

T. C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

KAPULUKAYA BARAJ GÖLÜ'NÜN LİMNOLJİSİ

ÖZLEM İNCE YILMAZ

HAZİRAN 2009

ÖZET

KAPULUKAYA BARAJ GÖLÜ'NÜN LİMNOLJİSİ

İNCE YILMAZ, Özlem

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi

Danışman: Doç. Dr. İlhami TÜZÜN

Haziran 2009, 300 sayfa

Kırıkkale il sınırı içerisinde Kızılırmak nehri üzerinde kurulu Kapulukaya Baraj Gölü'nün limnolojik yapısının araştırılması amacıyla 3 Temmuz 2003 ila 10 Ağustos 2004 tarihleri arasında yapılan su kalitesi izleme çalışması ve bu çalışmanın detaylandırıldığı 26 Temmuz 2005 ila 25 Mayıs 2006 tarihleri arasında yapılan litoral – pelajik izleme çalışmasının sonuçları değerlendirildi.

Gölde 2003 – 2004 yıllarında yapılan çalışmada elde edilen abiyotik faktörlere ve zooplankton popülasyonuna ait sonuçlar, bu tez çalışması kapsamında incelenen fitoplankton popülasyonuna ait bulgularla birlikte tekrar değerlendirildi.

Fitoplankton kompozisyonunda özellikle tabakalaşma dönemlerinde daha belirgin olacak şekilde siyanobakterler (Özellikle *Aphanothece* sp.) ve

dinoflagellatların (Özellikle *Peridinium aciculiferum* ve *Ceratium hirundinella*) baskın olduğu, bunda *Aphanothece* sp. için sülfat gibi kimyasal değişkenlerin, diğer iki tür için tabakalaşma ve karışım dönemleri gibi hidrolojik özelliklerin etkin olduğu sonucuna varıldı. Gölde rotiferler ile kladoserlerden *Bosmina longirostris* türünün hakim olduğu zooplankton kompozisyonunun, besinle ilişkili olan aşağıdan yukarı ve balık av baskısına işaret eden yukarıdan aşağı etki mekanizmalarının birlikte etkisi sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Zooplankton populasyon kompozisyonu ve yayılışının detaylı anlaşılması amacıyla 2005 – 2006 yıllarında yapılan litoral – pelajik izleme çalışmasında ise, büyük vücutlu zooplankton türlerinin açık sudaki av baskısından kaçmak için kıyı şeridini ve su altı bitkilerini kullanıp kullanmadığı araştırıldı. Litoralde makrofit içi ve makrofit dışı numuneler arasında ve bu numunelerle pelajik zooplankton kompozisyonu arasında belirgin bir farklılık bulunmadı. Yatay düzlemde ise hem su kalitesi izleme çalışmasında hemde litoral – pelajik izleme çalışmasında gölde nehir bölgesindeki S1 ve S2 istasyonlarının, diğer istasyonlardan (S3, S4 ve S5) önemli farklılıklar gösterdiği görüldü.

Uzun süreli ve kararlı bir yapı gösteren tabakalaşma dönemlerinin karışım dönemlerinden hem abiyotik hem de biyotik faktörler bakımından önemli düzeyde farklı olduğu Kapulukaya Baraj Gölü'nde su kalitesi yönetiminde hidrolojiyle ilişkili bu özelliğin kullanılabileceği öngörüldü.

Anahtar Kelimeler: Kapulukaya Baraj Gölü, Fitoplankton, Zooplankton, Abiyotik Faktörler, Litoral – Pelajik Karşılaştırma, Kanonik Uyum Analizi

ABSTRACT

LIMNOLOGY OF KAPULUKAYA DAM LAKE

İNCE YILMAZ, Özlem

Kırıkkale University

The Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, PhD Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İlhami TÜZÜN

June 2009, 300 pages

The results of the water quality survey which was made between 3rd of July 2003 and 10th of August 2004, and detailed litoral – pelagic survey made between 26th of July 2005 and 25th of May 2006 were evaluated; both of which were designed to search the limnological structure of Kapulukaya Dam Lake located on the river Kızılırmak in the borders of the province Kırıkkale.

Results from abiotic factors and zooplankton population obtained between 2003 – 2004 survey were re-evaluated in association with phytoplankton population of the same period examined in detail within this study.

In the phytoplankton composition cyanobacters (Mainly *Aphanothece* sp.) and dinoflagellates (Mainly *Peridinium aciculiferum* and *Ceratium hirundinella*) were dominated especially during the stratification period and

this was thought to be controlled predominantly by chemical parameters like sulphate for *Aphanothece* sp. and hydrological properties like stratification and mixing for the latter two species. Zooplankton composition which was mainly composed of rotifera and the species *Bosmina longirostris* from cladocera group was thought to be determined by both factors; bottom up forces related to food availability and top down forces determined by the predation pressure of the fish on zooplankton.

In 2005 – 2006 littoral – pelagic survey was made to explore the detailed distribution of the zooplankton population. The related query was based upon whether the littoral area and submerged macrophytes were used by large bodied zooplankton species to escape from the fish predation. There was no important differences between inside and outside the macrophytes and the whole littoral and the pelagic composition of zooplankton. In horizontal axis on the other hand, in both studies; the water quality and the littoral – pelagic surveys, there was significant differences between the stations S1 and S2 in the riverine region and the other stations (S3, S4 and S5).

It was predicted that in the water quality management of Kapulukaya Dam Lake hydrological properties based on the significant differences on the biotic and the abiotic factors between the long term and stable stratification period and the mixing period could be utilized.

Key Words: Kapulukaya Dam Lake, Phytoplankton, Zooplankton, Abiotic Factors, Littoral – Pelagic Comparison, Canonical Correspondence Analysis

TEŞEKKÜR

Tezin her aşamasında desteğini, yardımlarını ve hoŐgörösünü esirgemeyen danıŐmanım Doç. Dr. İlhami TÜZÜN'e, bu projeyi finanse eden Kırıkkale Üniversitesi Rektörlüğü'ne ve Devlet Planlama TeŐkilatı'na teŐekkürlerimi sunarım. Hidrolojik verilerin temininde sağladıkları kolaylıklardan dolayı Elektrik Üretim A. Ő.'ne ve kurum ęalıŐanı Ayhan ADAŐ'a teşekkür ederim. Arazi örnekleme ve laboratuvar ęalıŐmalarında büyük bir özveri ve sabırla benimle birlikte ęalıŐan arkadaşlarım Gökben BAŞARAN, YaŐar ALUÇ, Osman KÖK ve Okyanus ORHON'a ve desteklerini esirgemeyen anneme, babama, kardeŐime ve eŐime teŐekkürlerimi sunarım.

NOT: Bu tez ęalıŐması, aŐaęıdaki projeler kapsamında geręekleŐtirilmiŐtir;

- Kırıkkale Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Birimi Projesi, 02/03-04-03
- Kırıkkale Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Birimi Projesi, 2005/48
- Devlet Planlama TeŐkilatı Projesi, DPT-2003K120770-8

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
KISALTMALAR	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Baraj Gölleri Hakkında Genel Bilgi	1
1.2. Baraj Göllerinin Doğal Göllerden Farkları	4
1.3. Besin Zinciri İlişkileri ve Hidrolojik Özellikler	8
1.4. Barajlarda Kirlilik ve Ekosistem Yönetimi	12
1.5. Kapulukaya Baraj Gölü'nde Yapılmış Çalışmalar	15
1.5.1. Zooplankton verileri	17
1.6. Litoral – Pelajik İzleme Çalışmaları	20
1.7. Projenin Gerekçesi	23
1.8. Çalışmanın Amacı	24
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	26
2.1. Çalışma Alanı	26
2.2. Su Kalitesi İzleme Çalışması	26
2.2.1. Su kalitesi izleme çalışmasının planlanması	26
2.2.2. Arazi çalışması ve numunelerin toplanması	29
2.2.3. Fiziksel ve kimyasal değişkenlerin ölçüm ve analizi	31

2.2.4. Fitoplankton ve zooplankton teşhis ve sayımları	32
2.3. Litoral – Pelajik İzleme Çalışması	33
2.3.1. Çalışmanın planlanması	33
2.3.2. İstasyonların belirlenmesi	33
2.3.3. Arazi çalışması ve numunelerin toplanması	34
2.3.4. Zooplankton numunelerinin toplanması, teşhisi ve sayımı	35
2.4. Hidrolojik Veriler	35
2.5. İstatistiki Hesaplamalar	37
3. ARAŞTIRMA BULGULARI	38
3.1. 2005 – 2006 Çalışması	38
3.1.1. Zooplankton komünitesi	38
3.1.1.1. Makrofit içi ve makrofit dışı zooplankton numuneleri	38
3.1.1.2. Litoral ve pelajik zooplankton numuneleri	45
3.1.1.2.1. Kanonik Uyum Analizi Sonuçları	77
3.1.1.3. Su kalitesi izleme çalışmasına ait zooplankton numuneleri	85
3.1.2. Fiziksel ve kimyasal değişkenler	110
3.1.2.1. Litoral – pelajik izleme çalışması	110
3.1.2.2. Su kalitesi izleme çalışması	137
3.1.2.3. Hidrolojik veriler	160
3.2. 2003 – 2004 Çalışması	164
3.2.1. Fitoplankton komünitesi	164
3.2.1.1. Taksonomik gruplara göre incelenmesi	164
3.2.1.1.1. Bacillariophyta	173
3.2.1.1.2. Chlorophyta	174
3.2.1.1.3. Chrysophyta	176

3.2.1.1.4. Cryptophyta	180
3.2.1.1.5. Pyrrophyta.....	181
3.2.1.1.6. Cyanobacteria	182
3.2.1.2. Fitoplanktonun hücre büyüklüklerine göre incelenmesi ...	183
3.2.1.3. İşlevsel gruplandırma.....	192
3.2.1.4. Fitoplankton komünitesini kontrol eden faktörler.....	200
3.2.1.4.1. Ordinasyon	200
3.2.2. Zooplankton komünitesi	206
3.2.2.1. Tabakalaşma ve karışım dönemlerindeki dağılım.....	206
3.2.2.2. Zooplankton komünitesini kontrol eden faktörler	211
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	218
4.1. Fitoplankton Komünite Yapısı	218
4.1.1. Filogenetik değerlendirme	219
4.1.2. Büyüklüklerine göre değerlendirme	229
4.1.3. İşlevsel gruplara göre değerlendirme	234
4.2. Zooplankton Komünitesi	241
4.2.1. Zooplankton popülasyonu ile fitoplankton ve çevre değişkenleri ilişkilerini değerlendirme.....	243
4.2.2. Litoral-pelajik izleme çalışması sonuçlarını değerlendirme ...	252
4.3. Genel Değerlendirme.....	260
5. KAYNAKLAR	265
EK 1. Kapulukaya Baraj Gölü'nde 2005 – 2006 İzleme Çalışmalarında Bulunan Zooplankton Türlerinin Sistemik Listesi	285
EK 2. Kapulukaya Baraj Gölü'nde 2005 – 2006 İzleme Çalışmalarında Bulunan Fitoplankton Türlerinin Sistemik Listesi	291
ÖZGEÇMİŞ.....	300

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL	SAYFA
1.1. Baraj göllerinin nehirler ve doğal göller arasındaki konumları	3
1.2. Nehir üzerine set çekilmesiyle oluşan baraj göllerinin su kalitesi ve diğer değişkenlere ilişkin yatay bölgelendirmesi	6
1.3. Barajlarda yoğunluğa bağlı akıntı hareketleri. A. Yüzey akışı, B. Ara akış, C. Dip akışı	11
2.1. Kapulukaya Baraj Gölü'nün uydu fotoğrafı	27
2.2. Kapulukaya Baraj Gölü'nde su kalitesi izleme çalışmasındaki örnekleme noktalarının ve derinliklerinin gösterimi	30
2.3. Kapulukaya Baraj Gölü'nde pelajik (P), litoral (L1, L2) ve makrofit içi (Makrofit resmi bulunan) örnekleme istasyonları	36
3.1. Toplam zooplankton yoğunluğunun 2005 yılı Temmuz ve Ağustos örnekleme tarihlerinde n = 7 için makrofit içinde ve dışındaki dağılımlarının ortalama, standart hata ve standart sapma değerleriyle birlikte gösterimi	39
3.2. Baskın zooplankton türlerinin 2005 Temmuz ve Ağustos örnekleme tarihlerinde makrofit içinde ve dışındaki yoğunluk yüzdeleri.	43
3.3. Temmuz 2005 – Mayıs 2006 tarihleri arasında örnekleme tarihlerindeki zooplankton miktarının litoral ve pelajik örnekleme istasyonlarına göre dağılımı (Ortalama: tüm örnekleme tarihlerinin ortalaması)	48

3.4. Temmuz (T), Ağustos (A), Ekim (E), Kasım (K), Nisan (N) ve Mayıs (M) numunelerinde litoral ve pelajik istasyonlarda tespit edilen zooplankton gruplarının yoğunluk dağılımı	49
3.5. Baskın zooplankton türlerinin (>%25), Temmuz 2005 ila Mayıs 2006 tarihleri arasında girişten sete doğru (S1 ila S5) ortalama yoğunluk değişimleri ve ortalama birey sayısı çizelgesi (OZBS/L: Ortalama Zooplankton Birey Sayısı/Litre)	51
3.6. Baskın zooplankton türlerinin (> % 5) Temmuz ve Ağustos 2005 örneklemelelerinde litoral (L1, L2) ve pelajik (P) istasyonlardaki yoğunluklarının girişten sete doğru (S1 – S5) değişimleri	52
3.7. Baskın zooplankton türlerinin (> % 5) Ekim ve Kasım 2005 örneklemelelerinde litoral (L1 ve L2) ve pelajik (P) istasyonlardaki yoğunluklarının girişten sete doğru (S1 istasyonundan S5'e) değişimleri	53
3.8. Baskın zooplankton türlerinin (> % 5) Nisan ve Mayıs 2006 örneklemelelerinde litoral (L1 ve L2) ve pelajik (P) istasyonlardaki yoğunluklarının girişten sete doğru (S1 istasyonundan S5'e) değişimleri	57
3.9. 2005-2006 yıllarında yapılan 6 örneklemede (T: Temmuz; A: Ağustos; E: Ekim; K: Kasım; N: Nisan; M: Mayıs), litoral ve pelajik 15 istasyonun Kanonik Uyum Analizi sonucunda elde edilen ordınasyon grafiği	78

3.10. 2005-2006 verileri için baskın zooplankton türleri ile çevresel faktörlerin ilişkisini gösteren ve Kanonik Uyum Analizi sonucunda elde edilen ikili grafik	81
3.11. 2005-2006 yıllarında yapılan 6 örneklemeden her biri için litoral ve pelajikteki 15 istasyonun Kanonik Uyum Analizi sonucunda elde edilen ordinasyon grafikleri	84
3.12. Ekim (E), Kasım (K), Nisan (N) ve Mayıs (M) örnekleme tarihlerinde tespit edilen zooplankton gruplarının örnekleme tarihlerine göre dağılımı	87
3.13. Ekim 2005 – Mayıs 2006 arasındaki 4 örnekleme tarihlerindeki zooplankton miktarlarının örnekleme istasyonlarında (S1 ila S5) yüzey (Y), 5m (5), 10m (10) ve 15m (15) derinliklerdeki dağılımı (Ortalama: tüm örnekleme tarihlerinin ortalaması)	88
3.14. Baskın zooplankton türlerinin (>%20), Ekim 2005 ila Mayıs 2006 tarihleri arasında girişten sete doğru (S1 ila S5) ortalama yoğunluk değişimleri ve ortalama birey sayısı çizelgesi (OZBS/L: Ortalama Zooplankton Birey Sayısı/Litre)	98
3.15. Baskın zooplankton türlerinin (> % 5) Ekim ve Kasım 2005 örnekleme tarihlerinde istasyonların farklı derinliklerdeki yoğunluklarının girişten sete doğru (S1 – S5) değişimleri	106
3.16. Baskın zooplankton türlerinin (> % 5) Nisan ve Mayıs 2005 örnekleme tarihlerinde istasyonların farklı derinliklerdeki yoğunluklarının girişten sete doğru (S1 – S5) değişimleri	108

3.17. Litoral – pelajik izleme çalışmasında pelajik istasyonlar ve bu istasyonların her iki kıyısında (L1 ve L2) sıcaklığın (°C) zamana ve derinliğe bağlı değişimleri	114
3.18. Litoral – pelajik izleme çalışmasında pelajik istasyonlar ve bu istasyonların her iki kıyısında (L1-L2) çözünmüş oksijen konsantrasyonunun (mg/l) zaman ve derinliğe bağlı değişimleri ...	115
3.19. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, Temmuz ve Ağustos örneklemelerine ait toplam fosfor (TF), klorofil-a, karotenoid, bulanıklık, askıdaki katı madde (AKM) ve Secchi derinliği değerlerinin istasyonlara göre dağılımı	119
3.20. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, Ekim ve Kasım örneklemelerine ait toplam fosfor (TF), klorofil-a, karotenoid, bulanıklık, askıdaki katı madde (AKM) ve Secchi derinliği değerlerinin istasyonlara göre dağılımı	120
3.21. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, Nisan ve Mayıs örneklemelerine ait toplam fosfor (TF), klorofil-a, karotenoid, bulanıklık, askıdaki katı madde (AKM) ve Secchi derinliği değerlerinin istasyonlara göre dağılımı	121
3.22. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, Temmuz ve Ağustos örneklemelerine ait pH, çözünmüş reaktif fosfor (ÇRF), silikat, iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde (TÇKM), sülfat ve alkalinite değerlerinin istasyonlara göre dağılımı	123

3.23. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, Ekim ve Kasım örneklemelerine ait pH, çözünmüş reaktif fosfor (ÇRF), silikat, iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde (TÇKM), sülfat ve alkalinite değerlerinin istasyonlara göre dağılımı	124
3.24. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, Nisan ve Mayıs örneklemelerine ait pH, çözünmüş reaktif fosfor (ÇRF), silikat, iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde (TÇKM), sülfat ve alkalinite değerlerinin istasyonlara göre dağılımı	125
3.25. Litoral – pelajik izleme çalışmasında Temmuz, Ağustos, Ekim ve Kasım örneklemelerine ait amonyum, nitrit+nitrat, çözünmüş inorganik azot (ÇİN) değerleri ile çözünmüş azot/fosfor (ÇİN/ÇRF) oranlarının istasyonlara göre dağılımı	130
3.26. Litoral – pelajik izleme çalışmasında Nisan ve Mayıs örneklemelerine ait amonyum, nitrit+nitrat, çözünmüş inorganik azot (ÇİN) değerleri ile çözünmüş azot/fosfor (ÇİN/ÇRF) oranlarının istasyonlara göre dağılımı	131
3.27. Kapulukaya Baraj Gölü'nde Temmuz 2005 ve Mayıs 2006 tarihlerinde yapılan litoral – pelajik izleme çalışmasında, pelajik istasyonlarda (S1, S2, S3, S4 ve S5) zamana ve derinliğe bağlı sıcaklık (°C) grafikleri	140
3.28. Kapulukaya Baraj Gölü'nde Temmuz 2005 ve Mayıs 2006 tarihlerinde yapılan litoral – pelajik izleme çalışmasında, pelajik istasyonlarda (S1, S2, S3, S4 ve S5) zamana ve derinliğe bağlı çözünmüş oksijen (mg/l) konsantrasyonu grafikleri	141

3.29. Su kalitesi izleme çalışmasında, örnekleme tarihlerinde pelajik istasyonlarda tespit edilen oksijen (mg/l) ve sıcaklık (°C) değerlerinin derinliğe bağlı değişimleri ile gösterilen tabakalaşma ve karışım grafikleri. a) Temmuz ve Ağustos 2005	142
3.30. Su kalitesi izleme çalışmasında, Ekim ve Kasım örnekleme tarihlerine ait toplam fosfor (TF), klorofil-a, karotenoid, bulanıklık, askıdaki katı madde (AKM) ve Secchi derinliği değerlerinin istasyonlara göre dağılımı	146
3.31. Su kalitesi izleme çalışmasında, Nisan ve Mayıs örnekleme tarihlerine ait toplam fosfor (TF), klorofil-a, karotenoid, bulanıklık, askıdaki katı madde (AKM) ve Secchi derinliği değerlerinin istasyonlara göre dağılımı	147
3.32. Su kalitesi izleme çalışmasında, Ekim ve Kasım örnekleme tarihlerine ait pH, çözünmüş reaktif fosfor (ÇRF), silikat, iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde (TÇKM), sülfat ve alkalinite değerlerinin istasyonlara göre dağılımı	148
3.33. Su kalitesi izleme çalışmasında, Nisan ve Mayıs örnekleme tarihlerine ait pH, çözünmüş reaktif fosfor (ÇRF), silikat, iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde (TÇKM), sülfat ve alkalinite değerlerinin istasyonlara göre dağılımı	149
3.34. Su kalitesi izleme çalışmasında Ekim, Kasım, Nisan ve Mayıs örnekleme tarihlerine ait amonyum, nitrit+nitrat, çözünmüş inorganik azot (ÇİN) değerleri ile ÇİN/ÇRF (Çözünmüş azot/fosfor) oranlarının istasyonlara göre dağılımı	156

3.35. Kapulukaya Baraj Gölü'nde 2003-2006 yıllarına ait hidrolojik veriler: a) Göle giren ve çıkan su miktarı ve göl hacmi (milyon m ³), b) Su bekleme süresi-R- (gün)	162
3.36. Kapulukaya Baraj Gölü'nde Haziran 2003 – Ağustos 2004 tarihleri arasında fitoplankton gruplarının biyohacimlerinin ($\mu\text{m}^3/\text{ml}$) her bir istasyonun farklı derinliklerdeki mevsimsel dağılımı	165
3.37. Örnekleme dönemlerinde (T1, K ve T2) fitoplankton gruplarının istasyonların farklı derinliklerinde tespit edilen ortalama biyohacimleri ($\mu\text{m}^3/\text{ml}$)	170
3.38. Fitoplankton gruplarının karışım ve tabakalaşma dönemlerinde istasyonlardaki yoğunluk ve biyohacim grafikleri	177
3.39. Fitoplankton biyohacimlerinin boy gruplarına göre gölün yatay ve dikey istasyonlarında mevsimsel değişimi (<: 30 μm 'den kısa; >: 30 μm 'den uzun türler)	186
3.40. Tüm istasyonlardaki fitoplankton biyohacim ortalamalarının ($\mu\text{m}^3/\text{ml}$) örnekleme tarihleri ile tabakalaşma ve karışım dönemlerinde (T1, K ve T2), fitoplankton grupları ve işlevsel gruplara göre (Kodonlar yukarıdan aşağıya hacim yüzdeleri büyükten küçüğe olacak şekilde sıralanmıştır) dağılım grafiği	197
3.41. Örnekleme istasyonlarında bazı çevresel değişkenler ile iki fitoplankton grubunun biyohacim değerlerine ait logaritma değerlerinin örnekleme tarihleri ve tabakalaşma ve karışım dönemlerindeki salınım grafikleri	198

3.42. 2003-2004 yıllarında yapılan 19 örnelemeye ait Kanonik Uyum Analizi sonucunda elde edilen ordinasyon grafiği	204
3.43. Kanonik Uyum Analizi sonucunda elde edilen, fitoplankton grupları ile çevresel faktörlerin ilişkisini gösteren ikili grafik	205
3.44. 2003-2004 örnekleme sürecinde baskın olan zooplankton türlerinin yoğunlukları (birey/l) ve fitoplankton grupları ile T1, K ve T2 dönemlerine göre yayılışları	209
3.45. 2003-2004 yıllarında yapılan 19 örnekleme tarihinde farklı derinlikleri kapsayan 17 istasyonun Kanonik Uyum Analizi sonucunda elde edilen ordinasyon grafiği	216
3.46. 2003-2004 yıllarında yapılan 19 örnekleme için Kanonik Uyum Analizi sonucunda elde edilen ve zooplanktonlar ile fitoplankton grupları ve çevresel faktörlerin ilişkisini gösteren ikili grafik	217

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE	SAYFA
1.1. Doğal göl ve baraj göllerinin nitel ve nicel olarak karşılaştırılması ..	4
1.2. Nehir üzerinde setle kurulan barajlardaki bölgelerin genel özellikleri	6
2.1. Kapulukaya Baraj Gölü'nün genel özellikleri	28
3.1. Temmuz ve Ağustos örneklemelerinde rotifer, kladoser, kopepod, nauplii ve toplam zooplanktonun makrofit içi (Mİ) ve makrofit dışı (MD) numunelerdeki fark analizi sonuçları ve litredeki birey sayılarının ortalama (Ort) ± standart sapma (SD) değerleri	40
3.2. 2005 yılı Temmuz (a) ve Ağustos (b) makrofit içi ve dışı numunelerinin zooplankton türleri bakımından karşılaştırılması sonucu farkı önemli bulunan türlere ait istatistiki önemlilik değerleri ve litredeki birey sayılarının ortalama (Ort) ± standart sapma (SD) değerleri	44
3.3. Temmuz ve Ağustos 2005 makrofit içi ve makrofit dışı numuneleri için hesaplanan Shannon–Wiener çeşitlilik indeks değerleri	45
3.4. Örneklem tarihlerinde litoral ve pelajik istasyonlardaki toplam zooplankton miktarlarının (Birey/l) ortalama ± standart sapma değerleri	46

3.5. Tüm litoral – pelajik istasyonlarda 26.7.05 – 25.5.06 arası örnekleme tarihleri ve bütün tarihler için saptanan zooplankton türlerinin ortalama \pm standart sapma ($O\pm SD$), yüzde sıklık (% S) ve maksimum birey/l (N_{MS}) değerleri	58
3.6. Litoral – pelajik karşılaştırma çalışmasında baskın olan türlerin, örnekleme tarihlerinde litoral, pelajik ve tüm (T) istasyonlardaki ortalama \pm standard sapma değerleri ($O\pm SD$) ve yoğunluk yüzdeleri (%)	66
3.7. Örnekleme tarihlerinde litoral - pelajik karşılaştırma çalışmasına ait her bir istasyonda rotifer ve kladoser türleri kullanılarak log2 tabanlı hesaplanan Shannon Wiener indeks değerleri	76
3.8. 2005-2006 verileri ile zooplankton tür-çevre ilişkisi için yapılan Kanonik Uyum Analizi sonuçları	79
3.9. 2005-2006 verileri için Kanonik Uyum Analizi'nde zooplankton türleri ile çevresel faktörler ve fitoplankton arasında tespit edilen ilişkiyi gösteren basamaklı seçim modeli sonuçları	80
3.10. 2005-2006 verisi ile zooplankton grupları için yapılan Kanonik Uyum Analizi'nde eksen 1 – 4 ile her bir çevresel faktör arasındaki korelasyonlar	82
3.11. Zooplankton gruplarının her bir örnekleme tarihi ve tüm tarihler için bütün istasyonlardaki yüzde (%) değerleri	86

3.12. Zooplankton türlerinin pelajik 5 istasyonun tüm derinliklerinde 5.10.2005 – 25.5.2006 arası her bir örneklemede ve bütün örneklemelelerdeki ortalama \pm standart sapma ($O \pm SD$), yüzde sıklık (%S), maksimum birey/l (N_{MS}) değerleri ile maksimum istasyonu (I_{MS})	89
3.13. 2005-2006 su kalitesi izleme çalışmasında baskın olan türlerin, örnekleme tarihlerinde yüzey (Y), 5m (5), 10m (10), 15m (15) ve tüm derinliklerdeki (T) ortalama \pm standard sapma değerleri ($O \pm SD$) ve yoğunluk yüzdeleri (%)	103
3.14. Örnekleme tarihlerinde su kalitesi izleme çalışmasına ait her bir istasyonda rotifer ve kladoser türleri kullanılarak hesaplanan Shannon Wiener indeks değerleri	109
3.15. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, örnekleme tarihlerinde istasyonlarda 0 – 2 m aralığında ölçülen sıcaklıkların ortalama \pm standart sapma değerleri	116
3.16. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, örnekleme tarihlerinde istasyonlarda 0 – 2 m aralığında ölçülen çözülmüş oksijen konsantrasyonlarının (mg/l) ortalama \pm standart sapma değerleri ..	117
3.17. Tüm litoral – pelajik istasyonlarda 26.7.05 – 25.5.06 arası örnekleme tarihleri ve bütün tarihler için fiziksel ve kimyasal değişkenlerin ortalama (O) \pm standart sapma (SD), minimum (D_{MIN}) ve maksimum (D_{MAKS}) değerleri	127

3.18. Su kalitesi izleme çalışmasında tüm istasyonlarda 05.10.05 – 25.5.06 arası örnekleme tarihleri ve bütün tarihler için fiziksel ve kimyasal değişkenlerin ortalama (O) ± standart sapma (SD), minimum (D _{MIN}) ve maksimum (D _{MAKS}) değerleri	153
3.19. Su bekleme süresi (R-gün), göl hacmi (V milyon m ³), giren su (G-milyon m ³) ve çıkan su (Ç-milyon m ³) miktarlarının 2003 ila 2006 yılları arasındaki ortalama ± standart sapma, minimum ve maksimum değerleri	163
3.20. Haziran 2003 – Ağustos 2004 tarihleri arasında fitoplankton gruplarına ait ortalama±standart hata ve maksimum (H _{MS}) biyohacim değerlerinin (µm ³ /ml) istasyonlara ve derinliklere göre dağılımı	171
3.21. Haziran 2003 – Ağustos 2004 tarihleri arasında fitoplankton sistematik gruplarına ait ortalama±standart hata ve maksimum (N _{MS}) yoğunluk değerlerinin (Hücre/ml) istasyonlara ve derinliklere göre dağılımı	172
3.22. Biyohacim değerleri kullanılarak, göldeki örnekleme bölgelerinin yatay ve dikey karşılaştırmalarında istatistiki olarak önemli farklılıkta bulunan fitoplankton grupları	184
3.23. Fitoplanktonun seçilen boy sınıflarına (<30 µm ve >30 µm) göre çalışma periyodu boyunca gölde yatay ve dikey olarak hesaplanan ortalama biyohacim (µm ³ /ml) ± standart hata değerleri ile alt bölümde verilen ve istatistiki olarak (Mann Whitney-U Testi, p < 0,05) farklılık gösteren bölgeler	188

3.24. Fitoplanktonun seçilen boy sınıflarına göre farklı mevsimlerde gölde yatay ve dikey olarak hesaplanan ortalama \pm standard hata biyohacim ($\mu\text{m}^3/\text{ml}$) değerleri	189
3.25. Fitoplanktonun seçilen boy sınıflarına gölde hesaplanan ortalama biyohacim ($\mu\text{m}^3/\text{ml}$) değerlerinin tabakalaşma (T) ve karışım (K) dönemlerindeki farklılık testi sonuçları	191
3.26. 2003-2004 yıllarında tespit edilen fitoplankton türlerinin ait oldukları işlevsel gruplar ve bu grupların özellikleri	194
3.27. Kanonik Uyum Analizinde kullanılan fitoplankton grupları ve onları kontrol eden abiyotik ve biyotik faktörlerin, gölde oluşan karışım (K) ve tabakalaşma (T1 ve T2) dönemlerine göre hesaplanan ortalama değerleri	201
3.28. Fitoplankton tür-çevre ilişkisi için yapılan Kanonik Uyum Analizi sonuçları	202
3.29. Kanonik Uyum Analizi'nde fitoplankton türleri ile çevresel faktörler ve zooplankton arasında tespit edilen ilişkiyi gösteren basamaklı seçim modeli sonuçları	203
3.30. Fitoplankton türleri için yapılan Kanonik Uyum Analizi'nde eksen 1 ve 2 ile her bir çevresel faktör arasındaki korelasyonlar	206
3.31. Zooplankton türlerinin T1, K ve T2 dönemlerindeki ortalama \pm standard sapma değerleri	208

3.32. 2003-2004 verileri kullanılarak zooplankton tür-çevre ilişkisi için yapılan Kanonik Uyum Analizi sonuçları	212
3.33. Kanonik Uyum Analizi'nde 2003-2004 verisi için zooplankton türleri ile çevresel faktörler ve fitoplankton arasında tespit edilen ilişkiyi gösteren basamaklı seçim modeli sonuçları	214
3.34. 2003-2004 verileri ile zooplankton grupları için yapılan Kanonik Uyum Analizi'nde eksen 1 ve 2 ile her bir çevresel faktör arasındaki korelasyonlar	215

KISALTMALAR

Abiyotik Değişkenler

AKM	Askıdaki katı madde	O2%	Yüzde oksijen doygunluğu
ALK	Alkalinite	Q	Ortalama su debisi (m ³ /gün ya da m ³ /yıl)
AMO	Amonyum		
BUL	Bulanıklık	R	Su bekleme süresi
ÇİN	Çözünmüş inorganik azot	SEC	Secchi derinliği
ÇRF	Çözünmüş reaktif fosfor	SIC	Sıcaklık
F	Fosfor	SiL	Silikat
İLE	İletkenlik	SÜL	Sülfat
KAR	Karotenoid	TÇKM	Toplam çözünmüş katı madde
KLO-A	Klorofil-a		
N	Azot	TF	Toplam fosfor
NiT	Nitrit-nitrat	TUZ	Tuzluluk
O2	Çözünmüş oksijen	V	Baraj hacmi (m ³)

Biyotik Değişkenler

Baci	Bacillariophyta	Cyan	Cyanobacteria
Chlo	Chlorophyta	Pyrr	Pyrrophyta
Chry	Chrysophyta	CLAD	Kladoser
Cryp	Cryptophyta	ROTİ	Rotifer

İstasyonlar

Y	Yüzey	MD	Makrofit dışı
S1	İstasyon 1	Mİ	Makrofit içi
S2	İstasyon 2	L1	Litoral 1 (kıyı istasyonu)
S3	İstasyon 3	L2	Litoral 2 (kıyı istasyonu)
S4	İstasyon 4	P	Pelajik istasyon
S5	İstasyon 5		

Diğer kısaltmalar

T1 03.07.2003 ila 17.09.2003 arasındaki örnekleme tarihleri

K 03.03.2004 ila 05.05.2004 arasındaki örnekleme tarihleri

T2 02.06.2004 ila 10.08.2004 arasındaki örnekleme tarihleri

EÜAŞ Elektrik Üretim Anonim Şirketi

1. GİRİŞ

1.1. Baraj Gölleri Hakkında Genel Bilgi

Dünyadaki toplam suyun yaklaşık % 3'ünü teşkil eden tatlı su kaynaklarının sadece % 0,27'si yani toplam suyun % 0,008 kadarı insan tarafından doğrudan kullanılabilir haldeki göl ve nehirlerden oluşmaktadır⁽¹⁾. Bütün canlılar suyla ilgili değişik ihtiyaçlarını karşılayabilmek için, yeryüzünde kısıtlı miktarlarda bulunan bu doğal tatlı su kaynaklarını kullanmak durumundadır. Suyun yaşamsal önemi, insanoğlunu eski çağlardan bu yana suyun kontrol edilebilmesine yönelik yöntemler geliştirmeye yöneltmiştir. Mevcut bir su kaynağının uygun zamanlarda ve gerekli alanlarda kullanılabilmesi için yeterli miktardaki suyun biriktirilmesiyle kurulan barajların bilinen tarihi M.Ö. 6000 yıllarına kadar uzanmaktadır. Mezopotamya'da sulama amaçlı yapılan bu nispeten küçük setlerin yerini zamanla M.Ö. 2686 ila 2498 yılları arasında Nil Nehri üzerine taşlarla inşa edilen "Sadd Al-Kafara" barajı gibi büyük barajlar almıştır. Yapımı 10-15 yıl süren ve 600.000 m³ kapasiteli baraj tamamlanmasından kısa süre sonra bir sel sonucu yıkılmıştır⁽²⁾. Sri Lanka'daki Anuradhapura ve Kamboçya'daki Angkor Watt en az 2000 yıl önce inşa edilen çok eski barajlardır⁽³⁾. Tarihi M.Ö. 3000 yıllarına uzanan Ürdün'deki Jawa Barajı'nın kalıntıları hala ayakta⁽⁴⁾.

Tarihte öncelikli olarak sulama amaçlı kurulan barajlar, zamanla taşkın kontrolü, balıkçılık, içme suyu temini, hidroelektrik enerji üretimi gibi farklı amaçlara yönelik inşa edilmiş, baraj ve çevresinin eğlence dinlenme ve turizm amaçlı kullanımına yönelik çok amaçlı yönetim planları günümüzde önemli

hale gelmiştir⁽⁵⁾. Yapılan tahminlere göre daha öncesinde okyanuslara akan suların % 25'i günümüzde barajlarda tutulmaktadır⁽⁶⁾.

Sanayi devrimiyle birlikte atmosferde, karasal ve sucul ekosistemlerde farklı şekillerde ortaya çıkan ve ivmelenecek artan kirlilik, ekosistem kavramının bu sistemlerin ayrıntılı incelenmesi ve yönetimi konularının öneminin anlaşılması bakımından tetikleyici bir unsur olarak ortaya çıkmıştır. Bu süreçte, suyun yaşamsal önemi ve tatlısu kaynaklarının sınırlı olması, sucul ekosistemlerin araştırılması ve işleyişlerinin anlaşılmasını zorunlu kılmıştır. Bu amaçla yapılan pek çok çalışma, sucul sistemlerde besin alımı, av avcı ilişkileri gibi temel bazı prensiplerin ortak işlevliğini ortaya koymakla birlikte, her sistemin kendisine özgü bir yapısı olduğunun da anlaşılmasını sağlamıştır.

Farklı amaçlarla inşa edilen baraj göllerinin hidrolojik özelliklerinin yanı sıra ekolojik yapısı ve limnolojik özelliklerinin işlevlerine yönelik araştırılması, tatlısu kaynaklarının sınırlı olduğu ve farklı kirlilik unsurlarıyla karşı karşıya bulunduğu günümüzde oldukça önemli hale gelmiştir. Her sistemin kendi içerisinde farklılıklar göstermesi, her bir sistemin uzun süreli izleme programlarıyla takip edilmesini gerekli kılmaktadır. İzleme programları, sistemde fiziksel, kimyasal, biyolojik, hidrolojik vb. unsurların ve sistemin işleyişinde bu unsurların rollerinin, tetikleyici, sınırlayıcı etkilerinin belirlenmesi yoluyla amaca yönelik en etkin yönetim planlarının geliştirilmesine olanak sağlamaktadır.

Özellikle içme suyu eldesinde kullanılan baraj göllerinde baraj suyunun kalitesi ve içme suyu standartlarına uygunluğu önemli hale

geldiğinden, baraj yönetimi ve su kalitesine yönelik problemlerin sebeplerinin anlaşılması ve daha ucuz, sürdürülebilir, doğal süreçleri kullanan dolayısıyla doğayla dost ekoteknolojik yönetim planlarının geliştirilmesi bakımından izleme programlarıyla baraj ekosisteminin işleyişinin anlaşılması gerekmektedir.

Doğal göllerle kıyaslandığında baraj şekil ve tipleri çok daha çeşitlidir. Temel olarak i) vadi barajları (Akan bir nehre dik bir bariyer inşa edilir) ve ii) nehir dışı depolama barajları (Nehre paralel etrafı çevrilmiş bir alan inşa edilir ve yerçekimi veya pompalama yoluyla su doldurulur) olmak üzere ikiye ayrılır⁽⁶⁾. Tekli barajlara ek olarak tek bir nehir üzerine inşa edilen **zincir (kaskad) barajlar** ve bir dizi baraj, tünel veya kanal arasında suyun hareket edebileceği şekilde inşa edilen **havza arası transfer şemaları** olarak adlandırılan baraj sistemleri de bulunmaktadır.

Baraj gölleri, üzerinde inşa edildikleri nehirlerin özelliklerini devam ettiren aynı zamanda da doğal göllerin durgun su özelliğini taşıyan yapılar olmaları itibariyle “nehir-göl hibritleri” olarak tanımlanmaktadır⁽⁷⁻⁹⁾. Baraj göllerinin özelliklerini ve kullanımını belirleyen en önemli unsurlar, suyun bekleme süresi ve nehrin sistemi hangi düzeyde etkilediğidir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Baraj göllerinin nehirler ve doğal göller arasındaki konumları⁽⁶⁾

1.2. Baraj Göllerinin Doğal Göllerden Farkları

Doğal göllerde ve baraj göllerinde besin alımı, av-avcı ilişkileri, rekabet, birincil üretim, hava-su gaz alışverişi, karışım, sıcaklık tabakalaşması gibi fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler benzerse de⁽¹⁰⁾, Çizelge 1.1’de özetlenen nitel ve nicel farklılıklar, bu sistemleri işleyiş ve bu işleyişi kontrol eden faktörler bakımından oldukça farklı kılmaktadır.

Çizelge 1.1. Doğal göl ve baraj göllerinin nitel ve nicel olarak karşılaştırılması^(11,12)

Nitel Farklılıklar	Doğal göller	Baraj gölleri
Doğa	Doğal	İnsan Yapımı
Jeolojik yaş	Eski	Genç
Yaşlanma	Yavaş	Hızlı
Dolgu şekli	Doğal	Nehir Vadisi
Göl şekli	Düzenli	Dendritik
Kıyı gelişim oranı	Düşük	Yüksek
Maksimum derinlik	Merkeze Yakın	Sette
Dip sedimanları	Otokton	Allokton
Uzunlamasına değişim	Rüzgarla	Akışla
Su çıkış derinliği	Yüzey	Derin
Nicel Farklılıklar	Doğal Göller	Baraj gölleri
Havza/ Göl alanı	Daha düşük	Daha yüksek
Su yenileme süresi	Daha uzun	Daha kısa
Havza ile etkileşim	Daha az	Daha fazla
Göl çanak şekli	“U” şekilli	“V” şekilli
Düzensiz değişim seviyeleri	Daha küçük	Daha büyük
Hidrolojik değişkenler	Oldukça düzenli	Yüksek oranda değişken
Değişim sebepleri	Doğal	İnsan kaynaklı
Su giriş kaynakları	Az yoğun	Yoğun

Baraj gölleri doğal göllerle karşılaştırıldıklarında, jeolojik olarak doğal göllerden daha genç oldukları görülür. Günümüz baraj göllerinin çoğunluğu son 50-100 yıl içerisinde inşa edilmiştir. Nehir vadilerinin doldurulmasıyla oluşturulmalarından dolayı göllere göre daha geniş ve düzensiz bir kıyı gelişimleri vardır. Baraj gölleri inşa edildikleri ilk birkaç yıl içerisinde trofik patlamayı içeren hızlı bir değişime maruz kalır. Bu durum “baraj yaşlanması” olarak adlandırılır. Doğal yapılar olan göllerde ise bu süreç yavaş ilerler. Göllerin sediman kalınlığı, çok eski zamanlarda oluşmalarından kaynaklı olarak barajlardan daha fazladır. Dip sedimanları, nehir yoluyla gelen allokton ya da sistemin kendi biyolojik üretimiyle oluşan otokton maddelerden oluşur. Allokton maddeler genellikle barajın giriş noktasına yakın kısımlarda birikirken, sete doğru gidildikçe otokton madde birikiminin ağırlık kazandığı görülür. Barajlarda uzunlamasına görülen farklılıklar gelen akışla oluşurken, göllerde bu durum rüzgardan kaynaklanır^(11,12). Baraj göllerinin doğal göllere göre daha geniş alanlı bir havzadan etkilenmeleri, su tutma sürelerinin daha kısa olmasına neden olur. Böylece, barajdaki canlı kompozisyon ve biyokütlesinin ve buna bağlı ekosistem işleyişinin belirlenmesinde oldukça etkili olan su seviyesi düzensizlikleri, baraj göllerinde doğal göllere göre daha fazla ve sık görülür^(11,12).

Barajlarda yatay eksenindeki değişim özellikleri ekosistem ve ilişkilerin anlaşılmasında odak noktasını oluşturur^(13,14). Bu yatay özellikler göz önünde bulundurulduğunda, barajlar, giriş noktasından setin ayağına kadar genellikle farklı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerdeki üç belirgin bölgeye ayrılır⁽¹⁵⁾; nehir (riverine), geçiş (transition) ve göl (lacustrine) bölgesi (Şekil 1.2 ve Çizelge 1.2).



Şekil 1.2. Nehir üzerine set çekilmesiyle oluşan baraj göllerinin su kalitesi ve diğer değişkenlere ilişkin yatay bölgelendirmesi⁽¹⁶⁾

Çizelge 1.2. Nehir üzerinde setle kurulan barajlardaki bölgelerin genel özellikleri⁽¹⁶⁾

Karakter	Nehir Bölgesi	Geçiş Bölgesi	Göl Bölgesi
Havza	Dar, kanal şeklinde	Daha geniş ve derin	Geniş, derin göl gibi
Akış hızı	Nispeten yüksek	Azalan akış	Az akış
Askıdaki katı madde	Yüksek	Daha az	En az
Derinde ışık miktarı	Düşük	Daha yüksek	Oldukça yüksek
Adveksiyonla besin sağlama	Nispeten yüksek	Daha az	Düşük (çevrimiçi besin)
Birincil üretim	Işıkla sınırlı	Nispeten yüksek	Besin sınırlı
Hücre kayıpları	Birincil – sedimentasyon	Otlama ve sedimentasyon	Birincil – otlama
Organik madde kaynağı	Birincil – allohton	Allohton ve otokton	Birincil – otokton
Trofik durum	Daha ötrofik	Arada	Daha oligotrofik

Nehir bölgesi girdiyi karşılayan, nispeten sığ, dar ve diğer bölgelere göre daha iyi karışmış ve yüksek miktarda askıdaki katı maddenin bulunduğu kısımdır. Yüksek akış nedeniyle, kil, mil ve organik partiküllerin önemli miktarda geçişi söz konusudur⁽¹⁷⁾. Işık geçirgenliği nispeten düşüktür, fakat yüksek allokton besin girdisiyle, önemli miktarlardaki alg biyokütlesini barındırabilir⁽¹⁸⁾.

Geçiş bölgesinde havzanın genişlemesi suyun akış hızını düşürür, akış rejimine bağlı olarak ışık geçirgenliği kademeli olarak ya da birdenbire artabilir. Bu artış, bu bölgede önemli düzeyde meydana gelen askıdaki katı madde sedimentasyonu ve besin miktarının azalmasıyla düşen fitoplankton biyokütlesiyle ilişkilidir⁽¹⁴⁾.

Barajlarda, tipik doğal bir göl sistemine benzerlik gösteren bölge göl bölgesi olarak adlandırılmaktadır. Bu bölgede inorganik moleküllerin sedimentasyonu oldukça düşüktür. Askıdaki katı madde miktarı azalırken, ışık geçirgenliği artar. Yüksek ışık geçirgenliği birincil üretimi destekler ve biyolojik üretim baskın hale gelir. Bu bölgede belirgin bir azalma gösteren besin miktarı, birincil üretimi sınırlayıcı faktör olarak öne çıkar⁽¹⁰⁾.

Dikey değişimlerin gözlemlendiği doğal göllerin aksine, barajın girişinden sete doğru ilerledikçe, bulanıklıkta görülen azalmaya ek olarak, besin konsantrasyonlarında, özellikle fosfor miktarında paralel bir azalma gözlenir^(14,19,20). Sete doğru ilerledikçe fosforda gözlenen azalma, fosfor konsantrasyonunda etkili olan askıdaki katı madde miktarının sete doğru çökerek azalmasıyla ilişkilendirilmektedir⁽²¹⁾. Bu durum ayrıca barajların

fosforu tutma kapasitesinin doğal göllerden daha fazla olduğunu da göstermektedir⁽²²⁾.

Azalan besin miktarı ve artan ışık geçirgenliğine bağlı olarak artan zooplankton otlaması, barajın ayağına doğru ilerledikçe fitoplankton gelişiminin azalabileceğini göstermektedir⁽¹⁰⁾. Baraj göllerinde fitoplankton gelişimi, doğal göllerden daha değişken olabilir. Çünkü, fitoplankton gelişiminin tahmin edilmesi, su değişim oranlarının daha yüksek olması nedeniyle, baraj göllerinde, doğal göllere oranla daha zordur⁽¹⁰⁾.

1.3. Besin Zinciri İlişkileri ve Hidrolojik Özellikler

Göllerde besin zincirinin ilk halkasını birincil üreticiler olan fitoplanktonlar ve makrofitler oluşturmaktadır. Ancak baraj sistemlerinde litoral bölgenin sınırlı olmasından dolayı makrofit etkisi çok sınırlıdır. Fitoplanktonların fotosentez esnasında ihtiyaç duydukları CO₂ ve H₂O ortamda her zaman yeterli miktarda bulunurken, besin miktarı ve kompozisyonu havzanın jeokimyasal özellikleri ve göle giren ve çıkan su tarafından kontrol edilir. Fosfor (P) ve azot (N), fitoplanktonların miktar ve kompozisyonunu belirleyen başlıca elementlerdir ve sınırlayıcı elementler olarak görev yaparlar^(23,24). Fitoplanktonlar ayrıca, besin zincirinin bir üst basamağında bulunan zooplanktonlar tarafından otlama yoluyla tüketilir ve ortamda aşırı artışı önlenir. Zooplanktonlar planktivor balıklar tarafından kontrol edilirler. Besin zincirinin en üst basamağında ise turna, sudak gibi piskivor (etçil) balıklar yer alır⁽²⁵⁻²⁷⁾.

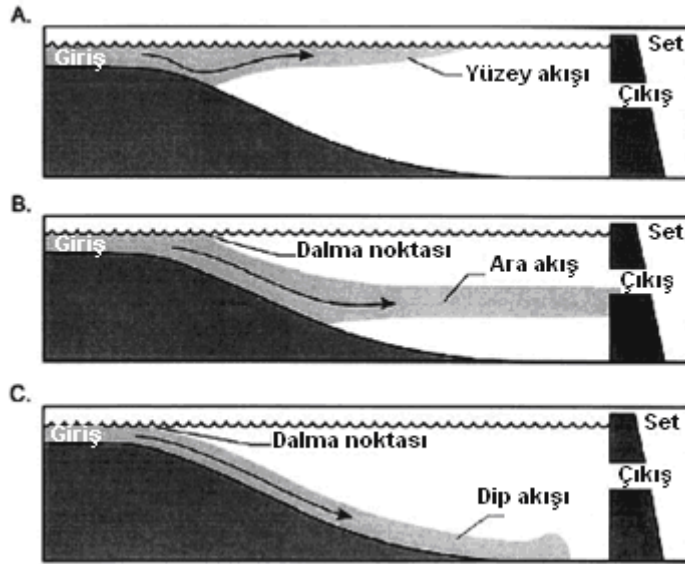
Baraja gelen suyun baraj çanağı içerisindeki değişim süresi veya bu çanakta kalma süresi, baraj gölü limnolojisinin anlaşılmasında anahtar faktörlerdendir. Teorik olarak su bekleme süresi, R ile ifade edilir ve $R = V/Q$ formülü kullanılarak gün ya da yıl olarak hesaplanır. V, barajın m^3 olarak hacmini ifade ederken, Q ortalama su debisini $m^3/gün$ ya da $m^3/yıl$ olarak belirtir. Barajın fonksiyonu nedeniyle ve mevsimsel olarak V ve Q değerlerinin değişimi barajın su bekleme süresinin değişmesiyle sonuçlanır⁽¹²⁾. Su bekleme süresi barajın birçok özelliğini belirler. R değerinin artışı, besin tuzlarının tutulma süresini artırdığı gibi barajda tabakalaşmaya da olanak sağlar. R değeri düşük olduğunda, fitoplankton ve besin tuzları barajdan akışla birlikte uzaklaşırken, sediman miktarı ve dip fauna miktarı artar. Uzun su bekleme süresine sahip barajlarda, düşük seviyedeki kirlilikte hipolimnetik oksijensizlik meydana gelir ve bu barajlarda ötrofikasyon iç akış olan baraj göllerinden daha sık meydana gelir⁽¹¹⁾.

Aynı coğrafyadaki barajlarda farklı limnolojik ve su kalitesi özelliklerinin gözlenmesi, su bekleme sürelerindeki farklılıklarla ilişkilendirilir⁽²⁸⁾. Bu durum, sığ ve tabakalaşmamış olan barajlardan ziyade, derin ve tabakalaşmış barajlarda daha fazla belirtilmiştir. Her barajda görülen nehir, geçiş ve göl bölgelerinin büyüklükleri; göl çanak şekli, su bekleme süresi, termal tabakalaşma, mevsim ve coğrafi yerleşime bağlı olarak değişir. Derin ılıman bölge barajlarında yaz süresince su bekleme süreleri on günden az olduğunda, tüm baraj nehir bölgesi gibi davranabilir. Su yenileme süresi 200 günden daha fazla olduğunda ise, barajın büyük kısmı göl bölgesi şeklindeki nehir bölgesi kısadır⁽¹¹⁾. Uzun su bekleme süresine sahip barajlarda, tam tabakalaşma ile göl özellikleri görülür⁽¹¹⁾.

Nehir girdileri barajı girişten sete doğru yatay ve dikey düzlemde etkiler. Baraja gelen suyun yoğunluğu, baraj içerisinde suyun hareketini belirlemede önemli bir unsurdur. Gelen suyun yoğunluğu, yüzey yoğunluğundan çoğunlukla farklıdır ve bu yoğunluk farkına göre barajda hareket eder. Yoğunluk farklılıkları; toplam çözünmüş katı madde (TÇKM) ve askıdaki katı madde (AKM) konsantrasyonlarındaki ve sıcaklıktaki farklılıklardan kaynaklanır. Ancak çoğu barajda toplam çözünmüş katı madde ve askıdaki katı madde miktarları düşük olduğundan yoğunluk farklılıkları sıcaklıktan kaynaklanır. Yoğunluk farklılıklarına bağlı olarak gelen su epilimniyon, metalimniyon ya da hipolimniyonda ilerleyebilir. Giren su yoğunluğu baraj suyunun yüzey yoğunluğundan az ise “yüzey akışı” olarak göl suyu üzerinden akacaktır. Bu durum genellikle ilkbaharda gerçekleşir. Yaz ortasından sonuna kadar olan dönemde, yani gelen suyun sıcaklığı yüzey suyunun sıcaklığından daha az ve hipolimnetik su sıcaklığından daha yüksek olduğunda “ara akış” meydana gelir. Gelen su yoğunluğunun hipolimnetik su yoğunluğundan yüksek olduğu durumlarda ise su “dip akışı” olarak ilerler^(10,12,29) (Şekil 1.3).

Baraj içi akıntı şekilleri, su içerisindeki besin tuzlarını, askıda katı maddeleri ve oksijenin dağılımını etkilemesi nedeniyle önemli bir unsurdur. Düşük oksijen konsantrasyonuna sahip ara akışın birçok barajda metalimnetik oksijenin minimum olmasına neden olduğu gösterilmiştir⁽³⁰⁾. Aynı zamanda yapılan bazı çalışmalar ise, ara akışın baraj içerisinde çözünmüş oksijen konsantrasyonunu artırdığını göstermiştir⁽³¹⁾. Gelen suyun yoğunluğu hipolimniyon yoğunlundan fazla olduğunda dip akıntı olarak hareket eden su, hipolimniyonun oksijen içeriğini artırır^(32,33). Epilimniyonun

çoğu kez atmosfer ve fotosentez ile oksijene doymun olması sebebiyle, yüzey akışının çözünmüş oksijen üzerine çok az bir etkisi söz konusudur⁽³⁴⁾.



Şekil 1.3. Barajlarda yoğunluğa bağlı akıntı hareketleri. A. Yüzey akışı, B. Ara akış, C. Dip akışı⁽²⁹⁾

Barajdan su bırakıldığında potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüştürülürken karışma meydana gelir⁽¹⁰⁾. Tabakalaşmayı ve akışı etkilemesinden dolayı su çıkış yerinin belirlenmesi de oldukça önemlidir. Barajdan kullanılmak üzere alınan suyun kalitesini, alındığı derinlikteki suyun kalitesi belirler. Tabakalaşmış bir barajda su çıkışı, çıkış noktasına ve su miktarına bağlı olarak su kalitesinin hızla değişmesine neden olur. Çıkış yerine kurulan tribünlerin akış yolları ve değişen hidrostatik basınçla ilgili olarak gazların değişimi de, çıkan suyun kalitesini etkiler⁽¹¹⁾.

Barajlarda bakteri faaliyeti sonucunda hipolimniyonun oksijensizleşmesi yaygın olarak görülen bir olaydır⁽³⁵⁻³⁸⁾. Gelen suyun yoğunluğu ve su bekleme süresine ek olarak, hipolimniyonda oksijen dağılımına etki eden diğer iki önemli fiziksel faktör; barajın rüzgardan kaynaklı karışması ve su çıkış yerinin konumudur^(39,40). Hipolimniyondan su çıkışı net fosfor kayıplarını artırabileceği gibi⁽⁴¹⁾, hipolimniyondan soğuk suyun salınması hipolimniyonun epilimniyondan gelen daha sıcak su ile ısınmasına ve su sütunun termal kararlılığının azalmasına yol açabilir. Azalan termal kararlılık ile birlikte rüzgar kaynaklı karışmanın etkisi artar. Bu da epilimniyona daha fazla besin taşınmasına neden olur^(42,43). Ayrıca artan hipolimniyon sıcaklığı mikrobiyal faaliyetin artmasına yol açarken, buna bağlı olarak oksijen miktarının azalması sedimandan fosfor salınımını artırır⁽⁴⁴⁾. Buna karşılık yüzeyden su uzaklaştırılması fosfor iç yüklemesine izin verirken, su sütununun kararlılığını artırır⁽⁴⁰⁾. Yüzey çıktısı fitoplankton biyokütlesinin uzaklaştırılmasında doğrudan etkili olabilir⁽⁴⁵⁾.

1.4. Barajlarda Kirlilik ve Ekosistem Yönetimi

Baraj ekosistemleri yaşamsal önemleri sebebiyle su yönetimi ve planlanması kapsamında ele alınan konulardan birisidir. Özellikle 20. yüzyıl içerisinde artan nüfusla birlikte sosyo-ekonomik gelişim, kentleşme, endüstrinin gelişimi ve tarımsal aktivitelerin artması gibi faktörler, su kaynaklarına olan ihtiyacın gün geçtikçe artmasına neden olmuştur⁽⁴⁶⁾. Buna ek olarak, tatlı su kaynaklarının yeryüzünde eşit dağılmaması, bu kaynakların

doğru ve verimli kullanımını sağlayacak Şekilde su kaynak y6netiminin yapılmasını zorunlu hale getirmiştir.

Tatlısu kaynaklarının sınırlı olması doğal ve suni ekosistemlerde oluŐabilecek kirliliğe y6nelik izleme programlarını 6nemli hale getirmektedir. Sucul ekosistemlerde g6r6len ve sanayi devrimiyle birlikte b6y6k bir hız kazanarak 7ağımızın en 6nemli 7evre sorunlarından birisi haline gelen kirliliğin⁽⁴⁷⁾ başlıca sebepleri, end6striyel ve evsel atıklar, tarım faaliyetleri, rafineri atıkları, ulaŐım, fosil yakıtlarının yakılması, madencilik, vb. antropojenik fakt6rlerdir^(3,48,49). Su kitlelerinde bu antropojenik etkenlerin neden olduğu kirlilik; 6trofikasyon, organik bileŐik kirliliği, asidifikasyon, al6vyon birikmesi, tuzlanma ve ağır metal kirliliği gibi 7ok farklı Şekillerde ortaya 7ıkabilmektedir^(11,50-52).

Herhangi bir ekosistemin y6netimi, 6ncelikle bu ekosistemin işleyişinin anlaşılmasını gerektirir. G6llerin ve barajların ekolojik yapılarının belirlenebilmesi veya su kalitesine ait tespitlerin yapılabilmesi, hidrodinamik 6zelliklerine ek olarak⁽⁵³⁻⁵⁵⁾, genel itibariyle fiziksel, kimyasal ve biyolojik 6zelliklerin i7 i7e ge7miŐ iliŐklerinin doğru bir Şekilde tanımlanmasıyla yakından ilgilidir^(11,47,56). 6zellikle i7me suyu temini amacıyla kullanılan barajlarda su kalitesinin belirlenmesi ve takibi, istenmeyen mikroorganizmalar yoluyla ortaya 7ıkacak olan bir kirliliğin⁽⁵⁷⁾, b6y6k bir insan populasyonunu ilgilendiren sağlık sorunu haline d6n6Őebilme ihtimali nedeniyle olduk7a 6nemlidir. Su kalitesiyle ilgili problemler farklı ve değişik kaynaklı olabilir. Temel problemler, evsel atıklardan kaynaklanan organik kirlilik, bakteriyel kirlilik, kanalizasyon atıklarının ve/veya tarımsal g6brelerin sebep olduğu

besin artışı, sedimandan fosfor ve bağlı bileşiklerin salınmasını arttıran hipolimniyondaki oksijensizlik (anoksiya), siltleşmeden kaynaklanan bulanıklık, ağır metal ve tarımla ilgili kimyasalların oluşturacağı kirlilik olarak sayılabilir⁽²²⁾. Besin tuzu konsantrasyonlarının artışı, “ötrofikasyon” olarak adlandırılan aşırı organik madde üretimine yol açabilmektedir^(3,22,58). Alg biyokütlesindeki artışlar olarak da ifade edilen bu problem, ticari olarak kullanılan su potansiyellerinde toksik bileşiklerin birikimi yanında, tat ve koku gibi diğer önemli problemleri de beraberinde getirmektedir⁽³⁾. Ayrıca, suyun klorlanması ve filtre edilmesi daha maliyetli hale gelmekte ve kanal ve filtreler alg kaynaklı organik maddeler tarafından kolaylıkla tıkanabilmektedir⁽³⁾. Bu problemler, insan yaşamı ve standartlarıyla da yakından ilgili olduğu için, su kaynağındaki problemlerin çözümü ve alınacak önlemlerin geliştirilebilmesine olanak sağlayan biyomanipulasyon⁽⁵⁹⁻⁶³⁾ ya da diğer ekoteknolojik metotların (Örn. su kütlesinin havalandırılması, atık arıtımı, atıkların çevrim yoluyla uzaklaştırılması, erozyon kontrolü gibi) uygulanabilirliğinin araştırılması oldukça önemlidir⁽⁶⁴⁾.

Su kalitesine ilişkin uygun önlem ve müdahalelerin belirlenebilmesi için, baraj ekosistemini oluşturan besin zinciri elemanlarının mevsimlere bağlı değişiklikleri, barajın farklı davranan bölgelerinde olmak üzere tespit edilmeli ve özellikle hidrolojik faktörlerle (Baraja giren su miktarı ve yükleri, giren suyun baraj çanağında bekleme süresi, çıkan su ve yüklerinin miktarı gibi) ilişkisi ortaya koyulmalıdır^(10,11,56).

1.5. Kapulukaya Baraj Gölü'nde Yapılmış Çalışmalar

Barajda Haziran 2003 ve Ağustos 2004 tarihleri arasında yapılan ve bu tez çalışması içerisinde daha kapsamlı bir şekilde ele alınacak olan su kalitesi izleme çalışmasının sonuçları ve Elektrik Üretim Anonim Şirketi'nden (EÜAŞ) temin edilen hidrolojik verilerle yapılan ön değerlendirmeler^(65,66) sonucunda barajda TF konsantrasyonlarının yatay değişimi diğer birçok baraj gölünde tipik olarak bilinen yapıya benzer bulunmuştur. Barajın giriş bölgesinden itibaren, gelen suyun taşıdığı yüklerin etkisinde artan TF konsantrasyonlarının, barajın sete doğru olan bölgesine gidildikçe kademeli olarak azaldığı görülmüştür. Set bölgesine doğru görülen bu azalma ve en düşük TF konsantrasyonlarının setin bulunduğu istasyonda tespit edilmesi, özellikle bu bölgede baskın olan sedimentasyonla ve dipten çıkan suyla birlikte dışarı verilen TF miktarlarının en fazla bu göl bölgesinde etkili olmasıyla ilişkilendirilmiştir^(10,67).

Su bekleme süresi, baraja giren ve çıkan su miktarlarındaki mevsimsel değişikliklere paralel olarak kış ve bahar aylarında yaz ve sonbahar aylarına göre daha yüksek bulunmuştur. Bahar aylarında artan su bekleme süresinin yaz aylarıyla birlikte düştüğü tespit edilmiş, buna bağlı olarak yaz aylarında göle giren ve çıkan su miktarının az olmasına karşın göl hacminin bu aylarda en yüksek seviyede olduğuna işaret edilmiştir.

Barajda su bekleme süresi, 2003 yılında ortalama 187 gün ve 2004 yılında 685 gün gibi oldukça yüksek değerlerde bulunmuştur. Yapılan çalışmalar su bekleme süresinin 100 günden fazla olduğu barajların tabakalaşmanın kararlılığı ve süresi bakımından göl gibi davrandığını

gösterdiğinden⁽¹¹⁾, barajda Nisan ayında başlayıp Eylül sonuna dek devam eden kararlı termal tabakalaşma bu yüksek su bekleme süreleriyle açıklanmıştır.

Kapulukaya Baraj Gölü'nde su bekleme süresinin özellikle 2004 yılında 200 günün çok üzerinde olması nehir bölgesinin kısa olmasını ve uzun süreli tabakalaşmaya ek olarak metalimniyonun gözlenmesini açıklamakta ve barajın bu kapsamda büyük bir göl gibi davrandığını göstermektedir. Buna ek olarak, Kapulukaya Baraj Gölü'nün kanyon tipinde olması, rüzgar etkisine bağlı karışıma maruz kalmasını engellediğinden tabakalaşmanın kararlılığını ve barajın göl özelliklerini destekler niteliktedir.

Su bekleme süresinin uzun olmasından dolayı gelen suyun etkisinin özellikle S1 ve S2 istasyonlarında belirgin olduğu barajda bu iki istasyonun özellikle fitoplankton bakımından zengin yüzey ve 5 metre derinliklerinde klorofil-a ve TF konsantrasyonları arasında bulunan pozitif ilişki, baraja gelen suyun besin sağlamadaki önemini vurgular niteliktedir. Yine S5-5m değerleri arasında da benzer bir ilişki saptanması sette fosfat sınırlamasına bağlı bir dalgalanmayı açıklayabilir.

Yapılan diğer çalışmalara benzerlik gösterecek şekilde⁽⁶⁸⁾ pH değeri yüzeyden dibe doğru CO₂ tüketiminin fitoplanktona bağlı olarak azalması ve solunum ile ayrıştırma faaliyetlerinin artmasıyla ilişkili olduğu düşünülecek şekilde azalma göstermiştir. Klorofil-a konsantrasyonunun en yüksek olduğu S2 istasyonunda pH değerlerinin de diğer istasyonlara göre en yüksek bulunması ve klorofil-a ve pH arasında bu istasyonda bulunan pozitif korelasyon pH değerlerindeki fitoplankton etkisini gösterir niteliktedir.

Örnekleme sürecinde konsantrasyonları 18 – 417 µg/L arasında değiştiği tespit edilen amonyum değerlerinin baraja gelen organik madde yükünün fazla olmasıyla ilişkili olarak yüksek olduğu düşünülmektedir. Zincir baraj sistemi olması sebebiyle organik maddelerin ve diğer partiküllerin çökmesi sonucu organik madde miktarının az olması beklenebileceği gibi Kapulukaya Baraj Gölü'ne gelen suyun yukarı baraj sisteminin sedimana yakın dip bölgesinden bırakılıyor olması, gelen suyun getirebileceği olası organik maddeyi ve bunun sebep olduğu yüksek amonyum değerlerini açıklayabilir.

1.5.1. Zooplankton verileri

Haziran 2003 ve Ağustos 2004 tarihleri arasında yapılan izleme çalışmasında toplanan zooplankton numunelerinin teşhis ve sayım sonuçları rotifera, cladocera ve copepoda olmak üzere 3 temel zooplankton populasyonunun kompozisyonu ve mevsimsel dağılımı incelenerek değerlendirilmiştir⁽⁶⁶⁾. Zooplankton faunasına tür sayısı ve bulunma sıklığı açısından Rotifera'nın hakim olduğu bulunmuştur. Rotifera'dan 13 familyaya ait 42 tür, kladoserlerden 3 familyaya ait 4 tür tespit edilmiştir. Rotifera türlerinden, *Hexarthra* sp., *Keratella* sp., *Polyarthra* sp. ve *Synchaeta* sp.'ye ait türlere çalışma periyodu içerisindeki bütün örnekleme tarihlerinde rastlanmıştır. Bu cinsler ayrıca toplam rotifer populasyonunda birey sayıları olarak da baskın olarak bulunmuştur. Rotiferlerin abiyotik faktörlerle olan ilişkisi parametrik olmayan korelasyon (Sperman Rank) analizi ile ortaya konulmaya çalışılmıştır. Toplam rotifer türlerinin ortalama yoğunlukları ile

oksijen, amonyum, ve ÇİN konsantrasyonları arasında pozitif ve önemli, TF ve alkalinite konsantrasyonları arasında negatif ve önemli korelasyon katsayıları elde edilmiştir ($p < 0,05$).

Yapılan teşhis ve sayımlarda Cladocera populasyonu içerisinde *Bosmina longirostris* bireylerine çalışma periyodundaki tüm numunelerde rastlanmıştır. Bu tür bütün Cladocera populasyonunun çoğunlukla % 99'unu oluşturacak şekilde bir baskınlık göstermiştir. Cladocera populasyon yoğunluğundaki değişikliklerin, göle giren ve çıkan su miktarı, sıcaklık, ve bulanıklıktaki değişikliklerle pozitif ve istatistiki olarak önemli, oksijen, nitrit-nitrat ve sülfat konsantrasyonlarındaki değişikliklerle de negatif ve istatistiki olarak önemli ($p < 0,05$) bir şekilde ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Kök 2005).

Copepoda populasyonuna ait Calanoidae ve Cyclopoidae familyasına ait bireylerin, çalışma süresi içinde alınan numunelerde yoğunluk ve bulunma sıklığı açısından oldukça düşük değerler gösterdiği tespit edilmiştir. Nauplii yoğunluğunun, bahar aylarında diğer mevsimlere göre daha fazla olduğu görülmüştür. Copepoda yoğunluğundaki değişikliklerin, TF, pH ve alkalinitedeki değişikliklerle pozitif, önemli ve bulanıklıktaki değişikliklerle negatif, önemli ($p < 0,05$) korelasyonlar gösterdiği bulunmuştur.

Zooplankton sayım ve teşhisleri daha önce yoğun olarak varlığı tespit edilen⁽⁶⁹⁾ ve bir belirleyici (İndikatör) olarak değerlendirilen *Daphnia* sp. gibi büyük vücutlu bireylerin mevcut olmadığını ortaya koymuştur. Rotiferlerin baraj göllerinde hakim zooplankton grubu olmasında; kararsız ve dinamik koşullarda başarılı olmaları⁽⁷⁰⁾, diğer zooplankton gruplarından daha kısa sürede seksüel olgunluğa ulaşabilmeleri⁽⁷¹⁾, besin elastikiyetleri⁽⁷²⁾ gibi

özelliklerinin yanı sıra, av baskısı, besin rekabeti gibi biyolojik faktörler, tabakalaşma, su bekleme süresi, pH, tuzluluk, askıdaki çözünmüş katı madde miktarı gibi fiziksel ve kimyasal faktörlerin etkili olabildiği bilinmektedir. Gölde büyük vücutlu zooplankton türlerine rastlanmamasında, egzotik bir balık türü olan ve Kapulukaya Baraj Gölü'nde yoğun olarak bulunan *Atherina boyerii* türünden kaynaklanabilecek planktivor balık baskısının etkisi de değerlendirilebilir. Kapulukaya Baraj Gölü'nde su kalitesi izleme çalışması boyunca zooplankton populasyonlarının 5 m derinliği tercih ettiği bulunmuş ve bu durumun, zooplankton populasyonlarının balık avlanma baskısından kurtulmak üzere dikey göç yapmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür⁽⁷³⁻⁷⁵⁾.

Zooplankton komünitelerinin göldeki yatay dağılımları abiyotik faktörlerle de ilişkilendirilerek incelendiğinde, rotiferlerin gölün nehir bölgesinden set bölgesine doğru olan istasyonlarda birtakım hidrolojik faktörlerin özellikle de göle giren ve çıkan su ve bunların belirlediği su bekleme süresinin etkisi altında yayılış göstermiş olabileceği görülmüştür. Bu hidrolojik etkenler, çalışma süresi içerisinde 2003 ve 2004 yılları arasında farklılık göstermiştir. Yatay ekseninde zooplankton yoğunluk ve dağılım biçimi 2003 yılında Marzolf'un⁽⁷⁶⁾ (1990) tanımladığı üç gruptan birincisine uygun olacak şekilde, girişten sete doğru artan doğrusal olmayan bir dağılım göstermiştir. 2004 yılında ise, ikinci grupta tanımlanan ve baraj geçiş bölgesine (Çalışmamızda istasyon 3) kadar azalan ve daha sonra artarak devam eden dağılım söz konusudur. 2003 ve 2004 yılları arasındaki farklı dağılımın su bekleme süresinin 2003 yılında 2004 yılına göre çok daha düşük olmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir⁽⁷⁷⁾.

1.6. Litoral – Pelajik İzleme Çalışmaları

Zooplankton ve fitoplankton tür yayılış ve kompozisyonu göllerde farklı abiyotik ve biyotik koşulların bileşkelerine bağlı olarak değıştiklerinden dolayı göl ekosistemlerinde uzun süreli değışimlerinde göstergesi olarak değerlendirilmektedir⁽⁷⁸⁻⁸⁰⁾. Göllerde su kalitesinde olduğu gibi zooplankton yayılışının tespitinde de genellikle yatay ve/veya dikey değışimlerin takibi yapılmaktadır⁽⁸¹⁾. Ancak zooplankton populasyonları göllerin farklı bölgelerinde oldukça değışken yayılış göstermektedir. Bu heterojen yayılışta av baskısı ve rekabetin yanı sıra, hidrolojik özellikler, sıcaklık, oksijen, pH, ışık geçirgenliği, su karışımı gibi faktörlerinde etkisi olduğu bilinmektedir⁽⁸¹⁾. Kanyon tipi barajlarda çok derin olmayan kıyı şeridinde yayılış gösteren sualtı bitkilerinin, buldukları ortamda fotosentez, ayrıştırma ve suyun karışmasını önleme gibi yollarla su kimyası, oksijen, pH ve sıcaklığın değışmesinde etkili oldukları ve bu şekilde çok çeşitli zooplankton ve fitoplankton türlerinin gelişimine ortam sağladıkları bilinmektedir⁽⁸²⁾. Bu sebeple uzaysal farklılıklar ve zooplankton ve fitoplankton yayılış ve kompozisyonuna yönelik çalışmalara göllerin yatay eksenine ek olarak sıklıkla kıyı şeridinin de dahil edildiği görülmektedir^(81,83).

Kapulukaya Baraj Gölü'nde 1991-1993 yılları arasında yapılan çalışmada rastlanmayan⁽⁶⁹⁾ ve egzotik bir balık türü olan *Atherina boyeri*'nin 2003'te başlatılan çalışma süresince gölde yoğun bir şekilde bulunduğu gözlenmiştir. Yapılan çalışmalarda *Atherina boyeri* türünün erken eşeyssel olgunluğa 1 yıl ve daha az sürede eriştiği, yine yaklaşık bir yıl gibi sürede populasyonunu iki katına çıkararak kolay kolonize olduğu ve besininin önemli

bir kısmını zooplanktonun oluşturduğu belirtilmiştir^(84,85). Özellikle planktivor balık kaynaklı av baskısına yoğun şekilde maruz kalan büyük vücutlu *Daphnia* türlerinin, av baskısından kaçmak için geceleri açık suda ve gündüzleri bitki içerisinde olacak şekilde açık su ve kıyı şeridi arasında yatay göç yaptıkları literatürde sıklıkla ifade edilmiştir⁽⁸⁶⁻⁸⁸⁾. Sualtı bitkilerinin arasında saklanmak bu tür zooplanktonlar için bitkilerle fitoplankton arasındaki rekabet sebebiyle besin bakımından çok avantajlı değildir. Buna ek olarak, *Daphnia* türleri üzerinde av baskısı oluşturan pek çok yavru balığın, avcı balıklardan saklanmak için yine kıyı şeridindeki vejetasyonu tercih etmesi *Daphnia* türleri için çok uygun yaşama ve büyüme koşulları teşkil etmiyorsa da, açık sudaki çok daha yoğun av baskısıyla kıyaslandığında litoral bölgenin yine de daha avantajlı olduğunu ve bu sebepten tercih edildiğini göstermektedir⁽⁸⁹⁾. Kapulukaya Baraj Gölü'nde 2003 yılında başlatılan su kalitesi izleme çalışmasının sadece gölün açık su kısımlarını kapsamaması böyle bir göçün varlığının tespit edilmesini olanaksız kılmaktadır.

Bu kapsamda Kapulukaya Baraj Gölü'nde Haziran 2003 ve Ağustos 2004 tarihleri arasında yapılan su kalitesi izleme çalışması, barajın litoral bölgesini kapsayacak şekilde Temmuz 2005'te başlatılan litoral – pelajik izleme çalışması ile genişletilmiştir. Temmuz 2005'te başlatılan bu çalışma, kıyı şeridini av baskısına karşı sığınma yeri olarak kullanan özellikle büyük vücutlu zooplankton türleri üzerinde planktivor balık tarafından oluşturulabilecek av baskısının etkisinin de değerlendirilmesine olanak sağlayabilecektir. Nitekim, Yılmaz (1994)⁽⁶⁹⁾ çalışmasında yüksek beslenme etkisine sahip olması itibarıyla su kalitesi ve besin zinciri ilişkileri bakımından

belirleyici tür olarak değerlendirilen *Daphnia* sp.'ye^(63,90) yoğun bir şekilde rastlandığını belirtilmiş, ancak 2003'te başlatılan su kalitesi izleme çalışması sürecinde toplanan zooplankton numunelerinde bu türe ait bireylere hiç rastlanmamıştır.

Litoral – pelajik izleme çalışması, Kapulukaya Baraj Gölü'nde ekosistem işleyişinin daha iyi anlaşılması ve su kalitesinde var olan ve olası problemlerin tespiti ve tedavisi için daha etkili çözümler üretmek üzere, girişten sete kadar seçilen istasyonlarda litoral ve pelajik bölgelerdeki kimyasal ve fiziksel farklılıkların ve olası planktivor balık kaynaklı av baskısının zooplankton tür yoğunluk ve kompozisyonuna etkisinin incelenmesi amacıyla planlanmıştır.

1.7. Projenin Gerekçesi

Büyük baraj kategorisinde yer alan Kapulukaya Baraj Gölü, 2001 yılından itibaren içme suyu temininde kullanılmakla birlikte içme suyunda yaşanan ve kaynağı tam olarak tespit edilemeyen tat ve koku problemleri; tarım faaliyetleri, atık su, kayaç özellikleri ve endüstriyel olarak rafineri, kağıt, kimyasal ve ilaç sanayi başta olmak üzere tekstil, gıda üretimi, madencilik gibi farklı kaynaklardan yüzey sularına ulaşabilen⁽¹⁶⁾ sülfat konsantrasyonunun ve sertliğin içme suyu kriterlerinin üzerinde bulunması gibi unsurlar, musluk suyunun içme amaçlı kullanımına engel olmaktadır. Sülfat konsantrasyonunun yüksek olmasına ek olarak Kırıkkale Belediyesi tarafından yapılan çalışmalar şebekeden kaynaklı bir kirlilik ve koku probleminin varlığını ortaya koymakta bu soruna yönelik iyileştirme çalışmaları devam etmektedir. Ancak içme suyunda yaşanan bu problemin biyolojik kaynaklı olup olmadığı yönünde herhangi bir çalışma mevcut değildir. Günümüzde çok amaçlı ve özellikle de içme suyu temininde kullanılan barajların limnolojik özelliklerinin bilinmesi, etkin yönetim planlarının geliştirilmesinde vazgeçilmez bir unsur olarak kabul edilmektedir^(11,16,56). Bu kapsamda 2003 yılında Kapulukaya Baraj Gölü'nün limnolojik özelliklerinin anlaşılması ve içme suyunda yaşanan problemlerde biyolojik kaynaklı unsurların etkisinin belirlenmesine yönelik bir çalışma başlatılmış ve halen devam etmektedir.

1.8. Çalışmanın Amacı

Bu araştırma, hidroelektrik enerji üretimi ve içme suyu temini amaçlı kullanılan Kapulukaya Baraj Gölü'nün limnolojik ve hidrolojik özelliklerinin belirlenmesi ve bu özellikler kullanılarak barajda ekosistem işleyişinin bütünsel yaklaşım yoluyla anlaşılmasını amaçlamaktadır. Bu şekilde içme suyunda yaşanan problemlerdeki biyolojik etkenlerin tespiti ve barajın yönetiminde kullanım amacına uygun çözüm getirebilecek ekoteknolojik yöntemlerin uygulanabilirliği değerlendirilecektir. Bu amaca yönelik yapılması hedeflenenler aşağıdakileri kapsamaktadır;

- Barajda 2003 yılında başlatılan su kalitesi izleme çalışması verilerinin çok değişkenli analizle (Multivariate Analysis) incelenerek barajda tespit edilen biyotik ve abiyotik değişkenlerde yatay, dikey ve mevsimsel değişimlerin belirlenmesi.
- Barajın yatay ve dikey ekseninde fitoplankton tür kompozisyonu, biyokütlesi ve sayısal değişiminin su kimyası, fiziksel ve hidrolojik değişikliklerle ilişkisinin mevsimlere bağlı olarak incelenmesi, fitoplanktonların barajın su kalitesine potansiyel etkisinin değerlendirilmesi.
- Fitoplankton ve zooplankton arasındaki ilişkinin ve zooplanktonun fitoplankton kompozisyonundaki etkisinin belirlenmesi.
- Barajda yatay ekseninde zooplankton tür kompozisyonunun su kimyası ve fiziksel değişkenlerle ilişkili olarak litoral (kıyı) ve pelajik (açık su) bölgeleri kapsayacak şekilde karşılaştırılması.

- Barajın litoral bölgesinde bitki içi ve bitki dışı zooplankton kompozisyonunun karşılaştırması, balık kaynaklı av baskısının zooplankton tür kompozisyonu üzerindeki olası etkisinin değerlendirilmesi.
- Zamansal ve uzaysal olarak barajdaki önemli su kalitesi karakteristiklerinin belirlenmesi ve ekoteknolojik yöntemlerin barajdan elde edilen içme suyunda tespit edilen tat ve koku problemlerinin giderilmesine yönelik uygulanabilirliğinin tartışılması.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

Kızılırmak Nehri, Türkiye'nin en uzun ve en önemli vadisi olan Kızılırmak Vadisi üzerinden İç Anadolu'da geniş bir yay çizdikten sonra kuzeye yönelerek Karadeniz'e dökülür (Şekil 2.1). Nehir üzerinde kaynağından mansabına doğru bitmiş veya inşa halinde 12 önemli baraj vardır. Kaynaktan itibaren sırasıyla İmranlı, Yamula, Bayramhacılı, Hirfanlı, Kesikköprü, Kapulukaya, Buğra, Obruk, Dutludere, Boyabat, Altinkaya ve Derbent barajları⁽⁹¹⁾ içerisinde henüz işletmeye açılmamış Bayramhacılı Barajı hariç tutulduğunda Orta Kızılırmak havzasında yer alan Kapulukaya Barajı, baraj zincirinin beşinci halkasını oluşturmaktadır. Hidroelektrik enerji temini için yapılan ve 1989 yılında işletmeye açılan Kapulukaya Baraj Gölü, 2001 yılından itibaren 279.325 nüfuslu Kırıkkale İli için içme suyu temini amacıyla kullanılmaya başlamıştır. Toprak dolgulu gövdeye sahip baraja ait genel özellikler Çizelge 2.1'de verilmiştir.

2.2. Su Kalitesi İzleme Çalışması

2.2.1. Su kalitesi izleme çalışmasının planlanması

Baraj sistemleri giriş kısmından sete doğru farklı limnolojik ve hidrolojik özellikler gösterdiğinden dolayı bu farklılıkları ortaya koyacak ve özellikle nehir, geçiş ve göl bölgelerini temsil edecek istasyonların seçilmesi sistemin işleyişinin anlaşılabilmesi için gereklidir.



Şekil 2.1. Kapulukaya Baraj Gölü'nün uydu fotoğrafı

Çizelge 2.1. Kapulukaya Baraj Gölü'nün genel özellikleri

Ana su girdisi	Kızılırmak Nehri
İnşaat yılları (başlama-bitiş)	1979-1989
Nehir yatağından yüksekliği	44 m
Normal su kotunda göl hacmi	282 hm ³
Normal su kotunda göl alanı	20,70 km ²
Yıllık içme suyu	45 hm ³
Güç kapasitesi	55 MW
Yıllık üretim	190 GWh
Yıllık su temini	45 hm ³
Su bekleme süresi (2003-2006 ortalaması)	529 hm ³

Su kalitesi izleme çalışmasının planlanması aşamasında öncelikle Kapulukaya Barajı'nın Kırıkkale Belediyesi'nden temin edilen 1:25000 ölçekli haritası incelendi. 3 Haziran 2003 tarihinde ön araştırma niteliğinde barajın girişinden sete kadar olan bölgeler kayıkla taranarak Secchi derinliği, oksijen miktarı, maksimum derinlik, su sıcaklığı tespitleri yapıldı. Gerekli görülen bölgelerden su numuneleri alınarak kimyasal özellikleri tespit edildi. Ön araştırma sonucunda barajda nehir, geçiş ve göl bölgelerini kapsayacak şekilde 5 istasyon belirlendi (Şekil 2.2 ve Şekil 2.3). İstasyonlar barajda yatay eksen üzerinde, nehir yatağı üzerinde olduğu tahmin edilen en derin ortaya yakın bölgelerde seçildi.

Çalışmanın amacı doğrultusunda bu tür bir izleme çalışması için önerilen su kalitesi parametreleri belirlenerek analizler ve örneklemeler için

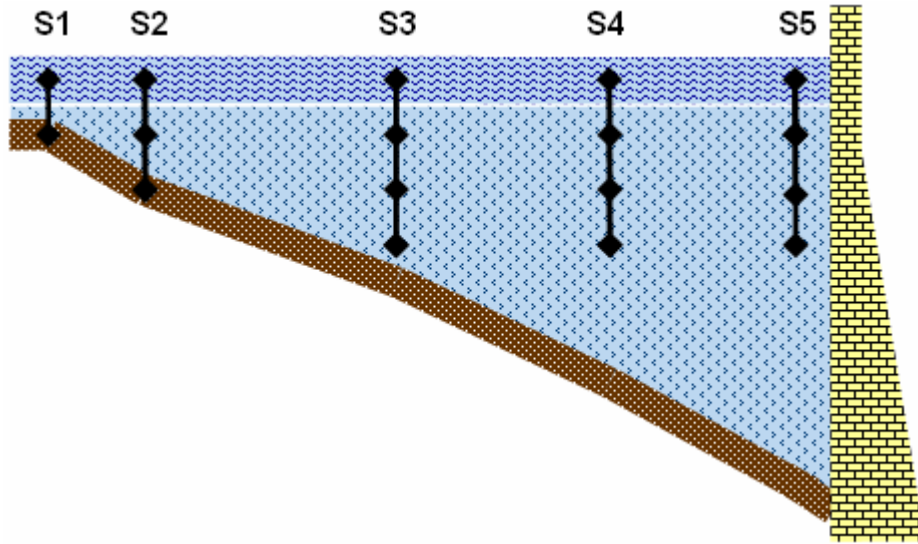
gerekli altyapı çalışmalarının büyük oranda tamamlanmasıyla 18 Haziran 2003 tarihinde başlatılan arazi örnekleme çalışmaları Ocak ve Şubat ayları haricinde 15 günlük ve aylık örnekleme çalışmalarıyla 10 Ağustos 2004 tarihine kadar sürdürüldü. Bu tez kapsamında 3 Temmuz 2003 ila 10 Ağustos 2004 tarihleri arasındaki örnekleme çalışmaları değerlendirilmiştir. Barajda seçilen istasyonlarda, derinliğe bağlı olarak yüzeyden en fazla 15 metre derinliğe kadar 5 metre aralıklarla su, zooplankton ve fitoplankton numuneleri alındı ve Secchi derinliği belirlendi. Her istasyonda yüzeyden 15 metre derinliğe kadar 0,5 metre aralıklarla çözülmüş oksijen miktarı, oksijen doygunluk yüzdesi, su sıcaklığı tespitleri yapıldı. Alınan su numunelerinde toplam fosfor (TF), çözülmüş reaktif fosfor (ÇRF), amonyum azotu, nitrit+nitrat azotu, silikat, klorofil-a, sülfat, bulanıklık, alkalinite ve sertlik tayinleri yapıldı.

Su kalitesi izleme çalışmasıyla ilgili olarak, bir kısmı değerlendirilmiş olan fiziksel ve kimyasal veriler ve zooplankton verilerine^(65,66,92-94), bu tez çalışması kapsamında fitoplankton biyokütlesi ve kompozisyonunu içeren veriler de dahil edilerek çok değişkenli analizle barajdaki mevsimsel, yatay ve dikey değişimlerin incelenmesi planlanmıştır.

2.2.2. Arazi çalışması ve numunelerin toplanması

Su kalitesi izleme çalışmasında yönelik hem 2003-2004 örnekleme çalışmaları hem de 2005-2006 örnekleme çalışmaları için seçilen 5 istasyonda yüzeyden 15 metre derinliğe kadar 5 metre aralıklarla (Şekil 2.2) her bir derinlikten 1 litrelik Hydrobios Nansen su örnekleme kabıyla toplam 4 litre su numunesi alındı.

Su numunelerinin 2 litresi zooplankton teşhis ve sayımlarında kullanılmak üzere arazide 45 µm göz açıklığındaki plankton kepçesinden süzüldü. Koyu renk cam şişelere aktarılan süzüntüye % 4'lük olacak şekilde sukrozlu formaldehit solüsyonu eklenerek sayım gününe kadar saklandı. Fitoplankton teşhis ve sayımları için, su numunelerinin 50 ml'si arazide koyu renk cam şişelere aktarıldı ve lugol solüsyonuyla sabitlenerek karanlıkta saklandı. Kalan yaklaşık 2 litre su numunesi laboratuvara götürülerek suyun fiziksel ve kimyasal analizlerinde kullanıldı.



Şekil 2.2. Kapulukaya Baraj Gölü'nde su kalitesi izleme çalışmasındaki örnekleme noktalarının ve derinliklerinin gösterimi

Arazide bütün örnekleme her bir istasyonda yapılan Secchi derinliği tespitinde 20 cm çapındaki siyah-beyaz metal disk kullanıldı. Diskin gözden kaybolduğu derinlik ve tekrar çekilirken görüldüğü derinliğin ortalaması Secchi derinliği olarak kaydedildi. Ayrıca yüzeyden en fazla 15 m

derinliğe kadar olacak şekilde YSI 55/50 FT oksijen metre kullanılarak 0,5 metre aralıklarla çözülmüş oksijen, sıcaklık ve yüzde oksijen doygunluğu ölçümleri yapıldı.

2.2.3. Fiziksel ve kimyasal değişkenlerin ölçüm ve analizi

Numunelerin saklanması için kullanılan asitle yıkanmış polisteren şişelerde laboratuvara getirilen su numunelerinin bir kısmı aynı gün analizlerin bir kısmında kullanılmak üzere Whatman GF/C filtre kağıdından süzüldü. Bütün su numuneleri analizler tamamlanıncaya kadar +4 °C'de saklandı. Su kalitesi izleme çalışması süresince toplanan bütün su numunelerinin analizleri 48 saat içerisinde tamamlandı.

Laboratuvarda 5 istasyon ve farklı derinliklerdeki toplam 17 su numunesinde pH, iletkenlik, toplam çözülmüş katı madde (TÇKM) ve tuzluluk ölçümleri Cole Parmer pH metre ve Orion 115 İletkenlik/TDS metre kullanılarak yapıldı. NTU cinsinden ölçülen bulanıklık tespiti, Model 965 Orbeco Hellige turbidimetre ile yapıldı. Askıdaki katı madde tayinleri APHA/AWWA/WEF (1995)⁽⁹⁵⁾ uyarınca tespit edildi.

Alınan su numunelerinde; toplam fosfor (TF), çözülmüş reaktif fosfor (ÇRF), nitrit+nitrat azotu, amonyum azotu, silikat, alkalinite, sülfat ve klorofil a tayinleri yapıldı. Sülfat, alkalinite ve toplam fosfor analizlerinde süzülmemiş, çözülmüş reaktif fosfor (ÇRF), nitrit+nitrat azotu, amonyum azotu ve silikat tayinlerinde ise, aşağıda belirtilen metotlar uyarınca süzölmüş su numuneleri kullanıldı.

Süzülen su numunelerinden bir kısmı, amonyum tayininde kullanılmak üzere 100 ml'lik erlenlere aktarıldı. Liwka-Kaszy'nska ve ark. (2003)⁽⁹⁶⁾ uyarınca, sülfürik asit ile pH 2'ye getirilen bu numuneler diğer su numuneleri ile birlikte analizlere kadar +4 °C de saklandı. Amonyum azotu (NH₄-N), toplam fosfor, çözülmüş reaktif fosfor ve sülfat tayinleri APHA/AWWA/WEF (1995)⁽⁹⁵⁾ uyarınca yapıldı. Nitrat+nitrit azotu (NO₃+NO₂-N) tayinleri Mackereth ve ark. (1978)'na göre⁽⁹⁷⁾ yapıldı. Çözülmüş inorganik azot (ÇİN) miktarı amonyum ve nitrat+nitrit azotu değerlerinin toplamından elde edildi. Silikat, Golterman ve ark. (1978)⁽⁹⁸⁾, alkalinite ise Henriksen (1982)⁽⁹⁹⁾ uyarınca tayin edildi. Klorofil-a değerleri Arvola'ya (1981)⁽¹⁰⁰⁾ göre tespit edildi.

2.2.4. Fitoplankton ve zooplankton teşhis ve sayımları

Su kalitesi izleme çalışmasının ilk bölümü dahilinde alınan Temmuz 2003 ve Ağustos 2004 tarihlerine ait fitoplankton numunelerinin sayımı laboratuvarında inverted mikroskop altında sedimantasyon tekniği kullanılarak yapıldı⁽¹⁰¹⁾. Fitoplankton biyokütle tayinleri, her bir türün hücre şekline benzer geometrik konfigürasyonlardan yararlanılarak yapıldı⁽¹⁰²⁻¹⁰⁶⁾.

Su kalitesi izleme çalışmasının ilk bölümünde Haziran 2003 ve Ağustos 2004 tarihlerine ait zooplankton türlerinin teşhisi ve sayımları laboratuvarında binoküler, ışık ve inverted mikroskoplar kullanılarak yapılmıştır^(66, 107-113).

