographs*, 59 (1989) 289-309.

Melack, J. M., Large, Deep Salt Lakes: a Comparative Limnological Analysis, *Hydrobiologia*, 105(1) (1983) 223–230.

Mitamura, O., Nishimura, M., Tanaka, M., Yayintaş, A., Comparative investigation of biogeochemical characteristics in the Anatolian lakes, Turkey, *SIL Proceedings*, 26(2) (1997) 360–368.

Mitsch, J.W., Gosselink, J.G., Wetlands. 5th ed., Wiley, New York, **2015**.

Muñoz-Colmenares, M.E., Soria, J.M., Vicente, E., Can Zooplankton Species Be Used as Indicators of Trophic Status and Ecological Potential of Reservoirs, *Aquat Ecol* 55, (2021) 1143–1156.

Negrea, S., Fauna Republicii Socialiste Romania, Crustacea Cladocera, Editura, Academ Republicii Socialiste, Romania, **1983**.

Newcombe, C.P., Macdonald, D.D., Effects of Suspended Sediments on Aquatic Ecosystems. *North American Journal of Fisheries Management*, 11 (1991) 72-82.

Orhan A., Afyon-Karamık ve Bolu-Yeniçağa Turbalarında Şeker İçeriklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Anabilim Dalı, **1998**.

Pace, M.L., John D.O., The Relative Importance of Protozoans, Rotifers, and Crustaceans in a Freshwater Zooplankton Community, *Limnology and Oceanography*, 26 (1981) 822-830.

Pace, M.L., An Empirical Analysis of Zooplankton Community Size Structure Across Lake Trophic Gradients, *Limnology and Oceanography*, 1 (1986).

Pachiappan, P., Santhanam, P., Begum, A., Balaji P.B., An Introduction to Plankton, Basic and Applied Phytoplankton Biology, **2019**.

Pal, M., Samal, N., Roy, P., Biswas R.M., Electrical Conductivity of Lake Water as Environmental Monitoring –A Case study of Rudra sagar Lake, *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, **2015**.

Pal, S., Chakraborty, K., Importance of Some Physical and Chemical Characteristics of Water Bodies in Relation to the Incidence of Zooplanktons: A Review. 3 (2014) 102-116.

Paturej, E., Gutkowska, A., Koszałka, J., Bowszys, M., Effect of Physicochemical Parameters on Zooplankton in the Brackish, Coastal Vistula Lagoon, *Oceanologia*, 59 (1) (2017) 49-56.

Pekcan, N., Geomorphologic Formation and Development of Yeniçağa Depression (Bolu). *İ.Ü. Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 4 (1996) 113-122.

Pennak, R.W., *Fresh Water Invertebrates of the United States*, 2nd Edition, John Wiley and Sons., Inc., New York, 1978.

Persson, G., Ekbohm, G., Estimation of Dry Weight in Zooplankton Populations: Methods Applied to Crustacean Populations from Lakes in the Kuokkel Area, Northern Sweden. *Arch. Hydrobiol.*, 89 (1980) 225–246.

Pinto-Coelho, R., Pinel-Alloul, B., Methot, G., Havens, K.E., Crustacean Zooplankton in Lakes and Reservoirs of Temperate and Tropical Regions: Variation With Trophic Status, *Can. J. Fish, Aquat. Sci.*, 62 (2) (2005) 348-361.

Reddy, K. R., DeLaune R.D., *Biogeochemistry of Wetlands: Science and Applications*. CRC Press, 2008.

Rosen, R.A., Length-Dry Weight Relationships of Some Freshwater Zooplankton, *Journal of Freshwater Ecology* 1 (1981) 225-229.

Rosińska, J., Romanowicz-Brzozowska, W., Kozak, A., Goldyn R., Zooplankton Changes During Bottom-up and Top-down Control due to Sustainable Restoration in a Shallow Urban Lake, *Environ Sci Pollut Res* 26, (2019) 19575–19587.

Ruttner-Kolisko, A., Suggestions for Biomass Calculations of Planktonic Rotifers, *Archiv fur Hydrobiologie Beihefte*, 21 (1977) 71-76.

Sakamoto M., Primary Production by Phytoplankton Community in Some Japanese Lakes and its Dependence on Lake Depth, *Arch Hydrobiol.*, 62 (1966) 1-28.

Sardet, C., Plankton Wonders of the Drifting World, The University of Chicago Press, **2015**.

Sarı, N., Külköylüoğlu, O., Bolu Bölgesinin (Türkiye) Ostrakotlari (Crustacea) ve Habitat Benzerlikleri, Turkish Journal of Zoology, 34(2) (**2010**) 225–230.

