

**T.C  
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI MİKROHABİTATLARDA ZOOPLANKTON DAVRANIŞI VE  
TOLERANSLILIĞI**

**DUYGU ÖZHAN TURHAN**

**DOKTORA TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**HAZİRAN 2013**

**Tezin Başığı: Farklı Mikrohabitatlarda Zooplankton Davranışı ve Toleranslığı**

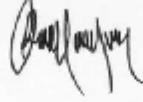
**Tezi Hazırlayan: Duygu ÖZHAN TURHAN**

**Sınav Tarihi: 25/06/2013**

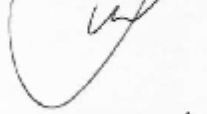
Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Biyoloji Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Sınav Jüri Üyeleri**

**Prof.Dr. A. Ümit ERDEMLİ**  
İnönü Üniversitesi



**Prof.Dr. Murat ÖZMEN**  
İnönü Üniversitesi



**Doç.Dr. Murat KAYA**  
Aksaray Üniversitesi



**Doç.Dr. Burhan ATEŞ**  
İnönü Üniversitesi



**Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. Didem GÖKÇE**  
İnönü Üniversitesi



**Prof.Dr. Mehmet ALPASLAN**

Enstitü Müdürü

## **ONUR SÖZÜ**

“Doktora Tezi olarak sunduğum “Farklı Mikrohabitatlarda Zooplankton Davranışı ve Toleranslığı” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Duygu ÖZHAN TURHAN

## ÖZET

Doktora tezi

### FARKLI MİKROHABİTATLARDA ZOOPLANKTON DAVRANIŞI VE TOLERANSLILIĞI

Duygu ÖZHAN TURHAN

İnönü Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı

107 + xiii sayfa

2013

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Didem GÖKÇE

Bu çalışma kapsamında su kalite değerleri, zooplankton kompozisyonu, zooplankton populasyon büyüklüğü dalgalanması ve enzim aktivitesi değişimlerinin incelenmesi ile bütünsel ekosistem yapısı ortaya çıkarılmıştır.

Bu amaçla Karakaya Baraj Gölü'nden 5 örnekleme noktası seçilmiştir. Belirlenen örnekleme noktalarından Ekim 2010-Kasım 2011 tarihleri arasında aylık olarak 14 örnekleme yapılmıştır. Her örnekleme döneminde su ve zooplankton örnekleri alınarak suyun fiziko-kimyasal değerleri, zooplankton faunası ve Copepoda grubunda (*Cyclops scutifer*, *Microcyplaps varicans*) biyobelirteç değerleri olarak katalaz, glutatyon redüktaz, glutatyon S-Transferaz ve asetilkolinesteraz aktivitesi belirlenmiştir.

Zooplankton örneklerinden Rotifera şubesine ait 14, Cladocera'ya ait 6, Copepoda'ya ait 2 ve nauplius larvaları olmak üzere toplam 22 tür teşhis edilmiştir. Rotifera grubundan *Synchaeta oblonga*, *Keratella cochlearis*, Cladocera grubundan *Bosminia longirostris*, Copepoda grubundan *Cyclops scutifer* en yoğun bulunan türlerdir.

Örnekleme noktalarında tanımlanan türlerin dağılımı sıklık, yoğunluk, baskınlık ve çeşitliliklerine göre analiz edilmiştir. Bu sonuçlar kanonik uyum analizi (CCA) ile test edilmiştir. CCA, zooplankton dağılımını etkileyen çevresel faktörler ile zooplankton üzerine iki ayrı veri setine uygulanmıştır.

CCA diyagramına bakıldığında, *Lepadella patella*, *Brachionus calyciflorus*, *Cyclops scutifer*, *Chydorus sphaericus* ve *Keratella cochlearis*, *Lecane luna*, *Alona rectangula* ve *Daphnia cucullata* ist.1 ve ist.2 örnekleme noktaları ile *Ascomorpha saltans*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Kellicottia longispina*, *Keratella quadrata* ve *Polyarthra dolichoptera*, ist.3 ve ist.4 örnekleme noktaları ile *Trichocerca similis* ise ist.5 örnekleme noktası ile yakın ilişkilidir. Diğer tür dağılımlarının farklılık göstermediği ve merkezde toplandığı görülmüştür. CCA sonuçlarına göre ist.1 ve ist.2 örnekleme noktalarının kendi aralarında, ist.3, ist.4 ve ist.5 örnekleme noktalarının da kendi aralarına benzer olduğu görülmüştür.