2.3. Litoral – Pelajik İzleme Çalışması

2.3.1. Çalışmanın planlanması

Kapulukaya Baraj Gölü'nde 18 Haziran 2003 başlatılan su kalitesi izleme çalışmasının detaylandırılması niteliğindeki litoral – pelajik izleme çalışması, zooplanktonların barajda girişten sete doğru litoral ve pelajik bölgeleri kapsayan yatay yayılışlarının tespit edilmesi yoluyla ekosistem işleyişinin daha iyi anlaşılması ve tür kompozisyon ve yoğunluğunda fiziksel ve kimyasal değişkenlerin etkisinin belirlenmesine yönelik tasarlanmıştır. Zooplankton kompozisyonunda mevsime bağlı değişikliklerinde tespit edilmesi amaçlanan çalışmada yaz mevsimini temsilen 26.07.2005 ve 24.08.2005, sonbahar mevsiminde 05.10.2005 ve 9.11.2005, ilkbahar mevsiminde ise 19.04.2006 ve 25.05.2006 tarihinde örnekleme yapıldı. Sualtı bitkilerinin zooplanktonlar tarafından olası av baskısına karşı sığınma yeri olarak kullanılıp kullanılmadığının tespiti için yaz dönemi kıyı örneklemelerinde kıyıda bitkilerin bulunduğu istasyonlarda bitkilerin içinden ve dışından zooplankton numuneleri toplandı. Sonbahar döneminde kıyı şeridindeki sualtı bitkileri, sığınma ve çürüme nedeniyle örnekleme için uygun görülmediği ve yanlıcı olması ihtimali nedeniyle, ilkbahar mevsiminde ise örnekleme tarihlerinde henüz sualtı bitkileri büyümemiş olduğundan bu mevsimlerde makrofit içi örnekleme yapılmadı.

2.3.2. İstasyonların belirlenmesi

Su kalitesi izleme çalışmasına yönelik örnekleme için seçilen 5 istasyon (S1, S2, S3, S4 ve S5) ve bu istasyonların her iki kıyısı örnekleme

istasyonları olarak belirlendi (Şekil 2.3). Yapılan ön araştırma sonucu kıyısında bitkilerin yoğun bulunduğu bölgelere rastlanan S1, S2., S3 ve S4 istasyonlarının kıyılarında makrofit içi ve makrofit dışı zooplankton örneklemelerinin yapılması kararlaştırıldı. S1-P, S2-P, S3-P, S4-P ve S5-P su kalitesi izleme istasyonlarını, yani akışın en yoğun olduğu derin ortaya yakın istasyonları temsil ederken L1 ve L2 bu istasyonların kıyılarını ifade etmektedir (S1-L1 ve S1-L2 gibi). Dolayısıyla seçilen her bir bölgede, 15 örnekleme istasyonu bulunmaktadır. Ayrıca 1., 2. ve 4. istasyonların her iki kıyısından, 3. istasyonun ise sadece doğu kıyısından (S3-L2) hem makrofit içi (Mİ) hem de makrofit dışı (MD) zooplankton örneklemeleri yapılmıştır.

2.3.3. Arazi çalışması ve numunelerin toplanması

Tespit edilen 15 litoral ve pelajik istasyonun her birisinden su ve zooplankton numuneleri alındı. Kıyı istasyonlarında su numuneleri makrofitlerin bulunmadığı bölgelerden alındı. Bütün istasyonlarda Secchi derinliği 2.2.2’de tanımlandığı şekilde tespit edildi. Yatay eksenindeki S1, S2, S3, S4 ve S5 istasyonlarında derinliğe bağlı olarak yüzeyden maksimum 15 metre derinliğe kadar 0,5 m aralıklarla çözünmüş oksijen, sıcaklık ve yüzde oksijen doygunluğu ölçümleri yapıldı. Bu ölçümler kıyı istasyonlarında yüzeyden dibe kadar bitki dışındaki alanda yapıldı.

Su numuneleri, 15 istasyonun her birisinde yüzeyden 2 metre derinliğe kadar olan su sütunundan ucuna ağırlık bağlanmış esnek bir hortumla alındı. Her bir istasyondan alınan kompozit 2 litre su numunesi, 2.2.3’te tarif edildiği şekilde askıdaki katı madde, bulanıklık, iletkenlik, tuzluluk, toplam çözünmüş

katı madde, pH, alkalinite, klorofil-a, toplam fosfor, çözünmüş reaktif fosfor, amonyum azotu, nitrat+nitrit azotu, silikat ve sülfat tayinlerinde kullanıldı.

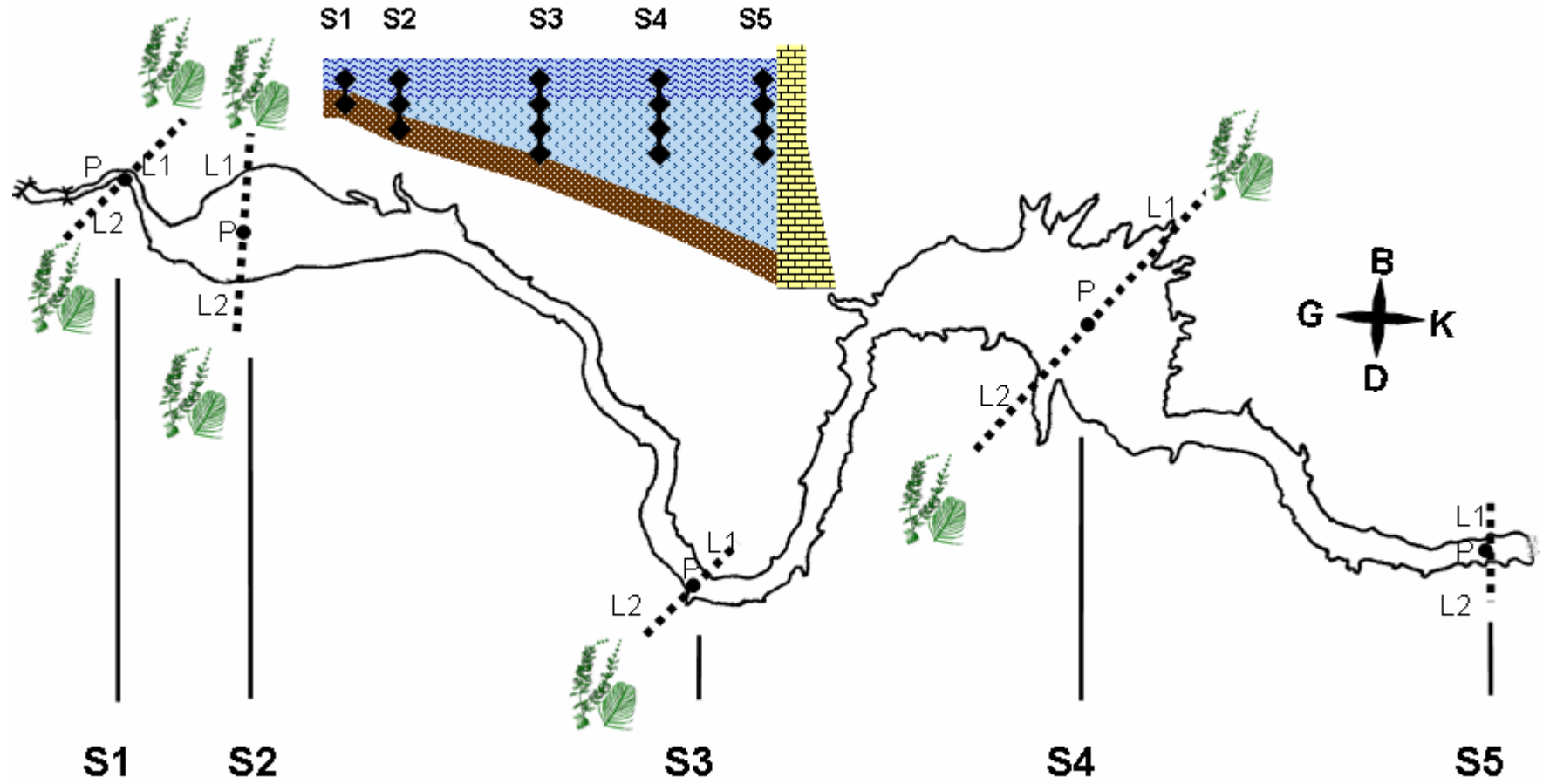
2.3.4. Zooplankton numunelerinin toplanması, teşhisi ve sayımı

Zooplankton numuneleri ilkbahar ve sonbahar döneminde litoral ve pelajikteki 15 istasyondan, yaz döneminde ise bunlara ek olarak Şekil 2.3'te bitki ile işaretlenen 7 istasyonda dahil olmak üzere toplam 22 istasyondan toplandı. Numunelerin toplanmasında 45 µm göz açıklığındaki plankton kepçesi kullanıldı. Her bir istasyonda 3 kez 2 metre derinlikten yukarıya doğru çekilen plankton kepçesi ile süzülen toplam yaklaşık 400 litre su içerisindeki zooplanktonlar kompozit olarak cam şişeye aktarıldıktan sonra süzüntüye % 4'lük olacak şekilde sukrozlu formaldehit solüsyonu eklenerek muhafaza edildi.

Zooplankton türlerinin teşhisi ve sayımları laboratuvarında binoküler, ışık ve inverted mikroskoplar kullanılarak teşhis anahtarları yardımıyla yapıldı⁽¹⁰⁷⁻¹¹³⁾.

2.4. Hidrolojik Veriler

Bu çalışmada kullanılan 2003 ve 2006 yıllarına ait hidrolojik veriler, EÜAŞ'den temin edildi. Aylık hesaplanan giren ve çıkan su ile hacim değerleri günlük verilerin ortalaması alınarak, su bekleme süreleri ise, günlük giren su ve hacim verilerinden hesaplandı.



Şekil 2.3. Kapulukaya Baraj Gölü'nde pelajik (P), litoral (L1, L2) ve makrofit içi (Makrofit resmi bulunan) örnekleme istasyonları

2.5. İstatistiki Hesaplamalar

Çalışmada değerlendirilen istatistiki farklılıkların analizinde Parametrik olmayan Mann Whitney-U Testi, değişkenler arasındaki ilişkilerin ölçülmesinde % 95 güven aralığının esas alındığı Pearson Product-Moment korelasyonu kullanıldı. Bu analizlerde ve diğer istatistiki hesaplamalarda STATISTICA programı kullanıldı. Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi hesaplamaları Krebs (1994)'e⁽¹¹⁴⁾ göre ve log2 tabanlı olarak hesaplandı. Kanonik Uyum Analizleri ve grafikleri CANOCO 4.51 programı kullanılarak yapılmıştır. CANOCO analizi, ter Braak (1986)⁽¹¹⁵⁾ tarafından bir bölgedeki tür kompozisyonunun, içinde bulunduğu çevre ile olan ilişkisini belirlemek üzere ortaya atılmış ve ekolojide yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır⁽¹¹⁶⁾. Teknik olarak, tür kompozisyonunun oluşturduğu matrikste bulunan her bir tür için, bu türlerin çevresel faktörlerle olan çoklu regresyonundaki varyasyonu maksimum olarak açıklayabilecek skorların elde edilmesine dayanmaktadır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. 2005 – 2006 Çalışması

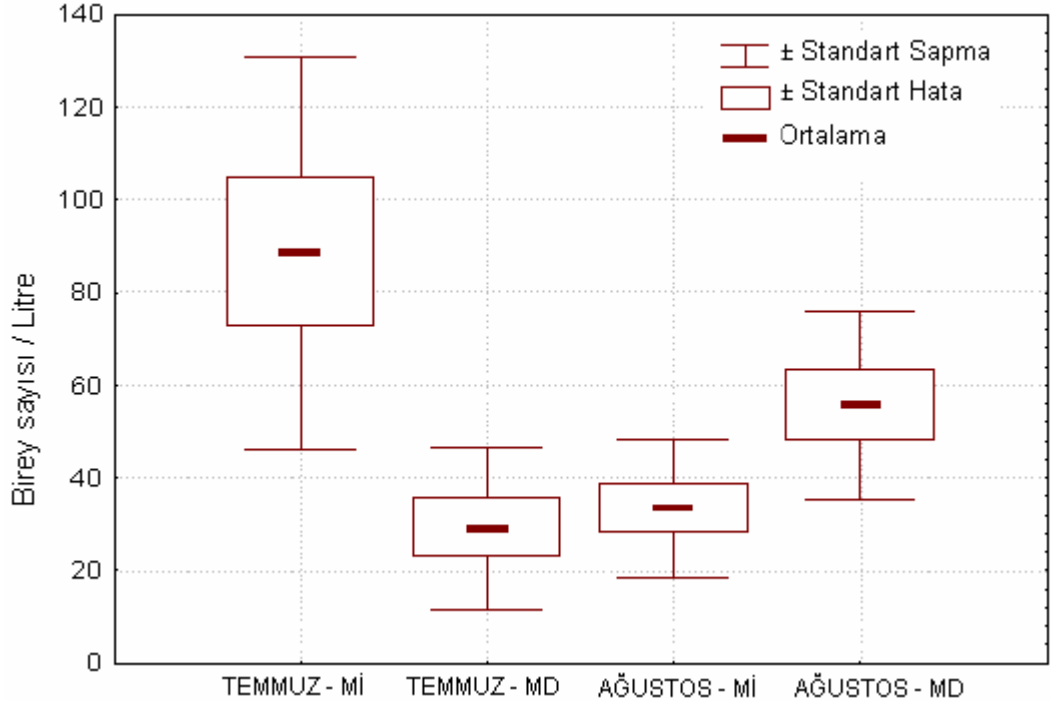
3.1.1. Zooplankton komünitesi

Kapulukaya Baraj Gölü'nde 2005-2006 yıllarında yapılan makrofit içi – makrofit dışı (26.07.2005 ve 24.08.2005), litoral – pelajik (26.07.2005, 24.08.2005, 05.10.2005, 09.11.2005, 19.04.2006 ve 25.05.2006) ve dikey (05.10.2005, 09.11.2005, 19.04.2006 ve 25.05.2006) izleme çalışmalarının sonuçları aşağıda verilmektedir. Toplanan zooplankton numunelerinin incelenmesi sonucunda tespit edilen 17 familyaya ait 53 rotifer türü ve 6 familyaya ait 10 kladoser türünün listesi Ek 1'dedir.

3.1.1.1. Makrofit içi ve makrofit dışı zooplankton numuneleri

Zooplankton gruplarının makrofit içi ve makrofit dışı yoğunlukları makrofit içi numunelerinin alındığı Temmuz ve Ağustos örneklemeleri için karşılaştırıldı. Bütün zooplankton gruplarının makrofit içinde ve dışında bu örneklemelere göre dağılımı Şekil 3.1'de verilmiştir. Zooplankton yoğunluğunun Temmuz'da makrofit içinde en yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Ağustos'ta toplam zooplankton popülasyonunun Temmuz örneklemesine göre ortalama birey sayısı bakımından yaklaşık % 24 oranında azaldığı, bu azalmanın her iki örneklemede de popülasyonun yaklaşık % 95'ini teşkil eden rotifer popülasyonundan kaynaklandığı, ancak kladoser popülasyonunda da yaklaşık % 78 oranında ve istatistiki olarak da

önemli oranda azalma olduğu görüldü ($p = 0,035$). Ayrıca rotifer populasyon yoğunluğunun Ağustos'ta makrofit içinden makrofit dışına kaydığı ve bunun Şekil 3.1'de görüldüğü gibi tüm populasyon için istatistiki olarak önemli bulunmasa da ($p = 0,064$) artışa sebep olduğu bulundu.



Şekil 3.1. Toplam zooplankton yoğunluğunun 2005 yılı Temmuz ve Ağustos örneklemelerinde $n = 7$ için makrofit içinde ve dışındaki dağılımlarının ortalama, standart hata ve standart sapma değerleriyle birlikte gösterimi

Temmuz'da rotiferler, kopepodlar, nauplii ve toplam zooplankton yoğunluğu makrofit içinde istatistiki olarak önemli düzeyde ($p < 0,05$) yüksek bulundu (Çizelge 3.1). Bu farklılıkta rolü olan türlerin tespiti amacıyla türler

için yapılan fark analizinde, rotiferlerden sadece 3 türün makrofit içinde önemli düzeyde yüksek olduğu görüldü (Çizelge 3.2.a). Bu türlerden litredeki birey sayısı 1'in altında olan *Euchlanis dilatata* türü dikkate alınmazken, toplam rotifer popülasyonu *Polyarthra vulgaris* ve *Hexarthra intermedia* ayrı ayrı hariç bırakılarak tekrar analiz edildiğinde, *Polyarthra vulgaris*'in önemlilik düzeyinin düşmesine sebep olduğu görüldü ($p = 0,018$). Sadece *Hexarthra intermedia* popülasyondan çıkarıldığında ise rotiferlerdeki önemliliğin ortadan kalktığı ($p = 0,180$) bulundu. Dolayısıyla Temmuz örneklemeğinde rotifer popülasyonunun makrofit içinde yüksek yoğunlukta çıkmasında, tek başına popülasyonun makrofit içinde yaklaşık % 68, makrofit dışında ise % 47'sini teşkil eden *Hexarthra intermedia* türünün önemli düzeyde etkili olduğu tespit edildi.

Çizelge 3.1. Temmuz ve Ağustos örneklemeğinde rotifer, kladoser, kopepod, nauplii ve toplam zooplanktonun makrofit içi (Mİ) ve makrofit dışı (MD) numunelerdeki fark analizi sonuçları ve litredeki birey sayılarının ortalama (Ort) \pm standart sapma (SD) değerleri

Zooplankton Grupları	Temmuz 2005			Ağustos 2005		
	p	Ort \pm SD (birey/l)		p	Ort \pm SD (birey/l)	
		Mi	MD		Mi	MD
Rotifer	0,025	<u>85,5\pm41,8</u>	26,0 \pm 14,8	0,064	29,9 \pm 13,4	<u>54,7\pm20,4</u>
Kladoser	0,406	1,8 \pm 1,6	<u>2,8\pm3,9</u>	0,655	<u>0,52\pm0,51</u>	0,48 \pm 0,57
Kopepod	0,013	<u>0,51\pm0,48</u>	0,07 \pm 0,17	0,013	<u>0,79\pm1,09</u>	0,08 \pm 0,13
Nauplii	0,025	<u>0,79\pm1,22</u>	0,15 \pm 0,11	0,048	<u>2,14\pm2,04</u>	0,45 \pm 0,56
Toplam	0,018	<u>88,6\pm42,3</u>	29,0 \pm 17,5	0,064	33,4 \pm 15,0	<u>55,7\pm20,3</u>

Temmuz'da kladoserlerin ortalama birey sayıları makrofit dışında yüksek olmakla birlikte, bu fark istatistiki olarak önemli bulunmadı. Kladoser türleri detaylı analiz edildiğinde, makrofit içini yaşam ortamı olarak tercih eden *Alona rectangula*, *Chydorus sphaericus*, *Eurycercus lamellatus* ve *Simocephalus vetulus* tür yoğunluklarının bitki içinde istatistiki olarak da önemli düzeyde yüksek olduğu ancak bu türlerin litredeki birey sayılarının oldukça düşük olduğu görüldü (Ortalama: <0,2 birey/l ve Maksimum: <0,5 birey/l) (Çizelge 3.2.a). Kladoserler içerisinde en yoğun tür olan *Bosmina longirostris* ise, makrofit dışında yüksek yoğunlukta olmakla birlikte farklılık istatistiki olarak önemli bulunmadı (Çizelge 3.2.a). Ancak toplam kladoserlerin analizi bu tür hariç bırakılarak tekrarlandığında kladoserlerin makrofit içindeki yoğunluğu istatistiki olarak önemli düzeyde yüksek bulundu ($p = 0,006$).

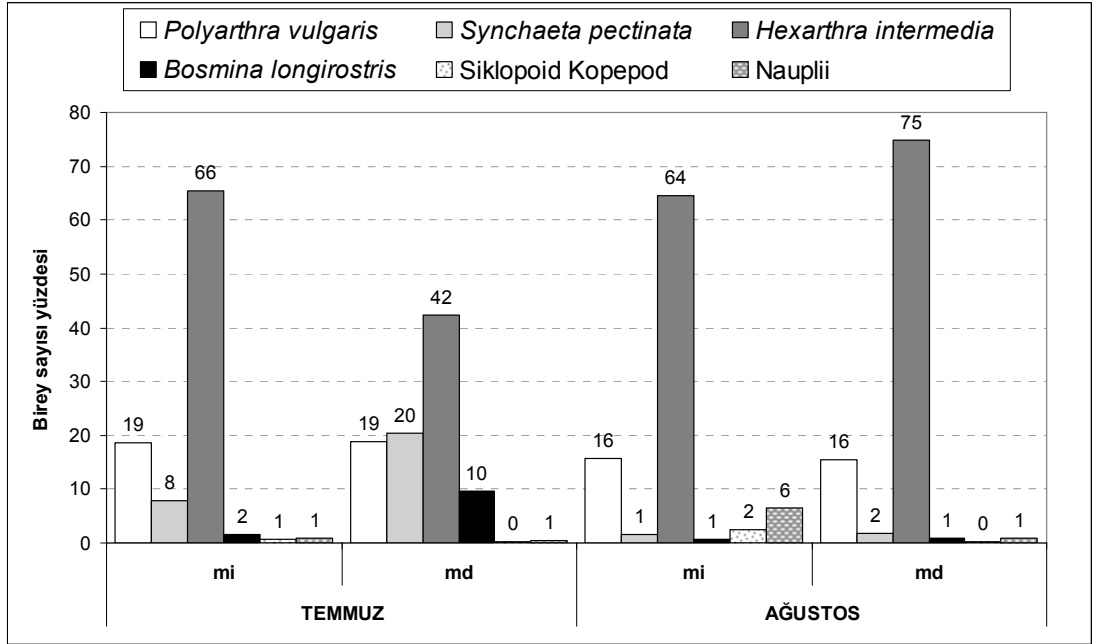
Ağustos örneklemesinin analizi sonucunda, gruplar için yapılan analizde sadece kopepod ve nauplii bitki içinde istatistiki önemde yüksek yoğunlukta bulundu. Ancak Temmuz'dan farklı olarak bu örneklemede grup için istatistiki olarak önemli bulunmasa da rotifer popülasyonu makrofit dışında daha yüksek tespit edildi (Çizelge 3.1). Yapılan detaylı tür analizinde ise 7 rotifer türünün (*Ascomorpha saltans*, *Collotheca mutabilis*, *Collotheca pelagica*, *Hexarthra intermedia*, *Lecane hamata*, *Synchaeta littoralis*, *Trichocerca rattus*) makrofit dışında, 3 rotifer türünün (*Euchlanis dilatata*, *Lecane luna*, *Philodina megalotrocha*) ise makrofit içinde önemli düzeyde yüksek yoğunlukta olduğu görüldü (Çizelge 3.2.b). Baskın türlere bakıldığında Temmuz'dakine benzer şekilde Ağustos örneklemesinde de rotifer popülasyonunun makrofit içinde yaklaşık % 72, makrofit dışında ise %

76'sını *Hexarthra intermedia* türünün oluşturduğu, ancak bu örneklemede türün Temmuz örneklemesinin aksine bitki dışında önemli düzeyde yüksek yoğunlukta olduğu görüldü. Kladoser popülasyonundan sadece *Chydorus sphaericus* türü düşük yoğunlukta bitki içinde yüksek bulundu. *Bosmina longirostris* türü ise Temmuz'dan daha az olmakla birlikte yine bitki dışında daha yüksek yoğunlukta bulundu. Ancak farklılık bu örneklemede de istatistiki olarak önemli bulunmadı (Çizelge 3.2.b).

Her iki örnekleme tarihinde de makrofit içinde ve dışında baskın olan yani toplam zooplankton popülasyonunun % 5'inden daha yüksek bir yoğunluğa ulaşmış olan 3 rotifer türü (*Polyarthra vulgaris*, *Synchaeta pectinata*, *Hexarthra intermedia*) ve 1 kladoser türü (*Bosmina longirostris*) ile siklopoid kopepod ve nauplii'nin istasyonlara ve örnekleme tarihine göre yüzde dağılımları Şekil 3.2'de verilmiştir. *Hexarthra intermedia* türü istatistiki olarak da desteklendiği üzere (Çizelge 3.2), Temmuz örneklemesinde makrofit içinde Ağustos'ta ise makrofit dışında daha belirgin olacak şekilde popülasyonun önemli bir kısmını teşkil etmektedir. Şekil 3.2'de görüldüğü gibi sırasıyla *Polyarthra vulgaris* ve *Synchaeta pectinata* türleri azalarak bu türü takip etmektedir.

Makrofit dışından ve içinden toplanan Temmuz ve Ağustos numunelerinde hesaplanan Shannon–Wiener çeşitlilik indeks değerlerine bakıldığında, her iki örneklemede de makrofit içinde tür çeşitliliğinin makrofit dışından daha yüksek olduğu görüldü (Çizelge 3.3). Bu fark istatistiki olarak da hem Temmuz (bu örneklemede S1-1 istasyonu hesap dışında bırakıldı) hem de Ağustos örneklemesi için önemli bulundu (Sırasıyla $p = 0,025$ ve

0,009). Numunelerde saptanan deęerler 0,96 – 3,85 arasında idi. En dūřuk ve yūksek deęerler Aęustos Őrneklemede gŐrūldū. Her iki Őrneklemede de en yūksek indeks deęerleri barajın giriř kısmındaki S2 istasyonunda saptandı.



Őekil 3.2. Baskın zooplankton tūrlерinin 2005 Temmuz ve Aęustos Őrneklemelerinde makrofit ięinde ve dıřındaki yoęunluk yūzdeleri

Çizelge 3.2. 2005 yılı Temmuz (a) ve Ağustos (b) makrofit içi ve dışı numunelerinin zooplankton türleri bakımından karşılaştırılması sonucu farkı önemli bulunan türlere ait istatistiki önemlilik değerleri ve litredeki birey sayılarının ortalama (Ort) ± standart sapma (SD) değerleri

(a)	Temmuz 2005		
Türler	<i>p</i>	Mi Ort ± SD (birey/l)	MD Ort ± SD (birey/l)
<i>Euchlanis dilatata</i>	0,011	<u>0,031±0,022</u>	0,001±0,001
<i>Hexarthra intermedia</i>	0,004	<u>58,02±26,99</u>	12,33±1,98
<i>Polyarthra vulgaris</i>	0,025	<u>16,54±11,97</u>	5,46±1,50
<i>Alona rectangula</i>	0,041	<u>0,014±0,016</u>	0,002±0,001
<i>Bosmina longirostris</i>	0,949	1,43±1,58	<u>2,78±3,84</u>
<i>Chydorus sphaericus</i>	0,064	<u>0,065±0,123</u>	0,004±0,002
<i>Eurycercus lamellatus</i>	0,005	<u>0,021±0,019</u>	0,001±0,001
<i>Simocephalus vetulus</i>	0,035	<u>0,144±0,170</u>	0,031±0,028

(b)	Ağustos 2005		
Türler	<i>p</i>	Mi Ort ± SD (birey/l)	MD Ort ± SD (birey/l)
<i>Ascomorpha saltans</i>	0,013	0,02±0,04	<u>0,10±0,05</u>
<i>Collotheca mutabilis</i>	0,018	0,47±0,85	<u>1,71±1,42</u>
<i>Collotheca pelagica</i>	0,015	0,01±0,01	<u>0,08±0,06</u>
<i>Hexarthra intermedia</i>	0,025	21,49±13,26	<u>41,69±15,28</u>
<i>Lecane hamata</i>	0,035	0,001±0,002	<u>0,014±0,011</u>
<i>Synchaeta littoralis</i>	0,025	0,06±0,05	<u>0,33±0,41</u>
<i>Trichocerca rattus</i>	0,006	0,006±0,014	<u>0,082±0,072</u>
<i>Euchlanis dilatata</i>	0,018	<u>0,056±0,067</u>	0,009±0,018
<i>Lecane luna</i>	0,041	<u>0,13±0,07</u>	0,05±0,05
<i>Philodina megalotrocha</i>	0,035	<u>0,034±0,027</u>	0,009±0,015
<i>Bosmina longirostris</i>	0,949	0,26±0,33	<u>0,45±0,55</u>
<i>Chydorus sphaericus</i>	0,007	<u>0,02±0,01</u>	0

Çizelge 3.3. Temmuz ve Ağustos 2005 makrofit içi ve makrofit dışı numuneleri için hesaplanan Shannon–Wiener çeşitlilik indeks değerleri

	Temmuz 2005		Ağustos 2005	
	MD	Mi	MD	Mi
S1-1	2,80	1,69	1,34	2,40
S1-3	2,02	2,18	1,06	2,88
S2-1	1,88	2,76	2,57	3,85
S2-3	2,26	2,97	1,28	2,61
S3-3	1,81	2,01	1,66	2,54
S4-1	1,47	2,73	0,96	1,59
S4-3	1,42	2,10	1,50	2,90
Ortalama	1,95	2,35	1,48	2,68
Aralıklar	3,0 – 4,0	2,0 – 3,0	1,0 – 2,0	< 1,0

3.1.1.2. Litoral ve pelajik zooplankton numuneleri

Aylara göre farklılıklar olmakla birlikte, her bir istasyonda bütün örnekleme tarihlerinde tespit edilen toplam zooplankton biyokütlelerine bakıldığında, barajda girişten sete doğru zooplankton biyokütlesinde azalma olduğu görülmektedir (Çizelge 3.4 ve Şekil 3.3). Buna bağlı olarak istasyonlara ait tüm litoral ve pelajik verilerin ortalaması yatay olarak karşılaştırıldığında, S1 ve S2 istasyonları ile S5 istasyonu arasındaki düşüş farkı, S1'de kladoser ve toplam zooplankton (sırasıyla; $p = 0,025$ ve $0,037$), S2 ise kladoser ve nauplii bakımından (sırasıyla; $p = 0,025$ ve $0,025$) önemli bulundu. İstasyonlar arasındaki fark zooplankton türleri için detaylı incelendiğinde, S5 istasyonunda; *Lepadella patella*, *Polyarthra vulgaris* ve

Bosmina longirostris türlerinin S1 istasyonundan (Her 3 tür için, $p = 0,037$), *Ascomorpha saltans*, *Lecane bulla* ve *Bosmina longirostris* türlerinin S2 istasyonundan (Sırasıyla; $p = 0,016$; $0,037$ ve $0,025$), *Ascomorpha saltans* türünün ise S3 istasyonundan ($p = 0,037$) istatistiki olarak önemli düzeyde düşük olduğu tespit edildi.

Çizelge 3.4. Örnekleme tarihlerinde litoral ve pelajik istasyonlardaki toplam zooplankton miktarlarının (Birey/l) ortalama \pm standart sapma değerleri

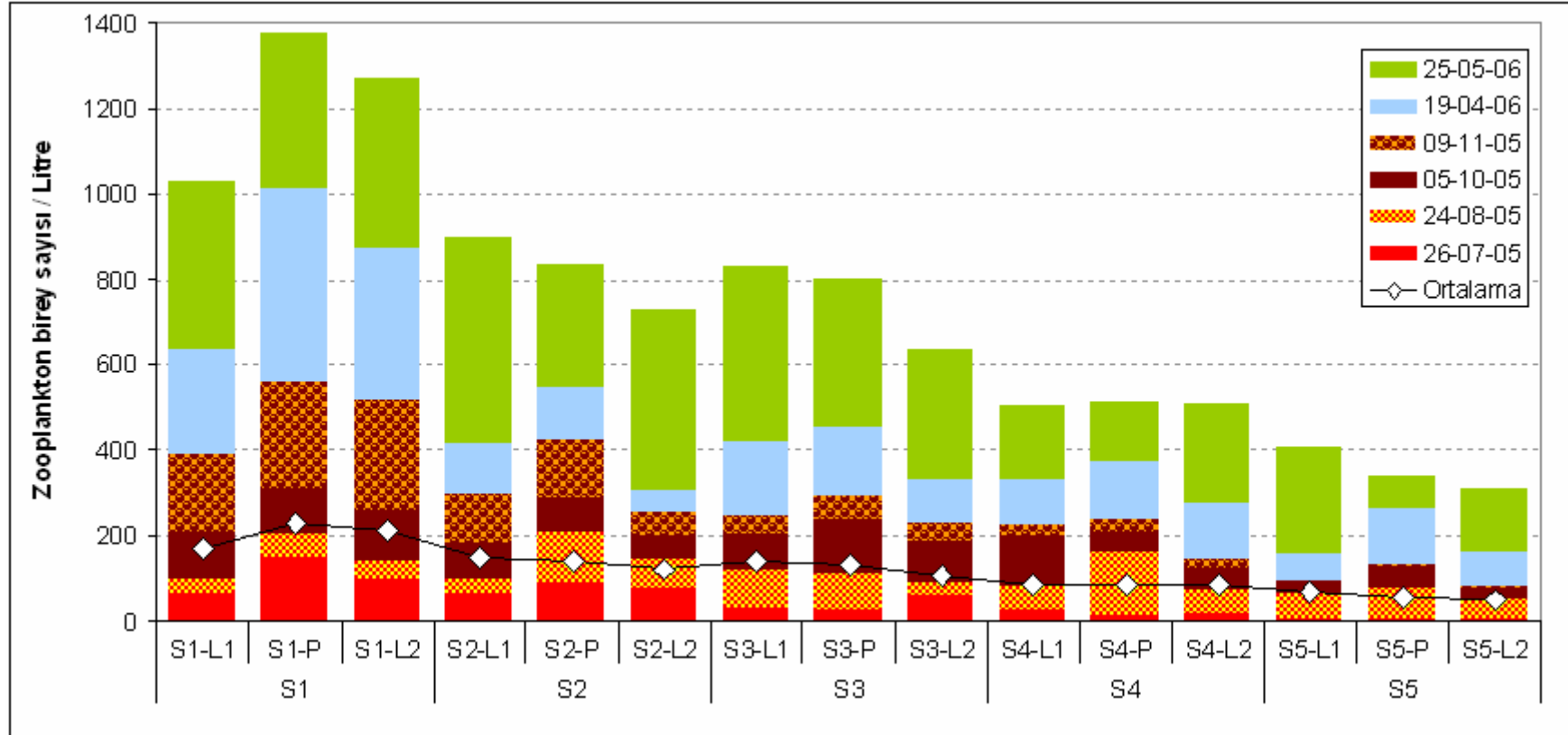
Zaman	S1	S2	S3	S4	S5
Temmuz 2005	103,9 \pm 96,8	78,1 \pm 79,9	39,4 \pm 31,6	19,4 \pm 16,2	7,4 \pm 8,8
Ağustos 2005	43,2 \pm 44,4	72,3 \pm 66,7	67,0 \pm 85,9	86,0 \pm 57,1	57,8 \pm 59,8
Ekim 2005	110,5 \pm 112,4	74,7 \pm 82,2	104,5 \pm 97,1	72,3 \pm 52,2	34,6 \pm 28,6
Kasım 2005	230,1 \pm 250,8	99,3 \pm 113,6	45,3 \pm 43,0	26,6 \pm 26,4	3,2 \pm 1,5
Nisan 2006	353,4 \pm 357,0	97,9 \pm 116,2	144,5 \pm 162,1	122,2 \pm 128,0	90,0 \pm 78,5
Mayıs 2006	382,9 \pm 389,3	397,8 \pm 424,7	356,0 \pm 348,2	182,1 \pm 174,9	158,2 \pm 147,6
Bütün tarihler	204,0 \pm 139,0	136,7 \pm 128,4	126,1 \pm 115,4	84,8 \pm 64,0	58,5 \pm 63,6

Barajda litoral – pelajik izleme çalışması kapsamında alınan tüm yüzey numuneleri üzerinden değerlendirildiğinde Şekil 3.4'te de görüleceği üzere rotiferlerin belirgin biçimde populasyonda baskın olduğu ve toplam zooplankton populasyonunun % 95,3'ünü teşkil ettiği bulundu. Kladoser,

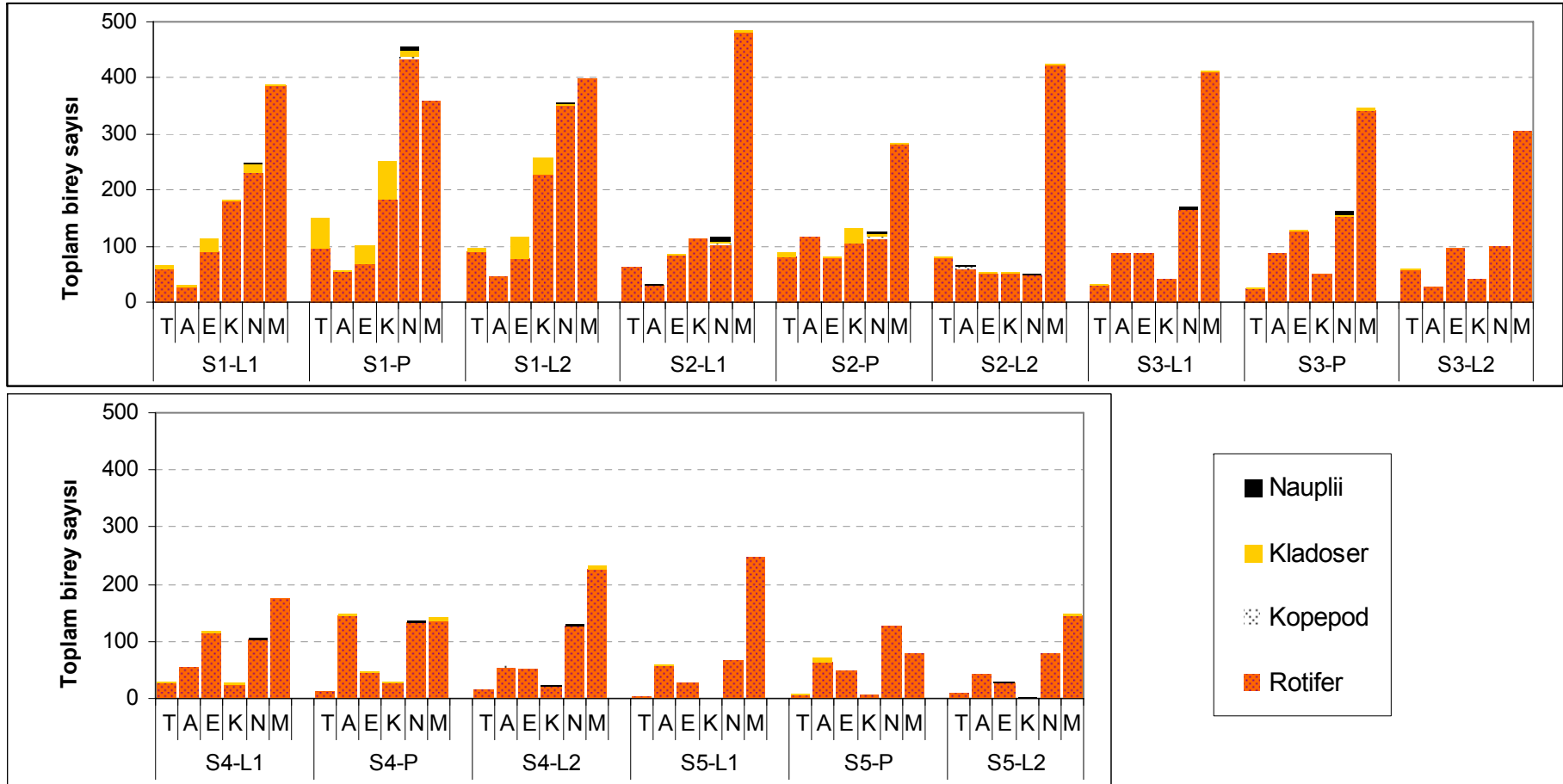
kopepod ve nauplii ise populasyonun sırasıyla; % 4, % 0,1 ve % 0,6'sını oluşturdu. Kladoserler en yüksek yüzde değerine % 36 (54 birey/l) ile S1-P istasyonunun Temmuz örnekleme tarihinde ulaştı. Kopepod ve nauplii ise Kasım örnekleme tarihinde zooplanktonun çok az miktarda bulunduğu (Toplam 1,5 birey/l) S5-L2'de sırasıyla; % 5 (0,08 birey/l) ve % 8 (0,12 birey/l) oranlarında bulundu.

İstasyonlarda örnekleme tarihlerine göre zooplankton gruplarındaki tür dağılımlarına bakıldığında; 10 kladoser türü içerisinde *Bosmina longirostris* türü tüm istasyonlarda ve bütün tarihlerde rastlanan tek kladoser türü olarak baskın bulundu. Bu türün tüm istasyonlarda kladoserler içerisindeki yüzdesi en düşük % 93,8 ile Ağustos örnekleme tarihinde görüldü. Bütün örnekleme tarihlerinin ortalaması ise % 97,9 bulundu. Bu oran pelajik istasyonlarda daha da yükselerek en düşük % 98,6 ve ortalama % 99,6 değerlerine ulaştı.

Gölde yoğunluk bakımından kladoserleri temsil eden tek tür olan *Bosmina longirostris* türü, litoral – pelajik izleme çalışmasında, Temmuz, Ekim ve Kasım örnekleme tarihlerinde özellikle S1 ve S2 istasyonlarında yoğun olarak görüldü. Ağustos, Nisan ve Mayıs örnekleme tarihlerinde de daha düşük yoğunluklarda olmak kaydıyla bütün istasyonlarda bu türe rastlandı (Şekil 3.5, Şekil 3.6 ve Şekil 3.7). Diğer kladoser türleri pelajik istasyonlarda daha az olmak kaydıyla nadiren ve litrede 0,4 bireyin altında yoğunluklarda saptandı. *Daphnia galeata* türüne ise, sadece 2 numunede (Temmuz S4-P ve Mayıs S5-P) ve çok düşük yoğunluklarda rastlandı (Sırasıyla; 0,041 ve 0,006 birey/l).



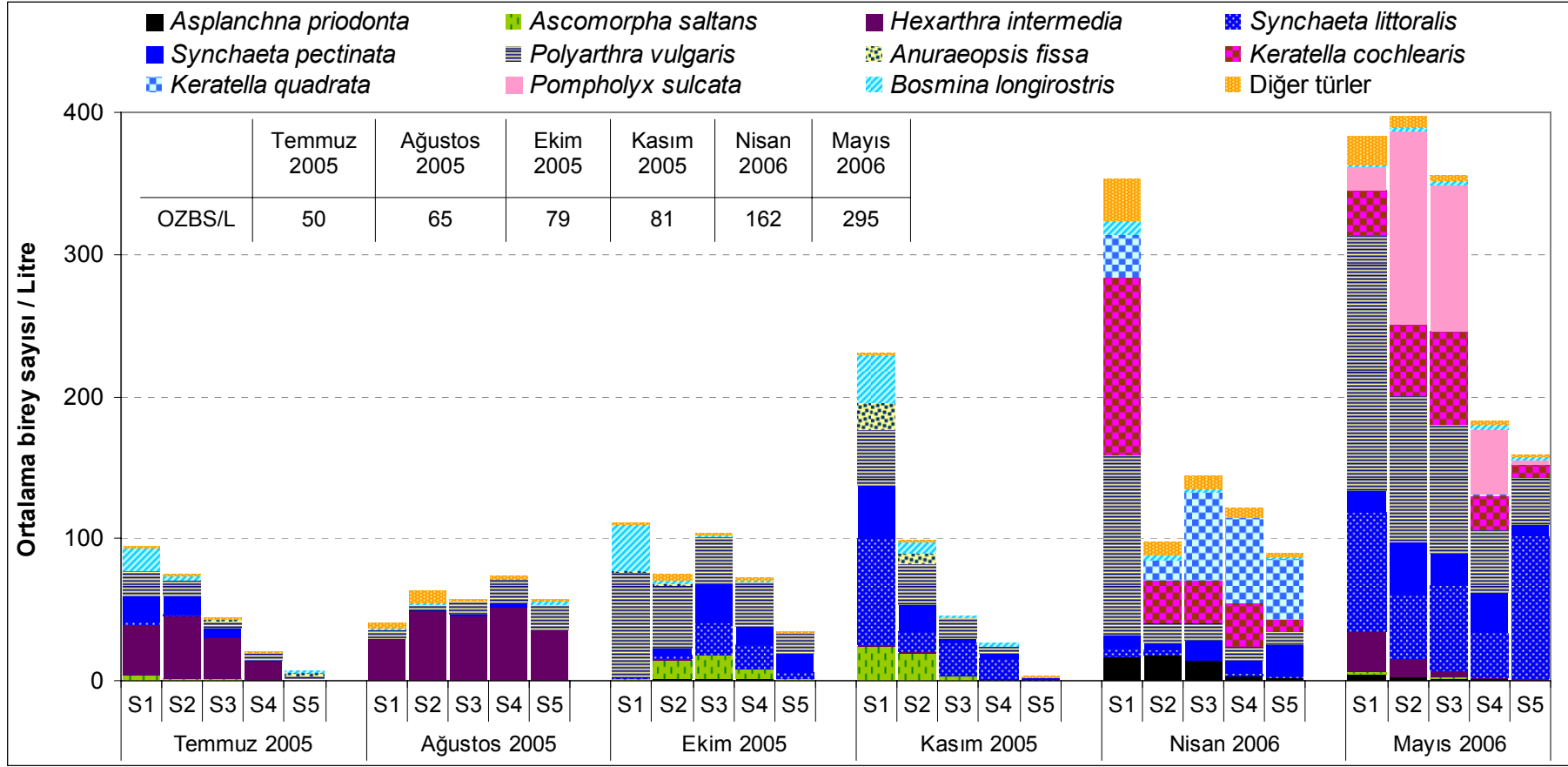
Şekil 3.3. Temmuz 2005 – Mayıs 2006 tarihleri arasında örnekleme tarihlerindeki zooplankton miktarının litoral ve pelajik örnekleme istasyonlarına göre dağılımı (Ortalama: tüm örnekleme tarihlerinin ortalaması)



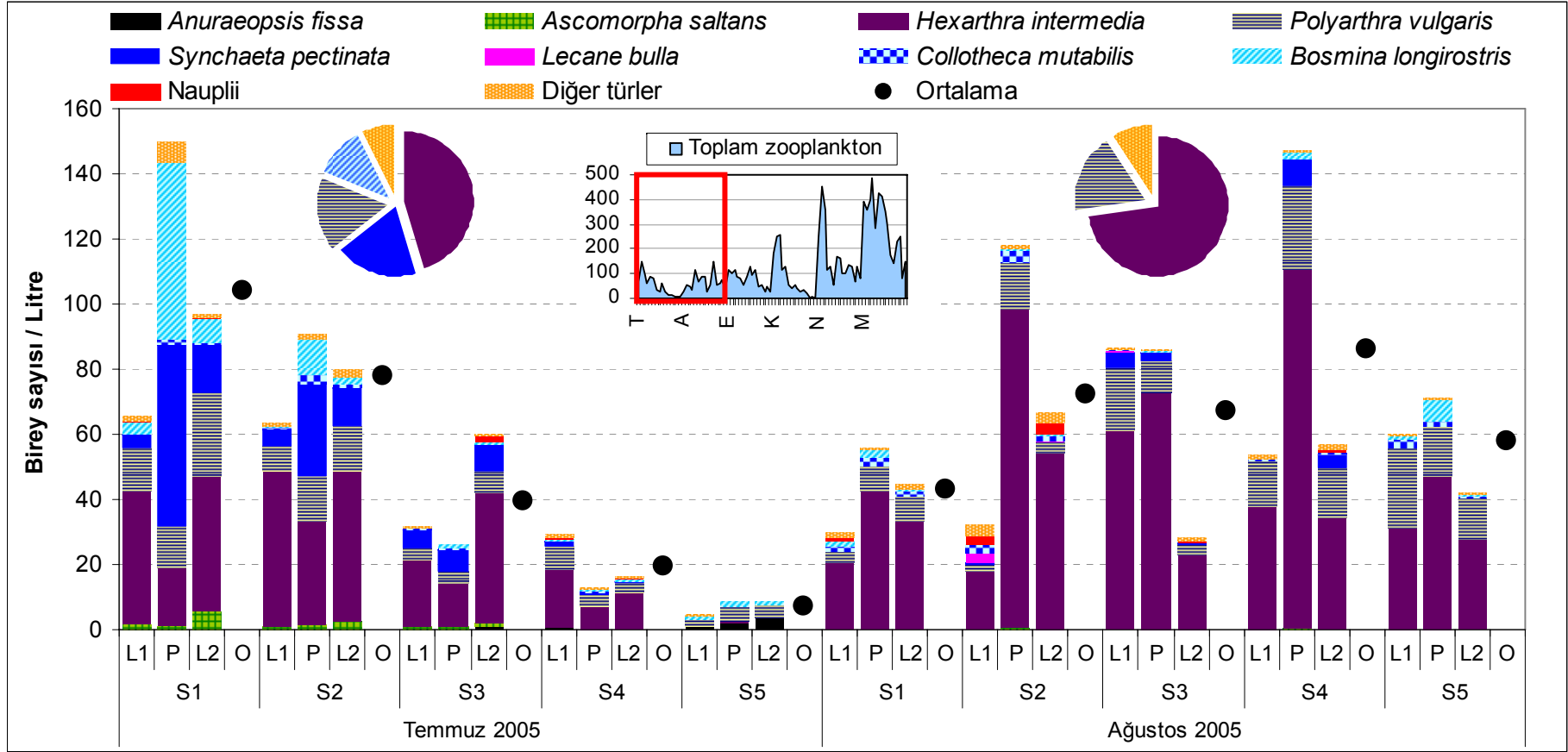
Şekil 3.4. Temmuz (T), Ağustos (A), Ekim (E), Kasım (K), Nisan (N) ve Mayıs (M) numunelerinde litoral ve pelajik istasyonlarda tespit edilen zooplankton gruplarının yoğunluk dağılımı

Rotifer populasyonunda baskın olan türler her bir istasyon ve örnekleme tarihi için detaylı incelendiğinde, tespit edilen toplam 17 familyaya ait 53 rotifer türü içerisinde 9 familyaya ait 14 tür baskın bulundu. Herhangi bir örneklemede populasyonun % 5'ine eş bir yoğunlukta rastlanan bu baskın türlerden 10 tanesi; *Asplanchna priodonta*, *Anuraeopsis fissa*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Ascomorpha saltans*, *Polyarthra vulgaris*, *Synchaeta littoralis*, *Synchaeta pectinata*, *Hexarthra intermedia*, *Pompholyx sulcata* türleri, en az bir örneklemede zooplankton populasyonunun % 25'inden fazlasını teşkil edecek düzeyde baskındı. Diğer türlerden (*Filinia longiseta*, *Collotheca mutabilis*, *Lecane bulla*, *Lecane luna*) özellikle *Lecane* türleri örneklemedeki zooplankton miktarı çok düşük olduğu için sırasıyla 3,1 ve 0,1 birey/l gibi çok düşük yoğunluklarla baskın türler arasına girmiştir. Kladoserlerden sadece *Bosmina longirostris* türü maksimum % 36'lık bir oranla baskın bulundu.

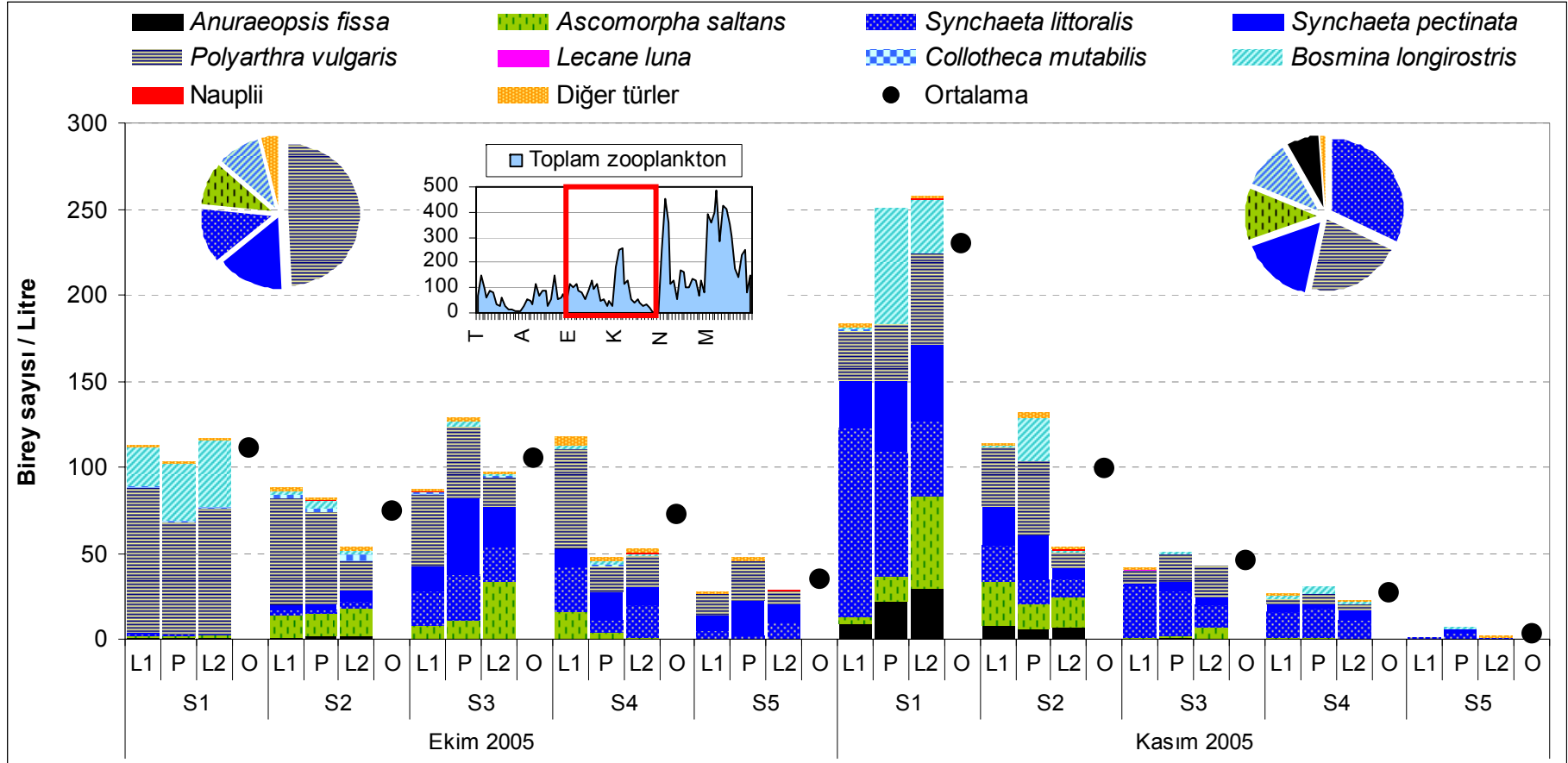
Baskın olan rotifer türlerinin mevsimlere ve bu mevsimleri temsil eden örnekleme tarihlerine bağlı dağılımlarına bakıldığında, 14 türün (*Asplanchna priodonta*, *Anuraeopsis fissa*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Lepadella patella*, *Ascomorpha saltans*, *Lecane luna*, *Polyarthra vulgaris*, *Synchaeta littoralis*, *Synchaeta pectinata*, *Trichocerca similis*, *Hexarthra intermedia*, *Collotheca mutabilis*, *Philodina gregaria*) örnekleme yapılan bütün tarihlerde bulunduğu saptandı (Çizelge 3.5). Bu türlerden *Polyarthra vulgaris*, *Synchaeta littoralis* ve *Synchaeta pectinata*, bütün örnekleme tarihlerinde ve bütün istasyonlarda bulundu.



Şekil 3.5. Baskın zooplankton türlerinin (>%25), Temmuz 2005 ila Mayıs 2006 tarihleri arasında girişten sete doğru (S1 ila S5) ortalama yoğunluk değişimleri ve ortalama birey sayısı çizelgesi (OZBS/L: Ortalama Zooplankton Birey Sayısı/Litre)



Şekil 3.6. Baskın zooplankton türlerinin (> % 5) Temmuz ve Ağustos 2005 örnekleme yerlerinde litoral (L1, L2) ve pelajik (P) istasyonlardaki yoğunluklarının girişten sete doğru (S1 – S5) değişimleri



Şekil 3.7. Baskın zooplankton türlerinin (> % 5) Ekim ve Kasım 2005 örneklemelelerinde litoral (L1 ve L2) ve pelajik (P) istasyonlardaki yoğunluklarının girişten sete doğru (S1 istasyonundan S5'e) değişimleri

Numunelerdeki en yüksek ortalama birey sayısı *Polyarthra vulgaris* türüne aitti (Ort.±SD: 33,6±43,7). Litrede saptanan en yüksek birey sayısı ise *Pompholyx sulcata* ile Mayıs örnekleme tarihinde görüldü (292,3 birey/l).

Rotiferlere ait 53 türden 34 tanesinin maksimum yoğunlukları 1 birey/l değerinin altında kaldı. Kladoserlerde ise *Bosmina longirostris* haricindeki 9 tür yine bu yoğunluğun üzerine çıkamadı. Kopepodlardan siklopoid kopepod ve nauplii bütün örnekleme tarihlerinde ancak genellikle düşük yoğunluklarda bulundu. Siklopoidler litrede maksimum 1 bireyin altında kalırken, nauplii litrede maksimum 7,87 bireye ulaşmasına rağmen çoğunlukla 1 bireyin altında görüldü (Ort.±SD: 0,72±1,46) (Çizelge 3.5). Kalanoidlere sadece 2 numunede; S1 ve S2 istasyonlarının pelajik numunelerinde Temmuz örnekleme tarihinde ve çok düşük yoğunluklarda rastlandı (Sırasıyla; 0,006 ve 0,003 birey/l).

Baskın zooplankton türleri ve yoğunlukları, özellikle rotiferler bakımından hem mevsimlere hem de örnekleme tarihlerine göre farklılık gösterdi. Şekil 3.5'te birlikte populasyonun en az % 80'ini oluşturan ve herhangi bir örneklemede % 5'in üzerinde bulunmuş baskın türlerin 5 istasyondaki yoğunlukları ve bu yoğunlukların örnekleme tarihlerine göre değişimi verilmektedir. Grafikte de görüleceği üzere, Temmuz 2005'ten Mayıs 2006'ya doğru zooplankton miktarında artış olduğu saptandı. Toplam zooplankton yoğunlukları karşılaştırıldığında, mevsimsel olarak yaz ve sonbahar mevsimleri arasındaki farklar önemli bulunmazken, ilkbahar mevsimindeki zooplankton yoğunluğu yaz ve sonbahar mevsimlerinden önemli düzeyde yüksek bulundu (Sırasıyla; $p = 0,009$ ve $0,028$). Bu farkta

Mayıs örneklemesindeki artış önemli görünmektedir. Nitekim, Mayıs'taki ortalama zooplankton miktarı Nisan örneklemesinin dahi 1,8 katına çıkarken Temmuz'da 6,0 katı düzeyinde idi. Mayıs'ta S1, S2 ve S3 istasyonlarının hem litoral hem de pelajik istasyonlarında toplam zooplankton miktarı yükselerek, S2-L1 istasyonunda 485 birey/l ile maksimum değere ulaştı (Şekil 3.5 ve Şekil 3.8).

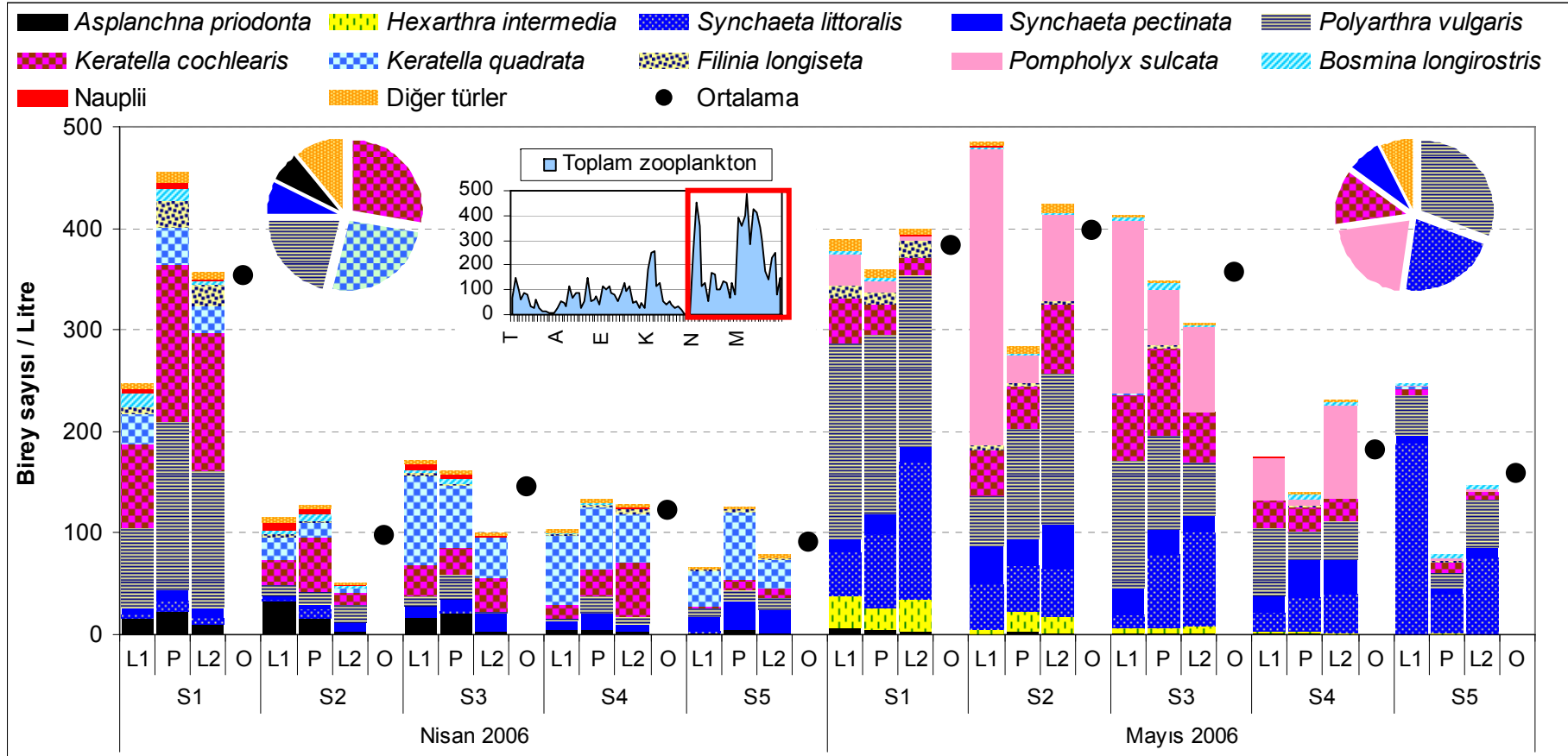
Yaz dönemini temsil eden Temmuz ve Ağustos örneklemelerine bakıldığında *Hexarthra intermedia* türünün Ağustos'ta daha belirgin olacak şekilde bu mevsimde baskın tür olduğu görüldü (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6). Temmuz'da, populasyonun % 45'ini temsil eden bu türü (O±SD: 22,5±17,6 birey/l), Synchaetidae familyasından *Synchaeta pectinata* (% 19) ve *Polyarthra vulgaris* (% 17) türleri takip etti (Çizelge 3.6). Numunelerde % 5'in üzerinde rastlanan *Anuraeopsis fissa* (Temmuz Ort.±SD: 0,61±1,07 maks: 3,80 birey/l) ve *Ascomorpha saltans* (Temmuz O±SD: 1,13±1,48 maks: 5,71 birey/l) türleri ise baskın türler içerisine girse de genel olarak düşük yoğunluklarda görüldü (Çizelge 3.6 ve Şekil 3.6). Kladoserlerden Temmuz örneklemesinde % 11'lik bir oranda görülen *Bosmina longirostris* türü, özellikle S1 ve S2 istasyonlarında önemli hale geldi. S1-P istasyonunda 54,0 birey/l ile litoral – pelajik izleme çalışmasındaki en yüksek yoğunluğuna ulaşarak, bu istasyondaki toplam zooplankton populasyonunun % 36'sını teşkil etti.

Ağustos örneklemesinde *Hexarthra intermedia* türü birey sayısı bakımından iki katından fazla bir artış göstererek (O±SD: 47,4±27,7 birey/l) (Çizelge 3.6), populasyonun % 73'ünü oluşturdu. Bunu % 18 ile *Polyarthra*

vulgaris türü takip etti. Diğer türler toplamda % 5'in altında oranlarla temsil edildi. Bu tarihte % 5'in üzerinde saptanan nauplii ile *Lecane bulla* (Ağustos $O\pm SD$: $0,26\pm 0,78$, maks: 3,07 birey/l) ve *Collotheca mutabilis* (Ağustos $O\pm SD$: $1,24\pm 1,07$, maks: 3,44 birey/l) türleri ise yine düşük yoğunluklarda temsil edildi (Çizelge 3.6 ve Şekil 3.6).

Zooplanktonların litoral ve pelajik istasyonlardaki farklılıklarını ortaya koymak amacıyla, her bir örnekleme tarihi ve her mevsim için, pelajik istasyonlar (P) ve bu istasyonların litoralleri (L1 ve L2) karşılaştırıldı.

Temmuz örnekleme için pelajik istasyonların litorallerle istatistiksel karşılaştırması sonucunda; L1 istasyonlarında *Alona rectangula* türü, L2 istasyonlarında *Euchlanis dilatata*, *Lecane bulla*, *Lecane lunaris*, *Eurycerus lamellatus*, *Simocephalus vetulus* türleri ve siklopid kopepodların pelajik istasyonlardan istatistiksel önemlilikte yüksek yoğunluklarda olduğu bulundu ($p < 0,05$). Ancak bu türlerin hepsinde bu tarihteki bütün istasyonlar için litrede maksimum 1 bireyin altında kaldı (Çizelge 3.5). Temmuz grafiğine bakıldığında (Şekil 3.6) bu örneklemede baskın olan türlerden *Hexarthra intermedia* yoğunluklarının litoral bölgelerde belirgin şekilde yüksek olduğu görülmektedir. Nitekim bu türün litoral istasyonlardaki ortalama değerleri pelajik'in yaklaşık 2 katıdır ($O\pm SD$; L1: $25,6\pm 19,3$; L2: $27,8\pm 20,7$ ve P: $14,1\pm 12,1$). *Synchaeta pectinata* ve *Bosmina longirostris* türlerinin yoğunlukları özellikle S1 ve S2 istasyonlarında pelajikte yüksek görünmektedir. Ancak en baskın tür olan *Hexarthra intermedia* türünde ve baskın olan diğer türlerde litoral ve pelajik istasyonlar arasındaki yoğunluk farklılıkları istatistiksel olarak önemli bulunmadı.



Şekil 3.8. Baskın zooplankton türlerinin (> % 5) Nisan ve Mayıs 2006 örneklemelerinde litoral (L1 ve L2) ve pelajik (P) istasyonlardaki yoğunluklarının girişten sete doğru (S1 istasyonundan S5'e) değişimleri

Çizelge 3.5. Tüm litoral – pelajik istasyonlarda 26.7.05 – 25.5.06 arası örnekleme tarihleri ve bütün tarihler için saptanan zooplankton türlerinin ortalama \pm standart sapma ($O\pm SD$), yüzde sıklık (% S) ve maksimum birey/l (N_{MS}) değerleri

Familya		Asplanchnidae	Brachionidae							
Tür		<i>Asplanchna priodonta</i>	<i>Anuraeopsis fissa</i>	<i>Brachionus angularis</i>	<i>Brachionus calyciflorus</i>	<i>Brachionus quadridentatus</i>	<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Keratella quadrata</i>	<i>Notholca acuminata</i>	<i>Notholca squamula</i>
Temmuz 2005	$O\pm SD$	<0,01	0,61 \pm 1,07	0	0	<0,001	<0,01	<0,01	0	0
	% S	47	100	0	0	13	73	53	0	0
	N_{MS}	0,01	3,80*	0	0	0,003	0,01	0,02	0	0
Ağustos 2005	$O\pm SD$	<0,1	<0,01	0	0	0	<0,001	<0,001	0	0
	% S	60	33	0	0	0	13	20	0	0
	N_{MS}	0,06	0,02	0	0	0	0,01	0,002	0	0
Ekim 2005	$O\pm SD$	0,75 \pm 0,60	0,65 \pm 0,65	0	0	0	<0,001	<0,01	0	0
	% S	100	100	0	0	0	7	7	0	0
	N_{MS}	1,70	2,10	0	0	0	0,003	0,02	0	0
Kasım 2005	$O\pm SD$	0,13 \pm 0,23	5,5 \pm 8,9	0	0	0	<0,1	<0,001	0	0
	% S	60	93	0	0	0	13	7	0	0
	N_{MS}	0,75	30,0*	0	0	0	0,50	0,003	0	0
Nisan 2006	$O\pm SD$	10,8 \pm 9,7	<0,01	2,21 \pm 1,51	0,34 \pm 0,23	0	44,7 \pm 46,2	41,8 \pm 22,7	<0,1	0,53 \pm 0,52
	% S	100	7	100	100	0	100	100	40	100
	N_{MS}	32,2*	0,04	5,21	0,74	0	155,2*	86,1*	0,04	1,68
Mayıs 2006	$O\pm SD$	2,04 \pm 1,63	<0,1	0,78 \pm 0,53	0	0	35,7 \pm 23,5	0,34 \pm 0,25	0	<0,1
	% S	100	13	100	0	0	100	93	0	20
	N_{MS}	5,90	0,31	2,07	0	0	84,8	0,94	0	0,13
Bütün tarihler	$O\pm SD$	2,3 \pm 5,5	1,1 \pm 4,1	0,50 \pm 1,04	<0,1	<0,001	13,4 \pm 28,1	7,0 \pm 18,0	<0,01	<0,1
	% S	78	58	33	17	2	51	47	7	20
	N_{MS}	32,2*	30,0*	5,21	0,74	0,003	155,2*	86,1*	0,04	1,68

Çizelge 3.5 (devam)

Familya		Colurellidae			Dicranophoridae	Epiphanidae	Euchlanidae		Gastropodidae	
Tür		<i>Colurella adriatica</i>	<i>Colurella uncinata</i>	<i>Lepadella patella</i>	<i>Dicranophorus epicharis</i>	<i>Microcodides robustus</i>	<i>Euchlanis dilatata</i>	<i>Euchlanis triquetra</i>	<i>Ascomorpha saltans</i>	<i>Gastropus stylifer</i>
Temmuz 2005	O±SD	<0,01	0	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	0	1,13±1,48	<0,1
	% S	13	0	20	27	67	40	0	93	73
	N _{MS}	0,02	0	0,02	0,03	0,07	0,03	0	5,71*	0,06
Ağustos 2005	O±SD	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,001	0,12±0,17	0
	% S	47	40	67	33	20	47	20	100	0
	N _{MS}	0,13	0,95	0,09	0,05	0,03	0,11	0,003	0,66	0
Ekim 2005	O±SD	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0	7,8±9,5	<0,01
	% S	20	20	20	7	13	7	0	100	7
	N _{MS}	0,02	0,03	0,03	0,02	0,08	0,08	0	34,0*	0,02
Kasım 2005	O±SD	<0,01	<0,01	<0,1	0	0	<0,01	0	9,3±14,6	<0,1
	% S	13	27	40	0	0	20	0	93	60
	N _{MS}	0,05	0,05	0,08	0	0	0,08	0	53,1*	0,46
Nisan 2006	O±SD	<0,1	<0,01	<0,01	0	<0,01	0	<0,01	<0,1	<0,01
	% S	27	7	20	0	13	0	13	40	20
	N _{MS}	0,05	0,08	0,06	0	0,02	0	0,03	0,11	0,06
Mayıs 2006	O±SD	0	0	<0,01	0	0	0	0	0,56±0,63	1,23±1,72
	% S	0	0	7	0	0	0	0	80	73
	N _{MS}	0	0	0,06	0	0	0	0	1,76	5,46
Bütün tarihler	O±SD	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	3,2±8,0	0,22±0,82
	% S	20	16	29	11	19	19	6	84	39
	N _{MS}	0,13	0,95	0,09	0,05	0,08	0,11	0,03	53,1*	5,46

Çizelge 3.5 (devam)

Familya		Lecanidae										
Tür		<i>Lecane aculeata</i>	<i>Lecane bulla</i>	<i>Lecane closterocerca</i>	<i>Lecane furcata</i>	<i>Lecane hamata</i>	<i>Lecane ludwigi</i>	<i>Lecane luna</i>	<i>Lecane lunaris</i>	<i>Lecane nana</i>	<i>Lecane ohioensis</i>	<i>Lecane quadridentata</i>
Temmuz 2005	O±SD	0	<0,1	<0,01	<0,01	<0,001	0	<0,1	<0,1	0	0	0
	% S	0	53	27	33	13	0	73	67	0	0	0
	N _{MS}	0	0,12	0,04	0,10	0,003	0	0,06	0,04	0	0	0
Ağustos 2005	O±SD	<0,01	0,26±0,78	<0,1	0,12±0,21	<0,01	0	<0,1	<0,1	0	0	<0,001
	% S	20	67	73	87	40	0	73	47	0	0	7
	N _{MS}	0,01	3,07	0,74	0,82	0,02	0	0,16	0,05	0	0	0,01
Ekim 2005	O±SD	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	0	0	0
	% S	7	33	13	27	20	7	47	73	0	0	0
	N _{MS}	0,02	0,05	0,02	0,06	0,09	0,02	0,05	0,14	0	0	0
Kasım 2005	O±SD	<0,01	<0,01	0	<0,01	0	0	<0,1	<0,1	<0,001	<0,01	0
	% S	7	20	0	7	0	0	73	67	7	7	0
	N _{MS}	0,02	0,04	0	0,02	0	0	0,13*	0,16	0,01	0,08	0
Nisan 2006	O±SD	0	<0,01	0	0	0	0	<0,01	0	0	0	0
	% S	0	7	0	0	0	0	7	0	0	0	0
	N _{MS}	0	0,02	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0
Mayıs 2006	O±SD	0	0	<0,01	0	0	0	<0,1	0	0	0	0
	% S	0	0	13	0	0	0	33	0	0	0	0
	N _{MS}	0	0	0,06	0	0	0	0,21	0	0	0	0
Bütün tarihler	O±SD	<0,001	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	<0,001	<0,1	<0,1	<0,001	<0,001	<0,001
	% S	6	30	21	26	12	1	51	42	1	1	1
	N _{MS}	0,02	3,07*	0,74	0,82	0,09	0,02	0,21	0,16	0,01	0,08	0,01

Çizelge 3.5 (devam)

Familiya		Notommatidae			Synchaetidae			Trichotriidae		
Tür		<i>Cephalodella gibba</i>	<i>Cephalodella rotunda</i>	<i>Monommata arndti</i>	<i>Polyarthra vulgaris</i>	<i>Synchaeta littoralis</i>	<i>Synchaeta pectinata</i>	<i>Macrochaetus sericus</i>	<i>Trichotria pocillum</i>	<i>Trichotria tetractis</i>
Temmuz 2005	O±SD	<0,001	<0,001	<0,001	8,3±6,4	0,73±1,50	9,5±14,9	<0,001	0	<0,01
	% S	33	13	7	100	100	100	7	0	20
	N _{MS}	0,01	0,01	0,002	25,6*	5,84	55,6*	0,002	0	0,02
Ağustos 2005	O±SD	<0,1	0	<0,001	11,9±7,5	0,26±0,19	1,40±2,43	<0,1	<0,001	<0,01
	% S	53	0	13	100	100	93	27	13	20
	N _{MS}	0,06	0	0,003	25,4*	0,64	7,99*	1,08	0,01	0,03
Ekim 2005	O±SD	<0,1	<0,1	<0,01	39,3±25,4	9,7±9,6	11,8±11,6	<0,01	0	<0,01
	% S	53	47	13	100	100	100	7	0	27
	N _{MS}	0,06	0,06	0,02	84,2*	27,1*	44,1*	0,05	0	0,03
Kasım 2005	O±SD	<0,01	<0,1	<0,001	17,2±17,3	25,9±29,7	13,1±15,1	0	<0,01	<0,01
	% S	27	53	7	100	100	100	0	7	27
	N _{MS}	0,05	0,04	0,003	53,9*	110,2*	44,1*	0	0,02	0,03
Nisan 2006	O±SD	<0,01	0	0	34,5±50,7	2,4±3,1	12,2±7,1	0	<0,01	0
	% S	7	0	0	100	100	100	0	13	0
	N _{MS}	0,02	0	0	165,9*	9,5	27,8*	0	0,02	0
Mayıs 2006	O±SD	0	0	0	90,4±59,6	63,9±46,1	22,5±11,9	0	0	0
	% S	0	0	0	100	100	100	0	0	0
	N _{MS}	0	0	0	194,2*	187,1*	45,2*	0	0	0
Bütün tarihler	O±SD	<0,01	<0,01	<0,001	33,6±43,7	17,1±31,8	11,8±12,7	<0,1	<0,001	<0,01
	% S	29	19	7	100	100	99	7	6	16
	N _{MS}	0,06	0,06	0,02	194,2*	187,1*	55,6*	1,08	0,02	0,03

Çizelge 3.5 (devam)

Familya		Trichocercidae				Filiniidae			Hexarthridae
Tür		<i>Trichocerca bidens</i>	<i>Trichocerca rattus</i>	<i>Trichocerca similis</i>	<i>Trichocerca stylata</i>	<i>Filinia brachiata</i>	<i>Filinia longiseta</i>	<i>Filinia terminalis</i>	<i>Hexarthra intermedia</i>
Temmuz 2005	O±SD	0	<0,01	<0,1	<0,001	0	<0,001	0	22,5±17,6
	% S	0	53	73	20	0	13	0	100
	N _{MS}	0	0,03	0,15	0,005	0	0,01	0	48,1*
Ağustos 2005	O±SD	0	<0,1	<0,1	0	0	0	0	47,4±27,7
	% S	0	87	33	0	0	0	0	100
	N _{MS}	0	0,20	0,09	0	0	0	0	110,7*
Ekim 2005	O±SD	<0,001	0,31±0,50	<0,01	0	0	0	0	<0,1
	% S	7	100	33	0	0	0	0	53
	N _{MS}	0,003	1,98	0,03	0	0	0	0	0,35
Kasım 2005	O±SD	0	0,10±0,16	<0,1	0	0	<0,001	0	0,14±0,18
	% S	0	80	40	0	0	13	0	80
	N _{MS}	0	0,63	0,13	0	0	0,01	0	0,55
Nisan 2006	O±SD	0	0	<0,01	0	0	5,5±8,0	<0,1	<0,01
	% S	0	0	27	0	0	100	60	20
	N _{MS}	0	0	0,03	0	0	27,1*	0,57	0,04
Mayıs 2006	O±SD	0	0	<0,1	0	0,80±1,02	3,8±5,0	0,00	9,5±11,3
	% S	0	0	13	0	60	100	0	100
	N _{MS}	0	0	0,31	0	2,58	16,5	0	31,9*
Bütün tarihler	O±SD	<0,001	<0,1	<0,1	<0,001	0,13±0,50	1,5±4,4	<0,01	13,3±22,2
	% S	1	53	37	3	10	38	10	76
	N _{MS}	0,003	1,98	0,31	0,005	2,58	27,1*	0,57	110,7*

Çizelge 3.5 (devam)

Familiya		Testudinellidae	Collothecidae	Philodinidae			Testudinellidae	Collothecidae
Tür		<i>Pompholyx sulcata</i>	<i>Testudinella patina</i>	<i>Collotheca mutabilis</i>	<i>Collotheca pelagica</i>	<i>Philodina gregaria</i>	<i>Philodina megalotrocha</i>	<i>Rotaria neptunia</i>
Temmuz 2005	O±SD	0	<0,001	0,55±0,83	<0,1	<0,01	<0,1	0
	% S	0	20	100	53	13	87	0
	N _{MS}	0	0,01	2,95	0,10	0,02	0,17	0
Ağustos 2005	O±SD	0	<0,001	1,24±1,07	<0,1	<0,01	<0,1	0
	% S	0	13	100	80	33	60	0
	N _{MS}	0	0,003	3,44	0,19	0,02	0,06	0
Ekim 2005	O±SD	0	0	0,90±1,03	<0,1	<0,01	<0,1	0
	% S	0	0	100	20	20	20	0
	N _{MS}	0	0	3,64*	0,14	0,03	0,25	0
Kasım 2005	O±SD	0	0	<0,1	0	<0,1	<0,1	0
	% S	0	0	60	0	27	47	0
	N _{MS}	0	0	0,67	0	0,08	0,08	0
Nisan 2006	O±SD	0	<0,01	<0,01	0	<0,01	<0,001	<0,01
	% S	0	7	7	0	7	7	7
	N _{MS}	0	0,04	0,05	0	0,02	0,01	0,02
Mayıs 2006	O±SD	60,8±79,3	0	<0,1	0	<0,1	0	0
	% S	100	0	20	0	20	0	0
	N _{MS}	292,3*	0	0,13	0	0,13	0	0
Bütün tarihler	O±SD	10,1±38,8	<0,001	0,47±0,83	<0,1	<0,01	<0,1	<0,001
	% S	17	7	64	26	20	37	1
	N _{MS}	292,3*	0,04	3,64*	0,19	0,13	0,25	0,02

Çizelge 3.5 (devam)

Familya		Bosminidae	Chydoridae			Daphniidae		
Tür		<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Alona rectangula</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>	<i>Eurycercus lamellatus</i>	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	<i>Daphnia galeata</i>	<i>Simocephalus vetulus</i>
Temmuz 2005	O±SD	5,7±13,7	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,001	<0,1
	% S	100	47	40	47	47	7	47
	N _{MS}	54,0*	0,02	0,17	0,03	0,14	0,01	0,24
Ağustos 2005	O±SD	1,04±1,73	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	0	<0,01
	% S	100	47	40	27	20	0	20
	N _{MS}	6,67*	0,20	0,02	0,16	0,03	0	0,02
Ekim 2005	O±SD	7,6±12,9	<0,1	0	0	0	0	0
	% S	100	47	0	0	0	0	0
	N _{MS}	38,7*	0,13	0	0	0	0	0
Kasım 2005	O±SD	8,8±18,6	<0,1	<0,01	0	0	0	0
	% S	100	40	20	0	0	0	0
	N _{MS}	66,9*	0,11	0,05	0	0	0	0
Nisan 2006	O±SD	3,2±4,2	<0,01	<0,1	0	0	0	0
	% S	100	20	87	0	0	0	0
	N _{MS}	13,1*	0,05	0,35	0	0	0	0
Mayıs 2006	O±SD	2,43±1,51	0	<0,1	0	0	<0,01	0
	% S	100	0	20	0	0	7	0
	N _{MS}	5,95	0	0,13	0	0	0,04	0
Bütün tarihler	O±SD	4,8±11,0	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
	% S	100	33	34	12	11	2	11
	N _{MS}	66,9*	0,20	0,35	0,16	0,14	0,04	0,24

Çizelge 3.5 (devam)

Familya		Macrothricidae	Polyphemidae	Sididae			
Tür		<i>Macrothrix hirsuticornis</i>	<i>Polyphemus pediculus</i>	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	Cyclopid Copepod	Calanoid Copepod	Nauplii
Temmuz 2005	O±SD	<0,001	0	<0,01	0,14±0,21	<0,001	0,25±0,46
	% S	13	0	33	87	13	87
	N _{MS}	0,002	0	0,01	0,76	0,01	1,79
Ağustos 2005	O±SD	0	0	<0,01	0,21±0,45	0	0,62±1,07
	% S	0	0	33	73	0	87
	N _{MS}	0	0	0,03	1,75	0	3,53*
Ekim 2005	O±SD	0	0	0	<0,1	0	0,18±0,21
	% S	0	0	0	93	0	87
	N _{MS}	0	0	0	0,19	0	0,85
Kasım 2005	O±SD	0	<0,01	0	<0,1	0	0,15±0,13
	% S	0	7	0	53	0	100
	N _{MS}	0	0,04	0	0,08	0	0,46
Nisan 2006	O±SD	0	0	0	0,44±0,54	0	2,8±2,6
	% S	0	0	0	100	0	100
	N _{MS}	0	0	0	2,14	0	7,87*
Mayıs 2006	O±SD	0	0	0	<0,1	0	0,35±0,18
	% S	0	0	0	53	0	100
	N _{MS}	0	0	0	0,38	0	0,75
Bütün tarihler	O±SD	<0,001	<0,001	<0,01	0,16±0,33	<0,001	0,72±1,46
	% S	2	1	11	77	2	93
	N _{MS}	0,002	0,04	0,03	2,14	0,01	7,87*

Çizelge 3.6. Litoral – pelajik karşılaştırma çalışmasında baskın olan türlerin, örnekleme tarihlerinde litoral, pelajik ve tüm (T) istasyonlardaki ortalama±standard sapma değerleri (O±SD) ve yoğunluk yüzdeleri (%)

		<i>Asplanchna priodonta</i>		<i>Anuraeopsis fissa</i>		<i>Keratella cochlearis</i>		<i>Keratella quadrata</i>	
		O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%
Temmuz 2005	L1	<0,001	<0,01	0,27±0,37	0,7	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	P	<0,01	<0,01	0,52±0,98	0,9	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1
	L2	<0,01	<0,01	1,03±1,60	2,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
	T	<0,01	<0,01	0,61±1,07	1,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ağustos 2005	L1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001
	P	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	0	0	0	0
	L2	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	0	0	<0,001	<0,01
	T	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ekim 2005	L1	0,57±0,63	0,7	0,63±0,50	0,7	<0,001	<0,001	<0,01	<0,01
	P	1,08±0,58	1,3	0,63±0,65	0,8	0	0	0	0
	L2	0,59±0,56	0,8	0,70±0,90	1,0	0	0	0	0
	T	0,75±0,60	0,9	0,65±0,65	0,8	<0,001	<0,001	<0,01	<0,01
Kasım 2005	L1	<0,1	<0,1	3,5±4,5	4,8	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001
	P	0,17±0,24	0,2	5,5±9,1	5,9	0	0	0	0
	L2	0,19±0,32	0,2	7,4±12,9	9,8	0,10±0,22	0,1	0	0
	T	0,13±0,23	0,2	5,5±8,9	6,8	<0,1	<0,1	<0,001	<0,001
Nisan 2006	L1	14,2±12,1	10,1	<0,01	<0,01	30,7±31,2	21,8	48,6±27,4	34,4
	P	14,1±9,3	7,0	0	0	54,3±58,4	27,0	47,7±21,8	23,8
	L2	3,9±3,4	2,7	0	0	49,0±52,0	34,3	29,0±16,4	20,3
	T	10,8±9,7	6,7	<0,01	<0,01	44,7±46,2	27,6	41,8±22,7	25,8
Mayıs 2006	L1	2,2±2,2	0,6	<0,1	<0,1	37,2±21,5	10,9	0,47±0,29	0,1
	P	2,29±1,5	0,9	<0,1	<0,1	38,2±28,5	15,8	0,17±0,06	<0,1
	L2	1,6±1,4	0,5	0	0	31,8±25,1	10,5	0,38±0,26	0,1
	T	2,0±1,6	0,7	<0,1	<0,1	35,7±23,5	12,1	0,34±0,25	0,1

Çizelge 3.6 (devam)

		<i>Hexarthra intermedia</i>		<i>Polyarthra vulgaris</i>		<i>Synchaeta littoralis</i>		<i>Synchaeta pectinata</i>	
		O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%
Temmuz 2005	L1	25,6±19,3	65,7	6,8±4,2	17,4	0,19±0,14	0,5	3,2±2,5	8,1
	P	14,1±12,1	24,4	7,6±5,1	13,2	1,4±2,5	2,5	18,3±23,9	31,7
	L2	27,8±20,7	53,0	10,5±9,5	20,1	0,58±0,77	1,1	7,0±6,6	13,4
	T	22,5±17,6	45,3	8,3±6,4	16,8	0,73±1,5	1,5	9,5±14,9	19,1
Ağustos 2005	L1	33,7±17,2	64,3	12,6±9,7	24,1	0,24±0,17	0,5	1,1±2,1	2,1
	P	74,1±30,1	77,6	14,6±6,8	15,2	0,28±0,16	0,3	2,1±3,4	2,2
	L2	34,5±11,9	72,3	8,45±5,7	17,7	0,25±0,26	0,5	0,97±1,88	2,0
	T	47,4±27,7	72,7	11,9±7,5	18,2	0,26±0,19	0,4	1,4±2,4	2,2
Ekim 2005	L1	0,14±0,15	0,2	51,9±26,5	60,0	10,8±11,3	12,4	7,6±5,7	8,7
	P	<0,1	0,1	39,3±20,8	48,1	7,8±11,1	9,6	17,2±17,3	21,1
	L2	<0,1	<0,1	26,5±26,7	38,1	10,5±8,3	15,0	10,6±8,8	15,2
	T	<0,1	0,1	39,3±25,4	49,5	9,7±9,6	12,2	11,8±11,6	14,9
Kasım 2005	L1	0,28±0,23	0,4	14,7±15,7	20,0	35,6±43,1	48,7	11,3±12,7	15,5
	P	<0,1	<0,1	19,8±17,9	21,1	26,3±26,8	28,0	15,9±17,3	16,9
	L2	0,11±0,13	0,1	17,2±21,6	22,7	15,8±16,5	20,9	12,1±18,0	16,1
	T	0,14±0,18	0,2	17,2±17,3	21,3	25,9±29,7	32,0	13,1±15,1	16,2
Nisan 2006	L1	<0,01	<0,01	22,2±32,2	15,7	1,8±1,9	1,3	8,8±5,2	6,3
	P	<0,01	<0,01	46,2±67,1	23,0	3,8±4,6	1,9	14,6±8,6	7,3
	L2	<0,01	<0,01	35,1±55,8	24,5	1,6±2,5	1,1	13,3±7,4	9,3
	T	<0,01	<0,01	34,5±50,7	21,3	2,4±3,1	1,5	12,2±7,1	7,6
Mayıs 2006	L1	8,2±13,4	2,4	95,5±64,4	27,9	61,4±71,7	18,0	20,4±12,0	6,0
	P	9,5±10,5	3,9	84,3±65,0	34,8	52,4±18,6	21,6	23,0±11,1	9,5
	L2	10,8±12,5	3,6	91,3±63,3	30,3	77,8±39,3	25,8	24,1±14,9	8,0
	T	9,5±11,3	3,2	90,4±59,6	30,6	63,9±46,1	21,6	22,5±11,9	7,6

Çizelge 3.6 (devam)

		<i>Lecane bulla</i>		<i>Lecane luna</i>		<i>Filinia longiseta</i>		<i>Collotheca mutabilis</i>	
		O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%
Temmuz 2005	L1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	0,19±0,13	0,5
	P	0	0	<0,1	<0,1	0	0	1,1±1,3	1,9
	L2	<0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,001	<0,001	0,34±0,37	0,6
	T	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,001	<0,01	0,55±0,83	1,1
Ağustos 2005	L1	0,63±1,36	1,2	<0,1	<0,1	0	0	1,4±1,0	2,7
	P	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0	0	1,6±1,4	1,6
	L2	0,13±0,15	0,3	0,10±0,06	0,2	0	0	0,76±0,73	1,6
	T	0,26±0,78	0,4	<0,1	<0,1	0	0	1,24±1,07	1,9
Ekim 2005	L1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0	0	0,73±0,66	0,8
	P	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	0	0	0,88±0,99	1,1
	L2	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	0	0	1,08±1,48	1,6
	T	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0	0	0,90±1,03	1,1
Kasım 2005	L1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<0,001	<0,001	0,14±0,30	0,2
	P	0	0	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1
	L2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0	0	<0,1	<0,1
	T	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<0,001	<0,001	<0,1	0,1
Nisan 2006	L1	0	0	0	0	3,2±2,4	2,3	0	0
	P	0	0	0	0	7,6±10,9	3,8	<0,01	<0,01
	L2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	5,6±9,3	3,9	0	0
	T	<0,01	<0,001	<0,01	<0,001	5,5±8,0	3,4	<0,01	<0,01
Mayıs 2006	L1	0	0	<0,1	<0,1	3,2±4,2	0,9	<0,01	<0,01
	P	0	0	<0,1	<0,01	4,2±4,4	1,7	<0,01	<0,01
	L2	0	0	<0,1	<0,01	4,1±7,0	1,4	<0,1	<0,01
	T	0	0	<0,1	<0,1	3,8±5,0	1,3	<0,1	<0,01

Çizelge 3.6 (devam)

		<i>Ascomorpha saltans</i>		<i>Pompholyx sulcata</i>		<i>Bosmina longirostris</i>		<i>Nauplii</i>	
		O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%
Temmuz 2005	L1	0,71±0,67	1,8	0	0	1,15±1,37	3,0	0,20±0,24	0,5
	P	0,75±0,69	1,3	0	0	13,6±22,9	23,7	<0,1	0,1
	L2	1,9±2,4	3,7	0	0	2,2±3,0	4,2	0,47±0,74	0,9
	T	1,1±1,5	2,3	0	0	5,7±13,7	11,4	0,25±0,46	0,5
Ağustos 2005	L1	<0,1	0,2	0	0	0,53±0,58	1,0	0,72±1,08	1,4
	P	0,23±0,26	0,2	0	0	2,3±2,6	2,5	<0,1	<0,1
	L2	<0,1	<0,1	0	0	0,24±0,21	0,5	1,1±1,4	2,3
	T	0,12±0,17	0,2	0	0	1,0±1,7	1,6	0,62±1,07	0,9
Ekim 2005	L1	7,5±6,8	8,6	0	0	5,7±9,8	6,5	0,16±0,14	0,2
	P	5,7±6,0	7,0	0	0	8,6±13,7	10,5	<0,1	0,1
	L2	10,32±14,8	14,8	0	0	8,5±16,9	12,2	0,30±0,31	0,4
	T	7,8±9,5	9,9	0	0	7,6±12,8	9,5	0,18±0,21	0,2
Kasım 2005	L1	6,0±10,8	8,2	0	0	0,91±0,62	1,2	0,16±0,12	0,2
	P	6,6±8,0	7,0	0	0	19,0±28,6	20,2	0,17±0,19	0,2
	L2	15,47±22,3	20,5	0	0	6,5±13,5	8,7	0,12±0,09	0,2
	T	9,3±14,6	11,6	0	0	8,8±18,6	10,9	0,15±0,13	0,2
Nisan 2006	L1	<0,1	<0,1	0	0	4,0±5,3	2,9	3,6±3,4	2,5
	P	<0,1	<0,01	0	0	4,7±4,8	2,4	3,31±2,64	1,6
	L2	<0,1	<0,1	0	0	0,89±0,82	0,6	1,4±1,1	1,0
	T	<0,1	<0,1	0	0	3,2±4,2	2,0	2,8±2,6	1,7
Mayıs 2006	L1	0,65±0,68	0,2	107,2±121,6	31,4	2,0±1,0	0,6	0,46±0,20	0,1
	P	0,44±0,62	0,2	20,8±20,7	8,6	3,3±2,0	1,4	0,31±0,11	0,1
	L2	0,59±0,70	0,2	54,3±45,2	18,0	1,92±1,2	0,6	0,26±0,17	<0,1
	T	0,56±0,63	0,2	60,8±79,3	20,6	2,4±1,5	0,8	0,35±0,18	0,1

Ağustos'ta Temmuz örneklemesinin aksine baskın olan *Hexarthra intermedia* türü, bütün istasyonların pelajik bölgelerinde her iki kıyıda yüksek yoğunlukta bulundu ($O \pm SD$; L1: $33,7 \pm 17,2$; L2: $34,5 \pm 11,9$ ve P: $74,1 \pm 30,1$). Bu fark hem L1 hem de L2 için istatistiki olarak da önemli bulundu ($p = 0,028$). Bu örneklemede, *Ascomorpha saltans* türü ve *Hexarthra intermedia* türüyle ilişkili olarak toplam rotifer ve toplam zooplankton yoğunlukları pelajikte yüksek bulundu (Sırasıyla; $p = 0,037$, $0,028$ ve $0,028$). Temmuz'da olduğu gibi bu tarihte de L2 istasyonları L1 istasyonlarına göre pelajikten daha farklı çıktı. L1'de *Lecane furcata* ve nauplii yoğunlukları pelajikten yüksek bulunurken, L2'de *Colurella adriatica*, *Colurella uncinata*, *Euchlanis dilatata*, *Lecane closteroerca*, *Lecane luna*, *Lecane lunaris*, *Alona rectangula* türleri, siklopoid kopepod ve nauplii pelajikten istatistiki olarak önemli düzeyde yüksek yoğunluklarda bulundu ($p < 0,05$). Bu örneklemede *Hexarthra intermedia* haricinde farkları önemli bulunan türlerin ortalama yoğunlukları litrede 1 bireyin altında kaldı.