Saygı, Y., Yeniağa Gölü’nn Bazı Limnolojik zellikleri; Primer ve Sekonder Productivitesi Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2000**.

Saygı, Y., Demirkalp, F.Y., Primary Production in Shallow Eutrophic Yeniağa Lake (Bolu, Turkey), Fresenius Environmental Bulletin, 13 (**2004a**) 98-104.

Saygı Y., Demirkalp, F. Y., Trophic Status of Shallow Yeniağa Lake (Bolu, Turkey) in Relation to Physical and Chemical Environment, Fresenius Environmental Bulletin, 13(5) (**2004b**) 385–393.

Saygı, Y., Seasonal Succession and Distribution of Zooplankton in Yeniağa Lake in Northwestern Turkey, Zoology in the Middle East, 34(1) (**2005**) 93–100.

Saygı, Y., Yiğit, S., Rotifera Community Structure of Yeniağa Lake, Turkey. Journal of Freshwater Ecology, 20(1) (**2005**) 197–199.

Saygı, Y., Atasagun, S., Temporal Changes in Water Quality and Trophic Status in Lake Yeniağa (Bolu, Turkey). Fresenius Environmental Bulletin, 21(9) (**2012a**) 2656–2663.

Saygı, Y., Atasagun, S., Trace Metal Levels and Their Seasonal Variations in the Tissues of Fish (*Cyprinus Carpio* L., 1758) from Yeniağa Lake, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 21(7) (**2012b**) 1786–1792.

Saygı, Y., Yiğit, S.A., Assessment of Metal Concentrations in Two Cyprinid Fish Species (*Leuciscus cephalus* and *Tinca tinca*) Captured from Yeniağa Lake, Turkey, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 89(1) (**2012a**) 86–90.

Saygı, Y., Yiğit, S.A., Heavy Metals in Yeniçağa Lake and its Potential Sources: Soil, Water, Sediment, and Plankton, *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(3) (2012b) 1379–1389.

Schindler, D.E., Scheuerell, M.D., Habitat Coupling in Lake Ecosystems, *Oikos*, 98 (2002) 177-189.

Segers, H., Annotated Checklist of the Rotifers (Phylum Rotifera) With Notes on Nomenclature, Taxonomy and Distribution, *Zootaxa*, 1564 (2007) 1-104.

Segers, H., Emir, N., Mertens, J., Rotifera from North and Northeast Anatolia (Turkey). *Hydrobiologia*, 245(3) (1992) 179–189.

Segers, H., The Lecanidae (Monogononta), University of Gent, Belgium, **1995**.

Shurin, J.B., Interactive Effects of Predation and Dispersal on Zooplankton Communities, *Ecology*, 82 (2001) 3404-3416.

Smirnov, N.N., *Physiology of the Cladocera: Second Edition*, **2017**.

Sommer, U., Adrian, R., Domis, L.D.S., Elser, J.J., Gaedke, U., Ibelings, B., Jeppesen, E., Lurling, M., Molinero, J.C., Mooij, W.M., Donk, E., Winder, M., Beyond the Plankton Ecology Group (PEG) Model: Mechanisms Driving Plankton Succession. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*. 43 (2012) 429-48.

Sönmez, E., Yeniçağa Gölü'nün (Bolu) Bentik Omurgasız Faunası (Gastropoda, Oligochaeta, Chironomidae) ve Bazı Limnoekolojik Parametrelerle Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, **2017**.

Sümer, N., Flora of Lake Yeniçağa. Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, **2002**.

Tavşanoğlu, Ü. N., Brucet, S., Levi, E.E., Bucak, T., Bezirci, G., Özen, A., Johansson, L.S., Jeppesen, E., Beklioğlu, M., Size-based Diel Migration of Zooplankton in

Mediterranean Shallow Lakes Assessed from in situ Experiments with Artificial Plants, *Hydrobiologia*, 753(1) (2015) 47–59.

Tekatlı, Ç. Y., Yeniçağa Gölü'nde Yaşayan Tatlı Su Kefali *Squalius cephalus* (L. 1758)'un Beslenme Biyolojisi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 2011.

Telesh, I., Plankton of the Baltic Estuarine Ecosystems With Emphasis on Neva Estuary: A Review of Present Knowledge and Research Perspectives, *Marine Pollution Bulletin*, 49 (2004) 206-19.

Terbiyik-Kurt, T., Polat, S., Zooplankton Abundance, Biomass, and Size Structure in the Coastal Waters of the Bortheastern Mediterranean Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 39(3) (2015) 378–387.