Enzim aktiviteleri 6rnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde ist.1 ve ist.2 6rnekleme noktalarının CAT, GST, GR aktivite değerlerinin diğer 6rnekleme noktalarına g6re d6ş6k, AChE aktivitesinin ise y6ksek değerlerde olduğu g6zlenmiştir.

Çalışma alanının fiziko-kimyasal değerlerine ve zooplanktonun CAT, GST, AChE enzim aktivite değerlerine g6re ilkbahar ayında d6nemsel bir kirlilik olduğu tespit edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Zooplankton, su kalitesi, antioksidan enzim, Karakaya Baraj G6l6, biyolojik izleme, kanonik uyum analizi (CCA)

## ABSTRACT

PhD. Thesis

### TOLERANCE AND BEHAVIORAL RESPONSES OF ZOOPLANKTON IN DIFFERENT MICROHABITATS

Duygu ÖZHAN TURHAN

Inonu University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology

107 + xiii pages

2013

Supervisor: Assist.Prof.Dr. Didem GÖKÇE

In the scope of this study holistic ecosystem structure has been revealed by examination of water quality values, zooplankton composition, population magnitude fluctuation and enzyme activity amount in zooplankton.

For this purpose 5 sampling locations was selected from Karakaya Dam Lake. 14 sampling per month was made from the determined sampling between October 2010 and November 2011. In every sampling period water and zooplankton samples were taken to determine psycho-chemical values of the water, fauna of zooplankton and catalase, glutathione reductase, glutathione S-Transferase and acetylcholinesterase activity as biomarker values in Copepoda group (*Cyclops scutifer*, *Microcyclops varicans*) were determined.

Among the zooplankton samples 14 belonging to Rotifera group, 6 belonging to Cladocera group, 2 belonging to Copepoda group and the rest as nauplius larvas (totally 22) were diagnosed. The most prevalent species were *Synchaeta oblonga*, *Keratella cochlearis* from Rotifera group, *Bosminia longirostris* from Cladocera group and *Cyclops scutifer* from Copepoda group.

The distribution of defined types in sampling locations was analyzed according to frequency, density, dominancy and variety. These results were tested by canonical correspondences analysis (CCA). CCA was applied to two other data sets together with the environmental factors effecting zooplankton distribution.

Looking at the CCA diagram, *Lepadella patella*, *Brachionus calyciflorus*, *Cyclops scutifer*, *Chydorus sphaericus* ve *Keratella cochlearis*, *Lecane luna*, *Alona rectangula* ve *Daphnia cucullata* are closely related with st.1 sampling location, *Ascomorpha saltans*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Kellicottia longispina*, *Keratella quadrata* ve *Polyarthra dolichoptera* are closely related with st.3 and st.4 sampling locations and *Trichocerca similis* is closely related with st.5 sampling location. It was observed that other species distributions did not show any difference and gathered in the center. According to CCA results it was

observed that st.1 and st.2 sampling locations are similar to each other and st.3, st.4 and st.5 sampling locations are similar to each other.

When enzyme activities were evaluated in terms of sampling locations it was observed that CAT, GST and GR activity values of st.1 and st.2 sampling locations were lower than other sampling locations while AChE activity was in higher values.

According to psycho-chemical values of the research area and CAT, GST, AChE enzyme activity values of zooplankton, a periodical pollution was detected in spring season.

**KEY WORDS:** Zooplankton, water quality, antioxidant enzyme, Karakaya Dam Lake, biomonitoring, canonical correspondence analysis (CCA).

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ve doktora dönemim süresince bana büyük emeği geçen, desteğini her zaman yakından hissettiğim, karşılaştığım bütün zorlukları aşmamda bana yardımcı olan ve tez konumu belirleyen Danışman Hocam Sayın Yrd.Doç.Dr. Didem GÖKÇE'ye;

Tez çalışmamın deney aşamasında bana yardım eden Sayın Hocam Doç.Dr. Burhan ATEŞ'e;

Tez dönemi süresince öneri ile beni yönlendiren Tez İzleme Komite Üyeleri Hocalarım, Sayın Prof.Dr. A.Ümit ERDEMLİ ve Sayın Prof. Dr. Murat ÖZMEN'e;

Çalışmalarım boyunca yardımlarını gördüğüm arkadaşlarım Yrd.Doç.Dr. Armağan Kaya, Dr. Aslı GİRAY KURT ve Emel AYTAN'a;

Çalışmama maddi yönden kaynak sağlayan İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Birimine (BAP-Proje no:2010/117);