Litoral ve pelajik istasyonlardaki türlerin Temmuz ve Ağustos örneklemelemlerindeki yoğunlukları önemli farklılıklar gösterdi. *Anuraeopsis fissa*, *Keratella cochlearis*, *Trichocerca rattus* ve *Hexarthra intermedia* türlerinin yoğunlukları Ağustos'ta pelajikte istatistiki olarak daha yüksek bulundu ($p < 0,05$). L1 istasyonlarında, *Gastropus stylifer* yoğunluğu Temmuz'da, *Lecane furcata* yoğunluğu Ağustos'ta daha yüksek idi. L2 istasyonlarında ise, Temmuz'da *Anuraeopsis fissa*, *Gastropus stylifer*, *Bosmina longirostris* ve toplam kladoser yoğunlukları yüksek iken, Ağustos'ta *Colurella uncinata*, *Lepadella patella*, *Lecane closteroerca*, *Lecane furcata*,

Lecane luna, *Trichocerca rattus* ve kladoserlerden *Alona rectangula* türlerinin yoğunlukları daha yüksekti ($p < 0,05$).

Litoral ve pelajik istasyonlar Temmuz ve Ağustos örneklemelerinin ortalaması alınarak yaz mevsimi için karşılaştırıldığında ise, kladoserlerden *Bosmina longirostris* türü pelajikte L1 ve L2'den daha yüksek yoğunlukta bulundu ($p = 0,047$). İstatistiki olarak farklı bulunan diğer türlerin hepsi litoralde pelajikten daha yüksek yoğunlukta idi ($p < 0,05$). Bu türler L1'de *Lecane furcata* ve kladoser *Alona rectangula* iken, L2'de rotiferlerden; *Colurella adriatica*, *Colurella uncinata*, *Dicranophorus epicharis*, *Euchlanis dilatata*, *Lecane bulla*, *Lecane closteroerca*, *Lecane luna*, *Lecane lunaris*, *Philodina megalotrocha* ve kladoserlerden *Alona rectangula*, *Chydorus sphaericus*, *Eurycercus lamellatus*, *Simocephalus vetulus* ile siklopoid kopepodlar idi. Yaz döneminde baskın olan *Hexarthra intermedia* türü ve Synchaetidae familyasına ait türler için Temmuz ve Ağustos örneklemeleri arasındaki farklar önemli bulunmadı.

L2 istasyonlarında pelajikten farklı bulunan tür sayısı yaz döneminde hem örnekleme tarihleri hem de mevsim için L1 istasyonlarından daha fazla idi. Ancak L1 ve L2 istasyonlarının karşılaştırmasında, Temmuz'da *Asplanchna priodonta*, Ağustos'ta *Philodina gregaria* ve yaz döneminde *Lecane hamata* türleri haricinde L1 ve L2 istasyonları arasında fark istatistiki olarak önemli bulunmadı ($p < 0,05$).

Yaz mevsiminden sonbahar mevsimine geçişte, baskın olan türler ve diğer türlerin kompozisyonu ve yoğunlukları değişti. *Hexarthra intermedia* türü bu mevsimde önemini yitirirken (% 0,14), özellikle Synchaetidae

familyasına ait türler daha baskın hale geldi. Nitekim yaz ve sonbahar dönemleri karşılaştırıldığında, *Synchaeta pectinata* türü litoral istasyonlarda, *Synchaeta littoralis* türü hem pelajikte hem de litoral istasyonlarda sonbahar mevsiminde istatistiki önemlilikte yüksek yoğunluklarda çıktı ($p < 0,05$). Diğer baskın türlerden *Ascomorpha saltans* L1 istasyonlarında, *Asplanchna priodonta* ise pelajik ve litoral istasyonlarda yine sonbahar mevsiminde istatistiki olarak yüksek yoğunluklarda bulundu ($p < 0,05$).

Sonbahar mevsiminde Synchaetidae familyasına ait 3 tür, populasyonun ortalama % 73'ünü teşkil edecek şekilde baskındı. Ekim'de *Polyarthra vulgaris*, *Synchaeta pectinata* ve *Synchaeta littoralis* türleri sırasıyla populasyonun % 49, 15 ve 12'sini oluştururken, bu türleri % 10'luk oranlarla *Ascomorpha saltans* ve *Bosmina longirostris* türleri takip etti. Diğer türler düşük yoğunluklarda bulundu (Çizelge 3.6). Bu türlerin istasyonlardaki yatay değişimlerine bakıldığında (Şekil 3.7) özellikle S1 istasyonunda litoral ve pelajikte sadece 2 türün (*Polyarthra vulgaris* ve *Bosmina longirostris*), sırasıyla % 67,2 ve 28,6'lık oranlarla (Toplam % 95,8) neredeyse bütün populasyonu oluşturduğu görüldü. *Bosmina longirostris* türü diğer istasyonlarda etkisini yitirirken, *Polyarthra vulgaris* yoğunluğunun sete doğru azaldığı, bu istasyonlarda *Synchaeta* türleri ve *Ascomorpha saltans* türünün de populasyonda önemli hale geldiği görüldü (Şekil 3.7).

Kasım örneklemesinde, özellikle S1 ve S2 istasyonlarında *Synchaeta* türleri ile *Ascomorpha saltans* ve *Anuraeopsis fissa* türlerinde artış oldu. Bu artışlar istatistiki olarak da önemli bulundu ($p = 0,0495$). Girişten sete doğru toplam zooplankton miktarında belirgin bir düşüşün görüldüğü Kasım

örneklemede (Şekil 3.5 ve Şekil 3.7) toplam zooplanktonun % 70'ini yine Synchaetidae familyasına ait 3 tür teşkil etti. Bu türlerden *Synchaeta littoralis* türü % 32'lik bir orana yükselerek en baskın tür haline gelirken, *Polyarthra vulgaris* % 21, *Synchaeta pectinata* % 16'lık oranlarla temsil edildi. Önemli oranlarda bulunan diğer türler; *Ascomorpha saltans* (% 12), *Bosmina longirostris* (% 11) ve *Anuraeopsis fissa* (% 7) türleri idi. Bunların haricindeki türler çok düşük yoğunluklarda ve % 1'in altında oranlarda görüldü (Çizelge 3.6).

Ekim ve Kasım örnekleme için litoral ve pelajik istasyonların karşılaştırması sonucunda baskın olan türlerden hiçbirisi önemli farklılıkta bulunmadı. Ekim örneklemede sadece siklopoid kopepodlar L2 istasyonlarında, pelajik istasyonlara göre daha yüksek yoğunlukta bulundu. Kasım'da ise L1'de *Lecane lunaris*, *Hexarthra intermedia* ve siklopoid kopepodlar istatistiki olarak yüksek yoğunlukta bulundu ($p < 0,05$). Bu türlerin yoğunlukları örneklenen hiçbir istasyonda litrede 1 bireyin üzerine çıkmadı. Sonbahar dönemi, yani Ekim ve Kasım örnekleme ortalaması için litoral ve pelajik bölgeler karşılaştırıldığında, sadece *Lecane lunaris* türü ve siklopoid kopepodlar, L1 ve L2 istasyonlarında istatistiki olarak yüksek yoğunluklar bulundu ($p < 0,05$).

İlkbahar mevsimiyle birlikte tüm istasyonlarda ve özellikle de barajın nehir bölgesine yakın istasyonlarda toplam rotifer ve zooplankton yoğunluğu önemli düzeyde arttı (Şekil 3.4 ve Şekil 3.5). Artan türler içerisinde önceki mevsimlerde de baskın olarak var olan *Polyarthra vulgaris* ve *Synchaeta littoralis* türlerinin yoğunlukları bu mevsimde daha da artarak (Çizelge 3.6),

sonbahardan L2 istasyonlarında ilkbahardan bütün litoral ve pelajik istasyonlarda istatistiki önemlilikte yüksek çıktı ($p < 0,05$). İlkbaharla birlikte baskın hale gelen *Keratella* türleri ile *Asplanchna priodonta* ve *Pompholyx sulcata* türleri de yine yaz ve sonbahar mevsimlerine göre daha yüksek yoğunlukta idi ($p = 0,009$) (Çizelge 3.6). Yaz ve sonbahar mevsimlerindeki türlerle karşılaştırıldığında ilkbahar mevsiminde pek çok türün istatistiki önemlilikte arttığı pek çoğunun da azaldığı görüldü ($p < 0,05$). Ancak yoğunluğu azalan türlere bakıldığında bu türlerin dönemsel olarak belli istasyonlarda önemli hale gelen *Anuraeopsis fissa* ve *Ascomorpha saltans* türleri haricinde çok düşük yoğunluklarda görülen diğer türler olduğu saptandı. Yukarıda bahsi geçen türler haricinde artış gösteren türlerin çoğunluğu da yine litrede maksimum 1 bireyin altında görülen türlerdi.

Nisan örneklemede özellikle S1 istasyonunda belirgin şekilde artış gösteren zooplankton yoğunluğu içerisinde *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata* ve *Polyarthra vulgaris* türleri yüksek oranlarda (sırasıyla % 28, 26 ve 21) görüldü (Çizelge 3.6). Bu örneklemede sırasıyla ortalama % 8 ve % 7 oranlarında görülen *Synchaeta pectinata* ve *Asplanchna priodonta* türleri de (Çizelge 3.6) sırasıyla litrede maksimum 27,8 ve 32,2 bireylik yoğunluklara ulaşarak bazı istasyonlarda popülasyonda önemli hale gelmiştir (Çizelge 3.5).

Mayıs örneklemede, barajın nehre yakın S1, S2 ve S3 istasyonlarında daha belirgin olmak kaydıyla bütün istasyonlarda zooplankton miktarı önemli düzeyde artış gösterdi (Şekil 3.4, Şekil 3.5 ve Şekil 3.8). *Keratella quadrata* türü litrede 1 bireyin altında yoğunluklara düşerken (Çizelge 3.5), Synchaetidae familyası türleri (*Polyarthra vulgaris*, *Synchaeta*

littoralis ve *Synchaeta pectinata*) tekrar baskın hale geldi (Sırasıyla, % 31, 22 ve 8). Bu örneklemede *Pompholyx sulcata* da özellikle S2, S3 ve S4 istasyonlarında önemli düzeyde artarak toplam populasyonun % 21'ini teşkil etti. Aynı zamanda S2-L1 istasyonunda litoral – pelajik izleme çalışması için litredeki maksimum değer olan 292,3 birey/l değerine ulaştı. Bu örneklemede Nisan'a göre litredeki birey sayısı bakımında çok fazla olmasa da oransal olarak düşüş gösteren *Keratella cochlearis* türü de yine % 12'lik oran ile yüksek yoğunluklarda idi (Çizelge 3.6). 2005 yaz döneminde en baskın tür olan *Hexarthra intermedia* türü de S1 ve S2 istasyonlarında belirgin olacak şekilde Mayıs'ta tekrar ortaya çıktı (Şekil 3.8).

Bahar mevsiminde de sonbahar mevsimindekine benzer şekilde litoral ve pelajik istasyonların zooplankton yoğunluğu bakımından çok farklı olmadığı anlaşıldı. Yoğunlukları Nisan'da pelajikte L2 istasyonlarından yüksek olan *Asplanchna priodonta* ve Mayıs'ta L1 istasyonlarında pelajikten yüksek bulunan *Keratella quadrata* türleri haricinde litoral ve pelajik istasyonların farkları istatistiki olarak önemli bulunmadı.

Litoral – pelajik karşılaştırma çalışmasında örneklenen istasyonlarda her bir örnekleme tarihi için log2 tabanlı hesaplanan Shannon Wiener indeks değerleri (H), 0,44 – 3,65 arasında değişti (Çizelge 3.7). En düşük değer Ekim örneklemesinde S1-L2 istasyonunda, en yüksek değer ise Nisan'da S5-L2 istasyonlarında tespit edildi. İstasyonların ortalamasına bakıldığında çeşitliliğin en düşük bulunduğu örnekleme Ağustos (1,30), en yüksek bulunduğu örnekleme ise Nisan örneklemesi (2,59) oldu. H değerleri mevsimler için karşılaştırıldığında ise sıralamanın yaz < sonbahar < ilkbahar

şeklinde olduğu görüldü ve mevsimler arasındaki bu farklılıklar istatistik olarak da önemli bulundu ($p < 0,05$).

Çizelge 3.7. Örnekleme tarihlerinde litoral - pelajik karşılaştırma çalışmasına ait her bir istasyonda rotifer ve kladoser türleri kullanılarak log2 tabanlı hesaplanan Shannon Wiener indeks değerleri

İstasyon	Temmuz'05	Ağustos'05	Ekim'05	Kasım'05	Nisan'06	Mayıs'06
S1-L1	2,80	1,34	0,46	1,88	2,26	2,75
S1-P	1,76	1,04	0,52	2,14	2,29	2,35
S1-L2	2,02	1,06	0,44	2,34	2,33	2,79
S2-L1	1,88	2,57	1,53	2,28	2,90	1,90
S2-P	1,97	0,87	1,62	2,26	2,49	2,59
S2-L2	2,26	1,28	2,49	2,32	3,54	2,53
S3-L1	1,55	1,22	1,92	1,66	2,20	2,09
S3-P	1,75	0,80	2,00	1,96	2,43	2,43
S3-L2	1,81	1,66	2,56	1,98	2,96	2,35
S4-L1	1,47	0,96	2,25	2,07	2,19	2,27
S4-P	1,44	1,02	2,07	1,54	2,25	2,50
S4-L2	1,42	1,50	2,41	1,99	2,11	2,27
S5-L1	1,53	1,28	2,55	2,07	2,48	1,15
S5-P	1,34	1,05	1,45	1,47	2,82	2,18
S5-L2	1,45	1,84	2,31	3,40	3,65	1,74
Ortalama	1,76	1,30	1,77	2,09	2,59	2,26
Aralıklar	3,0 – 4,0	2,0 – 3,0	1,0 – 2,0	< 1,0		

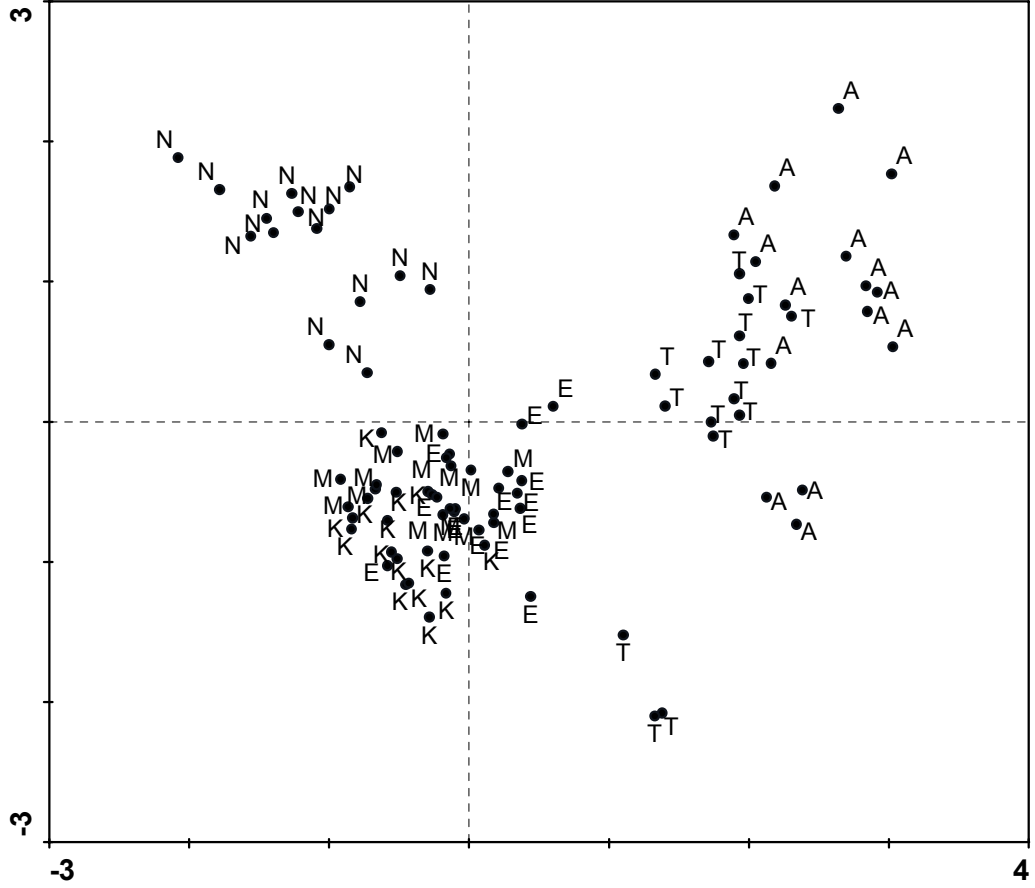
Litoral ve pelajik istasyonlar her bir örnekleme tarihi için karşılaştırıldığında, sadece Ağustos örneklemesinde hem L1 hem de L2 istasyonlarındaki litoral populasyonlarda tür çeşitliliği değerleri pelajikten

yüksek bulundu (Sırasıyla; $p_{L1} = 0,047$; $p_{L2} = 0,009$). Barajda tür çeşitliliğinin nehir bölgesinden sete doğru yatay değişimine bakıldığında ise, her bir örnekleme tarihinde birbirinden farklı değişken bir çeşitlilik dağılımı olduğu, en yüksek ortalama değerlerin kimi zaman S2 kimi zaman S4 veya S5 istasyonlarında olduğu görüldü.

3.1.1.2.1. Kanonik Uyum Analizi Sonuçları

Zooplankton komünitesinin gölün litoral ve pelajik kısımlarındaki dağılımının araştırılması amacıyla 2005-2006 yıllarında göldeki 15 istasyondan (5 pelajik ve 10 litoral istasyon) 6 farklı tarihte alınan numunelerin Trendsiz Uyum Analizi (DCA) ile incelenmesi sonucunda, değişim aralığı (lengths of gradient) değerinin 3,6 olduğu görüldü. Jongman ve ark.'na (1995)⁽¹¹⁷⁾ göre bu değer 2 SD (Standard sapma)'nin üzerinde olduğunda doğrusal olmayan –non-lineer– ordinasyon metotları (Örn. Tek modlu –unimodal– metotlar) kullanılmalıdır. Bu nedenle doğrusal olmayan “non-lineer” Kanonik Uyum Analizi (CCA) uygulandı. Hem litoral hem de pelajik her bir istasyonun örnekleme yapıldığı ayın baş harfi ile işaretlendiği ordinasyon grafiğinde (Şekil 3.9) görüleceği üzere, istasyonlar konumlarından, yani litoral veya pelajik olmalarından bağımsız olarak aylara göre gruplanmıştır. Buna göre Temmuz ve Ağustos ayları birinci grubu, Ekim, Kasım ve Mayıs ayları ikinci grubu, Nisan ayı ise tek başına üçüncü grubu oluşturmuştur. Bunun anlamı, 2005-2006 litoral-pelajik örneklemeinde elde edilen tüm veriler değerlendirildiğinde zooplankton türleri ile çevre değişkenlerinin istasyonların litoral veya pelajik konumuna göre değil zamana

göre gruplandırılmıştır. Bu değerlendirmeye göre zooplankton türlerine ait toplam varyansın % 42,1'i ilk iki eksen tarafından açıklandı (Çizelge 3.8). Bunun anlamı, toplam 4 eksen tarafından açıklanan varyansın (% 59,1), % 71,2'lik kısmının ilk iki eksen ile ifade edilebildiğidir.



Şekil 3.9. 2005-2006 yıllarında yapılan 6 örneklemede (T: Temmuz; A: Ağustos; E: Ekim; K: Kasım; N: Nisan; M: Mayıs), litoral ve pelajik 15 istasyonun Kanonik Uyum Analizi sonucunda elde edilen ordinasyon grafiği

Çizelge 3.8. 2005-2006 verileri ile zooplankton tür-çevre ilişkisi için yapılan Kanonik Uyum Analizi sonuçları

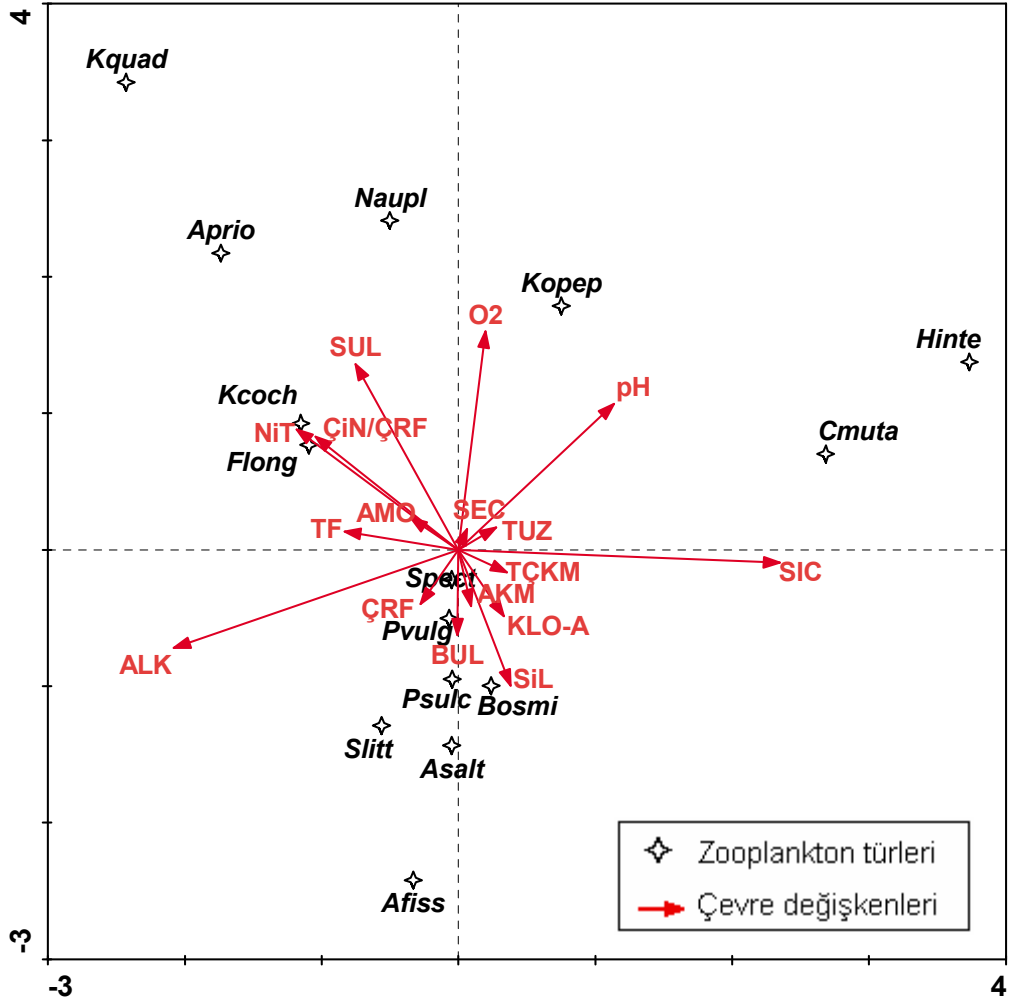
Eksenler		1	2	3	4
Özdeğerler	:	0,541	0,397	0,248	0,131
Tür-Çevre Korelasyonları	:	0,951	0,910	0,841	0,839
Birikmeli varyans yüzdeleri					
Tür verisi	:	24,3	42,1	53,3	59,1
Tür-çevre ilişkisi	:	35,9	62,3	78,7	87,4

Tür ve çevre ilişkisi ise ilk iki eksende % 62,3 oranında açıklandı. Bu oranda yine tüm eksenler tarafından temsil edilen varyansın (% 87,4), % 71,3 gibi yüksek bir kısmını teşkil etmektedir. Değerlendirmeye alınan 17 çevre değişkeni içerisinde sıcaklık (% 40) başta olma üzere, alkalinite (% 33), TÇKM (% 21), pH (% 20) ve sülfat (% 20) zooplankton komünitesini üzerinde tek başına etkisi yüksek bulunan değişkenler iken diğer değişkenler % 20'nin altında bulundu (Çizelge 3.9).

Tür ve çevre arasındaki ilişkiyi gösteren ikili grafikte de görüleceği gibi (Şekil 3.10) 1. eksen sıcaklık ile pozitif, alkalinite ile negatif ve yüksek bir ilişki içerisindedir (Çizelge 3.10). Nitrit+nitrat ve ÇiN/ÇRF ile olan negatif, pH ile olan pozitif ilişki ise nispeten zayıf bulundu. 2. eksen ise sülfat ve çözülmüş oksijen konsantrasyonu ile önemli pozitif ilişki görülürken, bu eksen silikat ile negatif pH ile de pozitif olan ilişkiler nispeten daha zayıftır. Çizelge 3.10'da gösterilen ve eksen 3 ve 4'de tespit edilen yüksek korelasyonlar, bu eksenlerin zooplankton komünitesini açıklamadaki etkisizliği sebebiyle değerlendirmeye alınmamıştır.

Çizelge 3.9. 2005-2006 verileri için Kanonik Uyum Analizi'nde zooplankton türleri ile çevresel faktörler ve fitoplankton arasında tespit edilen ilişkiyi gösteren basamaklı seçim modeli sonuçları

Tek Başına Etki			Birlikte Olan Etki				
Değişken	Değişken No.	Lamda1 (λ_1)	Değişken	Değişken No.	LamdaA (λ_A)	P	F
SIC	20	0,40	SIC	20	0,40	0,002	19,22
ALK	10	0,33	TÇKM	16	0,23	0,002	12,54
TÇKM	16	0,21	SUL	11	0,22	0,002	13,80
pH	12	0,20	ALK	10	0,18	0,002	12,80
SUL	11	0,20	NiT	4	0,06	0,004	4,80
NiT	4	0,19	BUL	14	0,07	0,002	4,89
TUZ	15	0,18	O ₂	19	0,06	0,002	5,52
O ₂	19	0,16	ÇRF	2	0,06	0,002	4,97
ÇiN/ÇRF	6	0,14	pH	12	0,06	0,002	5,52
KLO-A	8	0,14	KLO-A	8	0,04	0,006	3,48
TF	1	0,10	TF	1	0,03	0,014	3,11
BUL	14	0,10	AMO	3	0,03	0,014	2,82
AKM	17	0,09	SEC	18	0,02	0,044	2,14
SiL	7	0,08	SiL	7	0,02	0,128	1,51
SEC	18	0,08	TUZ	15	0,01	0,146	1,46
AMO	3	0,04	AKM	17	0,01	0,624	0,72
ÇRF	2	0,03	ÇiN/ÇRF	6	0,01	0,71	0,62



Şekil 3.10. 2005-2006 verileri için baskın zooplankton türleri ile çevresel faktörlerin ilişkisini gösteren ve Kanonik Uyum Analizi sonucunda elde edilen ikili grafik (Afiss: *Anuraeopsis fissa*, Aprio: *Asplanchna priodonta*, Asalt: *Ascomorpha saltans*, Bosmi: *Bosmina longirostris*, Cmuta: *Collotheca mutabilis*, Flong: *Filinia longiseta*, Hinte: *Hexarthra intermedia*, Kkoch: *Keratella cochlearis*, Kopep: Kopepod, Kquad: *Keratella quadrata*, Naupl: Nauplii, Psulc: *Pompholyx sulcata*, Pvul: *Polyarthra vulgaris*, Slitt: *Synchaeta littoralis*, Spec: *Synchaeta pectinata*)

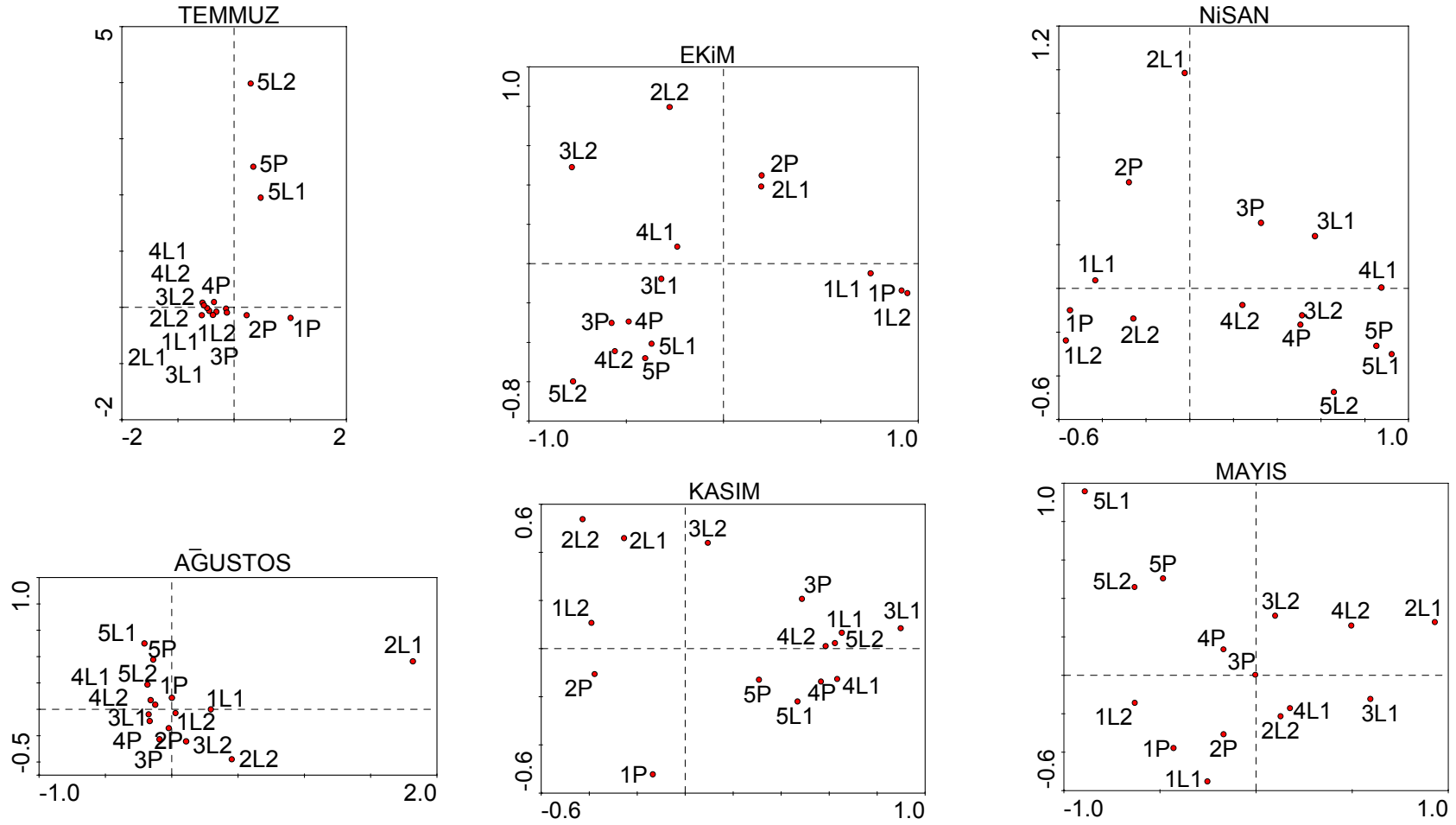
Çizelge 3.10. 2005-2006 verisi ile zooplankton grupları için yapılan Kanonik Uyum Analizi'nde eksen 1 – 4 ile her bir çevresel faktör arasındaki korelasyonlar

	Eksen 1	Eksen 2	Eksen 3	Eksen 4
TF	-0,2725	0,0427	-0,0799	0,4585
ÇRF	-0,0904	-0,1267	-0,0627	0,1646
AMO	-0,1142	0,0745	0,0438	0,2677
NiT	-0,3870	0,2816	-0,0955	0,4960
ÇİN/ÇRF	-0,3419	0,2647	-0,0278	0,3657
SiL	0,1243	-0,3178	0,2034	0,0563
KLO	0,1083	-0,1550	0,4310	0,4317
ALK	-0,6807	-0,2296	0,0051	0,3302
SÜL	-0,2460	0,4343	-0,2589	0,4638
pH	0,3717	0,3403	-0,3786	0,1233
BUL	-0,0035	-0,1995	0,0861	0,5460
TUZ	0,0900	0,0524	-0,6791	0,2116
TÇKM	0,1157	-0,0529	-0,7379	0,1737
AKM	0,0302	-0,1312	0,1899	0,5200
SEC	0,0204	0,0492	0,1298	-0,5907
O2	0,0649	0,5104	0,1950	0,0217
SIC	0,7682	-0,0307	-0,3372	0,0176

Zooplankton türlerinin örnekleme tarihlerine göre dağılımı Şekil 3.9 ve 3.10 üzerinden değerlendirildiğinde, *Hexarthra intermedia*, *Collotheca mutabilis* türleri Temmuz ve Ağustos örnekleme tarihlerinde önemli artış göstermiştir. Özellikle sıcaklık ve pH miktarlarının bu artışta pozitif bir etkisi olduğu görülmektedir. Nisan örnekleme tarihi, *Keratella quadrata* ve *Asplanchna priodonta* türleri ve nauplii ile, çevre değişkenlerinden sülfat, nitrit-nitrat ve ÇİN/ÇRF ile karakterize edilirken, *Keratella cochlearis* ve *Filinia longiseta* türleri hem Nisan hem de Mayıs örnekleme tarihlerinde, *Pompholyx sulcata* ise tek görüldüğü örnekleme olan Mayıs örnekleme tarihiyle ilişkili bulundu.

Sonbahar dönemini temsil eden Ekim ve Kasım örneklemeleri ile Mayıs örneklemeinin yayılış gösterdiği bölgede bulanıklık ve özellikle de alkalinitenin etkili olduğu görüldü. Ekim ve Kasım'da *Anuraeopsis fissa*, *Ascomorpha saltans*, silikat ve klorofil-a ile ilişkili görünen *Bosmina longirostris* türleri ile Mayıs'ta da yüksek bulunan *Synchaeta littoralis* yoğunlukları önemli düzeyde artış gösterdi. Grafikte merkeze yakın bulunan *Polyarthra vulgaris* ve *Synchaeta pectinata* türleri ise kozmopolit türler olarak örnekleme yapılan bütün tarihlerde yüksek yoğunluklarda idi.

Litoral ve pelajik istasyonların her bir örnekleme tarihinde zooplankton komünitesi ve çevre değişkenlerine bağlı dağılımını gösteren ordinasyon grafikleri Şekil 3.11'de verilmektedir. Temmuz ve Ağustos grafiklerine bakıldığında özellikle Temmuz'da diğer istasyonlardan ayrılan S5 istasyonları haricinde istasyonların litoral ve pelajik olmasından bağımsız olarak aynı bölgede yayıldığı görüldü. Ekim, Kasım ve Nisan örneklemelerinde istasyon 1 ve 2'nin istasyon 3, 4 ve 5'ten ayrıldığı, Mayıs'ta ise istasyonların horizontal olarak gruplandıkları söylenebilir. Özetlemek gerekirse, Kanonik Uyum Analizi sonuçları belirlenen zooplankton türleri ve çevre değişkenleri üzerinden değerlendirildiğinde, istasyonlarda herhangi bir örnekleme tarihinde litoral veya pelajik olmasıyla ilgili önemli farklılıklar saptanmadı.



Şekil 3.11. 2005-2006 yıllarında yapılan 6 örneklemeden her biri için litoral ve pelajikteki 15 istasyonun Kanonik Uyum Analizi sonucunda elde edilen ordinasyon grafikleri

3.1.1.3. Su kalitesi izleme çalışmasına ait zooplankton numuneleri

Su kalitesi izleme çalışmasının devamı niteliğinde 05.10.2005, 09.11.2005, 19.04.2006 ve 25.05.2006 tarihlerinde, litoral – pelajik izleme çalışmasının sonbahar ve ilkbahar örneklemeleriyle eş zamanlı olarak, litoral – pelajik izleme çalışmasında kullanılan yüzey numunelerine ek olarak pelajik 5 istasyonun 5m ve varsa 10m ve 15m derinliklerinden alınan dikey zooplankton numuneleri, istasyonlara ve derinliklere göre karşılaştırıldı. Çalışmada rotiferlerden 16 familyaya ait 45 tür, kladoserlerden ise 5 familyaya ait 8 türe rastlandı. Düşük yoğunluklarda bulunan kopepodların tür teşhisi yapılmadı. İstasyonlarda örnekleme tarihlerine bağlı zooplankton dağılımına bakıldığında (Şekil 3.12 ve Çizelge 3.11), rotiferlerin genel olarak zooplankton popülasyonuna hakim grup olduğu görülmektedir. Nitekim örnekleme tarihleri toplamı içinde rotiferler % 83,8'lik bir oranda bulundu. Bunu % 14,4 ile kladoserler takip etti. Siklopid kopepodlar % 0,5'lik düşük bir oranda, nauplii ise % 1,2 oranında bulundu. Bu zooplankton oranları örnekleme tarihlerine ve istasyonlara göre farklılık gösterdi (Şekil 3.12). Tüm istasyonlar toplamı için en yüksek kladoser oranına % 28,7 ile Kasım'da ve istasyonlar içerisinde en yüksek orana (% 62,1) S1-5 istasyonunda yine bu örneklemede ulaşılmasına rağmen kladoserlerin birey sayısı olarak en yoğun olduğu örnekleme % 24,4'lük oranla temsil edilen Mayıs örnekleme idi. Bu örneklemede kladoser popülasyonu S3-5, S5-5 ve en yüksek yoğunluğa ve orana ulaşılan S4-5 (1300,0 birey/l, % 49) istasyonlarında yüksek yoğunluklarla temsil edildi. Siklopid kopepod ve nauplii özellikle Nisan'da litrede sırasıyla maksimum 16,5 ve 58,5 birey sayılarına ve en yüksek yüzde oranlarına (Sırasıyla % 8,1 ve 11,1) ulaştı (Çizelge 3.12). Ancak toplam

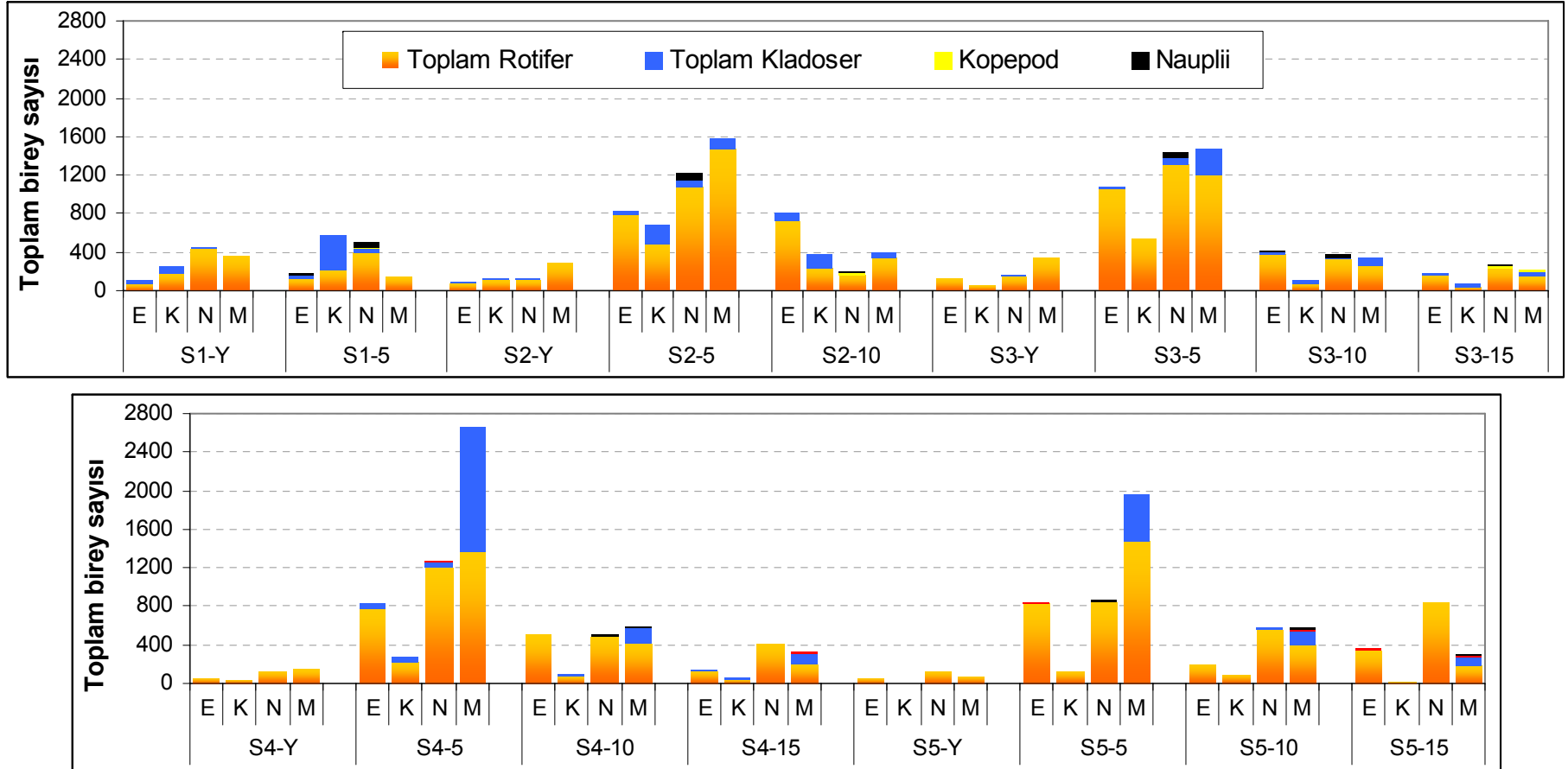
zooplankton miktarı yüksek olduğu için Nisan'da dahi tüm istasyonlar toplamında sırasıyla maksimum % 1,02 ve 2,84'lük düşük oranlarda görüldü (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.11. Zooplankton gruplarının her bir örnekleme tarihi ve tüm tarihler için bütün istasyonlardaki yüzde (%) değerleri

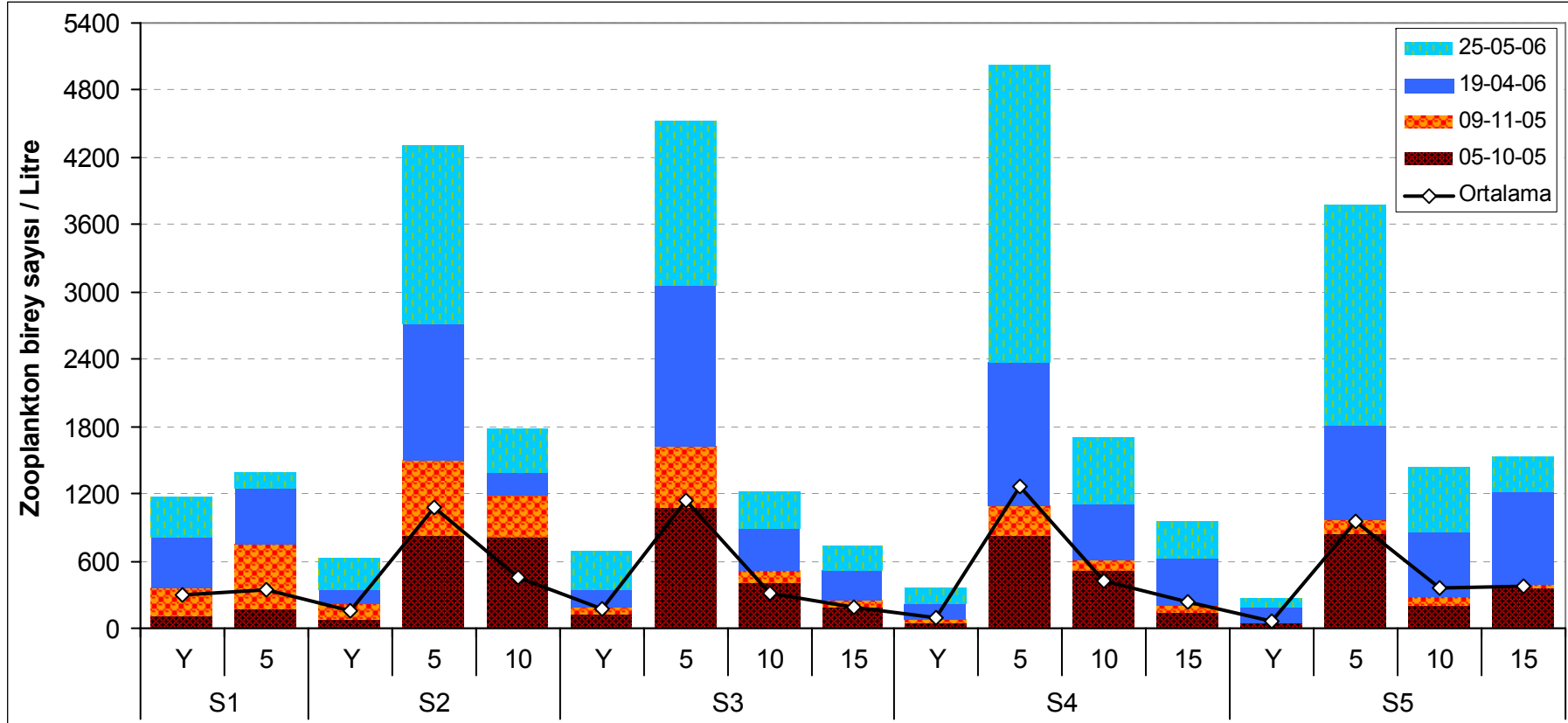
	Ekim (%)	Kasım (%)	Nisan (%)	Mayıs (%)	Tüm tarihler (%)
Rotifer	94,13	70,94	92,93	74,46	83,85
Kladoser	5,41	28,69	3,21	24,39	14,42
Siklopoidler	0,20	0,03	1,02	0,41	0,51
Nauplii	0,26	0,34	2,84	0,74	1,22

Dikey örnekleme istasyonlarındaki zooplankton yoğunluğunun örnekleme tarihleriyle birikimli grafiğinde görüleceği gibi (Şekil 3.13), 5 istasyonda neredeyse bütün tarihlerde ve bu tarihlerin ortalamalarında yüzeyde en düşük seviyede olan zooplankton sayısı, 5 metre derinliklerde en yüksek yoğunluğa ulaştı ve derinlikle birlikte zooplankton miktarında da azalma oldu.

Çalışmada kladoserlerden sadece *Bosmina longirostris* türü bütün örnekleme tarihleri toplamında % 99,5'lik oranla kladoser popülasyonunun neredeyse tamamını teşkil eden tek baskın tür oldu. Her bir örnekleme tarihi bazında incelendiğinde Ekim, Kasım ve Mayıs örnekleme tarihlerinde yine tüm istasyonlar toplamında % 99'un üzerinde sıklıkta tespit edildi. Nisan'da % 2,9'lük oranda bulunan *Chydorus sphaericus* türü sebebiyle bu oran biraz düşse de % 96,4'lük oranda önemli düzeyde kaldı.



Şekil 3.12. Ekim (E), Kasım (K), Nisan (N) ve Mayıs (M) örnekleme tarihlerinde numunelerde tespit edilen zooplankton gruplarının örnekleme tarihlerine göre dağılımı



Şekil 3.13. Ekim 2005 – Mayıs 2006 arasındaki 4 örnekleme tarihlerindeki zooplankton miktarlarının örnekleme istasyonlarında (S1 ila S5) yüzey (Y), 5m (5), 10m (10) ve 15m (15) derinliklerdeki dağılımı (Ortalama: tüm örnekleme tarihlerinin ortalaması)

Çizelge 3.12. Zooplankton türlerinin pelajik 5 istasyonun tüm derinliklerinde 5.10.2005 – 25.5.2006 arası her bir örneklemede ve bütün örneklemelelerdeki ortalama \pm standart sapma ($O\pm SD$), yüzde sıklık (%S), maksimum birey/l (N_{MS}) değerleri ile maksimum istasyonu (\dot{I}_{MS})

Familya		Asplanchnidae	Brachionidae						
Tür		<i>Asplanchna priodonta</i>	<i>Anuraeopsis fissa</i>	<i>Brachionus angularis</i>	<i>Brachionus calyciflorus</i>	<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Keratella quadrata</i>	<i>Notholca acuminata</i>	<i>Notholca squamula</i>
Ekim 2005	$O\pm SD$	6,3 \pm 7,4	0,54 \pm 0,63	0	0	0,15 \pm 0,39	1,6 \pm 5,0	0	<0,1
	% S	94	65	0	0	18	53	0	6
	N_{MS}	27,5	2,00	0	0	1,50	21,00	0	0,50
	\dot{I}_{MS}	S3-10	S2-5	---	---	S4-15	S5-5	---	S3-15
Kasım 2005	$O\pm SD$	1,6 \pm 2,3	2,0 \pm 5,2	<0,1	0	<0,1	<0,1	0	0
	% S	71	53	18	0	6	6	0	0
	N_{MS}	6,5	21,3	0,50	0	0,50	0,50	0	0
	\dot{I}_{MS}	S2-10	S1-Y	S2-5,S5-10,15	---	S5-15	S5-5	---	---
Nisan 2006	$O\pm SD$	45,5 \pm 83,5	0	4,6 \pm 5,9	2,0 \pm 2,0	48,5 \pm 59,4	215,0 \pm 228,9	1,4 \pm 2,7	0,22 \pm 0,38
	% S	100	0	82	94	100	100	59	41
	N_{MS}	278,0	0	21,5	6,0	180,0	732,0	10,5	1,2
	\dot{I}_{MS}	S2-5	---	S4-5	S4-5	S4-5	S3-5	S1-5	S1-Y
Mayıs 2006	$O\pm SD$	11,8 \pm 21,4	<0,1	1,9 \pm 2,6	0	102,7 \pm 72,6	6,3 \pm 9,7	0	<0,1
	% S	94	6	82	0	100	100	0	12
	N_{MS}	76,0	0,31	9,0	0	242,0	33,5	0	0,50
	\dot{I}_{MS}	S3-5	S1-Y	S3-5	---	S3-5	S3-10	---	S2-10
Bütün tarihler	$O\pm SD$	16,3 \pm 45,7	0,64 \pm 2,69	1,6 \pm 3,7	0,50 \pm 1,3	37,8 \pm 62,6	55,8 \pm 145,4	0,35 \pm 1,45	<0,1
	% S	90	31	46	24	56	65	15	15
	N_{MS}	278,0	21,3	21,5	6,0	242,0	732,0	10,5	1,2
	\dot{I}_{MS}	S2-5	S1-Y	S4-5	S4-5	S3-5	S3-5	S1-5	S1-Y

Çizelge 3.12 (devam)

Familya		Colurellidae			Epiphanidae	Euchlanidae	Gastropodidae	
Tür		<i>Colurella adriatica</i>	<i>Colurella uncinata</i>	<i>Lepadella patella</i>	<i>Microcodides robustus</i>	<i>Euchlanis triquetra</i>	<i>Ascomorpha saltans</i>	<i>Gastropus stylifer</i>
Ekim 2005	O±SD	<0,1	<0,1	<0,1	<0,001	0	44,5±85,5	0
	% S	18	12	12	6	0	82	0
	N _{MS}	0,50	0,50	0,50	0,02	0	338,00	0
	i _{MS}	S2,S3,S4-5	S1-5	S3-5	S2-Y	---	S3-5	---
Kasım 2005	O±SD	<0,1	<0,1	<0,01	0	0	12,7±34,9	<0,1
	% S	12	18	6	0	0	65	29
	N _{MS}	0,50	0,50	0,03	0	0	144,0	0,50
	i _{MS}	S2-5,S4-10	S3,S4-5	S3-Y	---	---	S2-5	S2-Y,S3-5
Nisan 2006	O±SD	<0,001	0	<0,01	0	<0,001	<0,01	<0,1
	% S	6	0	12	0	6	12	12
	N _{MS}	0,02	0	0,06	0	0,02	0,06	0,50
	i _{MS}	S5-Y	---	S1-Y	---	S3-Y	S5-Y	S3-5
Mayıs 2006	O±SD	0	<0,1	0	0	0	3,0±6,2	0,73±1,11
	% S	0	6	0	0	0	76	59
	N _{MS}	0	0,50	0	0	0	25,0	3,6
	i _{MS}	---	S3-5	---	---	---	S4-5	S1-Y
Bütün tarihler	O±SD	<0,1	<0,1	<0,01	<0,001	<0,001	15,3±48,5	0,21±0,63
	% S	9	9	7	1	1	59	25
	N _{MS}	0,50	0,50	0,50	0,02	0,02	338,0	3,6
	i _{MS}	S2,S3,S4-5,S4-10		S3-5	S2-Y	S3-Y	S3-5	S1-Y

Çizelge 3.12 (devam)

Familya		Lecanidae							
Tür		<i>Lecane bulla</i>	<i>Lecane closteroerca</i>	<i>Lecane flexilis</i>	<i>Lecane furcata</i>	<i>Lecane luna</i>	<i>Lecane lunaris</i>	<i>Lecane nana</i>	<i>Lecane ohioensis</i>
Ekim 2005	O±SD	<0,01	<0,1	0	<0,1	<0,01	<0,01	0	0
	% S	6	18	0	6	6	12	0	0
	N _{MS}	0,05	0,50	0	0,50	0,03	0,06	0	0
	i _{MS}	S2-Y	S2-5,10;S4-15	---	S3-15	S2-Y	S2-Y	---	---
Kasım 2005	O±SD	0	<0,1	0	0	<0,1	<0,01	<0,001	<0,01
	% S	0	18	0	0	24	12	6	6
	N _{MS}	0	0,50	0	0	0,50	0,04	0,01	0,08
	i _{MS}	---	S3-5,10,15	---	---	S4-10	S1-Y	S5-Y	S2-Y
Nisan 2006	O±SD	0	<0,1	<0,1	0	0	0	0	0
	% S	0	6	6	0	0	0	0	0
	N _{MS}	0	0,50	0,50	0	0	0	0	0
	i _{MS}	---	S3-15	S5-5	---	---	---	---	---
Mayıs 2006	O±SD	0	<0,1	0	0	<0,01	0	<0,1	0
	% S	0	12	0	0	6	0	6	0
	N _{MS}	0	0,50	0	0	0,05	0	0,50	0
	i _{MS}	---	S2-5,S4-10	---	---	S3-Y	---	S4-5	---
Bütün tarihler	O±SD	<0,001	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	% S	1	13	1	1	9	6	3	1
	N _{MS}	0,05	0,50	0,50	0,50	0,50	0,06	0,50	0,08
	i _{MS}	S2-Y	9 istasyon	S5-5	S3-15	S4-10	S2-Y	S4-5	S2-Y

Çizelge 3.12 (devam)

Familya		Notommatidae			Synchaetidae			Trichotridae	
Tür		<i>Cephalodella gibba</i>	<i>Cephalodella rotunda</i>	<i>Monommata arndti</i>	<i>Polyarthra vulgaris</i>	<i>Synchaeta littoralis</i>	<i>Synchaeta pectinata</i>	<i>Macrochaetus sericus</i>	<i>Trichotria tetractis</i>
Ekim 2005	O±SD	0,15±0,29	<0,01	<0,001	187,7±179,0	28,6±34,4	93,9±128,0	<0,1	<0,001
	% S	35	6	6	100	100	100	6	6
	N _{MS}	1,00	0,05	0,02	564,00	108,00	408,00	0,50	0,02
	i _{MS}	S3-10	S5-Y	S2-Y	S2-5	S4-10	S5-5	S3-5	S2-Y
Kasım 2005	O±SD	0,15±0,29	<0,01	0	24,3±26,1	18,6±20,7	84,1±116,9	0	<0,1
	% S	29	6	0	100	94	100	0	12
	N _{MS}	1,00	0,03	0	80,0	72,0	486,0	0	0,50
	i _{MS}	S4-10	S4-Y	---	S2-5	S1-Y	S3-5	---	S5-15
Nisan 2006	O±SD	<0,001	0	0	40,8±46,4	5,2±4,8	138,5±185,7	0	0
	% S	6	0	0	100	94	100	0	0
	N _{MS}	0,02	0	0	165,9	14,0	718,0	0	0
	i _{MS}	S3-Y	---	---	S1-Y	S5-15	S5-15	---	---
Mayıs 2006	O±SD	0	0	0	99,2±95,3	51,4±56,7	84,9±158,3	0	0
	% S	0	0	0	100	100	100	0	0
	N _{MS}	0	0	0	340,0	186,0	636,0	0	0
	i _{MS}	---	---	---	S2-5	S3-5	S4-5	---	---
Bütün tarihler	O±SD	<0,1	<0,01	<0,001	88,0±121,0	26,0±38,0	100,3±148,0	<0,01	<0,01
	% S	18	3	1	100	97	100	1	4
	N _{MS}	1,00	0,05	0,02	564,0	186,0	718,0	0,50	0,50
	i _{MS}	S3,S4-10	S5-Y	S2-Y	S2-5	S2,S3-5	S5-15	S3-5	S5-15

Çizelge 3.12 (devam)

Familya		Trichocercidae			Filiniidae			Hexarthridae
Tür		<i>Trichocerca rattus</i>	<i>Trichocerca similis</i>	<i>Trichocerca stylata</i>	<i>Filinia brachiata</i>	<i>Filinia longiseta</i>	<i>Filinia terminalis</i>	<i>Hexarthra intermedia</i>
Ekim 2005	O±SD	1,5±2,4	<0,1	<0,1	0	<0,1	0	5,6±13,7
	% S	76	18	12	0	12	0	88
	N _{MS}	8,00	0,50	0,50	0	0,50	0	58,00
	i _{MS}	S3-5	S2-5, S3-10	S2-5,10	---	S5-5,15	---	S5-15
Kasım 2005	O±SD	0,11±0,21	<0,01	0	0	<0,1	0	0,31±0,39
	% S	35	12	0	0	12	0	65
	N _{MS}	0,63	0,13	0	0	0,50	0	1,50
	i _{MS}	S2-Y	S2-Y	---	---	S5-10	---	S4-5
Nisan 2006	O±SD	0	<0,01	0	<0,1	11,9±12,5	<0,1	3,2±4,0
	% S	0	12	0	6	100	24	76
	N _{MS}	0	0,02	0	0,50	47,0	0,57	13,0
	i _{MS}	---	S3,S5-Y	---	S5-10	S4-5	S1-Y	S5-10
Mayıs 2006	O±SD	0	<0,01	0	0,50±0,87	3,5±3,0	0	8,9±6,8
	% S	0	6	0	41	100	0	100
	N _{MS}	0	0,06	0	2,5	11,6	0	21,8
	i _{MS}	---	S1-Y	---	S2-5	S1-Y	---	S1-Y
Bütün tarihler	O±SD	0,41±1,33	<0,1	<0,1	0,13±0,48	3,9±8,0	<0,01	4,5±8,3
	% S	28	12	3	12	56	6	82
	N _{MS}	8,0	0,50	0,50	2,5	47,0	0,57	58,0
	i _{MS}	S3-5	S2-5,S3-10	S2-5,10	S2-5	S4-5	S1-Y	S5-15

Çizelge 3.12 (devam)

Familya		Testudinellidae		Collotheceidae		Philodinidae		
Tür		<i>Pompholyx sulcata</i>	<i>Testudinella patina</i>	<i>Collothecha mutabilis</i>	<i>Collothecha pelagica</i>	<i>Philodina gregaria</i>	<i>Philodina megalotrocha</i>	<i>Rotaria neptunia</i>
Ekim 2005	O±SD	0	<0,1	2,6±3,7	<0,1	0	<0,1	0
	% S	0	6	88	12	0	12	0
	N _{MS}	0	0,50	14,00	0,50	0	1,00	0
	i _{MS}	---	S1-5	S2-5	S4-5	---	S2-5	---
Kasım 2005	O±SD	0	0	0,20±0,35	0	<0,01	<0,01	<0,1
	% S	0	0	47	0	6	12	12
	N _{MS}	0	0	1,00	0	0,08	0,04	1,00
	i _{MS}	---	---	S3-15,S5-5	---	S3-Y	S2-Y	S4-10
Nisan 2006	O±SD	0,24±0,64	0	<0,01	0	0	0	0
	% S	18	0	6	0	0	0	0
	N _{MS}	2,5	0	0,05	0	0	0	0
	i _{MS}	S2-5	---	S5-Y	---	---	---	---
Mayıs 2006	O±SD	140,2±219,8	0	<0,01	0	<0,1	0	0
	% S	100	0	6	0	6	0	0
	N _{MS}	814,0	0	0,04	0	0,50	0	0
	i _{MS}	S5-5	---	S4-Y	---	S3-10	---	---
Bütün tarihler	O±SD	35,1±123,6	<0,01	0,69±2,12	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1
	% S	29	1	37	3	3	6	3
	N _{MS}	814,0	0,50	14,0	0,50	0,50	1,00	1,00
	i _{MS}	S5-5	S1-5	S2-5	S4-5	S3-10	S2-5	S4-10

Çizelge 3.12 (devam)

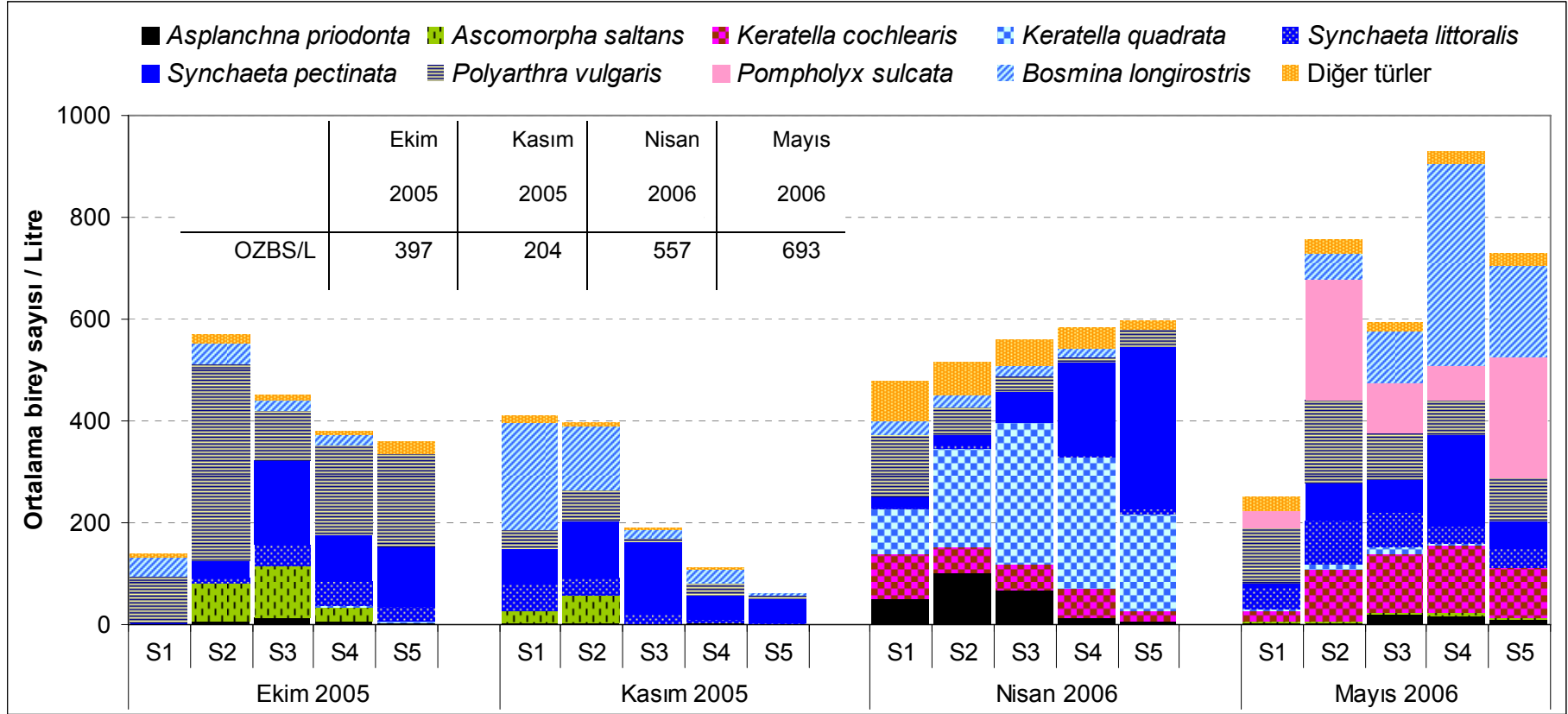
Familya		Bosminidae	Chydoridae			Daphniidae		Polyphemidae	Sididae
Tür		<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Alona rectangula</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>	<i>Eurycercus lamellatus</i>	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	<i>Daphnia galeata</i>	<i>Polyphemus pediculus</i>	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>
Ekim 2005	O±SD	21,3±23,2	<0,1	0	0	<0,1	<0,1	<0,1	0
	% S	100	18	0	0	6	6	6	0
	N _{MS}	92,00	0,50	0	0	1,00	0,50	0,50	0
	i _{MS}	S2-10	S3-10,S5-5	---	---	S4-10	S5-15	S4-5	---
Kasım 2005	O±SD	58,4±93,7	0,15±0,29	0	0	0	0	<0,01	0
	% S	100	41	0	0	0	0	6	0
	N _{MS}	352,0	1,00	0	0	0	0	0,04	0
	i _{MS}	S1-5	S2-10	---	---	---	---	S2-Y	---
Nisan 2006	O±SD	17,2±24,2	<0,1	0,52±0,92	0	0	<0,1	0	<0,1
	% S	94	6	65	0	0	6	0	6
	N _{MS}	74,0	0,50	3,5	0	0	0,50	0	1,00
	i _{MS}	S3-5	S4-15	S2-5	---	---	S2-5	---	S1-5
Mayıs 2006	O±SD	168,7±316,3	0	<0,1	<0,1	0	0,27±0,75	0	0
	% S	100	0	18	6	0	24	0	0
	N _{MS}	1300,0	0	0,50	0,50	0	3,0	0	0
	i _{MS}	S4-5	---	S5-5,10	S5-10	---	S5-5	---	---
Bütün tarihler	O±SD	66,4±173,4	<0,1	0,15±0,51	<0,01	<0,1	<0,1	<0,01	<0,1
	% S	99	16	21	1	1	9	3	1
	N _{MS}	1300,0	1,00	3,5	0,50	1,00	3,0	0,50	1,00
	i _{MS}	S4-5	S2-10	S2-5	S5-10	S4-10	S5-5	S4-5	S1-5

Çizelge 3.12 (devam)

Tür		Siklopid kopepod	Nauplii	Toplam Rotifer	Toplam Kladoser	Toplam Zooplankton
Ekim 2005	O±SD	0,80±2,89	1,03±1,70	373,7±336,1	21,5±23,1	397,1±345,3
	% S	53	71	100	100	100
	N _{MS}	12,00	5,50	1062,00	92,00	1083,50
	i _{MS}	S5-15	S1-5	S3-5	S2-10	S3-5
Kasım 2005	O±SD	<0,1	0,70±0,75	144,7±154,1	58,5±93,8	204,0±211,8
	% S	12	82	100	100	100
	N _{MS}	0,50	2,5	533,5	352,0	680,5
	i _{MS}	S4-5,15	S2-10	S3-5	S1-5	S2-5
Nisan 2006	O±SD	5,7±6,3	15,8±18,6	517,2±396,1	17,9±24,7	556,6±424,1
	% S	100	100	100	100	100
	N _{MS}	16,5	58,5	1306,0	74,0	1436,0
	i _{MS}	S2-10	S2-5	S3-5	S3-5	S3-5
Mayıs 2006	O±SD	2,9±4,0	5,1±5,2	516,1±504,3	169,1±316,5	693,1±751,2
	% S	82	100	100	100	100
	N _{MS}	14,5	20,0	1478,5	1300,0	2662,5
	i _{MS}	S5-15	S5-10	S2-5	S4-5	S4-5
Bütün tarihler	O±SD	2,3±4,5	5,7±11,3	387,9±392,8	66,7±173,5	462,7±500,7
	% S	62	88	100	100	100
	N _{MS}	16,5	58,5	1478,5	1300,0	2662,5
	i _{MS}	S2-10	S2-5	S2-5	S4-5	S4-5

Rotifer populasyonunda yoğunlukları ve baskınlık düzeyleri örnekleme tarihleri ve istasyonlara göre değişmekle birlikte tüm örneklemeelerde 7 familyaya ait 11 rotifer türü (*Asplanchna priodonta*, *Anuraeopsis fissa*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Ascomorpha saltans*, *Polyarthra vulgaris*, *Synchaeta littoralis*, *Synchaeta pectinata*, *Filinia longiseta*, *Hexarthra intermedia*, *Pompholyx sulcata*) herhangi bir numunede % 5'in üzerinde bir oranda bulunarak ve toplamda populasyonun % 80'ini teşkil edecek şekilde baskın hale geldi. Bu 11 türden herhangi bir numunede % 20'nin üzerinde saptanan ve birlikte numunedeki zooplanktonun % 80'ini oluşturacak şekilde baskın olan 8 tür (*Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Ascomorpha saltans*, *Polyarthra vulgaris*, *Synchaeta littoralis*, *Synchaeta pectinata*, *Pompholyx sulcata*) ve kladoserlerde baskın tek tür olan *Bosmina longirostris* türü ile numunede bulunan diğer türler toplamının örnekleme tarihleri ve istasyonlara göre dağılımı Şekil 3.14'te görülmektedir. Şekilde bulunan çizelgede de verildiği üzere, Kasım'da en düşük miktarlarda bulunan zooplankton yoğunluğu, ilkbahar döneminde yaklaşık 2 katına çıkarak Mayıs örneklemesinde en yüksek düzeyine ulaştı.

İstasyonlardaki tüm derinliklerin ortalaması üzerinden çizilen Şekil 3.14'te de görüleceği gibi, Ekim ve Kasım örneklemeelerinde barajın nehir bölgesi kabul edilebilecek olan S1 ve S2 istasyonlarından sete, S5 istasyonuna doğru zooplankton yoğunluğunda azalma görüldü. Ancak bu eğilim Nisan'da tam tersi yönde görülürken Mayıs'ta belirgin bir eğilim görülmedi. Bu artış ve azalış hareketleri şekilde gösterilen türler bazında



Şekil 3.14. Baskın zooplankton türlerinin (>%20), Ekim 2005 ila Mayıs 2006 tarihleri arasında girişten sete doğru (S1 ila S5) ortalama yoğunluk değişimleri ve ortalama birey sayısı çizelgesi (OZBS/L: Ortalama Zooplankton Birey Sayısı/Litre)

incelendiğinde, her bir örnekleme tarihinde sadece birkaç türden kaynaklı olan bir eğilimin ortaya çıktığı görülmektedir.

Zooplanktonların örnekleme istasyonları ve tarihlerinde bulunma sıklıkları ve yoğunlukları incelendiğinde (Çizelge 3.12), tüm örnekleme tarihlerinde Synchaetidae familyasından, *Synchaeta pectinata* ve *Polyarthra vulgaris* türlerine bütün istasyonlarda, yani % 100 sıklıkta ve en yüksek ortalama yoğunluklarda rastlandı (Sırasıyla; $O \pm SD$: $100,3 \pm 148,0$ ve $88,0 \pm 121,0$). Bu familyadan *Synchaeta littoralis* türünde % 97 sıklıkta ancak nispeten daha düşük ortalama yoğunlukta görüldü ($O \pm SD$: $26,0 \pm 38,0$). Rotiferlerden *Asplanchna priodonta* ve *Hexarthra intermedia* türlerine de yine yüksek sıklıklarda (% 90 ve %82) ancak düşük yoğunluklarda rastlandı (Çizelge 3.12). Kladoserlerden *Bosmina longirostris* türü % 99 sıklıkta ve tüm zooplankton türleri içerisinde üçüncü en yüksek ortalama yoğunlukta ($O \pm SD$: $66,4 \pm 173,4$) görüldü. Bu türlerin haricindeki zooplankton türlerinden % 20'nin üzerinde baskın türlerden olan ve özellikle ilkbahar döneminde önemli yoğunluklara ulaşan *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata* (Sırasıyla; maksimum birey/l (N_{MS}) = $242,0$ ve $732,0$), sonbaharda ve özellikle Ekim örneklemesinde en yüksek ortalama yoğunluğa ve maksimum değerine ulaşan *Ascomorpha saltans* (N_{MS} = $338,0$ birey/l) ve maksimum % 6'lık oranda baskın bulunan *Filinia longiseta* türü ile baskın türler arasında olmayan, litredeki ortalama miktarları 1 bireyin altında bulunan *Collotheca mutabilis*, *Lecane closterocerca* ve *Trichocerca similis* türleri, bütün istasyonlarda değilse de bütün örnekleme tarihlerinde görüldü (Çizelge 3.12). Tüm istasyonlarda ve bütün örnekleme için sırasıyla % 62 ve 88 sıklıkta rastlanan siklopoid kopepodlar ve nauplii de yine bütün örnekleme ve

nispeten düşük ortalama yoğunluklarda bulundu (Sırasıyla; $O \pm SD$: $2,3 \pm 4,5$ ve $5,7 \pm 11,3$ birey/l) (Çizelge 3.12). % 20'nin üzerinde baskın bulunan 8 türden *Pompholyx sulcata* ilkbahar döneminde ortaya çıkarak özellikle de Mayıs'ta önemli yoğunluklara ulaştı. Sonbahar döneminde bu türe rastlanmadı.

Sonbahar mevsimini temsil eden Ekim ve Kasım örneklemelerinde, barajın nehir bölgesinden sete doğru istasyonlarda ve bu istasyonların farklı derinliklerindeki zooplankton kompozisyonlarına bakıldığında, sonbahar mevsiminde herhangi bir numunede populasyonun % 5'inin üzerinde yoğunluğa sahip olarak baskın kabul edilen 7 rotifer türü, tek baskın kladoser türü *Bosmina longirostris* ve diğer türlerin toplamına ait litredeki birey sayısı değişimleri Şekil 3.15'te görülmektedir. Rotifer türlerinden, her iki örneklemede de düşük yoğunluklarda bulunan *Asplanchna priodonta*, bu mevsimde sadece Ekim'de rastlanan *Hexarthra intermedia* ve sadece Kasım'da görülen *Anuraeopsis fissa* türleri haricindeki 4 rotifer türü istasyonlarda yüksek yoğunluklara ulaştı. Ekim'de tüm istasyonlar toplamında % 47,3 oranıyla en baskın tür *Polyarthra vulgaris* türü oldu ($O \pm SD$: $187,7 \pm 179,0$) (Çizelge 3.13). Bu türün S1 ve S2 istasyonlarındaki yoğunluğu, örnekleme tarihleri içerisinde başka bir tür için rastlanmadığı şekilde rotifer populasyonunun sırasıyla % 94 ve 73'lük çok yüksek oranlarını temsil edecek şekilde yüksek bulundu. Ekim örneklemesinde ikinci baskın tür toplamda % 23,6'lık oranda temsil edilen *Synchaeta pectinata* türü idi. S3 istasyonundan itibaren daha önemli hale gelen bu tür özellikle 5m istasyonlarında yüksek yoğunluklarda idi (Şekil 3.15). Nitekim bu örneklemede S2 ile S5 istasyonlarının yüzey ve 5m derinlikleri karşılaştırıldığında, fark istatistiki olarak da önemli bulundu ($p = 0,043$). *Ascomorpha saltans* türü bu

örneklemede % 11,2'lik bir oranla üçüncü sırayı aldı. Bu tür özellikle S3-5'deki maksimum 338,0 birey/l değer ile tüm örneklemeler içerisindeki en yüksek yoğunluğuna ulaştı. Bu örneklemede toplamda ortalama % 5'in üzerinde bulunan diğer iki tür olan *Synchaeta littoralis* ve *Bosmina longirostris* türlerine (Sırasıyla, % 7,2 ve 5,4) özellikle 5m ve 10m derinliklerde yüksek yoğunluklarda rastlandı (Çizelge 3.13). Bu iki tür istatistiki olarak da 5m derinlikte yüzeyden daha yüksek yoğunlukta bulundu (Yukarıdaki sırayla; $p = 0,043$ ve $0,047$). Ekim'de zooplankton popülasyonunun bütün istasyonlarda yüzeyde en düşük yoğunluklarda olduğu, 5m'lerde en yüksek yoğunluklara ulaştıktan sonra 15m derinliğe doğru azaldığı görüldü (S5-10 istasyonundan yüksek olan S5-15 istasyonu istisnadır). Toplam zooplankton popülasyonları bu değişimle ilişkili olarak karşılaştırıldığında, yüzey yoğunluklarının istatistiki olarak 5m, 10m ve 15m derinliklerden düşük olduğu (Sırasıyla; $p = 0,009$; $0,021$ ve $0,0495$), 5m derinliklerin ise 10m ve 15m derinliklerden yüksek olduğu bulundu (Sırasıyla; $p = 0,021$ ve $0,0495$).

Örnekleme tarihleri içerisinde en düşük zooplankton yoğunluğunun görüldüğü Kasım örneklemesine gelindiğinde, özellikle toplam rotifer popülasyonunun ve Ekim'de en baskın tür olan *Polyarthra vulgaris* türünün önemli düzeyde azaldığı görüldü (Sırasıyla; $p = 0,018$ ve $0,000$). Buna bağlı olarak toplam ortalama yoğunluğu Ekim'de Kasım örneklemesinden daha yüksek olmasına rağmen (Sırasıyla; $O \pm SD$: $93.9 \pm 128,0$ ve $84.1 \pm 116,9$) (Çizelge 3.12), *Synchaeta pectinata* türü bu örneklemede toplamda % 41,2'lik bir oranla en yoğun tür oldu. Bu türü sırasıyla % 28,6; 11,9; 9,1 ve 6,2 ile *Bosmina longirostris*, *Polyarthra vulgaris*, *Synchaeta littoralis* ve *Ascomorpha*

saltans türleri takip etti (Çizelge 3.12 ve Şekil 3.15). *Bosmina longirostris* türü bu örneklemede özellikle S1 ve S2 istasyonlarında, S1-5'te 352,0 birey/l ile numunedeki toplam zooplanktonun % 62,1'ini teşkil edecek şekilde yoğundu.

Ekim örneklemesine benzer şekilde Kasım'da da her bir istasyondaki en düşük toplam zooplankton yoğunluğu yüzeylede, en yüksek yoğunluklar ise 5m derinliklerde görüldü. 15m derinliğe inildikçe miktar azaldı (Şekil 3.15). Bu artış ve azalışlar her derinlikte toplam zooplankton popülasyonu için olmasa da, popülasyonun % 41'ini oluşturan *Synchaeta pectinata* türü için istatistiki olarak da önemli bulundu ($p < 0,05$). Sonbahar mevsiminde her iki örneklemede de istasyonlardaki litredeki ortalama zooplankton miktarı S2 istasyonundan S5 istasyonuna doğru Kasım'da daha belirgin olacak şekilde azalma gösterdi (Şekil 3.15).

İlkbahar mevsimiyle birlikte sonbahar mevsiminden farklı olarak rotiferlerden *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Pompholyx sulcata* ve nispeten düşük yoğunluklardaki *Filinia longiseta* türleri baskın türler arasına girerken *Anuraeopsis fissa* ve *Ascomorpha saltans* türleri baskın bulunmadı. Siklopoid kopepodlar ve nauplii de yine ilkbaharda % 5'in üzerinde bulundu. İlkbahar mevsiminde zooplankton miktarlarında görülen artış, büyük oranda Nisan numunelerinde baskın hale gelen *Keratella* türlerinden kaynaklı oldu (Şekil 3.16). Özellikle *Keratella quadrata* türü, % 38,6'lık oranla bu örneklemede görülen en baskın türdü. *Synchaeta pectinata*, *Keratella cochlearis*, *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra vulgaris* türleri de yine bu örneklemede baskın olan türlerdi (Sırasıyla; % 24,9; 8,7; 8,2; 7,3). Nisan'da barajın nehir bölgesinden sete doğru istasyonlardaki ortalama zooplankton

Çizelge 3.13. 2005-2006 su kalitesi izleme çalışmasında baskın olan türlerin, örnekleme tarihlerinde yüzey (Y), 5m (5), 10m (10), 15m (15) ve tüm derinliklerdeki (T) ortalama±standard sapma değerleri (O±SD) ve yoğunluk yüzdeleri (%)

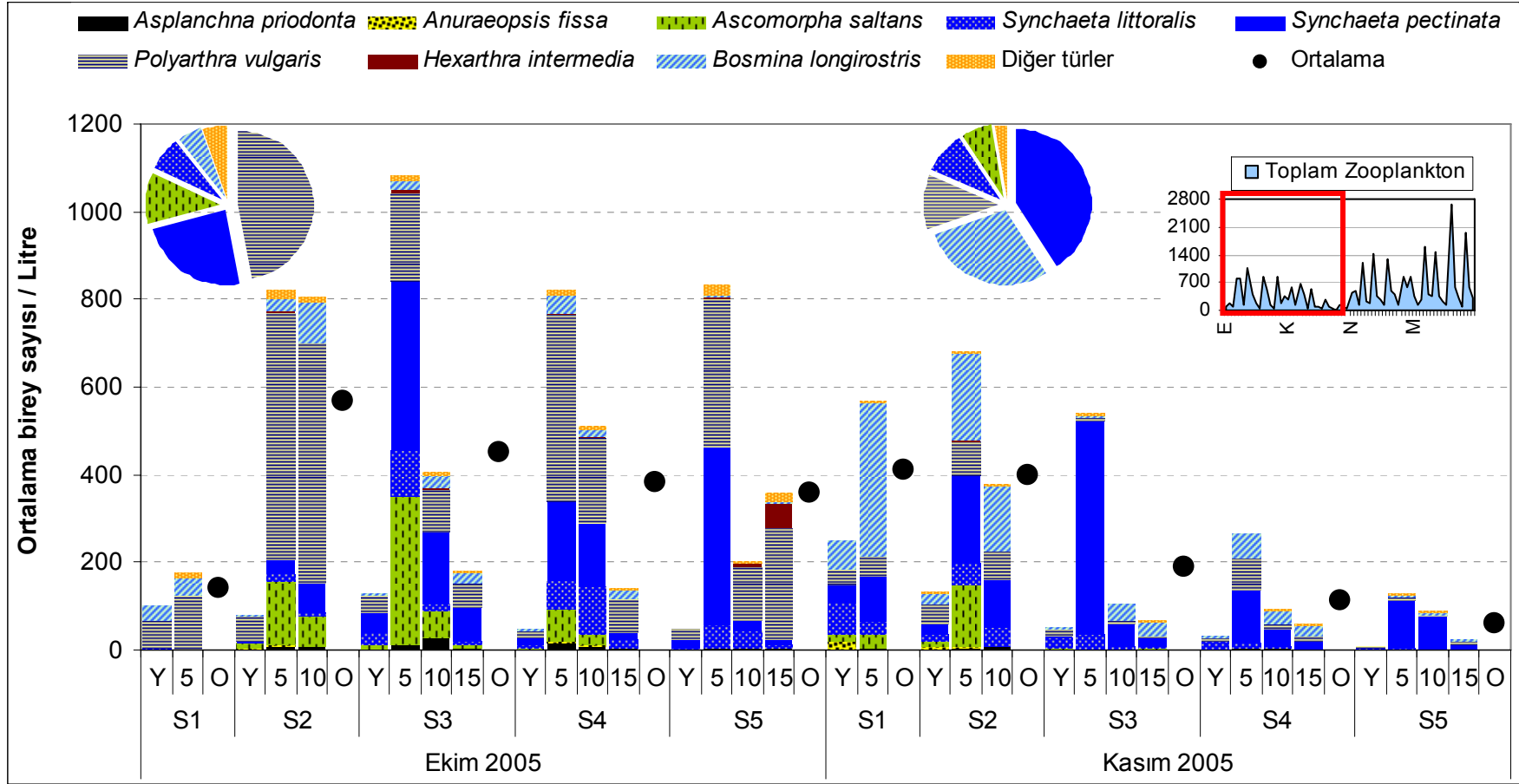
Tür	Değişken	<i>Asplanchna priodonta</i>		<i>Anuraeopsis fissa</i>		<i>Keratella cochlearis</i>		<i>Keratella quadrata</i>		<i>Ascomorpha saltans</i>	
		O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%
Ekim 2005	Y	1,08±0,58	1,3	0,63±0,65	0,8	0	0	0	0	5,7±6,0	7,0
	5	8,7±7,4	1,2	0,7±0,84	<0,1	<0,1	<0,1	4,7±9,1	0,6	111,8±140,1	15,0
	10	11,8±10,9	2,4	0,38±0,48	<0,1	0,13±0,25	<0,1	0,63±0,63	0,1	39,3±31,8	8,2
	15	3,8±1,5	1,7	0,33±0,58	0,1	0,50±0,87	0,2	0,50±0	0,2	3,7±4,4	1,6
	T	6,3±7,4	1,6	0,54±0,63	0,1	0,15±0,39	<0,1	1,6±5,0	0,4	44,5±85,5	11,2
Kasım 2005	Y	0,17±0,24	0,2	5,5±9,1	5,9	0	0	0	0	6,6±8,0	7,0
	5	2,4±2,4	0,6	0,7±1,57	0,2	0	0	<0,1	<0,1	36,0±61,8	8,3
	10	3,3±3,2	2,0	0,25±0,29	0,2	0	0	0	0	0,75±1,50	0,5
	15	0,50±0,50	1,0	0,67±0,76	1,3	0,17±0,29	0,3	0	0	0,17±0,29	0,3
	T	1,6±2,3	0,8	2,0±5,2	1,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	12,7±34,9	6,2
Nisan 2006	Y	14,1±9,3	7,0	0	0	54,3±58,4	27,0	47,7±21,8	23,8	<0,1	<0,01
	5	131,8±120,4	12,5	0	0	100,5±65,5	9,5	501,3±231,6	47,4	0	0
	10	9,3±4,3	2,2	0	0	9,5±1,2	2,3	160,3±66,0	38,8	0	0
	15	2,0±0,9	0,4	0	0	4,3±3,1	0,9	89,8±10,7	17,7	0	0
	T	45,5±83,5	8,2	0	0	48,5±59,4	8,7	215,0±228,9	38,6	<0,01	<0,001
Mayıs 2006	Y	2,3±1,5	0,9	<0,1	<0,1	38,2±28,5	15,8	0,17±0,06	<0,1	0,44±0,62	0,2
	5	31,8±32,8	2,0	0	0	143,2±92,1	9,1	4,0±2,3	0,3	10,6±8,3	0,7
	10	5,8±7,0	1,2	0	0	133,8±59,5	28,1	19,5±13,4	4,1	2,3±1,8	0,5
	15	2,2±2,0	0,8	0	0	101,2±43,7	36,1	3,0±0,9	1,1	0,67±1,15	0,2
	T	11,8±21,4	1,7	<0,1	<0,01	102,7±72,6	14,8	6,3±9,7	0,9	3,9±6,2	0,6

Çizelge 3.13 (devam)

Tür		<i>Polyarthra vulgaris</i>		<i>Synchaeta littoralis</i>		<i>Synchaeta pectinata</i>		<i>Filinia longiseta</i>		<i>Hexarthra intermedia</i>	
Değişken		O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%
Ekim 2005	Y	39,3±20,8	48,1	7,8±11,1	9,6	17,2±17,3	21,1	0	0	<0,1	0,1
	5	330,4±176,1	44,2	47,2±40,1	6,3	201,8±192,0	27,0	<0,1	<0,1	3,7±2,5	0,5
	10	239,4±208,6	49,8	44,4±44,9	9,2	99,1±65,8	20,6	0	0	3,6±1,3	0,8
	15	128,2±107,2	56,4	11,5±8,3	5,1	34,8±35,3	15,3	0,17±0,29	<0,1	20,5±32,5	9,0
	T	187,7±179,0	47,3	28,6±34,4	7,2	93,9±128,0	23,6	<0,1	<0,1	5,6±13,7	1,4
Kasım 2005	Y	19,8±17,9	21,1	26,3±26,8	28,0	15,9±17,3	16,9	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1
	5	41,9±34,4	9,6	25,1±18,7	5,8	204,0±162,1	46,8	0	0	0,50±0,61	0,1
	10	21,8±27,0	13,1	13,3±19,4	8,0	68,9±31,5	41,4	0,13±0,25	<0,1	0,38±0,25	0,2
	15	5,8±3,3	11,6	2,2±3,3	4,3	18,0±4,0	35,8	0	0	0,33±0,29	0,7
	T	24,3±26,1	11,9	18,6±20,7	9,1	84,1±116,9	41,2	<0,1	<0,1	0,31±0,39	0,2
Nisan 2006	Y	46,2±67,1	23,0	3,8±4,6	1,9	14,6±8,6	7,3	7,6±10,9	3,8	<0,01	<0,01
	5	72,6±38,6	6,9	5,0±4,2	0,5	105,2±83,5	10,0	25,5±12,6	2,4	3,9±4,1	0,4
	10	17,3±6,6	4,2	4,9±5,6	1,2	163,3±162,3	39,6	7,0±3,6	1,7	7,0±4,9	1,7
	15	10,0±3,0	2,0	8,3±6,0	1,6	367,3±318,3	72,3	3,0±1,0	0,6	2,3±1,5	0,5
	T	40,8±46,4	7,3	5,2±4,8	0,9	138,5±185,7	24,9	11,9±12,5	2,1	3,2±4,0	0,6
Mayıs 2006	Y	84,3±65,0	34,8	52,4±18,6	21,6	23,0±11,1	9,5	4,2±4,4	1,7	9,5±10,5	3,9
	5	200,3±109,9	12,8	104,2±79,6	6,7	243,8±234,8	15,6	4,2±3,0	0,3	9,1±3,4	0,6
	10	45,0±16,4	9,5	17,0±7,5	3,6	21,5±9,8	4,5	2,5±1,6	0,5	8,9±8,0	1,9
	15	28,0±10,4	10,0	7,3±3,4	2,6	7,5±4,8	2,7	2,3±1,9	0,8	7,8±4,9	2,8
	T	99,2±95,3	14,3	51,4±56,7	7,4	84,9±158,3	12,2	3,5±3,0	0,5	8,9±6,8	1,3

Çizelge 3.13 (devam)

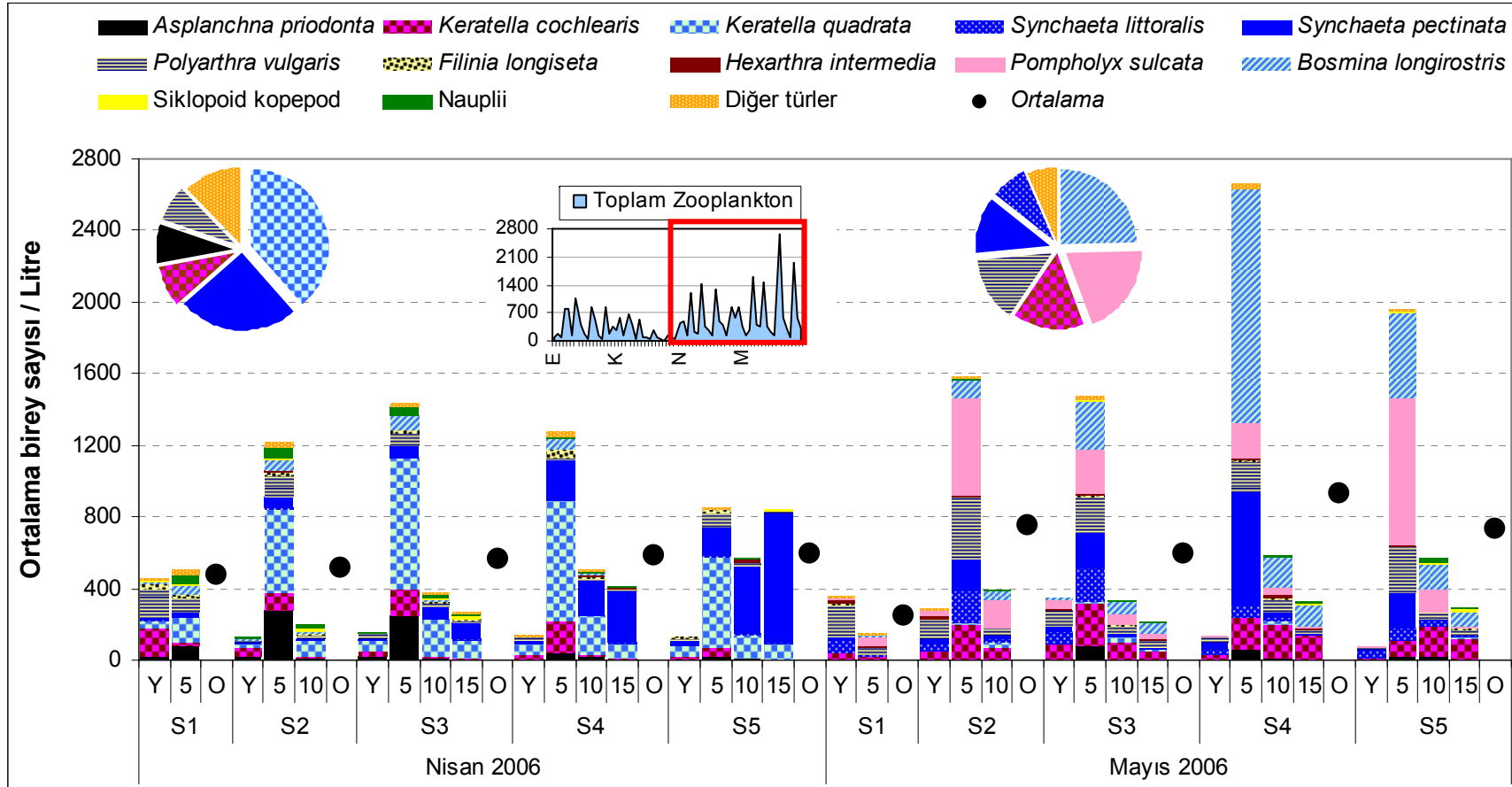
Tür		<i>Pompholyx sulcata</i>		<i>Bosmina longirostris</i>		Siklopid kopepod		Nauplii		Diğer türler	
Değişken		O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%	O±SD	%
Ekim 2005	Y	0	0	8,6±13,7	10,5	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	1,13±1,14	1,4
	5	0	0	27,6±16,2	3,7	<0,1	<0,1	1,6±2,2	0,2	9,1±6,6	1,2
	10	0	0	34,8±39,6	7,2	0,13±0,25	<0,1	0,63±0,95	0,1	6,4±5,1	1,3
	15	0	0	14,2±9,6	6,2	4,2±6,8	1,8	2,2±2,6	1,0	2,7±1,4	1,2
	T	0	0	21,3±23,2	5,4	0,80±2,9	0,2	1,03±1,70	0,3	5,0±5,3	1,3
Kasım 2005	Y	0	0	19,0±28,6	20,2	0	0	0,17±0,19	0,2	0,52±0,72	0,5
	5	0	0	123,2±150,9	28,2	<0,1	<0,1	0,80±0,57	0,2	1,40±0,65	0,3
	10	0	0	55,5±64,8	33,4	0	0	0,88±1,18	0,5	1,38±1,44	0,8
	15	0	0	19,7±14,3	39,1	0,17±0,29	0,3	1,17±0,76	2,3	1,50±0,87	3,0
	T	0	0	58,4±93,7	28,6	<0,1	<0,1	0,70±0,75	0,3	1,15±0,95	0,6
Nisan 2006	Y	0	0	4,7±4,8	2,4	0,68±0,88	0,3	3,3±2,6	1,6	3,6±2,3	1,8
	5	0,50±1,12	<0,1	46,5±27,9	4,4	8,0±6,5	0,8	33,6±25,7	3,2	22,2±6,9	2,1
	10	0,13±0,25	<0,1	6,9±2,9	1,7	8,0±7,3	1,9	15,1±9,5	3,7	4,1±2,7	1,0
	15	0,33±0,58	<0,1	3,0±3,0	0,6	7,0±7,6	1,4	8,0±5,3	1,6	2,8±2,0	0,6
	T	0,24±0,64	<0,1	17,2±24,2	3,1	5,7±6,3	1,0	15,8±18,6	2,8	9,0±9,6	1,6
Mayıs 2006	Y	20,8±20,7	8,6	3,3±2,0	1,4	<0,1	<0,01	0,31±0,11	0,1	3,3±3,1	1,4
	5	371,7±302,9	23,7	431,2±518,1	27,5	1,60±1,43	0,1	3,9±1,0	0,2	5,9±5,0	0,4
	10	94,3±53,6	19,8	107,8±56,8	22,7	4,5±4,0	0,9	9,6±7,4	2,0	3,3±1,2	0,7
	15	14,7±17,2	5,2	88,2±32,5	31,4	7,5±6,4	2,7	9,2±2,3	3,3	1,00±0	0,4
	T	140,2±219,8	20,2	168,7±316,3	24,3	2,9±4,0	0,4	5,1±5,2	0,7	3,7±3,5	0,5



Şekil 3.15. Baskın zooplankton türlerinin (> % 5) Ekim ve Kasım 2005 örnekleme döneminde istasyonların farklı derinliklerindeki yoğunluklarının girişten sete doğru (S1 – S5) değişimleri

yoğunlukları düşük miktarlarda olsa da artış gösterdi (Şekil 3.16). Sırasıyla en düşük ve en yüksek zooplankton yoğunlukları yüzey ve 5m derinliklerde görüldü. Yüzeydeki düşük ve 5m'deki yüksek yoğunluk değerleri bütün derinlikler için hem toplam zooplankton hem de en baskın tür olan *Keratella quadrata* türünde istatistiki olarak da önemli bulundu ($p < 0,05$).