Terbiyik-Kurt, T, Temporal Changes of Mesozooplankton Standing Stocks in Coastal Waters of Yumurtalık (Northeastern Mediterranean) in Years 2012-2017, *Aquatic Research*, (2019) 1-15.

Tokatlı, A., Idil, O., Veyisoglu, A., Saygin H., Guven, K., Cetin, D., Sahin, N., *Streptomyces boluensis* sp. nov., Isolated from Lake Sediment, *Arch Microbiol* 202 (2020) 2303–2309.

Tunca, E, Atasagun, S., Yeniçağa (Bolu) Gölü'ndeki Kerevitlerin (*Astacus leptodactylus*) Bazı Dokularındaki Ağır Metal Birikim Farklılıkları. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 15 (1) (2012) 46-51.

Tunca, E., Yeniçağa (Bolu) Gölü Su, Sediment ve Tatlı Su Istakozu (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823)'nda Bazı Ağır Metal Birikimlerinin Mevsimsel Değişimi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 2011.

Tunca, E., Atasagun, S., Saygı, Y., Pre-investigation of Some Heavy Metal Accumulation in the Water, Sediment and Crayfish (*Astacus leptodactylus*) in Yenicağa Lake (Bolu-Turkey). *Ekoloji*, 83 (2012) 68–76.

Tunca, E., Üçüncü, E., Kurtuluş, B., Özkan, A.D., Atasagun, S., Accumulation Trends of Metals and a Metalloid in the Freshwater Crayfish *Astacus leptodactylus* from Lake Yenicağa (Turkey), *Chemistry and Ecology*, 29(8) (2013) 754–769.

Ustaoğlu, M.R., A Check-list for Zooplankton of Turkish Inland Waters, *E. U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 21(3–4) (2004) 191–199.

Ustaoğlu, M., An Updated Zooplankton Biodiversity of Turkish Inland Waters. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries*, 2015.

Üstün, F., Bat, L., & Şahin, F., Özdemir Z.B., Kideys, A., Seasonality of Meso-zooplankton in the Southern Black Sea (off Sinop) Between 2002 and 2004, *Journal of New Results in Science*, 11, (2016) 87-101.

Vavra, V., Rotatorian and Crustacean, *Naturhist Hofmuseums*, 20 (1905) 106-113.

Wallace, R.L., Snell. T.W., Rotifera, Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates, Academic Press, (2010) 173-235.

Wang, L., Chen, J., Su, H., Ma, X., Wu, Z., Shen, H., Yu, J., Liu, J., Wu, Yao., Ding, G., Xie, P., Is Zooplankton Body Size an Indicator of Water Quality in (Sub)tropical Reservoirs in China, *Ecosystems* 25 (2022) 308–319.

Watkins, J.M., Rudstam L., Holeck, K., Length-weight Regressions for Zooplankton Biomass Calculations – A Review and a Suggestion for Standard Equations, 2011.

Wetzel, R. G., Likens, G.E., *Limnological analyses*, Springer, 2000.

Wetzel, R.G., *Limnology: Lake and River Ecosystems*, 3rd ed., San Diego: Academic Press, 2001.

Williamson, C.A., Reid, J.W., Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates, Thorp, J.H., Covich, A.P. (Eds.), Academic Press, **2001**.

Wolfenbarger, W.C. Influences of Biotic and Abiotic Factors on Seasonal Succession of Zooplankton in Hugo Reservoir, Oklahoma, U.S.A., *Hydrobiologia* 400 (**1999**) 13–31.

Yıldız, S., Ustaoglu, M., Sarı, S., Contributions to the Knowledge of Oligochaeta (Annelida) Fauna of Some Lakes in the West Black Sea Region (Turkey), *Journal of Black Sea / Mediterranean Environment*, 14 (3) **2008**.

Yıldız, Ş., Gök, E., Özer, G., İmren, M., Investigations on Soil Nematode Diversity in Three Contrasting Habitat Types in Bolu, Turkey., *Turkish Journal of Entomology*, 45 (**2021**): 451-461.

Zar, J.H., *Biostatistical Analysis*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, **2010**.

Zederbauer, E., Brehm, V., *Das Plankton einiger Seen Kleinasiens*, *Arch. Hydrobiol. Plankton*, 3(1) (**1907**) 92-99

Zengin, M., İlhan, S., Küçükkara, R., Güler, M., Oktay, Ç., Yeniçağa Gölü (Bolu, Türkiye) Balıkçılık Yönetimi Üzerine Bir Değerlendirme, *Acta Aquatica Turcica*, 17 (4), (**2021**) 489-504.