Hayatımın her döneminde yanımda olan ve beni destekleyen sevgili babama, anneme, kardeşlerim Ebru ve Mehmet'e, eşim Şenol'a ve kızım Neva Yağmur'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Su Kalitesi.....	1
1.1.1. Su kirliliği.....	1
1.2. Biyolojik İzleme, Biyomonitör ve Biyobelirteç Türler.....	2
1.2.1. Biyobelirteç ve biyomonitör olarak zooplanktonun kullanılması.....	3
1.3. Serbest Radikaller ve Oksidatif Stres .....	4
1.3.1. Radikaller.....	5
1.3.1.1. Süperoksit radikali (O <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	5
1.3.1.2. Hidroksil radikali (OH <sup>-</sup> ) .....	6
1.3.2. Radikal olmayanlar.....	6
1.3.2.1. Hidrojen peroksit (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ).....	6
1.3.3. Serbest radikallerin etkileri.....	7
1.3.3.1. Lipitler üzerine etkileri.....	7
1.3.3.2. Proteinler üzerine etkileri.....	8
1.3.3.3. DNA üzerine etkileri.....	8
1.3.3.4. Karbonhidratlar üzerine etkileri.....	8
1.4. Antioksidan Savunma Sistemleri.....	9
1.4.1. Antioksidanlar.....	9
1.4.2. Antioksidan enzimler.....	10
1.4.2.1. Katalaz (CAT) (EC: 1.11.1.6).....	10
1.4.2.2. Glutasyon-S-transferaz (GST) (EC: 2.5.1.18).....	10
1.4.2.3. Glutasyon redüktaz (GR ) (EC:1.6.4.2).....	11
1.5. Asetilkolinesteraz (AChE) (EC: 3.1.1.7) .....	12
2. KAYNAK ÖZETİ.....	14
2.1 Kaynak Özeti.....	14
2.2. Alanda Yapılan Çalışmalar.....	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
3.1. Materyal.....	29
3.1.1. Çalışma alanının tanımı.....	29
3.1.2. Örnekleme noktalarının belirlenmesi.....	30
3.1.3. Örnekleme sıklığının belirlenmesi.....	31
3.2. Yöntem.....	31
3.2.1. Arazide yapılan çalışmalar.....	31
3.2.1.1. Su örneklerinin alınması.....	31
3.2.1.2. Zooplankton örneklerinin alınması.....	31
3.2.2. Laboratuvarda yapılan çalışmalar.....	31
3.2.2.1. Kimyasal analizler.....	31
3.2.2.2. Biyolojik analizler.....	32
3.3. Alan ve Laboratuvar Çalışmalarında Kullanılan Araç ve Gereçler.....	32
3.4. Verilerin Değerlendirilmesi.....	33

3.5.	Zooplankton için İstatistiksel Analizler.....	33
3.5.1.	Sıklık (Frekans).....	33
3.5.2.	Populasyon yoğunluğu.....	34
3.5.3.	Baskınlık (Dominans).....	34
3.5.4.	Çeşitlilik.....	34
3.6.	Zooplanktonun Sonifikasyonu.....	34
3.7.	Biyokimyasal Analizler.....	35
3.7.1	Protein analizi.....	35
3.7.2.	Katalaz aktivite tayini.....	35
3.7.3.	Glutatyon redüktaz aktivite tayini .....	35
3.7.4.	Glutatyon S-transferaz aktivite tayini .....	36
3.7.5.	Asetilkolinesteraz aktivite tayini.....	36
3.8.	Enzim Aktiviteleri için İstatistiksel Analiz.....	36
4.	BULGULAR.....	37
4.1.	Meteorolojik Veriler.....	37
4.2.	Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler.....	37
4.2.1.	Sıcaklık.....	37
4.2.2.	Çözünmüş oksijen (ÇO).....	40
4.2.3.	Elektriksel iletkenlik (EC).....	41
4.2.4.	pH değeri.....	42
4.2.5.	Işık geçirgenliği.....	42
4.2.6.	Nitrat, nitrit, amonyum azotu.....	43
4.2.7.	Orto-fosfat fosforu.....	51
4.2.8.	Sülfat iyonu.....	51
4.2.9.	Kalsiyum ve magnezyum iyonları.....	52
4.2.10.	Organik madde miktarı.....	53
4.3.	Zooplankton Taksonlarının İncelenmesi.....	53
4.3.1.	Zooplanktonik organizmaların sıklık dağılımları.....	53
4.3.2.	Zooplanktonik organizmaların yoğunluk dağılımları.....	63
4.3.3.	Dominans.....	65
4.3.4.	Çeşitlilik.....	66
4.4.	Enzim Aktivitesi Bulguları.....	67
4.4.1.	Katalaz aktivitesi .....	67
4.4.2.	Glutatayon redüktaz aktivitesi .....	68
4.4.3.	Glutatayon S-transferaz aktivitesi .....	70
4.4.4.	Asetilkolinesteraz aktivitesi.....	71
5.	TARTIŞMA ve SONUÇ.....	73
5.1.	Karakaya Baraj Gölü Fiziko-Kimyasal Verilere Ait Değerlendirmeler.....	73
5.2.	Karakaya Baraj Gölü Zooplanktona Ait Değerlendirmeler.....	82
5.3.	Karakaya Baraj Gölü Zooplankton Türlerinin Su Kalitesi ve Enzim Aktiviteleri ile İlişkisi.....	88
5.4.	Sonuç ve Öneriler.....	90
6.	KAYNAKLAR.....	91
7.	EKLER.....	105
8.	ÖZGEÇMİŞ.....	107