Nisan'da en baskın tür durumunda olan *Keratella quadrata* türü Mayıs örneklemeğinde neredeyse önemsiz hale geldi. Aynı familyadan Nisan'da da yüksek yoğunlukta görülen ($O \pm SD$: $48,5 \pm 59,4$) *Keratella cochlearis* türü yaklaşık 2 katına çıkarak ($O \pm SD$: $102,7 \pm 72,6$) Mayıs örneklemeindeki toplam zooplanktonun %14,8'lik bir oranını teşkil etse de, bu örneklemede görülen artışta en büyük rolü, *Bosmina longirostris* ve *Pompholyx sulcata* türleri oynamıştır (Sırasıyla; % 24,3 ve 20,2). *Bosmina longirostris* türü bu örneklemede S4-5 istasyonunda ulaştığı 1300,0 birey/l maksimum yoğunlukla hem kendi türünün hem de diğer zooplankton türlerinin tüm örnekleme için litredeki en yüksek değerine ulaştı (Çizelge 3.13). Diğer zooplankton türleri ile birlikte bu tarihte S4-5 istasyonundaki zooplankton miktarı litrede 2663 birey ile tüm örnekleme için maksimum değerini buldu. Mayıs'ta toplamda % 5'in üzerinde yoğunluklarda görülen diğer türler ise Synchaetidae familyasına ait 3 tür (*Polyarthra vulgaris*, *Synchaeta pectinata*, *Synchaeta littoralis*) oldu. Bu türler sırasıyla % 14,3, 12,2 ve 7,4'lük oranlarla özellikle istasyonların 5m derinliklerinde önemli yoğunluklarda görüldü. Bu örneklemede de S1 istasyonu haricinde 5m derinliklerdeki toplam zooplankton miktarları diğer derinliklere göre en yüksek değerlerde idi ($p < 0,05$). Diğer derinliklerle olan fark bu örneklemede özellikle *Bosmina longirostris* ve *Pompholyx sulcata* türlerinden kaynaklı olarak yüksek



Şekil 3.16. Baskın zooplankton türlerinin (> % 5) Nisan ve Mayıs 2005 örnekleme zamanlarında istasyonların farklı derinliklerindeki yoğunluklarının girişten sete doğru (S1 – S5) değişimleri

düzeyleerde olsa da, Synchaetidae familyasına ait türlerinde bu farklılıkta etkili olduğu görülmektedir (Şekil 3.16).

Su kalitesi izleme çalışması kapsamında pelajik istasyonların farklı derinliklerinden alınan numuneler, tür çeşitliliği bakımından değerlendirildi (Çizelge 3.14). Dikey olarak S3, S4 ve S5 istasyonlarında Nisan'da yüzey ve 5m'lerde, Ekim örneklemesinde ise 5m derinliklerdeki tür çeşitliliğinin 15m derinliklerden istatistiki olarak da yüksek olduğu bulundu ($p < 0,05$).

Çizelge 3.14. Örnekleme tarihlerinde su kalitesi izleme çalışmasına ait her bir istasyonda rotifer ve kladoser türleri kullanılarak hesaplanan Shannon Wiener indeks değeri

İstasyon	Ekim'05	Kasım'05	Nisan'06	Mayıs'06
S1-Y	0,52	2,14	2,29	2,35
S1-5	0,43	1,94	2,99	2,35
S2-Y	1,62	2,26	2,49	2,59
S2-5	1,40	1,97	2,71	2,37
S2-10	1,23	1,77	2,58	2,38
S3-Y	2,00	1,96	2,43	2,43
S3-5	2,06	0,54	1,96	2,72
S3-10	2,25	1,20	1,95	2,58
S3-15	1,88	2,08	1,79	2,44
S4-Y	2,07	1,54	2,25	2,50
S4-5	1,93	1,56	1,99	2,31
S4-10	2,37	1,77	1,81	2,39
S4-15	1,81	1,39	1,92	1,75
S5-Y	1,45	1,47	2,82	2,18
S5-5	2,00	0,53	2,81	2,03
S5-10	1,55	0,67	1,54	2,28
S5-15	1,74	1,54	0,81	1,81
Ortalama	1,67	1,55	2,18	2,32
Aralıklar	3,0 – 4,0	2,0 – 3,0	1,0 – 2,0	< 1,0

İlkbahar mevsimi, litoral – pelajik çalışmasında olduğu gibi tür çeşitliliği bakımından sonbahardan daha yüksekti (Çizelge 3.14). İndeks değerleri 0,43 ila 2,99 arasında değişti. En yüksek değer Nisan örneklemeğinde nehir bölgesindeki S1-5 istasyonunda en düşük değer ise yine Ekim’de aynı istasyonda görüldü.

3.1.2. Fiziksel ve kimyasal değişkenler

3.1.2.1. Litoral – pelajik izleme çalışması

Kapulukaya Baraj Gölü’nde Temmuz 2005 ila Mayıs 2006 tarihleri arasında yaz, sonbahar ve ilkbahar mevsimlerini temsilen yapılan örneklemelemlerde litoral ve pelajikte 5 istasyonda ve bu istasyonların her iki kıyısında ölçülen sıcaklık ve çözünmüş oksijen değerleri Şekil 3.17 ve 3.18’de gösterilmektedir.

Çalışma süresince kıyı örneklemelemlerinin yapıldığı maksimum derinlik olan 4 metre derinliğe kadar ölçülen sıcaklık değerleri, 11,4 °C (Kasım 2005’te S1-L2 istasyonunda 4 m derinlikte) ila 28,9 °C (Ağustos 2005’te S3-L2 istasyonunda yüzeyde) arasında değişim gösterdi.

Su ve plankton numunelerinin toplandığı 0 – 2 m derinlik aralığında ölçülen sıcaklık değerlerine bakıldığında, bu derinlik aralığındaki litoral ve pelajik değerler arasındaki farklar maksimum 1,9 °C’ye ulaşsa da, nadiren 1 °C’nin üzerine çıktı. İstasyonların derinlik ortalamalarında ise fark 1 °C’nin altında kaldı. Her bir tarih için girişten sete kadar olan L1 ve L2 istasyonları ayrı ayrı olacak şekilde pelajik istasyonlarla karşılaştırıldığında, litoral ve

pelajik istasyonların benzer sıcaklıklarda olduğu, istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmadığı görüldü ($p < 0,05$).

Sıcaklık değerleri yüzeyden dibe doğru azalma gösterdi. Özellikle Ağustos 2005 ve Mayıs 2006 tarihlerinde sıcaklık tabakalaşması 0,5 m aralıkta 2,6 °C'ye ulaşan düşüşlerle gözlemlendi. Bu tarihlerde S1 istasyonunun her iki kıyısında ve pelajikte yaklaşık 3 m derinliklerde tespit edilen ani sıcaklık düşüşü, yataktan çok uzak olmayan kıyılarda, bu derinliklerde gelen sudan kaynaklı ani bir soğuma olduğunu göstermektedir.

Özellikle Mayıs örnekleme tarihinde neredeyse bütün kıyı ve pelajik istasyonlarda yüzey ile 1,5 m derinlik arasında belirgin bir sıcaklık tabakalaşması olduğu, benzer bir tabakalaşmanın daha zayıf olmakla birlikte Ağustos'ta da oluştuğu görüldü. Diğer örnekleme tarihlerinde ise kıyılarda sıcaklıklar yüzey ve dip arasında fazla değişim göstermedi.

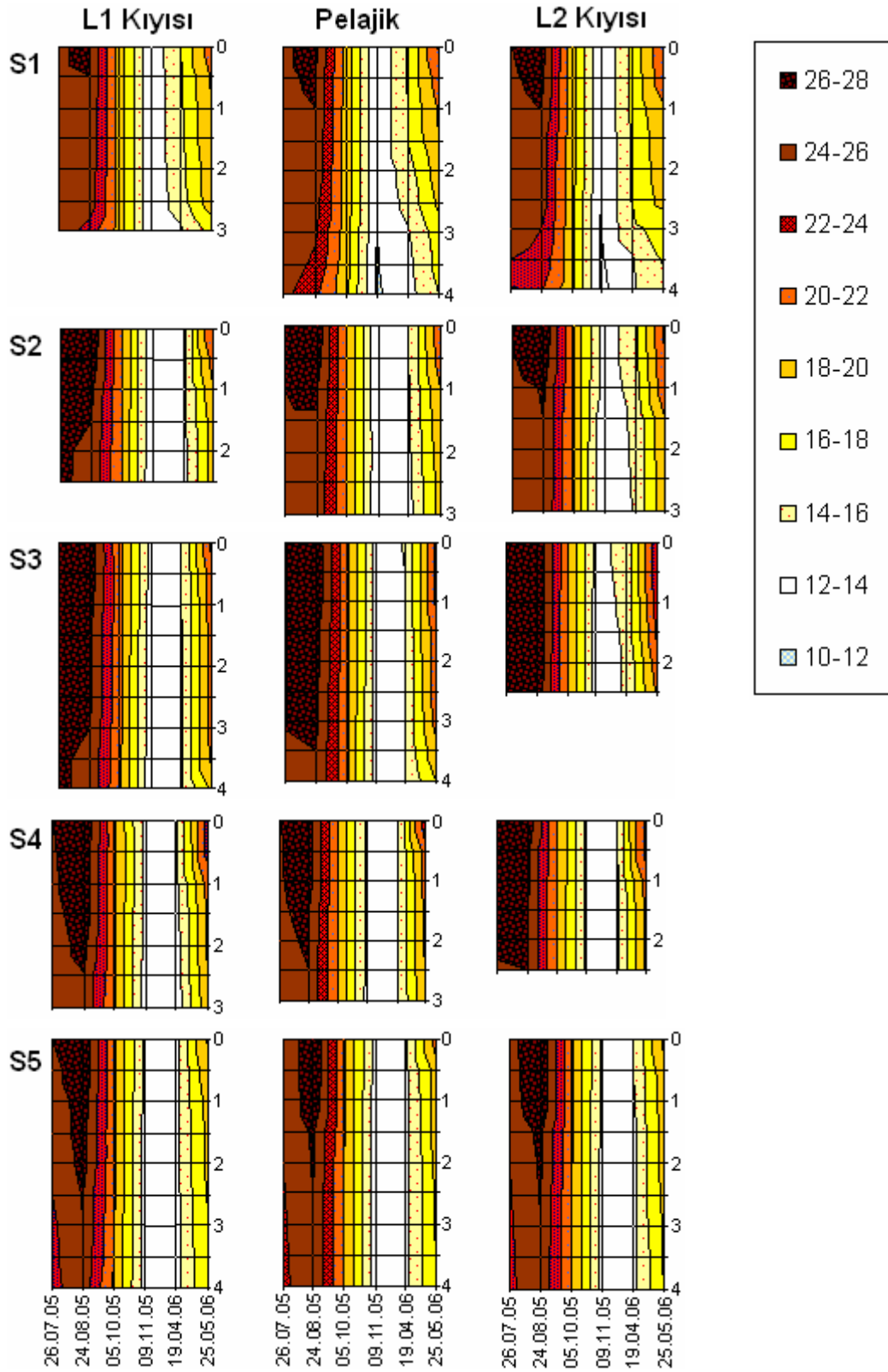
Sıcaklıklardaki yatay farklılıklar değerlendirildiğinde, hem litoral hem de pelajik istasyonlarda, barajın özellikle S1 ve S2 istasyonlarının 0 ila 2 m aralıktaki ortalama sıcaklıkları, set istasyonu olan S5 istasyonundan Temmuz, Nisan ve Mayıs örnekleme tarihinde daha yüksek bulundu. Ağustos, Ekim ve Kasım'da ise aksine bu istasyonlardaki ortalama sıcaklıklar, S5 istasyonlarından daha düşük bulundu. S3 ve S4 istasyonlarının pelajik ve litoral kısımları S5 istasyonlarıyla karşılaştırıldığında ise; Temmuz, Ekim, Nisan ve Mayıs örnekleme tarihinde genellikle S3 istasyonundan S5 istasyonuna doğru ortalama sıcaklıkların azaldığı görülürken, diğer örnekleme tarihinde herhangi bir eğilim gözlemlenmedi (Çizelge 3.15).

Çalışma süresince litoralde ve pelajikte en yüksek çözünmüş oksijen konsantrasyonları sırasıyla Ağustos 2005 ve Nisan 2006 örneklemelerinde ölçüldü. Bu örneklemelerde tespit edilen oksijen miktarları diğer örneklemelerden istatistiki olarak da yüksek bulundu ($p < 0,05$). Litoralde tespit edilen en yüksek çözünmüş oksijen konsantrasyonu 17,85 mg/l ile Ağustos'ta S2-L1 istasyonunda (2,5 m'de), en düşük değer ise 2,68 mg/l olarak Ekim'de S5-L1 istasyonunda (4 m'de) ölçüldü. Belirtmek gerekir ki, bu en düşük değer bu istasyondaki istisnai düşüşle ilgilidir. Ekim S5-L1 örnekleme göz ardı edildiğinde en düşük değer 6,51 mg/l ile S5-L2 istasyonunda yine Ekim'de ölçüldü. Şekil 3.18'de de görüleceği gibi oksijen konsantrasyonları çoğunlukla 8 ila 14 mg/l aralığında değişmektedir.

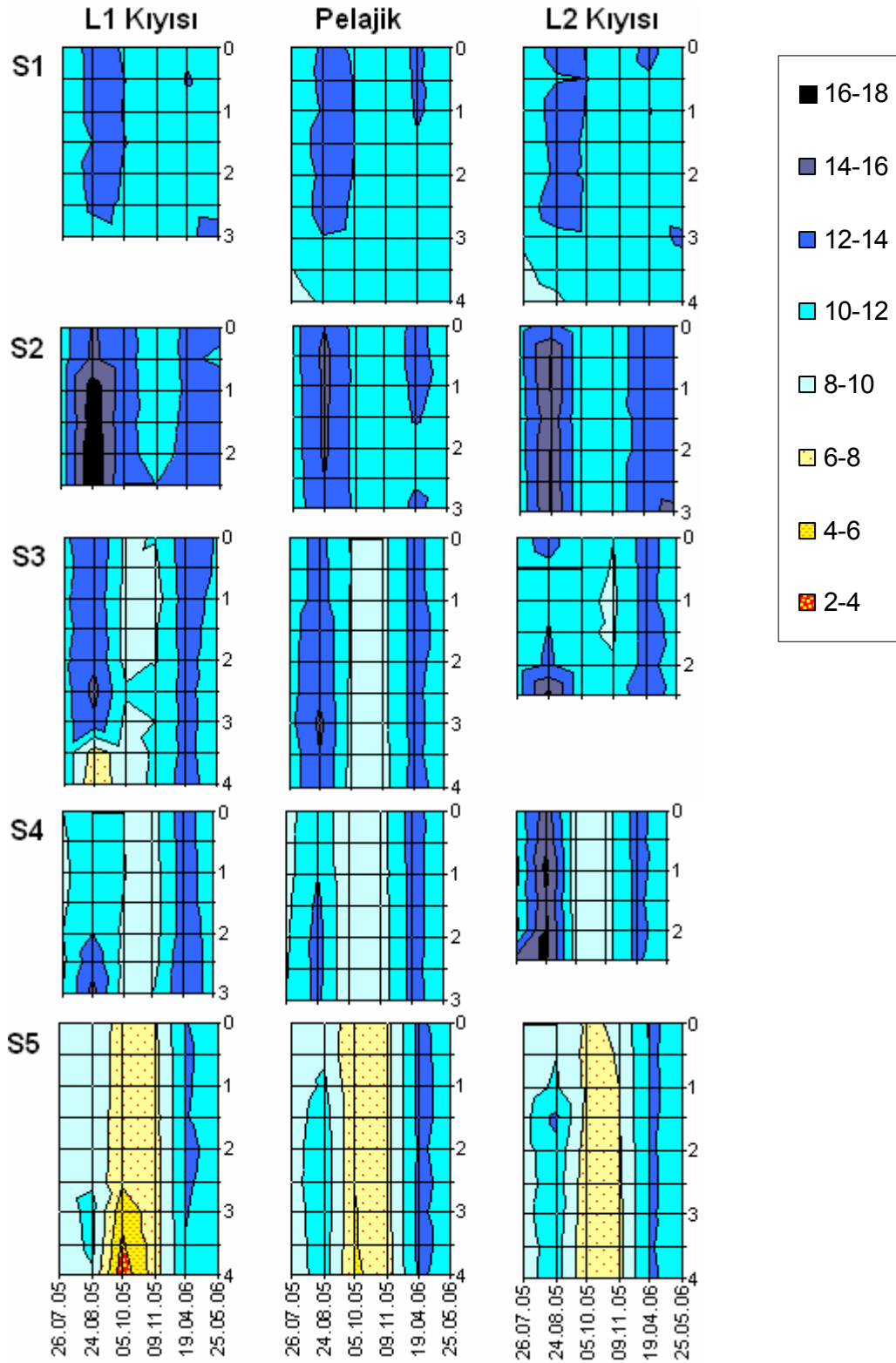
İstasyonlarda sıcaklıkla paralel bir oksijen tabakalaşması gözlenmedi. Çözünmüş oksijen konsantrasyonları Ağustos'ta sıkça dibe doğru artma eğilimi gösterdi (Şekil 3.18). Diğer örnekleme tarihlerinde ise istasyonlarda birkaç istisna haricinde dibe doğru azalma veya artış şeklinde belirgin bir eğilim gözlenmedi.

Çözünmüş oksijen konsantrasyonları litoral ve pelajik istasyonlarda örneklemelerin yapıldığı 0 – 2 m aralıklar için karşılaştırıldığında, genel olarak litoral oksijen konsantrasyonlarının pelajikten yüksek olduğu görüldü. Litoral istasyonlarda ortalamada en yüksek 3,7 mg/l farklılıklara ulaşılma birlikte, her bir tarih için girişten sete kadar olan L1 ve L2 istasyonları ayrı ayrı olacak şekilde pelajik istasyonlarla karşılaştırıldığında, farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı görüldü ($p < 0,05$).

Barajda girişten sete doğru litoral ve pelajik istasyonlar yatay olarak karşılaştırıldığında, yaz mevsimini temsil eden Temmuz ve Ağustos rneklemelerinde genellikle girişten S2 ya da S3 istasyonlarına kadar artma, sonrasında azalma; Ekim ve Kasım rneklemelerinde ise girişten sete doğru azalma eğilimi gözlendi. İlkbahar mevsimini temsil eden Nisan ve Mayıs rneklemelerinde ise, değerler birbirine yakındı ve herhangi bir eğilim görülmedi (izelge 3.16).



Şekil 3.17. Litoral – pelajik izleme çalışmasında pelajik istasyonlar ve bu istasyonların her iki kıyısında (L1 ve L2) sıcaklığın (°C) zamana ve derinliğe bağlı değişimleri



Şekil 3.18. Litoral – pelajik izleme çalışmasında pelajik istasyonlar ve bu istasyonların her iki kıyısında (L1-L2) çözülmüş oksijen konsantrasyonunun (mg/l) zaman ve derinliğe bağlı değişimleri

Çizelge 3.15. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, örnekleme tarihlerinde istasyonlarda 0 – 2 m aralığında ölçülen sıcaklıkların ortalama \pm standart sapma değerleri

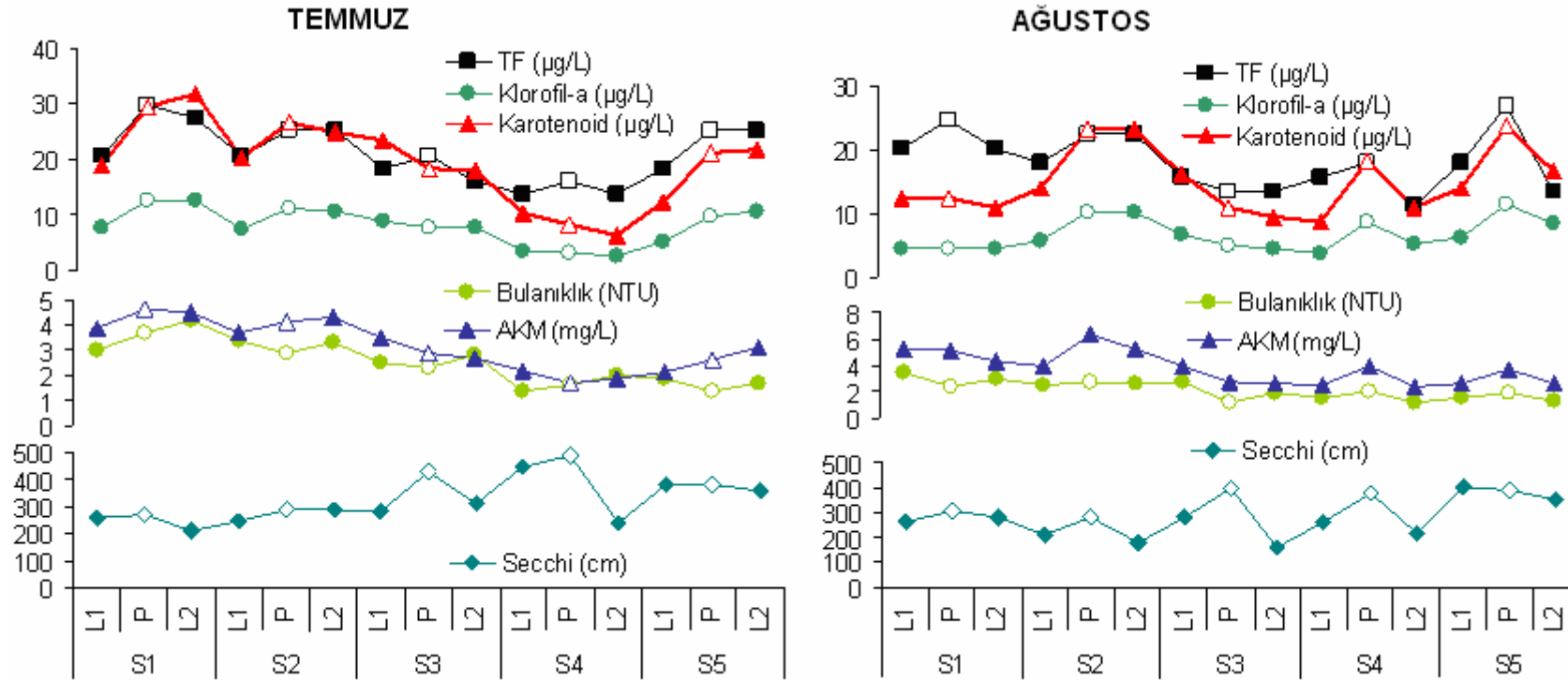
İstasyon	Sıcaklık (°C)					
	Temmuz 2005	Ağustos 2005	Ekim 2005	Kasım 2005	Nisan 2006	Mayıs 2006
S2-L1	25,74 \pm 0,15	25,70 \pm 0,39	19,24 \pm 0,05	12,42 \pm 0,04	15,66 \pm 0,23	20,16 \pm 0,74
S2-P	25,72 \pm 0,08	25,94 \pm 0,40	19,10 \pm 0	12,10 \pm 0	15,98 \pm 0,44	20,48 \pm 1,13
S1-L2	25,56 \pm 0,24	26,02 \pm 0,75	19,00 \pm 0	12,00 \pm 0	16,16 \pm 0,05	20,24 \pm 1,27
S2-L1	26,26 \pm 0,05	26,78 \pm 1,12	19,84 \pm 0,05	12,34 \pm 0,09	13,58 \pm 0,32	20,44 \pm 1,38
S2-P	25,98 \pm 0,19	26,46 \pm 0,71	19,80 \pm 0	12,12 \pm 0,04	13,9 \pm 0,16	20,50 \pm 1,08
S2-L2	25,62 \pm 0,36	26,68 \pm 1,06	19,60 \pm 0	12,48 \pm 0,40	14,86 \pm 0,40	21,10 \pm 1,29
S3-L1	26,46 \pm 0,05	26,84 \pm 0,34	20,58 \pm 0,13	13,20 \pm 0,20	13,80 \pm 0,16	21,50 \pm 0,56
S3-P	26,26 \pm 0,05	27,18 \pm 0,44	20,54 \pm 0,05	13,30 \pm 0	14,02 \pm 0,04	21,86 \pm 0,65
S3-L2	26,32 \pm 0,04	28,18 \pm 0,43	20,52 \pm 0,08	12,96 \pm 0,13	14,62 \pm 0,29	22,52 \pm 0,95
S4-L1	25,50 \pm 0,41	27,36 \pm 0,34	20,34 \pm 0,05	13,30 \pm 0	13,44 \pm 0,30	21,34 \pm 1,34
S4-P	25,76 \pm 0,11	26,68 \pm 0,37	20,10 \pm 0	13,50 \pm 0	13,72 \pm 0,11	21,46 \pm 1,13
S4-L2	26,46 \pm 0,32	26,46 \pm 0,56	20,16 \pm 0,15	13,56 \pm 0,05	13,78 \pm 0,18	21,72 \pm 1,18
S5-L1	24,98 \pm 0,70	27,02 \pm 0,33	20,26 \pm 0,05	13,30 \pm 0,10	13,56 \pm 0,05	19,00 \pm 0,77
S5-P	24,10 \pm 0	27,06 \pm 0,74	20,08 \pm 0,04	13,32 \pm 0,18	13,62 \pm 0,04	19,30 \pm 0,94
S5-L2	24,54 \pm 0,53	27,40 \pm 0,92	20,32 \pm 0,16	13,54 \pm 0,34	13,86 \pm 0,15	19,46 \pm 0,77

Çizelge 3.16. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, örnekleme tarihlerinde istasyonlarda 0 – 2 m aralığında ölçülen çözülmüş oksijen konsantrasyonlarının (mg/l) ortalama ± standart sapma değerleri

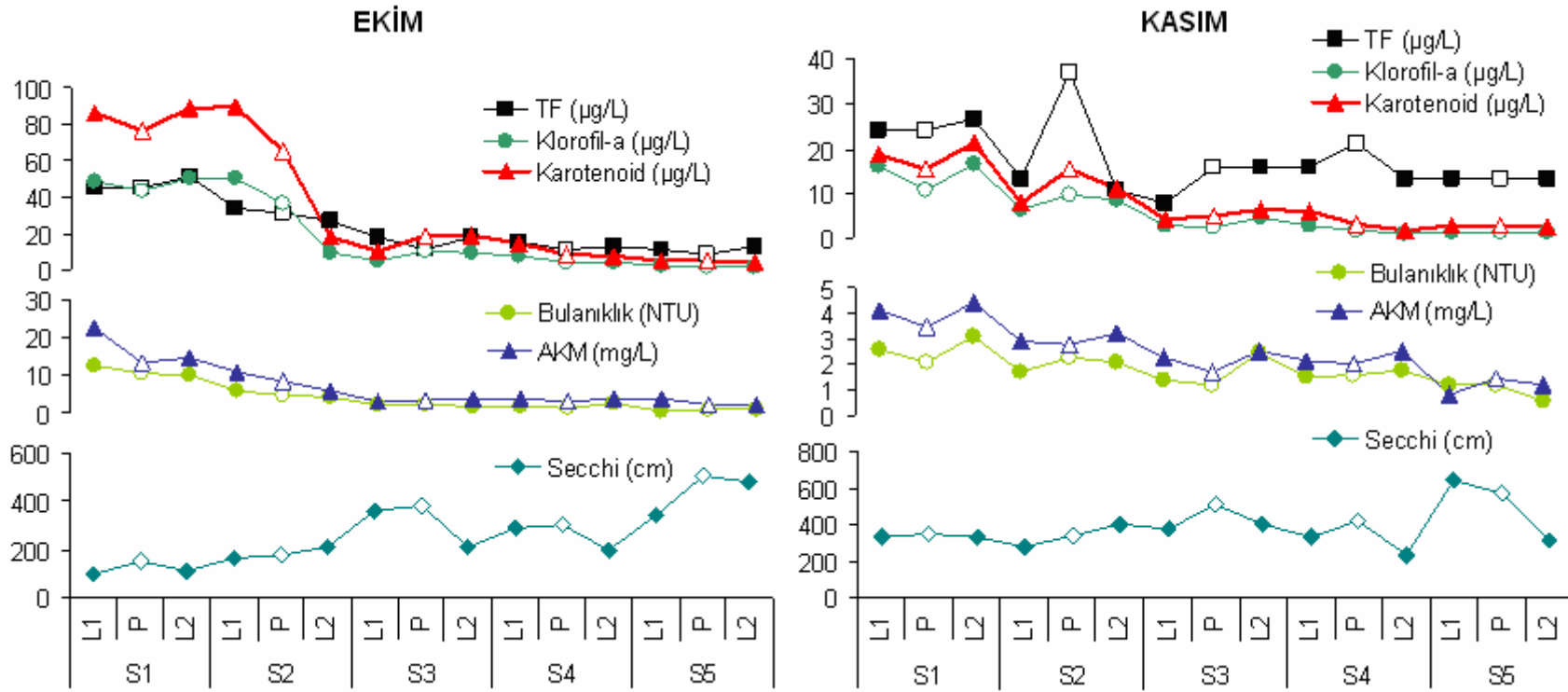
İstasyon	Oksijen (mg/l)					
	Temmuz 2005	Ağustos 2005	Ekim 2005	Kasım 2005	Nisan 2006	Mayıs 2006
S2-L1	10,46±0,13	12,65±0,33	11,94±0,09	11,42±0,10	11,77±0,25	11,36±0,28
S2-P	10,16±0,06	12,60±0,41	11,94±0,06	11,19±0,03	12,02±0,26	11,28±0,37
S1-L2	10,27±0,19	12,53±0,44	11,88±0,10	11,61±0,04	12,00±0,17	11,18±0,24
S2-L1	11,08±0,08	16,11±1,65	12,54±0,13	11,13±0,20	12,32±0,04	12,72±0,72
S2-P	11,23±0,18	14,29±0,24	11,50±0,07	11,02±0,05	12,19±0,38	11,28±0,23
S2-L2	11,06±0,22	15,22±1,51	10,57±0,08	11,12±0,18	12,65±0,25	12,45±0,17
S3-L1	11,38±0,19	13,65±0,14	9,47±0,26	9,72±0,35	12,97±0,22	11,38±0,42
S3-P	11,07±0,09	13,06±0,49	9,75±0,11	9,47±0,03	12,70±0,04	11,05±0,20
S3-L2	11,14±0,21	12,14±0,36	10,41±0,18	9,91±0,17	12,74±0,09	11,01±0,30
S4-L1	9,75±0,25	11,60±0,28	9,95±0,19	9,22±0,06	12,93±0,01	10,85±0,28
S4-P	9,39±0,17	12,18±0,38	8,34±0,02	9,01±0,09	12,83±0,09	10,64±0,24
S4-L2	9,99±0,40	15,90±0,60	8,66±0,14	9,40±0,03	12,66±0,10	10,66±0,20
S5-L1	8,48±0,24	9,82±0,10	6,57±0,12	7,19±0,17	12,19±0,10	11,15±0,27
S5-P	9,12±0,10	10,47±0,66	6,07±0,05	7,26±0,09	12,55±0,12	11,10±0,24
S5-L2	8,95±0,33	10,73±1,19	7,30±0,29	8,02±0,20	12,34±0,05	10,82±0,14

Litoral ve pelajik izleme çalışmasında örneklenen istasyonlardaki fiziksel ve kimyasal değişkenlere ait veriler incelendiğinde, TF konsantrasyonlarının istasyonlarda genellikle 25 µg/l'nin altında olmak kaydıyla, 5,33 (Nisan, S5-P) ila 51,58 (Ekim) µg/l arasında değiştiği, en yüksek ortalama değerlerin ilkbahar örneklemelerinde en düşük ortalamaların ise Kasım ve Ağustos rneklemelerinde olduğu görüldü (izelge 3.17). Litoral ve pelajik karşılaştırmada, TF değerleri, Temmuz ve Ağustos'ta genellikle pelajikte, Nisan'da S1 ve S2'de pelajikte diğer istasyonların litoral kısımlarında, Ekim'de ise S3, S4 ve S5 istasyonlarında pelajikte yüksek bulunurken, Kasım ve Mayıs rneklemelerinde belirgin bir eğilim gözlenmediği tespit edildi (şekil 3.19 şekil 3.20 ve şekil 3.21).

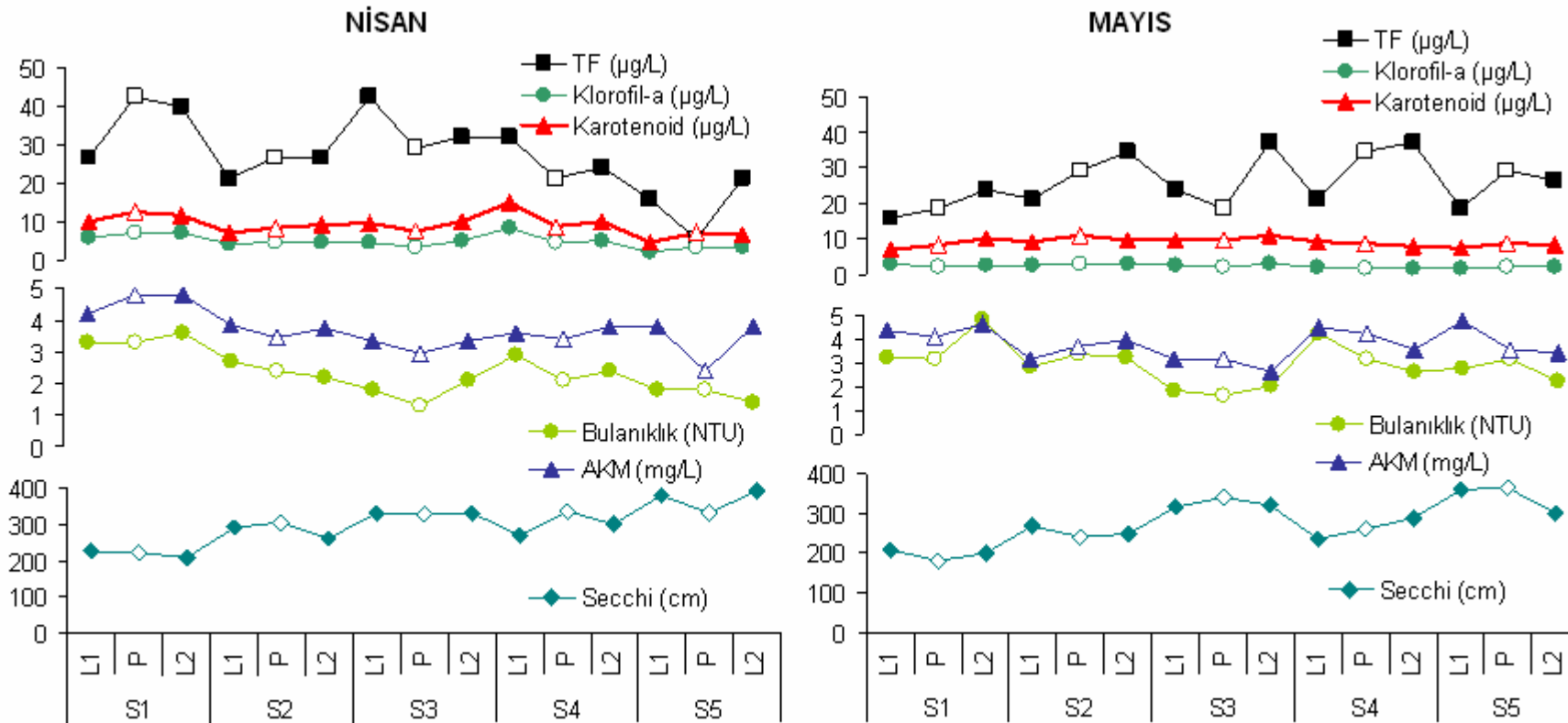
TF konsantrasyonlarının girişten sete doğru dağılımlarına bakıldığında, örnekleme tarihlerine göre farklılıklar olduğu, yaz mevsimini temsil eden Temmuz ve Ağustos rneklemelerinde hem litoral hem de pelajik istasyonlarda S4 istasyonuna kadar gözlenen azalma eğilimini S5 istasyonundaki artışın takip ettiği (şekil 3.19), Ekim'de ise litoral ve pelajikte sete doğru azalma olduğu görüldü (şekil 3.20). Kasım'da yatay düzlemde litoral ve pelajik istasyonlar arasında uyumlu bir değişim görülmedi. Nisan'da S1 istasyonunda yüksek olan değerler S2 istasyonlarındaki düşüşün ardından S3 istasyonunda arttı ve sete doğru azalarak devam etti. Diğer rnekleme tarihlerinden farklı olarak Mayıs rneklemesindeki en belirgin özellik, diğer örneklemelerde en yüksek ya da ikinci en yüksek değerin ölçüldüğü S1 istasyonunda en düşük TF değerlerinin ölçülmesi idi. Set istasyonu olan S5'te yine nispi olarak düşük olan TF değerleri S2, S3 ve S4 istasyonlarında en yüksek değerlerinde okundu.



Şekil 3.19. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, Temmuz ve Ağustos örnekleme dönemlerine ait toplam fosfor (TF), klorofil-a, karotenoid, bulanıklık, askıdaki katı madde (AKM) ve Secchi derinliği değerlerinin istasyonlara göre dağılımı



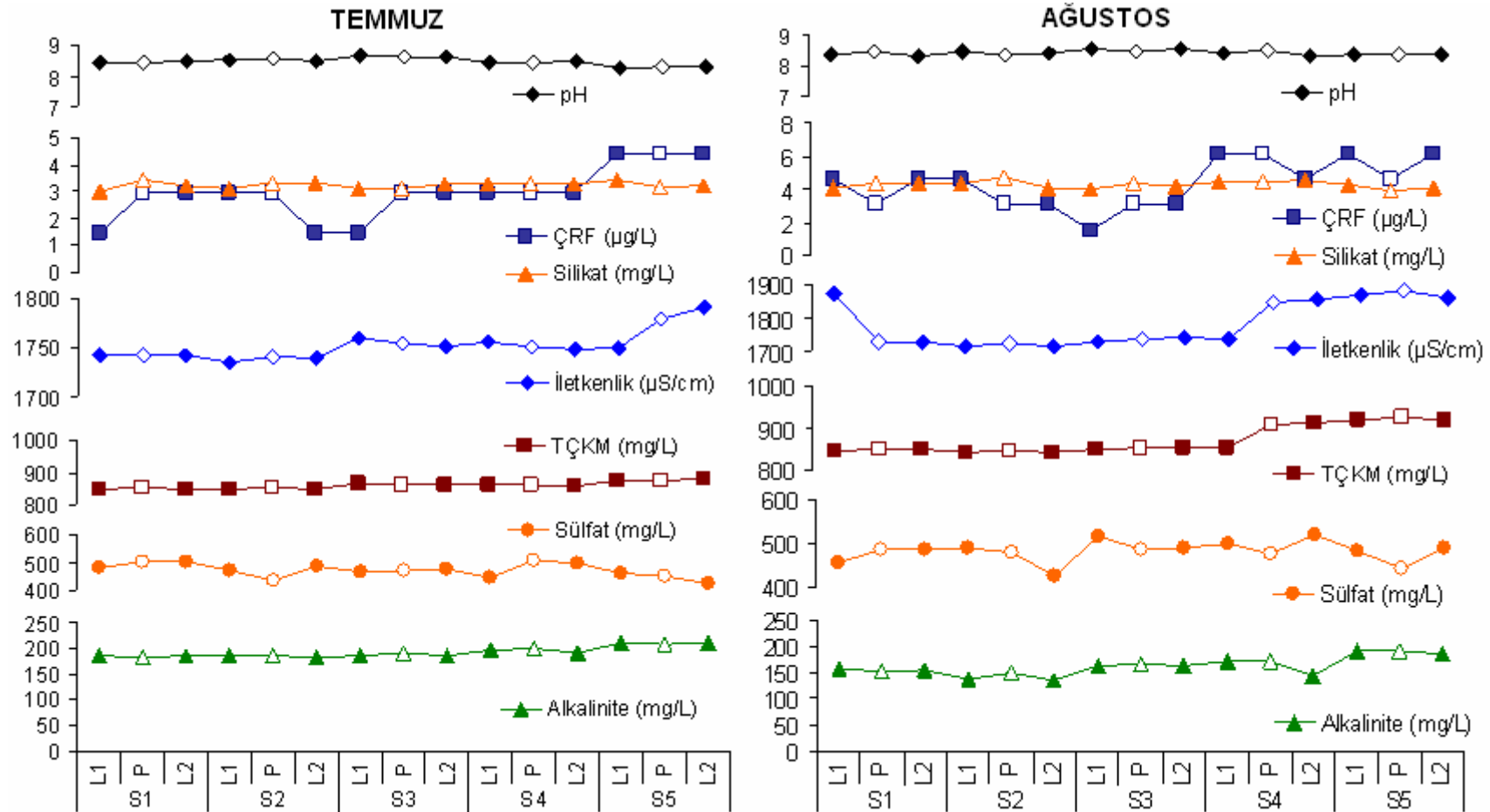
Şekil 3.20. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, Ekim ve Kasım örneklemelerine ait toplam fosfor (TF), klorofil-a, karotenoid, bulanıklık, askıdaki katı madde (AKM) ve Secchi derinliği değerlerinin istasyonlara göre dağılımı



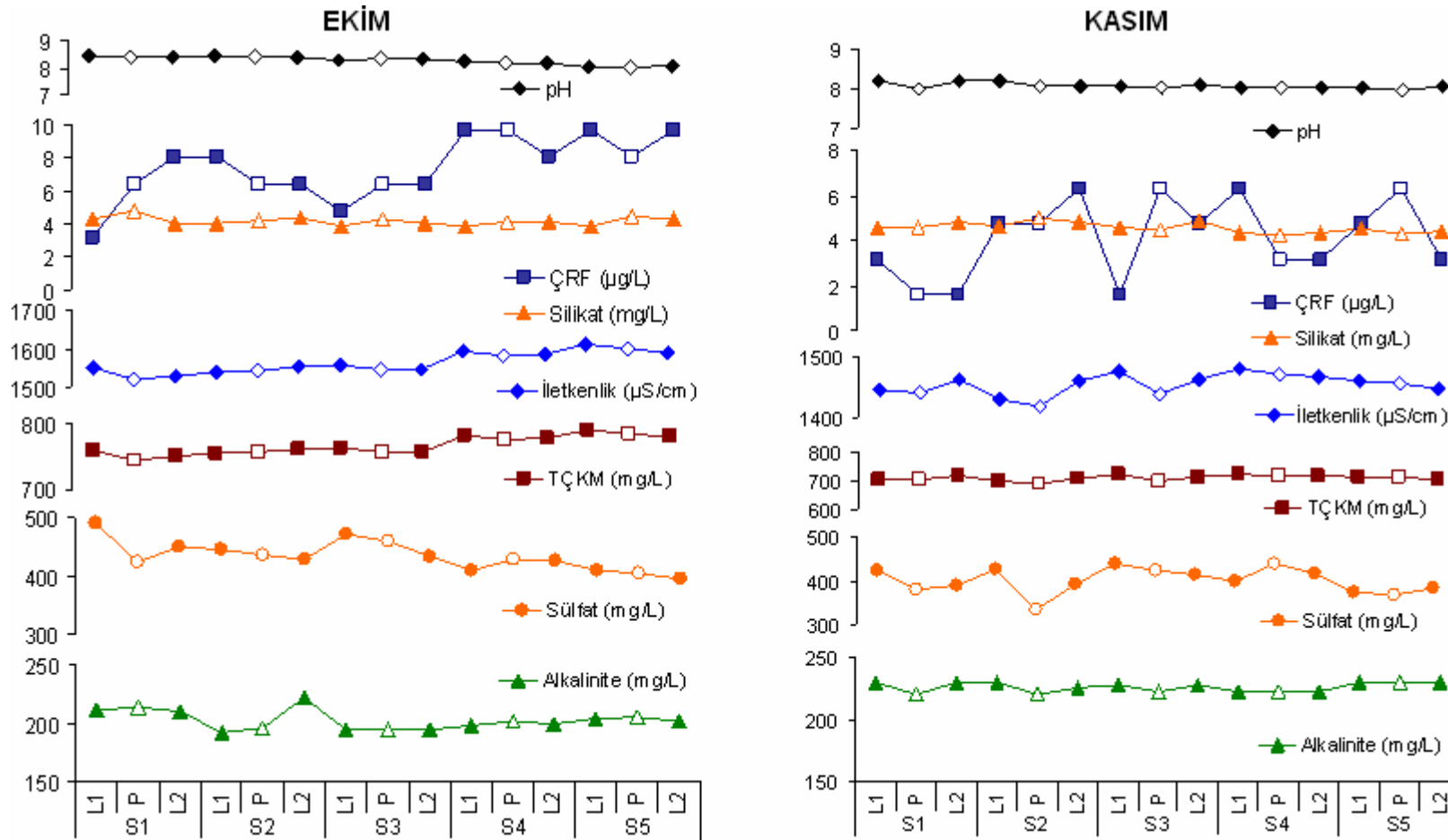
Şekil 3.21. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, Nisan ve Mayıs örneklemelerine ait toplam fosfor (TF), klorofil-a, karotenoid, bulanıklık, askıdaki katı madde (AKM) ve Secchi derinliği değerlerinin istasyonlara göre dağılımı

TF konsantrasyonlarının diğer değişkenlerle olan ilişkileri incelendiğinde, Temmuz, Ağustos ve Ekim örnekleme tarihlerinde klorofil-a, karotenoid, askıdaki katı madde (AKM) ve bulanıklık miktarlarıyla diğer örnekleme tarihlerinde ise sadece klorofil-a ve karotenoid miktarlarıyla benzer salınımlar gösterdiği görüldü. Değişkenler arasında tüm örnekleme tarihleri için yapılan korelasyon analizlerinde, klorofil-a, karotenoid, askıdaki katı madde ve bulanıklık değerleriyle TF konsantrasyonları arasında, S1 ve S2 istasyonlarının daha çok litoral kısımlarında, bulanıklıkta bunlara ek olarak S4-P'de ve S5 kıyılarında da istatistiki olarak da önemli bulunan ($p < 0,05$) pozitif korelasyonlar tespit edilmiştir. Hidrolojik veriler ile olan korelasyonlar incelendiğinde, göl hacmi, giren su, çıkan su ve su bekleme süresi ile TF değerleri arasında bütün istasyonlarda pozitif korelasyonlar bulunmakla birlikte, sadece S5-P istasyonunda giren su ve çıkan su ile TF değerleri arasındaki pozitif korelasyonlar önemli bulundu ($p < 0,05$).

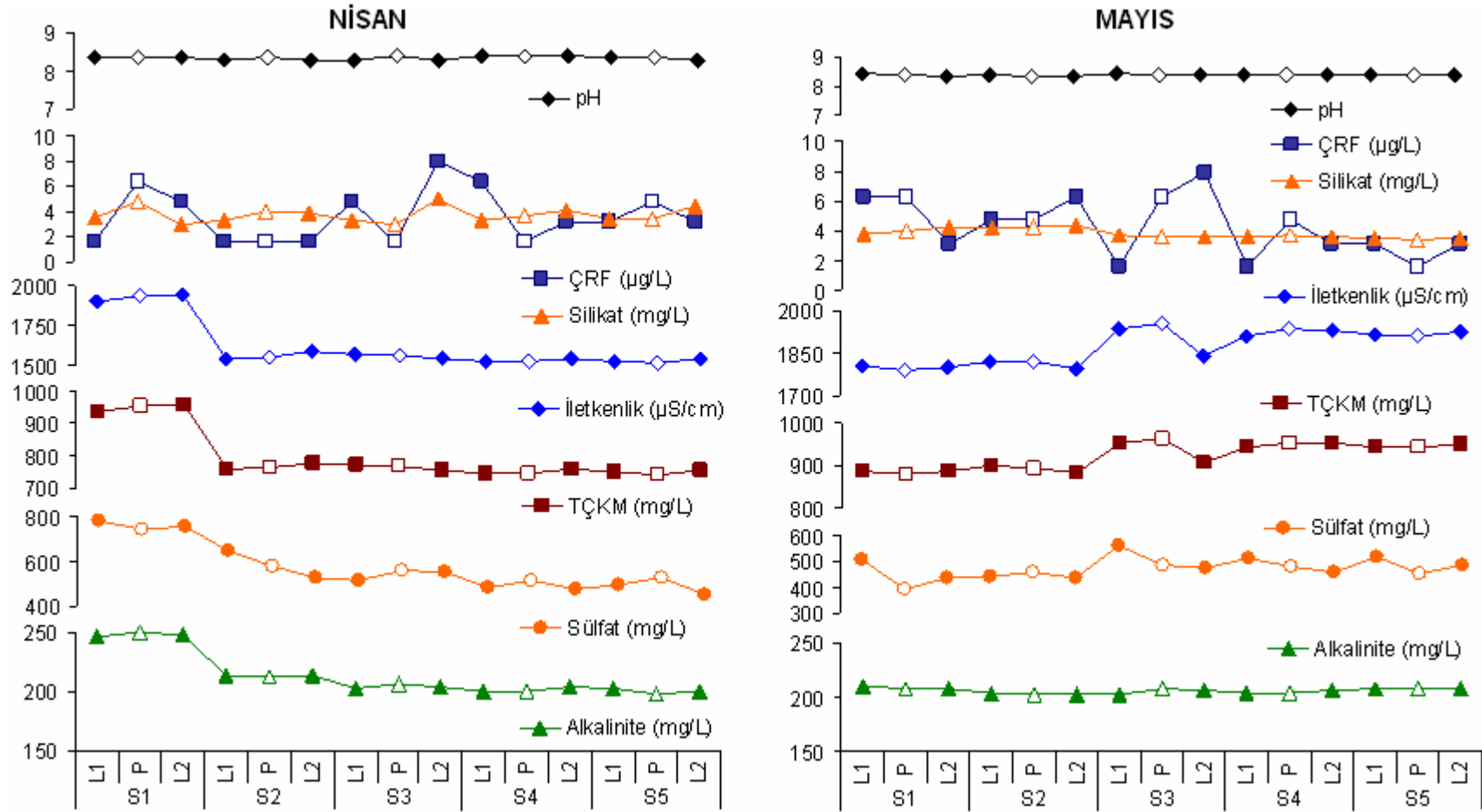
Çözünmüş reaktif fosfor (ÇRF) değerleri, örnekleme süresince çoğunlukla 5 $\mu\text{g/l}$ 'nin altında ve 1,5 (Temmuz, S1-L1) ila 9,6 $\mu\text{g/l}$ (Ekim, S4-L1 ve P ile S5-L1 ve L2) arasında değişen değerlerde ölçüldü (Şekil 3.22 Şekil 3.23 ve Şekil 3.24). İstasyonlardaki ÇRF konsantrasyonlarının ve tüm değerlerin ortalamalarının en yüksek ve düşük olduğu örnekleme tarihleriyle Ekim ve Temmuz örnekleme tarihleri idi. Litoral ve pelajik istasyonlar arasında önemli bir farklılık bulunmazken, yaz ve sonbahar mevsimlerinde S4 ve S5 istasyonlarında girişten sete doğru görülen artışlar, ilkbaharda özellikle Mayıs örnekleme tarihinde bu istasyonlarda görülen düşüşler belirgindi. Ancak bu değişiklikler istatistiki olarak önemli bulunmadı.



Şekil 3.22. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, Temmuz ve Ağustos örnekleme dönemlerine ait pH, çözümlü reaktif fosfor (ÇRF), silikat, iletkenlik, toplam çözümlü katı madde (TÇKM), sülfat ve alkalinite değerlerinin istasyonlara göre dağılımı



Şekil 3.23. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, Ekim ve Kasım örnekleme dönemlerine ait pH, çözünmüş reaktif fosfor (ÇRF), silikat, iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde (TÇKM), sülfat ve alkalinite değerlerinin istasyonlara göre dağılımı



Şekil 3.24. Litoral – pelajik izleme çalışmasında, Nisan ve Mayıs örneklemlerine ait pH, çözülmüş reaktif fosfor (ÇRF), silikat, iletkenlik, toplam çözülmüş katı madde (TÇKM), sülfat ve alkalinite değerlerinin istasyonlara göre dağılımı

ÇRF değerleri ile diğer değişkenlerin ilişkileri incelendiğinde, bulanıklık, Secchi derinliği, giren su ve çıkan su gibi farklı değişkenlerle istisnai olarak istatistiki önemde korelasyonlar tespit edilse de, belirgin bir eğilim sadece göl hacmi ile tespit edildi. ÇRF değerleri ile göl hacmi arasında bütün istasyonlarda negatif olan korelasyonlar, S2, S4 ve S5 istasyonlarındaki örnekleme noktalarının çoğunda istatistiki olarak da önemli bulundu.

Azot miktarını temsilen amonyum ve nitrit-nitrat değerlerinin toplamı olarak ifade edilen çözünmüş inorganik azot (ÇİN) miktarları 9,4 µg/l (Ağustos, S3-P) ile 1092,1 µg/l (Nisan S1-L2) arasında ölçüldü. Nisan'da en yüksek değerlerine ulaşan, ek olarak Kasım ve Mayıs örnekleme tarihinde de 100 µg/l'nin üzerinde yüksek seviyelerde bulunan azot miktarlarında, örnekleme süresince 2,8 µg/l (Ağustos, S3-P ve Ekim S3-L1) ile 1063,8 µg/l (Nisan, S1-L2) değerleri arasında değişen ve bu örnekleme tarihlerinde önemli düzeyde artış gösteren nitrit-nitrat konsantrasyonlarının etkili olduğu görüldü (Çizelge 3.17). Konsantrasyonları 1,0 (Ağustos, S3-P) ile 67,5 µg/l (Nisan, S1-L1) arasında bulunan ve örnekleme tarihleri için ortalamaları 22,4 (Ağustos) ile 36,1 (Kasım) µg/l aralığında tespit edilen amonyum, nitrit-nitrat değerlerinin nispeten düşük olduğu Temmuz, Ağustos ve Ekim örnekleme tarihlerinde ÇİN miktarında belirleyici idi (Şekil 3.25 ve Şekil 3.26). Nitrit-nitrat'ın örnekleme tarihleri için ortalama konsantrasyonları ise 8,0 (Temmuz) ile 392,6 (Nisan) µg/l gibi geniş bir aralıkta salınım gösterdi. Nitrit-nitrat ve buna bağlı olarak ÇİN miktarları yaz mevsiminde en düşük ilkbaharda en yüksek seviyelerinde idi ve mevsimler arasındaki farklılıklar bu iki değişken için istatistiki olarak da önemli bulundu ($p < 0,05$).

Çizelge 3.17. Tüm litoral – pelajik istasyonlarda 26.7.05 – 25.5.06 arası örnekleme tarihleri ve bütün tarihler için fiziksel ve kimyasal değişkenlerin ortalama (O) ± standart sapma (SD), minimum (D_{MIN}) ve maksimum (D_{MAKS}) değerleri

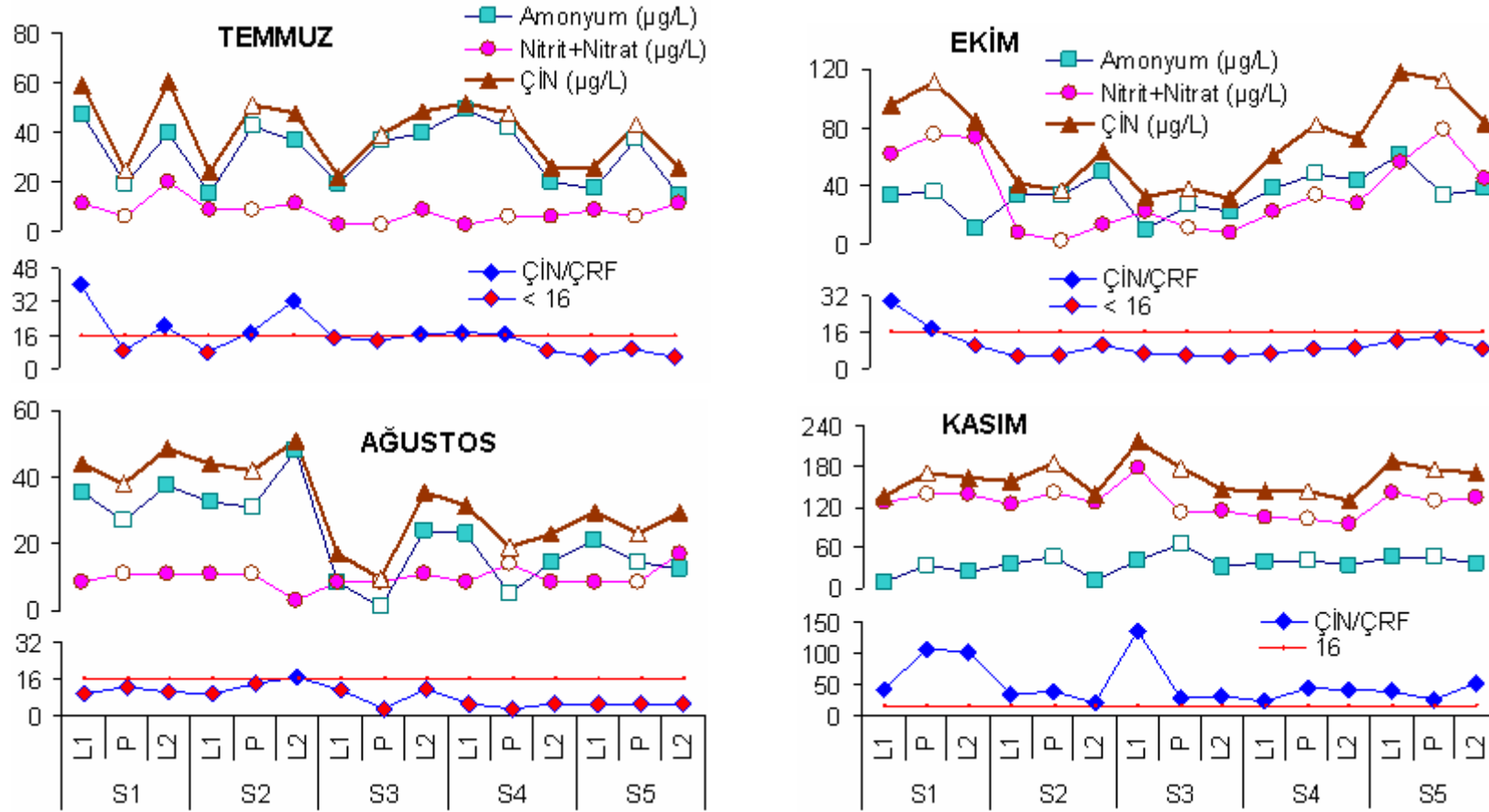
Değişkenler		Toplam fosfor (µg/l)	Çözünmüş reaktif fosfor (µg/l)	Amonyum (µg/l)	Nitrit-nitrat (µg/l)	Çözünmüş inorganik azot (µg/l)	ÇİN/ÇRF
Temmuz 2005	O±SD	21,03±5,05	2,94±0,96	31,68±12,51	8,00±4,48	39,68±13,69	15,7±9,6
	D _{MIN}	13,72	1,47	14,51	2,86	21,90	5,9
	D _{MAKS}	29,72	4,41	48,98	20,00	59,91	39,9
Ağustos 2005	O±SD	18,38±4,59	4,32±1,45	22,39±13,23	9,88±3,15	32,28±12,43	8,3±4,2
	D _{MIN}	11,30	1,54	0,96	2,80	9,36	3,0
	D _{MAKS}	27,12	6,17	48,13	16,79	50,92	16,5
Ekim 2005	O±SD	23,62±14,30	7,39±1,90	34,77±13,59	36,00±26,73	70,77±30,28	10,3±6,4
	D _{MIN}	8,97	3,21	10,54	2,80	31,10	4,8
	D _{MAKS}	51,58	9,64	61,65	78,33	117,60	29,5
Kasım 2005	O±SD	17,76±7,58	4,12±1,77	36,13±13,63	126,27±20,11	162,39±23,90	51,5±35,0
	D _{MIN}	7,99	1,58	10,86	95,12	129,50	21,7
	D _{MAKS}	37,29	6,33	65,14	176,25	216,96	137,1
Nisan 2006	O±SD	27,17±10,03	3,59±2,11	31,79±17,69	392,61±323,67	424,40±329,61	165,0±159,1
	D _{MIN}	5,33	1,58	2,74	158,02	186,15	30,6
	D _{MAKS}	42,61	7,91	67,47	1063,82	1092,08	632,7
Mayıs 2006	O±SD	26,1±7,27	4,33±2,03	24,09±8,92	84,36±30,82	108,44±31,39	35,6±28,2
	D _{MIN}	15,98	1,58	1,80	37,54	63,67	10,1
	D _{MAKS}	37,29	7,91	40,54	122,00	145,71	92,1
Bütün tarihler	O±SD	22,34±9,26	4,45±2,21	30,14±14,11	109,52±186,52	139,66±189,41	47,7±85,7
	D _{MIN}	5,33	1,47	0,96	2,8	9,36	3
	D _{MAKS}	51,58	9,64	67,47	1063,82	1092,08	632,7

Çizelge 3.17 (devam)

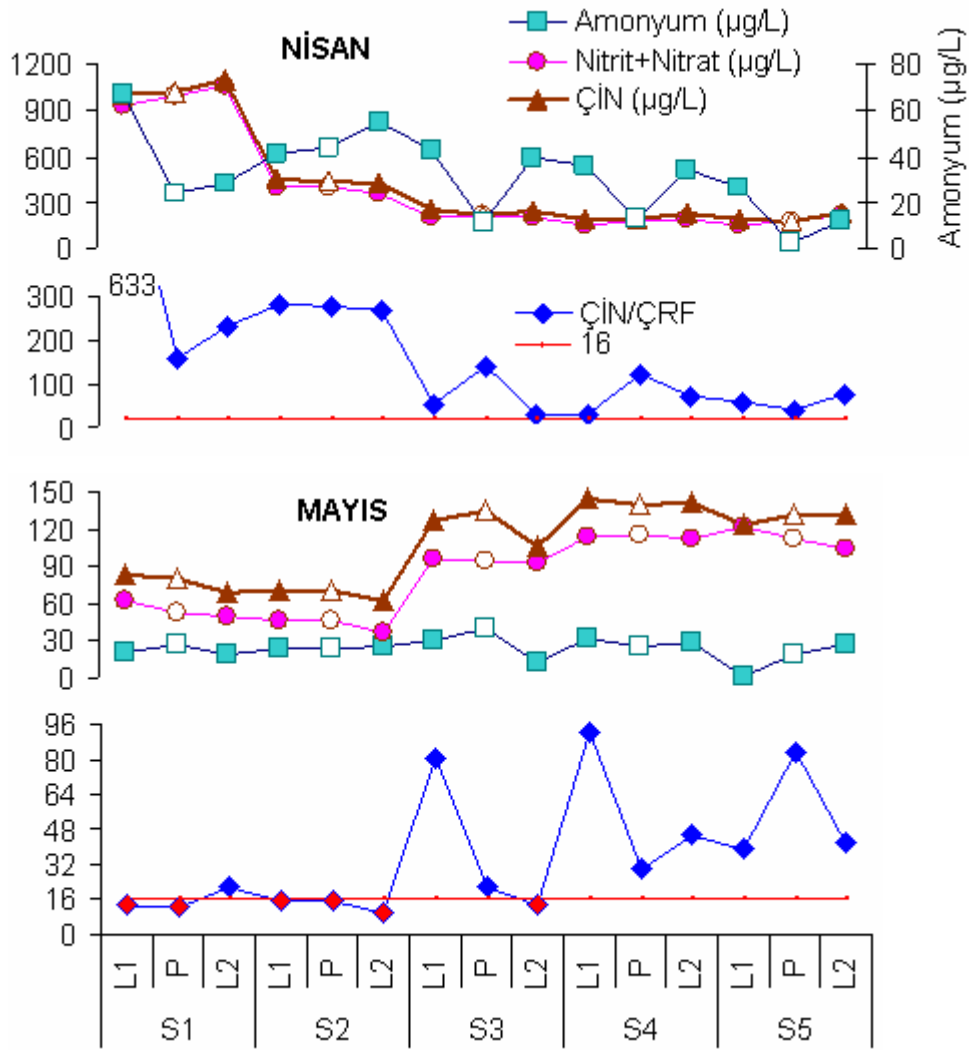
Değişkenler		Silikat (mg/l)	Klorofil-a (µg/l)	Karotenoid (µg/l)	Alkalinite (mg/l)	Sülfat (mg/l)	pH
Temmuz 2005	O±SD	3,24±0,12	8,10±3,31	19,41±7,51	191,9±10,7	472,9±25,0	8,48±0,12
	D _{MİN}	2,99	2,46	6,40	182	427,2	8,25
	D _{MAKS}	3,44	12,67	31,68	212	508,7	8,66
Ağustos 2005	O±SD	4,28±0,22	6,69±2,52	15,04±5,11	161,7±17,4	482,3±24,8	8,44±0,07
	D _{MİN}	3,87	3,87	8,64	134	426,1	8,34
	D _{MAKS}	4,67	11,62	23,68	190	519,7	8,56
Ekim 2005	O±SD	4,17±0,24	19,18±19,91	34,54±34,88	202,7±8,7	434,3±25,9	8,28±0,15
	D _{MİN}	3,88	2,11	4,16	192	394,8	8,02
	D _{MAKS}	4,78	50,16	89,6	222	491,0	8,46
Kasım 2005	O±SD	4,58±0,22	5,91±5,32	8,32±6,44	226,0±4,1	399,5±29,7	8,08±0,07
	D _{MİN}	4,26	0,94	1,71	220	333,1	7,96
	D _{MAKS}	4,99	16,43	21,12	230	438,8	8,22
Nisan 2006	O±SD	3,72±0,62	4,81±1,69	9,21±2,60	213,3±18,6	573,3±106,5	8,35±0,04
	D _{MİN}	2,99	2,11	4,48	198	451,8	8,29
	D _{MAKS}	5,02	8,45	15,04	250	778,4	8,40
Mayıs 2006	O±SD	3,82±0,31	2,48±0,53	9,13±1,17	205,9±2,7	473,5±40,9	8,38±0,03
	D _{MİN}	3,45	1,64	7,04	202	395,0	8,35
	D _{MAKS}	4,38	3,29	11,2	210	560,3	8,43
Bütün tarihler	O±SD	3,97±0,54	7,86±9,95	15,94±17,26	200,2±23,3	472,63±73,20	8,33±0,16
	D _{MİN}	2,99	0,94	1,71	134	333,11	7,96
	D _{MAKS}	5,02	50,16	89,6	250	778,41	8,66

Çizelge 3.17 (devam)

Değişkenler		İletkenlik (µS)	Bulanıklık (NTU)	Tuzluluk (‰)	Toplam çözünmüş katı madde (mg/l)	Askıdaki katı madde (mg/l)	Secchi derinliği (cm)
Temmuz 2005	O±SD	1752,3±15,1	2,5±0,9	0,9±0,0	860,5±10,0	3,2±1,0	326±84
	D _{MIN}	1736	1,4	0,9	849	1,7	210
	D _{MAKS}	1791	4,2	0,9	881	4,6	490
Ağustos 2005	O±SD	1784,9±68,9	2,1±0,7	0,9±0,0	871,5±34,1	3,8±1,2	291±80
	D _{MIN}	1719	1,2	0,9	843	2,4	160
	D _{MAKS}	1882	3,5	0,9	927	6,3	405
Ekim 2005	O±SD	1564,6±28,1	4,1±3,9	0,8±0,0	765,7±14,1	6,9±5,9	266±128
	D _{MIN}	1523	0,6	0,8	744	1,9	100
	D _{MAKS}	1613	12,3	0,8	790	22,4	505
Kasım 2005	O±SD	1455,1±17,3	1,8±0,7	0,7±0,0	710,6±9,3	2,5±1,0	387±111
	D _{MIN}	1420	0,6	0,7	691	0,8	230
	D _{MAKS}	1481	3,1	0,7	722	4,4	640
Nisan 2006	O±SD	1622,2±158,8	2,3±0,7	0,8±0,1	795,5±81,2	3,7±0,6	300±55
	D _{MIN}	1516	1,3	0,8	742	2,4	205
	D _{MAKS}	1945	3,6	1,0	960	4,8	390
Mayıs 2006	O±SD	1872,2±62,4	3,0±0,8	1,0±0,1	923±31,8	3,8±0,6	276±58
	D _{MIN}	1790	1,7	0,9	881	2,7	180
	D _{MAKS}	1956	4,9	1,0	965	4,8	365
Bütün tarihler	O±SD	1675,2±160,6	2,6±1,8	0,8±0,1	821,1±81,0	4,0±2,8	308±96
	D _{MIN}	1420	0,6	0,7	691	0,8	100
	D _{MAKS}	1956	12,3	1	965	22,4	640



Şekil 3.25. Litoral – pelajik izleme çalışmasında Temmuz, Ağustos, Ekim ve Kasım örneklemelerine ait amonyum, nitrit+nitrat, çözülmüş inorganik azot (ÇİN) değerleri ile çözülmüş azot/fosfor (ÇİN/ÇRF) oranlarının istasyonlara göre dağılımı



Şekil 3.26. Litoral – pelajik izleme çalışmasında Nisan ve Mayıs örneklemelerine ait amonyum, nitrit+nitrat, çözünmüş inorganik azot (ÇİN) değerleri ile çözünmüş azot/fosfor (ÇİN/ÇRF) oranlarının istasyonlara göre dağılımı

Azot miktarları litoral ve pelajik istasyonlarda farklılıklar gösterse de bu farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmadı. Diğer değişkenlerle olan ilişkiler incelendiğinde, sülfat ile amonyum arasında bütün pelajik istasyonlarda ve S4 ve S5 istasyonlarının kıyılarında, S4-L2, S5-L1 ve S5-P istasyonlarında

istatistiki olarak da önemli bulunan negatif korelasyonlar bulundu. Nitrit-nitrat ve ÇİN ile çoğunlukla pozitif bulunan sülfat korelasyonları, özellikle girişe yakın S1 istasyonları ve S2-L1 istasyonunda istatistiki olarak da önemli idi. Çözünmüş oksijen miktarlarıyla amonyum arasında genellikle negatif olan ve sete yakın S4 ve S5 istasyonlarının kıyılarında da görülen korelasyonlar, S3, S4 ve S5 istasyonlarının pelajik istasyonlarında istatistiki olarak da önemli idi ($p < 0,05$). Bunlara ek olarak hem nitrit-nitrat, hem de ÇİN konsantrasyonları ile sıcaklık değerleri arasında, S3, S4 ve S5 istasyonlarında çoğunlukla önemli düzeyde olan negatif korelasyonlar bulundu ($p < 0,05$).

ÇİN/ÇRF ile ifade edilen inorganik azot/fosfor oranları, en düşük değerlerine ulaştığı Ağustos örnekleme (S3-P ve S4-P'de, değer; 3,0) ile müteakip Ekim örnekleme tarihinde neredeyse bütün istasyonlar için hesaplanan 16'nın altındaki değerlerle azotun bu örnekleme tarihlerindeki sınırlayıcı durumunu göstermektedir. Temmuz numunelerinde de yine istasyonların yarısından fazlasında sınırlayıcı seviyede ölçülen ve özellikle pelajik ve sete yakın istasyonlarda önemli hale gelen azot sınırlı su durumu, ÇİN miktarlarının en yüksek değerlerine ulaştığı Kasım ve Nisan örnekleme tarihlerinde fosfor sınırlı hale gelerek, hesaplanan en yüksek değer olan ve Nisan'da S1-L1 için hesaplanan 632,7 değerine ulaştı (Şekil 3.25, Şekil 3.26 ve Çizelge 3.17). Takip eden Mayıs örnekleme tarihinde ise, özellikle S4 ve S5 istasyonları haricindeki istasyonlarda azot sınırlayıcılığının tekrar ortaya çıktığı görüldü.

Silikat konsantrasyonları, hem litoral – pelajik düzlemde hem de girişten sete doğru olan yatay düzlemde belirli bir eğilim veya farklılık göstermedi.

Örnekleme süresince ölçülen en düşük 2,99 mg/l değerinin de (Temmuz S1-L1 ve Nisan S1-L2) tespit edildiği Temmuz örneklemeğinde, silikat miktarları 3,24 mg/l istasyon ortalaması ile en düşük seviyelerde idi (Çizelge 3.17). Ağustos ve Ekim'deki artışlarla 4 mg/l üzerinde ortalamalara ulaşarak Kasım'da 4,58 ortalama ile en yüksek seviyelerine ulaştı. En yüksek değerin tespit edildiği ilkbahar döneminde (5,02 mg/l; Nisan, S3-L2) konsantrasyonların genel olarak azaldığı görüldü (Şekil 3.22, Şekil 3.23 ve Şekil 3.24). Sonbahar mevsiminde diğer mevsimlerden istatistiki olarak da yüksek olan silikat miktarlarında ($p < 0,05$) yaz ve ilkbahar mevsimleri arasındaki fark ise önemli bulunmadı.

Örnekleme süresince yüksek seviyelerde bulunan sülfat konsantrasyonları, 333,1 (Ekim, S2-P) ila 778,4 (Nisan, S1-L1) mg/l gibi geniş bir aralıkta ölçülmüşse de, Nisan örnekleme haricinde genellikle 400 ila 500 mg/l aralığında bulundu (Çizelge 3.17). En yüksek değerlerinde okunduğu Nisan örneklemeğinde gelen su kaynaklı olduğunu düşündürecek şekilde girişten sete doğru kademeli olarak azalma gösteren sülfat konsantrasyonları ($S1_{ORT}$: 758,6 mg/l ve $S5_{ORT}$: 419,9 mg/l), diğer örneklemeelerde belirli bir düzende bulunmadı (Şekil 3.22, Şekil 3.23 ve Şekil 3.24). S4 ve S5 istasyonlarında oksijen ve oksijen doygunluğu ile bazı noktalarda önemli düzeyde bulunan ($p < 0,05$) pozitif korelasyonlar ve yine benzer şekilde S1 ve S2 istasyonlarında nitrit-nitrat ve $\dot{C}IN$ ile olan pozitif korelasyonlar dikkat çekici idi.

Benzer salınımlar gösteren klorofil-a ve karotenoid ile askıdaki katı madde miktarları ve bulanıklık arasında yaz örneklemelerinde daha belirgin

olan, diğer örneklemelemlerde ise sete yakın istasyonlarda önemini yitiren benzer salınımlar görüldü (Şekil 3.19, Şekil 3.20 ve Şekil 3.21). Bulunan pozitif korelasyonlar S1 ve S2 istasyonlarının çoğunda, istatistiki olarak da önemli idi ($p < 0,05$).

Klorofil-a ve karotenoid miktarları genel olarak giriş istasyonundan sete doğru azalma gösterece kademeli azalma sadece Ekim, Kasım ve Mayıs örneklemelemlerinde gözlemlendi. Temmuz ve Ağustos'ta S5'te, Nisan'da ise S4'te artış görüldü. Askıdaki katı madde miktarları da benzer salınımlar gösterdi. Litoral ve pelajik arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmadı. Bulanıklık değerleri, yaz ve sonbahar mevsimlerinde girişten sete doğru azalma gösterirken, ilkbahar mevsiminde, diğer değişkenlere benzer şekilde S4 istasyonunda artış ve S5'te tekrar azalma şeklinde bir salınım gösterdi.

Secchi değerleri ışık geçirgenliğinin azalmasına sebep olan bu değişkenlerle ters bir ilişki içinde olacak şekilde iniş çıkışlar gösterdi (Şekil 3.19, Şekil 3.20 ve Şekil 3.21). Klorofil-a, karotenoid, askıdaki katı madde ve bulanıklık değerlerinin tümünde örnekleme süresince ölçülen en yüksek, Secchi derinliğinde ise en düşük değerlere Ekim'de S1 ve S2 istasyonlarında rastlandı (Çizelge 3.17) ($Klo-a_{MAKS}$: 50,2 $\mu g/l$ – S1-L1 ve S2-L1; $Karotenoid_{MAKS}$: 89,6 $\mu g/l$ – S2-L1; AKM_{MAKS} : 22,4 mg/l – S1-L1; $Bulanıklık_{MAKS}$: 12,3 NTU – S1-L1 ve $Secchi_{MIN}$: 100 cm – S1-L1). Benzer şekilde en yüksek Secchi değeri de Kasım'da klorofil-a, karotenoid, bulanıklık ve askıdaki katı madde miktarlarının en düşük değerlerinde olduğu S5-L1 istasyonunda ölçüldü ($Secchi_{MAKS}$: 640 cm; $Klo-a_{MIN}$: 0,9 $\mu g/l$; $Karotenoid_{MIN}$: 1,7 $\mu g/l$; $Bulanıklık_{MIN}$: 0,6 NTU; AKM_{MIN} : 0,8 mg/l).

Ekim ayında görülen ve büyük olasılıkla Eylül ayından itibaren giren su miktarındaki düşüş ve çıkan sudaki artışı takiben örnekleme süresince gözlenen en düşük değerlerine ulaşan göl hacim değerleri ve buna bağlı olarak S1 ve S2 istasyonlarının derinliklerinde ortaya çıkan yaklaşık 1,5 m'lik düşüşten kaynaklanan bu yüksek değerler göldeki genel durumu yansıtmamaktadır. Nitekim, Ekim örnekleme göz ardı edildiğinde ölçülen en yüksek değerler; klorofil-a ve karotenoid için sırasıyla 16,4 (Kasım, S1-L2) ve 31,7 (Temmuz, S1-L2) µg/l; askıdaki katı madde ve bulanıklık için ise 6,3 mg/l (Ağustos, S2-P) ve 4,9 NTU (Mayıs, S1-L2) olarak ölçüldü. Diğer örnekleme ölçülen en düşük Secchi değeri ise Mayıs'ta S1-P'de 180 cm idi (Çizelge 3.17).

Örnekleme süresi içerisinde yaz dönemi en yüksek pH değerlerinin (pH_{MAKS} : 8,66; Temmuz, S3 -L1), sonbahar ise en düşük değerlerin (pH_{MIN} : 7,96; Kasım, S5-P) ölçüldüğü dönem oldu (Çizelge 3.17). Yaz mevsiminde S3 istasyonuna kadar artış, devamında sete doğru düşüş gösteren pH değerleri, sonbahar da giriş istasyonlarından sete doğru azalma gösterdi. İlkbahar mevsiminde istasyonlar arasında belirgin bir farklılık gözlenmedi (Şekil 3.22, Şekil 3.23 ve Şekil 3.24). Litoral ve pelajik istasyonlar arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmadı. pH değerleri ile diğer değişkenler arasındaki ilişkiler incelendiğinde, sıcaklık ve yüzde oksijen doygunluğu ile pH arasında bütün istasyonlarda görülen pozitif korelasyonlar sıcaklık için S1, S2 ve S3 istasyonlarının çoğunda, oksijen doygunluğu için ise S4 ve S5 istasyonlarının neredeyse tümünde istatistiki olarak da önemli bulundu. Su bekleme süresi ile pH arasında ise bütün istasyonlarda negatif

bulunan korelasyonlar S1 ile S3 aralığında istasyonlarda çoğunlukla istatistiki olarak da önemli idi.

Alkalinite en yüksek değerler Nisan'da S1 istasyonunda ölçülmekle birlikte (Maksimum: 250 mg/l, S1-P), en yüksek ortalama değer girişten sete bütün istasyonlarda benzer değerlerin bulunduğu Kasım örnekleme tarihinde idi (226 mg/l) (Çizelge 3.17). Örnekleme tarihinde en düşük değerler ise Ağustos'ta bulundu (Minimum: 134 mg/l, Ortalama: 162 mg/l). İstasyonlardaki yatay değişimler mevsimlere ve örnekleme tarihlerine göre farklılık gösterdi. Yaz döneminde S2 istasyonundaki düşüşü takiben sete doğru artış gösteren ve S5 istasyonunda en yüksek değerlerine ulaşan alkalinite, Ekim'de S3 istasyonuna kadar düştü ve sete doğru tekrar artış gösterdi. Nisan'da ise sete doğru S3 istasyonuna kadar daha belirgin olan bir azalma görüldü. Mayıs'ta belirgin bir eğilim görülmedi (Şekil 3.22, Şekil 3.23 ve Şekil 3.24).

Gölde tuzluluk düzeyleri tatlı sular için tanımlanan değer ($<0,5$) üzerinde, binde 0,7 ile 1,0 aralığında ölçüldü (Çizelge 3.17). Ekim örnekleme tarihinde bütün istasyonlarda en düşük değer olan binde 0,7'nin ölçüldüğü gölde, en yüksek değerler Nisan'da S1 istasyonlarında ve Mayıs'ta S3 ile S5 istasyonlarında gözlemlendi. Yaz ve sonbaharda istasyonlar arasında herhangi bir farklılık bulunmazken, Nisan'da S1 istasyonunda binde 0,2 düzeyinde yüksek, Mayıs'ta ise S3 istasyonundan itibaren binde 0,1 daha yüksek değerler ölçüldü. Gölde tuzlulukla da ilişkili olarak 1420 ile 1956 μS arasında ölçülen iletkenlik değerleri ile 691 ile 965 mg/l aralığında bulunan toplam çözünmüş katı madde miktarları (TÇKM) da yüksek değerlerde idi. İletkenlik Kasım'da en yüksek, Mayıs'ta en düşük değerlerde ölçüldü.

Tuzluluk değerleriyle benzer şekilde Nisan'da S1 istasyonunda Mayıs'ta ise S3 istasyonundan itibaren daha yüksek değerler lld. Bu salınımlar TÇKM değerlerine de benzer şekilde yansdı. Yine Kasım rneklemesinde en düşük, Mayıs'ta en yüksek TÇKM değerleri lld. Hem iletkenlik hem de TÇKM değerleri Ekim'de girişten sete doğru artış, Nisan'da ise düşüş gösterdi. Diğer örneklemelerde farklılıklar olsa da belirgin bir eğilim gözlenmedi (şekil 3.22, şekil 3.23 ve şekil 3.24).

3.1.2.2. Su kalitesi izleme alışması

Su kalitesi izleme çalışmasında Kasım 2005 ve Mayıs 2006 arasında sonbahar ve ilkbahar mevsimlerini temsilen barajın girişinden sete doğru 5 istasyon ve bu istasyonların farklı derinliklerinde fiziksel ve kimyasal değişkenler için elde edilen veriler değerlendirildi.

Gölde Temmuz 2005 ile Mayıs 2006 tarihleri arasında tespit edilen sıcaklık ve çözünmüş oksijen (mg/l) değerlerinin derinliğe bağlı değişimleri sırasıyla şekil 3.27 ve şekil 3.28'de grafiklerle gösterilmiştir. Sıcaklık değerleri örnekleme süresince, 7,3 °C (Nisan, S5-15) ila 27,7 °C (Ağustos, S5-Y) arasında değişim gösterdi. Ağustos rneklemesi su sıcaklıklarının en yüksek olduğu örnekleme iken, S3, S4 ve S5 istasyonlarda derinlerde en düşük sıcaklıklar Nisan'da tespit edilmesine rağmen, en düşük ortalama sıcaklıklar bütün istasyonlarda Kasım'da lld. Örnekleme tarihlerine ait tabakalaşma grafiklerine bakıldığında (şekil 3.29), gölde sıcaklık tabakalaşmasının 2004 yılı verilerinde grldğu gibi 2006 yılında da Nisan sonunda olduğu, karışımın ise sonbahar örneklemelerinin yapıldığı 2003

yılında olduğu gibi 2005 yılında da Ekim'den itibaren gerçekleştiği tespit edildi. Ekim ve Kasım örneklemeleri haricinde bütün istasyonlarda belirgin bir sıcaklık tabakalaşması olduğu görüldü. Mayıs örnekleme, yüzey ile 15 m derinlik arasında 11,8 °C'ye varan sıcaklık farklılıklarıyla tabakalaşmanın en fazla görüldüğü örnekleme oldu. Derinliklerin 5 m aralıklarla olan sıcaklık farklılıkları incelendiğinde, yüzey ve 15 m derinlik arasındaki farklar bütün örneklemelerde, diğer derinlik farklılıkları ise tabakalaşmanın olduğu yaz ve ilkbahar mevsimlerinde önemli idi ($p < 0,05$).

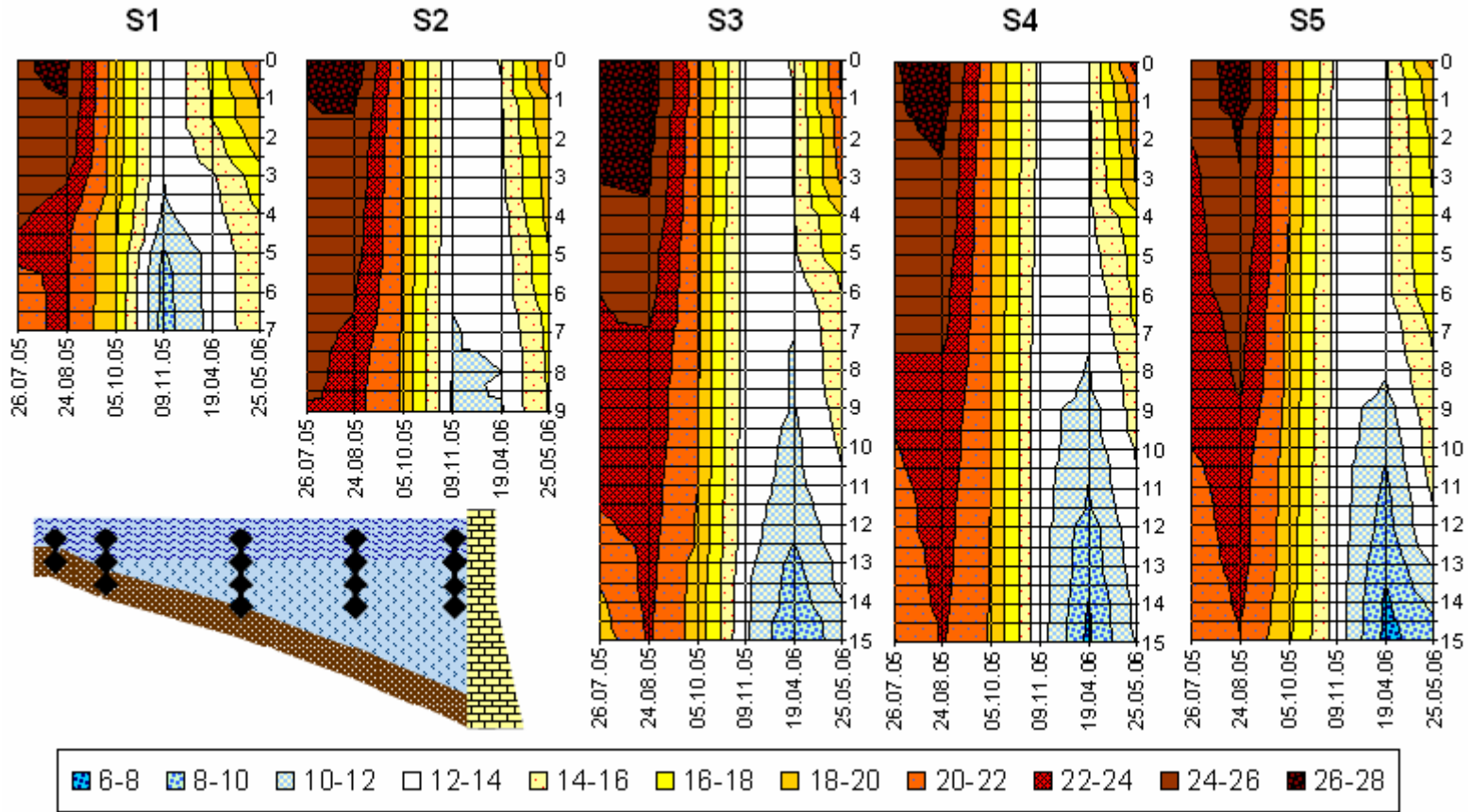
Sıcaklık değerlerinde etkili faktörler incelendiğinde, su bekleme süresi ile sıcaklık arasında bütün istasyonlarda, yüzeylerde istatistiki olarak da önemli olan negatif korelasyonlar olduğu görüldü. Göl hacmi ile sıcaklık arasında tespit edilen negatif korelasyonlar ise, S3, S4 ve S5 istasyonlarının 10 ve 15 metrelerinde istatistiki olarak önemli düzeyde idi ($p < 0,05$).

Çözünmüş oksijen tabakalaşması, sıcaklık ile benzerlikler göstermekle birlikte, sıcaklıkla oksijen arasında paralel bir değişim gözlenmedi. Yüzeyden 15 m derinliğe kadar 11,01 mg/l'ye varan farklılıklarla oksijen tabakalaşmasının en kararlı yapıda gözlemlendiği tarihler Temmuz ve Ağustos'taki örnekleme tarihleri idi. Kasım'da neredeyse hiç tabakalaşma görülmezken, Ekim, Nisan ve Mayıs örneklemelerinde istasyonların çoğunda zayıf tabakalaşmalar görüldü. Örnekleme süresince istasyonlardaki oksijen konsantrasyonları 0,07 mg/l (Ağustos, S5-15 m) ile 14,56 mg/l (Ağustos, S2-0,5 m) arasında değişti. Özellikle Ağustos'ta daha belirgin olacak şekilde 1,5 ile 5,5 metre arasındaki derinliklerde pozitif heterogradla gözlenen yoğun bir fotosentetik aktivitenin olduğu, derinlere inildikçe özellikle 3., 4. ve 5.

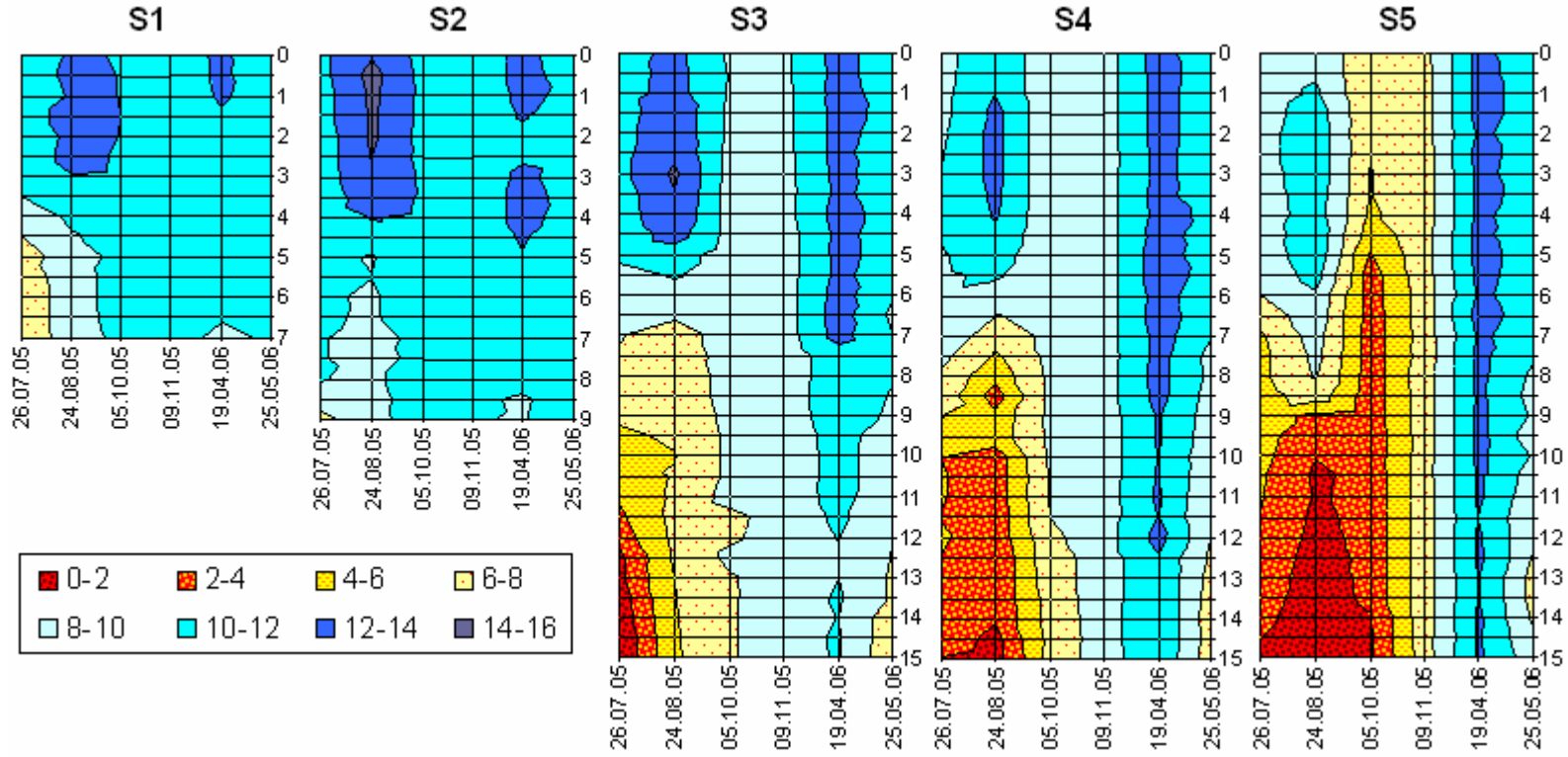
istasyonlarda oksijen konsantrasyonunun hızla düştüğü ve hipolimnetik oksijensizleşmenin gerçekleştiği görüldü. Çözünmüş oksijen konsantrasyonları sette Temmuz'da 14 metrede litrede 3 mg'ın altına 15 metrede 1,78 mg/l'ye; Ağustos'ta ise 9,5 metreden itibaren 3 mg/l'nin altına, 15 metrede gölde bu çalışma süresince ölçülen en düşük değer olan 0,07 mg/l değere kadar düştü. Yaklaşık 40 metre derinlikteki set istasyonunda 15 m için ölçülen bu değerler hipolimnetik oksijensizleşmenin ne kadar önemli bir boyutta gerçekleştiğini göstermektedir.

İstasyonlarda ilgili tarihlerdeki sıcaklık değerlerinde önemli bir farklılık olmamasına rağmen, oksijensizleşmede girişten sete doğru görülen artış, hem daha düşük oksijen seviyelerinin görülmesi, hem de daha geniş bir derinlik aralığına yayılması bakımından dikkat çekici idi. Buna ek olarak, sete doğru ilerledikçe oksijensizleşmenin daha uzun bir süreye yayıldığı, set istasyonu olan S5'te bu sürenin Ekim örneklemesinde kadar uzadığı ve bu tarihte 7 metreden daha derin kısımlarda 3 mg/l'nin altında olacak şekilde yüzeye doğru genişlediği görüldü.

Çözünmüş oksijen konsantrasyonları bütün istasyonlar için 5 m aralıklarla dikey olarak karşılaştırıldığında, sonbaharda önemli bir fark bulunmazken, diğer örneklemeelerde ve özellikle Temmuz ve Ağustos'ta daha sık olmak kaydıyla yüzey ve 5 m'deki oksijen konsantrasyonlarının 10 ve 15 m derinliklerden çoğunlukla istatistiki olarak da önemli düzeyde yüksek olduğu bulundu ($p < 0,05$). Oksijen konsantrasyonları ile diğer değişkenler arasında istikrarlı korelasyonlar görülmezken, S5-10 ve 15 m derinliklerde göl hacmi ile olan önemli pozitif korelasyonlar dikkat çekici idi.



Şekil 3.27. Kapulukaya Baraj Gölü'nde Temmuz 2005 ve Mayıs 2006 tarihlerinde yapılan litoral – pelajik izleme çalışmasında, pelajik istasyonlarda (S1, S2, S3, S4 ve S5) zamana ve derinliğe bağlı sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) grafikleri

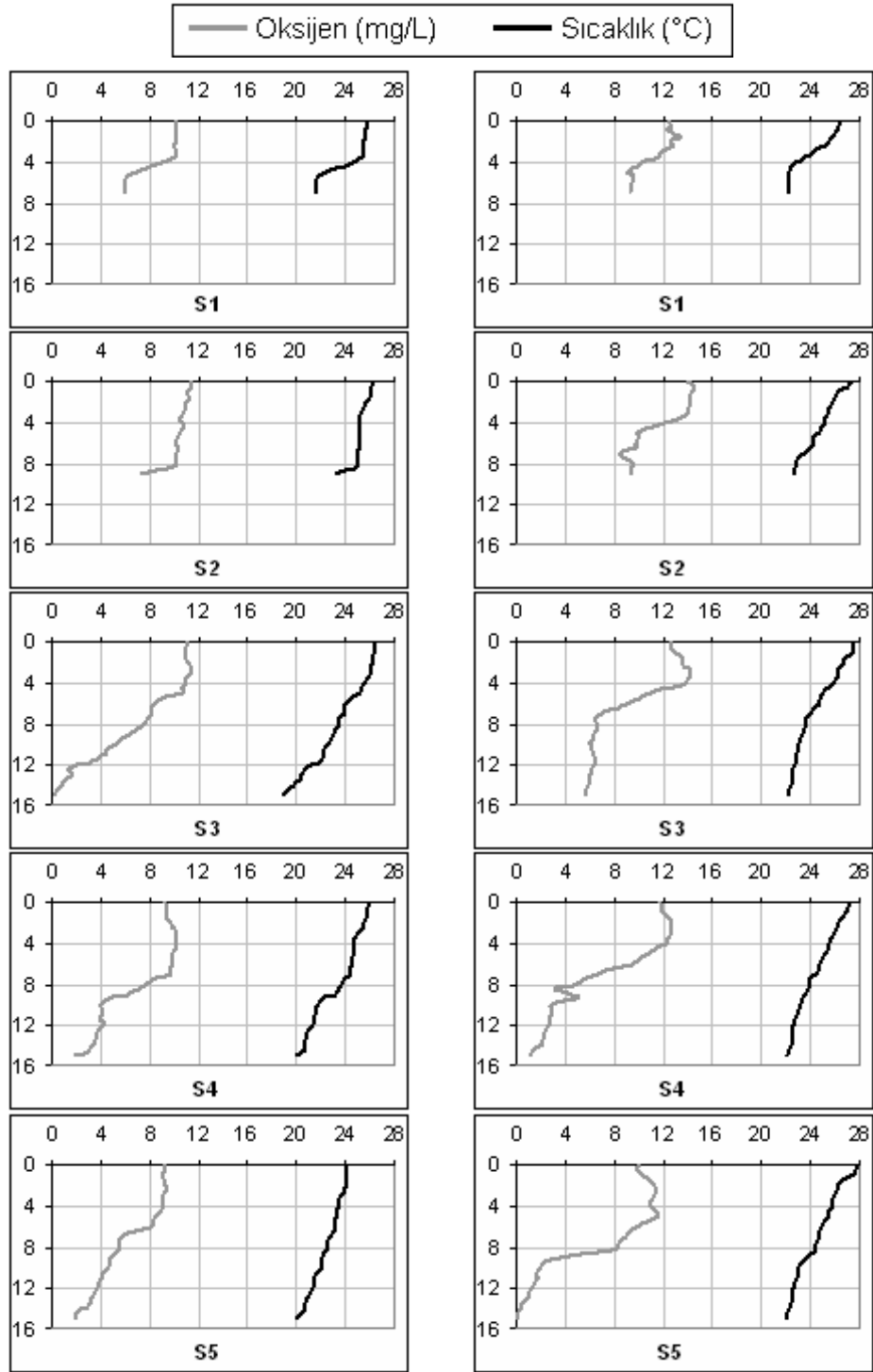


Şekil 3.28. Kapulukaya Baraj Gölü'nde Temmuz 2005 ve Mayıs 2006 tarihlerinde yapılan litoral – pelajik izleme çalışmasında, pelajik istasyonlarda (S1, S2, S3, S4 ve S5) zamana ve derinliğe bağlı çözünmüş oksijen (mg/l) konsantrasyonu grafikleri

a)

26.07.2005

24.08.2005

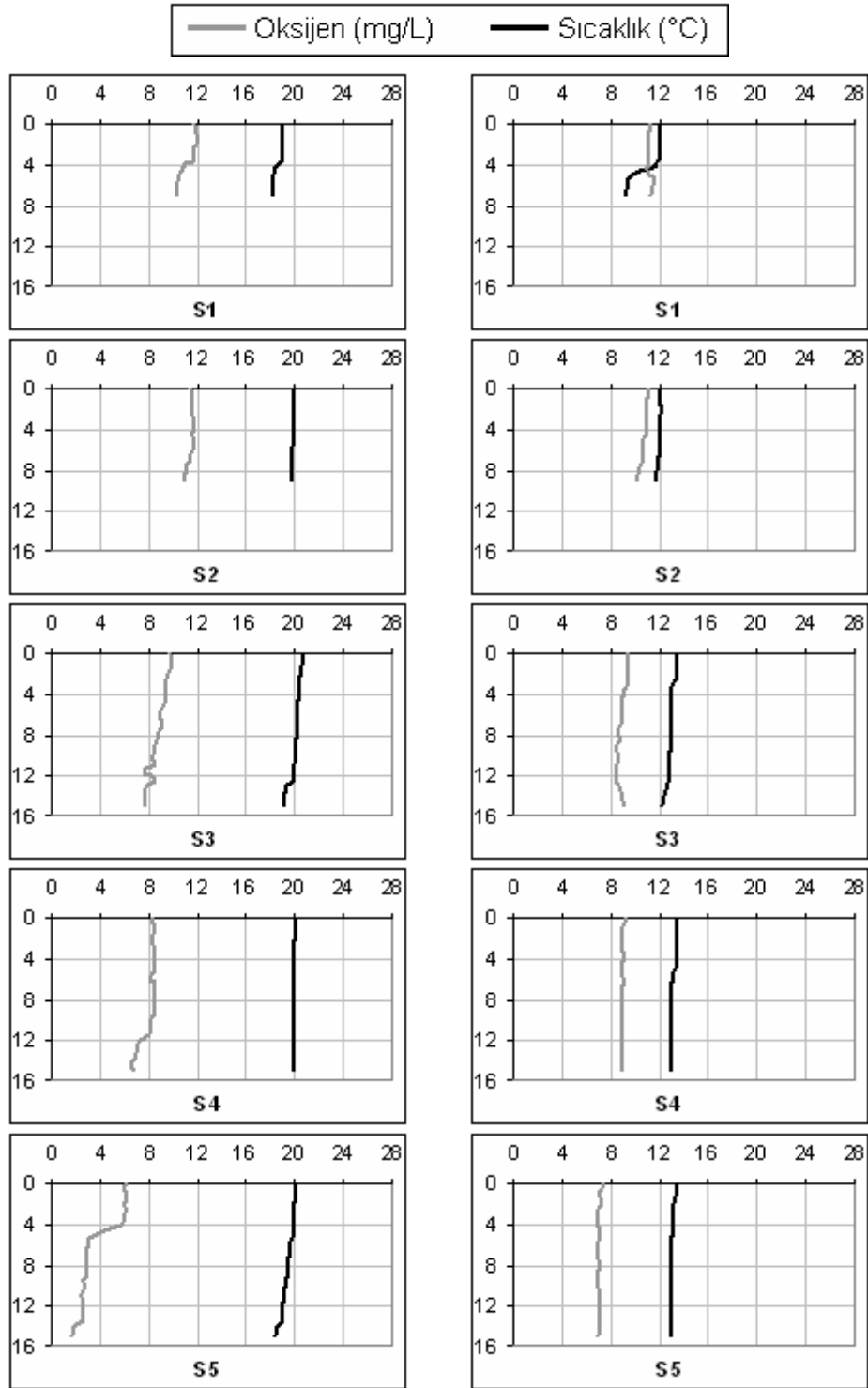


Şekil 3.29. Su kalitesi izleme çalışmasında, örnekleme tarihlerinde pelajik istasyonlarda tespit edilen oksijen (mg/l) ve sıcaklık (°C) değerlerinin derinliğe bağlı değişimleri ile gösterilen tabakalaşma ve karışım grafikleri. a) Temmuz ve Ağustos 2005

b)

05.10.2005

09.11.2005

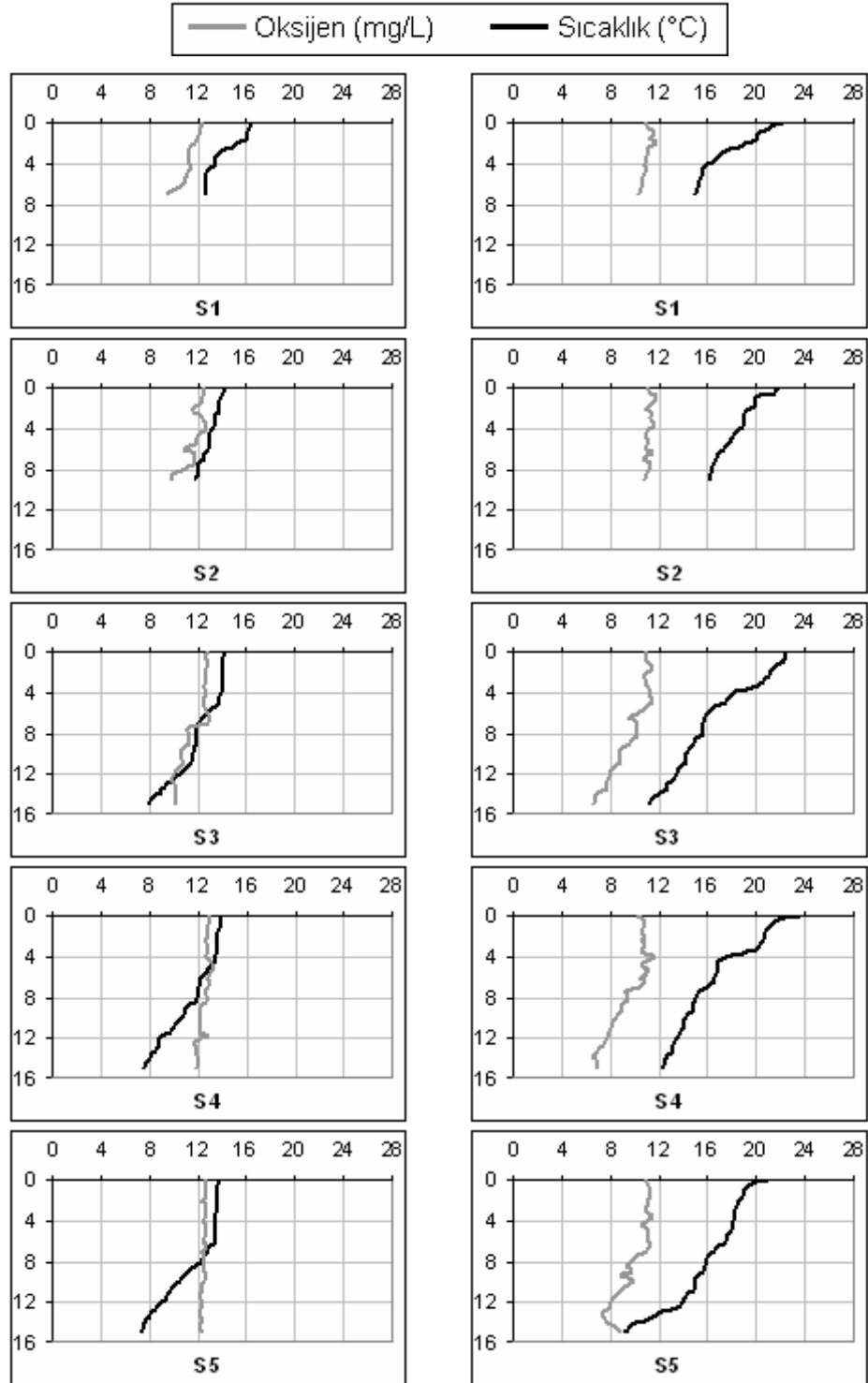


Şekil 3.29 (devam) b) Ekim ve Kasım 2005

c)

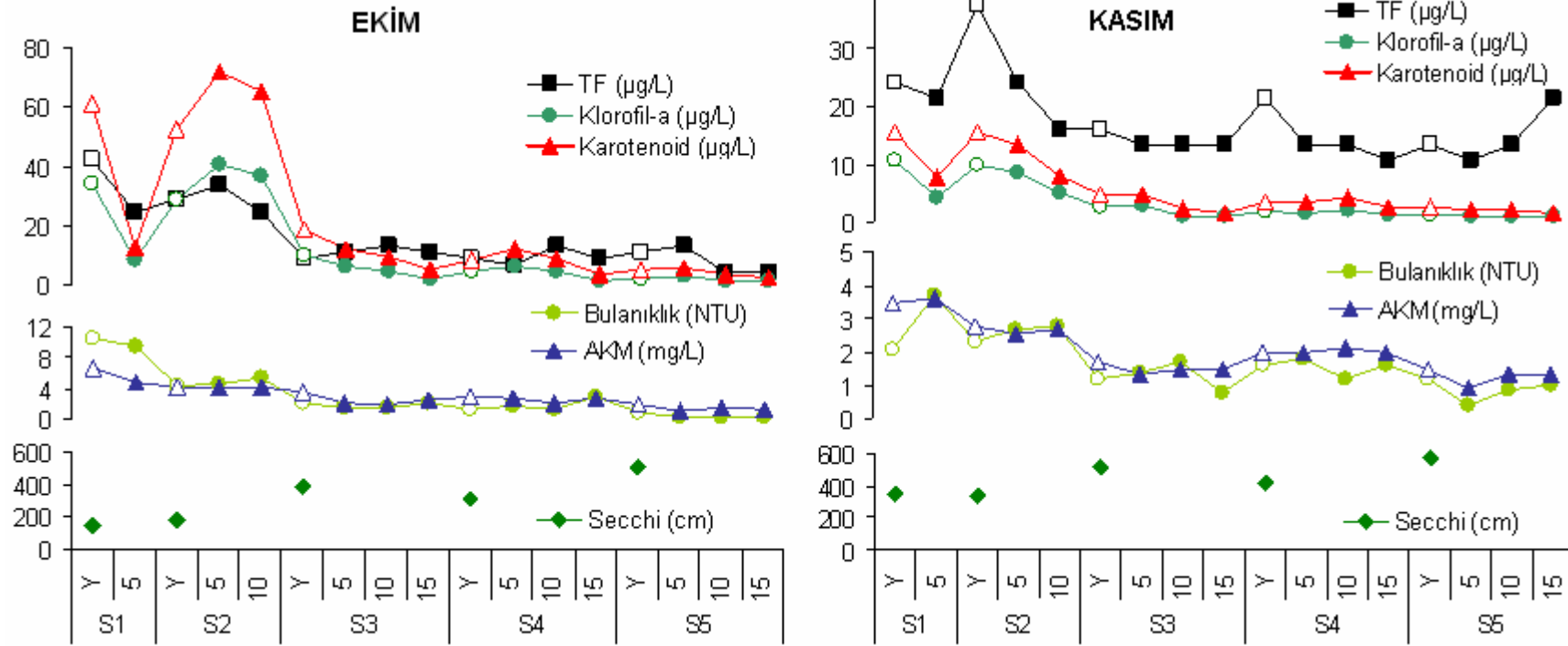
19.04.2006

25.05.2006

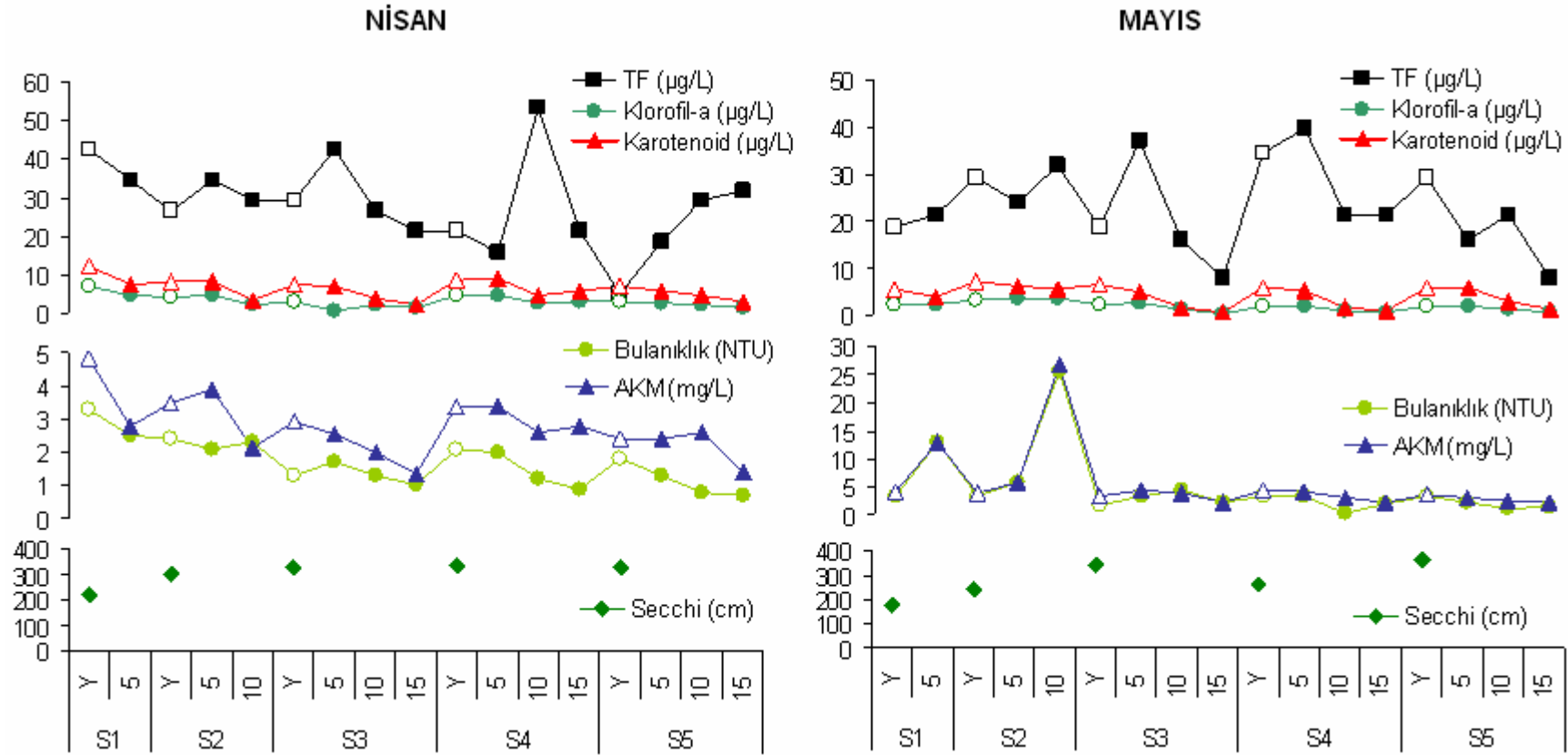


Şekil 3.29 (devam) c) Nisan ve Mayıs 2006

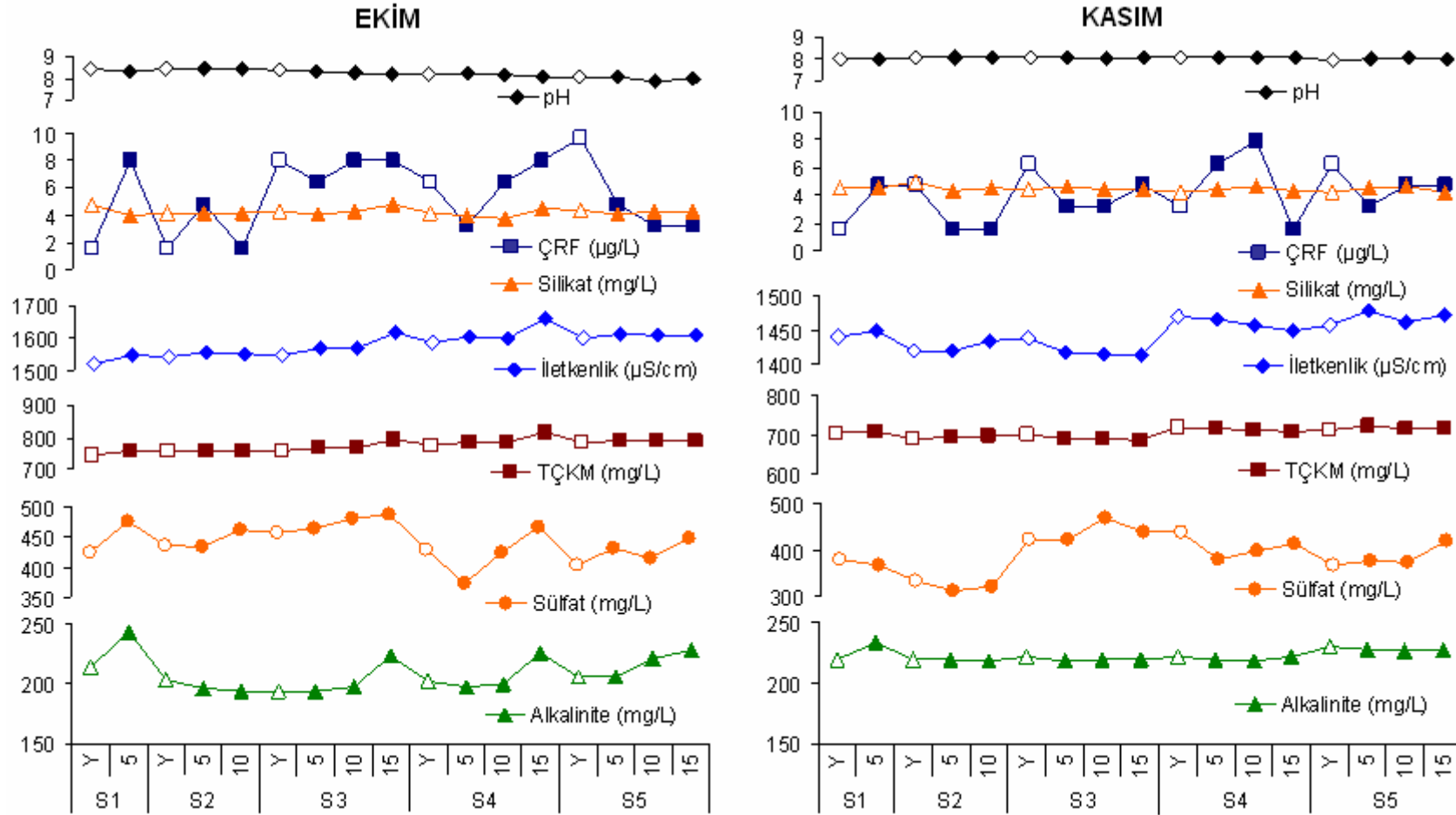
Su kalitesi izleme çalışmasına ait kimyasal ve fiziksel değişkenlerin yatay ve dikey düzlemdeki değişimleri örnekleme tarihlerine bağlı olarak incelendiğinde, ortalama TF konsantrasyonlarının ilkbahar örneklemelerinde sonbahara göre daha yüksek olduğu görüldü. Sonbaharı temsil eden Ekim ve Kasım rneklemeleri ile daha az belirgin olmak kaydıyla Nisan rneklemesinde, girişe yakın S1 ve S2 istasyonlarında ortalama konsantrasyonların daha yüksek olduğu ve sete doğru azaldığı gözlendi (Şekil 3.30 ve Şekil 3.31). Girişten sete doğru olan bu azalma S1 ve S2 istasyonları ile S5 istasyonu arasında istatistiki olarak da önemli bulundu ($p < 0,05$). 4,5 $\mu\text{g/l}$ (Ekim, S5-10 ve 15 m) ila 53,3 $\mu\text{g/l}$ (Nisan, S4-10 m) değerleri arasında llen TF miktarlarının derinliğe bağlı artış ve azalışları, istasyonlarda örnekleme tarihlerine göre farklılıklar gösterdi ve belirgin bir eğilim gözlenmedi. TF değerleri Ekim ve Kasım rneklemelerinde klorofil-a ve karotenoid ile benzer salınımlar gösterirken, diğer tarihlerde ve diğer değişkenlerle belirgin herhangi bir ilişki saptanmadı. Nitekim, korelasyon sonuçları incelendiğinde farklı değişkenlerle düzensiz önemli korelasyonlar bulunurken, sadece çözünmüş oksijen konsantrasyonlarında bütün istasyonlarda pozitif olan ve hem giriş hem de sete yakın bazı istasyonlarda istatistiki olarak da önemli bulunan pozitif korelasyonlar tespit edildi.



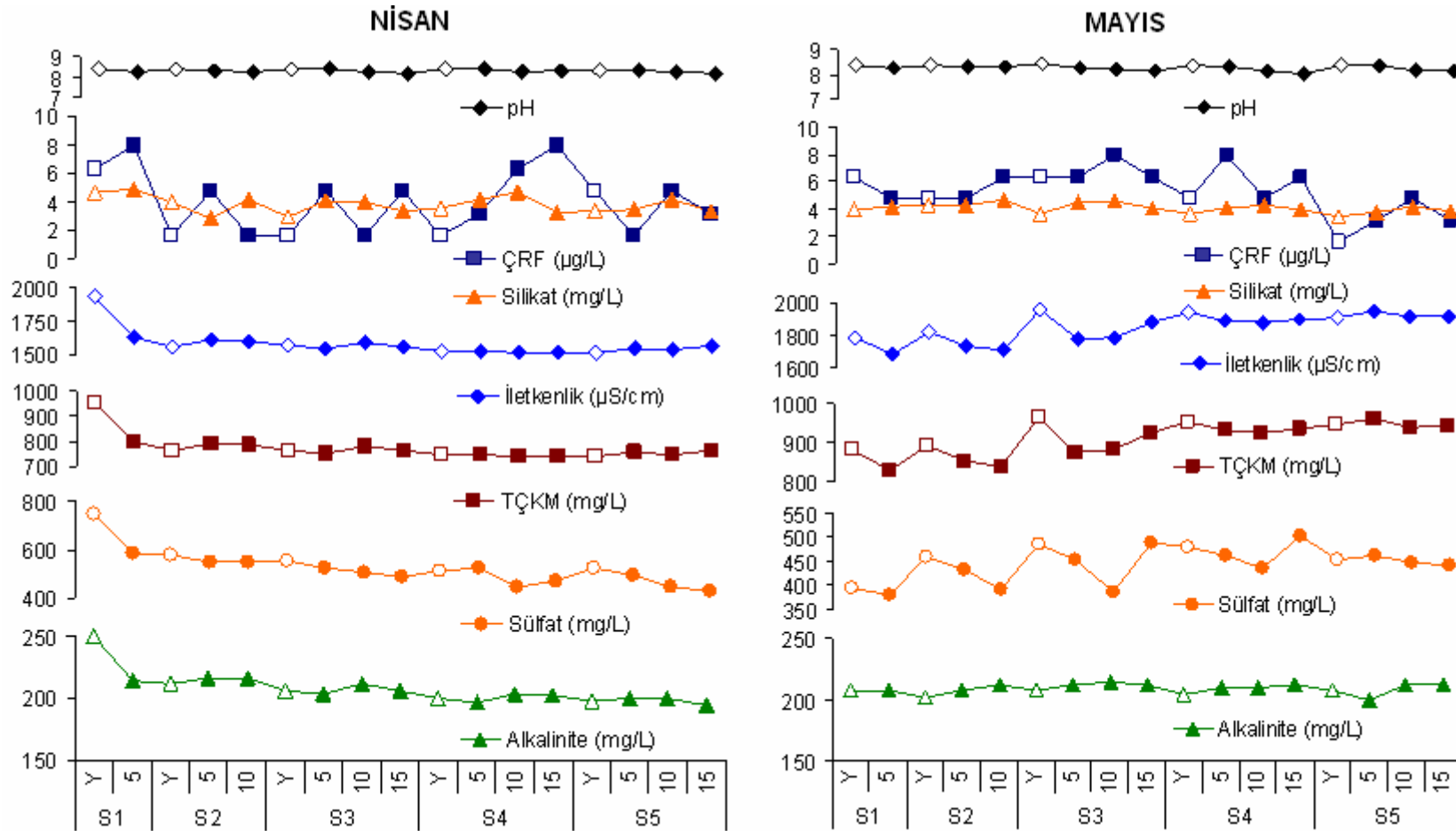
Şekil 3.30. Su kalitesi izleme çalışmasında, Ekim ve Kasım örneklemlerine ait toplam fosfor (TF), klorofil-a, karotenoid, bulanıklık, askıdaki katı madde (AKM) ve Secchi derinliği değerlerinin istasyonlara göre dağılımı



Şekil 3.31. Su kalitesi izleme çalışmasında, Nisan ve Mayıs örneklemlerine ait toplam fosfor (TF), klorofil-a, karotenoid, bulanıklık, askıdaki katı madde (AKM) ve Secchi derinliği değerlerinin istasyonlara göre dağılımı



Şekil 3.32. Su kalitesi izleme çalışmasında, Ekim ve Kasım örnekleme dönemlerine ait pH, çözünmüş reaktif fosfor (ÇRF), silikat, iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde (TÇKM), sülfat ve alkalinite değerlerinin istasyonlara göre dağılımı



Şekil 3.33. Su kalitesi izleme çalışmasında, Nisan ve Mayıs örneklemlerine ait pH, çözülmüş reaktif fosfor (ÇRF), silikat, iletkenlik, toplam çözülmüş katı madde (TÇKM), sülfat ve alkalinite değerlerinin istasyonlara göre dağılımı

Genellikle düşük bir aralıkta değişen ÇRF konsantrasyonlarının en yüksek ortalama olduğu örnekleme, en yüksek değerinde ölçüldüğü (9,6 µg/l, S5-Y) Ekim ayı örnekleme idi (Çizelge 3.18). En düşük değer olan 1,6 µg/l'nin birçok istasyonda ölçüldüğü Nisan örnekleme ise en düşük ortalamanın bulunduğu örnekleme oldu. Derinliklere bağlı değişimler örnekleme tarihlerine göre farklılık gösterdi. Yüzeyden dibe doğru belirgin bir eğilim olmamakla birlikte, giriş istasyonlarında daha çok 5 m derinliklerde en yüksek değerler ölçülürken, diğer istasyonlarda sonbaharda sıkça yüzeyde ilkbaharda ise daha çok 10 ve 15 m derinliklerde bulundu (Şekil 3.32 ve Şekil 3.33). ÇRF miktarları ile diğer değişkenler arasında belirgin bir ilişki görülmedi. Nitekim farklı değişkenlerle olan önemli korelasyonlar istasyonlarda süreklilik göstermedi.

ÇİN konsantrasyonları, daha çok 14,0 (Ekim, S2) ila 990,5 (Nisan, S1-Y) µg/l arasında değişen nitrit-nitrat konsantrasyonları tarafından belirlendi. 2,7 (Nisan, S5-Y) ila 123,3 µg/l (Ekim, S2-10) değerleri arasında bulunan amonyum ise özellikle diğer tarihlere göre nispeten yüksek olduğu Ekim ve Mayıs örnekleme tarihinde yine nitrit-nitrat kadar olmasa da etkili idi (Çizelge 3.18). ÇİN miktarları genellikle hem amonyum hem de nitrit-nitrata bağlı olarak yüzeyden dibe doğru artma eğiliminde görüldü. Özellikle ilkbaharda bu farklılıklar bazı derinlikler için istatistiki olarak da önemli bulundu ($p < 0,05$). 48,1 (Ekim, S2-Y) ila 1014,2 µg/l (Nisan, S1-Y) arasında değişen ÇİN, amonyumun en düşük ortalama olduğu Nisan örnekleme tarihinde nitrit-nitrata bağlı olarak en yüksek değerlerine ulaştı. Amonyum konsantrasyonlarının istasyonlara göre yatay değişimine bakıldığında, Ekim ve Nisan'da S2 istasyonundaki artışı sete doğru azalmanın takip ettiği, Kasım ve Mayıs'ta ise

S1 ve S2 istasyonlarında nispeten düşük diğler istasyonlarda daha yüksek değerlerin olduğu görüldü (Şekil 3.34). Nitrit-nitrat konsantrasyonları ise Ekim'de S1'de en yüksek iken S2'deki düşüşü sete doğru artışı takip ettiği görüldü. Kasım ve Nisan rneklemelelerinde sete doğru azalan ortalama değerler, nispeten daha düşük değerlerin tespit edildiği Mayıs rneklemesinde girişten sete doğru artış gösterdi. ÇİN miktarları da nitrit-nitrata benzer bir eğilim gösterdi. Amonyum ve nitrit-nitrat konsantrasyonları diğler kimyasal ve fiziksel değişkenlerle belirgin bir ilişki içinde bulunmadı. İstatistiki nemlilikteki korelasyonlarda farklı değişkenlerle ve birkaç istasyonla sınırlı idi.

ÇİN/ÇRF oranları, Şekil 3.34'te de görüldüğü üzere, Ekim ve Mayıs rneklemelelerinde en düşük (Minimum: 6,1; Ekim, S3-Y), Nisan'da en yüksek (Maksimum: 344,2; Nisan, S2-10 m) değerlerinde bulundu. Derinliğe bağlı belirgin bir değişim hareketi gözlenmedi. Oranların Şekil 3.34'te kırmızı çizgiyle belirtilen 16 değerinin altına düştüğü istasyonların Ekim'de istasyonların çoğuna yayılmış ve yzeeye yakın derinliklerde ağırlıklı olduğu görülürken, Mayıs'ta girişe yakın istasyonlarda ve derinlikten bağımsız olarak bulunduğu tespit edildi. İstasyonlara ait ortalama değerlere bakıldığında, yatay değişimin örnekleme tarihlerine göre farklılık gösterdiği bulundu. Ekim rneklemesinde S3 istasyonuna kadar düşüşü, sete doğru tekrar artış olurken, Kasım'da girişten sete doğru S3'ten itibaren çok değişmeyen bir azalma olduğu, Nisan'da S3 istasyonuna kadar yüksek olan değerlerin S4 ve S5'te belirgin bir şekilde düştüğü, Mayıs'ta ise bunun tersine sete doğru belirgin bir artış olduğu görüldü (Şekil 3.34).

Silikat değerlerinde istasyonlarda derinliğe bağlı belirgin bir eğilim gözlenmezken, yatay düzlemde 4,5 mg/l'lik en yüksek ortalama sahip Kasım ve 3,8 mg/l ile en düşük ortalamanın bulunduğu Nisan örneklemede girişten sete doğru bir azalma olduğu görüldü (Şekil 3.32, Şekil 3.33, Çizelge 3.18). 2,88 (Nisan, S2-5) ila 4,99 (Kasım, S2-Y) mg/l arasında değişen silikat konsantrasyonları ile diğer değişkenler arasındaki ilişkilere bakıldığında, alkalinite ile olan pozitif korelasyonların S3, S4 ve S5 istasyonlarının 15 m derinliklerinde istatistiki olarak da önemli olduğu görüldü ($p < 0,05$). Sülfat ile bulunan negatif korelasyonlar ise sadece S3-Y ile S5-5 ve 10 m'de önemli idi. Oksijen gibi diğer değişkenlerle bulunan önemli korelasyonlarda sadece birkaç istasyonla sınırlı kaldı.

En yüksek ortalama değerlerine Nisan örneklemede (526,3 mg/l), en düşük değerlerine ise Kasım'da (390,0 mg/l) ulaşan ve istatistiki olarak da bu durumun desteklendiği sülfat konsantrasyonları, 310,9 (Kasım, S2-5) ila 744,2 (Nisan, S1-Y) mg/l arasında oldukça yüksek bir aralıkta bulundu. Girişten sete doğru azalmanın görüldüğü Nisan örnekleme haricinde yatay düzlemde belirgin bir değişim gözlenmedi. Dikey düzlemde ise sonbaharda genellikle dibe doğru artış gösteren sülfat değerleri ilkbaharda yüzeyden dibe doğru azalan ve istatistiki olarak da önemli bulunan ($p < 0,05$) bir hareket gösterdi (Şekil 3.32 ve Şekil 3.33).

Çizelge 3.18. Su kalitesi izleme çalışmasında tüm istasyonlarda 05.10.05 – 25.5.06 arası örnekleme tarihleri ve bütün tarihler için fiziksel ve kimyasal değişkenlerin ortalama (O) ± standart sapma (SD), minimum (D_{MIN}) ve maksimum (D_{MAKS}) değerleri

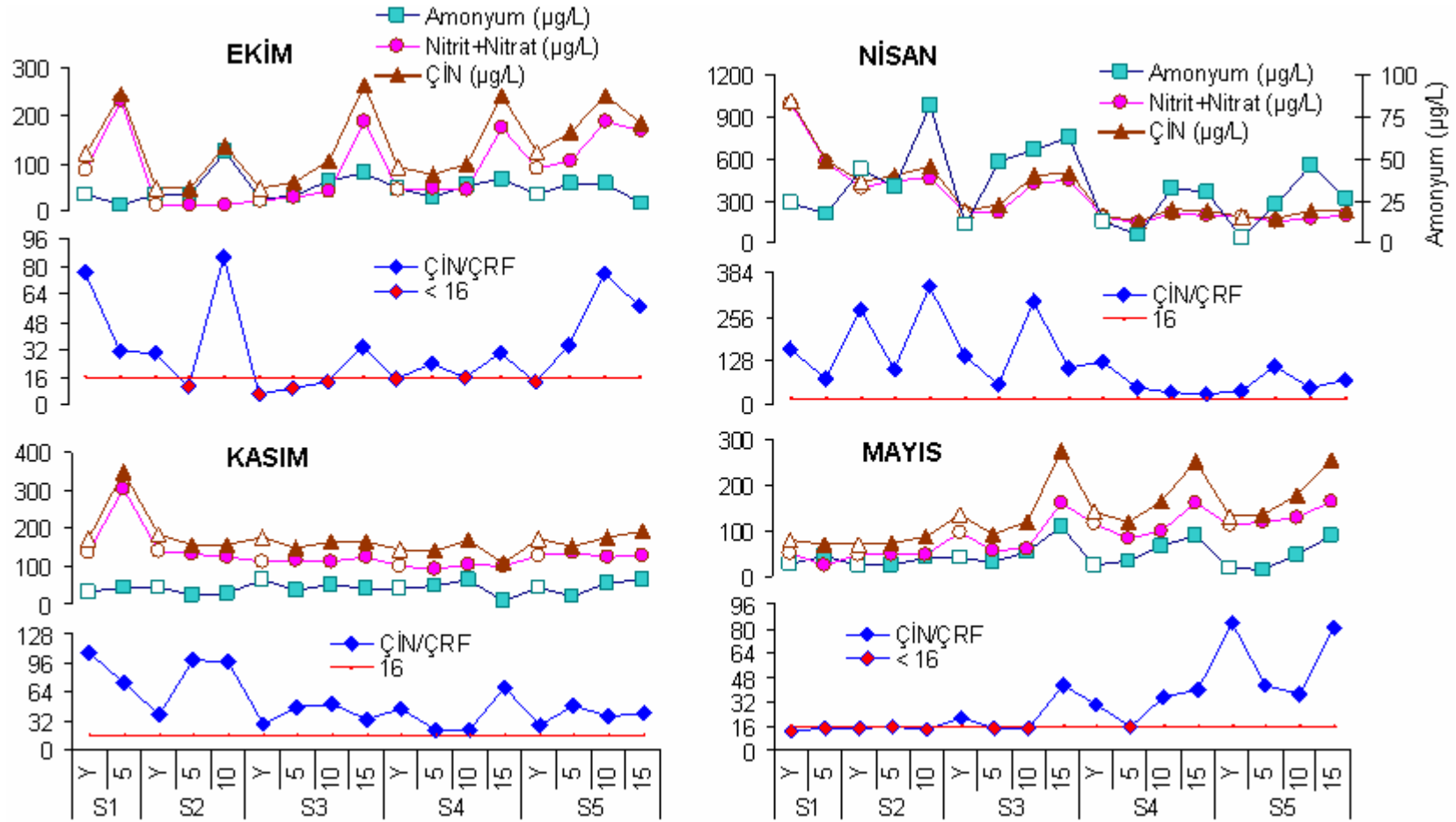
Değişkenler		Toplam fosfor ($\mu\text{g/l}$)	Çözünmüş reaktif fosfor ($\mu\text{g/l}$)	Amonyum ($\mu\text{g/l}$)	Nitrit-nitrat ($\mu\text{g/l}$)	Çözünmüş inorganik azot ($\mu\text{g/l}$)	ÇİN/ÇRF
Ekim 2005	O±SD	15,96±10,98	5,48±2,67	47,43±26,49	88,54±73,70	135,96±75,50	32,9±25,5
	D_{MIN}	4,48	1,61	12,98	13,99	48,06	6,1
	D_{MAKS}	42,61	9,64	123,29	232,20	266,12	85,5
Kasım 2005	O±SD	17,39±6,80	4,10±1,94	41,72±15,74	130,17±47,18	171,89±49,52	52,3±27,5
	D_{MIN}	10,65	1,58	8,14	92,32	108,86	21,1
	D_{MAKS}	37,29	7,91	65,14	304,94	348,36	107,7
Nisan 2006	O±SD	28,51±11,33	4,00±2,25	32,77±21,58	330,32±217,49	363,09±223,43	121,9±97,1
	D_{MIN}	5,33	1,58	2,74	146,73	151,29	29,1
	D_{MAKS}	53,27	7,91	82,06	990,45	1014,16	344,2
Mayıs 2006	O±SD	23,34±9,30	5,31±1,67	46,96±27,47	93,29±44,56	140,25±65,42	31,2±22,2
	D_{MIN}	7,99	1,58	17,12	26,59	70,74	12,8
	D_{MAKS}	39,95	7,91	109,92	164,23	272,59	83,7
Bütün tarihler	O±SD	21,30±10,79	4,72±2,22	42,22±23,53	160,58±153,65	202,8±154,2	59,6±64,0
	D_{MIN}	4,48	1,58	2,74	13,99	48,06	6,1
	D_{MAKS}	53,27	9,64	123,29	990,45	1014,16	344,2

Çizelge 3.18 (devam)

Değişkenler		Silikat (mg/l)	Klorofil-a (µg/l)	Karotenoid (µg/l)	Alkalinite (mg/l)	Sülfat (mg/l)	pH
Ekim 2005	O±SD	4,24±0,28	11,76±13,88	21,25±24,30	208,8±14,9	442,26±30,20	8,20±0,18
	D _{MIN}	3,72	1,41	2,88	194	372,59	7,86
	D _{MAKS}	4,82	40,83	71,68	244	488,57	8,44
Kasım 2005	O±SD	4,49±0,19	3,40±3,25	5,67±4,75	222,7±4,7	389,96±43,54	8,04±0,03
	D _{MIN}	4,20	0,94	1,71	218	310,91	7,96
	D _{MAKS}	4,99	10,79	15,57	234	468,36	8,08
Nisan 2006	O±SD	3,83±0,60	3,36±1,59	6,54±2,56	207,6±12,9	526,32±72,49	8,30±0,08
	D _{MIN}	2,88	0,70	2,35	194	428,46	8,15
	D _{MAKS}	4,86	7,04	12,48	250	744,16	8,40
Mayıs 2006	O±SD	4,09±0,34	1,95±1,02	4,22±2,22	208,9±3,9	444,21±37,61	8,26±0,11
	D _{MIN}	3,45	0,23	0,64	200	378,49	8,04
	D _{MAKS}	4,71	3,75	7,25	214	503,28	8,40
Bütün tarihler	O±SD	4,16±0,45	5,12±8,04	9,42±14,04	212,0±11,9	450,69±68,40	8,20±0,15
	D _{MIN}	2,88	0,23	0,64	194	310,91	7,86
	D _{MAKS}	4,99	40,83	71,68	250	744,16	8,44

Çizelge 3.18 (devam)

Değişkenler		İletkenlik (μS)	Bulanıklık (NTU)	Tuzluluk (‰)	Toplam çözünmüş katı madde (mg/l)	Askıdaki katı madde (mg/l)	Secchi derinliği (cm)
Ekim 2005	O\pmSD	1582,9 \pm 35,4	2,9 \pm 3,1	0,8 \pm 0,0	774,9 \pm 18,0	2,9 \pm 1,5	305 \pm 147
	D_{MIN}	1523	0,2	0,8	744	1,1	150
	D_{MAKS}	1660	10,6	0,8	814	6,6	505
Kasım 2005	O\pmSD	1444,7 \pm 22,0	1,7 \pm 0,8	0,7 \pm 0,0	705,2 \pm 11,8	2,0 \pm 0,8	438 \pm 100
	D_{MIN}	1413	0,4	0,7	687	0,9	340
	D_{MAKS}	1479	3,7	0,7	723	3,6	570
Nisan 2006	O\pmSD	1577,4 \pm 98,6	1,7 \pm 0,7	0,8 \pm 0,0	772,8 \pm 50,3	2,8 \pm 0,9	303 \pm 48
	D_{MIN}	1512	0,7	0,8	740	1,3	220
	D_{MAKS}	1935	3,3	1,0	955	4,8	335
Mayıs 2006	O\pmSD	1849,4 \pm 85,4	4,6 \pm 6,1	0,9 \pm 0,1	910,4 \pm 43,6	5,4 \pm 6,0	277 \pm 75
	D_{MIN}	1685	0,2	0,8	827	2,1	180
	D_{MAKS}	1956	25,6	1,0	965	26,6	365
Bütün tarihler	O\pmSD	1613,6 \pm 162,5	2,7 \pm 3,6	0,8 \pm 0,1	790,8 \pm 82,5	3,3 \pm 3,3	331 \pm 112
	D_{MIN}	1413	0,2	0,7	687	0,9	150
	D_{MAKS}	1956	25,6	1,0	965	26,6	570



Şekil 3.34. Su kalitesi izleme çalışmasında Ekim, Kasım, Nisan ve Mayıs örneklemlerine ait amonyum, nitrit+nitrat, çözünmüş inorganik azot (ÇİN) değerleri ile ÇİN/ÇRF (Çözünmüş azot/fosfor) oranlarının istasyonlara göre dağılımı

Çoğunlukla birbirine yakın değerlerde ve salınımlarda görülen klorofil-a ve karotenoid miktarları sonbahar döneminde daha belirgin olacak şekilde bulanıklık ve askıdaki katı madde miktarları ile benzer salınımlar gösterebilir, bu değişkenlerle olan korelasyonlar önemli değildir. Alkalinite ile olan negatif korelasyonlar klorofil-a ile iki, karotenoid ile dört istasyonda önemli idi. Diğer fiziksel ve kimyasal değişkenlerle olan istisnai korelasyonlar dikkat çekici değildir.

Ekim'de en yüksek, Mayıs örneklemeğinde en düşük değerlerde ölçülen klorofil-a ve karotenoid miktarları, genel olarak S1 ve S2 istasyonlarında yüksek sete doğru ilerledikçe azalan bir eğilim gösterdi. S1 ve S2 ile S5 istasyonları arasındaki farklar çoğunlukla istatistiksel olarak da önemli idi. En yüksek değerler Ekim'de S2-5 istasyonunda ölçülürken (Klo-a: 40,8 µg/l ve karotenoid: 71,7 µg/l), en düşük değerler Mayıs'ta S3-15'te bulundu (Klo-a: 0,2 µg/l ve karotenoid: 0,6 µg/l) (Çizelge 3.18). Genellikle yüzey ve 5 m derinliklerde daha yüksek olan ve dibe doğru azalan klorofil-a ve karotenoid değerlerindeki bu farklılık çoğunlukla istatistiksel olarak da önemli idi.

Genel olarak yüksek olmayan ve sırasıyla 0,2 (Mayıs, S4-10) ila 25,6 (Mayıs, S2-10) NTU arasında değişen bulanıklık ve 0,9 (Kasım, S5-5) ila 26,6 (Mayıs, S2-10) mg/l aralığında bulunan askıdaki katı madde miktarları, Mayıs'ta en yüksek ortalama değerlerine ulaştı (Sırasıyla, 4,6 NTU ve 5,4 mg/l) (Çizelge 3.18) ve bütün tarihlerde benzer salınımlar gösterdi (Şekil 3.30 ve Şekil 3.31). S1 ve S2 istasyonlarında yüksek olan ortalama değerler, S3 istasyonundan itibaren düşüş gösterdi ve bu düşüş istatistiksel olarak da önemli

bulundu. S4 istasyonundaki ortalama değerlerin hem bulanıklık hem de AKM için S3 ve S5'ten daha yüksek olması dikkat çekici idi.

Her iki değişken için derinliğe bağlı değişimler sonbaharda önemli bir fark göstermesede, Nisan örneklemesinde dibe doğru azalma eğilimi olduğu, Mayıs'ta ise S1 ve S2'de en derin kısımlarda artış olması dikkat çekici idi. Hem bulanıklık hem de AKM ile giren ve çıkan su arasında pozitif ve su bekleme süresi ile negatif korelasyonlar bulundu. Bu korelasyonlar su bekleme süresi için önemli bulunmazken, AKM için istasyonların çoğunda derin kısımlarda giren ve çıkan su ile önemli pozitif korelasyonlar tespit edildi. Bulanıklık ise S2 ve S3 istasyonlarının derin kısımlarında bu iki değişkenle istatistiki olarak önemli pozitif korelasyonlar gösterdi.

Secchi derinlikleri fitoplankton yoğunluğunu temsil eden klorofil-a ve karotenoid ile bulanıklık ve askıdaki katı madde miktarlarıyla ilişkili olacak şekilde girişten sete doğru artış gösterdi. S4 istasyonunda görülen nispi düşüşün bu istasyonda yüzey ve 5 m derinliklerde bulanıklık ve askıdaki katı madde miktarlarındaki artışlarla ilişkili olabileceği görüldü.

Tuzluluk, iletkenlik ve toplam çözünmüş katı madde (TÇKM) miktarları en düşük ortalama değerlerine Kasım örneklemesinde en yüksek değerlere ise Mayıs'ta ulaştı. Benzer salınımlar gösteren bu üç değişken arasındaki korelasyonlarda istasyonların neredeyse tümü için de pozitif ve önemli bulundu. İstasyonlarda ölçülen değerler, tuzluluk, iletkenlik ve TÇKM için sırasıyla; binde 0,7 (Nisan) ila 1,0 (Mayıs); 1413 (Kasım, S3-15) ila 1926 μ S (Mayıs, S3-Y) ve 687 (Kasım, S3-15) ila 965 (Mayıs, S3-Y) mg/l arasında idi (Çizelge 3.18). Mayıs'ta S1, S3 ve S4 istasyonlarında yüzeyde görülen binde

0,1'lik yüksek değerler haricinde tuzluluk değerleri istasyonlar arasında aynı örnekleme tarihinde genellikle farklılık göstermedi. İletkenlik ve TÇKM için yatay düzlemedeki değişimler Ekim ve Mayıs'ta girişten sete doğru artış şeklinde görüldü, diğer örnekleme tarihlerinde ise belirgin bir eğilim gözlenmedi. Dikey düzlemde ise Ekim'de dibe doğru azalan iletkenlik ve TÇKM değerleri, Kasım ve Mayıs örnekleme tarihlerinde yüzeyden dibe doğru azalma eğiliminde idi. Nisan'da herhangi bir farklılık gözlenmedi. İletkenlik ve TÇKM değerleri özellikle S3, S4 ve S5 istasyonlarında giren ve çıkan su miktarlarıyla istatistiksel olarak önemli pozitif korelasyonlar gösterdi.

pH değerleri istasyonlarda 7,86 (Ekim, S5-10) ile 8,44 (Ekim, S2-Y) arasında değiştirdi (Çizelge 3.18). Yatay düzlemde Ekim örnekleme tarihinde girişten set istasyonuna doğru azalma oldu. Kasım'da karışımla ilişkili olacak şekilde hem yatay hem dikey düzlemde herhangi bir farklılık gözlenmedi. Nisan ve Mayıs'ta yatay olarak bir farklılık olmasa da, neredeyse bütün istasyonlarda yüzeyden dibe doğru azalma şeklinde bir değişim görüldü. Bu dikey farklılıklar istatistiksel olarak da önemli bulundu ($p < 0,05$). pH ile diğer değişkenlerin ilişkilerine bakıldığında oksijen doygunluğu ile olan ve genellikle yüzey ve 5 m derinliklerde baraj boyunca tespit edilen pozitif ve önemli korelasyonlar haricinde diğer değişkenlerle olan ilişkileri istisnai korelasyonlar haricinde önemli değildi.

Alkalinite değerleri, Kasım örnekleme tarihinde ortalama en yüksek değerde idi. İstasyon ortalamaları yatay düzlemde Nisan'da sete doğru olan azalma haricinde, diğer örnekleme tarihlerinde herhangi bir eğilim göstermedi. 194 ile 250 mg/l arasında değişen alkalinite miktarları Ekim ve

Mayıs örneklemelerinde dibe doğru istatistiki olarak da önemli bulunan artışlar gösterdi ($p < 0,05$). Kasım ve Nisan'da ise dikeyde bir farklılık görülmedi (Şekil 3.32 ve Şekil 3.33). Neredeyse tüm istasyonlarda pozitif bulunan ve S3, S4 ve S5 istasyonlarının 15 m derinliklerinde silikat ile tespit edilen pozitif korelasyonlar ve baraj boyunca negatif olan ve bazı istasyonlarda önemli de bulunan klorofil-a ve karotenoid ile korelasyonlar dikkat çekici idi.

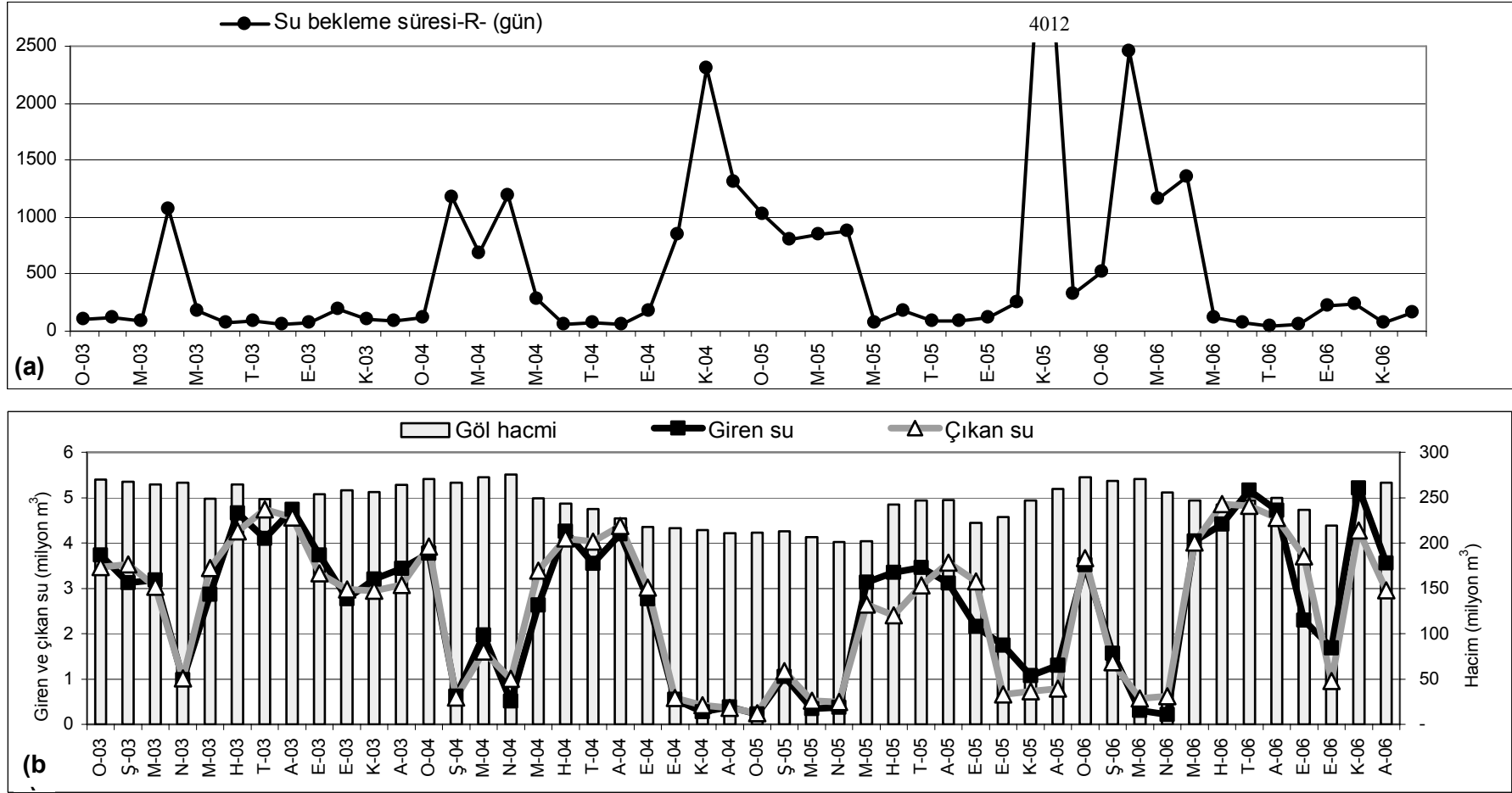
3.1.2.3. Hidrolojik veriler

Kapulukaya Baraj Gölü'nde çalışma sürecini kapsayan 2003 ve 2006 yılları arasında; toplam giren su, çıkan su (Toplam su sarfiyatı), göl hacmi ve su bekleme süresinin (R) aylara göre değişimi Şekil 3.35'te verilmiştir. Zincir baraj sisteminin bir halkası olan barajda, giren su Kesikköprü Baraj Gölü'nden kontrollü bir şekilde bırakıldığı için, nitelik ve nicelik bakımından tekli baraj sistemlerinden farklı bir hidrolojik yapı göstermektedir. Çıkan su miktarının önemli bir kısmı ise elektrik enerjisi eldesi amacıyla kullanıldığından dolayı, hem giren ve çıkan su miktarının hem de verimli elektrik enerjisi eldesi için belirli bir kotun altına düşmemesi gereken göl hacminin planlı bir şekilde yönetildiği göz önünde bulundurulmalıdır. Hidrolojik verilerin mevsimsel değişimine bakıldığında tekli baraj sistemlerinde olduğu gibi bahar aylarında yağışlar ve kar sularının etkisiyle gözlenmesi beklenen giren su ve buna bağlı göl hacmi artışı, su bekleme süresinin düşmesi gibi özelliklerin bu gölde gözlenmediği görülmektedir (Şekil 3.35). Nitekim Çizelge 3.19'da de görüleceği üzere hidrolojik özelliklerin

minimum ve maksimum değerlerinin gözlemlendiği aylar yıllara göre farklılıklar göstermiştir.

Günlük veriler kullanılarak hesaplanan su bekleme süresi 2003 yılında 187 gün iken, 2004, 2005 ve 2006 yıllarında yükselerek sırasıyla 685, 718 ve 524 gün değerlerine ulaşmıştır (Çizelge 3.19). Genel olarak kış aylarındaki durgunluğu takiben süresi değişmekle birlikte, Mayıs ayından itibaren giren ve çıkan su miktarının arttığı ve buna bağlı olarak su bekleme süresinin düştüğü görülmektedir. Göl hacminin yıllık ortalama değerlerine bakıldığında su bekleme süresiyle ters bir ilişkide olacak şekilde 2005 yılında en düşük (227 milyon m³) 2003 yılında ise en yüksek (258 milyon m³) değerlerde bulunmuştur (Çizelge 3.19). Gölün yukarı havzasında inşa edilen Yamula Baraj Gölü'nde 2004 yılı başından itibaren su tutulmaya başlanması, 2004, 2005 ve 2006 yıllarında Kapulukaya Baraj Gölü hidrolojisinde görülen, su bekleme süresi artışı gibi değişiklikleri açıklamaktadır.

Bu çalışma süresince, örneklemeler giren ve çıkan su miktarlarının yüksek olduğu ilkbahar ve sonbahar mevsimleri arasında yapıldığından, örnekleme tarihlerinde gölde su bekleme süresi nispeten düşük olmuştur. 2003-2006 yıllarına ait sıcaklık verileri barajda sıcaklık tabakalaşmasının Mayıs başından Ekim ayına kadar sürdüğünü göstermiştir. Su bekleme süresi yaz aylarında aylık ortalama en düşük değerlerine (<100) ulaşsa da, çalışma sürecini kapsayan 2003-2006 yılları arasında barajda kararlı bir yapı gösteren tabakalaşmanın bozulmasına yetecek enerjiye ulaşılamamıştır.



Şekil 3.35. Kapulukaya Baraj Gölü'nde 2003-2006 yıllarına ait hidrolojik veriler: a) Göle giren ve çıkan su miktarı ve göl hacmi (milyon m³), b) Su bekleme süresi-R- (gün)

Çizelge 3.19. Su bekleme süresi (R-gün), göl hacmi (V milyon m³), giren su (G-milyon m³) ve çıkan su (Ç-milyon m³) miktarlarının 2003 ile 2006 yılları arasındaki ortalama ± standart sapma, minimum ve maksimum değerleri

	2003	2004	2005	2006
R_{ORT}	187,1±477,4	685,0±2308,6	717,5±3524,0	523,7±2731,1
R_{MIN}	15,8 (31 Mayıs)	34,5 (04 Ocak)	17,1 (3 Haziran)	13,5 (28 Ocak)
R_{MAKS}	4261,3 (15 Nisan)	41194,8 (22 Kasım)	46721,2 (4 Kasım)	51416,7 (10 Şubat)
V_{ORT}	258,2±10,5	241,6±24,0	227,4±20,7	253,0±17,0
V_{MIN}	231,7 (7-13 Ağustos)	209,7 (16 Aralık)	197,8 (29 Nis-2 May)	209,1 (8 Ekim)
V_{MAKS}	275,8 (2-3 Şubat)	279,6 (3-4 Nisan)	243,0 (5-6 Haziran)	284,8 (18 Kasım)
G_{ORT}	3,38±1,91	2,13±1,94	1,78±1,77	3,07±2,57
G_{MIN}	0,062 (18 Nisan)	0,0052 (22 Kasım)	0,0052 (4-5 Kasım)	0,0052 (10 Şubat)
G_{MAKS}	15,4 (31 Mayıs)	7,9 (04 Ocak)	2,5 (7 Şubat)	20,9 (28 Ocak)
Ç_{ORT}	3,37±1,15	2,30±1,84	1,62±1,31	3,04±2,45
Ç_{MIN}	2,5 (18-19 Nisan)	0,1932 (Şubat-Mart)	0,1932 (Ocak-Mart)	0,1932 (Ocak-Şub-Mart)
Ç_{MAKS}	6,5 (04 Ocak)	7,1 (24 Şubat)	4,6 (1 Eylül)	13,4 (28 Ocak)

3.2. 2003 – 2004 Çalışması

3.2.1. Fitoplankton komünitesi

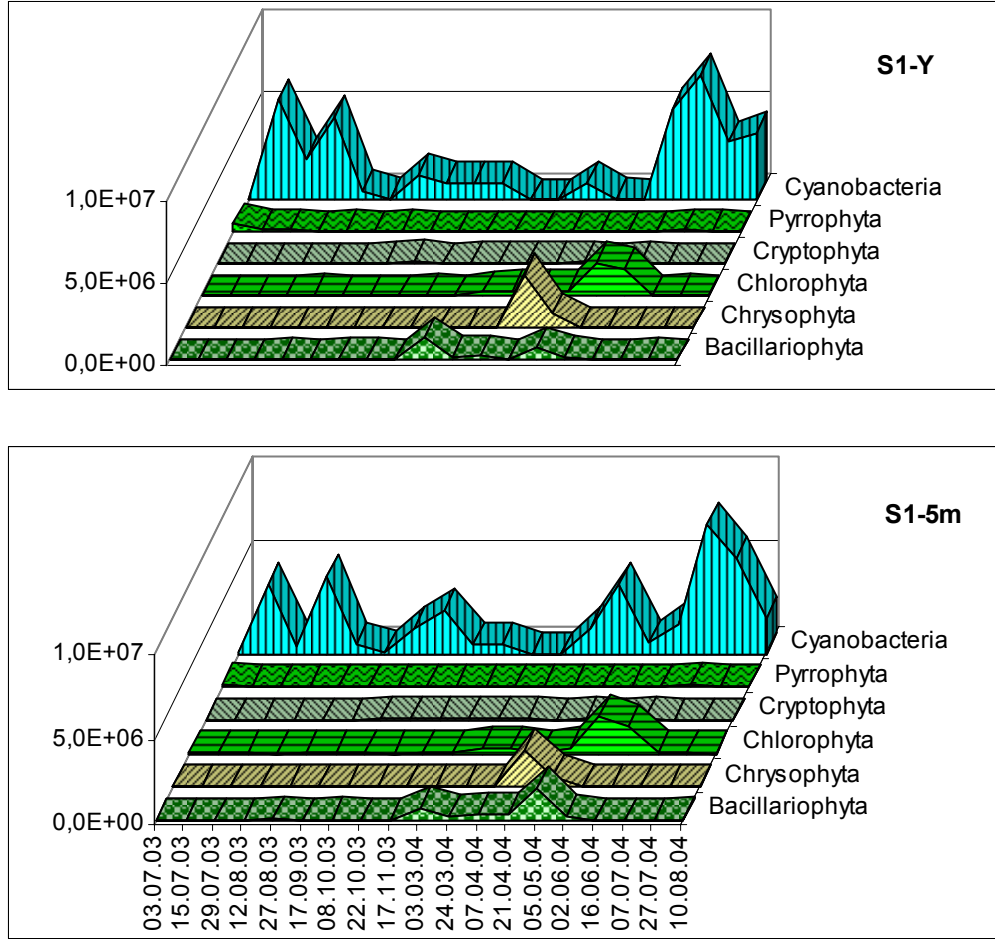
3.2.1.1. Taksonomik gruplara göre incelenmesi

Kapulukaya Baraj Gölü'nde çalışma süresi boyunca; Bacillariophyta (diatomeler) grubuna ait 9 cins ve 6 tür, Chrysophyta'ya (Altın rengi algler) ait 1 cins ve 5 tür, Chlorophyta'ya (Yeşil algler) ait 11 cins ve 12 tür, Cryptophyta'ya (Kriptomonadlar) ait 1 cins ve 2 tür, Pyrrophyta'ya ait 1 cins ve 2 tür, Euglenophyta'ya ait 1 cins ve 1 tür, Cyanobacteria'ya (Siyanobakterler veya mavi-yeşil algler) ait 4 cins ve 2 tür ve teşhis edilemeyen 1 tür (*r* sp.) olmak üzere toplam 59 farklı takson teşhis edildi (Bkz. Ek 2). Bunlardan, Euglenophyta'ya ait *Gonyostomum semen* (2 kez) ve *Phacus* sp. (1 kez) çok nadir ve düşük yoğunluklarda tespit edildiği için fitoplanktonların grupları incelenirken değerlendirmeye alınmadı.

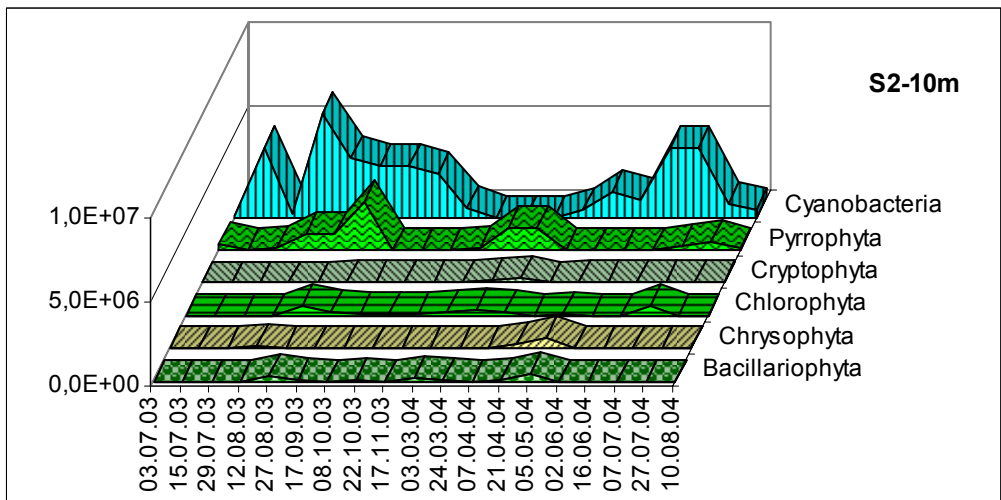
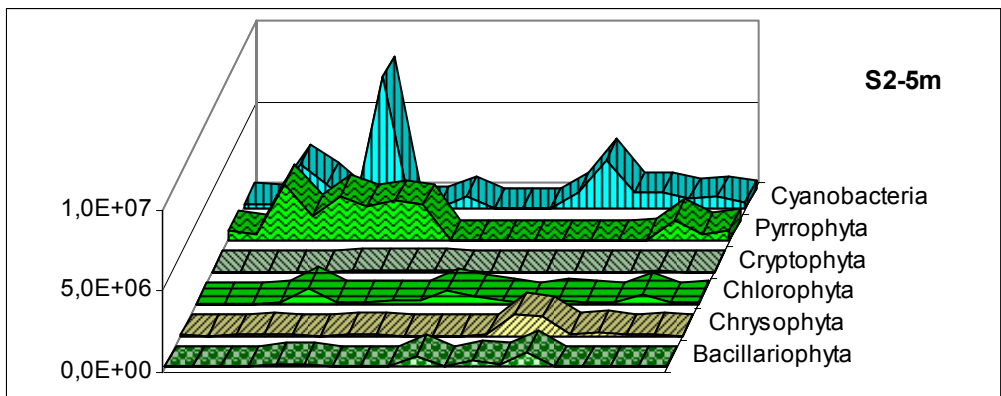
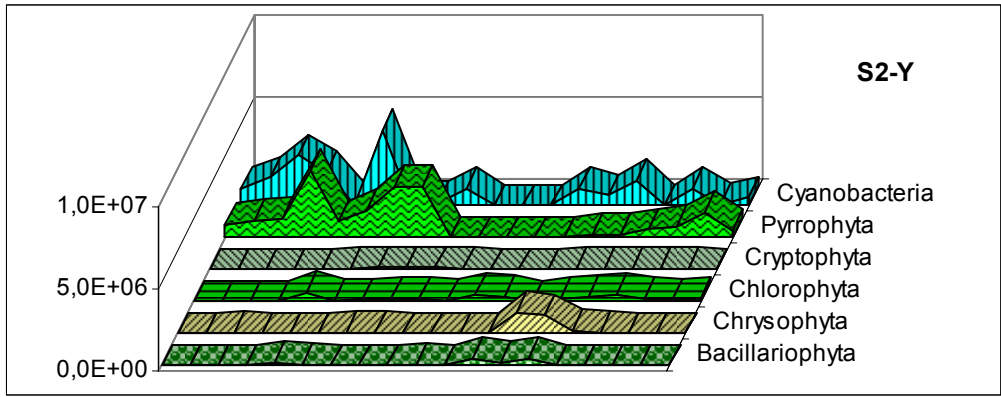
Fitoplankton gruplarının ve bu gruplara ait cins ve türlerin baskınlık ve sıklıklarının mevsimlere bağlı olarak değişiklik gösterdiği, ayrıca göl içerisindeki dağılımlarının da istasyonlara (Yatay) ve derinliklere (Dikey) bağlı olarak farklılıklar ortaya koyduğu saptandı (Şekil 3.36, Şekil 3.37, Çizelge 3.20 ve Çizelge 3.21).

Tüm baraj gölü ortalamaları dikkate alındığında, Cyanobacteria grubunun en yüksek biyohacim ($\mu\text{m}^3/\text{ml}$) ortalama ve maksimum değerlerine sahip olduğu, diğer grupların Pyrrophyta > Chlorophyta > Chrysophyta > Bacillariophyta > Cryptophyta şeklindeki bir sıralamayla bu grubu izlediği görüldü (Çizelge 3.20). Fitoplankton gruplarının miktarları, yoğunluklarına (hücre/ml) göre hesaplandığında ise, tüm baraj gölüne ait en yüksek

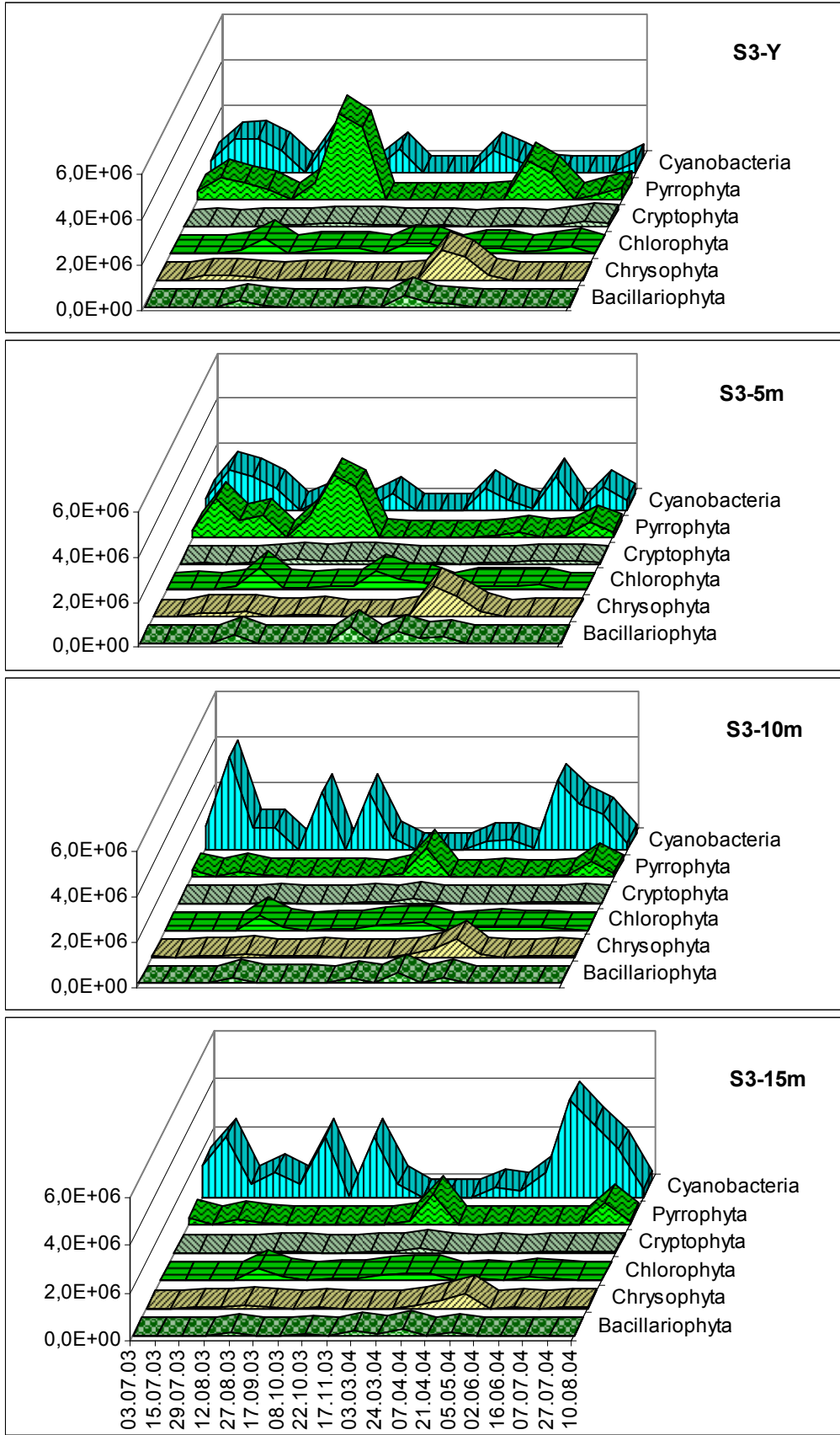
ortalama ve maksimum değerleri Chlorophyta grubunun gösterdiği saptandı. Bu grubu sırasıyla Cryptophyta > Chrysophyta > Cyanobacteria > Pyrrophyta > Bacillariophyta izlendi (izelge 3.21).



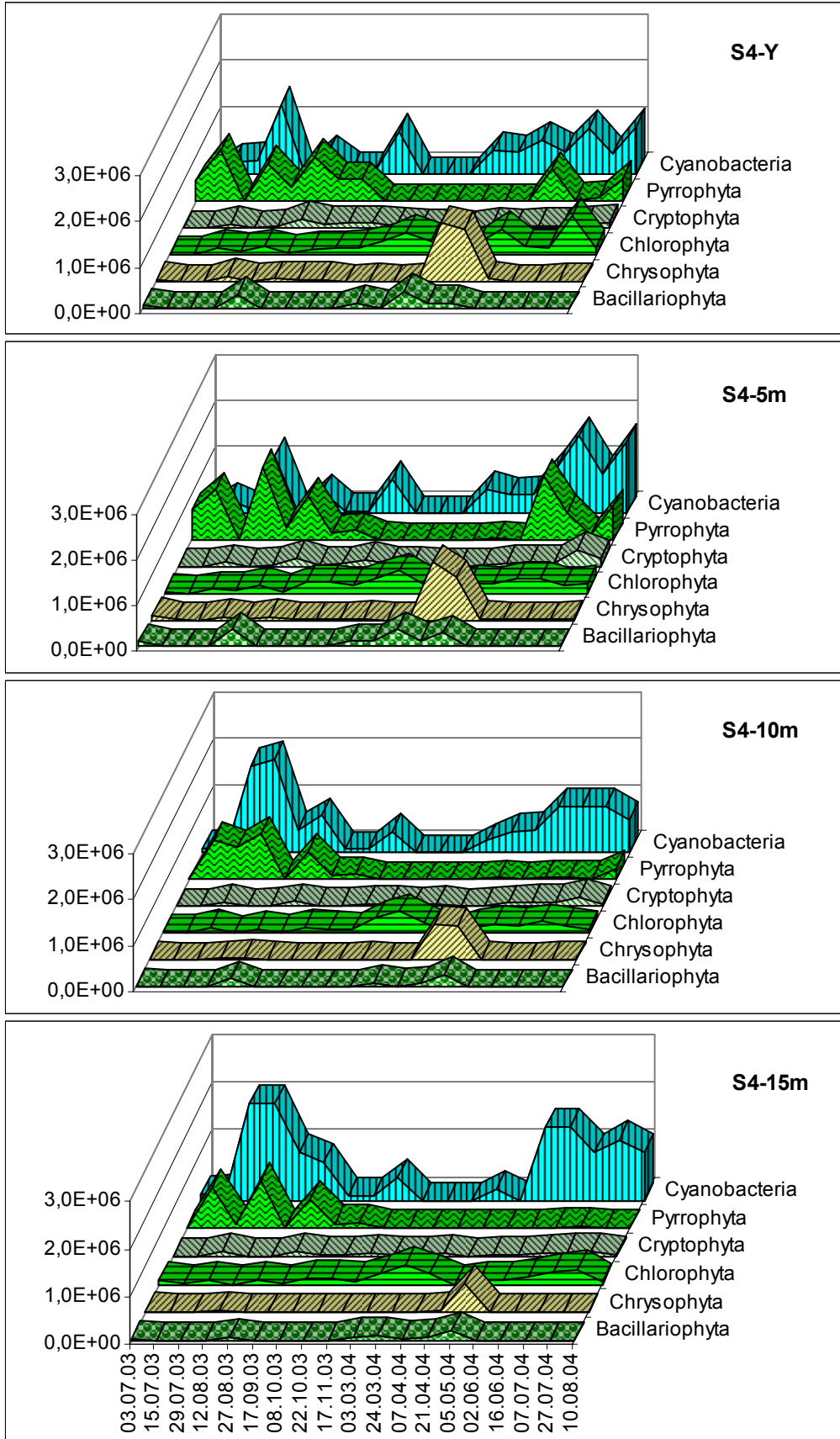
Şekil 3.36. Kapulukaya Baraj Gölü'nde Haziran 2003 – Ağustos 2004 tarihleri arasında fitoplankton gruplarının biyohacimlerinin ($\mu\text{m}^3/\text{ml}$) her bir istasyonun farklı derinliklerdeki mevsimsel dağılımı



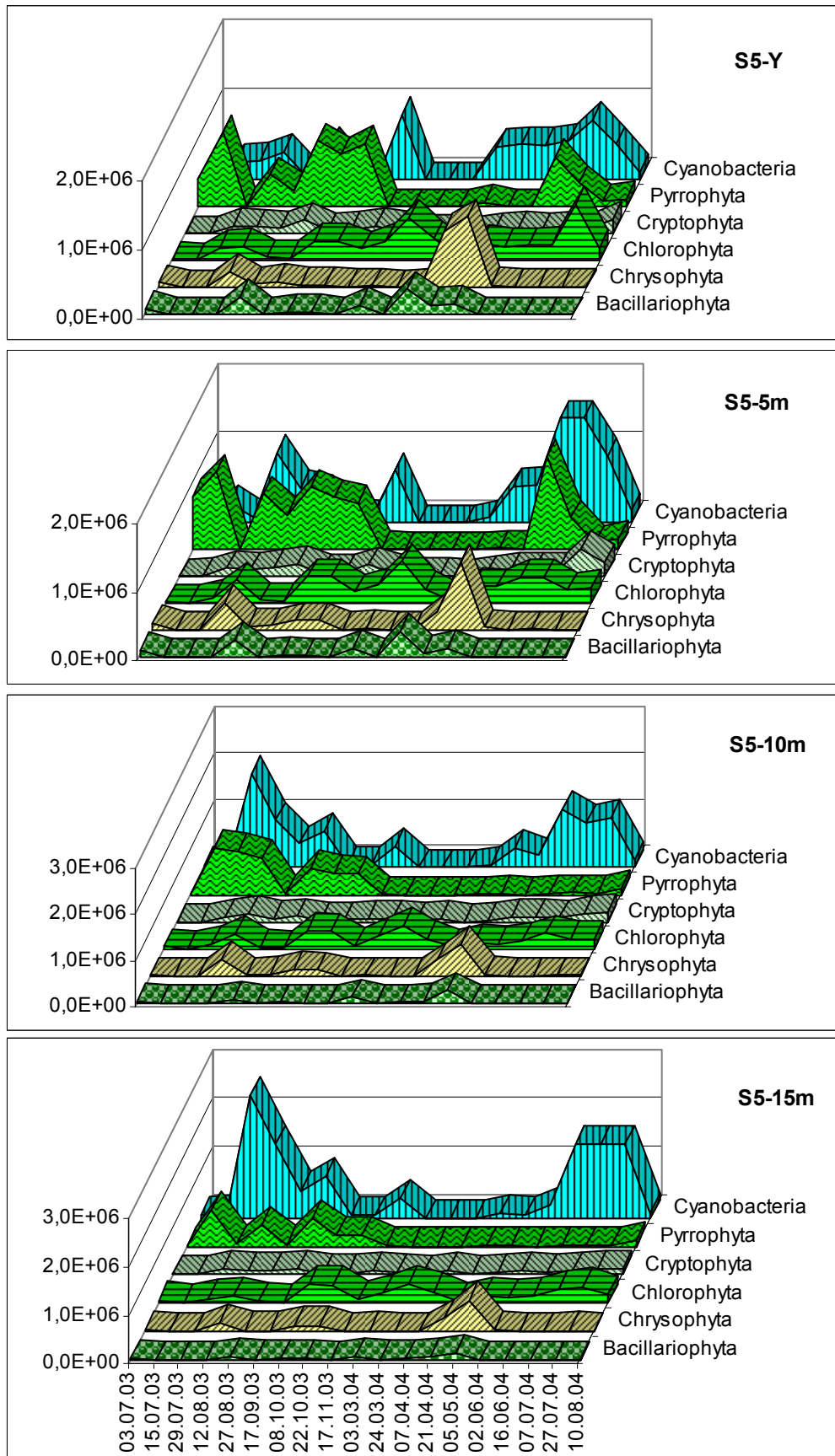
Şekil 3.36 (devam)



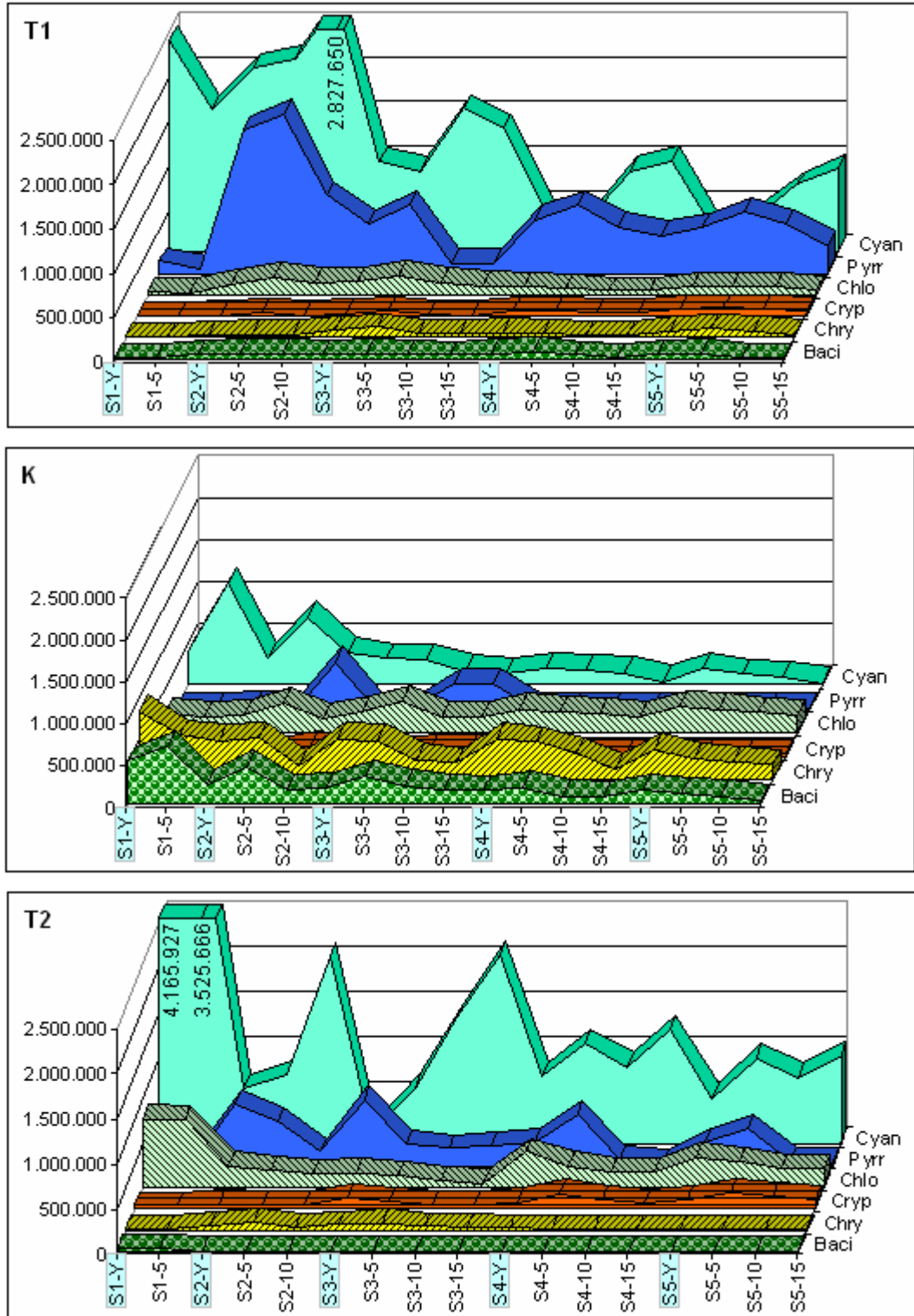
Şekil 3.36 (devam)



Şekil 3.36 (devam)



Şekil 3.36 (devam)



Şekil 3.37. Örnekleme dönemlerinde (T1, K ve T2) fitoplankton gruplarının istasyonların farklı derinliklerinde tespit edilen ortalama biyohacimleri ($\mu\text{m}^3/\text{ml}$)

Çizelge 3.20. Haziran 2003 – Ağustos 2004 tarihleri arasında fitoplankton gruplarına ait ortalama±standart hata ve maksimum (H_{MS}) biyohacim değerlerinin ($\mu\text{m}^3/\text{ml}$) istasyonlara ve derinliklere göre dağılımı

		Bacillariophyta	Chrysophyta	Chlorophyta	Cryptophyta	Pyrrophyta	Cyanobacteria
Tüm göl		77.875,3±10.172,0	126.805,0±18.629,1	189.301,1±14.371,1	58.610,2±3.444,1	373.211,2±37.119,7	919.309,0±73.660,9
S1	Y	151.004,9±77.883,9	219.098,7±173.691,2	269.260,2±129.426,8	49.996,7±14.029,7	56.878,8±26.430,0	2150.664,8±559.455,
	5m	195.071,9±100.117,9	144.329,0±111.533,5	259.778,3±134.214,1	42.483,2±10.946,7	32.998,5±13.847,6	1.998.026,9±504.857,
	H_{MS}	1.848.151,5 (5m)	3.243.100,0 (Y)	2.170.240,3 (5m)	227.017,0 (Y)	482.747,3 (Y)	7.620.296,3 (Y - 5m)
S2	Y	80.470,5±32.237,5	155.248,0±85.400,9	183.224,6±38.980,3	45.174,8±10.816,4	1.032.083,0±278.970,3	982.285,7±277.274,0
	5m	139.424,1±59.641,4	177.077,9±89.199,6	233.455,5±66.057,7	52.229,2±12.817,4	942.513,6±259.612,3	1.152.921,1±435.914,
	10m	67.590,7±29.051,5	71.180,7±33.614,0	141.362,6±41.023,0	48.106,9±18.076,3	466.188,0±166.489,8	1.860.099,8±430.019,
	H_{MS}	907.937,1 (5m)	1.362.102,0 (5m)	990.806,6 (5m)	310.667,2 (10m)	4.111.618,0 (Y)	8.130.159,8 (5m)
S3	Y	67.474,1±29.255,8	179.795,3±83.247,3	182.439,0±41.666,7	70.115,8±15.913,0	736.064,8±248.213,9	512.994,7±131.258,6
	5m	110.845,5±47.872,4	187.345,3±80.810,0	226.448,7±62.394,9	71.279,5±13.705,9	569.836,2±187.745,6	590.602,9±134.865,4
	10m	79.189,4±31.239,7	92.403,6±43.417,4	126.086,3±38.297,4	39.253,8±11.012,1	168.267,5±73.168,5	1090.674,8±278.537,
	15m	59.237,8±21.951,0	76.858,7±33.935,3	103.915,0±31.357,0	34.784,4±10.441,4	174.495,5±78.478,6	1193.462,4±281.596,
	H_{MS}	717.571,2 (5m)	1.380.196,1 (5m)	981.940,1 (5m)	259.335,9 (Y)	3.786.418,1 (Y)	4.064.158,0 (10-15m)
S4	Y	62.021,3±25.657,0	156.477,2±85.957,8	226.813,9±48.562,3	61.363,4±12.759,6	310.267,7±85.396,9	447.049,4±101.086,2
	5m	79.302,6±29.422,6	137.546,0±79.784,8	186.008,3±29.063,5	81.308,8±21.347,6	415.654,2±119.748,3	504.752,3±127.426,8
	10m	36.383,2±17.637,5	93.636,5±55.243,9	137.473,3±28.154,5	54.786,3±11.159,2	197.737,4±74.437,6	583.988,7±137.959,0
	15m	27.323,7±11.619,2	43.037,1±31.356,2	127.528,8±26.171,5	43.466,1±8.283,3	149.470,8±69.697,9	704.426,5±163.746,3
	H_{MS}	383.687,0 (Y)	1.275.803,9 (Y-5m)	854.986,6 (Y)	380.563,3 (5m)	1.605.334,5 (5m)	1.727.267,2 (5m)
S5	Y	62.815,9±23.574,7	129.649,1±65.601,8	234.097,0±45.988,8	71.141,1±13.596,3	322.530,0±86.605,2	321.645,1±67.535,8
	5m	56.699,2±23.358,1	119.336,9±53.674,7	224.076,6±37.102,9	96.818,2±22.249,3	403.271,5±102.591,2	452.652,1±114.554,9
	10m	30.645,7±15.270,0	95.499,0±41.344,8	187.780,2±33.527,8	75.016,8±13.500,5	235.336,9±79.546,5	490.101,3±128.586,6
	15m	18.380,2±7.339,7	77.165,8±35.476,2	168.369,8±29.718,8	59.048,0±9.193,9	130.995,7±50.362,6	591.903,6±174.380,0
	H_{MS}	374.376,3 (5m)	1.021.295,0 (Y)	822.713,8 (Y)	404.688,8 (5m)	1.348.826,1 (5m)	2.540.098,8 (15m)

Çizelge 3.21. Haziran 2003 – Ağustos 2004 tarihleri arasında fitoplankton sistematik gruplarına ait ortalama±standart hata ve maksimum (N_{MS}) yoğunluk değerlerinin (Hücre/ml) istasyonlara ve derinliklere göre dağılımı

		Bacillariophyta	Chrysophyta	Chlorophyta	Cryptophyta	Pyrrophyta	Cyanobacteria
Tüm göl		157,76±21,11	485,22±60,37	1.017,65±106,72	714,79±45,38	195,51±16,29	412,25±27,64
S1	Y	343,59±210,85	688,31±528,53	1.849,73±1029,65	600,55±157,19	35,47±17,12	808,85±198,14
	5m	282,74±117,89	464,68±339,25	2.008,36±1227,51	521,33±141,13	19,97±8,86	779,11±196,38
	N_{MS}	4.047,66 (Y)	9.887,50 (Y)	21.488,83 (5m)	2.017,05 (5m)	316,40 (Y)	2.966,25 (Y-5m)
S2	Y	145,02±60,34	570,86±267,73	936,77±186,83	485,98±115,75	472,44±106,38	455,59±100,12
	5m	259,65±117,98	632,80±276,17	876,58±196,30	501,73±109,09	390,83±98,15	419,59±166,35
	10m	126,28±52,84	275,80±110,24	500,35±99,65	679,99±277,59	186,07±55,86	723,15±167,64
	N_{MS}	2.102,46 (5m)	4.152,75 (5m)	2.877,26 (5m)	1.582,00 (Y-5m)	1.582,00 (Y)	3.164,63 (5m)
S3	Y	149,81±70,49	804,07±289,18	845,79±197,56	899,76±232,32	302,65±81,60	325,07±71,71
	5m	262,47±132,39	843,27±283,34	988,49±242,64	802,33±147,23	296,58±81,01	343,26±60,35
	10m	173,37±74,09	472,78±167,76	565,63±159,26	577,70±167,72	91,63±31,45	453,60±106,54
	15m	136,51±54,76	355,82±129,48	447,37±127,31	512,82±159,26	97,91±38,65	478,16±108,04
	N_{MS}	2.102,46 (5m)	4.251,63 (5m)	3.667,60 (5m)	4.080,24 (Y)	1.186,50 (Y)	1.582,00 (10-15m)
S4	Y	142,44±67,62	584,01±281,95	1.390,61±436,09	679,70±122,79	186,61±51,34	302,94±57,92
	5m	167,18±73,55	482,67±256,97	990,73±179,12	1.009,84±293,64	273,69±81,99	292,83±59,75
	10m	65,99±33,42	342,20±185,41	746,99±162,18	707,64±156,47	128,44±47,55	287,46±55,30
	15m	49,74±19,15	167,80±107,97	709,37±180,91	533,33±95,59	88,76±39,93	295,51±60,39
	N_{MS}	1.188,48 (5m)	4.049,26 (Y)	7.448,83 (Y)	5.550,18 (5m)	1.190,25 (5m)	890,75 (5m)
S5	Y	142,72±59,08	476,01±222,46	1.296,70±344,07	858,89±169,46	213,87±53,19	231,93±49,58
	5m	132,97±58,83	450,02±188,55	1.219,98±209,83	1.179,87±317,78	282,52±75,89	262,76±51,86
	10m	58,92±24,46	352,23±146,28	1.022,41±184,91	900,88±185,38	166,71±59,29	257,98±53,08
	15m	42,58±15,99	285,34±128,19	904,21±176,72	699,10±123,82	89,42±31,88	290,45±65,52
	N_{MS}	832,33 (5m)	3.637,94 (Y)	6.717,16 (Y)	5.945,68 (5m)	792,13 (10m)	988,75 (15m)

3.2.1.1.1. Bacillariophyta

Bu grubun üyeleri, çalışma periyodunun Mart 2004 ve Mayıs 2004 tarihleri arasındaki bahar döneminde belirgin bir şekilde daha fazladır. Bu dönemdeki artışlarda, sentrik bir diatom olan *Stephanodiscus* sp., koloni formundaki *Asterionella* sp. ve pennat diatomelerden *Synedra ulna*'nın biyohacim ve yoğunluk olarak baskın olduğu gözlemlendi. Başlangıçta (Mart-Nisan sonu arası) *Stephanodiscus* sp. ve *Asterionella* sp.'nin patlama yaptığı, daha sonra (Mayıs-Haziran başlangıcı) bu türlerin azalarak yerini *Synedra ulna*'nın aldığı saptandı. *Navicula* sp., *Cymbella* sp., *Amphora* sp., *Nitzschia* sp., *Gomphonema* sp. gibi diğer bazı pennat diatom türleri ise sayısal olarak çok düşük miktarlarda, fakat bu grubun içerisinde yine bahar aylarında diğer aylara göre nispeten daha fazla yoğunluk ve biyohacimlerde bulunan yaygın türler olarak belirlendi.