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Çalışma alanının haritası.....	30
Şekil 4.1.	Çalışma döneminde Malatya İli'ne ait aylık ortalama sıcaklık (°C) ve toplam yağış (mm) dağılımı.....	37
Şekil 4.2.	Karakaya Baraj Gölü ortalama sıcaklık değerleri.....	38
Şekil 4.3.	Karakaya Baraj Gölü Ekim10, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim11 aylarına ait sıcaklık tabakalaşması.....	39
Şekil 4.4.	Karakaya Baraj Gölü Kasım 10, Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Kasım11 aylarına ait sıcaklık sirkülasyonu.....	40
Şekil 4.5.	Karakaya Baraj Gölü aylara göre EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), ÇO (mg/L), pH değerleri.....	41
Şekil 4.6.	Karakaya Baraj Gölü aylara göre örnekleme noktalarındaki Secchi disk değişimi.....	43
Şekil 4.7.	Karakaya Baraj Gölü aylara göre ortalama $\text{SO}_4^{-2}$ (mg/L) değerleri.....	52
Şekil 4.8.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton gruplarının örnekleme noktalarına göre toplam yoğunluk (birey sayısı/L) dağılımları.....	65
Şekil 4.9.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton çeşitliliğinin aylara ve örnekleme noktalarına göre dağılımı.....	67
Şekil 4.10.	<i>Cyclops scutifer</i> ve <i>Microcyclops varicans</i> türlerine ait CAT aktivite değerleri.....	68
Şekil 4.11.	<i>Cyclops scutifer</i> ve <i>Microcyclops varicans</i> türlerine ait GR aktivite değerleri.....	69
Şekil 4.12.	<i>Cyclops scutifer</i> ve <i>Microcyclops varicans</i> türlerine ait GST aktivite değerleri.....	70
Şekil 4.13.	<i>Cyclops scutifer</i> ve <i>Microcyclops varicans</i> türlerine ait AChE aktivite değerleri.....	71
Şekil 5.1.	Karakaya Baraj Gölü ortalama sıcaklık (°C) ve ÇO (mg/L) değerleri.....	75
Şekil 5.2.	Karakaya Baraj Gölü ist.3 örnekleme noktasının vertikal Ekim 10, Kasım 10, Ağustos aylarında ÇO (mg/L) değerleri...	76
Şekil 5.3.	Karakaya Baraj Gölü aylara göre azot tuzları değerlerinin değişimi.....	78
Şekil 5.4.	Karakaya Baraj Gölü mevsimlere ve örnekleme noktalarına göre $\text{NO}_2\text{-N}$ değerlerinin değişimi.....	78
Şekil 5.5.	Karakaya Baraj Gölü mevsimlere ve örnekleme noktalarına göre $\text{NO}_3\text{-N}$ değerlerinin değişimi.....	79
Şekil 5.6.	Karakaya Baraj Gölü mevsimlere ve örnekleme noktalarına göre $\text{NH}_4\text{-N}$ değerlerinin değişimi.....	80
Şekil 5.7.	Karakaya Baraj Gölü mevsimlere ve örnekleme noktalarına göre $\text{PO}_4\text{-P}$ değerlerinin değişimi.....	81
Şekil 5.8.	Karakaya Baraj Gölü aylara göre Rotifera grubu türlerinin toplam yoğunluk değerleri.....	83
Şekil 5.9.	Karakaya Baraj Gölü aylara göre Cladocera grubu türlerinin toplam yoğunluk değerleri.....	84
Şekil 5.10.	Karakaya Baraj Gölü aylara göre Copepoda grubu türlerinin toplam yoğunluk değerleri.....	85