Bacillariophyta'nın yatay olarak dağılımları incelendiğinde, nehir bölgesindeki S1 istasyonunda en yüksek ortalama ve maksimum biyohacim ve yoğunluk değerlerine sahip olduğu tespit edildi. S1'i takip eden ve yine nehir bölgesine dahil edilebilecek S2 ve S3 istasyonlarında nispeten daha düşük yoğunluk ve biyohacimlerde bulunan ortalama ve maksimum değerler, göl bölgesindeki S4 ve S5 istasyonlarında belirgin şekilde düşüktür (Çizelge 3.20 ve Çizelge 3.21).

Derinliklere göre hesaplanan ortalama ve maksimum biyohacim değerlerinin, 5m derinlikte en yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 3.20). Biyohacim değerlerinin maksimumları ve ortalamaları, *Asterionella* sp. ve *Synedra ulna* hücrelerindeki artışlardan kaynaklanmıştır. Yüzey bölgede

nispeten daha düşük olan bu değerlerin, derin bölgelerde (10m ve 15m) fark edilir bir şekilde azaldığı saptandı. Yoğunluk olarak ise, en yüksek maksimum değeri, *Stephanodiscus* sp. hücrelerindeki artışın sebep olduğu yüzey bölgede saptandı (Çizelge 3.21).

Bacillariophyta grubu hücreleri, çalışma periyodunun farklı mevsimsel dönemlerinde miktar ve kompozisyon olarak belirgin farklılıklar ortaya koymuştur. Gölde tabakalaşmanın yaşandığı yaz mevsimlerinde oldukça düşük biyohacim ve yoğunluklarda bulunmaktadır. Bacillariophyta'nın toplam fitoplankton içerisindeki biyohacimleri 2003 yılı yaz mevsiminde, (Farklı istasyon ve derinliklerde) % 0,5 - 5,9 arasında, yoğunlukları ise % 2,3 - 12,4 arasında değişiklik gösterdi. Aynı değerler 2004 yaz mevsimi için sırasıyla % 0,0 - 0,9 ve % 0,0 - 1,2 aralığında bulundu (Şekil 3.38).

Gölde karışımın olduğu dönem olan bahar aylarında ise, daha yüksek yoğunluk ve biyohacimler tespit edildi. Bu dönemde, Bacillariophyta'nın toplam fitoplankton biyohacmi içerisindeki oranı (Farklı istasyon ve derinliklerde) % 9,3 - 25,2 aralığında değişmektedir. Özellikle, istasyonların 5m derinliklerinde yüzde katkı oranları diğer derinliklere göre daha fazla idi. Yoğunlukların oranı da (% 4,1 - 17,9) yine bu dönemde yüksektir (Şekil 3.38) ve 5m derinlikte diğer derinliklere göre daha fazla katkı yüzdeleriyle temsil edildi.

3.2.1.1.2. Chlorophyta

En fazla tür çeşitliliğine sahip olan bu grubun üyeleri arasında bir veya daha fazla flagellalı türlerin baskınlık ve yaygınlık olarak öne çıktığı

gözlenmiştir. Özellikle *Chlamydomonas* cinsine ait türler ile *Pyramimonas* sp., *Pteromonas aculeate*, *Lobomonas ampla* ve *Carteria globosa*, yoğunluk ve biyohacim olarak bu grup içerisinde en fazla katkıda bulunan türlerdir. Koloni formundaki *Tetrastrum elegans*, *Tetraedron minimum*, *Scenedesmus quadricauda* ve *Oocystis* sp. gibi bazı türler ise düşük yoğunluklarda fakat nispeten yüksek sıklıklarda tespit edildi.

Baraj Gölü'nün nehir ağzındaki ilk istasyon (S1) en yüksek ortalama biyohacim ve yoğunluk değerleriyle temsil edildi. Bu değerler, yatay yönde, S2 ve S3'e doğru dereceli olarak azalma gösterdikten sonra, göl bölgesinde bulunan S4 ve S5 istasyonlarında yine dereceli bir şekilde artarak devam eden bir dağılım gösterdi.

Chlorophyta grubunun yine 5m derinlikte yoğun olarak bulunduğu saptandı. Yüzeyde tespit edilen nispeten yüksek ortalama biyohacim ve yoğunluk değerlerinin, 10m ve 15m derinliklerde belirgin bir derecede daha düşük olduğu bulundu. Chlorophyta grubu içerisinde teşhis edilen türlerin, farklı derinliklerdeki dağılımları benzerdir (Şekil 3.36, Çizelge 3.20 ve Çizelge 3.21).

Chlorophyta'nın toplam fitoplankton içerisindeki % biyohacim oranları, gölde karışımın hakim olduğu bahar döneminde 7,0 ila 40,1 arasında değişti. Bu oranlar 2003 yaz mevsiminde (% 0,8 ila % 10,3) daha düşüktü. Ancak, 2004 yaz mevsiminde bahar dönemindeki kadar olmamakla birlikte nispeten yüksek oranlarla (S3-15m'de % 1,3; S5-Y'de % 27,7) temsil edildi. 2004 yaz mevsimi için oransal olarak tespit edilen bu artış, Chlorophyta'nın yoğunluklarındaki artışlardan değil, diğer grupların (Bacillariophyta,

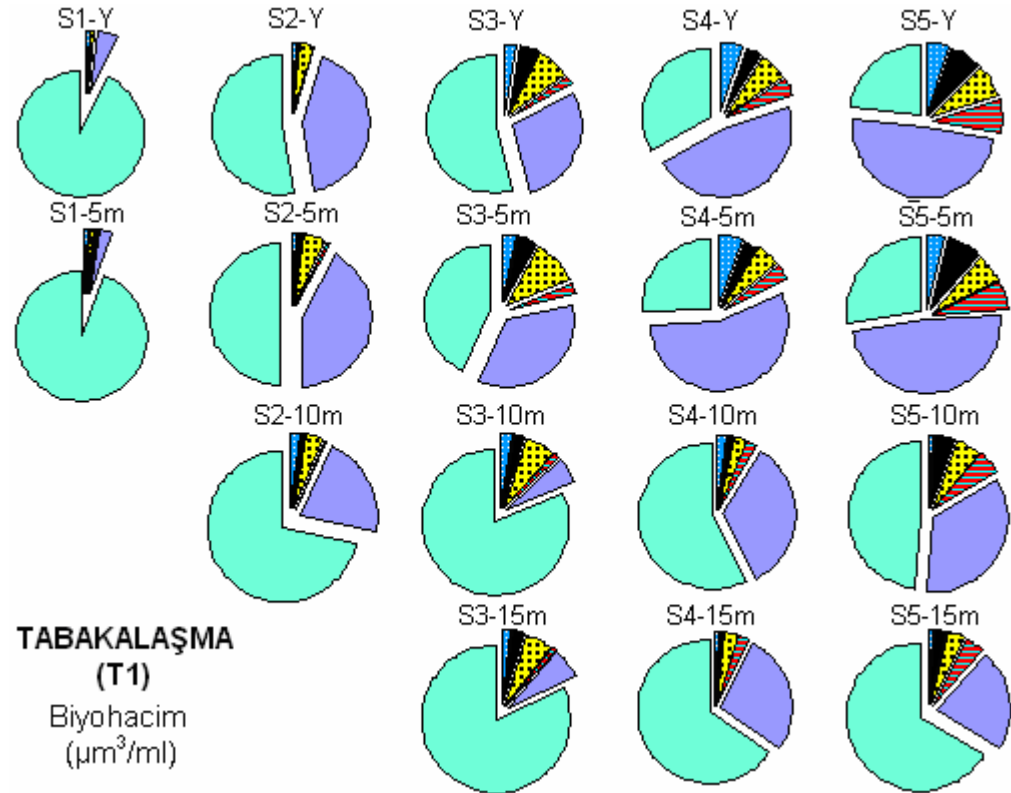
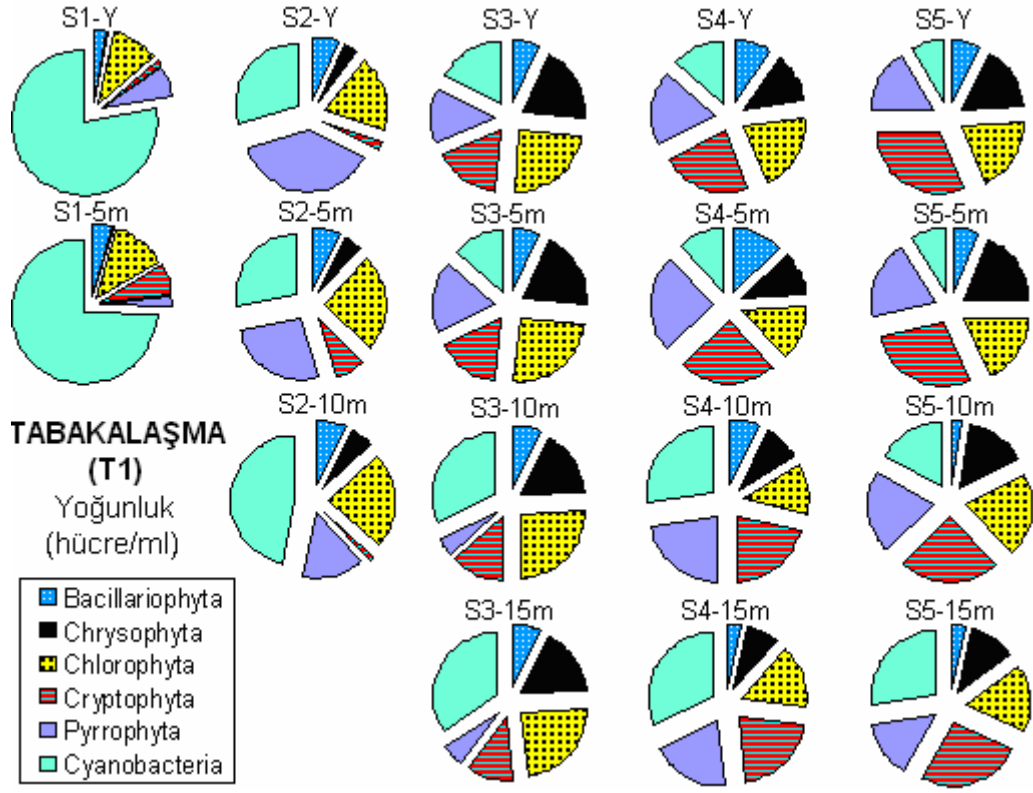
Chrysophyta ve Cryptophyta) yoğunluklarındaki düşüşlerden kaynaklanmıştır. Nitekim, bahar mevsiminde tespit edilen ortalama hücre sayıları, farklı istasyon ve derinliklerde 592,1 - 1560 hücre/ml arasında değişirken, 2004 yaz mevsiminde 96,9 - 795,7 hücre/ml ve 2004 yaz mevsiminde 17,1 - 77,2 hücre/ml aralığında bulunmuştur (Şekil 3.38).

Yaz mevsimlerinde Chlorophyta'nın katkı oranlarının bütün derinliklerde S1'den S5'e doğru artan bir şekilde ortaya çıktığı görüldü (Şekil 3.38). Chlorophyta miktarlarına ilişkin mevsimsel iniş ve çıkışların Chrysophyta'da gözlenenler ile ters bir şekilde ve ardışık olarak geliştiği gözlemlendi (Şekil 3.38).

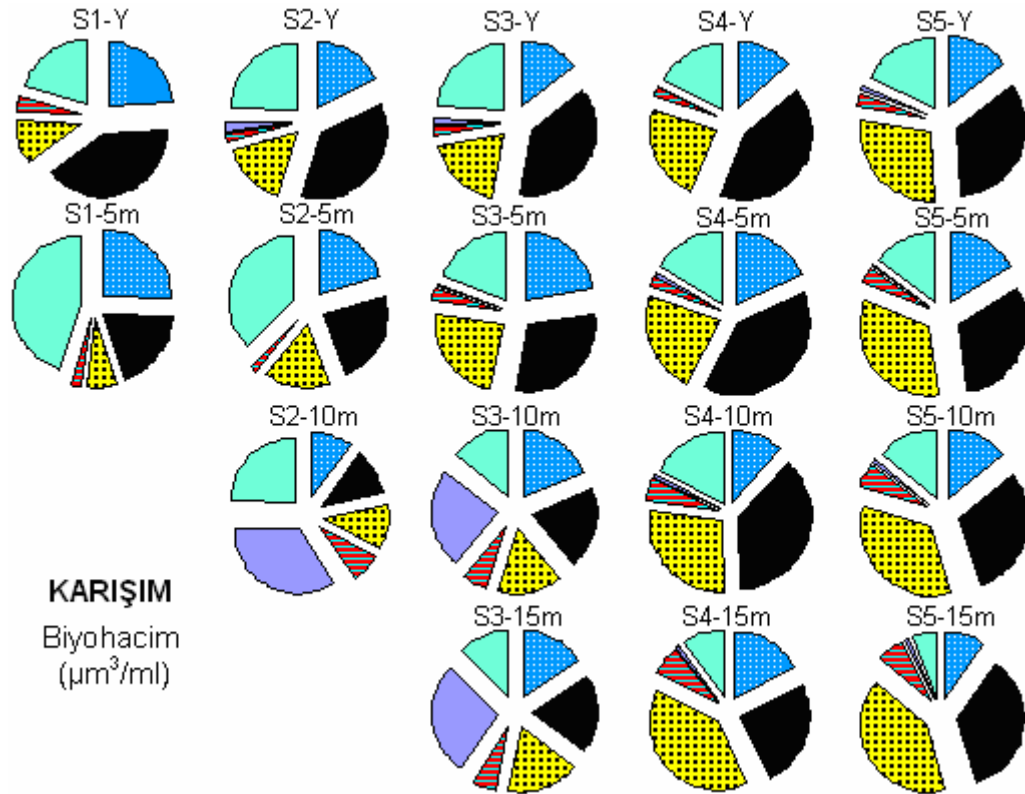
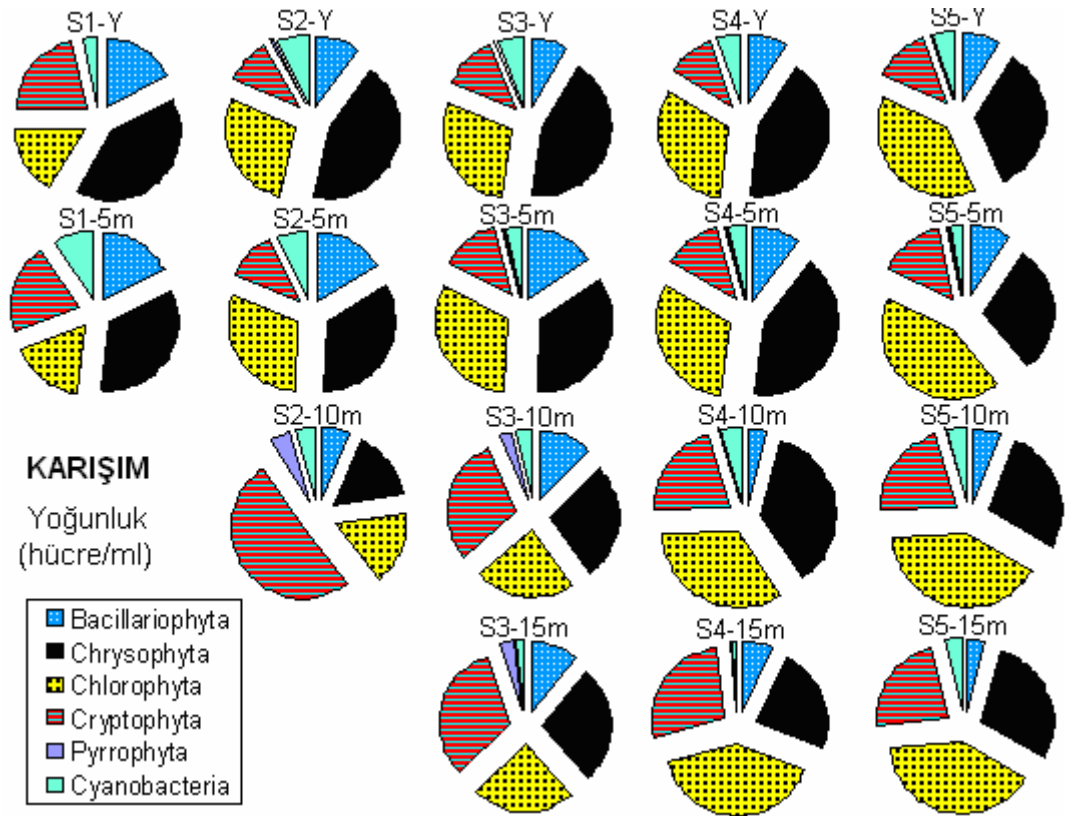
3.2.1.1.3. Chrysophyta

Bu gruba ait az sayıdaki türlerden olan *Dinobryon* sp.'nin bahar mevsiminde (Nisan 2004) aşırı artış göstererek 1000 hücre/ml'ye kadar ulaştığı görüldü. Çalışma süresi içerisinde Chrysophyta'nın toplam miktarındaki mevsimsel salınımlar üzerinde en yüksek oransal katkıyı yine bu türün yaptığı gözlemlendi. Nispeten daha düşük yoğunluklarda olmakla birlikte, sıklıkla teşhis edilen diğer türler *Ochromonas verrucosa*, *Mallomonas hamata*, *Mallomonas heterospina*'dır.

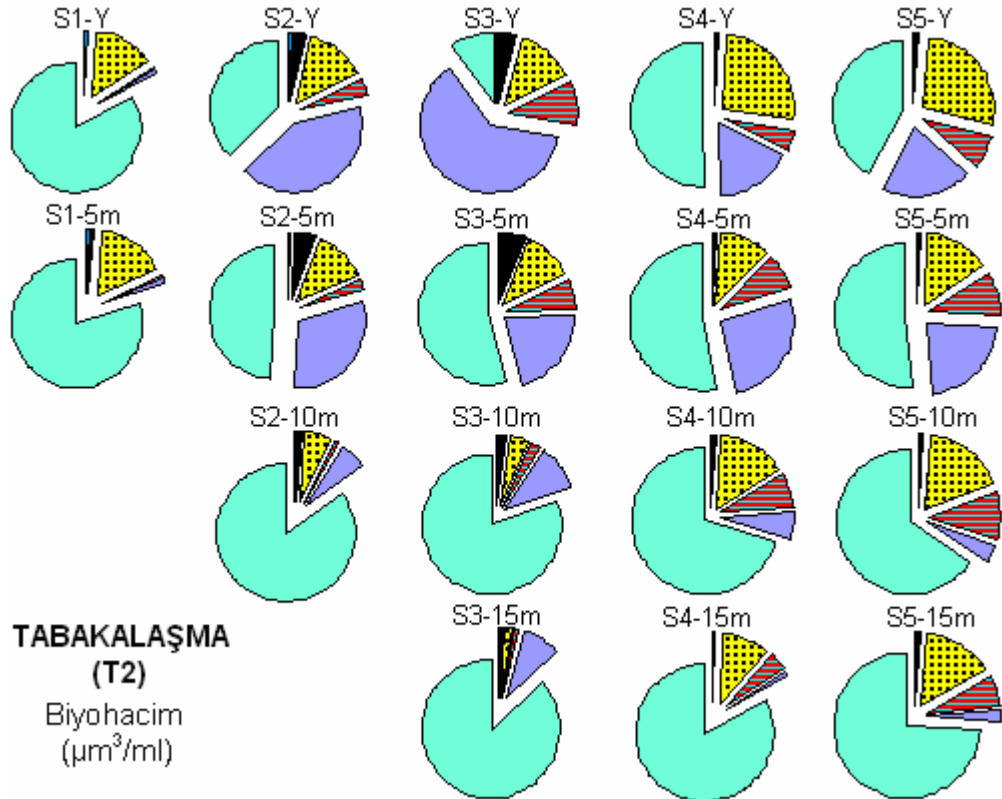
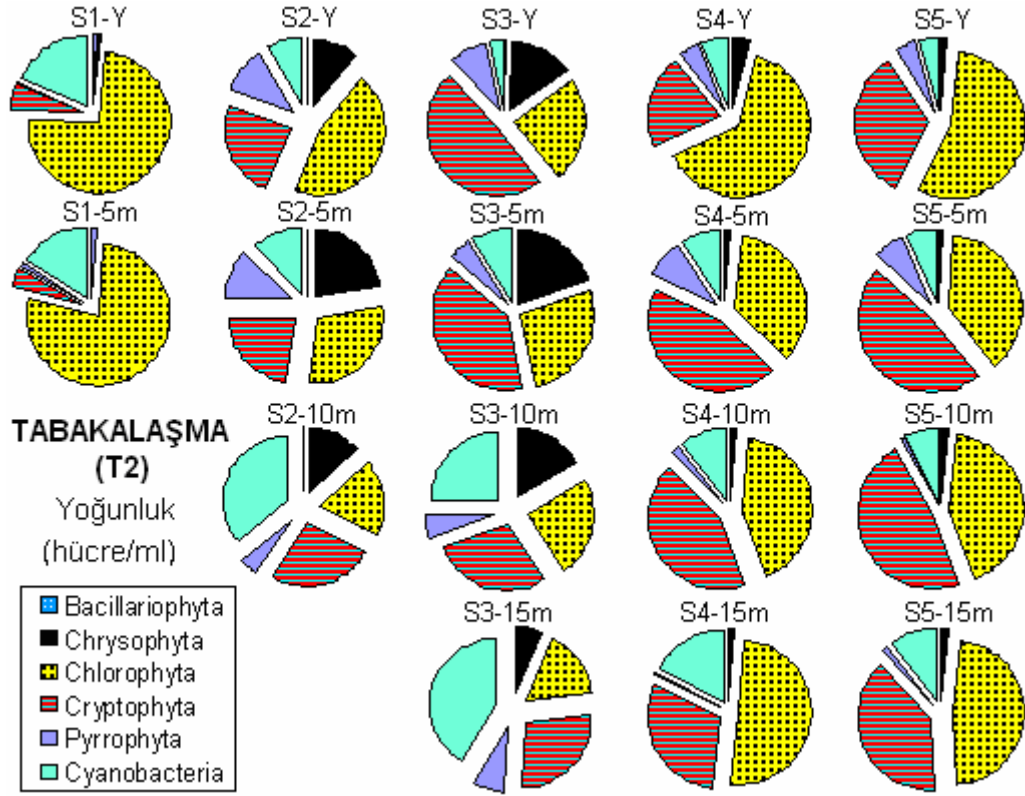
Chrysophyta'nın biyohacim ve yoğunluklarına ait ortalama ve maksimum değerlerin, nehir bölgesi etkisinde olan ilk üç istasyonda yüksek, göl bölgesindeki diğer iki istasyonda ise daha düşük olduğu belirlendi.



Şekil 3.38. Fitoplankton gruplarının karışım ve tabakalaşma dönemlerinde istasyonlardaki yoğunluk ve biyohacim grafikleri



Şekil 3.38 (devam)



Şekil 3.38 (devam)

Dikey dağılımlarına bakıldığında ise, en yüksek değerlerin yüzey bölgede ortaya çıktığı ve 15m'ye kadar giderek azalan bir değişim gösterdiği bulundu. Bu durum, özellikle yüzey bölgeyi tercih eden *Dinobryon* sp. türündeki artışlardan kaynaklanmaktadır.

Bacillariophyta ve Chlorophyta'ya benzer olarak, Chrysophyta grubunun da toplam fitoplankton içerisindeki % katkı oranları özellikle bahar aylarında fazladır. Bu dönemde, Chrysophyta biyohacimlerinin farklı istasyon ve derinliklerdeki katkı oranları % 11,6 ile % 42,6 arasında değişmektedir. 2003 yaz mevsimi için biyohacim katkı oranları, en düşük % 0,0 - 7,3 ve 2004 yaz mevsimi için ise % 0,1 - 6,3 aralığında bulundu.

Ortalama yoğunluklar, bahar mevsimi için en düşük 471,2 hücre/ml (S4-15m) ve en yüksek 2580,0 hücre/ml (S1-Y), 2003 yaz mevsimi için en düşük 4,7 hücre/ml (S1-5m), en yüksek 617,8 hücre/ml (S3-5m) olarak bulundu. Yoğunluk katkı oranları sırasıyla bahar mevsiminde % 16,1 - 43,7, 2003 yaz mevsiminde % 0,5 - % 19,9 ve 2004 yaz mevsimi için % 0,1 - 22,3 arasında bulundu (Şekil 3.38).

3.2.1.1.4. Cryptophyta

Çalışma periyodu içerisinde, bu gruba ait 3 farklı tür teşhis edildi. Bunlardan, *Rhodomonas* sp. ve *Chroomonas acuta* grup içerisinde baskın olup, yüksek sıklıklarda gözlemlendi. Ayrıca, bu iki tür, tüm fitoplankton türleri içerisinde en küçük biyohacme sahip olan hücrelerden oluşmaktadır. Yüksek sıklıklarına ve diğer bazı gruplardan (Örn. Bacillariophyta ve Chrysophyta)

daha büyük yoğunluklarda olmasına karşın Cryptophyta grubunun ortalama biyohacmi bu nedenle tüm göl genelinde daha düşük bulundu.

Yatay olarak, biyohacim ortalama ve maksimum değerlerinin nehir bölgesinden sete doğru olan istasyonlarda artan bir dağılım gösterdiği saptandı. Dikey düzlemde ise, en yüksek ortalama ve maksimum biyohacim değerleri 5m derinlikte tespit edildi. Yoğunlukların ortalama ve maksimum değerlerinde de yatay ve dikey olarak benzer bir dağılım gözlemlendi.

Cryptophyta'nın biyohacim olarak toplam biyohacim içerisindeki oranları bütün mevsimlerde oldukça düşük idi. Bu oran, sadece S5 10m derinlikte % 11,3 olup diğer istasyonların bütün derinliklerinde < % 10 olarak hesaplandı. Ancak, bu durum Cryptophyta'nın yoğunluk katkı oranları için tam tersidir. Toplam fitoplankton yoğunluğu içerisinde Cryptophyta'nın çoğunlukla % 10'dan daha fazla oranlarda katkıda bulunduğu, bu rakamın bazen % 50'den daha fazla olabildiği görüldü (Şekil 3.38). Üç farklı mevsim karşılaştırıldığında, Cryptophyta'nın 2003 yaz mevsimindeki katkı oranları hem biyohacim hem yoğunluk olarak bahar mevsimi ve 2004 yaz mevsimine göre daha düşük idi.

3.2.1.1.5. Pyrrophyta

Bu gruba ait, dinoflogellat türleri olan *Peridinium aciculiferum*, *Ceratium hirundinella*, ve *Noctulica* sp. olmak üzere 3 tür teşhis edildi. Özellikle *Peridinium aciculiferum* yaygın ve baskın tür olarak öne çıktı. Bu grup üyelerinin büyüklükleri diğer fitoplankton türleri ile karşılaştırıldığında oldukça büyüktür. Bu nedenle, Pyrrophyta, düşük yoğunluklarda bile yüksek

biyohacim değerleri ile temsil edilmiş olup, bütün gl biyohacim ortalama ve maksimumları açısından Cyanobacteria'dan sonraki en yüksek değerlere sahip grup olarak belirlendi. Özellikle yaz aylarındaki artışları nedeniyle siyanobakterler ile birlikte toplam fitoplankton içerisindeki baskınlıkları % 75'in üzerinde olup bu oran yüzey ve 5m derinliklerde % 90'ın üzerinde olmuştur (şekil 3.36, şekil 3.37, şekil 3.38, izelge 3.20 ve izelge 3.21).

Yatay olarak, Pyrrophyta'nın en düşük ortalama biyohacim ve yoğunluk değerlerine S1'de, en yüksek ise S2'de rastlandı. S3'te, nispeten yine yüksek değerlerle temsil edilen ortalama biyohacim ve maksimumlar, S4 ve S5'te bu iki istasyona göre bariz derecede daha düşük olarak bulundu.

Dikey olarak ise, Pyrrophyta'nın yüzeyden daha derin bölgelere gidildikçe azalan biyohacim ve yoğunluk dağılımına sahip olduğu gözlendi (şekil 3.36, şekil 3.37, şekil 3.38, izelge 3.20 ve izelge 3.21).

3.2.1.1.6. Cyanobacteria

Bu grup içerisinde, koloni formundaki türlerden olan *Aphanothece* sp. Çalışma boyunca incelenen numunelerin büyük bir çoğunluğunda teşhis edildi. Cyanobacteria'da gözlenen yoğunluk ve biyohacim artışlarından da bu tür sorumlu olmuştur. *Anabaena* sp. ve *Cylindrospermopsis* sp. gibi filamentli türler ile diğer koloni formları olan *Microcystis aeruginosa*, *Coelosphaerium* sp., *Merismopedia* sp. ve *r* sp. gibi türler daha düşük yoğunlukta ve nadir olarak saptandı.

Bütün göle ait ortalama ve maksimum biyohacim değerlerinin en yüksek olduğu fitoplankton grubudur. Yatay olarak, ortalama biyohacim ve yoğunluk değerleri, gölün nehir bölgesindeki istasyondan sete doğru azalan bir dağılım gösterdi. Dikey olarak ise, en yüksek ortalama biyohacim ve yoğunluklar 5m ve 10m'de tespit edildi (Şekil 3.36, Çizelge 3.20 ve Çizelge 3.21).

Bu çalışmada, gölde örnekleme yapılan istasyon ve bunlara ait derinlikleri temsil eden bölgelerin (Toplam 17 örnekleme noktası) arasında fitoplankton grupları (Biyohacimleri) açısından istatistiki olarak önemli farklılıklar (Parametrik olmayan Mann Whitney-U Testi, $p < 0,05$) olup olmadığı incelendi (Çizelge 3.22). Analizler sonucunda, göldeki farklılıkların, genel olarak, sığ nehir bölgesindeki S1 ve S2'nin yüzey ve 5m'lerindeki değerleriyle, derin göl bölgesinde (S4, S5) bulunan aynı derinlikler arasında yoğun olarak ortaya çıktığı söylenebilir. Her bir istasyonun kendi içerisindeki derinliklerin karşılaştırılmasında ise istatistiki bakımdan önemli hiçbir sonuç bulunmadı.

3.2.1.2. Fitoplanktonun hücre büyüklüklerine göre incelenmesi

Kapulukaya Baraj Gölü'nde, hücre büyüklüklerine (En büyük doğrusal eksen uzunluğu) göre sınıflandırılmış (Uzunluğu $<30 \mu\text{m}$ ve $>30 \mu\text{m}$) fitoplankton gruplarının biyohacim olarak farklı istasyon ve derinliklerdeki ($\mu\text{m}^3/\text{ml}$) mevsimsel dağılımları Şekil 3.39'da verilmiştir. Bu gruplara ait tüm çalışma periyodu içerisindeki ortalama biyohacim değerleri Çizelge 3.23'te, mevsimlere göre ortalama biyohacim değerleri Çizelge 3.24'te verilmektedir.

Çizelge 3.22. Biyohacim değerleri kullanılarak, göldeki örnekleme bölgelerinin yatay ve dikey karşılaştırmalarında istatistiki olarak önemli farklılıkta bulunan fitoplankton grupları

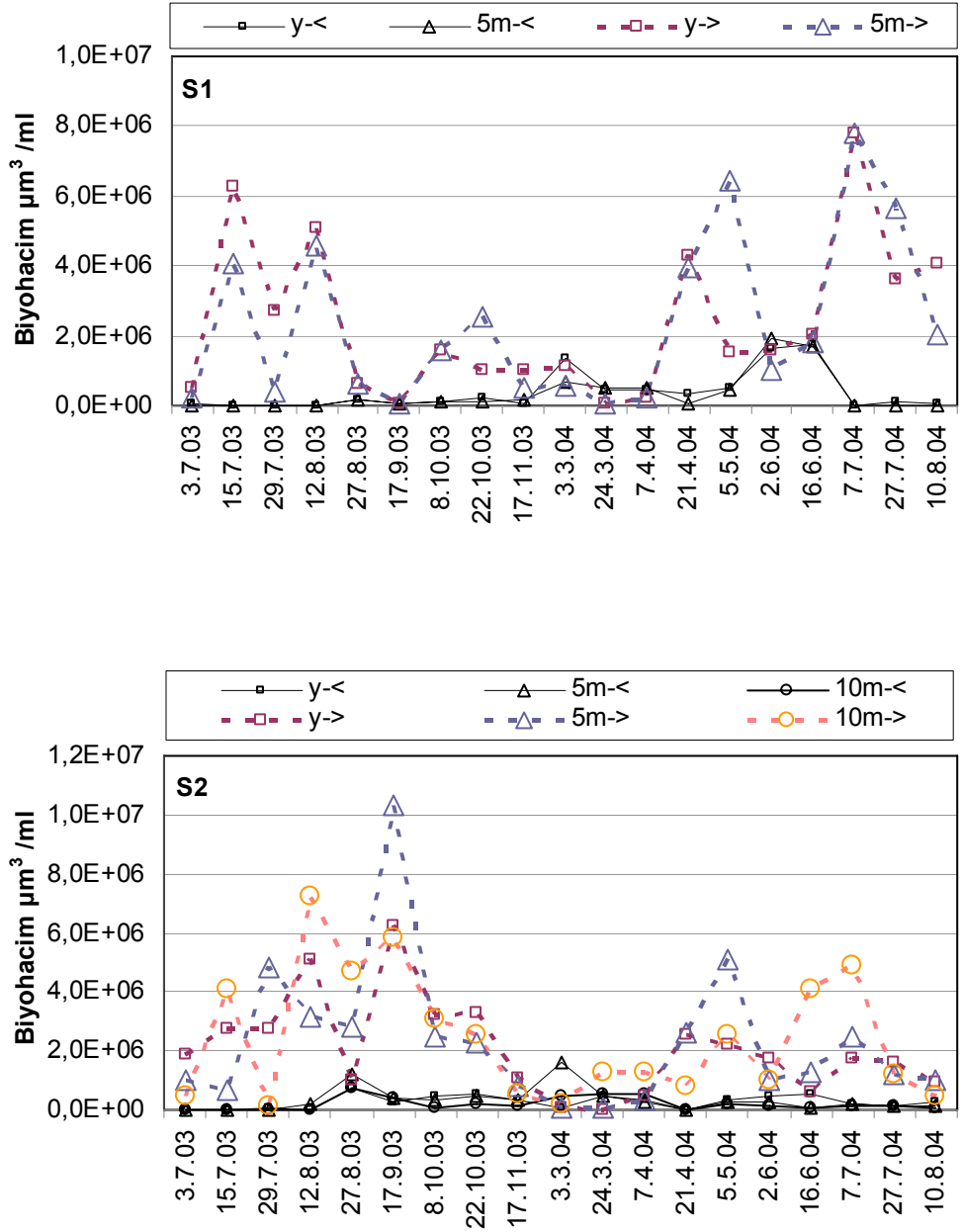
Karşılaştırılan örnekleme bölgeleri			İstatistiki olarak farklı ($p < 0,05$) bulunan fitoplankton grupları
S1-Y	X	S2-Y	Pyrrophyta
S1-Y	X	S3-Y	Chrysophyta , Pyrrophyta
S1-Y	X	S4-Y	Chlorophyta, Chrysophyta, Cyanobacteria
S1-Y	X	S5-Y	Chrysophyta, Cyanobacteria, Pyrrophyta
S2-Y	X	S4-Y	Pyrrophyta
S2-Y	X	S5-Y	Cyanobacteria
S1-5m	X	S2-5m	Chrysophyta, Pyrrophyta
S1-5m	X	S3-5m	Chrysophyta , Cyanobacteria, Pyrrophyta
S1-5m	X	S4-5m	Bacillariophyta, Chlorophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Cyanobacteria, Pyrrophyta
S2-5m	X	S5-5m	Chlorophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Cyanobacteria, Pyrrophyta
S2-10m	X	S5-10m	Cryptophyta, Cyanobacteria
S3-15m	X	S5-15m	Chlorophyta, Cryptophyta,

Tüm çalışma periyodu içerisindeki ortalama biyohacim değerleri incelendiğinde, yatay olarak $<30 \mu\text{m}$ grubunda istasyonlar arasında belirgin bir dağılım şeklinin oluşmadığı gözlenmektedir. Ancak, her bir istasyonda (Özellikle de daha derin olan istasyonlara doğru gidildikçe) dikey olarak yüzeyden dip bölgelere doğru azalan değerlerin olduğu göze çarpmaktadır. Nitekim, bu grupta, sadece derin bölge istasyonlarının (S4, S5) yüzey değerleriyle 15m değerleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Mann Whitney-U Testi, $p < 0,05$). $>30 \mu\text{m}$ fitoplankton grubunda ise, S1'den S5'e

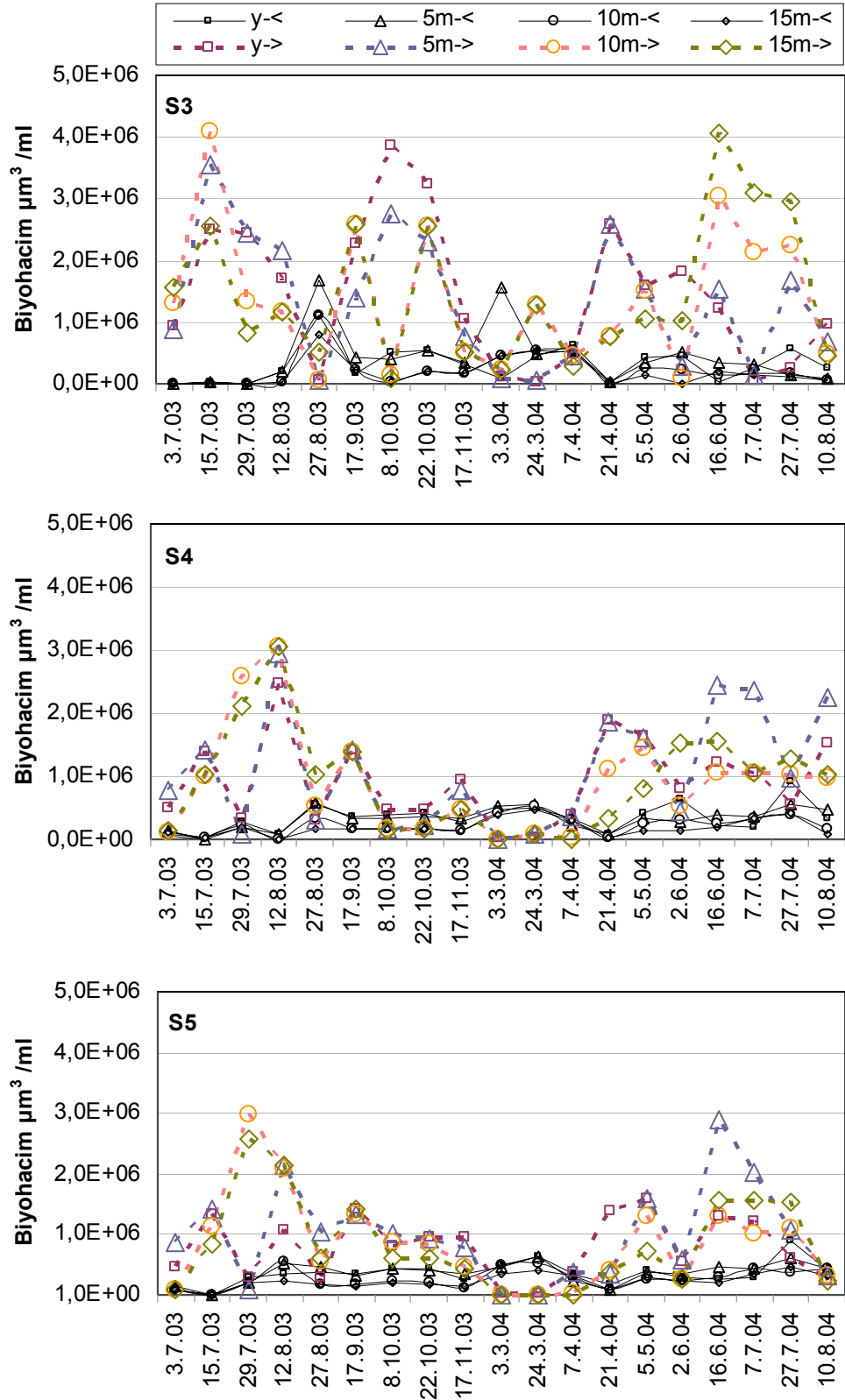
doğru gittikçe azalan ortalama değerlerin oluştuğu fark edilmektedir. S1 ve S2'nin farklı derinliklerindeki değerleri, S4 ve S5'de bunlara karşılık gelen derinliklerdeki değerlerinden genellikle istatistiki olarak da önemli olacak şekilde farklı bulundu. (Mann Whitney-U Testi, $p < 0,05$) (Çizelge 3.23).

Tabakalaşma (2003) Dönemi (T1): Bütün istasyonların hemen her derinliğinde, $>30 \mu\text{m}$ olan hücrelerin çalışma periyodunun (S3'ün Ağustos 2003 örneklemedesindeki istisnai durum hariç) bahar ayları dışında kalan dönemlerinde biyohacim olarak hakim durumda olduğu görüldü. Buna rağmen, iki farklı fitoplankton grubunun her bir istasyondaki ve derinliklerdeki mevsimsel iniş çıkışları farklıdır. Örneğin, çalışmanın başlangıcından bahar mevsimine kadar olan dönem dikkate alındığında, bütün istasyonlarda, $>30 \mu\text{m}$ hücrelerin 27.08.2003 tarihli örneklemedelerde ani bir düşüş gösterdiği, sadece S3'te $<30 \mu\text{m}$ hücrelerin buna karşın belirgin bir artışa sahip olduğu belirlendi.

Bu tarihteki $<30 \mu\text{m}$ hücrelerinde gözlenen artışın, başlıca *Stephanodiscus* sp., *Chrysococcus cordiformis* ve *Chrysococcus rufescens* türlerindeki artıştan kaynaklandığı saptandı. Bu tarihe kadar olan 2003 yaz mevsimi numunelerinde ise *Aphanothece* sp.'nin genellikle hakim tür olduğu, *Peridinium aciculiferum* türünün de önemli miktarlarda bulunduğu gözlendi. Bu dönemde, $>30 \mu\text{m}$ grubuna dahil olan *Anabaena* sp., *Microcystis aeruginosa* gibi diğer siyanobakter türlerine nadir de olsa rastlandı. 2003 yaz mevsimi sonlarına doğru olan örneklemedelerde *Cryptomonas ovata* ve *Mallomonas hamata* türlerinin ($<30 \mu\text{m}$ grubu) sıklıkla görüldüğu fark edildi.



Şekil 3.39. Fitoplankton biyohacimlerinin boy gruplarına göre gölün yatay ve dikey istasyonlarında mevsimsel değişimi (<: 30 μm 'den kısa; >: 30 μm 'den uzun türler)



Şekil 3.39 (devam)

Çizelge 3.23. Fitoplanktonun seçilen boy sınıflarına (<30 µm ve >30 µm) göre çalışma periyodu boyunca gölde yatay ve dikey olarak hesaplanan ortalama biyohacim (µm³/ml) ± standart hata değerleri ile alt bölümde verilen ve istatistiki olarak (Mann Whitney-U Testi, $p < 0,05$) farklılık gösteren bölgeler

	<30 µm (Ort±SH)	>30 µm (Ort±SH)
Tüm göl	294.947,24 ± 16.774,67	1.429.970,88 ± 83.299,74
S1	Y	383.860,41 ± 129.487,24
	5m	342.692,56 ± 127.935,77
	Ort.	363.276,48 ± 128.711,51
S2	Y	280.732,82 ± 50.303,47
	5m	337.114,48 ± 93.690,80
	10m	207.158,50 ± 50.944,42
	Ort.	275.001,93 ± 64.979,56
S3	Y	318.805,07 ± 65.283,49
	5m	420.741,84 ± 107.022,28
	10m	226.943,65 ± 62.882,02
	15m	190.961,60 ± 51.692,80
	Ort.	289.363,04 ± 71.720,15
S4	Y	345.553,16 ± 50.516,17
	5m	323.386,28 ± 39.228,50
	10m	224.089,60 ± 33.074,81
	15m	192.054,72 ± 30.722,20
	Ort.	271.270,94 ± 38.385,42
S5	Y	355.684,44 ± 43.533,99
	5m	364.462,70 ± 38.036,40
	10m	272.040,95 ± 36.220,02
	15m	227.820,27 ± 27.044,30
	Ort.	305.002,09 ± 36.208,68
Farklılık gösteren istasyonlar	S4-Y>S4-15m S5-Y>S5-15m	S1-Y>S4-Y; S1-Y>S5-Y S2-Y>S4-Y; S2-Y>S5-Y S2-5m>S5-5m S2-10m>S4-10m S2-10m>S5-10m

Çizelge 3.24. Fitoplanktonun seçilen boy sınıflarına göre farklı mevsimlerde gölde yatay ve dikey olarak hesaplanan ortalama \pm standard hata biyohacim ($\mu\text{m}^3/\text{ml}$) değerleri (Standard hata değerleri, gri renkli rakamlarla ifade edilmiştir)

	T1 dönemi		K dönemi		T2 dönemi	
	<30 μm	>30 μm	<30 μm	>30 μm	<30 μm	>30 μm
Tüm göl	198.016,4 $\pm 28.690,9$	1.848.572,4 $\pm 176.693,3$	378.856,4 $\pm 30.934,7$	891.877,7 $\pm 129.903,3$	343.985,6 $\pm 39.488,9$	1.596.334,9 $\pm 158.332,0$
S1 Y	37.975,4 $\pm 22.450,6$	2.541.290,6 $\pm 1.071.284,5$	620.491,4 $\pm 185.412,7$	1.442.655,3 $\pm 760.122,8$	710.453,9 $\pm 405.974,2$	3.818.985,0 $\pm 1.094.510,3$
5m	34.496,7 $\pm 23.059,2$	1.664.836,7 $\pm 852.012,7$	444.478,2 $\pm 104.666,5$	2.255.565,7 $\pm 1.266.864,5$	732.623,7 $\pm 439.102,5$	3.666.088,7 $\pm 1.308.339,4$
S2 Y	190.978,7 $\pm 120.151,7$	3.282.670,2 $\pm 808.493,5$	244.370,6 $\pm 86.486,2$	1.067.957,9 $\pm 539.854,4$	326.529,8 $\pm 72.968,2$	1.331.803,4 $\pm 241.892,0$
5m	306.687,9 $\pm 193.691,5$	3.780.707,6 $\pm 1.444.938,5$	515.993,7 $\pm 275.723,2$	1.640.048,4 $\pm 990.676,3$	168.803,9 $\pm 39.700,9$	1.406.556,4 $\pm 266.694,4$
10m	200.930,6 $\pm 127.353,7$	3.743.676,5 $\pm 1.173.262,1$	342.360,9 $\pm 110.154,9$	1.229.497,7 $\pm 386.550,6$	112.791,6 $\pm 18.975,6$	2.331.732,2 $\pm 890.796,1$
S3 Y	248.335,3 $\pm 175.243,1$	1.651.125,8 $\pm 399.107,9$	324.562,7 $\pm 111.615,4$	956.495,2 $\pm 493.334,5$	316.459,3 $\pm 92.133,6$	863.707,1 $\pm 320.745,6$
5m	394.026,0 $\pm 267.869,2$	1.749.024,4 $\pm 504.198,3$	592.990,7 $\pm 262.034,3$	942.314,4 $\pm 491.661,9$	276.376,0 $\pm 73.627,2$	867.293,5 $\pm 318.507,5$
10m	228.321,9 $\pm 179.972,6$	1.757.374,4 $\pm 569.122,7$	354.512,2 $\pm 104.006,5$	848.761,9 $\pm 241.255,1$	154.879,4 $\pm 25.628,1$	1.600.561,6 $\pm 563.906,3$
15m	176.285,1 $\pm 128.393,1$	1.534.895,6 $\pm 358.414,1$	330.679,3 $\pm 107.570,5$	721.210,6 $\pm 208.291,2$	107.024,4 $\pm 33.391,2$	2.318.177,3 $\pm 676.416,6$
S4 Y	227.920,0 $\pm 82.052,7$	1.071.031,4 $\pm 349.562,6$	361.796,9 $\pm 77.161,3$	793.366,3 $\pm 401.356,7$	463.715,9 $\pm 138.795,4$	1.034.282,6 $\pm 167.105,1$
5m	221.766,6 $\pm 85.641,4$	1.157.258,7 $\pm 421.220,4$	342.742,4 $\pm 88.564,2$	786.301,7 $\pm 394.991,8$	411.753,3 $\pm 46.810,1$	1.698.936,3 $\pm 413.153,3$
10m	135.509,4 $\pm 54.190,9$	1.443.261,7 $\pm 472.116,4$	304.510,2 $\pm 85.232,5$	528.545,9 $\pm 307.436,1$	291.007,3 $\pm 34.257,9$	926.016,7 $\pm 102.550,6$
15m	110.185,9 $\pm 34.696,1$	1.452.063,6 $\pm 411.845,4$	263.823,2 $\pm 80.405,1$	245.001,4 $\pm 151.096,7$	237.699,5 $\pm 62.128,3$	1.290.080,1 $\pm 110.942,3$
S5 Y	245.087,6 $\pm 64.386,7$	812.443,0 $\pm 212.167,4$	409.029,3 $\pm 75.951,7$	678.637,6 $\pm 340.567,8$	421.312,1 $\pm 118.399,1$	787143,0 $\pm 205.526,2$
5m	272.287,8 $\pm 79.650,2$	1.147.797,7 $\pm 278.424,8$	365.001,5 $\pm 92.087,5$	460.301,4 $\pm 291.162,6$	459.404,4 $\pm 40.332,5$	1.375.129,8 $\pm 476.138,6$
10m	199.377,0 $\pm 77.805,2$	1.359.243,6 $\pm 425.946,6$	333.400,8 $\pm 79.685,2$	341.625,4 $\pm 248.677,2$	348.059,1 $\pm 41.438,7$	797.347,6 $\pm 211.971,6$
15m	136.106,6 $\pm 33.723,6$	1.277.030,0 $\pm 387.945,3$	289.815,7 $\pm 54.846,8$	223.633,3 $\pm 145.189,1$	308.862,6 $\pm 46.093,4$	1.023.851,9 $\pm 318.914,3$

Karışım (2004) dönemi (K): Bu dönemde, küçük hacimli hücrelerin miktarında T1 aylarına göre belirgin artışlar görüldü (Çizelge 3.25). Ancak, ortalama biyohacim değerleri, S4 ve S5'in 15m derinlikleri hariç olmak üzere diğer bütün istasyonların farklı derinliklerinde büyük hacimli grubun ortalama hacim değerlerinden daha düşüktü.

Otuz mikrondan küçük hücrelerin oluşturduğu grupta, Mart ayından Nisan (2004) başına kadar olan örneklemelerde *Stephanodiscus* sp.'nin bütün istasyon ve derinliklerde baskın olduğu ve *Rhodomonas* sp., *Chroomonas acuta* ve *Carteria globosa*'nın da değişen miktarlarda ve belirgin katkılar yaptıkları gözlemlendi. Nisan ayı ortalarından Haziran başlangıcına kadar olan dönemde ise, *Chlamydomonas* cinsi (birden fazla türüyle) baskın hale gelmiş ve yine *Rhodomonas* sp., *Chroomonas acuta* ve *Carteria globosa* ile birlikte bu gruptaki toplam biyohacmin önemli bir kısmını oluşturmuştur.

Otuz mikrondan büyük hücrelerin oluşturduğu grupta ise, başlangıçta (Mart 2004 tarihinden itibaren) *Asterionella* sp.'nin belirgin bir artış gösterdiği, nispeten daha düşük miktarlarda tespit edilen *Synedra capitata*, *Closterium* sp. türleriyle birlikte toplam fitoplankton biyohacminin çoğunluk kısmını oluşturduğu saptandı.

Nisan 2004 ortalarından itibaren Mayıs ayının başlangıcına kadar olan üç örnekte ise *Dinobryon* sp.'nin patlama yaparak bütün numunelerde hakim duruma geçtiği, bu türle birlikte *Synedra ulna*'nın da yüksek biyohacim değerlerine ulaştığı bulundu.

Çizelge 3.25. Fitoplanktonun seçilen boy sınıflarına gölde hesaplanan ortalama biyohacim ($\mu\text{m}^3/\text{ml}$) değerlerinin tabakalaşma (T) ve karışım (K) dönemlerindeki farklılık testi sonuçları

			İşaret testi (P değeri)	
Dönem ismi			<30 μm	>30 μm
T1	X	T2	0,000¹	1,000
T1	X	K	0,000²	0,000³
T2	X	K	0,051	0,000⁴

¹T2>T1; ²K>T1; ³T1>K; ⁴T2>K

Tabakalaşma (2004) dönemi (T2): Fitoplanktonların tür kompozisyon ve dağılımları bir önceki yılın yaz mevsimindeki tabakalaşma periyodundakine (T1) benzer olarak büyük hacimli hücrelerin (>30 μm) miktarındaki belirgin artışlar ve küçük hacimli hücrelerin (<30 μm) miktarındaki azalışlarla karakterize edilmektedir. Ancak bu yaz dönemindeki >30 μm hücrelerin ortalama hacim değerleri (S4 ve S5'in 5m derinliklerinde hariç olmak üzere) bütün istasyonların farklı derinliklerinde 2003 yaz mevsiminde tespit edilen değerlere göre daha düşük bulundu. Bu dönemde her iki boy grubunda da yatay olarak S1 ve S2 istasyonlarında daha yüksek biyohacim değerleri tespit edilirken, diğer istasyonlarda göl bölgesine doğru dereceli bir azalmayla birlikte daha düşük değerler bulundu. Nisan ayından itibaren artış gösteren >30 μm grubunda *Aphanothece* sp. ve *Peridinium aciculiferum* baskın türler olarak tespit edildi. Bu türlere *Ceratium hirundinella*, *Anabaena* sp. gibi diğer büyük hacimli türler düşük miktarlarda

katkıda bulunmuşlardır. Haziran 2004 başında bütün istasyonların her bir derinliğinde bu gruba ait biyohacimlerde ani düşüşler tespit edildi. Bu tarihte özellikle 2003 yaz mevsiminde Ağustos ayında belirlenen ani düşüşler sırasında olduğu gibi <30 µm grubuna ait *Stephanodiscus* sp. *Chrysococcus cordiformis* ve *Chrysococcus rufescens* türlerinin belirgin artışları dikkat çekici idi (Şekil 3.39 ve Çizelge 3.24).

3.2.1.3. İşlevsel gruplandırma

Çalışma süresi içerisinde tespit edilen 42 adet fitoplankton cins veya türlerine ait fonksiyonel grupların literatürde belirtilen gruplara atamaları yapılarak Çizelge 3.26'da gösterilmiştir. Çalışmada teşhis edilen 16 cins/türe ait olarak, literatürde herhangi bir gruba rastlanmamıştır.

Tanımlanan işlevsel gruplar gölde belirli zamanlardaki çevresel şartlarla birlikte incelendiğinde, birbirlerinden belirgin bir şekilde ayrılabilen dönemlerin olduğu gözlemlendi (Şekil 3.40). Genel olarak, karışım ve tabakalaşmanın oluşmasına göre ayrılan bu dönemlerin; özellikle fosfor, azot, sıcaklık ve toplam çözünmüş katı maddedeki (TÇKM) her bir döneme özgü iniş çıkışlarla temsil edildiği ve bunun her bir istasyonda benzer şekilde olduğu gözlemlendi (Şekil 3.41). Çevresel faktörlerin farklı dönemlerindeki bu dağılımları ile fitoplankton gruplarından Cyanobacteria ve Pyrrophyta'nın dağılımları arasında dikkat çeken bir benzerlik olduğu saptandı (Şekil 3.41).

Çalışmanın başladığı 2003 yaz aylarındaki tabakalaşma dönemi boyunca, fitoplanktonun K, Lo, Lm ve X2 işlevsel gruplarının belirgin bir baskınlığa sahip olduğu belirlendi. Bu dönemde her bir kodon tek bir türü

ifade etmektedir. K kodonu *Aphanoteche* sp. (Cyanobacteria) türünü; Lo kodonu, *Peridinium aciculiferum* (Pyrrophyta), Lm kodonu, *Ceratium hirundinella* (Pyrrophyta), X2 kodonu ise *Chlamydomonas epiphytica* türünü Y kodonu ise, Eylül'de *Cryptomonas ovata* ve Kasım'da *Chroomonas acuta* türlerini temsil etmektedir. Bu dönem içerisinde, özellikle *Aphanoteche* sp. ve *Peridinium aciculiferum*'un biyohacim değerleri açısından baskın olduğu ve toplam fitoplankton hacminin çoğunlukla % 80-90'ından daha fazlasını oluşturduğu belirlendi. *Ceratium hirundinella* cinsi, bu dönemde özellikle gölün sığ bölgelerinde nispeten daha yüksek yoğunluklarda bulunmuş olup, toplam fitoplankton biyohacmi içerisinde % 56,66 (S2-5m, 15.07.2003) gibi yüksek oranlara da ulaşabilmiştir.

Karışım döneminde hakim olan gruplara ait kodonlar Şekil 3.40'ta gösterilmektedir. Bu dönemin başlangıcında D kodonu, patlama yapan *Stephanodiscus* sp.'yi (03.03.2004), Mayıs başında ise *Synedra ulna* türünü, C bazı istasyonlarda (S2 ve S3) önemli hacimlere ulaşan *Asterionella* sp.'yi (Bacillariophyta), X2 baskın olan *Chlamydomonas* türleri (Özellikle *Chlamydomonas epiphytica*) ile nispeten düşük oranlardaki *Rhodomonas* sp.'yi, A kodonu *Cyclotella meneghiniana* türünü (Bacillariophyta) temsil etmektedir. Pyrrophyta'ya ait olan *Noctiluca* sp.'nin de bu iki tür ile birlikte nispeten fark edilir biyohacimlere ulaştığı saptandı. Ancak, literatürde bu türe ait henüz kodon tahsis edilmediği için grafikte Noc olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.26. 2003-2004 yıllarında tespit edilen fitoplankton türlerinin ait oldukları işlevsel gruplar ve bu grupların özellikleri

Tür adı	Bölüm	Literatürde kodlanan tür adı	Kodon	Habitat	Toleranslar	Hassasiyetler
<i>Cyclotella meneghiniana</i> ⁽¹¹⁸⁾	Baci	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	A	Berrak, genellikle iyi karışmış, zeminde fakir göller	Besin kıtlığı	pH artışı
<i>Asterionella sp.</i> ⁽¹¹⁸⁾	Baci	<i>Asterionella formosa</i>	C	Karışmış, ötrofik, küçük-orta büyüklükte göller	Işık, C eksikliği	Si kıtlığı, tabakalaşma
<i>Nitzschia sp.</i> ⁽¹¹⁸⁾	Baci	<i>Nitzschia</i>	D	Sığ, zenginleşmiş bulanık sular (nehirler dahil)	Akıntı	Besin kıtlığı
<i>Stephanodiscus sp.</i> ⁽¹¹⁸⁾	Baci	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	D			
<i>Synedra capitata</i> ⁽¹¹⁸⁾	Baci	<i>Synedra acus</i>	D			
<i>Synedra ulna</i> ⁽¹¹⁸⁾	Baci		D			
<i>Dinobryon sp.</i> ⁽¹¹⁸⁾	Chry	<i>Dinobryon</i>	E	Genellikle küçük, oligotrofik, zeminde fakir göller veya heterotrof havuzlar	Az besin (miksotrofluktan faydalanır)	CO ₂ kıtlığı
<i>Mallomonas hamata</i> ⁽¹¹⁸⁾	Chry	<i>Mallomonas</i>	E			
<i>Mallomonas heterospina</i> ⁽¹¹⁸⁾	Chry		E			
<i>Oocystis sp.</i> ⁽¹¹⁸⁾	Chlo	<i>Oocystis lacustris</i>	F	Berrak epilimniyon	Az besin, yüksek bulanıklık	?CO ₂ kıtlığı
<i>Volvox sp.</i> ⁽¹¹⁸⁾	Chlo	<i>Volvox</i>	G	Kısa, besince zengin su sütunları	Yüksek ışık	Besin kıtlığı
<i>Anabaena sp.</i> ⁽¹¹⁸⁾	Cyan	<i>Anabaena türleri</i>	H2	N ₂ kullanabilen Nostocales'ler	Düşük azot	Karışım, ışık azlığı
<i>Scenedesmus dimorphus</i> ⁽¹¹⁸⁾	Chlo	<i>Scenedesmus</i>	J	Sığ, zenginleşmiş göl, havuz ve Nehirler		Düşük ışıkta kalmak
<i>Scenedesmus quadricauda</i> ⁽¹¹⁸⁾	Chlo		J			
<i>Tetraedron minimum</i> ⁽¹¹⁹⁾	Chlo	<i>Tetraedron minimum</i>	J			
<i>Aphanothece sp.</i> ⁽¹¹⁸⁾	Cyan	<i>Aphanothece</i>	K	Kısa, besince zengin sütunlar		Derin karışım
<i>Coelosphaerium sp.</i> ⁽¹²⁰⁾	Cyan	<i>Coelosphaerium sp.</i>	K			

Çizelge 3.26 (devam)

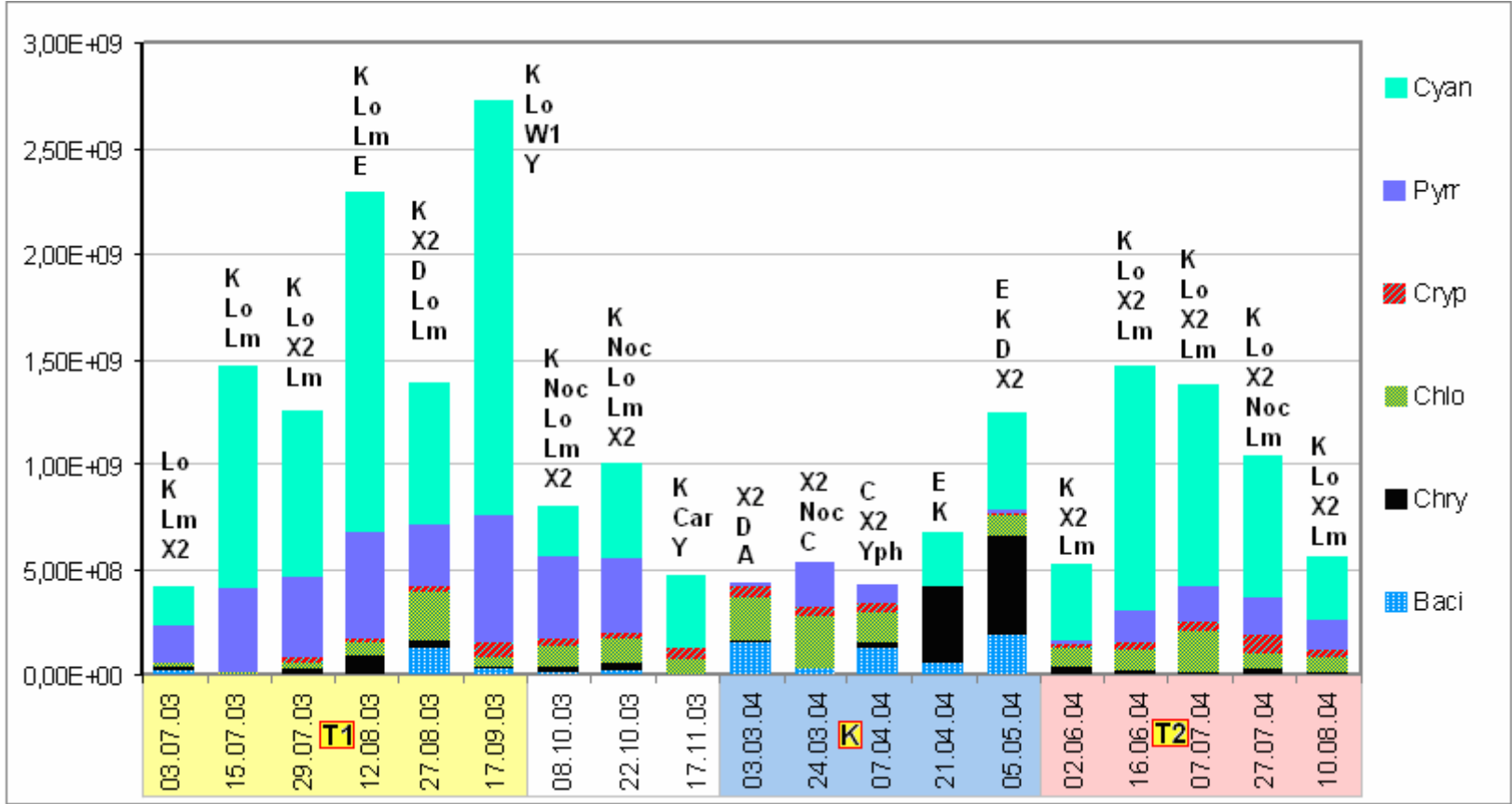
Tür adı	Bölüm	Literatürde kodlanan tür adı	Kodon	Habitat	Toleranslar	Hassasiyetler
<i>Ceratium hirundinella</i> ⁽¹¹⁸⁾	Pyrr	<i>Ceratium</i>	Lm	Ötrofik göllerde yaz epilimniyonu	Çok düşük C	Karışım, zayıf tabakalaşma, ışık
<i>Microcystis aeruginosa</i> ⁽¹¹⁸⁾	Cyan	<i>Microcystis</i>	Lm/M	(M) Küçük, ötrofik, düşük rakımlı göllerin günlük karışan tabakaları	(M) Yüksek gün ışığı	(M) Akıntı, düşük toplam ışık
<i>Merismopedia</i> sp. ⁽¹¹⁸⁾ <i>Peridinium aciculiferum</i> ⁽¹¹⁸⁾	Cyan Pyrr	<i>Merismopedia</i> <i>Peridinium</i>	Lo Lo	Mezotrofik göllerin yaz epilimniyonu	Ayrılmış besinler	Uzun süreli veya derin karışım
<i>Tabellaria fenestrata</i> ⁽¹¹⁸⁾	Baci	<i>Tabellaria</i>	N	Mezotrofik epilimniyon	Besin kıtlığı	Tabakalaşma, pH artışı
<i>Closteriopsis</i> sp. ⁽¹²¹⁾ <i>Closterium parvulum</i> ⁽¹¹⁸⁾ <i>Closterium</i> sp. ⁽¹¹⁸⁾ <i>Fragilaria</i> sp. ⁽¹¹⁸⁾ <i>Staurastrum</i> sp. ⁽¹¹⁸⁾	Chlo Chlo Chlo Baci Chlo	<i>Closteriopsis acicularis</i> <i>Closterium</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Staurastrum pingue</i>	P P P P P	Ötrofik epilimniyon	Hafif ışık ve C kıtlığı	Tabakalaşma, Si kıtlığı
<i>Gonyostomum semen</i> ⁽¹¹⁸⁾	Raph	<i>Gonyostomum semen</i>	Q	Küçük humik göller	Fazla renk	?
<i>Cylindrospermopsis</i> sp. ⁽¹¹⁸⁾	Cyan	<i>Cylindrospermopsis</i>	Sn	Ilık karışmış tabakalar	Işık, besin kıtlığı	Akıntı
<i>Phacus</i> sp. ⁽¹¹⁸⁾	Eugl	Euglenoidler	W1	küçük organik havuzlar	Yüksek biyolojik oksijen ihtiyacı	Otlanma
<i>Ankistrodesmus</i> sp. ⁽¹²¹⁾ <i>Chlorella</i> sp. ⁽¹¹⁸⁾ <i>Chlorococcum infusionum</i> ⁽¹²¹⁾	Chlo Chlo Chlo	<i>Ankistrodesmus gracilis</i> <i>Chlorella</i> <i>Chlorococcum infusionum</i>	X1 X1 X1	Zenginleşmiş koşullardaki sığ karışım tabakaları	Tabakalaşma	Besin kıtlığı, filtreleyerek beslenme

Çizelge 3.26 (devam)

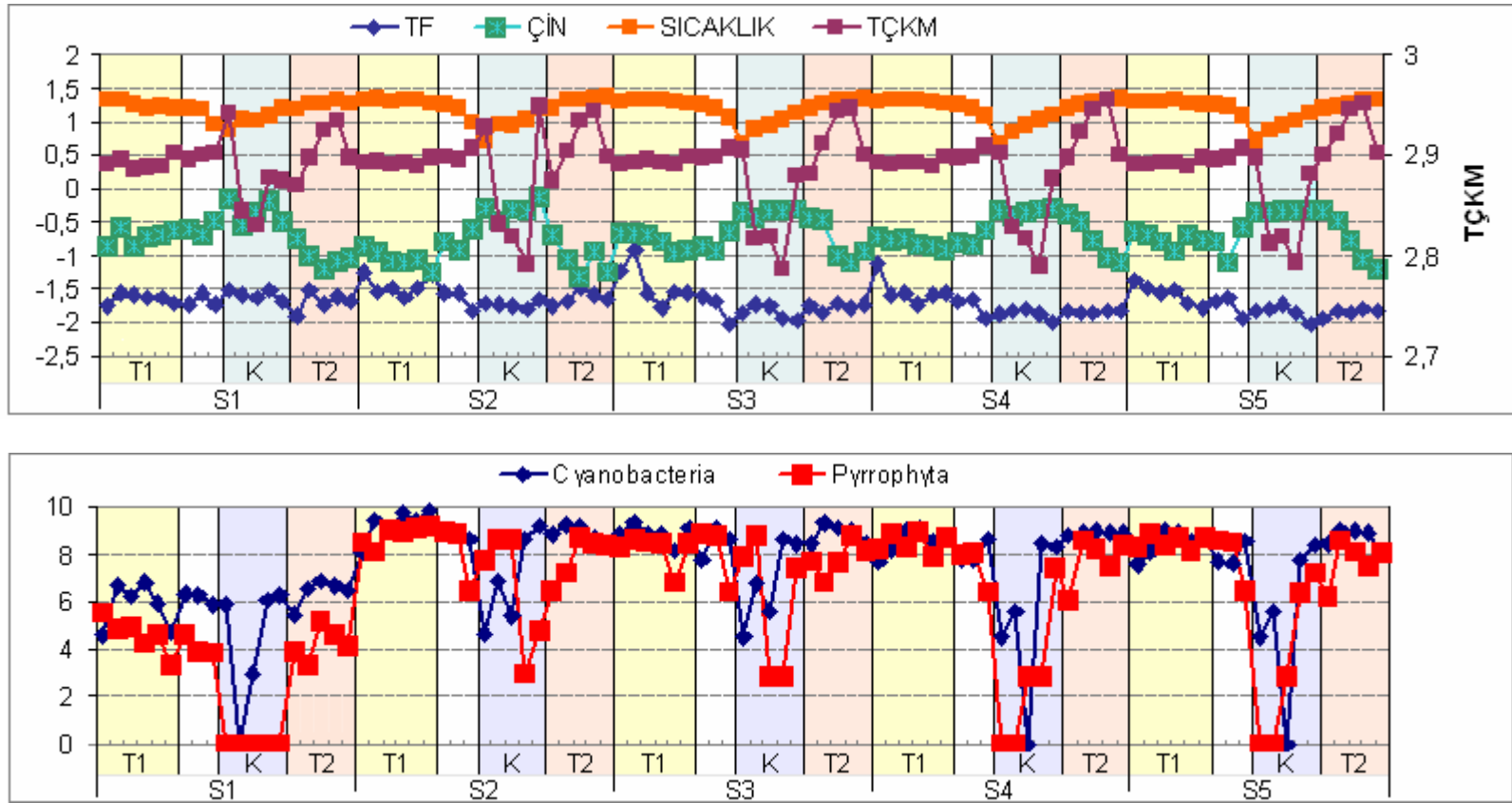
Tür adı	Bölüm	Literatürde kodlanan tür adı	Kodon	Habitat	Toleranslar	Hassasiyetler
<i>Chlamydomonas epiphytica</i> ⁽¹²⁰⁾	Chlo	<i>Chlamydomonas</i>	X2	Mezoötrofik göllerin sığ, berrak karışım tabakaları	Tabakalaşma	Karışım, filtreleyerek beslenme
<i>Chlamydomonas globosa</i> ⁽¹²⁰⁾	Chlo		X2			
<i>Chlamydomonas sp.</i> ⁽¹²⁰⁾	Chlo		X2			
<i>Rhodomonas sp.</i> ⁽¹¹⁸⁾	<u>Cryp</u>	<i>Plagioselmis</i>	X2			
<i>Chrysococcus cordiformis</i> ⁽¹¹⁸⁾	Chry	<i>Chrysococcus</i>	X3	Sığ, berrak karışım tabakaları	Zayıf zemin durumu	Karışım ve otlama
<i>Chrysococcus rufescens</i> ⁽¹¹⁸⁾	Chry		X3			
<i>Cryptomonas ovata</i> ⁽¹¹⁸⁾	<u>Cryp</u>	<i>Cryptomonas</i>	Y	Genellikle küçük, zenginleşmiş göller	Düşük ışık	Fagotroflar!
<i>Chroomonas acuta</i> ⁽¹²⁰⁾	<u>Cryp</u>	<i>Chroomonas</i>	Y			
<i>Phacotus lenticularis</i> ⁽¹¹⁹⁾	Chlo	<i>Phacotus lenticularis</i>	Yph	Phagotus türünün baskın olduğu göller		

Kodlanmamış türler

Tür adı	Bölüm	Tür adı	Bölüm	Tür adı	Bölüm
<i>Amphora sp.</i>	Baci	<i>Navicula sp.</i>	Baci	<i>Pandorina sp.</i>	Chlo
<i>Cocconeis pediculus</i>	Baci	<i>Noctiluca sp.</i>	Pyrr	<i>Pteromonas aculeate</i>	Chlo
<i>Cymatopleura sp.</i>	Baci	<i>Carteria globosa</i>	Chlo	<i>Pyramimonas sp.</i>	Chlo
<i>Cymbella sp.</i>	Baci	<i>Lobomonas ampla</i>	Chlo	<i>Tetrastrum elegans</i>	Chlo
<i>Gomphonema sp.</i>	Baci	<i>Lobomonas sp.</i>	Chlo	<i>Ochromonas verrucosa</i>	Chry
<i>Gyrosigma attenuatum</i>	Baci				



Şekil 3.40. Tüm istasyonlardaki fitoplankton biyohacim ortalamalarının ($\mu\text{m}^3/\text{ml}$) örnekleme tarihleri ile tabakalaşma ve karışım dönemlerinde (T1, K ve T2), fitoplankton grupları ve işlevsel gruplara göre (Kodolar yukarıdan aşağıya hacim yüzdeleri büyükten küçüğe olacak şekilde sıralanmıştır) dağılım grafiği (Car: *Carteria globosa*, Noc: *Noctiluca* sp.)



Şekil 3.41. Örnekleme istasyonlarında bazı çevresel değişkenler ile iki fitoplankton grubunun biyohacim değerlerine ait logaritma değerlerinin örnekleme tarihleri ve tabakalaşma ve karışım dönemlerindeki salınım grafikleri

Karışım döneminin son iki örneklemeğinde (21 Nisan ve 05 Mayıs 2004), Chrysophyta üyesi olan *Dinobryon* sp.'nin patlama yaptığı (Kodon E) ve sıkça toplam fitoplanktonun biyohacminin yarısından daha fazlasını teşkil ettiği saptandı. Onu takip eden *Aphanothece* sp. (Kodon K) de, biyohacim olarak bazı istasyonlarda yine önemli yüzdelikli oranlara ulaştı. Bu iki örneklemede Bacillariophyta üyesi olan *Synedra ulna* (Kodon D) türünde S1 ve S2 istasyonlarında % 30'un üzerinde oranlara ulaşacak şekilde patlama yaptığı görüldü.

Gölde Mayıs 2004 tarihi itibariyle başlayan ikinci tabakalaşma döneminde yine ilk tabakalaşmadakine benzer bir durum ortaya çıkmış ve K (*Aphanothece* sp.) ve Lo (*Peridinium aciculiferum*) ile nispeten daha düşük hacimlerde bulunan ve bu dönemin başlangıcında *Chlamydomonas* türleri, ortasından itibaren ise *Rhodomonas* sp. tarafından teşkil edilen X2 kodununun fitoplankton gruplarını oluşturduğu gözlenmiştir. Bu dönemin sonlarına doğru, sonbahar aylarında tabakalaşmanın etkileri kaybolmak üzereyken, Pyrrophyta üyesi olan *Noctulica* sp.'nin biyohacimlerinde S2 istasyonunda belirginleşen nispi artışların olduğu gözlenmiştir. 2003 tabakalaşma döneminde baskın türlerden olan *Ceratium hirundinella* türü (Lm kodonu) ise bu dönemde ortalama çok yüksek biyohacim değerlerine ulaşmamakla birlikte karışım dönemine göre saptanan yüksek değerler ve özellikle S3 istasyonunda yüzde 50'nin üzerinde hacim oranlarında görülmesi sebebiyle grafiğe dahil edilmiştir (Şekil 3.40).

3.2.1.4. Fitoplankton komünitesini kontrol eden faktörler

Fitoplankton komünitesi üzerinde etkili olabilen abiyotik faktörler ve biyotik faktörlerin ortalama değerleri Çizelge 3.27’de verildi. Bu ortalamalar, çalışma boyunca gölün farklı istasyon ve derinliklerinden elde edilen veriler kullanılarak, gölde belirgin bir şekilde ortaya çıkan tabakalaşma ve karışım dönemlerini temsil edecek şekilde hesaplandı.

3.2.1.4.1. Ordinasyon

Altı farklı fitoplankton grubuna ait biyohacim değerlerinin abiyotik (çevresel) faktörleriyle olan ilişkisini ortaya koymak amacıyla yapılan Kanonik Uyum Analizi (CCA) sonucunda 1. ve 2. eksen için üretilen özdeğerler sırasıyla 0,328 ve 0,148 olarak bulundu. Özdeğer 1’in tür-çevre parametreleri arasındaki korelasyonun % 83,8’ini, özdeğer 2’nin ise bu korelasyonun % 59,2’sini açıklayabildiği görüldü. Eksen 1 ve 2, fitoplankton gruplarına ait toplam varyansı % 32,5 oranında açıklayabilmektedir. CCA’nın ürettiği bu ilk iki eksenin tür-çevre ilişkisini oldukça yüksek oranda açıklayabildiği (% 74,4) görüldü (Çizelge 3.28). Kanonik Uyum Analizi sırasında, fitoplankton gruplarıyla olan ilişkilerini tespit etmek amacıyla 21 adet farklı değişken kullanılmış ancak, bunlardan bazıları “eşdoğrusallık” kuralını bozdukları için analizden çıkartılarak toplam 16 adet abiyotik faktör ile analizler yapıldı. Analizin, çevresel faktörleri sırasıyla işleme koyduğu “basamaklı seçim” sonucunda, seçilen 16 adet çevresel faktörden 3 tanesinin (TF, Cladocera ve AMO) istatistiki olarak önemli katkıda bulunmadığı görüldü (Çizelge 3.29).

Çizelge 3.27. Kanonik Uyum Analizinde kullanılan fitoplankton grupları ve onları kontrol eden abiyotik ve biyotik faktörlerin, gölde oluşan karışım (K) ve tabakalaşma (T1 ve T2) dönemlerine göre hesaplanan ortalama değerleri

	T1	K	T2
TF (mg/l)	0,035 ± 0,028	0,016 ± 0,006	0,018 ± 0,007
ÇRF (mg/l)	0,018 ± 0,009	0,004 ± 0,001	0,005 ± 0,003
AMO (mg/l)	0,079 ± 0,072	0,100 ± 0,056	0,099 ± 0,092
NİT (mg/l)	0,080 ± 0,072	0,366 ± 0,091	0,082 ± 0,103
ÇİN (mg/l)	0,158 ± 0,122	0,466 ± 0,126	0,181 ± 0,184
SİL (mg/l)	3,60 ± 0,92	4,01 ± 0,39	3,37 ± 0,36
SÜL (mg/l)		437,9 ± 56,0	405,4 ± 40,1
KLO-A (µg/l)	4,45 ± 4,48	3,59 ± 3,42	4,15 ± 3,87
KAR (µg/l)	8,92 ± 9,06	6,30 ± 4,66	8,47 ± 8,25
ALK (mg/l)	2,30 ± 0,23	2,25 ± 0,22	1,92 ± 0,21
O2 (mg/l)	7,30 ± 2,27	11,83 ± 1,52	8,29 ± 2,45
SİC (°C)	20,16 ± 2,65	9,44 ± 3,40	19,57 ± 3,29
O2 %	81,03 ± 28,07	102,86 ± 11,28	91,23 ± 29,65
pH	8,01 ± 0,19	7,93 ± 0,09	7,94 ± 0,16
İLE (µS)	1.598,1 ± 11,5	1.461,6 ± 169,7	1.690,7 ± 93,1
TÇKM (mg/l)	780,7 ± 6,4	711,0 ± 81,4	829,1 ± 47,9
BUL (NTU)	2,41 ± 1,307	1,786 ± 0,942	3,531 ± 3,714
TUZ ‰	0,80 ± 0,00	0,73 ± 0,09	0,84 ± 0,05
ÇİN/ÇRF	10,5 ± 8,8	129,8 ± 71,9	54,4 ± 75,2
ROTİ (Birey/l)	116,7 ± 108,1	634,5 ± 1155,4	452,2 ± 672,6
CLAD (Birey/l)	30,5 ± 55,2	1,3 ± 2,9	63,8 ± 126,8
Baci (µm³/ml)	43.686 ± 87.953,1	230.850,6 ± 291.642,3	5.993,5 ± 23.574,9
Chry (µm³/ml)	47.326,3 ± 73.651,1	374.426,9 ± 579.097,2	27.590,7 ± 46.782,6
Chlo (µm³/ml)	99.312,7 ± 185.353,4	243.297,8 ± 179.621,0	265.527,2 ± 394.444,5
Cryp (µm³/ml)	40.530,9 ± 55.715,5	47.275,4 ± 51.154,5	79.218,4 ± 73.121,5
Pyrr (µm³/ml)	613.359,0 ± 725.526,5	73.836,2 ± 273.795,5	262.755,3 ± 396.904,2
Cyan (µm³/ml)	1.241.484,4 ± 1.541.010,3	301.047,2 ± 628.190,8	1.329.119,0 ± 1.538.954,7

Çizelge 3.28. Fitoplankton tür-çevre ilişkisi için yapılan Kanonik Uyum Analizi sonuçları

Eksenler		1	2	3	4
Özdeğerler	:	0,328	0,148	0,115	0,039
Tür-Çevre Korelasyonları	:	0,838	0,592	0,588	0,465
<hr/>					
Birikmeli varyans yüzdeleri					
Tür verisi	:	22,4	32,5	40,4	43,1
Tür-çevre ilişkisi	:	51,3	74,4	92,4	98,5

Çevresel faktörlerin fitoplankton ile olan ilişkisi üzerindeki etkiler, çevresel faktörlerin her biri bağımsız olarak ve birlikte olacak şekilde hesaplanabilmektedir. Bu hesaplamalar sonucunda, en fazla etkiyi nitrit-nitrat (% 24), sıcaklık (% 18) ve oksijenin (% 15) yaptığı söylenebilir. Ancak, tabloda (Çizelge 3.29) verilen diğer faktörlerin de etkisi azalan derecelerde olmasına rağmen istatistiki olarak önemli bulundu.

Kanonik Uyum Analizi sonucunda elde edilen, çalışma periyodu içerisindeki numune alma tarihlerinin ordinasyonunu gösteren Şekil 3.42'den de anlaşılacağı üzere, karışım dönemine ait örnekleme tarihleri (10, 11, 12, 13, 14) belirgin bir şekilde gruplandırılabilir. Aynı ordinasyon, tür-çevre ilişkisini belirleyecek şekilde uygulandığında ise, karışım döneminde baskın olan fitoplankton grupları ile bu fitoplanktonlar ile ilişkili çevresel faktörlerin aynı ordinalarda yer aldığı görülmektedir. Buna göre, fitoplankton komünitesini, karışım döneminde, Bacillariophyta, Chlorophyta ve Chrysophyta taksonları temsil etmektedir. Cryptophyta ise karışım ve

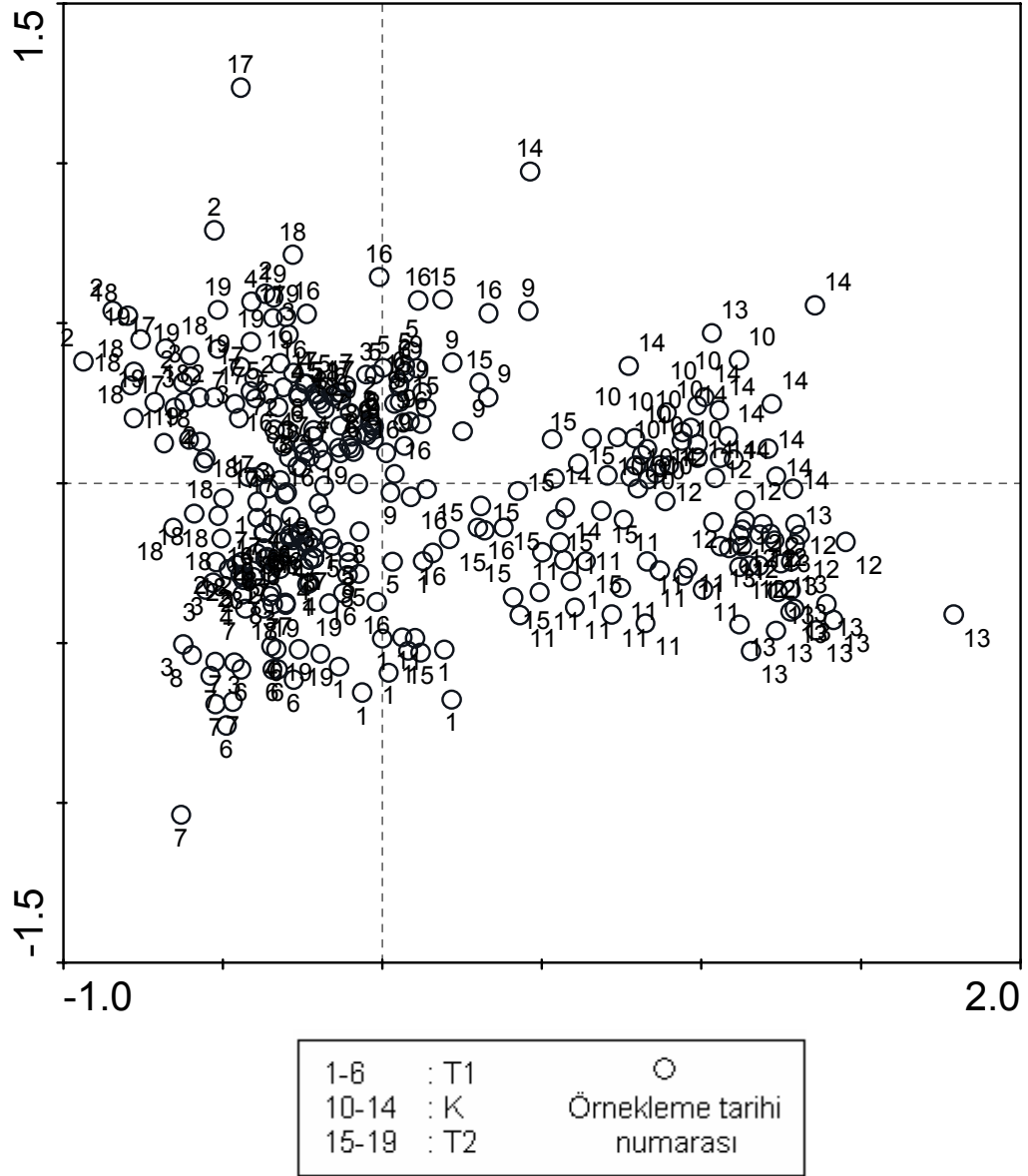
tabakalaşma arasında yer almaktadır. Bu dönemde hakim olan fitoplankton taksonları, çevresel faktörlerden nitrit-nitrat ve oksijen ile ve rotifera ile yüksek ilişki içerisinde (Şekil 3.43). Ayrıca, silikat ve sülfat ile aynı yönde fakat daha düşük düzeylerde bir ilişki göze çarpmaktadır.

Çizelge 3.29. Kanonik Uyum Analizi'nde fitoplankton türleri ile çevresel faktörler ve zooplankton arasında tespit edilen ilişkiyi gösteren basamaklı seçim modeli sonuçları

Tek Başına Etki			Birlikte Olan Etki			F	P
Değişken	Değişken No.	Lamda1 (λ_1)	Değişken	Değişken No.	LamdaA (λ_A)		
NİT	4	0,24	NİT	4	0,24	61,64	0,002
SIC	12	0,18	O2	11	0,10	30,22	0,002
O2	11	0,15	pH	14	0,06	15,92	0,002
ROTİ	20	0,12	ROTİ	20	0,04	12,98	0,002
ÇİN/TF	19	0,12	TÇKM	16	0,04	15,43	0,002
TÇKM	16	0,11	SIC	12	0,04	11,72	0,002
pH	14	0,09	KLO-A	8	0,03	9,36	0,002
KLO-A	8	0,07	BUL	17	0,03	10,3	0,002
SUL	7	0,05	SUL	7	0,02	8,09	0,002
ÇRF	2	0,05	SİL	6	0,01	3,34	0,014
AMO	3	0,03	ÇİN/TF	19	0,01	3,26	0,016
TF	1	0,03	AMO	3	0	3,00	0,024
SİL	6	0,03	ALK	10	0,01	3,43	0,014
BUL	17	0,02	TF	1	0,01	0,99	0,360
CLAD	21	0,02	CLAD	21	0	0,61	0,624
ALK	10	0,01	ÇRF	2	0	0,65	0,620

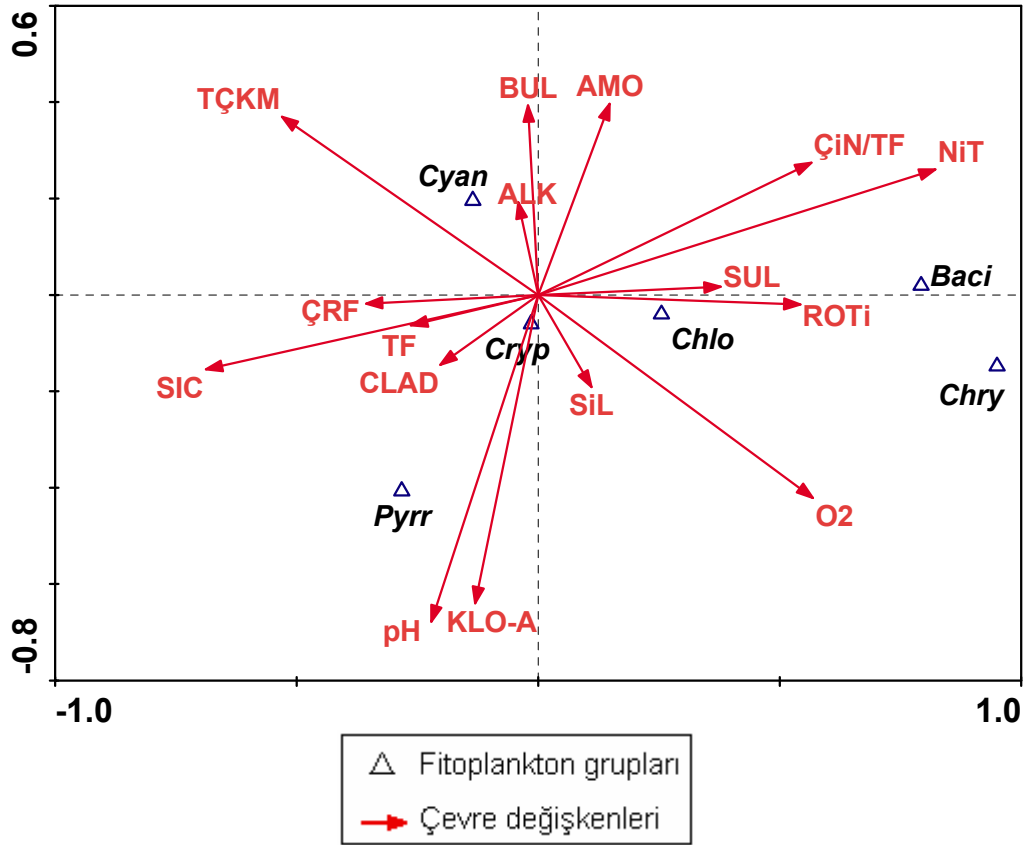
Koordinat sisteminde ters yönde yer alan fitoplankton grupları ise Cyanobacteria ve Pyrrophyta oldu. Bu gruplar, tabakalaşma dönemlerinde

oluşan yüksek sıcaklıklar ve toplam çözünmüş organik madde ile yakın ilişkili olarak ortaya çıkmaktadır. Aynı ilişkiler, klorofil-a ve pH ile nispeten daha düşük ve TF, ÇRF ve alkaliniteyle oldukça düşük olarak tanımlanabilecek düzeyde ortaya çıktı (Şekil 3.43).



Şekil 3.42. 2003-2004 yıllarında yapılan 19 örnekleme için Kanonik Uyum Analizi sonucunda elde edilen ordinasyon grafiği

Kanonik Uyum Analizi sonucunda, fitoplankton grupları ile çevresel faktörlerin ilişkisini yüksek oranda açıklayabilen eksen 1 ve 2 ile her bir çevresel faktör arasında korelasyonlar üretilmiştir. Buna göre, eksen 1 ile nitrat, oksijen, ÇİN/TF ve rotifera arasında yüksek ve pozitif korelasyonlar, sıcaklık ve TÇKM ile yüksek ve negatif korelasyonlar saptandı. Düşük katsayılarla temsil edilmesine rağmen, eksen 1 ile klorofil-a, bulanıklılık, pH ve Cladocera arasındaki ilişki negatif yönlü olarak dikkat çekmektedir (Çizelge 3.30).



Şekil 3.43. Kanonik Uyum Analizi sonucunda elde edilen, fitoplankton grupları ile çevresel faktörlerin ilişkisini gösteren ikili grafik

Çizelge 3.30. Fitoplankton türleri için yapılan Kanonik Uyum Analizi'nde eksen 1 ve 2 ile her bir çevresel faktör arasındaki korelasyonlar

	Eksen 1	Eksen 2		Eksen 1	Eksen 2
TF	-0,2207	-0,0371	Oksijen	0,4769	-0,2492
ÇRF	-0,2985	-0,0107	Sıcaklık	-0,5763	-0,0916
Amonyum	0,1242	0,2348	pH	-0,1854	-0,4014
Nitrit-nitrat	0,6893	0,1539	TÇKM	-0,4446	0,2188
Silikat	0,0922	-0,1131	Bulanıklık	-0,0180	0,2327
Sülfat	0,3165	0,0099	ÇİN/TF	0,4739	0,1622
Klorofil-a	-0,1095	-0,3788	Rotifera	0,4548	-0,0117
Alkalinite	-0,0345	0,1138	Cladocera	-0,1696	-0,0857

3.2.2. Zooplankton komünitesi

3.2.2.1. Tabakalaşma ve karışım dönemlerindeki dağılım

Kapulukaya Baraj Gölü'nde 2003-2004 yıllarında toplanan zooplankton numunelerinin incelenmesi sonucunda, gölde % 90'ın üzerinde baskın bulunan grup olan rotiferlerden 22 tür ve kladoserlerden 4 türe rastlanmıştır, toplamı tüm populasyon içerisinde % 1'in altında bir oranda bulunan kopepod ve nauplii miktarlarının ise örnekleme sürecinde önemsiz düzeylerde kaldığı görülmüştür⁽⁶⁶⁾. Bu tez çalışmasında, tabakalaşma ve karışım dönemlerinde fitoplankton ve çevre değişkenleriyle olan ilişkileri kapsamında incelenen zooplankton populasyonunun T1, K ve T2 dönemlerindeki ortalama yoğunlukları Çizelge 3.31'de verilmiştir. Her üç dönemde de rotiferlerin baskın bulunduğu zooplankton populasyonunun

tabakalaşma ve karışım dönemlerindeki dağılımlarına bakıldığında (Şekil 3.44 ve Çizelge 3.31), Haziran ila Eylül 2003 arasındaki örneklemeleri kapsayan T1 döneminde zooplankton popülasyonunun K ve T2 dönemlerine göre oldukça düşük yoğunluklarda olduğu görüldü. Karışım döneminde özellikle de dönemin sonlarında artan *Keratella cochlearis* türünden kaynaklı olarak en yüksek ortalama yoğunluklara ulaşan zooplankton popülasyonunun T2 döneminde kademeli olarak azaldığı gözlemlendi (Şekil 3.44).

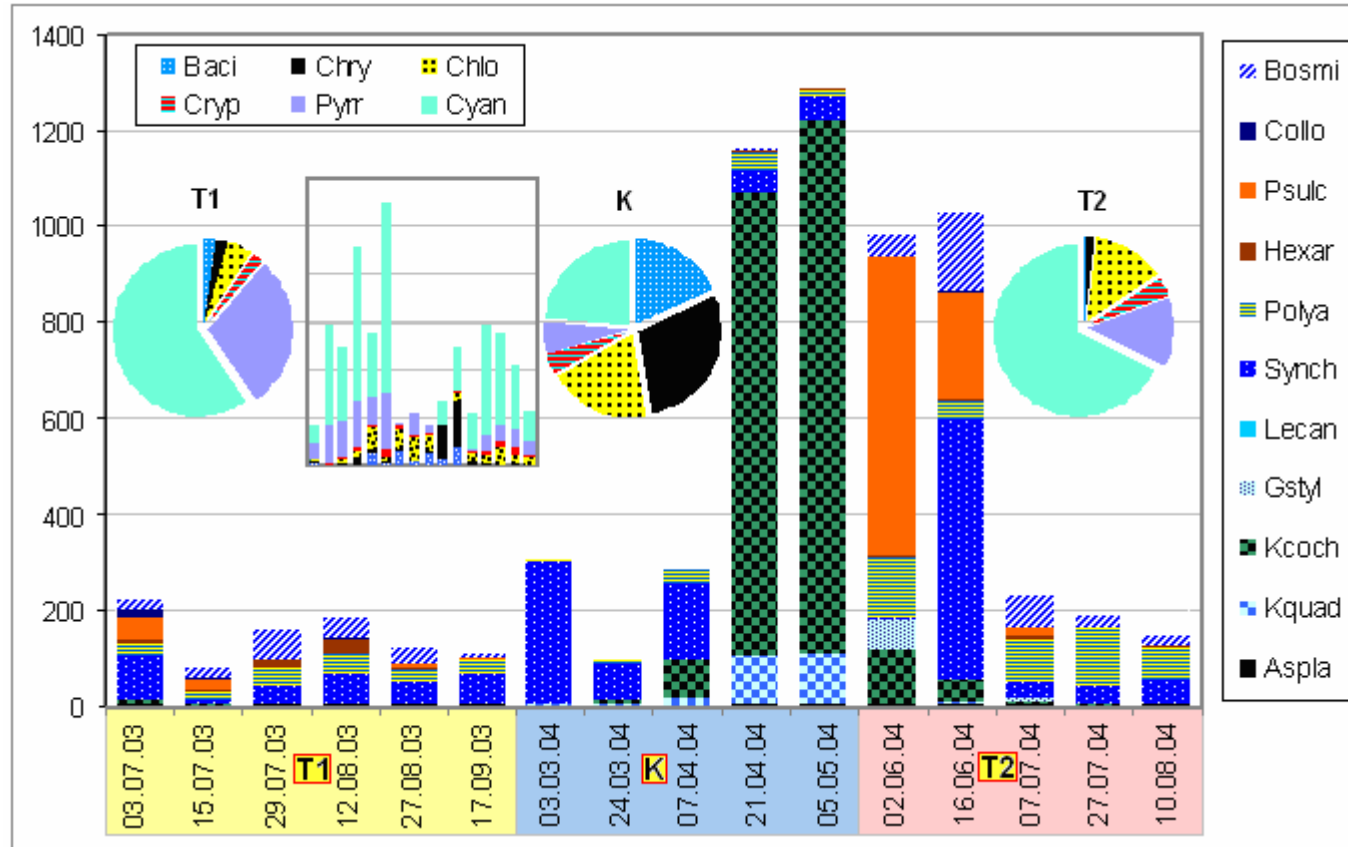
T1 döneminde diğer iki döneme göre daha düşük olan ortalama yoğunluklar içerisinde sırasıyla *Synchaeta* sp. (49,4 birey/l; % 33,1), *Bosmina longirostris* (30,4 birey/l; % 20,4), *Polyarthra* sp. (29,4 birey/l; % 19,7), *Pompholyx sulcata* (15,1 birey/l; % 10,1) ve *Hexarthra* sp. (10,5 birey/l; % 7,0)'nin baskın türler olduğu ve tüm popülasyonun % 91,3'ünü teşkil ettiği görüldü (Şekil 3.44).

Bütün örnekleme sürecinde birçok istasyonda % 50'nin üzerinde yoğunluklarda olacak şekilde baskın olan türlerin (*Keratella cochlearis*, *Synchaeta* sp., *Polyarthra* sp., ve *Pompholyx sulcata* ile *Bosmina longirostris*) T1 döneminde fiziksel ve kimyasal değişkenlerle olan ilişkisi incelendiğinde, bu türlerin yayılışında etkili olduğunu düşündürecek şekilde *Pompholyx sulcata* haricindeki 3 türün sıcaklıkla pozitif, nitrit+nitrat, alkalinite ve iletkenlik ile negatif ve istatistiki olarak önemli korelasyonlar gösterdiği, istasyonların derin kısımlarında yoğun olan *Pompholyx sulcata* türünde ise bu korelasyonların diğer 3 türdekine zıt yönde olacak şekilde ve yine istatistiki olarak önemli olduğu görüldü. Bu dönemde *Bosmina longirostris* türünde ise

rotiferlerden farklı olacak şekilde TF, klorofil-a ve bulanıklık ile pozitif ve önemli korelasyonlar bulundu.

Çizelge 3.31. Zooplankton türlerinin T1, K ve T2 dönemlerindeki ortalama \pm standard sapma değerleri (% 5'in üzerinde baskın olan türler kalın yazılmıştır)

	T1	K	T2
<i>Keratella cochlearis</i>	3,44 \pm 6,12	432,58 \pm 1047,62	32,99 \pm 72,19
<i>Pompholyx sulcata</i>	15,15 \pm 40,25	0,00 \pm 0,00	171,27 \pm 449,23
<i>Synchaeta</i> sp.	49,37 \pm 69,22	123,98 \pm 139,83	134,31 \pm 292,19
<i>Bosmina longirostris</i>	30,43 \pm 55,18	1,28 \pm 2,68	63,75 \pm 126,85
<i>Polyarthra</i> sp.	29,43 \pm 37,08	19,21 \pm 28,00	86,85 \pm 139,22
<i>Keratella quadrata</i>	0,23 \pm 0,75	45,05 \pm 102,42	2,19 \pm 5,21
<i>Hexarthra</i> sp.	10,47 \pm 19,49	1,75 \pm 6,43	4,33 \pm 7,07
<i>Gastropus stylifer</i>	0,27 \pm 0,86	0,11 \pm 0,39	13,65 \pm 75,91
<i>Asplanchna</i> sp.	3,53 \pm 6,36	2,29 \pm 5,39	3,14 \pm 5,03
<i>Collotheca</i> sp.	2,91 \pm 14,28	0,00 \pm 0,00	1,52 \pm 3,02
<i>Lecane</i> sp.	0,65 \pm 2,27	0,01 \pm 0,08	0,14 \pm 0,25
<i>Brachionus</i> sp.	0,06 \pm 0,27	3,19 \pm 15,89	0,63 \pm 2,04
<i>Anuraeopsis fissa</i>	0,02 \pm 0,16	0,02 \pm 0,09	0,07 \pm 0,26
<i>Notholca</i> sp.	0,05 \pm 0,17	0,41 \pm 0,93	0,00 \pm 0,00
<i>Colurella adriatica</i>	0,03 \pm 0,12	0,12 \pm 0,32	0,09 \pm 0,21
<i>Lepadella</i> sp.	0,01 \pm 0,08	0,02 \pm 0,09	0,02 \pm 0,11
<i>Epiphanes senta</i>	0,00 \pm 0,00	1,15 \pm 2,20	0,14 \pm 0,60
<i>Trichocerca</i> sp.	0,69 \pm 1,54	0,04 \pm 0,15	0,31 \pm 1,15
<i>Trichotria pocillum</i>	0,02 \pm 0,10	0,02 \pm 0,09	0,00 \pm 0,00
<i>Filinia longiseta</i>	0,20 \pm 0,79	4,21 \pm 14,75	0,32 \pm 0,82
<i>Testudinella patina</i>	0,04 \pm 0,17	0,01 \pm 0,08	0,02 \pm 0,11
<i>Testudinella</i> sp.	0,08 \pm 0,26	0,30 \pm 0,56	0,18 \pm 0,56
<i>Philodina</i> sp.	0,00 \pm 0,05	0,01 \pm 0,08	0,02 \pm 0,13
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	0,06 \pm 0,21	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
<i>Alona</i> sp.	0,00 \pm 0,00	0,04 \pm 0,23	0,03 \pm 0,12
<i>Chydorus</i> sp.	0,00 \pm 0,00	0,02 \pm 0,11	0,00 \pm 0,00
Copepoda	0,10 \pm 0,21	0,15 \pm 0,62	0,10 \pm 0,22
Nauplii	0,42 \pm 0,61	1,95 \pm 5,41	0,86 \pm 0,78



Şekil 3.44. 2003-2004 örnekleme sürecinde baskın olan zooplankton türlerinin yoğunlukları (birey/l) ve fitoplankton grupları ile

T1, K ve T2 dönemlerine göre yayılışları

Ortalama yoğunlukları bu dönemde yüksek bulunan ve çok yüksek yoğunluklara ulaşan (Dönem maksimumu: 35,5 birey/l) avcı bir tür olan *Asplanchna* sp.'nin bu dönemde zooplankton türlerinin çoğuyla (*Keratella cochlearis*, *Gastropus stylifer*, *Synchaeta* sp., *Polyarthra* sp., *Hexarthra* sp. ve *Bosmina longirostris*) ve buna bağlı olarak toplam zooplankton miktarı ile pozitif önemli korelasyonları olduğu görüldü.

Karışım döneminin başlangıcında Mart ayını kapsayan ilk iki örneklemede populasyonun yaklaşık % 86'sını *Synchaeta* sp. teşkil ederken, Nisan başından itibaren *Polyarthra* ve *Keratella* türlerinin belirgin hale geldiği, Nisan sonu ve Mayıs başını kapsayan son iki örneklemede ise *Keratella cochlearis* türünün populasyonun yaklaşık % 84'ünü oluşturacak şekilde ve litrede ortalama 1035 bireylik yoğunluklara ulaşarak baskın hale geldiği, bu türü sırasıyla *Keratella quadrata*, *Synchaeta* sp. ve *Polyarthra* sp.'nin takip ettiği görüldü (Şekil 3.44). Diğer türler ise bu dönemde populasyonun % 2,7'sini teşkil etti.

Karışım döneminde baskın olan *Keratella* türleri, *Synchaeta* sp. ve *Polyarthra* sp., T1 döneminden farklı olarak TF, klorofil-a ve bulanıklık ile pozitif ve önemli korelasyonlar gösterdi. *Keratella* türleri, *Polyarthra* sp. ve *Asplanchna* sp. ile silikat ve alkalinite arasında ise negatif önemli korelasyonlar saptandı. Kladoser türleri bu dönemde çok düşük yoğunluklarda idi.

İstasyonlardaki ortalama yoğunluğu T1 dönemine kıyasla bu dönemde daha düşük olmasına rağmen maksimum 27,0 birey/l'ye kadar çıkan *Asplanchna* sp. ise yine bu dönemde de önemli yoğunluklarda idi. Özellikle

dönem sonunda patlama yapan *Keratella* türleri ile pozitif ve önemli korelasyonlar bulundu. *Polyarthra* sp. ile de pozitif yüksek korelasyon olmasına rağmen ($p = 0,054$) bu ilişki istatistiki olarak önemli değildi.

Haziran başından itibaren başlayan 2004 yılı yaz dönemi tabakalaşmasıyla (T2) birlikte, *Keratella* türlerinin hızla azaldığı, *Pompholyx sulcata*, *Synchaeta* sp. ve *Polyarthra* sp. ile kladoserlerden *Bosmina longirostris* türünün önemli hale geldiği görüldü. Karışım döneminde % 0,2 ortalama değerlerde bulunan *Bosmina longirostris* türü bu tabakalaşma döneminde de yine önemli hale gelerek ortalama 63,7 birey/l ile populasyonun % 12,0'ını temsil etti. Bu dönemde özellikle Temmuz ayından itibaren zooplankton miktarının %70 oranında azaldığı, sırasıyla *Polyarthra* sp., *Synchaeta* sp. ve *Bosmina longirostris* türlerinin populasyonun yaklaşık % 82'sini teşkil edecek şekilde baskın hale geldiği görüldü. Karışım döneminin sonu itibariyle artış gösteren ve bu dönemde daha yüksek ortalama yoğunluklarda bulunan *Asplanchna* sp. (Dönem maksimumu: 19,5 birey/l) ile bu dönemde baskın olan türler (*Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Pompholyx sulcata*, *Synchaeta* sp., *Polyarthra* sp., *Bosmina longirostris* ve *Gastropus stylifer*) arasında yine pozitif ve istatistiki olarak önemli korelasyonlar bulundu.

3.2.2.2. Zooplankton komünitesini kontrol eden faktörler

Örnekleme süresince zooplankton verileriyle eşzamanlı olarak elde edilen fiziksel ve kimyasal veriler ile fitoplankton biyohacim değerleri zooplankton komünite yapısını etkilemedeki rolleri bakımından incelendi.

Bunun için öncelikle komünite varyasyonunu belirlemek üzere Trendsiz Uyum Analizi –DCA– (Detrended Correspondence Analysis) yapılarak değişim aralığı (lengths of gradient) değeri belirlendi. Bu değer 3,1 olarak tespit edildi. Bu nedenle verilerin değerlendirilmesinde Kanonik Uyum Analizi –CCA– (Canonical Correspondence Analysis) kullanıldı ve zooplankton komünite yapısını açıklamada oldukça etkili olduğu görüldü. Eksen 1’de tespit edilen 0,698’lik yüksek özdeğer, bu eksenin varyasyonları açıklamada eksen 2’ye göre (Özdeğer: 0,288) çok daha önemli olduğunu gösterdi. Nitekim 1. eksenin zooplankton ile çevre verisi (fiziksel – kimyasal değişkenlere ve fitoplanktona ait veriler) arasındaki ilişkiyi tek başına % 55,1 oranında açıkladığı 2. eksenle birlikte ise ilişkinin % 77,9’unu açıkladığı görüldü (Çizelge 3.32). Eksen 1 ve 2 için tespit edilen yüksek korelasyonlar (Sırasıyla 0,960 ve 0,719), çevre verisi ile seçilen zooplankton türleri arasındaki ilişkinin istatistiki olarak da önemli düzeyde olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.32. 2003-2004 verileri kullanılarak zooplankton tür-çevre ilişkisi için yapılan Kanonik Uyum Analizi sonuçları

Eksenler		1	2	3	4
Özdeğerler	:	0,698	0,288	0,127	0,068
Tür-Çevre Korelasyonları	:	0,960	0,719	0,599	0,608
Birikmeli varyans yüzdeleri					
Tür verisi	:	27,0	38,2	43,1	45,7
Tür-çevre ilişkisi	:	55,1	77,9	87,9	93,3

Kanonik Uyum Analizi farklı dönemlerde önemli yoğunluklara ulaşan ve Çizelge 3.31’de belirtilen 11 zooplankton türü (10 rotifer ve 1 kladoser) için uygulandı. DCA analizinde “inflation factor” değeri 10’un üzerinde olan değerler arasında seçme yapılarak iletkenlik ve toplam çözünmüş katı madde veya klorofil-a ve karotenoid gibi birbirine paralel sonuçlar veren değişkenler sadeleştirildi. İndirgenmiş modelin kullanıldığı Monte Carlo Permutasyonu sonucunda değerlendirmeye alınan değişkenlerin tek başına ve birlikte olan etkilerinin zooplankton populasyonunu belirlemedeki önemlilikleri, Çizelge 3.33’de verilmektedir. Buna göre, populasyonu belirlemede en etkili olan değişkenin, etki değeri %51 olan nitrit+nitrat konsantrasyonu olduğu anlaşıldı. Bunu Chrysophyta (%44), ÇİN/ÇRF (%25), sülfat (%22) ve sıcaklık (%20) takip etti. Diğer değişkenlerin etkileri de çoğunlukla istatistiki olarak önemli ve %20’nin altında idi.

Gölde tabakalaşma ve karışım dönemlerini kapsayan T1, K ve T2 dönemlerinde numuneler için CanoDraw programı ile zooplankton türleri baz alınarak çizilen dağılım grafiğinde (Şekil 3.45), bazı numunelerde ayrışmalar olmakla birlikte (Özellikle 10, 15 ve 16 numaralı örnekleme tarihleri gibi), tabakalaşma ve karışım dönemlerinin belirgin bir şekilde birbirinden ayrıldığı görülmektedir. Zooplankton ve çevre verilerinin gösterimini içeren ikili grafikte (Şekil 3.46), ordinasyon grafiği ile ortaya çıkan dönem dağılımları ile zooplankton tür dağılımının uyum içinde olduğu görünmektedir. Nitekim grafikte karışım dönemi, özellikle bu dönemin son bölümünde çok yüksek yoğunluklara ulaşan *Keratella* türleri ile açıklanmıştır. Yine aynı süreçte nispeten yüksek biyohacimlere ulaşan Bacillariophyta ve Chrysophyta taksonları da karışım bölgesinde yer almış ve eksen 1 ile negatif ve yüksek

korelasyonlar göstermiştir (Çizelge 3.34). Bu dönemde çevre değişkenlerinden nitrit+nitrat, sülfat, oksijen ve ÇiN/ÇRF'nin eksen 1 ile negatif, sıcaklığın ise pozitif ve yüksek korelasyonlar gösterdiği görüldü.

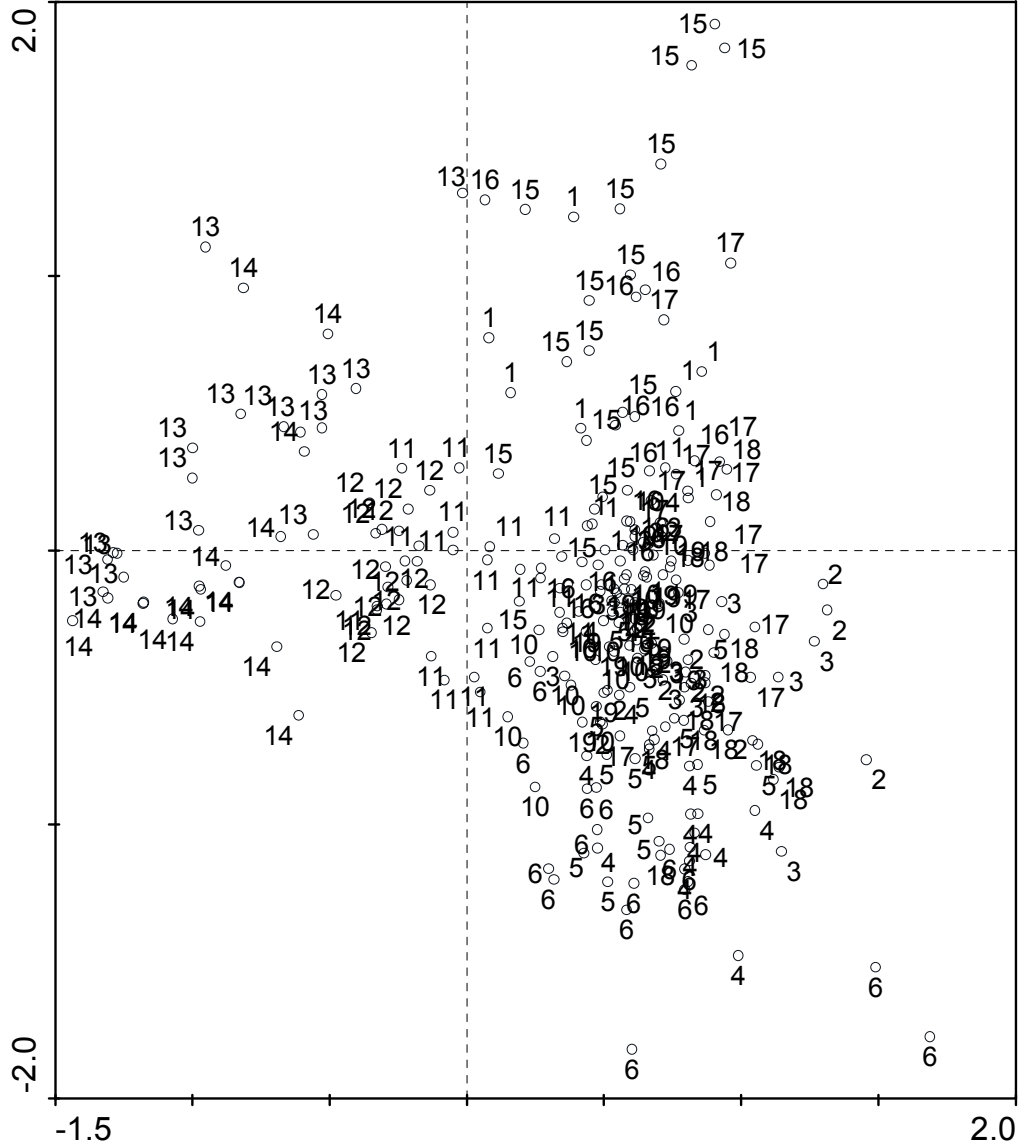
Çizelge 3.33. Kanonik Uyum Analizi'nde 2003-2004 verisi için zooplankton türleri ile çevresel faktörler ve fitoplankton arasında tespit edilen ilişkiyi gösteren basamaklı seçim modeli sonuçları

Tek Başına Etki			Birlikte Olan Etki				
Değişken	Değişken No.	Lamda1 (λ_1)	Değişken	Değişken No.	LamdaA (λ_A)	P	F
NiT	4	0,51	NiT	4	0,51	0,002	78,15
Chry	24	0,44	AMO	3	0,14	0,002	24,04
ÇiN/ÇRF	20	0,25	Chry	24	0,07	0,008	12,66
SUL	7	0,22	ÇiN/ÇRF	20	0,10	0,002	18,24
SIC	12	0,20	KLO-A	8	0,07	0,002	12,64
Baci	23	0,19	Chlo	25	0,06	0,004	11,58
OKS	11	0,18	ALK	10	0,05	0,002	10,33
Pyrr	27	0,16	OKS	11	0,05	0,002	9,21
Cryp	26	0,14	ÇRF	2	0,05	0,002	11,76
TÇKM	16	0,12	SUL	7	0,04	0,002	8,46
AMO	3	0,11	SIC	12	0,02	0,002	4,58
ÇRF	2	0,10	TÇKM	16	0,03	0,002	4,68
KLO-A	8	0,07	Cryp	26	0,02	0,014	4,45
SiL	6	0,06	Pyrr	27	0,01	0,028	3,62
pH	14	0,06	Baci	23	0,01	0,054	2,29
ALK	10	0,06	SiL	6	0,01	0,054	2,18
Chlo	25	0,05	BUL	17	0,01	0,096	2,15
TF	1	0,03	TF	1	0,01	0,126	1,51
BUL	17	0,02	Cyan	28	0,00	0,334	1,13
Cyan	28	0,01	pH	14	0,01	0,398	0,98

Grafikte tabakalaşma dönemleri, *Synchaeta* sp., *Polyarthra* sp., *Bosmina longirostris* ve avcı tür olan *Asplanchna* sp. ve yine bu dönemlerde karışım dönemine kıyasla önemli hale gelen *Collothaeca* sp., *Hexarthra* sp. ve *Lecane* sp. ile karakterize edilmiştir. Fitoplanktonlarda Pyrrophyta ve Cryptophyta taksonları yine bu bölge ile ilişkilendirilmiştir. Bu dönemde etkili olan kimyasal değişkenler ise TÇKM, ÇRF, pH ve daha az etkili olacak şekilde TF ve silikat oldu. Ordinasyon grafiğinde ayrışma gösteren 15. ve 16. numunelerin bulunduğu bölge, bu tarihlerde yüksek yoğunluklara ulaşan *Pompholyx sulcata* ve *Gastropus stylifer* türleri ile ilişkili görünmektedir. Bu bölgede amonyum konsantrasyonunun eksen 2’de pozitif yüksek korelasyon gösterdiği, Chlorophyta grubunda yine bu bölge ile ilişkilendirildiği görülmektedir (Çizelge 3.34). Cyanobacteria grubu ise, zooplanktonlarla herhangi bir şekilde ilişkili bulunmadı.

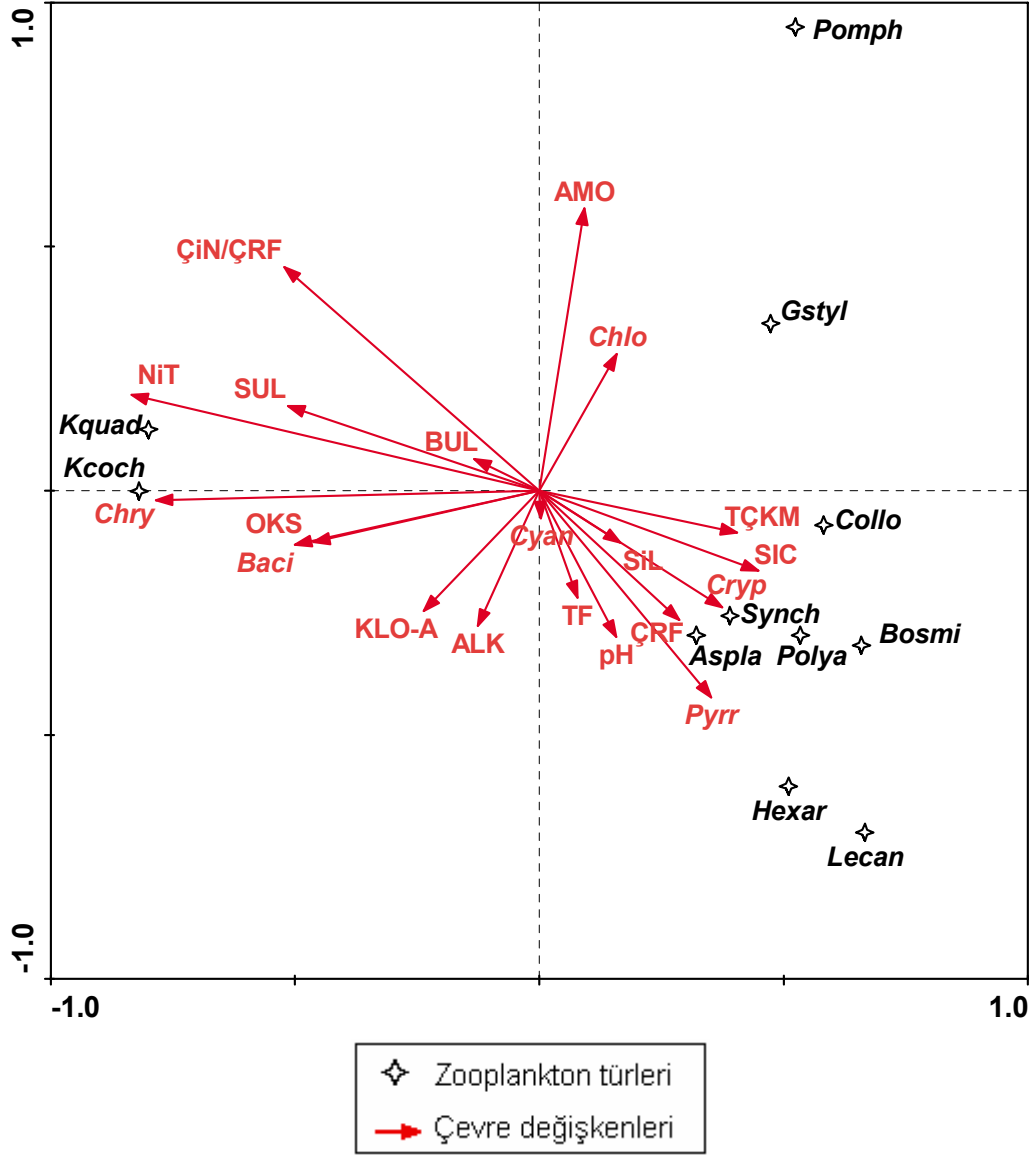
Çizelge 3.34. 2003-2004 verileri ile zooplankton grupları için yapılan Kanonik Uyum Analizi’nde eksen 1 ve 2 ile her bir çevresel faktör arasındaki korelasyonlar

	Eksen 1	Eksen 2		Eksen 1	Eksen 2
TF	0,0748	-0,1577	pH	0,1508	-0,2154
ÇRF	0,2752	-0,1907	TÇKM	0,3890	-0,0616
AMO	0,0888	0,4160	BUL	-0,1279	0,0469
NiT	-0,8019	0,1407	ÇiN/ÇRF	-0,5011	0,3294
SiL	0,1596	-0,0768	Baci	-0,4802	-0,0794
SUL	-0,4938	0,1245	Chry	-0,7536	-0,0138
KLO-A	-0,2269	-0,1775	Chlo	0,1521	0,2011
ALK	-0,1208	-0,1991	Cryp	0,3595	-0,1717
OKS	-0,4443	-0,0760	Pyrr	0,3382	-0,3041
SIC	0,4305	-0,1179	Cyan	0,0032	-0,0404



1-6	: T1	○	Örnekleme tarihi
10-14	: K		numarası
15-19	: T2		

Şekil 3.45. 2003-2004 yıllarında yapılan 19 örnekleme tarihinde farklı derinlikleri kapsayan 17 istasyonun Kanonik Uyum Analizi sonucunda elde edilen ordinasyon grafiği



Şekil 3.46. 2003-2004 yıllarında yapılan 19 örnekleme için Kanonik Uyum Analizi sonucunda elde edilen ve zooplanktonlar ile fitoplankton grupları ve çevresel faktörlerin ilişkisini gösteren ikili grafik

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. Fitoplankton Komünite Yapısı

Dünya üzerinde fitoplankton komünite yapısına ilişkin çalışmalarda farklı yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygın olan filogenetik yaklaşımda, farklı fitoplankton taksonomik grupları kullanılmaktadır. Bu grupların sucul ekosistemlerdeki zamana ve belirli çevresel şartları içeren bölgelere göre değişimlerini incelemek üzerinde temellendirilmiştir. İkinci yaklaşım ise, fitoplankton hücre büyüklüklerine (ve şekline) bağlı olarak geliştirilen yaklaşımdır. Bu yaklaşım fitoplankton komünite yapısında zooplankton otlamasını ön plana çıkarmakla kalmayıp tür içi ve türler arasında gelişen rekabetin de nispi önemini vurgulamaktadır. Son yıllarda geliştirilen ve oldukça yaygın bir şekilde kullanılır hale gelen diğer bir yaklaşım ise, işlevsel yaklaşımdır. Buna göre, fitoplankton komünitesi, çok yönlü çevresel özelliklerdeki sucul ortamlarla ilişkilendirilecek olan ve fizyolojik, morfolojik ve ekolojik ortak atıfları alabilecek “polifiletik” gruplar içermektedir. Fitoplanktonun komünite yapısının incelenmesinde geliştirilen yeni yaklaşımlar öncekiler ile tartışılarak ortaya konulmaktadır. Bu yüzden, bu çalışmada, literatürdeki gelişmelere katkıda bulunacağı düşüncesiyle ve ülkemizde yapılan çalışmalarda ortak ve daha kullanılır metot ve yaklaşımların benimsenmesine yardımcı olacağı için Kapulukaya fitoplankton komünitesi değişik metotlarla detaylı bir şekilde incelenmiştir^(118,122,123).

4.1.1. Filogenetik değerlendirme

Kapulukaya Barajı fitoplankton komünite yapısı incelendiğinde, Cyanobacteria grubunun biyohacim olarak diğer gruplara göre en yüksek sıklık ve miktarlarda bulunması en çarpıcı özellik olarak kaydedilmiştir. Cyanobacteria grubunun bu baskınlığı özellikle sıcaklığın arttığı yaz aylarında toplam fitoplankton biyohacminin daima %50'sinden fazla olacak şekilde çok belirgindir. Cyanobacteria içerisinde, filament oluşturan türlerin özellikle heterosist yapılarını kullanarak atmosferik azotu kullanabilme özelliklerinin bulunması, çoğu zaman bünyelerinde bulundurdukları akinet yapıları ile de kist oluşturarak olumsuz koşulları dinlenerek geçirebilme özelliklerine sahip olmaları ekolojik olarak değerlendirilmesi gereken önemli fizyolojik özelliklerdir⁽¹²⁴⁾. Kapulukaya Barajı'nda teşhis edilen filamentli türler *Anabaena* sp., ve *Cylindrospermopsis* sp. olup bu türlerin değişik siyanobakter toksinleri içirme potansiyellerine sahip olmaları nedeniyle⁽¹²⁴⁻¹²⁷⁾, baraj suyunun içme amaçlı kullanılabilme özelliğini olumsuz yönde etkileme ihtimali bulunmaktadır. Bu türlerin Kapulukaya Baraj Gölü'ndeki sıklıklarının oldukça düşük olması ve hiç bir zaman patlama yapacak yoğunluklara ulaşmamış olmalarına rağmen, potansiyel toksik etkilerini ve derecesini belirleme yönünde toksisite çalışmalarının yapılması ihtiyacı bulunmaktadır. Cyanobacteria grubuna ait çalışma süresi içerisinde teşhis edilen türler arasında *Aphanothece* sp.'nin baskınlığı, grubun diğer fitoplankton grupları arasındaki baskınlığını da belirleyici durumdadır. Üstelik bu tür, yaz mevsimi dışında kalan aylarda, çok düşük miktarlarda olmasına karşın varlığını sürdürebilen kozmopolit bir tür olarak ortaya çıkmaktadır. Bu

nedenle, Kapulukaya Baraj Gölü fitoplankton yapısına ait doğru yorumların yapılabilmesi için bu türe ait detaylı özelliklerin bilinmesi gerekliliği vardır.

Aphanothece cinsi, Cyanobacteria'nın Chroococcales takımı altında bulunmaktadır. Bu takıma ait cins ve türler çoğunlukla koloni teşkil eden ve bazen nadir de olsa tek hücreli bireylerden oluşmaktadır. Bu gruptaki bazı türlerin (*Microcystis aeruginosa* gibi) yüksek toksik potansiyelleri iyi bilinmekle birlikte^(128,129), Kapulukaya Baraj Gölü'nde fitoplankton komünite yapısında sıklık ve yoğunluk olarak önemli bir yere sahip olan *Aphanothece* sp.'nin bu özelliğe sahip olup olmadığı konusunda literatürde herhangi bir kayda rastlanmamıştır.

Türe özgü fizyolojik ve biyokimyasal özellikleriyle gölün jeokimyasal şartlarının uygunluk göstermesi neticesinde ortaya çıkan durumun, *Aphanothece* sp.'nin diğer türlere karşı nispi üstünlük sağlayan ekolojik bir adaptasyonu haline geldiği söylenebilir. *Aphanothece* sp.'nin, oksijenik fototrof olan ve fotosentezde elektron taşıyıcı olarak hidrojeni kullanan ve böylece fotosistem I ve II fazlarının her ikisini de kullanarak karbon üretebilen, diğer birçok siyanobakter türünden farklı olarak sülfite dayalı anoksik fotosentez yapabilen türlerden (Örn. *Oscillatoria limnetica*) birisi olduğu ortaya konulmuştur⁽¹³⁰⁾. Bu özellikleriyle, mor ve sülfür bakterilerine benzemektedirler^(131,132). Aslında, sülfid, fotosentetik ökaryot organizmalara⁽¹³³⁾ ve adapte olamayan siyanobakter türlerine^(131,132) oldukça toksiktir. HEM proteinleriyle ve sitokromla reaksiyona girerek ve metal proteinlerini bağlayarak fotosentezdeki elektron taşıyıcı zinciri inhibe etmektedir⁽¹³⁴⁾. Sülfite ilişkilendirilen siyanobakter türlerinin ise, sıcak su

kaynakları^(135,136), çok tuzlu lagünler^(137,138) ve alkalın tatlı sularda⁽¹³⁹⁾ sülfite toksisitesine adaptasyonları neticesinde yaşayabildikleri ve yoğun olarak bulunabildikleri bilinmektedir. Cohen ve ark. (1986)⁽¹³⁰⁾ siyanobakterler arasında sülfite karşı 4 farklı adaptasyon mekanizmasının olabileceğini ortaya koymuştur. Buna göre ilk grupta (i) sülfite duyarlı oksijenli fotosentez yapan birey veya türler bulunmaktadır. Yani, sülfite maruz kalma sonucunda, oksijenli fotosentez olmadığında, fotosistem II döngüsü tamamen ortadan kalkmakta ve karbon ve oksijen üretimi yapılamamaktadır. İkinci gruptaki (ii) sülfite dirençli türlerde: siyanobakter hücrelerinin düşük miktarlarda sülfite maruz kalmalarına rağmen oksijenli fotosentez yapabilmesi mümkündür (Örn. *Synechococcus lividus* ve *Synechococcus elegans* türleri). Üçüncü grup, (iii) sülfite toksisitesine karşı artan duyarlılığı olan ve kısmen anoksik fotosentez yapabilen türleri kapsamaktadır (Örn. *Microcoleus* sp. ve *Phormidium* sp.). (iv) Bu gruptaki adaptasyon, uzun süre sülfite maruz kalarak fotosistem II mekanizmasını tamamen kaybeden ve aynı zamanda sülfite bağımlı anoksik fotosentez mekanizmasını geliştiren türlerde görülmektedir. Araştırmacılar, bu tür adaptasyona sahip türler olarak *Oscillatoria limnetica* ve *Aphanothece halophytica*'yı örnek göstermişlerdir.

Kapulukaya Baraj Gölü'nde tespit edilen *Aphanothece*'nin tür düzeyinde teşhisi yapılamamıştır. Ancak, tesis edildiği bölgenin jeokimyasal özelliklerinin destekleyebileceği üzere, bu barajda tespit edilen cinsin, yukarıda belirtildiği üzere, iv. tipte (yani, sülfite kullanarak fotosentez yapan) bir adaptasyon mekanizmasına sahip olma ihtimali oldukça yüksektir. Kapulukaya Baraj Gölü'nde, bu araştırma kapsamında tespit edilen yüksek sülfat konsantrasyonlarının kaynağının, Kızılırmak nehrinin de üzerinde

aktığı, jips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), dolomit (CaSO_4) ve kaya tuzu/halit (NaCl) karakterli tortul kayalar olduğu düşünölmektedir⁽¹⁴⁰⁾. Bu haliyle, kayac kaynaklı ve doğal olarak azalma göstermeyen yüksek sülfat konsantrasyonlarına sürekli maruz kalan *Aphanothece* sp.'nin ekolojik üstünlüğünü, geliştirdiği ve artık türe özgü olan bu adaptasyon mekanizmasına bağlamak olasıdır. Kapulukaya Barajı'nda tespit edilen tuzluluk değeri, nehirler için belirlenen tuzluluk seviyesinin üstünde olup daha çok bataklık alanların sahip olduğu (% 0,5-3,0) değeri aralığına işaret etmektedir. Buna rağmen, cihaz kullanılarak ölçülen bu tuzluluk değeri, sudaki tuzluluğu belirleyen iyonlardan sadece KCl iyonunun miktarına göre düzeltme yapılarak ölçölmekte, diğeri iyonlar hakkında (Na, K, Mg, HCO_3 , SO_4 ve kısmen de NO_3 ve P) bilgi vermemektedir. Tuzluluğa katkıda bulunan söz konusu diğeri iyonlardan sadece SO_4 , NO_3 ve P konsantrasyonları bu çalışmada belirlenebilmiş ve bunlardan özellikle SO_4 ve kısmen de NO_3 'e ait değeri çok yüksek olduğu saptanmıştır. Toplam çözünmüş madde konsantrasyonlarının yüksek oluşu ise, sülfatla birlikte analizi yapılamayan iyonların da yüksek olduğuna işaret eden bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Nitekim, Kaçaroğlu ve ark. (2001)⁽¹⁴⁰⁾, Kızılırmak (Sivas) suyunda yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlar bulmuş ve Kızılırmak suyunun özellikle Ca ve SO_4 iyonları ve ayrıca sertlik ve toplam çözünmüş organik madde miktarları açısından kabul edilebilir seviyenin çok üstünde değeri sahibi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Jips karakterli kayaların bulunduğu tatlısular ve hiper tuzlu tatlısu sistemlerini, halofilik karakterli *Aphanothece* sp.^(141,142) için tercih edilen habitatlar olarak tanımlayan çok sayıda araştırma bulunmaktadır^(143,144).

Örneğin, Oren ve ark. (1995) ⁽¹⁴³⁾ yaptıkları çalışmada, İsrail'in hiper tuzlu Saltern Gölü'nün jipsli kayaç tabakalarında, en dıştan itibaren sırasıyla *Aphanothece* sp., *Synchococcus* sp. ve *Phormidium* sp. olmak üzere fotosentezde sülfid kullanan siyanobakter türlerinin tabakalaşarak biriktiğini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, bu çalışmada ayrıca her bir tabakanın pigment analizlerini de yaparak en dışta kalan *Aphanothece* sp. tabakasının karotenoid bakımından zengin olduğunu ortaya koymuşlardır. Pigment analizi ile ilgili bu sonuç, Kapulukaya Baraj Gölü'nde elde edilen ve çalışma süresi boyunca klorofil-a miktarlarına yakın veya çoğu zaman daha fazla konsantrasyonlarda bulunan karotenoid miktarlarının da büyük ölçüde *Aphanothece* sp. kaynaklı olabileceği ihtimaline işaret etmektedir. Ancak, bu çalışma içerisinde tespit edilen karotenoid miktarlarına başka fitoplankton gruplarının da katkıda bulunmuş olabileceği ⁽¹⁴⁵⁾ düşünülürse, pigment miktarlarıyla fitoplankton tür veya grupları arasındaki ilişkinin kurulabilmesi için daha detaylı ve nicel bir fizyolojik çalışmaya ihtiyaç olduğu söylenmelidir.

Sucul ekosistemlerde, azotun sınırlayıcı olduğu durumlarda, azot fikse edebilen (*Microcystis*, *Anabaena*, *Nostoc* vb. gibi) siyanobakter türlerinin bu yeteneklerini kullanarak azot fikse edemeyen türlere göre avantajlı hale geçtiği ve patlamalar yaptığı bilinmektedir ^(146,147). Kapulukaya Baraj Gölü'nde Azot/Fosfor oranları incelendiğinde aynı beklentinin bu göl için de geçerli olması gerektiği söylenebilir. Ancak, Kapulukaya Baraj Gölü'nde *Microcystis*, *Anabaena*, *Cylindrospermopsis* gibi azot fikse edebilen türler bulunmasına rağmen bunların sıklıkları ve yoğunlukları oldukça düşüktür. Göldeki yüksek tuz konsantrasyonlarının söz konusu türler için büyümeyi engelleyici bir stres faktörü olarak görev yapıyor olması yüksek bir olasılık iken ⁽¹⁴⁸⁾, aynı tuz

konsantrasyonlarının *Aphanothece* cinsinin *A. halophytica* türü için büyüme tetikleyici rolü olduğuna dair bulgular bulunmaktadır⁽¹⁴⁹⁾. Marino ve ark. (1990)⁽¹⁵⁰⁾, tuzluluk değerleri tatlı su ile deniz suyu değerleri arasında değişen bir dizi tuz gölünde yaptıkları çalışmada, sülfat veya molibdenyum miktarlarının tek başlarına etkili olamamakla birlikte, sülfat/molibdenyum oranlarının, azotu fikse edebilen planktonik siyanobakterlerin yoğunluklarını belirlemede önemli olduğunu göstermişlerdir. Molibdenyumun kullanılabilirliğini ve bu yolla azotu fikse eden siyanobakterlerin yoğunluğunu olumsuz etkileyen yüksek sülfat konsantrasyonları, çalışılan göllerde bu siyanobakterlere nadir rastlanmasının ya da hiç rastlanmamasının sebebi olarak açıklanmıştır. Tatlı sulara göre yüksek olan tuzluluk değerleri ve kayaç yapısından kaynaklandığı düşünülen yüksek sülfat konsantrasyonları, Kapulukaya Baraj Gölü'nde de bu yeteneği bilinmeyen *Aphanothece* sp. haricindeki azotu fikse edebilen siyanobakter türlerine az miktarda rastlanmasını açıklayan sebeplerden biri olabilir.

Göldeki ÇİN/ÇRF oranlarının *Aphanothece* sp.'nin baskınlığındaki rolü tam olarak bilinmemesine rağmen, diğer alg türleri ve siyanobakterler için olduğu gibi bu türün fotosentez reaksiyonları için her iki besin tuzuna ihtiyaç vardır⁽¹⁵¹⁾. Gölde fosfor konsantrasyonlarının optimum orana (16) göre fazla olduğu böylelikle azot açığı bulunduğu bulgusuna dayanarak *Aphanothece* cinsi bireylerinin bu açığı kapatmak üzere azotça zengin bölgelerde bulunması beklenir. Nitekim, Kapulukaya Baraj Gölü'nde *Aphanothece* yoğunluklu siyanobakter grubunun yatay ve dikey dağılımları bu beklentinin doğruluğunu ortaya koyar niteliktedir. Göl girişindeki nehre yakın sığ istasyonlarda (S1 ve S2, nispeten S3) sediman kaynaklı nitrifikasyon ve

denitrifikasyon olayları (derin bölgelere göre) daha az hacimli olan bütün bir su sütununu etkileyebilmekte ve birim alandaki daha yüksek azot konsantrasyonları da yüksek siyanobakter gelişimine sebep olmaktadır. Derin bölgelerde, aynı miktarlardaki azot girdisine maruz kalan daha fazla hacimli su sütunu sığ bölgelere göre daha seyrek kalmakta ve birim alanda daha düşük siyanobakter popülasyonunu desteklemektedir. Bu durum, aslında sığ ve derin göller arasındaki davranış farklılığını ortaya koymaktadır⁽¹⁵¹⁾. Dikey olarak ise, gölde ister sığ ister derin istasyonlar olsun, siyanobakterlerin daima azotça zengin derin katmanlarında daha yoğun olarak bulunduğu gözlenmiştir. Çalışmamızdaki en son örnekleme derinliğinin 15m olduğu düşünülecek olursa, siyanobakterlerin bundan daha derin kısımlarda gelişebildiklerine ilişkin yorum yapılamamaktadır. Ancak, siyanobakterlerin azot konsantrasyonlarını takip ederek en derinlere kadar gidebileceği ihtimalinin düşük olduğunu söylemek gerekir. Çünkü, azot asimilasyonu ışığa ve sıcaklığa bağlı olarak gelişir ve pikosiyano bakterler, bu iki faktörün derecesi ile azot konsantrasyonu arasında değişen ilişkiye bağlı olarak optimum bir asimilasyonu gerçekleştirebilecekleri bir derinliği tercih ederler^(152,153). Nitekim, sıcaklığın henüz yüksek olmadığı ilkbahar aylarında ve sıcaklıkla beraber ışığın daha sınırlı olarak bulunduğu sonbahar aylarında siyanobakter popülasyonunun yaz aylarıyla karşılaştırılmayacak derecede azalması bunu destekler mahiyettedir.

Bu çalışmada, siyanobakterler kadar yüksek sıklık ve miktarlarda rastlanan fitoplankton grubu dinoflagellatlardır. Bu grubun, özellikle denizde bulunan türlerinin son derece toksik olduğu bilinmesine rağmen tatlısu formlarının toksisitesi henüz tartışılır durumdadır⁽¹⁵⁴⁾. Ancak, az sayıda da

olsa tatlı su türlerine ait rapor edilmiş toksisite bulguları mevcuttur^(155,156). Son yıllarda yapılan çalışmalarda, *Peridinium* cinsine ait türlerin en yüksek toksin üretme potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir. *Peridinium polonicum* (= *Peridiniopsis polinicum*)'un Japonya'da bir barajda balık ölümlerine sebep olduğu belirtilmiştir⁽¹⁵⁵⁾, *Peridinium bipes*'in siyanobakter *Microcystis aeruginosa* üzerinde algisit etki yaptığı ortaya konmuştur⁽¹⁵⁷⁾. Kapulukaya Barajı'nda da rastlanan *Peridinium aciculiferum*'un toksin üreten bir tür olduğu Rengefors ve Regland (2001)⁽¹⁵⁴⁾ tarafından yapılan araştırmada ortaya konmuştur. Araştırmacılar, bu türün ürettiği toksin ya da toksinlerin diğer fitoplankton türlerine karşı rekabet etmede kullanıldığını söylemişlerdir. Ayrıca, besin zincirinde kendisi üzerinde otlama aktivitesi bulunan zooplankton türlerinden *Daphnia galeata*'ya öldürücü etkisinin olmadığını, fakat subletal etki yaptığını ileri sürmüşler, *Peridinium aciculiferum* türüyle beslenen *Daphnia galeata*'nın popülasyonundaki azalmanın doğrudan toksik etkiyle mi, yoksa sindirimin gerçekleşmemesinden dolayı besin yetersizliğinden mi ortaya çıktığının cevabının henüz verilemediğini belirtmişlerdir.

Kapulukaya Baraj Gölü'ndeki yatay ve dikey dağılımları değerlendirildiğinde, dinoflagellatların siyanobakterler ile ters bir ilişki içerisinde olduğu ve niş farklılıkları nedeniyle⁽¹⁵⁸⁾ neredeyse farklı habitatlar oluşturdukları söylenebilir. Dinoflagellat biyohacimleri, siyanobakterlerin aksine daha derin istasyonlara doğru artan bir dağılım göstermişlerdir. Dinoflagellatların, türe göre değişmekle birlikte⁽¹⁵⁹⁾, küçük ölçekli karışık akıntılardan bile etkilenir organizmalar olmaları^(159,160) nedeniyle, Kapulukaya Barajı'ndaki akıntının ve karışık su hareketlerinin daha etkin bir şekilde

hissedildiği gölün sıg bölgelerinde (S1, S2, S3), daha durgun göl niteliğinde olan derin bölgelerine (S4, S5) göre daha az bulunmalarına yol açmış olabilir. Ayrıca, yaz tabakalaşmasının gerçekleştiği aylardaki yüksek biyohacimlerine karşın (Şekil 3.38), karışımın olduğu bahar aylarında son derece düşük biyohacimlere sahip olan dinoflagellatların göldeki fiziksel parametrelerdeki bu değişimlerden etkilenir halde olduğunun diğer bir kanıtı gibidir. Nitekim, dinoflagellatların göllerdeki gelişiminin tabakalaşmanın olduğu dönemlerle ilişkilendirildiği çok sayıda araştırma mevcuttur⁽¹⁶¹⁻¹⁶³⁾. Bu araştırmalarda, ortak olarak, dinoflagellat türlerinin ışık ve besin tuzları üzerinde rekabet etmek üzere dikey olarak göç edebilme yetenekleri gösterilmiştir. Kapulukaya Barajı'nda ise, dinoflagellat türlerinin bu tür bir dikey göç yaptığına ilişkin bulgu yoktur, aksine azotun daha az miktarlarda bulunduğu yüzeye yakın tabakalarda daha yoğun buldukları saptanmıştır. Tabakalaşmanın olduğu yaz aylarında, S4 ve S5 istasyonlarının yüzeye yakın bölgelerinde dinoflagellatlar, derin bölgelerinde siyanobakterler hakim grup olarak tespit edilmiştir. Bu durum, dinoflagellatların miksotrofik özelliklerine bağlı olarak, uygun (Organik) besin partiküllerini (Nanoplankton veya bakteriler) yüzeye yakın bölgelerde daha fazla bulmaları nedeniyle tercih edebileceklerini^(164,165) akla getirmektedir, üstelik daha derin katmanları tercih ederek farklı bir habitatta yer alan siyanobakter *Aphanothece* sp. ile rekabeti gerektirmeyen avantajlı bir habitat ayrılığı da oluşmuş gibi gözükmektedir.

Fitoplankton kompozisyonu, su sütununda karışımın gerçekleştiği bahar dönemlerinde, siyanobakter ve dinoflagellat baskın durumdan, Chlorophyta, Bacillariophyta ve Chrysophyta gruplarının artan gelişim gösterdiği bir duruma geçmiştir. Ancak, bu dönemde de, siyanobakter grubu

(*Aphanothece* sp. türü) varlığını sürdürmüş tamamen yok olmamıştır. Dinoflagellatlar ise, sadece S2-10m ile S3-10m ve S3-15m'lerinde belirgin sayılabilecek bir hacme sahip bulunmuştur.

Genel olarak, su sütununda görülen karışım olayının, fitoplankton kompozisyonu üzerinde diğer birçok sığ ve derin göllerde benzer değişimlere neden olduğu saptanmıştır^(166,167). Karışımla ilgili etkilerin en önemlisi, su sütunundaki bu fiziksel değişimlere adapte olabilen fitoplankton grupları veya türlerinin avantajlı hale geçerek diğerlerine üstünlük sağlaması ve popülasyonlarını artırmasıdır. Örneğin, diatomeler, hücrelerindeki silika ağırlıklı frustülleri nedeniyle su boyansilerini kontrol etme yeteneğine sahip değildirler ve tabakalaşmanın olduğu durgun sularda dikey olarak sürekli batma eğilimindedirler. Bu da popülasyonda önemli kayıplara sebep olmaktadır^(168,169). Kapulukaya Baraj Göl'ünde de, bahar aylarındaki sıcaklık artışlarıyla birlikte su sütununda başlayan karışım olaylarının, karışım ve düşük sıcaklıklara dirençli olan diatomelerin⁽¹⁷⁰⁾ önemli bir şekilde artmasına sebep olduğu gözlenmiştir. Besin tuzu, ışık ve sıcaklığın uygun olduğu ortam şartlarında çok daha hızlı büyüeyebilen türleri içermesi nedeniyle⁽¹⁷¹⁾ diatomeler, suyun fiziksel akıntılarıyla epilimniyonda kalarak özellikle bahar aylarında baskın hale gelebilmekte, ancak aynı avantajı tabakalaşmanın olduğu yaz aylarında özellikle dinoflagellat ve siyanobakter türlerinin aksine kontrol edememeleri nedeniyle söz konusu baskınlıklarını sürdürememektedirler⁽¹⁷²⁾. Kapulukaya Baraj Gölü'nde bahar aylarının başlangıcında gözlenen *Asterionella* sp. patlaması benzer olarak farklı göllerde örneğin, Windermere Gölü, İngiltere⁽¹⁷³⁾; Ömerli Barajı, Türkiye⁽¹⁷⁴⁾; Faxinal Barajı, Brezilya⁽¹⁷⁵⁾; Maggiore Gölü, İtalya⁽¹⁷⁶⁾, karşılaşılmıştır. Bu

çalışmalarda ve diğer bazı çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre, *Asterionella* sp.'nin, göldeki fiziksel karışıma dirençli olduğu ve besin tuzları üzerinde üstün rekabet etme yeteneği nedeniyle bu dönemdeki fosfor azalmalarına karşı artış gösterdiği ifade edilmiştir⁽¹⁷⁷⁻¹⁷⁹⁾. Bu yorumlar, Kapulukaya Baraj Gölü için de geçerli olabilecek nitelikte olarak değerlendirilmelidir.

Karışım döneminde elde edilen sonuçlardan bir diğeri de, bu dönemde ölçülen fitoplankton pigment miktarları ve toplam biyohacim miktarlarındaki düşüşlerdir. Bunun sebebi, fitoplanktonun, karışım nedeniyle öfotik derinliğin daha alt tabakalarına geçme imkanı bulması fakat yeterli ışık olmadığından popülasyonların net üretimlerinin azalmasıdır^(180,181).

Diatomelerin bahar mevsimi başlangıcındaki baskınlığını daha sonra Chrysophyta grubu ve bu gruba ait *Dinobryon* sp. takip etmiştir. Bu cins genellikle fosfor bakımından fakir sularda⁽¹⁸²⁾ bulunmakta ve miksotrof özelliği ile öne çıkmaktadır⁽¹⁸³⁾. Kapulukaya Baraj Gölü'nde, diatomeleri takiben oluşan yüksek yoğunlukları türün bu özelliklerine bağlanabilir.

4.1.2. Büyüklüklerine göre değerlendirme

Kapulukaya Barajı'nda fitoplankton komünitesi ayrıca hücre büyüklüklerine göre sınıflandırılarak incelenmiştir. Bu yaklaşımın gereği olarak, teknik anlamda, örneğin aynı taksona ait olan farklı türler hücre büyüklükleri nedeniyle farklı davranacakları öngörülerek birbirlerinden ayrı gruplar olarak değerlendirilmiştir. Literatürde de sıklıkla kullanılan bu yaklaşımın gerekçeleri, (a) fitoplankton hücre yapısı ve davranışına ait bazı

temel fizyolojik prensiplere ve (b) fitoplanktonun besin zincirinde kontrolünü biyolojik olarak (Otlama yoluyla) sağlayan zooplankton ile ilişkisinin açıklanması ihtiyacına dayandırılmaktadır.

Fitoplanktonun komünite yapısının şekillenmesinde hücre büyüklüğünün nasıl etki ettiği konusunda değişik hipotezler bulunmaktadır. Bunlardan ilki, hücrelerin gereksinimleri (Besin tuzları, ışık, sıcaklık vb.) için olan kaynakların hücre büyüklüğüne bağımlı kullanımları neticesinde fizyoloji ve büyüme oranlarının değişeceği yönündedir. Küçük boyutlu hücreler daha büyük “yüzey alanı/biyohacim” oranları nedeniyle, birim biyokütle başına daha fazla besin tuzu alma oranlarına ve daha düşük “yarı-doygunluk sabitesine” sahiptirler⁽¹⁸⁴⁻¹⁸⁶⁾. Küçük hücreler ayrıca, daha düşük metabolik gereksinimleri nedeniyle de büyük hücrelere göre kısıtlı kaynak şartlarında daha fazla hayatta kalma şansına ve potansiyeline sahiptirler^(187,188). Bu nedenle, küçük hücre yapısına sahip fitoplanktonun, besin tuzu sınırlamasının olduğu şartlarda büyük olanlara göre avantajlı hale geçtiği bunun da fitoplankton komünite yapısını etkilediği belirtilmiştir^(188,189). Kapulukaya Baraj Gölü’nde, farklı hücre büyüklüklerine sahip grupların, gölde yatay ve dikey olarak incelenmesi neticesinde yapılan çalışmalara uygunluk gösteren sonuçların ortaya çıktığı söylenebilir. Gölde, ışığın daha derinlere geçebildiği, sıcaklığın daha kolay etki edebildiği, besin tuzlarının su girdisi ve sediman iç yüklemeleriyle daha fazla biriktiği ve böylece daha yüksek birincil üretimin olduğu sığ göl karakterindeki giriş istasyonlarında, bu ötrofik özelliklerine paralel olarak daha fazla büyük hacimli fitoplankton bulunmuştur. Göldeki büyük hacimli fitoplanktonun miktarları, daha derin “göl” karakterindeki istasyonlara doğru azalan besin tuzu değişimine uygun bir

şekilde azalarak devam etmiştir. Fitoplankton ile büyük hacimli fitoplankton grubu arasındaki ilişki, farklı derinliklerdeki yoğunlukları karşılaştırıldığında da ortaya çıkmaktadır. Büyük hücreli fitoplankton grubu (>30µ), daha fazla besin tuzuna sahip sığ bölge istasyonlarında, derin bölgede istasyonların aynı derinliklerine göre istatistiki olarak daha fazla biyohacim değerleri göstermiştir.

Fitoplanktonun hacme bağlı komünite yapısının oluşmasında, besin tuzlarının dışında başka fiziksel, kimyasal ve biyotik etkileşimlerde etkili olabilmektedir^(190,191). Bu faktörlerin başında sıcaklık-solar radyasyon⁽¹⁹²⁾, rüzgar⁽¹⁹⁰⁾ ve büyük ölçüde bunlara bağlı olarak gelişen karışım ve tabakalaşma^(166,193) olayları gelmektedir. Tabakalaşma, büyük hücrelerin sedimentasyon neticesindeki kayıp oranlarının yüksek oluşuyla ilişkilendirilir ve bu nedenle yaz aylarında küçük hücreli komünite yapısı tetiklenmektedir. Karışım olayları ise, öfotik derinlik/karışım derinliği oranına göre değişen derece ve şekillerde^(194,195) büyük hücre yapılanmasını destekler mahiyettedir^(190,196). Kapulukaya Baraj Gölü'nde hücre büyüklüklerine göre ortaya çıkan komünite yapısı üzerinde elde edilen sonuçlar literatürde verilen bu sonuçlarla tamamen uygunluk göstermemektedir. Her iki tabakalaşma döneminde de büyük hücreli fitoplankton grubu karışım dönemine göre oldukça yüksek miktarlarda bulunmuştur. Karışım döneminde ise, tabakalaşma dönemine göre büyük hücre grubunun azaldığı ve küçük hücre grubunun arttığı gözlenmiştir. Ayrıca, karışım döneminde azalan besin tuzu oranlarıyla her iki fitoplankton hücre grubunda da genel olarak yaz aylarına göre önemli düşüşler görülmektedir.

Bu sonuçlar, Kapulukaya Barajı'ndaki fitoplanktonun komünite yapılanmasının, fiziksel faktörlerle hücre büyüklüğü arasındaki ilişkiden ziyade, bu fiziksel faktörlere adapte olmuş hücrelerin özellikle besin tuzu konsantrasyonları ve sıcaklık gibi diğer abiyotik faktörlerin baskın etkisini takip eden türe özgü özellikleriyle (Filogenetik) açıklanmasının daha doğru olabileceğini ortaya koymaktadır. Ancak, fitoplankton hücre büyüklüğüne bağlı komünite yapısının açıklığa kavuşturulabilmesi için, gölde bulunan ve fitoplankton üzerinde seçici etkisi olan zooplankton otlamasının rolü de hesaplanmalıdır^(197,198). Gölde, 2003-2004 yıllarında yapılan yatay ve dikey zooplankton örneklemelerinin sonuçları, fitoplankton üzerinde en etkin tür olan *Daphnia*'nın bulunmadığını ortaya koymuştur. Kıyı ve makrofit yataklarına göç ederek balık avlanmasından kaçma eğilimi gösterebilen ve gün içinde avlanma tehlikesi olmadığı zamanlarda otlama yaparak fitoplankton üzerinde etkisini devam ettirebilen bu türün^(90,199) göldeki varlığından emin olmak üzere, 2005-2006 yılları arasında kıyı ve makrofit yatakları arasında ayrıca yoğun örneklemeler gerçekleştirilmiş ancak sadece birkaç örneklemede derin suda düşük yoğunluklarda *Daphnia galeata* türüne rastlanması dışında göldeki etkinliği konusunda farklı bir sonuç alınmamıştır. Bu durum, fitoplankton komünitesinin yapılanması üzerinde zooplanktonun belirleyici bir role sahip olmadığı ihtimalini ortaya koymaktadır. Ancak, zooplanktonun fitoplankton üzerindeki etkisi tek taraflı değildir ve besin zinciri içerisindeki karmaşık ilişkilere bağlıdır. Başka deyişle, diğer fiziksel, kimyasal faktörlerin baskın etkileriyle (aşağıdan yukarı etkileyen faktörler) ortaya çıkan fitoplankton kompozisyonu zooplankton kompozisyonu üzerinde de belirleyici olabilmektedir.

Zooplankton komünite yapısı üzerinde besin sınırlamasının etkili olabileceği konusunda çok sayıda çalışma mevcuttur^(200,201). Diğer taraftan, balık avlanması altında büyük vücutlu bireylerin (*Daphnia* gibi) kaybolmasıyla, zooplanktonların özellikle rotifer ve kopepodların hakim olduğu (Yukarıdan aşağıya etki) komünite yapısına sahip olabilecekleri ihtimali oldukça yüksektir. Bu nedenle, fitoplankton komünite yapısı üzerinde, gerek hücre büyüklüğüne dayalı gerekse filogenetik açıdan yapılacak değerlendirmeler, besin zincirindeki çok yönlü ilişkilerin aynı anda nasıl geliştiğini ortaya koymak suretiyle açıklığa kavuşturulabilir.

Gölde yapılan bu çalışmada balık popülasyonlarının durumunu ortaya koyabilecek bir çalışma yapılamamıştır. Balıkçıların değişik zamanlarda çektikleri ağlardan çıkan popülasyonun izlenmesi ve balıkçılardan edinilen bilgiler, planktivor balık popülasyonunun gölde hakim olduğu ve göle 2000'li yılların başında gelen egzotik bir türün (*Atherina boyerii*) zooplanktonlar üzerinde yoğun predasyon etkisinin olabileceği şüphelerini ortaya koymaktadır. Olası ihtimaller ve şüphelerin dışında, çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar, gölün mevcut durumuna ilişkin bazı yorumların onaylanabileceğini ortaya koymaktadır. (i) fitoplankton komünitesi, gölde fiziksel ve kimyasal parametrelerin (Aşağıdan-yukarıya) baskın kontrolü altındadır, (ii) Küçük boyutlu bireylerden oluşan zooplanktonun ağırlıklı olarak büyük boyutlu hücrelerden oluşan fitoplanktonu baskılayarak şekillendirebilme etkisi oldukça düşüktür.

4.1.3. İşlevsel gruplara göre değerlendirme

Bu çalışmada, fitoplankton komünitesi “işlevsel sınıflandırma” yaklaşımı ele alınarak da incelenmiştir. Bu yaklaşım, aslında biyolojinin fitososyoloji alanında uzun yıllardır kullanılan ve bitki birliklerinin tanımlanması esasına⁽²⁰²⁻²⁰⁴⁾ dayalı sınıflandırma metotlarının fitoplanktonlara uyarlanması olarak düşünülmüştür⁽¹²⁰⁾. İlk defa, Reynolds (1980)⁽²⁰⁵⁾ tarafından yapılan bir çalışmayla önerilen bu metoda göre fizyolojik, morfolojik ve ekolojik gereksinim veya özelliklerine göre, sistemde bir arada bulunan veya alternatifli olarak baskınlık oluşturan tür ya da türler birlikler olarak tanımlanmaktadır. Günümüze kadar bu konuda yapılan çalışmalarda, çok sayıda fitoplankton türünün, bulunduğu ekolojik ortam, fizyolojik istek ve morfolojik özelliklerine göre tanımlamaları yapılmış ve her bir türün bulunduğu birliklerin isimleri kodonlar kullanılarak ortak bir kullanım listesi oluşturulmaya çalışılmıştır. Oluşturulan bu listenin doğru ve en geniş anlamıyla ortaya çıkarılması, dünyanın farklı coğrafyalarındaki göllerden elde edilen sonuçların eklenmesiyle mümkün olabilecektir⁽¹²⁰⁾. Bu nedenle, bu çalışma kapsamında, fitoplanktonların işlevsel sınıflandırma yaklaşımıyla incelenmesi, gerek dünyada konuyla ilgili olan çabalara katkıda bulunabilmesi ve gerekse ülkemiz bilimsel çalışmalarının metodik olarak son gelişmelerin dışında kalmamasına katkıda bulunabileceği için önemli olabilir.

Bu çalışmada tespit edilen cins ya da türlerden 42 adedinin, başka göl ortamlarında yapılan çalışmalar sonucunda da bulunarak belirli kodonlara atamalarının yapıldığı ve bu kodonlarla ilgili açıklama ve tartışmaların hali hazırda yapılmakta olduğu anlaşılmıştır. Çalışma esnasında rastlanılan 16

adet cins veya türün ise, literatürde kodon olarak karşılıkları henüz mevcut değildir. Bu nedenle, elde edilen sonuçların, kodonları belirlenmiş taksonların başka çalışmalardaki değerlendirmeleriyle birlikte yorumlanmasının yanı sıra kodonları belirlenmemiş taksonlardan özellikle yoğunlukları fark edilir düzeylere ulaşan bazılarının bu değerlendirmeler içerisine yeni katkılar olarak dahil edilmesi söz konusu olabilecektir.

Kapulukaya Baraj Gölü'nde farklı zamanlarda ortaya çıkan fitoplankton taksonlarının hangi ekolojik şartlarda, birlikte ve hangi yoğunluklarda bulduklarını ortaya koyabilmek amacıyla, abiyotik faktörlerden ayırt edici olanlarının tespiti yapılmış ve özellikle fosfor, azot ve sıcaklık gibi çok önemli etmenlerin göldeki tabakalaşma ve karışım olaylarına göre öne çıkan periyodik salınımlar oluşturduğu tespit edilmiştir. Fitoplankton taksonlarının birlikleri de, bu nedenle, tabakalaşma ve karışımın belirlediği bu farklı ekolojik ortamların sonuçları olarak yorumlanacaktır.

Bahar aylarıyla birlikte ortaya çıkan karışım döneminin başlangıcında, fitoplankton populasyonunda önemli hacimlere ulaşan *Stephanodiscus* sp.'nin dahil olduğu D kodonu, Reynolds ve ark. (2002)⁽¹¹⁸⁾ tarafından küçük hücreli, hızlı gelişen ve bulanık ortamlara uyumlu olarak tanımlanmıştır. Yine bu dönemde ortaya çıkan *Asterionella* sp.'nin bulunduğu C kodonu ışığı etkili bir şekilde kullanabilen, türbülansa ve karışım tabakalarına bağımlı bir grup olarak tanımlanmıştır⁽¹¹⁸⁾. Aynı örneklemeelerde görülen *Cyclotella* sp.'nin (Kodon A) ise, sözü edilen bu iki türe benzer olarak, karışımın olduğu su tabakalarında görüldüğü ancak, ayrıca besin azlığına toleranslı olduğu ve yüksek azot konsantrasyonlarında hızlı ve çabuk büyüme gösterdiği⁽²⁰⁶⁾

söylenmiştir. Bu özellik, Kapulukaya Baraj Gölü'nde *Cyclotella* sp.'nin, gölün daha derin ve böylece besin tuzu konsantrasyonlarının seyrelme nedeniyle daha az olduğu istasyonlarında (S4 ve özellikle S5) artan biyohacimleriyle birlikte *Stephanodiscus* sp.'nin yerini almış olmasını açıklamaktadır.

Bu dönemde, *Dinobryon* sp.'nin patlama yaptığı tarihe kadar olan örneklemelerde baskın olarak görülen *Chlamydomonas* sp.'nin (Kodon X2), yüksek ışık ve besin konsantrasyonlarına uyum gösterdiği söylenmiştir⁽²⁰⁷⁾. Büyüme stratejisi olarak "C-istilacı" gruba dahil edilen bu cinsin⁽²⁰⁸⁾ küçük biyohacimli, fakat, yüzey alanı/hacim oranı yüksek bireylerden oluştuğu ifade edilmiştir. E kodonunun oluşturduğu birlik, Reynolds ve ark. (2002)⁽¹¹⁸⁾ tarafından küçük oligotrofik ve düşük baziklikteki göllerin karakteristiği olarak tarif edilmiştir. Bu grubun üyelerinden olan *Dinobryon* sp., Kapulukaya Baraj Gölü'nde, karışım döneminin son iki örneklemeinde patlama yapacak yoğunluklarda tespit edilmiştir. *Dinobryon* sp.'nin patlama yapmasından bir önceki tarihte ise, *Phacotus lenticularis*'in önemli yoğunluklarda bulunduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde, Padisak ve ark. (2003)⁽¹¹⁹⁾ Macaristan'ın 80 gölü'nde yaptıkları araştırmada, bazı göllerde *Dinobryon divergens*'in *Phacotus lenticularis*'in subdominant türü olarak ortaya çıktığını söylemişlerdir. Araştırmacılar, *Phacotus lenticularis*'in CaCO₃ açısından zengin lorikası için karbon kaynağı olarak HCO₃'ü kullanabildiğini, *D. divergens*'in (E kodonu üyelerinin) ise bunun aksine serbest CO₂'ye gereksinim duyduğunu⁽¹¹⁸⁾ aktarmışlardır. *Dinobryon divergens*'in böyle durumlarda alternatif besin kaynağı olarak bakterileri fagositoz yoluyla alarak avantajlı duruma geçebileceği belirtilmiştir^(209,210). Kapulukaya Barajı'nda, karbon miktarıyla ilgili ölçümler yapılmamakla birlikte, karışım döneminin sonunda,

Dinobryon sp.' nin baskınlığını, artan sıcaklıklarla birlikte ortamda artması beklenen bakteri popülasyonuna bağlı olarak avantajlı duruma geçerek kazandığı ihtimalinin olduğu söylenebilir. Daha genel bir ifadeyle, literatürde⁽²⁰⁷⁾ R-stratejili olarak tarif edilen bu türün, gölde 24.04.2004 tarihinden itibaren ortaya çıkan fiziksel, kimyasal veya biyolojik faktörlerin (Örn. sıcaklık artışı, artan zooplankton otlaması), bozma etkisi oluşturarak daha önceki C-stratejili türlerin yerini almasını sağladığı düşünülebilir. Nitekim, gerek su sıcaklıklarında artışların başlaması ve gerekse rotifer yoğunluklarındaki maksimumlar bu tarihlerde tespit edilmiştir.

Her iki yılda tabakalaşmanın olduğu dönemlerde, hakim fitoplankton birliklerinin K, Lo, Lm ve X2 kodonlarıyla temsil edildiği saptanmıştır. Bu birliklerin üyeleri Cyanobacteria ve Pyrrophyta (Dinoflagellat) gruplarına ait cins ve türlerden oluşmaktadır. Bunlardan K kodonu, sadece *Aphanothece* sp. ile temsil edilmiş olup, yoğunlukları ve sıklıkları en fazla olarak öne çıkmıştır. Reynolds (2002)⁽¹¹⁸⁾, K kodonu temsilcilerinin yüksek pH ortamlarında hayatta kalmayı çok iyi başardıklarını ve bu nedenle Lm ve M birliklerine doğru geçişi temsil eden üyeler olarak kabul edilebileceğini ifade etmiştir. Tanımlanan bu yakın ilişki genel itibarıyla Kapulukaya Barajı'nda da söz konusudur.

Ekolojik adaptasyon mekanizmaları açısından birbirine yakın olarak duran bu birliklerin, tabakalaşmanın belirgin bir şekilde yaşandığı derin göllerde, türlerin farklı tabakalar arasında habitat kolonizasyonlarını gerçekleştirmek üzere dikey göç yapabilme özelliklerini kullanarak avantajlı hale geçebildikleri söylenmiştir. Bu gruptaki türlerin çoğunda ortak olan ve

avantaj sağlayan bir diğer özellik hücrelerin büyük hacimli olmasıdır⁽¹¹⁸⁾. Kapulukaya Barajı'nda, K birliğinin (*Aphanothece* sp.), Lo (*Peridinium aciculiferum*) ve Lm (*Ceratium hirundinella*) birlikleriyle aynı anda bulunmalarına rağmen, dikey olarak farklılaşan habitatları tercih ettikleri görülmüştür. Reynolds (2002)⁽¹¹⁸⁾, *Peridinium* sp.'nin habitatını mezotrofik göllerin epilimniyon tabakası olarak tarif etmiş ve bu türün besin tuzu ayrılmasına toleranslı olduğunu belirtmiştir. *Ceratium* sp.'nin habitatı ise, yaz mevsiminde ötrofik göllerin epilimniyonu olarak tarif edilmekte ve düşük karbon miktarlarına toleranslı olduğu ifade edilmektedir. Bu tanımlamalar, Kapulukaya Baraj Gölü'nde rastlanan bu türler için de uygunluk göstermektedir. Nitekim, 2003 yılı tabakalaşması esnasında, *Peridinium aciculiferum* ve *Ceratium hirundinella* epilimniyona yakın derinliklerde *Aphanothece* sp. ise daha derin bölgelerde daha yoğun olarak tespit edilmiştir. Ancak, bu belirlemeler 2004 yılı tabakalaşması için geçerli değildir. Çünkü, bu periyotta *Peridinium aciculiferum* ve *Ceratium hirundinella*'nın yoğunlukları daha önceki yıla oranla oldukça azalmış ve bunlardaki düşüşlere karşın *Aphanothece* sp. yoğunluklarında aynı oranda artışlar görülmüştür. Bu durumun sebepleri hakkında henüz anlamlı bir yorum getirilememektedir ve her iki tabakalaşma periyodunun, tür düzeyinde abiyotik faktörlerle olan ilişkileri incelenmek suretiyle değerlendirilebileceği olasıdır.

Yaz tabakalaşmasının sonunda, gölde sonbahar karışımı oluşmaya başlarken, fitoplankton birliklerinden Y (*Cryptomonas ovata*) ve X2 (*Rhodomonas* sp.) düşük biyohacimlerde fakat yılın diğer mevsimlerine göre daha fazla yoğunluklarda tespit edilmiştir. Bu türlerin, özellikle besin zincirinde yukarıdan aşağı etkinin azaltıldığı durumları takiben belirgin bir

şekilde ortaya çıktığı bilinmektedir. Göllerde, yaz mevsimi başlangıcında görülen “temiz su fazı”⁽²¹¹⁾ veya balık uzaklaştırılması şeklinde başvurulan biyomanipulasyonları takiben küçük biyohacimli bireylerden ziyade flagellalı kriptomonadların ortaya çıkması sıklıkla gösterilmiştir⁽²¹²⁻²¹⁴⁾. Kapulukaya Barajı’nda balık populasyonları ve bu populasyonların mevsimsel salınımları ortaya koyulamadığından, bu türlerin yaz tabakalaşması sonunda artış göstermelerini literatürde yaygın bir şekilde ifade edilen bu açıklamalara dayandırabilmek için daha detaylı bir çalışma yapma ihtiyacı olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada, fitoplanktonları kontrol eden mekanizmaları araştırmak üzere, abiyotik ve biyotik faktörlerin fitoplanktonlarla olan ilişkilerini aynı anda ve birlikte olmak üzere değerlendirebilen çok değişkenli analiz yöntemlerinden Kanonik Uyum Analizi kullanılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, gölde karışım ve tabakalaşmanın fizikokimyasal olarak şekillendirdiği iki farklı dönem ortaya çıkmıştır. Bu durumun, fitoplankton komünitesinin gerek filogenetik gerekse polifiletik yaklaşımlar kullanılarak yapılan incelemelerden elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğu söylenebilir. Filogenetik yaklaşımda kullanılan 6 farklı fitoplankton grubunun ya da, polifilogenetik yaklaşımda kullanılan her bir fitoplankton cins/ya da türünün çalışma periyodu içerisindeki mevsimsel süksesyonlarındaki ayırt edilir farklılıkları bu dönemlere göre ortaya çıkmıştır. O halde, söz konusu iki farklı dönem içerisinde ortaya çıkan fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin farklı kombinasyonlarının belirli fitoplankton gruplarını destekler mahiyette olduğu ileri sürülebilir. Örneğin, koordinat sisteminin I. ve IV. bölgelerinde, Mart-Nisan ayları arasında (Karışım dönemi) oluşan fitoplankton örnekleme

tarihleri (Örnekleme ordinasyonu) yer almış ve Chlorophyta, Chrysophyta ve Bacillariophyta grupları da, çevresel faktörlerle olan ilişkilerinden elde edilen skorlara göre yine aynı bölgelere yerleştirilmiştir. Bu fitoplankton grupları kendileriyle aynı bölgede yer alan nitrit-nitrat, oksijen, silikat, sülfat ve rotifera ile ilişkilendirilmektedir. Cyanobacteria ve Pyrrophyta grupları da, sıcaklık ve TDS ile yüksek korelasyonlara, TP, SRP ve klo-a ile nispeten düşük korelasyonlara sahip biçimde ve tabakalaşmanın gözlemlendiği örnekleme dönemlerinin yerleştirildiği II. bölgede bulunmuştur. Karışım döneminde belirleyici olan çevresel faktörlerin tabakalaşma dönemine göre nispi bir artış içerisinde oldukları görülmektedir. Başka deyişle, bu dönemdeki fitoplankton gruplarının bazı çevresel faktörlerdeki artışlar nedeniyle arttığı ve belirgin bir şekilde öne çıktığı yorumu yapılabilir. Ancak, fitoplankton grupları ve çevresel faktörler arasındaki bu ilişkinin ekolojik değerlendirmesi yapılırken dikkatli olunması gerekmektedir. Bu tür ilişkiler, sebep-sonuç bağlantılarının doğrudan yapılamadığı, ancak ortamdaki başka bir faktör sebebiyle aynı anda artış-azalış veya bulunuşu da ifade edebilmektedir⁽²¹⁵⁾. Örneğin, “karışım döneminde artan nitrit-nitrat konsantrasyonlarının Chlorophyta yoğunluklarını artırdığı” şeklindeki önerme, aslında “karışım nedeniyle ortama fiziksel olarak adapte olamayan büyük hacimli Cyanobacteria veya Pyrrophyta üyelerinin ortamdaki kaybolması ve Chlorophyta ve Chrysophyta üyelerinin ortamda besin ve yer buldukları için hakim duruma geçmeleri” şeklinde de kurulabilir. Ancak, her iki durumda da, “yüksek nitrit-nitrat konsantrasyonları” ile “Chlorophyta ve Chrysophyta yoğunlukları” birlikte ortaya çıkan, birbirlerini (Derecesi ölçülemediği halde) destekleyen iki parametre olarak değerlendirilmelidir.

Buna göre, bu çalışmada başvuru Kanonik Uyum Analizinin, gözlenen sonuçların istatistik olarak onaylanması anlamına gelebileceğini de söylemek mümkündür. Yapılan diğer birçok çalışmada sıklıkla başvuru bu analiz yönteminin⁽²¹⁶⁻²¹⁸⁾, tür-çevresel faktörler arasındaki ilişkinin tespit edilmesi konusunda oldukça yararlı ve çözümleyici bir araç olarak kabul edilebileceğini bizim çalışmamızdan elde edilen sonuçlar da destekler niteliktedir. Fakat daha detaylı değerlendirmeler yapabilmek için, analizde filogenetik gruplar yerine fonksiyonel yaklaşımda kullanılan cins/türler kullanılmasının daha doğru olacağı kanaatindeyiz. Nitekim, literatürdeki uygulamalar da genellikle bu şekildedir. Bu çalışmada, gerek fonksiyonel kodonlardan bazılarının tahsisi yapılamadığı ve gerekse analizin yapılması esnasında karşılaşılan teknik problemler nedeniyle filogenetik gruplar kullanılmak zorunda kalınmıştır. Söz konusu problemlerin çözülmesi durumunda, Kanonik Uyum Analizinin tekrar edilerek literatürdeki çalışmalarla olan karşılaştırmalar daha iyi yapılabilecektir.

4.2. Zooplankton Komünitesi

Zooplankton komünitesi, sucul sistemlerde besin zincirinin ara halkalarından birisi olması itibarıyla sistemde su kalitesi göstergelerinden birisi olmasının yanı sıra, aşağıdan yukarı ya da yukarıdan aşağı etki gibi sistemin işleyişinde etkin olan unsurların açığa çıkmasında kullanılan en önemli belirleyicilerden de birisidir.

Baraj göllerinde sıkça rastlandığı üzere Kapulukaya Baraj Gölü'nde de zooplankton komünitesinin önemli bir bölümünü rotifer popülasyonu teşkil

etmektedir. Bu durum 2003 – 2004 yılları için alınan sonuçlarda olduğu gibi⁽⁶⁶⁾, barajın pelajik ve bitki içi popülasyonlarının da dahil edildiği litoral kısımlarının incelendiği 2005 – 2006 yıllarında yapılan çalışmada da farklılık göstermemiştir. Nitekim 2003-2004 çalışmasında zooplankton popülasyon yoğunluğunun % 91,5'ini rotiferlerin, % 8,2'sini kladoserlerin oluşturduğu belirlenmiş, karışım döneminde bu oranın rotiferler lehine (% 99,4) arttığı, tabakalaşma dönemlerinde, bazı tarihlerde ve istasyonlarda özellikle kladoserlerden *Bosmina longirostris* türünde görülen popülasyon patlamalarının bu oranda kladoserlerin payını yükselttiği görülmüştür. 2005-2006 yıllarında yapılan litoral pelajik karşılaştırma çalışmasında elde edilen numunelerde de durumun benzer olduğu ve popülasyonun % 95,3'lük kısmını rotiferlerin oluşturduğu, ancak bazı numunelerde *Bosmina longirostris* türünün popülasyonun % 36'sını teşkil edecek şekilde yüksek yoğunluklara ulaştığı saptanmıştır.

Sucul sistemlerde zooplankton popülasyonunu küçük vücutlu türlerin teşkil etmesinin birçok olası sebebi vardır. Bu durum bazen sistemin ötrofik olması ile ilişkilendirilirken, başka sistemlerde çevre koşullarının kararsız olması gibi farklı abiyotik etkenlerle ilişkili bulunmaktadır^(70,219-221). Yukarıdan aşağı veya aşağıdan yukarı etki mekanizmaları tarafından belirlenen zooplankton kompozisyonunda, yukarıdan aşağı etkinin olduğu sistemlerde “büyüklük – etkinlik (size-efficiency) hipotezi”⁽²²²⁾ temel kompozisyonu açıklamada yeterli olurken, aşağıdan yukarı etkinin söz konusu olduğu sistemlerde çok daha karmaşık ilişkilerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Aşağıdan yukarı etkinin önemli olduğu sistemlerde kompozisyonu belirlemede en önemli unsur besindir. Müller-Navarra ve

Lampert (1996)⁽²⁰¹⁾ besin temin edilebilirliği ve kalitesinin, besinin sindirilebilir olması ve besin değerine ek olarak, besinin temin edilmesini önleyecek mekanik veya kimyasal engellerin varlığı ile de yakından ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Kapulukaya Baraj Gölü'nde hem su kalitesi takip çalışması, hem de litoral ve pelajik takip çalışması sonucunda elde edilen zooplankton yoğunluk ve tür kompozisyonları değerlendirildiğinde, bahsi geçen etki mekanizmalarının her ikisinin de etkin olduğunu düşündürecek tablolarla karşılaşılmıştır.

4.2.1. Zooplankton popülasyonu ile fitoplankton ve çevre değişkenleri ilişkilerini değerlendirme

Su kalitesi takibi amacıyla 2003-2004 yıllarında yapılan çalışmada, *Synchaeta* ve *Keratella* türlerinin zooplankton kompozisyonunun neredeyse tümünü teşkil ettiği ilkbahar ayları haricindeki tüm aylarda siyanobakterlerin baskın olduğu ve bu süreçte zooplankton popülasyonunun büyük bir kısmının, kladoserlerden *Bosmina longirostris* türü ve rotiferlerden ise Haziran 2003 haricinde sırasıyla *Polyarthra*, *Synchaeta*, *Pompholyx* ve *Hexarthra* türlerinden oluştuğu tespit edilmişti⁽⁶⁶⁾ (Şekil 3.44). 2003-2004 örnekleme sürecindeki zooplankton popülasyonu fitoplankton grupları ve çevre değişkenleri ile birlikte Kanonik Uyum Analizi kullanılarak incelendiğinde (Şekil 3.45), karışım dönemi popülasyonunun tabakalaşma dönemlerinden farklı olduğu ve bu farklılığın hem abiyotik, hem de biyotik değişkenlerle ilişkilendirildiği görülmektedir (Şekil 3.46).

Zooplankton yoğunluğunun genel olarak Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında en yüksek değerlerine ulaştığı, Temmuz ayından itibaren yaz dönemlerinde daha düşük olduğu barajda, karışım dönemi başlangıcında 10 °C'nin altında olan su sıcaklıklarının görüldüğü ve genellikle zooplankton türleri tarafından en çok tercih edilen türlerden olan *Chlamydomonas* türlerinin fitoplankton popülasyonunun önemli bir bölümünü teşkil ettiği koşullarda, *Synchaeta* türü belirgin bir şekilde baskınlığını göstermiştir. Giren su miktarının artmasıyla ilişkili olduğunu düşündürecek şekilde 2004 Nisan sonu itibarıyla zooplankton yoğunluğu da artmıştır. Bu artışta en önemli rolü *Keratella* türleri, özellikle de *Keratella cochlearis* türü üstlenmiştir. Zooplanktona paralel şekilde artan Chrysophyta grubuna ait fitoplanktonların bu artışta etkili olduğu düşünülebilir. Ancak özellikle *Keratella cochlearis* türünün, genellikle bakteri ve sudaki döküntüler üzerinden besleniyor olması ve buna ek olarak Chrysophyta grubundaki artışın, yenmesi zor bir tür olan *Dinobryon* sp. ⁽²⁰¹⁾deki artıştan kaynaklanıyor olması, böyle bir ilişki olmadığını düşündürmektedir. Besin eşik değeri düşük⁽²²³⁾ ve r büyüme stratejisine sahip olan^(224,225), aynı zamanda geniş bir sıcaklık aralığında hayatta kalabilen⁽²²⁶⁾ bu *Keratella* türlerinin, özellikle besince fakir sularda görüldüğü belirtilen⁽²²⁷⁾ *Dinobryon* sp. ile benzer zamanda yüksek yoğunluklara ulaşması anlamlıdır ve bu zaman aralığında barajın besin miktarı bakımından fakir olduğu durumu destekler niteliktedir.

Keratella türlerinin baharda en yüksek yoğunluklarına ulaşması ki bu çalışmada da litrede maksimum 7550,0 bireye (S1-Y, 21 Nisan 2004) çıkmıştır, literatürde de sıkça rastlanan bir durumdur⁽²²⁸⁻²³¹⁾. Birçok çalışmada

özellikle *Keratella cochlearis* türünün, fosfor miktarıyla pozitif korelasyon gösterdiği belirtilmiştir^(226,232,233). Bu çalışmada ise Şekil 3.46'daki ikili Kanonik Uyum Analizi grafiğinde azot miktarıyla ilişkilendirilmekle birlikte, karışım dönemi için yapılan korelasyon analizinde her iki *Keratella* türü ($p_{(Keratella\ cochlearis)}=0,001$ ve $p_{(Keratella\ quadrata)}=0,000$) ve ek olarak bu dönemde önemli olan ve varlığını sürdüren sırasıyla *Synchaeta*, *Polyarthra* ve *Hexarthra* türleri de toplam fosfor miktarıyla pozitif yüksek korelasyonlar göstermiştir (Sırasıyla $p=0,016$; $p=0,000$ ve $p=0,039$). Bu 5 türün karışım döneminde klorofil-a ve karotenoid miktarlarıyla da pozitif ve yüksek korelasyonlar göstermiş olması ($p < 0,05$), bu dönemde zooplankton kompozisyonunu belirlemede fitoplanktonların besin olarak önem teşkil ettiğini ve bu suretle bir aşağıdan yukarı etkinin söz konusu olduğunu gösterir niteliktedir.

Tabakalaşma dönemlerindeki (T1 ve T2) zooplankton kompozisyonu, 2004 Haziran numuneleri haricinde benzer türlerle karakterize idi. Temel olarak rotiferlerden *Synchaeta* ve *Polyarthra*, bazı numunelerde önemli hale gelen *Pompholyx* ve *Hexarthra* türleri ile kladoserlerden *Bosmina longirostris* türü tabakalaşma döneminin önemli türleri olarak ortaya çıkmıştır. Haziran 2004 numunelerindeki en önemli farklılık, yüksek zooplankton yoğunluğunun yanı sıra, karışım döneminde hiç rastlanmayan *Pompholyx* sp.'nin litrede maksimum 2223,0 bireye (S4-10m, 2 Haziran 2004) ulaşacak şekilde yüksek yoğunluklara ulaşmış olmasıdır. r büyüme stratejisine sahip olan bu türün baharda ve yaz başlangıcında ortaya çıktığı başka çalışmalarda da belirtilmiş^(226,234), genellikle yüksek trofik seviyelerle ilişkilendirilmiştir^(170,235). *Pompholyx* sp., ayrıca yüksek inorganik azot konsantrasyonlarına dirençli bir tür olarak belirtilmektedir⁽²³⁶⁾. Barajda 2004 bahar döneminde ve Haziran

ayında inorganik azot konsantrasyonları (Maks= 1,089 mg/l) ve ÇİN/ÇRF (Maks= 495,9) oranları yüksek bulunmuştur. Barajda elde edilen sonuçlar itibariyle Şekil 3.46'daki ikili Canoco grafiğine bakıldığında amonyum ile *Pompholyx* sp. ilişkili görünmektedir. Ancak yapılan korelasyon analizlerinde amonyum ile istatistiki olarak önemli bir ilişki bulunmamakla birlikte, T1 döneminde nitrit+nitrat ile *Pompholyx* sp. arasında pozitif ve yüksek korelasyon tespit edilmiştir ($p = 0,004$). Aynı dönemde diatomelerle önemli negatif korelasyon gösteren tür, T2 döneminde azot konsantrasyonlarıyla ilişki bulunmamıştır.

T1 döneminde daha önemli hale gelen ve her iki tabakalaşma döneminde de belirgin olarak yüzey istasyonlarında yoğun olan termofilik *Hexarthra* sp., literatürde avcılardan kaçma mekanizmasına sahip olmasıyla anılmaktadır^(223,237,238). Kapulukaya Baraj Gölü'nde zooplankton üzerinde etkili bir av baskısı oluşturduğu düşünülen ve başka çalışmalarda beslenme aktivitesini muhtemelen gölün yüzeyinde gerçekleştiriyor olabileceği belirtilen⁽²³⁹⁾ *Atherina boyerii* (Risso 1810) balık türü tarafından oluşturulan av baskısından kaçma becerisi sayesinde *Hexarthra* türünün diğer türlere göre avantaj sağladığından dolayı yüzeyde yüksek yoğunluklara ulaştığı düşünülebilir. *Hexarthra* türü hem T1 hem de T2 döneminde ÇİN ve alkalinite ile negatif, oksijen, sıcaklık ve pH ile pozitif ve önemli korelasyonlar ($p < 0,05$) göstermiştir. Suyun önemli fiziksel özellikleriyle olan bu korelasyonlar, türün yüzey koşullarına daha uyumlu olması itibariyle oluşturduğu niş farklılığından dolayı, diğer rakip türlerle var olmasını sağlayan bir uyum mekanizmasıyla ilişkilendirilebilir.

Tabakalaşma döneminde yaygın olarak yüksek yoğunluklarda bulunan ve her iki dönemde de zooplankton popülasyonunun ortalama % 68'ini teşkil eden *Polyarthra* sp., *Synchaeta* sp. ve *Bosmina longirostris* türleri Canoco grafiklerinde de (Şekil 3.45 ve Şekil 3.46) görüleceği üzere, barajda tabakalaşma dönemleriyle ilişkilendirilmiştir. Her iki tabakalaşma döneminde de *Bosmina longirostris* 5 metre derinlikleri tercih ederken, *Synchaeta* ve *Polyarthra* yüzey ve 5 metre ağırlıklı olmak üzere genellikle benzer derinliklerde yayılış göstermiştir. Verilerin detaylı incelenmesinde bu türler arasında çok belirgin bir niş farklılaşması belirlenmemiştir. *Synchaeta* ve *Polyarthra* türlerinin barajda baskın türler olmasında, bu türler üzerinde önemli av baskısı oluşturduğu bilinen kopepodlara⁽²²³⁾ örnekleme sürecinde nadiren ve düşük yoğunluklarda (Maksimum 2,5 birey/l) rastlanmasının etkili olduğu düşünülebilir. Bu iki türe ek olarak *Bosmina* sp. üzerinde de hem av baskısı oluşturduğu hem de büyük hacimli flagellatlar üzerinden beslenerek besin çakışması ile olumsuz etki ettiği belirtilen *Asplanchna*⁽²⁴⁰⁾ sp.'nin zaman zaman yüksek yoğunluklarda (Maksimum 35,5 birey/l) bu türlerin yoğun olduğu numunelerde görülmesine rağmen, örnekleme sürecinde genellikle düşük yoğunluklarda olması, bu türler üzerindeki etkisinin Kapulukaya Baraj Gölü'nde göz ardı edilebileceğini göstermektedir.

Bosmina longirostris türü her iki tabakalaşma döneminde de yüksek biyohacimlerle temsil edilen Pyrrophyta grubu ile pozitif yüksek korelasyon ($p < 0,01$) göstermiştir. Bu durum Kanonik Uyum analiziyle de desteklenmiştir (Şekil 3.46). *Bosmina* sp.'nin büyük hacimli flagellatlar üzerinden beslenebilmesi⁽²⁴¹⁾, barajda tabakalaşma dönemlerinde en yüksek fitoplankton biyohacmini teşkil eden siyanobakterlerin olumsuz etkilerinden

kendisini koruyabilmesi⁽²⁴²⁾ ve bunlara ek olarak olası balık baskısına karşı küçük vücutlu olması itibariyle avantaj sağlayabilmesi, bu türün barajdaki varlığını ve yayılışını açıklamaktadır.

Yoğunlukları değişmekle birlikte genellikle benzer derinliklerde yayılış gösteren ve 20-50 µm aralığındaki besinlerle beslenmeyi tercih eden makro-filtre otlayıcıları grubundaki *Polyarthra* ve *Synchaeta* türlerinin derinliğe bağlı bir niş farklılığı oluşturmalarında, muhtemelen farklı fitoplankton türleri veya besin kaynakları üzerinden beslenerek beslenmeye bağlı bir niş farklılığı oluşturdukları düşünülebilir. Birçok çalışmada bir arada zooplankton komünitesinde varlığını sürdüren bu türlerin^(227,240,243) su sütununda farklı derinliklerde bulunarak⁽²⁴⁴⁾, ya da farklı büyüklükteki fitoplanktonlar ya da farklı besin kaynakları üzerinden beslenerek oluşturdukları niş farklılıkları ile bir arada bulunabildiği belirtilmiştir⁽²⁴⁵⁻²⁴⁸⁾.

Her iki tabakalaşma döneminde de *Polyarthra* türünün Cryptophyta grubu ile pozitif ve yüksek korelasyonlar göstermesi ($p < 0,01$) bu grubun *Polyarthra* sp. için önemli bir besin teşkil ettiğini göstermektedir. Ancak bu grubun genel olarak çok düşük biyohacimlerle temsil edilmesi, yüksek *Polyarthra* popülasyonunu açıklamada yetersiz kaldığını, farklı besin türlerinin de tüketildiğini göstermektedir. Karmaşık beslenme alışkanlıkları olduğu belirtilen *Polyarthra* sp., sadece fitoplankton ile beslenmemekle birlikte⁽²⁴⁹⁾ popülasyonun uzun vadede iyi bir şekilde gelişmesi için alglerin besin olarak önemli olduğu belirtilmektedir⁽²⁵⁰⁾. *Synchaeta* sp.'de T1 döneminde Cryptophyta ile korelasyon göstermiştir ancak T2 döneminde herhangi bir fitoplankton grubuyla önemli bir korelasyon tespit edilmemiştir.

Yüksek besin eşik değerine sahip olmasına⁽²⁵¹⁾ rağmen Stelzer (2001)⁽²⁵²⁾ tarafından yapılan araştırmada besinin yetersiz olduğu koşullarda bir hafta gibi uzun bir süre yaşayabildiği gösterilmiştir. Bu durum bu türü birçok rotifer türüne göre avantajlı kılmaktadır.

Garcia ve ark. (2002)⁽²²⁸⁾ yaz aylarıyla birlikte siyanobakter popülasyonlarının artmasını takiben küçük bir tür olan ve kladoser yoğunluğundan etkilenmeyen *Polyarthra vulgaris* türünün baskın hale geldiğini belirtmektedir. Her iki tabakalaşma döneminde de siyanobakterlerin fitoplankton biyohacminin % 50'den fazlasını teşkil ettiği barajda *Polyarthra* türünün baskın hale gelmesi ve benzer şekilde *Synchaeta* türünün oldukça yüksek yoğunluklarla temsil edilmesi, her iki türün de *Bosmina longirostris* türünde olduğu gibi baskın siyanobakter cinsi olan *Aphanothece* sp. ile bir arada hayatta kalmalarını sağlayan mekanizmalara sahip olduklarını göstermektedir.

Su kalitesi izleme çalışmasının devamı niteliğinde 2005 (Ekim ve Kasım) ve 2006 (Nisan ve Mayıs) yıllarında yapılan örneklemeler sonucunda tespit edilen fiziksel ve kimyasal özellikler ile zooplankton popülasyonları, 2003 – 2004 sonuçlarıyla karşılaştırıldığında bazı farklılıklar olmakla birlikte benzer eğilimler tespit edildi. Zooplankton popülasyonu içerisinde rotiferler yine baskın grup olarak tespit edildi (% 83,9). Önceki çalışmada baskın ve kozmopolit olarak tespit edilen *Synchaeta* sp., *Polyarthra* sp. ile kladoserlerden *Bosmina longirostris* türleri bu çalışmada da önemini korumaya devam etti. *Keratella* türleri bahar dönemini temsil eden Nisan ve Mayıs örneklemelerinde yine yüksek yoğunluklarda idi. Önceki çalışmada düşük yoğunluklarda rastlanan ve yırtıcı bir tür olan *Asplanchna priodonta*

türü özellikle Nisan örneklemede maksimum 278 birey/l gibi oldukça yüksek yoğunluklara ulaştı. Tüm tarihler için yapılan korelasyonlarda bu türün *Keratella quadrata* ve *Keratella cochlearis* türleri ile yüksek korelasyonlar göstermesi (Sırasıyla $p=0,000$ ve $p=0,001$), literatürde de sıkça belirtildiği üzere *Asplanchna* sp.'nin *Keratella* türleri üzerinden beslenmesi^(240,253) sebebiyle bu türlerle birlikte görülmesine bir örnek teşkil edebilir.

Bu çalışmada tespit edilen ve önceki çalışmadan farklılık gösteren unsurlardan birisi *Bosmina longirostris* türünün Kasım ve Mayıs örneklemelelerinde gösterdiği artışlardır. Mayıs'ta populasyonun toplamda ortalama % 24,3'ünü teşkil eden bu tür, tüm tarihler için yapılan korelasyonlarda, iletkenlik, tuzluluk ve toplam çözünmüş katı madde miktarlarıyla önemli pozitif korelasyonlar göstermiştir (Sırasıyla $p = 0,013$, $0,009$ ve $0,013$). Aynı değişkenler ile 2004 yılı Haziran ayında patlama yapan *Pompholyx* sp. arasında da pozitif yüksek korelasyonlar bulunmuştur ($p = 0,000$). Bu değişkenlerde Mayıs itibariyle görülen artışlar, Nisan'da 1349 gün gibi çok yüksek bir değerde olan su bekleme süresinin Mayıs başından itibaren giren ve çıkan su miktarının artmasına bağlı olarak Mayıs ayında 121 güne düşmesiyle ilişkilendirilebilir. 2006 Mayıs numunesindeki zooplankton kompozisyonu muhtemelen örnekleme tarihinin 25 Mayıs olması sebebiyle 2004 yılı Mayıs'ından (05 Mayıs 2004) ziyade Haziran ayıyla benzerlik göstermektedir. Hem 2004 Haziran hem de 2006 Mayıs numunelerinde *Bosmina longirostris* ile *Pompholyx* sp.'de görülen patlamalar manalıdır. *Pompholyx sulcata* 2006 Mayıs'ta tüm istasyonlarda populasyonun % 20,2'sini teşkil edecek şekilde baskın hale gelmiştir. Bu benzerlikler barajda

zooplankton kompozisyonunda mevsime bağlı salınımlar olduğunu gösterir niteliktedir.

2005 – 2006 çalışmasının önceki çalışmadan farklılık gösterdiği noktalardan bir diğeri ise bu çalışmada Ekim’de % 11,2’lik yüksek bir oranda ve 3. baskın tür olarak ortaya çıkan *Ascomorpha saltans* türüdür. Bu türe Kasım 2005 ve Mayıs 2006 rneklemelelerinde de yüksek sıklıklarda ancak daha düşük yoğunluklarda rastlanmıştır. Homojen bir yayılış göstermek yerine sadece belli istasyonlarda ve özellikle de bu istasyonların 5 metre derinliklerde maksimum 338 birey/l’ye ulaşacak şekilde yüksek yoğunluklara ulaşmıştır. Literatürde bu türün ekolojisi ile ilgili fazla bilgi bulunmamakla birlikte May (1983)⁽²⁵⁴⁾ ve Berzins ve Pejler (1989)⁽²⁵⁵⁾ tarafından sıcak-stenotermik olarak tanımlanan ve yaz formları içerisinde değerlendirilen, Arora ve Mehra (2003)⁽²³⁴⁾ tarafından yine ilkbahar ve yaz başlangıcında görülmesi itibariyle sıcak stenotermik kabul edilen bu tür, amlıdere Barajı’nda da bu çalışmada olduğu gibi Ekim ayında yüksek yoğunluklara ulaşmıştır⁽²⁵⁶⁾. Sıcaklık ile pozitif ve önemli korelasyon ($p < 0,05$) gösteren tür, 2006 Mayıs’ında Kasım rneklemelelerine göre su sıcaklığı daha yüksek olmasına rağmen düşük miktarda bulunmuştur. Yapılan korelasyon analizinde klorofil-a ile arasında yüksek pozitif korelasyon ($p = 0,006$) tespit edilen türün ortaya çıkışındaki etkisini anlamak için fitoplankton kompozisyonunun da detaylı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir.

Larson ve ark. (2007)⁽²⁴⁰⁾ Crater Gölü’nde yaptıkları ve uzun yılları kapsayan çalışmalarında *Daphnia*, *Asplanchna* ve *Kellicotia* türlerinin bir arada bulduklarını, bu türler kaybolduğunda *Keratella cochlearis*,

Polyarthra, *Synchaeta oblonga* ve *Bosmina* türlerinin birlikte ortaya çıktıklarını, kopepodların bulunmadığını, balık otlanma etkisinin bu kompozisyonun oluşmasında etkili olabileceğini belirtmişlerdir. Benzer bir zooplankton tür kompozisyonunun gözleendiği Kapulukaya Baraj Gölü'nde bu kompozisyon balık baskısından kaynaklı olabileceği gibi aynı çalışmada da değinildiği üzere besin rekabeti ve türler arası etkileşimlerinde tür kompozisyonundaki katkısının büyük olduğunu düşündürecek ilişkiler bulunmuştur.

4.2.2. Litoral – pelajik izleme çalışması sonuçlarını değerlendirme

Kapulukaya Baraj Gölü'nde 2003 – 2004 yıllarında yapılan su kalitesi izleme çalışmasından elde edilen sonuçlar doğrultusunda gölde zooplankton popülasyonlarının yayılışlarının daha ayrıntılı incelenmesi ve anlaşılması amacıyla yapılan litoral ve pelajik izleme çalışmasında, ön araştırmalar sırasında barajda bazı kısımlarda önemli alanları kapladığı gözlenen sualtı bitkilerinin de bulunduğu kıyı şeridinin, zooplankton popülasyonları için önemi ve işlevi araştırılmıştır. Gölün kıyı şeridinin araştırmaya dahil edilmesindeki en önemli sebeplerden birisi, 2003-2004 yıllarında gölün nehir yatağı üzerindeki en derin pelajik 5 istasyon ve bu istasyonların farklı derinliklerden alınan zooplankton numunelerinde *Daphnia* türlerinden herhangi birine rastlanmamasıdır.

Büyük vücutlu yapıları ile tatlısu sistemlerinde sıklıkla belirleyici organizmalar olarak kabul edilen *Daphnia* türlerinin, suyu yüksek hızda filtre etme kapasiteleri nedeniyle su kalitesini belirlemede pek çok kladoser ve

rotifer türlerinden çok daha yüksek bir etkiye sahip oldukları bilinmektedir⁽²⁵⁷⁻²⁶⁰⁾. Sığ göllerde özellikle balık otlama baskısının yüksek olduğu durumlarda *Daphnia* gibi büyük vücutlu zooplankton türlerinin gündüzleri yatay göç yaparak besin bakımından dezavantajlı olmasına rağmen litoral bölgedeki bitkileri refüj olarak kullandığı, geceleri ise besin bakımından zengin açık suya göç ettiği pek çok çalışmada gösterilmiştir^(90,199). Baraj gölleri gibi derin göllerde ise genellikle dikey göç yaptığı bilinen bu türe⁽²⁶¹⁻²⁶³⁾ araştırma süresince hiçbir derinlikte rastlanmaması, gölün litoral bölgesinin bu tür tarafından refüj amaçlı kullanılıp kullanılmadığı sorusunu doğurmuştur.

Litoral – pelajik izleme çalışması kapsamında 2005 yılı Temmuz ve Ağustos örneklemeleriyle toplanan makrofit içi numuneleri de dahil olmak üzere, gölde 2005'in yaz ve sonbahar mevsimleri ile takip eden 2006 ilkbaharında litoral bölgelerden alınan hiçbir numunede *Daphnia* türüne rastlanmamıştır. Bu durum litoral bölgenin *Daphnia* türleri tarafından tercih edilmediğini ortaya koymuştur. Çalışmada Temmuz'da örneklenen S5-P istasyonunda düşük yoğunlukta *Daphnia galeata* türüne rastlanmıştır (0,0063 birey/l). Buna ek olarak, 2005 Ekim örnekleme itibarıyla litoral – pelajik izleme çalışmasıyla eş zamanlı olarak su kalitesi takip programının devamı niteliğinde pelajik istasyonların 5m, 10m, ve 15m derinliklerden toplanan zooplankton numunelerinde, Ekim (S5-15m; 0,5 birey/l), Nisan (S2-5m; 0,5 birey/l) ve Mayıs (S5-5m, 10m ve 15m; sırasıyla 3,0; 0,5 ve 1,0 birey/l) örneklemelerinde bu türe rastlanmıştır.

Daphnia türüne özellikle Ekim'de S5-15'te rastlanması düşündürücüdür. Bu tarihte S5 istasyonunda 7m'den daha derin kısımlarda

oksijen miktarı 3 mg/l'nin altında, 15m derinlikte ise 1,73 mg/l olarak ölçülmüştür. Bu durum, Wright ve Shapiro'nun (1990)⁽²⁶⁴⁾ *Daphnia*'nın balık baskısından kaçmak için hipolimniyonu refüj olarak kullanmasıyla ilgili tanımladığı sıcaklık, oksijen ve ışık farklılıklarını akla getirmektedir. Wright ve Shapiro (1990)⁽²⁶⁴⁾, hipolimniyonun *Daphnia* tarafından refüj amaçlı kullanılabilmesi için, dikey sıcaklık farkının 10 °C'den yüksek olması, ışık miktarının gün ortasında balığın görerek avlanmasına engel olacak düzeyde düşük olması (< % 0,1) veya oksijenin 3 mg/l'den düşük olması gerektiğini belirtmiştir. Bu tarihte istasyonda Secchi derinliğinin 5,05 m, yüzey ile 15m arasında sıcaklık farkının ise 3 °C'nin altında ölçülmesi, yukarıdaki tanıma göre bu iki değişkenle ilişkili refüj olasılığını ortadan kaldırmaktadır. Bu durumda, başka çalışmalarda da belirtildiği üzere⁽²⁶³⁾, *Daphnia*'nın bu derinlikte bulunması bu türün hayatta kalmasına izin veren (>1 mg/l O₂) ancak balıklar için çok düşük olan (<3 mg/l O₂) oksijen konsantrasyonunda balıktan saklandığı şeklinde açıklanabilir.

Daphnia türüne rastlanan istasyonlarda besin miktarının 0,001 ila 0,005 mg/l klorofil-a değerleriyle düşük seviyelerde olması diğer istasyonlarda bu türün bulunmayışının besin miktarıyla ilgili olmadığını düşündürmektedir. Özellikle yukarıdan aşağı kontrolün etkili olduğu durumlarda besin miktarının düşük olmasının *Daphnia* gibi otlama ve büyüme hızı yüksek organizmalar için besin sınırlaması anlamına gelmeyebileceği⁽²⁶⁵⁾ belirtilmiştir. Buna ek olarak, Mayıs'ta türün tespit edildiği 5m, 10m ve 15m derinliklerde klorofil-a miktarları düşük olmasına rağmen (Sırasıyla; 0,002; 0,001 ve 0,001 mg/l) gölde tek baskın kladoser türü olan *Bosmina longirostris* türünün bu numunelerde sırasıyla 480,0, 146,5 ve 86,5 birey/l yoğunluklarda

tespit edilmesi, besin miktarının yetersiz olmadığını, ancak besin türünün veya kalitesinin *Daphnia* için uygun olmayabileceğini akla getirmektedir. Nitekim, 2003-2004 yıllarına ait verilerle yapılan analizlerde *Daphnia*'nın besin olarak iyi kullanamadığı⁽²⁴¹⁾ ve Kapulukaya Baraj Gölü'nde yaygın ve yüksek biyohacimlerde bulunan Pyrrophyta grubuna ait büyük hacimli flagellatların miktarı ile *Bosmina longirostris* türü arasında tabakalaşma dönemlerinde bulunan pozitif ve yüksek korelasyonlar ($p < 0,01$), bu türün otlanabildiği besin grupları bakımından *Daphnia* türlerine karşı önemli bir avantaja sahip olduğunu gösterir niteliktedir.

Daphnia ve *Bosmina* türlerinin benzer büyüklüklerdeki fitoplanktonlarla beslendikleri için besin rekabeti içinde oldukları⁽²⁴¹⁾, ancak *Bosmina* türünün büyük boy aralığındaki flagellatlarla beslenebildiği için *Daphnia* türlerine karşı avantaj sağladığı⁽²⁴¹⁾; buna ek olarak balık avlanma baskısına karşı, özellikle balık türünün seçici olarak beslendiği durumlarda *Daphnia*'dan daha avantajlı konuma geçtiği yapılan çalışmalarda belirtilmiştir^(266,267). Kapulukaya Baraj Gölü'nde 2003-2004 takip çalışmasında tespit edildiği üzere Nisan ayından başlayarak etkili hale gelen ve yaz dönemlerinde yoğunluğunu artıran siyanobakter popülasyonlarının da *Bosmina longirostris* türü lehine bir durum oluşturduğunu belirtmek gerekir. Nitekim DeMott ve Kerfoot (1982)⁽²³⁶⁾ bu türün siyanobakter patlamalarıyla birlikte yaşayabildiğini ve bunu da beşinci uzuv çiftiyle onları seçip kaçınarak başardığını belirtmişlerdir. *Bosmina longirostris* türünün düşük besin koşullarında *Daphnia* türlerine kıyasla daha etkili karbon üretimi yapabiliyor olması da⁽²⁶⁸⁾ *Daphnia* türleri karşısındaki avantajını artıran özelliklerindedir. Toplamda *Bosmina longirostris* ile *Daphnia* türleri Kapulukaya Baraj Gölü için

karşılaştırılacak olursa, *Bosmina longirostris* türünün daha küçük vücutlu olması itibariyle olası balık baskısına karşı daha avantajlı olması, siyanobakterle birlikte varlığını sürdürebilmesi, düşük besin konsantrasyonlarında hayatta kalma becerisinin daha üstün olması ve *Daphnia* tarafından etkili bir şekilde kullanılamayan flagellatlar üzerinden beslenebiliyor olması bakımından avantajlı konumda olduğu görülmektedir.

Çalışma sırasında gölde gruplar halinde dolaştığı gözlemlenen ve egzotik bir balık türü olan *Atherina boyerii* (Risso 1810) türünün, tatlı sularda genellikle kopepod ve kladoserlerle beslendiği⁽¹²¹⁾, temin etmesi kolay türleri tercih ettiği, ancak en verimli olan avı da seçebildiği (Yoğun olmasına rağmen rotiferlerle beslenmemesi gibi) belirtilmiştir. Chrisafi ve ark. (2007)⁽²³⁹⁾ yaptıkları mide analizlerinde Trichonis Gölü'nde bu balık türünün *Dreissena polymorpha* gibi kabuklu organizmaları, ya da büyük vücutlu kopepod ve kladoserleri tercih ettiğini ortaya koymuşlardır. Aynı çalışmada ayrıca bu balık türünün beslenme aktivitesini muhtemelen gölün yüzeyinde gerçekleştiriyor olabileceği belirtilmiştir. Kapulukaya Baraj Gölü'nde de söz konusu olan olası balık baskısı hem litoral hem de pelajikte zooplankton populasyonunda dikkat çekici bir diğer unsur olan düşük kopepod populasyon yoğunluğunu da açıklar niteliktedir. Siklopidlerin 2005-2006 örneklemede bazı istasyonlarda özellikle 10 ve 15 metre derinliklerde nispeten yüksek yoğunluklara ulaşması da yüzeyde yoğun olabilecek balık baskısıyla ilişkilendirilebilir. Sonuç olarak, i) rotiferlerin yoğunluk bakımından genellikle % 90'ın üzerinde baskın durumda olduğu; ii) *Bosmina longirostris* türü haricindeki kladoserlerin nadiren tespit edildiği; iii) kopepod türlerinin ise düşük yoğunluklarda bulunduğu Kapulukaya Baraj Gölü'nde, *Daphnia* türüne

çok nadir ve düşük yoğunluklarda rastlanmasının, hem balık baskısı hem de besin miktarı ve kalitesinin birlikte etkisinden kaynaklanıyor olabileceği söylenebilir.

Litoral – pelajik izleme çalışmasında elde edilen sonuçlar, özellikle su kalitesi izleme çalışması için sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde alınan numuneler üzerinden değerlendirildiğinde, barajda en yüksek zooplankton populasyon yoğunluklarının 5 metre derinliklerde tespit edildiği (Şekil 3.13), hem litoralde hem de pelajikte yüzey numunelerinin populasyonu temsil etmede yetersiz olduğu anlaşıldı. Makrofit içi numunelerinde toplandığı Temmuz ve Ağustos örneklemelerinde yüzey haricinde numune bulunmadığı için yaz dönemindeki ağırlıklı populasyon yoğunluklarının derinliği bilinmemektedir.

Makrofit içi ve dışı numunelerde yine rotiferlerin zooplankton populasyonunun yaklaşık % 95'ini temsil ettiği ve bu temsilin öncelikle *Hexarthra intermedia* olmak üzere sırasıyla *Polyarthra vulgaris* ve *Synchaeta pectinata* olarak 3 rotifer türünden kaynaklandığı görüldü (Şekil 3.2). Bu verilere benzer şekilde, 2003 – 2004 yüzey örneklemelerinde ilkbaharda çok düşük yoğunluklarda olmasına rağmen, tabakalaşmanın olduğu yaz döneminde belirgin olarak yüzeyde yüksek yoğunluk yüzdelerine ulaşan *Hexarthra intermedia* türü ve bu türle birlikte katkıları bu yıllarda 2005 yılına göre çok daha fazla olan *Polyarthra vulgaris* ve *Synchaeta pectinata* türlerinin birlikte yüzey populasyonunun yaklaşık % 73'ü (T1) ve % 80'ini (T2) teşkil etmeleri, gölde zooplankton populasyonunu belirlemede hakim olan etkenlerin 2005 yılında da benzer olduğunu düşündürmektedir.

2005 Temmuz ve Ağustos örneklemelerinde pelajikte olduğu gibi, makrofit içi ve dışını kapsayan litoral bölgede de zooplankton popülasyonunun büyük bölümünü *Hexarthra* sp.'nin teşkil ettiği tespit edildi. 2005 – 2006 çalışmasında örneklenen litoral ve pelajik tüm istasyonlar için yapılan analizlerde önceki çalışmada olduğu gibi *Hexarthra* sp., ÇİN ve alkalinite ile negatif; oksijen, sıcaklık ve pH ile ve önceki çalışmadan farklı olarak iletkenlik, TÇKM ve tuzluluk ile pozitif önemli korelasyonlar ($p < 0,05$) gösterdi. Barajda hem litoralde hem de pelajikte türün varlığı hacmin en yüksek olduğu ve aynı zamanda da su bekleme süresinin de en düşük olduğu Temmuz ve Ağustos aylarıyla ilişkili görünmektedir. Olası balık baskısının özellikle yüzeyde çok yüksek düzeyde olduğu düşünülen bu aylarda bu türün hem niş farklılıklarından dolayı, hem de balık avlanmasına karşı etkili olan kaçma mekanizmaları sayesinde sisteme uyum sağladığı düşünülmektedir.

Temmuz ve Ağustos 2005 örneklemelerinde *Potamogeton perfoliatus* su altı bitki türü içerisinde toplanan numunelerde bitkiyle birlikte yaşayan ve düşük yoğunluklarda tespit edilen *Eurycercus lamellatus* gibi türler haricinde *Daphnia* gibi büyük vücutlu kladoserlere rastlanmaması, fiziksel yapı olarak refüje çokta olanak sağlamayan bu bitki türünün *Daphnia* tarafından gündüz balık baskısından kaçma amaçlı sığınak olarak kullanılmadığını göstermiştir. Bunda yavru balıklarında avcı balıklardan saklanmak amacıyla bitki gruplarını sığınak olarak kullanması etkili olabileceği gibi⁽²⁷⁰⁾ bitki türünün yapısı⁽²⁷¹⁾ bitki grubunun kapladığı alanın büyüklüğü⁽²⁷²⁾, yoğunluğu⁽²⁷³⁾ ve gölün trofik durumu da⁽²⁷²⁾ önemli unsurlardır. Nitekim, Jeppesen ve ark. (1997)⁽²⁷⁴⁾, yüksek ışık geçirgenliği, düşük besin konsantrasyonları ve bitki

yoğunluğunun az olması gibi faktörlerin balık av baskısını artırdığını belirtmişlerdir.

Barajda 2005 Ekim ve Kasım örneklemelerinde zooplankton popülasyonu, rotiferlerden *Polyarthra vulgaris*, *Synchaeta pectinata*, *Synchaeta littoralis*, *Ascomorpha saltans* ile kladoserlerden yine *Bosmina longirostris* türleri tarafından temsil edilmiştir. Ekim numunelerinde hem litoral – pelajik numunelerinde, hem de pelajik istasyonların dikey numunelerinde tür yoğunluğu benzer şekilde görülmüştür (Şekil 3.7 ve Şekil 3.15). Kasım'da ise baskın türlerde değişiklik olmamakla birlikte, yüzeydeki tür yüzdeleri dikey numunelerde oldukça farklı bulunmuştur. *Synchaeta littoralis* ve *Polyarthra vulgaris* türlerinin niş farklılıkları sebebiyle benzer besin aralığında otlandıkları *Synchaeta pectinata* ve *Bosmina longirostris* türlerinden farklı derinliği tercih ettikleri söylenebilir. Nisan ve Mayıs'ta da yine yüzey numuneleri istasyondaki toplam zooplankton popülasyonunu doğru oranlarda temsil etmemektedir (Şekil 3.7 ve Şekil 3.15). *Bosmina longirostris* türü 2005-2006 örneklemelerinde, hem litoral – pelajik numunelerde, hem de dikey numunelerde barajın yukarı kısmındaki S1 ve S2 istasyonlarında daha yoğun olarak bulunmuştur. Bu tür tarafından besin olarak kullanılabilen ve su bekleme süresinin düşük olduğu bu aylarda barajın girişine yakın istasyonlarda daha yüksek olan besin ve askıda bulunan döküntü ve bakterilerle ilişkili olduğunu düşündürecek şekilde, toplam fosfor ve klorofil-a'nın yanı sıra, bulanıklık ve askıdaki katı madde miktarı ile *Bosmina longirostris* arasında pozitif ve yüksek korelasyonlar görülmüştür ($p < 0,05$).

Zooplankton türlerinin mevsimlere göre önemli farklılıklar göstermesi ve litoral ve pelajik numunelerin birbirinden belirgin olarak ayrılmaması, Canoco grafiklerinde de ortaya çıktığı üzere (Şekil 3.9), litoral – pelajik örneklemelemlerde istasyonlardan ziyade mevsimlere bağılı bir ayrımın söz konusu olduğunu gösterir niteliktedir. Bu ayrımında etkili olan değişkenler içerisinde öncelikli olarak suyun besinlerle ilgili kimyasal özelliklerinden ziyade, sıcaklık, oksijen, alkalinite gibi fiziksel özelliklerinin, takiben azot, sülfat ve silikat gibi kimyasal değişkenlerin etkili olduğu görünmektedir (Şekil 3.10).

4.3. Genel Değerlendirme

Kapulukaya Baraj Gölü'nde, su kalitesiyle birinci derecede ilişkili olan fitoplankton miktar ve kompozisyonları ve bunu kontrol eden abiyotik (Fiziksel; karışım, tabakalaşma, AKM, bulanıklılık, sıcaklık vb. ve kimyasal; besin tuzları, sıcaklık, pH vb.) ve biyotik (Zooplankton ve fitoplankton) faktörler zamana ve gölün farklılaşan bölgelerine göre incelenmiştir.

Fitoplankton miktarı (Klorofil-a), doğal göllerde karşılaşılan maksimum miktarlar dikkate alındığında daha düşüktür ve bu durum baraj göllerinin bulanıklılık ağırlıklı temel karakterleriyle bağıdaşır bir durumdur.

Fitoplankton kompozisyonu, karışım dönemi dışında büyük vücutlu siyanobakter ve dinoflagellat cins ve türlerinin baskın olduğu süksesyona sahiptir. Özellikle, siyanobakter cinsi olan *Aphanothece* sp.'nin ve nispeten daha düşük seviyede de olsa dinoflagellat bireyleri olan *Peridinium aciculiferum* ve *Ceratium hirundinella*'nın yaygın ve sık bulunuşu karakteristik

bir şekilde öne çıkmaktadır. *Aphanothece* sp.'nin başarısı, ortamda yüksek miktarlarda bulunan ve bir çok siyanobakter türüne toksik özelliği taşıyan sülfata karşı geliştirebildiği fizyolojik adaptasyonun sonucu olarak ortaya çıkmış ekolojik bir başarı olarak değerlendirilmiştir. *Peridinium* sp. ve *Ceratium* sp. gibi dinoflagellat türler ise miksotrofik özellikleri nedeniyle baraj göllerinde yaygın olarak bulunmakla birlikte, Kapulukaya Barajı'nda bulunuşları ve süksesyonları diğer bazı miksotrofik karakterli türlere göre (*Dinobryon* sp.) tabakalaşma ve karışım gibi fiziksel faktörler tarafından belirlenmektedir. Örneğin, *Peridinium aciculiferum* ve *Ceratium hirundinella*, tabakalaşma esnasında hakim olurken, yine miksotrof özelliğe sahip *Dinobryon* sp. karışım esnasında patlama yapacak şekilde artışlar göstermiştir. Ancak, burada türlerin birbirlerine olan başarılarının açıklanmasında sadece tek bir özelliğin kullanılması doğru değildir. Nitekim, örneğimizde açıklanan *Dinobryon* sp.'nin karışım dışında ayrıca düşük fosfor konsantrasyonlarında (veya yüksek azot/fosfor oranlarında) avantajlı hale geçtiği başka çalışmalarda sıklıkla kaydedilmektedir ki, bizim çalışmamızda karışım döneminde azalan fosfor konsantrasyonları da bu değerlendirmeye uyumlu haldedir. O halde, şu genel sonucu söylemek mümkündür. Gölde, türlerin süksesyonu ve böylece fitoplankton komünite yapısının şekillenmesi, öne çıktığı ve tetikleyici olduğu saptanan bazı çevresel faktörlerle birlikte bunları destekleyen diğer çevre faktörlerinin etkisiyle ortaya çıkan optimum şartların sonucu olarak belirlenmektedir.

Kapulukaya Barajı'nda, ortaya çıkan zooplankton kompozisyonu, otlama etkisi ile fitoplankton kompozisyonu üzerinde etkili olabilecek bir karaktere sahip gözükmemektedir. Rotifera grubunun hakim olduğu ve

Cladocera grubundan yine küçük vücutlu türlerin bulunuşu muhtemel balık baskısını ima etmektedir. Gölde 2003-2004 yıllarında yapılan ve gölün sadece pelajik yatay düzlemini içeren zooplankton örneklemeleri, zooplanktonun kıyı makrofit yataklarına balık predasyonundan kaçmak üzere göç ederek saklanmış olabileceği ihtimalini araştırmak üzere, 2005-2006 yılları arasında bu bölgeleri de kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Bu örneklemelerin sonucunda, zooplankton kompozisyonunun farklı olmadığı anlaşılmış ve balık predasyonunun gölün tamamını kapsayacak şekilde çok yoğun ve etkili olabileceğini veya zooplanktonun besinini teşkil eden fitoplankton tarafından belirlenmiş olma ihtimalini akla getirmiştir. Besin zincirindeki etkileşimlerin tek yönlü olmadığı düşünülürken, fitoplanktonun mu zooplanktonu belirlediği yoksa balık popülasyonlarının predasyon etkisi nedeniyle bu şekilde ortaya çıkmış olma ihtimali olan zooplanktonun mu böylece yetersiz kaldığı, halen cevaplanamayan sorular arasındadır. Bu soruları çözebilmek amacıyla, çalışmamız kapsamında, bazı yetersizlikler nedeniyle gerçekleştirilemeyen balık popülasyonuna ait belirlemelerin yapılması ve buna bağlı olarak ilgili biyomanipulasyon uygulamalarına (Planktivor balık uzaklaştırılması ve karnivor miktarının desteklenmesi) başvurulabileceği, böylelikle de muhtemel bir balık predasyonu etkisinin azaltılabileceği düşünülebilir. Şayet, aynı veya benzer (Fitoplankton otlamasında etkisiz) zooplankton kompozisyonu varlığını sürdürecektirse, zooplankton üzerinde fitoplanktonun yenilenemez niteliğinin sürdüğü ve bunu da aşağıdan-yukarı yöndeki fiziksel ve kimyasal (Besin tuzları) özelliklerin belirlediği ortaya çıkacaktır. Bu durumda, gölde su kalitesini iyileştirme

konusunda başvurulacak yöntemlerin besin zincirinin en alt basamaklarıyla ilgili olarak planlanması gerekecektir.

Gölde, siyanobakter popülasyonu arasında bazı toksik türlerinin yaygın olarak bulunmamasını içme suyu kalitesi açısından olumlu bir durum olarak değerlendirmek gerekmektedir. Ancak, doğrudan zararlı bu türler arasında sayılabilecek olan, *Anabaena* sp., *Microcystis* sp. ve özellikle *Cylindriospermopsis* sp. nin çok düşük miktarlarda da olsa zaman zaman numunelerde gözlenmesi bu konuda potansiyel bir tehlikenin halen var olduğuna işaret etmektedir. Bu konuyla ilgili olarak, göldeki bu toksik türlerin laboratuvar ortamında kültürü yapılarak, gerek genetik olarak suşlarının belirlenmesi, gerekse toksinlerinin teşhis edileceği deneylerin kurgulanması, gelecekte muhtemel tehlikeleri önceden tanımlayıp hazırlıklı olabilmek açısından önemli gözükmektedir.

Kapulukaya Baraj Gölü'nde su kalitesini iyileştirmek amacıyla başvurulacak uygulamalar arasında, Baraj Gölü'nün hidrolojik rejimine ilişkin değişiklikler de bulunmaktadır. Gölde uzun süreli yaşanan tabakalaşmanın belirleyici olduğu ortaya çıkan ve buna uyumlu siyanobakter ve dinoflagellat ağırlıklı fitoplankton kompozisyonunun olduğu durumdan, karışım döneminde gelişen ve daha iyi su kalitesine işaret eden türlerin olduğu duruma geçişi sağlamak üzere, giren ve çıkan suyun yıl içindeki miktarları düzenlenebilir. Bu öngörünün tüm göldeki uygulamasına geçilmeden önce küçük ölçekli laboratuvar denemeleri veya gölde kurulacak havuz denemeleriyle test edilmelidir. Ancak, bu ekolojik yaklaşım Kapulukaya Baraj Gölü'nün kullanım amaçlarıyla ilgili başka bir problem nedeniyle uygulanması

zor seçeneklerden biridir. Şöyle ki, Baraj Gölü'nün birinci derecedeki kullanım amacı elektrik üretimidir ve istenilen miktarda elektrik üretimi için su salınmasının kontrollü olması ve çanaktaki potansiyel enerji için yeteri kadar su kalması gerekmektedir. Bu nedenle, içme suyu eldesi ve elektrik üretimi gibi iki farklı amaçla kullanılan bu gölün ancak entegre bir yaklaşımla yönetilerek her iki amaç için optimum bir durum oluşturması sağlanabilir.

5. KAYNAKLAR

1. P.H. Gleick: Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, **2**, 817-823 (1996)
2. J. Kamil. Al-Ahram Weekly, 16 - 22 September, Issue No. 708 (2004)
3. B. Moss. Ecology of freshwaters: Man and Medium, 2nd. edition, Blackwell Scientific Publications, Oxford, (1988)
4. Online Encyclopedia, Microsoft® Encarta® <http://encarta.msn.com> © 1997-2005 Microsoft Corporation (2005) (Erişim: 01.06.2009)
5. J.G. Tundisi and T. Matsumura-Tundisi. Hydrobiologia, **500** (1-3), 231-242 (2003)
6. UNEP. Lakes and Reservoirs Similarities, Differences and Importance. The Short Series Volume 4 on Planning and Management of Lakes and Reservoirs (2000)
7. H.F. Henderson, R.A. Ryder and W. Kudhongania. J. Fish Res. Board Can., **30**, 2000-2009 (1973)
8. R.F. Carline. Indices as predictors of fish community traits. Pages 46-56 in Hall, G.E. and Van Den Avyle, M.J., eds. Reservoir fisheries management : Strategies for the 80' s. Am. Fish Soc., Bethesda, MD. (1986)
9. D.M. Soballe and B.L. Kimmel. Ecology, **68**, 1943-1954 (1987)
10. B.L. Kimmel, O.T. Lind and L.J. Paulson. Pages 133-195 in Thornton, K.W., Kimmel, B. L. and Payne, F. E. eds. Reservoir Limnology: Ecological Perspectives. John Wiley and Sons, Inc. New York, NY (1990)

11. M. Straskraba and J.G. Tundisi. Guidelines of lake management Reservoir water quality management. International Lake Environment Committee Foundation, **9**, (1999)
12. J.G. Tundisi. Reservoir Management: Integration of Criteria Considering Environment and Use. Mediterranean Agronomic Institute of Zaragoza (2003)
13. R.H. Kennedy, K.W. Thornton and D. Ford. Characterization of the reservoir ecosystem. Pages 27-38 in D. Gunnison, ed. Microbial processes in reservoirs. Dr. W. Junk Publishers, Boston, MA (1985)
14. .H. Kennedy, K.W. Thornton and Jr.R.C. Gunkel. Can. Wat. Res. J., **7**, 71-87 (1982)
15. K.W. Thornton, R.H. Kennedy, J.H. Carrol, W.W. Walker, R.C. Gunkel, and S. Ashby. Reservoir sedimentation and water quality - A heuristic model. Pages 654-661 in H.G. Stefan, ed. Proceedings of the symposium on surface water impoundments (1981)
16. UNESCO/WHO/UNEP. Water Water Quality Assessments -A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring - Second Edition. Great Britain at the University Press, Cambridge, p. 651 (1996)
17. J.A. Gordon and R.M. Bekel. Suspended sediment characteristics of Lake Cumberland, Kentucky. Pages 259-264. In Proc. N. Am. Lake Mgt. Soc. 1. (1985)
18. M.C. Geddes. Aust. J. Mar. Freshwat. Res., **35**, 399-415 (1984)
19. W.W. Walker. A simplified method for predicting phosphorus gradient potential in reservoirs, prepared for Environmental Laboratory. EWQOS Work Unit 1-E, Working paper No. 10. USAE Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS (1982)
20. R.H. Kennedy, K.W. Thornton and J.H. Carrol. Suspended sediment gradients in Lake Red Rock. Pages 1318-1328 in H.G. Stefan, ed.

- Proceedings of the symposium on surface water impoundments. Amer. Soc. Civil Eng. New York, N.Y. (1981)
21. D.E. Canfield and R.W. Bachmann. *Can.J.Fish. and Aq.Sci.*, **38**, 414-423 (1981)
 22. M. Straskraba. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **26**, 193-209 (1996)
 23. D.W. Schindler. *Science*, **195**, 260-262 (1977)
 24. J. Holas, M. Holas and V. Chour. *Water Sci. Technol.*, **39** (12), 207-214 (1999)
 25. S.R. Carpenter and J.F. Kitchell. *The trophic cascade in lakes*, Cambridge: Cambridge University Press (Cambridge Studies in Ecology) (1993)
 26. J. Shapiro. *Hydrobiologia*, **200/201**, 13-27 (1990)
 27. G.A. Polis and K.O. Winemiller. *Food webs: integration of patterns and dynamics*, New York, Chapman and Hill, (1996)
 28. M. Straskraba. *Limnological basis for modelling reservoir ecosystems*. In: W. C. Ackerman, F. G. White & E. B. Worthington (eds.), *Man Made Lakes: Their Problems and Environmental Effects*. American Geophysical Union, Washington, D. C., *Geophys. Monogr.*, **17**, 517-535 (1973)
 29. L. Moore and K.W. Thornton. *Lake and Reservoir Restoration Guidance Manual*. United States Environmental Protection Agency EPA-440/5-88-002, Washington, D.C. (1988)
 30. J.A. Dendy. *J. Tenn. Acad. Sci.*, **20**, 114-131 (1945)
 31. S.A. Retting. *Limnological reconnaissance of Shasta Lake- Shasta County, California, March 1977- Sept. 1978*. Pages 1474-1483 in H. G. Stefan, ed. *Proceedings of the symposium on surface water impoundments*. Amer. Soc. Civ. Eng., New York, NY, (1980)
 32. J. Hrbacek, L. Prochazkova, V. Straskraboua-Prokesova and C.O. Junge. *Hydrobiol. Stud.*, **1**, 7-40 (1966)

33. R.L. Eley. Physiochemical limnology and community metabolism of Keystone Reservoir, OK. Ph.D. Thesis, Oklahoma State University, Stillwater, OK. p. 240 (1967)
34. T.G. Haberle. The spatial and temporal pattern of depletion of hypolimnetic dissolved oxygen in Canyon Reservoir, Texas. M. S. Thesis, Southwest Texas State University, San Marcos (1981)
35. J.W.G. Lund, F.J.H. Mackereth and C.H. Mortimore. Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. Ser., B **246**, 255-290 (1963)
36. D.C. Lasenby. Limnol. Oceanogr., **20** (6), 993-999 (1975)
37. P.M. Cangialosi. A phosphorus budget and lake models for lake Ozania. M.S. Thesis, Civ. Envir. Eng. Dept. Clarkson College of Tehnology, Potsdam, N.Y. p. 68 (1976)
38. C.J. Lepak. Limiting nutrient and trophic level determination of Lake Ozonia by algal assay procedure. M.S. Thesis, Clarkson College of Technology, Potsdam, NY, p. 71 (1976)
39. T.M. Cole and H.H. Hannan. Dissolved Oxygen Dynamics. Pages 71-109 in Thornton, K.W.,B.L. Kimmel, and F.E. Payne (eds.). Reservoir Limnology: Ecological Perspectives. John Wiley and Sons, Inc. New York, N.Y. (1990)
40. R.P. Barbiero, W.F. James and J.W. Barko. Internationale Revue der gessamten Hydrobiol., **82**, 531-543 (1997)
41. D.B. Martin and R.D. Arneson. Freshwat. Biol., **8**, 33-42 (1978)
42. R.H. Kortmann, D.D. Henry, A. Kuether and S. Kaufman. Hydrobiologia, **92**, 501-510 (1982)
43. S.W. Effler, M.C. Wodka, C.T. Driscoll, C. Brooks, M. Perkins and E.M. Owens. ASCE J. Environ. Eng., **112**, 617-622 (1986)
44. D.M. Livingstone and G. Schanz. Arch. Hydrobiol., **136**, 217-236 (1994)
45. M. Straskraba. Limnologica, **17**, 239-249 (1986)

46. M. Jurdi, S.I. Korfali, Y. Karahogopian and B.E. Davies. *Environ. Monit. Assess.*, **77** (1), 11-30 (2002)
47. C.F. Mason. *Biology of Freshwater pollution*, Longman, London, p. 351 (1991)
48. H.L. Bergman, R.A. Kimerle and A.W. Maki. *Environmental hazard assesment of effluents*. Pergamon Press, New York. p. 366 (1986)
49. Y.C. Chen and M.H. Chen. *J. Food Drug Anal.*, **9** (2), 107-114 (2001)
50. R.A. Vollenweider. *Syp. Biol. Hung.* 38. In : *Conservation and Management of Lakes* (Eds), J. Salaniki, S. Herodek (1989)
51. T. Kira. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* **52**, 1-7 (1993)
52. B. Henderson-Sellers and H.R. Markland. *Decaying lakes, The origins and control of cultural eutrophication*, John Wiley and Sons, p. 264 (1987)
53. G.D. Cooke, E.B. Welch, S.A. Peterson and P.R. Newroth. *Lake and Reservoir restoration*. Butterworth, Boston, (1986)
54. E. Jeppesen, P. Kristensen, J.P. Jensen, M. Sondergaard, E. Mortensen and T. Lauridsen. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* **48**, 127-148 (1991)
55. E. Jagtman, D.T. van der Molen and S. Vermij. *Hydrobiologia* **233**, 187-196 (1992)
56. M. Straskraba, J.G. Tundisi and A. Duncan. *Comparative Reservoir Limnology and Water Quality Management*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 291 (1993)
57. C.S. Reynolds and A.E. Walsby. *Biol. Rev.* **50**, 437-481 (1975)
58. R.D. Gulati, K. Siewertsen and G. Postema. *Hydrobiologia*, **95**, 127-163 (1982)
59. J. Shapiro, B. Forsberg, B. Lamarra, G. Lindmark, M. Lynch, E. Smeltzer and G. Zorro. *Experiments and experiences in biomanipulation: studies biological ways to reduce algal abundance and eliminate blue-greens*. Interim Report No.19 of the Limnological

- Research Centre, Univ. of Minnesota, Minneapolis, Minnesota. p. 251 (1982)
60. I. Tuzun. Eutrophication and its control by biomanipulation. PhD thesis, Essex University (1993)
 61. I. Tuzun and C.F. Mason. *Hydrobiologia* **331**, 79-95 (1996)
 62. B. Moss. *Hydrobiologia*, **200/201**, 367-377 (1990)
 63. M. Beklioglu, O. Ince and I. Tuzun. *Hydrobiologia*, **490** (1-3), 93-105 (2003)
 64. M. Straskraba. *Ecol. Eng.*, **2**, 311-331 (1993)
 65. G. Başaran. Kapulukaya Baraj Gölü'ndeki (Kırıkkale) fiziksel ve kimyasal değişikliklerin su kalitesine ilişkin değerlendirilmesi. Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (2005)
 66. O. Kök. Kapulukaya Baraj Gölü'ndeki zooplankton populasyonunun mevsimsel ve uzaysal dağılımının incelenmesi. Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (2005)
 67. R.G. Perkins and G.J.C. Underwood. *Water Res.*, **34** (3), 713-724 (2000)
 68. E.J. González, M. Ortaz, C. Penaherrera and A. Infante. *Hydrobiologia*, **522**, 301-310 (2004)
 69. M. Yılmaz. Kapulukaya Baraj Gölü (Kırıkkale)'nde yaşayan sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) ve in balığı (*Capoeta tinca* (Heckel, 1843))'nın biyo-ekolojik özellikleri. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (1994)
 70. T. Matsumura-Tundisi, S.N. Leitão, L.S. Aguenta and J. Miyahara. *Rev. Brasil. Biol.* **50**, 923–935 (1990)
 71. A. Duncan and R.D. Gulati. *Verh. int. Ver. Limnol.* **21**, 1001–1008 (1981)

72. M.G. Nogueira and T. Matsumura-Tundisi. *Acta Limnol. Brasil.*, **8**, 149–168 (1996)
73. İ. Tüzün. Çubuk II Baraj Gölü'nde besin zinciri ilişkilerinin su kalitesi üzerindeki etkilerinin araştırılması. Sonuç Raporu. Ankara Üniversitesi Rektörlüğü Araştırma Fon Müdürlüğü (2002)
74. J. Ringelberg. *J. Plankton. Res.*, **13**, 17-25 (1991)
75. W. Lampert. *Arch. Hydrobiol. Beigh. Ergebn. Limnol.*, **39**, 79-88 (1993)
76. G.R. Marzolf. Reservoirs as environments for zooplankton. In Thornton, K.W., Kimmel, B.L. & Payne, F.E. (eds), *Reservoir Limnology: Ecological Perspectives*. John Wiley and Sons, New York: 195–208 (1990)
77. L.F.M. Velho, F.A. Lansac-Tôha, C.C. Bonecker, L.M. Bini and D.C. Rossa. The longitudinal distribution of copepods in Corumbá Reservoir, State of Goiás, Brazil Lopes, R.M., Reid, J.W. and Rocha, C.E.F. (eds), *Copepoda: Developments in Ecology, Biology and Systematics .Hydrobiologia*, **453/454**, 385–391 (2001)
78. O. Ferrara, D. Vagaggini and G. Margaritora. *J. Limnol.*, **61** (2), 169-175 (2002)
79. T.J. Canfield and J.R. Jones. *J. Freshwat. Ecol.*, **11**, 171-181 (1996)
80. E.L.G. Espindola, T. Matsumura-Tundisi, A.C. Rietzler and J.G. Tundisi. *Rev. Bras. Biol.* **60** (2) 179-194 (2000)
81. M.J. Fernandez-Rosado and J. Lucena. *Hydrobiologia* **455**, 157-170 (2001)
82. I.C. Duggan, J.D. Green, K. Thompson and R.J. Shield. *Freshwater Biol.* **46**, 777-786 (2001)
83. M.G. Nogueira. *Hydrobiologia*, **455**, 1–18 (2001)
84. S. Vizzini and A. Mazzola. *J. Fish Biol.*, **60** (6), 1498-1510 (2002)
85. J.G. Pajuelo and J.M. Lorenzo. *Environ. Biol. Fish.*, **59** (1), 91-97 (2000)

86. M. Walls, M. Rajasilta, J. Sarvala and J. Salo. *Limnologica* (Berlin), **20** (2), 253-258 (1990)
87. Jr.B.T. De Stasio. *Bulletin of Marine Science* **53** (1), 44-64 (1993)
88. T.L. Louridsen and I. BuenkArch. *Hydrobiologia* **137** (2), 161-176 (1996)
89. E. Jeppesen. The ecology of shallow lakes – trophic interactions in the pelagic. NERI Report 247. Ministry of Environment and Energy, National Environmental Institute, Silkeborg, Denmark, p. 358 (1998)
90. R.M. Timms and B. Moss. *Limnol. Oceanogr.* **29** (3), 472-486 (1984)
91. C. Yılmaz. Kızılırmak Deltasında meydana gelen erozyonun coğrafi analizi. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu TURQUA-V, İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü (2-5 Haziran) 227-334 (2005)
92. İ. Tüzün, S. Soyupak, Ö. İnce and G. Başaran. *Int. J. Ecol. Dev.*, **7** (S07), 5-21 (2007)
93. H. Kılıç, S. Soyupak, İ. Tüzün, Ö. İnce and G. Başaran. *Ecol. Model.*, **201** (3-4), 359-368 (2007)
94. S. Soyupak, G. Başaran, Ö. İnce, İ. Tüzün. *Türk Sucul Yaşam Dergisi, Ulusal Su Günleri 2007.* **3-5** (5-8) 467-475 (2007)
95. APHA/AWWA/WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th. Edition; Edited by Andrew D. Eaton (AWWA), Lenore S. Clesceri (WEF), Arnold E. Greenberg (APHA). American Public Health Association, Washington DC, p. 1040 (1995)
96. M.S. Liwka-Kaszyńska, A. Kot-Wasik, J. Namieśnik. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.*, **33** (1), 31-44 (2003)
97. F.J.H. Mackereth, J. Heron and J.F. Talling. *Water Analysis: Some methods for limnologists*, Freshwater Biological Association Scientific Publication, No: 36 (1978)
98. H.L. Golterman, R.S. Clymo and M.A.M. Ohnstad. *Methods for Physical and Chemical analyses of freshwaters*, 2nd edition Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 213 (1978)

99. A. Henriksen. *Vatten*, **38**, 83-85 (1982)
100. L. Arvola. *Ann. Bot. Fennici*, **18**, 221-227 (1981)
101. R.G. Wetzel and G.E. Likens. *Limnological analysis*. Springer Verlag, New York (1995)
102. D.M. John, B.A. Whitton and A.J. Brook. *The freshwater algal flora of the British isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae*. Cambridge University Press, Cambridge, 1-702 (2003)
103. J. Komárek and K. Anagnostidis: *Cyanoprocaryota 1. Teil: Chroococcales. – Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1: I - VI*, Gustav Fischer Verlag, Jena, 1-548 (1999)
104. G.W. Prescott. *Algae of the Western Great Lakes Area*. WM. C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa, 1-977 (1973)
105. *Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM (Helsinki Commission - Baltic Marine Environment Protection Commission)*, Helsinki. http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/en_GB/main/. (Erişim: 01.06.2009)
106. M.R. Vadrucchi, M. Cabrini, A. Basset. *Transit. Waters Bull.* 2, 83–102 (2007)
107. J.P. Harding and W.A. Smith. *A key to the British Freshwater Cyclopoid and Calanoid Copepods*. 2nd Edition. Sci. Publ. Freshwater Biol. Assoc. Ambleside 18, 1-56, figs. 1-16, tabs. 1-2 (1974)
108. E. Margaritora. *Cladoceri. Guide per il riconoscimento delle specie animal delle acque inteme italiane*. Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/II/97, Roma, Italy, 1-169 (1983)
109. S. Negrea. *Crustacea Volumul IV Fascicula 12 Cladocera Fauna Republicii Socialiste Romania*. (Editura Akademiei Republicii Socialiste Romania) Bukuresti, 1-399 (1983)
110. R.M. Pontin. *A key to the British Freshwater Planktonic Rotifera*. Freshwater Biological Association, Scientific Publication No. 38. Cumbria, UK, 1-178 (1978)

111. A. Ruttner-Kolisko. Plankton Rotifers Biology and Taxonomy. Die Binnengewässer Vol. 26/1, Stuttgart, Supplement: 1-146 (1974)
112. I.S.O. Scourfield and J.P. Harding. Freshwater Cladocera. Sci. Publ. Freshwater Biol. Assoc. 5 (1966)
113. N.N. Smirnov. Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the world. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. SPB Academic Publishing, Netherlands, 1-197 (1996)
114. C.J. Krebs. Ecological methodology. 2nd edition. Benjamin Cummings, Menlo Park, California (1994)
115. C.J.F. ter Braak. Ecology, **67**, 1167-1179 (1986)
116. H.J.B. Birks. Ecography, **19**,332-40 (1996)
117. R.H.G. Jongman, C.J.F. Ter Braak and O.F.R. van Tongeren. Data Analysis in Community and Landscape Ecology. Cambridge University Press, Cambridge p. 324 (1995)
118. C.S. Reynolds; V. Huszar, C. Kruk, L. Naselli-Flores and S. Melo. J. Plankton Res., **24** (5), 417-428 (2002)
119. J. Padisák, G. Borics, G. Fehér, I. Grigorszky, I. Oldal, A. Schmidt and Z. Zámóné-Doma. Hydrobiologia, **502**, 157–168 (2003)
120. C. Kruk, G. Lacerot and C.S. Reynolds. J. Plankton Res., **24** (9), 901-912 (2002)
121. B.M. Fonseca and C.E.M. Bicudo. Hydrobiologia (The Hague), **600**, 267-282 (2008)
122. S. Romo and M.J. Villena. J. Plankton Res., **27**, (12), 1273-1286 (2005)
123. L. Naselli-Flores, J. Padisák and M. Albay. Hydrobiologia, **578**,157–161 (2007)
124. I. R. Falconer. Cyanobacterial toksins of drinking water supplies, Cylindrospermopsins and Microcystins., CRS Press, London, p. 279 (2005)

125. K.I. Harada, K. Ogawa, Y. Kimura, H. Murata, M. Suzuki, P.M. Thorn, W.R. Evans, W.W. Carmichael. *Chem. Res. Toxicol.*, **4**, 535-540 (1991)
126. M. Bruno, D.A. Barbini, E. Pierdominici, A.P. Serse and A. Ioppolo. *Toxicol.* **32** (3), 369-73 (1994)
127. J. Fastner, R. Heinze, A.R. Humpage, U. Mischke, G.K. Eaglesham and I. Chorus. *Toxicol.* **42** (3), 313-321 (2003)
128. P. Znachor, T. Jurczak, J. Komárková, J. Jezberová, J. Mankiewicz, K. Kastovská, E. Zapomelová. *Environ. Toxicol.*, **21** (3), 236-43 (2006)
129. I. Chorus and J. Bartram. *Toxic Cyanobacteria in Water. A guide to their public health, consequences, monitoring and management.* London and New York: E and FN Spon. p. 416 (1999)
130. Y. Cohen, B.B. Jørgensen, N.P. Revsbech and R. Poplawski. *Appl Environ. Microbiol.*, **51** (2), 398–407 (1986)
131. K. Knobloch. Sulfide oxidation via photosynthesis in green algae, p. 1032-1034. In H. Muntzer (ed.), *Progress in photosynthesis research*, vol II. International Union of Biological Sciences, Tubingen (1969)
132. A. Oren and M. Shilo. *Arch. Microbiol.*, 122:77-84 (1979)
133. W. Admiraal and H. Peletier. *Br. Phycol. J.*, **14**, 185-196 (1979)
134. S. Belkin and E. Padan. *J. Gen. Microbiol.*, **129**, 3091-3098 (1983)
135. R.W. Castenholz. *J. Phycol.*, **12**, 57-68 (1976)
136. R.W. Castenholz. *Microb. Ecol.* **3**, 79-105 (1977)
137. J. Bauld. Microbial mat in marginal marine environments: Shark Bay, Western Australia and Spencer Gulf, South Australia, p. 39-58. In Y. Cohen, R. W. Castenholz, and H. O. Halvorson (ed.), *Microbial mats: stromatolites.* Alan R. Liss, New York, N.Y. (1984)
138. W.E. Krumbein, Y. Cohen and M. Shilo. Solar Lake (Sinai). *Limnol. Oceanogr.* **22**, 635-656 (1977)
139. J.M. Melack and P. Kilham. *Limnol. Oceanogr.*, **19**, 743-755 (1974)

140. F. Kaçaroğlu, M. Değirmenci and O. Cerit. *Water, Air, Soil Pollut.*, **128** (1-2) 161-180 (2001)
141. T. Takabe, A. Incharoensakdi, K. Arakawa and S. Yokota. *Plant Physiol.*, **88**, 1120-1124 (1988)
142. R. de Wit and J.O. Grimalt. *Limnetica*, **8**, 205-212 (1992)
143. A. Oren, M. Kühl, and U. Karsten. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **128**, 151-159 (1995)
144. B.A. Whitton and M. Potts. *The ecology of cyanobacteria: their diversity in time and space*. Kluwer Academic Press, Dordrecht, The Netherlands, p. 669 (2002)
145. M. Manzi Marinho, S. Viana Rodrigues. *Hydrobiologia*, **505** (1-3), 77-88 (2003)
146. C-Y. Ahn, A-S. Chung, H-M. Oh. *Hydrobiologia*, **474** (1-3), 117-124 (2002)
147. D. Tilman, S.S. Kilham and P. Kilham. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **13**, 349–372 (1982)
148. W. Zhang and Y. Feng. *Prog. Nat. Sci.*, **18** (6), 769-773 (2008)
149. A. Incharoensakdi and A. Karnchanatat. *Biochim. Biophys Acta*, **1621**, 102 – 109 (2003)
150. R. Marino, R. W. Howarth, J. Shames, E. Prepas. *Limnol. Oceanogr.*, **35** (2), 245-259 (1990)
151. M. Scheffer. *Ecology of Shallow Lakes*, Chapman and Hall, London, UK (1998)
152. N.V. Ivanikova, R.M.L. McKay, G.S. Bullerjahn and R.W. Sterner. *J. Phycol.*, **43**, 475–484 (2007)
153. A.J. Milligan, I. Berman-Frank, Y. Gerchman, G.C. Dismukes, P.G. Falkowski. *J. Phycol.*, **43**, 845–852 (2007)
154. K. Rengefors and C. Legrand. *Limnol. Oceanogr.*, **46** (8), 1990–1997 (2001)

155. R. Adachi. *J. Fac. Fish., Prefectural University of Mie*, **6**, 318–326 (1965)
156. Y. Hashimoto, T. Okaichi, L.D. Dang and T. Noguchi. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 528–533 (1968)
157. J.-T. Wu, L.-L. Kuo-Huang and J. Lee. *Curr. Microbiol.* **37**, 257–261 (1998)
158. J.P. Grover and T.H. Chrzanowski. *J. Plankton Res.*, **28**, 1-17 (2006)
159. E. Berdalet, F. Peters, V.L. Koumandou, C. Roldán, O. Guadayol. Estrada, M. *J. Phycol.*, **43**, 965-977 (2007)
160. E. Berdalet and M. Estrada. Effects of small-scale turbulence on the physiological functioning of marine algae. In Durvasula, S. R. [Ed.] *Algal Cultures, Analogues and Applications*. Science Publishers, Enfield, New Hampshire, 459–500 (2005)
161. M.A. Doblin, P.A. Thompson, A.T. Revill, E.C.V. Butler, S.I. Blackburn, G.M. Hallegraeff. *Harmful Algae*, **5**, 665–677 (2006)
162. B.G. Crespo, F.G. Figueiras, P. Porras, I.G. Teixeira. *Harmful Algae*, **5**, 770–781 (2006)
163. G.M. Hallegraeff, M.A. McCausland, R.K. Brown. *J. Plankton Res.*, **17**, 1163–1176 (1995)
164. K.G. Porter. *Hydrobiologia* **159**, 89–97 (1988)
165. J.A. Raven. *Limnol. Oceanogr.*, **42**, 198 – 205 (1997)
166. L. Naselli-Flores, J. Padisák, M.T. Dokulil, and I. Chorus. *Hydrobiologia*, **502** (1-3) 395–403 (2003)
167. L. Naselli-Flores and R. Barone. *Hydrobiologia*, **438**, 65–74 (2000)
168. C.S. Reynolds. *The Ecology of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge, UK (1984)
169. W.M. Heo and B. Kim. *Hydrobiologia*, **524**, 229–239 (2004)
170. M. Godlewska, G. Mazurkiewicz-Boroń, A. Pocięcha, E. Wilk-Woźniak and M. Jelonek. *Hydrobiologia*, **504**, 305–313 (2003)

171. J. Huisman, P. van Oostveen and F.J. Weissing. *Am. Nat.*, **154**, 46–68 (1999)
172. T.J. Smayda. *J. Oceanogr.*, **58**, (2) 281-294 (2002)
173. S.C. Maberly, M.A. Hurley, C. Butterwick, J.E. Corry, S.I. Heaney, A.E. Irish, G.H.M. Jaworski, J.W.G. Lund, C.S. Reynolds and J.V. Roscoe. *Freshwater Biol.*, **31** (1), 19–34 (2006)
174. M. Albay and R. Akcaalan. *Hydrobiologia*, **502** (1-3), 85-95 (2003)
175. V. Becker, V.L.M. Huszar, L. Naselli-Flores, J. Padisák. *Freshwater Biol.*, **53** (5), 952-963 (2008)
176. G. Morabito, A. Oggioni and P. Panzani. *Hydrobiologia*, **502**, (1-3), 37-48 (2003)
177. U. Sommer. Growth and survival strategies of planktonic diatoms. In: *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton* (Ed. C.Dç Sangren), pp.227-260. Cambridge University Pres, Cambridge, (1988)
178. H. Miller, I. Jones, A. Folkard and S. Maberly. The vertical distribution of soluble reactive phosphorus in the water column of Esthwaite water and the effect of physical variables. In: *Proceedings of the 9th Workshop on Physical Processes in Natural Waters* (Eds. A. Folkard & J. Jones), pp. 183-190. Lancaster University, Lancaster, U.K., (2005)
179. C.S. Reynolds and A.E. Irish. *Hydrobiologia*, **349**, 5-17 (1997)
180. L. Naselli-Flores. *Hydrobiologia*, **424**, 1-11 (2000)
181. O.T. Lind and L.O. Dávalos-Lind. *Hydrobiologia*, **467** (1-3), 159-167 (2002)
182. C.D. Sandgren. The ecology of chrysophyte flagellates: their growth and perennation strategies as freshwater phytoplankton. In Sandgren, C. D. (ed.), *Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge, 9–104 (1988)

183. N. Kamjunke, T. Henrichs and U. Gaedke. *J. Plankton Res.*, **29** (1), 39-46 (2007)
184. A.J. Irwin, Z.V. Finkel, O.M.E. Schofield and P.G. Falkowski. *J. Plankton Res.*, **28** (5), 459–471 (2006)
185. D.L. Aksnes and J.K. Egge. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **70**, 65–72 (1991)
186. M. Hein, M. Folager Pedersen and K. Sand-Jensen *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **118**, 247–253 (1995)
187. B.G. Shuter. *Limnol. Oceanogr.*, **23**, 1248–1255 (1978)
188. J.P. Grover. *Am. Nat.*, **138**, 811–835 (1991)
189. J.P. Grover. *J. Phycol.*, **25**, 402–405 (1989)
190. A. Pannard, M. Bormans and Y. Lagadeuc. *Freshwater Biol.*, **52**, 12–27 (2007)
191. O. Anneville, V. Ginot, J.-C. Druart and N. Angeli. *J. Plankton Res.*, **24**, 993–1008 (2002)
192. T.L. Richardson, C.E. Gibson and S.I. Heaney. *Freshwater Biol.*, **44**, 431–440 (2000)
193. M. Simona. *J. Limnol.*, **62** (2), 190-206 (2003)
194. S. Diehl, S. Berger, R. Ptacnik and A. Wild. *Ecology*, **83**, 386–398 (2002)
195. R. Ptacnick, S. Diehl and S. Berger. *Limnol. Oceanogr.*, **48**, 1903–1912 (2003)
196. J. Huisman, P. Van Oostveen and F.J. Weissing. *Am. Nat.*, **154**, 46–68 (1999)
197. K. Cottingham. *Limnol. Oceanogr.*, **44**, 810–827 (1999)
198. L. Jiang, O.M.E. Schofield and P.G. Falkowski. *Am. Nat.*, **166**, 496–505 (2005)
199. R.L. Burks, D.M. Lodge, E. Jeppesen and T.L. Lauridsen. *Freshwater Biol.*, **47**, 343–365 (2002)

200. W. Lampert. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnoi. **21**. V-VII (1985)
201. D. Müller-Navarra and W. Lampert. J. Plankton Res., **18** (7), 1137-1157 (1996)
202. A.G. Tansley. Forest Ecol. Manag., **16**, 284-307 (1935)
203. R. Tüxen. Arbeits., **5**, 1–119 (1955)
204. J. Braun-Blanquet. Pflanzensociologie. Springer, Vienna, p. 1-865 (1964)
205. C.S. Reynolds. Holartic Ecol., **3**, 141–159 (1980)
206. C.S. Reynolds. Hydrobiologia, **424**, 147–152 (2000)
207. X. Zhang, P. Xie, F. Chen, S. Li and J. Qin. Freshwater Biol., **52**, 1463–1475 (2007)
208. C.S. Reynolds. Vegetation process in the pelagic: a model for ecosystem theory. In: Excellence in Ecology (Ed. O. Kinne), ECI, Oldendorf, pp. XXVII + 371 (1997)
209. D.F. Bird and J. Kalff. Science, **231**, 493–495 (1986)
210. D.F. Bird and J. Kalff. Limnol. Oceanogr., **32**, 277–284 (1987)
211. U. Sommer, Z.M. Gliwicz, W. Lampert and A. Duncan. Arch. Hydrobiol., **106**, 433–471 (1986)
212. D.J. McQueen, J.R. Post and E.L. Mills. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **43**, 1571–1578 (1986)
213. J. Korponai, K. Mátyás, G. Paulovits, I. Tátrai and N. Kovács. Hydrobiologia, **360**, 211–221 (1997)
214. G. Borics, I. Grigorszky, S. Szabó & J. Padisák. Hydrobiologia, **424**, 79–90 (2000)
215. P. Legendre and L. Legendre. Numerical Ecology. 2nd edition. Elsevier, Amsterdam. p. 853 (1998)
216. J. Komárková, O. Komárek and J. Hejzlar. Hydrobiologia, **504**, 143–157 (2003)

217. G. Morabito, A. Oggioni, E. Caravati and P. Panzani. *Hydrobiologia*, **578**, 47–57 (2007)
218. Z. Ke, P. Xie and L. Guo. *Hydrobiologia*, **607**, 41–49 (2008)
219. C.F. Mariani, V. Moschini-Carlos, A.L. Brandimarte, P.Y. Nishimura, C.F. Tófoli, D.S. Duran, E.M. Lourenço, J.C. Braidotti, L.P. Almeida, V.H. Fidalgo & M.L.M. Pompêo. *Acta Limnol. Bras.*, **18**(3):267–280 (2006)
220. T. Matsumura-Tundisi. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: Henry, R. (ed.) *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. FUNDIBIO: FAPESP, Botucatu. p.39–54 (1999)
221. J.D. Allan. *Am. Nat.*, **110**, 165–176 (1976)
222. J.L. Brooks & S.I. Dodson. *Science*, **150**, 28–35 (1965)
223. Z. Brandl. *Hydrobiologia*, **546**, 475–489 (2005)
224. E. Wilk-Woźniak and A. Pocięcha. *Oceanol. Hydrobiol. St.*, **36** (Supl.1): 35–48 (2007)
225. A. Pocięcha, E. Wilk-Woźniak. *Pol. J. Ecol.* **54** (1), 29–38 (2006)
226. M. Špoljar, I. Habdija, B. Primc-Habdija, L. Sipos. *Int.. Rev. Hydrobiol.*, **90** (5–6) 555–579 (2005)
227. A. Geraldes; M. Boavida. *Lakes Reserv. Res. Manag.*, **10** (1), 59–69 (2005)
228. P.R. Garcia, S. Nandini, S.S.S. Sarma, E.R. Valderrama, I. Cuesta & M.D. Hurtado. *Hydrobiologia*, **467**, 99–108 (2002)
229. N. Kuczyńska-Kippen. *Hydrobiologia*, **593**, 27–37 (2007)
230. G.A. Galkovskaya & D.V. Molotkov. *Hydrobiologia*, **446/447**, 179–185 (2001)
231. H. Agasild, P. Zingel, I. Tönno, J. Haberman and T. Nöges. *Hydrobiologia*, **584**, 167–177 (2007)
232. J.M. Conde-Porcuna, E. Ramos-Rodríguez and C. Perez-Martinez. *Freshwater Biol.*, **47**, 1463–1473 (2002)

233. A. Čeirāns. *Acta U. Latviensis Biol.*, **723**, 61–69 (2007)
234. J. Arora & N.K. Mehra. *Hydrobiologia*, **491**, 101–109 (2003)
235. A. Karabin. *Ekol. Pol.*, **33** (4), 567–616 (1985)
236. B.B. Castro, S.C. Antunes, R. Pereira, A.M.V.M. Soares, F. Gonçalves. *Hydrobiologia*, **543**, 221–232 (2005)
237. M. Gophen. *Hydrobiologia*, **546**, 443–450 (2005)
238. A. Kak, T.R. Rao. *Hydrobiologia*, **387/388**, 409–419 (1998)
239. E. Chrisafi, P. Kaspiris and G. Katselis. *J. Appl. Ichthyol.*, **23**, 209–214 (2007)
240. G.L. Larson, C.D. McIntire, M.W. Buktenica, S.F. Girdner, R.E. Truitt. *Hydrobiologia*, **574**, 217–233 (2007)
241. W.R. DeMott. The role of competition in zooplankton succession. In Sommer, U. (ed.), *Plankton ecology: succession in plankton communities*. Springer-Verlag, New York, 195–252 (1989)
242. W.R. DeMott, & W.C. Kerfoot. *Ecology*, **63**, 1949–1966 (1982)
243. G. Halvorsen, B.K. Dervo & K. Papinska. *Hydrobiologia*, **521**, 149–175 (2004)
244. G.L. Larson, C.D. McIntire, M. Hurley & M.W. Buktenica. *J. Lake Reserv. Manag.*, **12**, 230–247 (1996)
245. W.T. Edmondson. *Ecol. Monogr.*, **35**, 61–111 (1961)
246. J.J. Gilbert, & K.G. Bogdan. Rotifer grazing: in situ studies on selectivity and rates. In Meyers, D. G. & J. R. Strickler (eds), *Trophic Interactions within Aquatic Ecosystems*. American Association for the Advancement of Science. Westview Press, Inc., Boulder Colorado, 97–133 (1984)
247. H. Arndt. *Hydrobiologia*, **255/256**, 231–246 (1993)
248. N. Walz. Rotifer life history strategies and evolution in freshwater plankton communities. In Streit, B., T. Stadler & C. M. Lively (eds), *Evolutionary ecology of freshwater animals: concepts and case studies*. Birkhauser Verlag, Basel, Switzerland, 119–149 (1997)

249. R. Pourriot. Arch. Hydrobiol.–Beih. Ergebn. Limnol., **8**, 243–260 (1977)
250. M. Devetter & J. Seda. Hydrobiologia, **504**, 167–175 (2003)
251. M. Devetter & J. Seda. Hydrobiologia, **546**, 509–518 (2005)
252. C.P. Stelzer. Ecology **82**, 2521–2533 (2001)
253. J.J. Gilbert. Feeding in the rotifer *Asplanchna*: Behavior, cannibalism, selectivity, prey defenses, and impact on rotifer communities. In Kerfoot, W. C. (ed.), *Evolution and Ecology of Zooplankton Communities*. University Press of New England, 158–172 (1980)
254. L. May. Hydrobiologia, **104**, 311–315 (1983)
255. B. Berzins & B. Pejler. Hydrobiologia, **175**, 223–231 (1989)
256. N. Demir. Turk. J. Zool., **29**, 9-16 (2005)
257. R.H. Peters & J.A. Downing. Limnol. Oceanogr., **29**, 763–784 (1984)
258. H. Cyr & M.L. Pace. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **49**, 1455– 1465 (1992)
259. A.J. Tessier & E.V. Bizina. Limnol. Oceanogr., **46**(7), 1585–1595 (2001)
260. A.J. Barnett, K. Finlay and B.E. Beisner. Freshwater Biol., **52**, 796–813 (2007)
261. L. De Meester, P. Dawidowicz, E. Van Good & C. J. Loose. Ecology and evolution of predator-induced behaviour of zooplankton: depth selection behaviour and diel vertical migration. In R. Tollrian & Harvell, C. D. (eds), *Ecology and Evolution of Inducible Defences*. Princeton University Press, New Jersey: 160–176 (1998)
262. K.E. Havens, T.L. East, J.R. Beaver. Hydrobiologia, **589**, 187–198 (2007)
263. S. Hülsmann and A. Wagner. Hydrobiologia, **594**, 187–199 (2007)
264. D. Wright & J. Shapiro. Freshwater Biol., **24**, 43–62 (1990)
265. Z.M. Gliwicz. Freshwater Biol., **47**, 2296–2312 (2002)
266. J.E. Lovik, G. Kjellberg. J. of Limnol., **62** (2), 143-150 (2003)

267. J.B. Shurin. Interactive effects of predation and dispersal on zooplankton communities. *Ecology*, **82** (12), 3404–3416 (2001)
268. J. Urabe. *Freshwater Biol.*, **26** (1) 57-68 (1991)
269. E. Rosecchi, A.J. Grivelli. *Ecol. Freshwat. Fish*, **1**, 77-85 (1992)
270. L. Persson & P. Eklöv. *Ecology*, **76**, 70–81 (1995)
271. L. Nurminen & J.A. Horppila. *Aquat. Sci.*, **64**, 198–206 (2002)
272. T.L. Lauridsen, L.J. Pedersen, E. Jeppesen & M. Søndergaard. *J. Plankton Res.*, **18**, 2283–2294 (1996)
273. R.L. Burks, E. Jeppesen & D.M. Lodge. *Limnol. Oceanogr.*, **46**, 230–237 (2001)
274. E. Jeppesen, T.L. Lauridsen, T. Kairesalo & M. Perrow. Impact of submerged macrophytes on fishzooplankton interactions in lakes. In: *The Structuring Role of Submerged Macrophytes in Lakes* (Eds E. Jeppesen, Ma. Søndergaard, Mo. Søndergaard & K. Cristoffersen), 91–114. *Ecological Studies*. Springer Verlag, New York (1997)

**EK 1. Kapulukaya Baraj Gölü'nde 2005 – 2006 İzleme Çalışmalarında
Bulunan Zooplankton Türlerinin Sistemik Listesi**

Bölüm: ROTIFERA

Sınıf: Monogononta

Takım: Ploima

Aile: Asplanchnidae

Cins *Asplanchna*

Tür *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850

Aile: Brachionidae

Cins *Anuraeopsis*

Tür *Anuraeopsis fissa* Gosse, 1851

Cins *Brachionus*

Tür *Brachionus angularis* Gosse, 1851

Tür *Brachionus calyciflorus* Pallas, 1766

Tür *Brachionus quadridentatus* Hermann, 1783

Cins *Keratella*

Tür *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851)

Tür *Keratella quadrata* (O. F. Muller, 1786)

Cins *Notholca*

Tür *Notholca acuminata* (Ehrenberg, 1832)

Tür *Notholca squamula* (O. F. Muller, 1786)

Cins *Microcodides*

Tür *Microcodides robustus* (Glascott, 1892)

Aile: Colurellidae

Cins *Lepadella*

Tür *Lepadella patella* (O.F. Muller, 1786)

Aile: Gastropodidae

Cins *Gastropus*

Tür *Gastropus stylifer* Imhof, 1891

Cins *Ascomorpha*

Tür *Ascomorpha saltans* Bartsch, 1870

Aile: Lecanidae

Cins *Lecane*

Tür *Lecane aculeata* (Jakubski, 1912)

Tür *Lecane bulla* (Gosse, 1851)

Tür *Lecane closterocerca* (Schmarda, 1853)

Tür *Lecane furcata* (Murray, 1913)

Tür *Lecane hamata* (Stokes, 1896)

Tür *Lecane ludwigi* (Eckstein, 1833)

Tür *Lecane luna* (O. F. Muller, 1776)

Tür *Lecane lunaris* (Ehrenberg, 1832)

Tür *Lecane nana* (Murray, 1913)

Tür *Lecane ohioensis* (Herrick, 1885)

Tür *Lecane quadridentata* (Ehrenberg, 1832)

Aile: Notommatidae

Cins *Cephalodella*

Tür *Cephalodella gibba* (Ehrenberg, 1832)

Tür *Cephalodella rotunda* Wulfert, 1937

Cins *Monommata*

Tür *Monommata arndti* Remane, 1933

Aile: Synchaetidae

Cins *Polyarthra*

Tür *Polyarthra vulgaris* Carlin, 1943

Cins *Synchaeta*

Tür *Synchaeta littoralis* Rousselet, 1902

Tür *Synchaeta pectinata* Ehrenberg, 1832

Aile: Trichocercidae

Cins *Trichocerca*

Tür *Trichocerca bidens* (Lucks, 1912)

Tür *Trichocerca ornata* Myers, 1934

Tür *Trichocerca rattus* (O. F. Muller, 1776)

Tür *Trichocerca similis* (Wierzejski, 1893)

Aile: Trichotriidae

Cins *Macrochaetus*

Tür *Macrochaetus sericus* (Thorpe, 1893)

Cins *Trichotria*

Tür *Trichotria pocillum* (O. F. Muller, 1776)

Tür *Trichotria tetractis* (Ehrenberg, 1830)

Aile: Dicranophoridae

Cins *Dicranophorus*

Tür *Dicranophorus epicharis* Haring & Myers, 1928

Aile: Lepadellidae

Cins *Colurella*

Tür *Colurella adriatica* Ehrenberg, 1831

Tür *Colurella uncinata* (O. F. Muller, 1773)

Aile: Euchlanidae

Cins *Euchlanis*

Tür *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, 1832

Tür *Euchlanis triquetra* Ehrenberg, 1838

Takım: Flosculariacea

Aile: Filiniidae

Cins *Filinia*

Tür *Filinia brachiata* (Rousselet, 1901)

Tür *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834)

Tür *Filinia terminalis* (Plate, 1886)

Aile: Hexarthridae

Cins *Hexarthra*

Tür *Hexarthra intermedia* Wiszniewski, 1929

Aile: Testudinellidae

Cins *Pompholyx*

Tür *Pompholyx sulcata* (Hudson, 1885)

Cins *Testudinella*

Tür *Testudinella patina* (Hermann, 1783)

Takım: Collothecacea

Aile: Collothecidae

Cins *Collotheca*

Tür *Collotheca mutabilis* (Hudson, 1885)

Tür *Collotheca pelagica* (Rousselet, 1893)

Takım: Bdelloida

Aile: Bdelloidae

Cins *Philodina*

Tür *Philodina gregaria* Murray, 1910

Tür *Philodina megalotrocha* Ehrenberg, 1832

Cins *Rotaria*

Tür *Rotaria neptunia* (Ehrenberg, 1832)

Bölüm: ARTHROPODA

Alt Bölüm: Crustacea

Takım: Branchiopoda

Alt Takım: Cladocera

Aile: Daphniidae

Cins *Ceriodaphnia*

Tür *Ceriodaphnia quadrangula* (OF Müller, 1785)

Cins *Daphnia*

Tür *Daphnia galeata* Sars, 1864

Cins *Simocephalus*

Tür *Simocephalus vetulus* (OF Müller, 1776)

Aile: Bosminidae

Cins *Bosmina*

Tür *Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1785)

Aile: Chydoridae

Cins *Alona*

Tür *Alona rectangula* Sars, 1861

Cins *Chydorus*

Tür *Chydorus sphaericus* (OF Mueller, 1785)

Cins *Eurycercus*

Tür *Eurycercus lamellatus* (OF Müller, 1776)

Aile: Sididae

Cins *Diaphanosoma*

Tür *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin, 1848).

Aile: Macrothricidae

Cins *Macrothrix*

Tür *Macrothrix hirsuticornis* Norman and Brady, 1867

Aile: Polyphemidae

Cins *Polyphemus*

Tür *Polyphemus pediculus* (Linnaeus, 1761)

**EK 2. Kapulukaya Baraj Gölü'nde 2005 – 2006 İzleme Çalışmalarında
Bulunan Fitoplankton Türlerinin Sistematiik Listesi**

Alem Plantae

Bölüm Bacillariophyta

Sınıf Bacillariophyceae

Takım Achnanthes

Aile Cocconeidaceae

Cins *Cocconeis*

Tür *Cocconeis pediculus* Ehrenberg 1838

Takım Bacillariales

Aile Bacillariaceae

Cins *Nitzschia*

Tür *Nitzschia* sp. Hassall 1845

Takım Cymbellales

Aile Cymbellaceae

Cins *Cymbella*

Tür *Cymbella* sp. Agardh 1830

Aile Gomphonemataceae

Cins *Gomphonema*

Tür *Gomphonema* sp. Ehrenberg 1832

Takım Naviculales

Aile Naviculaceae

Cins *Navicula*

Tür *Navicula* sp. Bory de Saint Vincent 1822

Aile Pleurosigmataceae

Cins *Gyrosigma*

Tür *Gyrosigma attenuatum* (Kützing) Rabenhorst 1853

Takım Surirellales

Aile Surirellaceae

Cins *Cymatopleura*

Tür *Cymatopleura* sp. W. Smith 1851

Takım Thalassiophysales

Aile Catenulaceae

Cins *Amphora*

Tür *Amphora* sp. Ehrenberg 1844

Sınıf Coscinodiscophyceae

Takım Thalassiosirales

Aile Stephanodiscaceae

Cins *Cyclotella*

Tür *Cyclotella meneghiniana* F.T. Kützing 1844

Aile Thalassiosiraceae

Cins *Stephanodiscus*

Tür *Stephanodiscus* sp. C.G. Ehrenberg 1845

Sınıf Fragilariophyceae

Takım Fragilariales

Aile Fragilariaceae

Cins *Asterionella*

Tür *Asterionella* sp. Hassall 1850

Cins *Fragilaria*

Tür *Fragilaria* sp. Lyngbye 1819

Cins *Synedra*

Tür *Synedra capitata* Ehrenberg 1836

Tür *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg 1836

Takım Tabellariales

Aile Tabellariaceae

Cins *Tabellaria*

Tür *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kützing 1844

Bölüm Chrysophyta

Sınıf Chrysophyceae

Takım Chromulinales

Aile Chrysococcaceae

Cins *Chrysococcus*

Tür *Chrysococcus cordiformis* Naumann 1921

Tür *Chrysococcus rufescens* G.A. Klebs 1893

Takım Chrysomonadales

Alt takım Chromulineae

Aile Mallomonadaceae

Cins *Mallomonas*

Tür *Mallomonas hamata* Asmund 1959

Tür *Mallomonas heterospina* J.W.G. Lund 1942

Alt takım Ochromonadineae

Aile Ochromonadaceae

Cins *Dinobryon*

Tür *Dinobryon* sp. Ehrenberg 1834

Cins *Ochromonas*

Tür *Ochromonas verrucosa* Skuja 1939

Bölüm Chlorophyta

Sınıf Chlorophyceae

Takım Chlorococcales

Aile Chlorococcaceae

Cins *Chlorococcum*

Tür *Chlorococcum infusionum* (Schrank) Meneghini 1842

Aile Oocystaceae

Cins *Ankistrodesmus*

Tür *Ankistrodesmus* sp. Corda 1838

Cins *Chlorella*

Tür *Chlorella* sp. Beijerinck 1890

Cins *Closteriopsis*

Tür *Closteriopsis* sp. Lemmermann 1899

Cins *Oocystis*

Tür *Oocystis* sp. A. Braun 1855

Cins *Tetraedron*

Tür *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansgirg 1888

Aile Scenedesmaceae

Cins *Scenedesmus*

Tür *Scenedesmus dimorphus* (Turpin) Kützing 1833

Tür *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson

Cins *Tetrastrum*

Tür *Tetrastrum elegans* Playfair 1917

Takım Volvocales

Aile Chlamydomonadaceae

Cins *Carteria*

Tür *Carteria globosa* Korshikov 1927

Cins *Chlamydomonas*

Tür *Chlamydomonas epiphytica* G.M. Smith

Tür *Chlamydomonas globosa* J.Snow 1902

Tür *Chlamydomonas* sp. Ehrenberg 1833

Cins *Lobomonas*

Tür *Lobomonas ampla* Pascher 1927

Tür *Lobomonas* sp. P.A. Dangeard 1898

Aile Phacotaceae

Cins *Phacotus*

Tür *Phacotus lenticularis* (Ehrenberg) F. Stein 1878

Cins *Pteromonas*

Tür *Pteromonas aculeate* Lemmermann 1900

Aile Polyblepharidaceae

Cins *Pyramimonas*

Tür *Pyramimonas* sp. Schmarda 1850

Aile Volvocaceae

Cins *Pandorina*

Tür *Pandorina* sp. Bory 1824

Cins *Volvox*

Tür *Volvox* sp. (Linnaeus) Ehrenberg 1830

Takım Zygnematales

Alt takım Closteriineae

Aile Closteriaceae

Cins *Closterium*

Tür *Closterium parvulum* Nägeli 1849

Tür *Closterium* sp. Nitzsch ex Ralfs 1848

Alt takım Desmidiineae

Aile Desmidiaceae

Cins *Staurastrum*

Tür *Staurastrum* sp. (Meyen) Ralfs 1848

Bölüm Cryptophyta

Sınıf Cryptophyceae

Takım Cryptomonadales

Aile Cryptochrysidaceae

Cins *Chroomonas*

Tür *Chroomonas acuta* Utermöhl 1925

Aile Cryptomonadaceae

Cins *Cryptomonas*

Tür *Cryptomonas ovata* Ehrenberg 1838

Cins *Rhodomonas*

Tür *Rhodomonas* sp. G. Karsten 1898

Bölüm Pyrrophyta

Sınıf Dinophyceae

Takım Gonyaulacales

Aile Ceratiaceae

Cins *Ceratium*

Tür *Ceratium hirundinella* (O.F. Müller) Dujardin 1841

Takım Noctilucales

Aile Noctilucaceae

Cins *Noctiluca*

Tür *Noctiluca* sp. Suriray 1836

Takım Peridinales

Aile Peridiniaceae

Cins *Peridinium*

Tür *Peridinium aciculiferum* Lemmermann 1900

Bölüm Raphidophyta

Sınıf Raphidophyceae

Takım Raphidomonadales

Aile Vacuolariaceae

Cins *Gonyostomum*

Tür *Gonyostomum semen* (Ehrenberg) Diesing 1866

Bölüm Euglenophyta

Sınıf Euglenophyceae

Takım Euglenales

Aile Euglenaceae

Cins *Phacus*

Tür *Phacus* sp. Dujardin 1841

Alem Bacteria

Bölüm Cyanophyta

Sınıf Cyanophyceae

Takım Chroococcales

Aile Merismopediaceae

Cins *Coelosphaerium*

Tür *Coelosphaerium* sp. Nägeli 1849

Cins *Merismopedia*

Tür *Merismopedia* sp. Meyen 1839

Aile Synechococcaceae

Cins *Aphanothece*

Tür *Aphanothece* sp. Nägeli 1849

Takım Nostocales

Aile Nostocaceae

Cins *Anabaena*

Tür *Anabaena* sp. (Bory 1822) Bornet et Flahault 1886

Cins *Cylindrospermopsis*

Tür *Cylindrospermopsis* sp. Seenayya et Subba Raju, 1972

Sınıf Myxophyceae

Takım Chroococcales

Aile Microcystaceae

Cins *Microcystis*

Tür *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing 1846

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Ankara'da doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1991 yılında girdiği Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümünden 1997 yılında mezun oldu. 1998 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümünde başladığı yüksek lisans çalışmasını, 2002 yılında Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalında tamamladı. 1998-1999 öğretim yılında Avusturya'da, Avusturya Bilimler Akademisi, Limnoloji Enstitüsü'nde misafir araştırmacı olarak görev aldı. 2003-2009 yılları arasında Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalında Doktora öğrenimini tamamladı.

Halen Kırıkkale Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi'nde Biyoloji Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.