Şekil 5.11. Karakaya Baraj Gölü örnekleme noktaları, çevresel değişkenler ve enzim değerlerine ilişkin CCA diyagramı..... 89

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1.	Karakaya Baraj Gölü Ekim 2010 ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler.....	44
Çizelge 4.2.	Karakaya Baraj Gölü Kasım 2010 ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler.....	44
Çizelge 4.3.	Karakaya Baraj Gölü Aralık ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler.....	45
Çizelge 4.4.	Karakaya Baraj Gölü Ocak ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler.....	45
Çizelge 4.5.	Karakaya Baraj Gölü Şubat ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler.....	46
Çizelge 4.6.	Karakaya Baraj Gölü Mart ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler.....	46
Çizelge 4.7.	Karakaya Baraj Gölü Nisan ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler.....	47
Çizelge 4.8.	Karakaya Baraj Gölü Mayıs ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler.....	47
Çizelge 4.9.	Karakaya Baraj Gölü Haziran ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler.....	48
Çizelge 4.10.	Karakaya Baraj Gölü Temmuz ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler.....	48
Çizelge 4.11.	Karakaya Baraj Gölü Ağustos ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler.....	49
Çizelge 4.12.	Karakaya Baraj Gölü Eylül ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler.....	49
Çizelge 4.13.	Karakaya Baraj Gölü Ekim 11 ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler.....	50
Çizelge 4.14.	Karakaya Baraj Gölü Kasım 11 ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler.....	50
Çizelge 4.15.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Ekim 10 ayı dağılımları (birey sayısı/L)...	54
Çizelge 4.16.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Kasım 10 ayı dağılımları (birey sayısı/L).	54
Çizelge 4.17.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Aralık ayı dağılımı (birey sayısı/L).....	55
Çizelge 4.18.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Ocak ayı dağılımları (birey sayısı/L).....	55
Çizelge 4.19.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Şubat ayı dağılımı (birey sayısı/L).....	56
Çizelge 4.20.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Mart ayı dağılımları (birey sayısı/L).....	56
Çizelge 4.21.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Nisan ayı dağılımları (birey sayısı/L).....	57
Çizelge 4.22.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Mayıs ayı dağılımları (birey sayısı/L).....	57
Çizelge 4.23.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Haziran ayı dağılımları (birey sayısı/L)...	58

Çizelge 4.24.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Temmuz ayı dağılımları (birey sayısı/L)...	58
Çizelge 4.25.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Ağustos ayı dağılımları (birey sayısı/L)...	59
Çizelge 4.26	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Eylül ayı dağılımları (birey sayısı/L).....	59
Çizelge 4.27.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Ekim 11 ayı dağılımları (birey sayısı/L)...	60
Çizelge 4.28.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Kasım 11 ayı dağılımları (birey sayısı/L).	60
Çizelge 4.29.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre sıklık dağılımları.....	61
Çizelge 4.30.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre toplam yoğunluk dağılımları (birey sayısı/L).....	64
Çizelge 4.31.	Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre dominans dağılımları.....	66

## SİMGELER VE KISALTMALAR

a	Alan
AChE	Asetilkolin esteraz
<i>A. rec</i>	<i>Alona rectangula</i>
<i>A. pri</i>	<i>Asplanchna priodonta</i>
<i>A. sal</i>	<i>Ascomorpha saltans</i>
<i>B. cal</i>	<i>Brachionus calyciflorus</i>
<i>B. lon</i>	<i>Bosmina longirostris</i>
Ca <sup>+2</sup>	Kalsiyum
CAT	Katalaz
CCA	Kanonik uyum analizi
<i>C. ret</i>	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>
<i>C. sph</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>
<i>C. scu</i>	<i>Cyclops scutifer</i>
ÇO	Çözünmüş oksijen
D	Populasyon yoğunluğu
<i>D. cuc</i>	<i>Daphnia cucullata</i>
<i>D. lon</i>	<i>Daphnia longispina</i>
DTNB	5, 5'-dithiobis (2-nitrobenzoik asit)
EC	Elektriksel iletkenlik
F	Frekans
<i>F. lon</i>	<i>Filinia longiseta</i>
GR	Glutasyon redüktaz
GSSG	Okside glutasyon
GST	Glutasyon S-transferaz
H'	Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen peroksit
ist.1	İstasyon 1 (1. Örneklem noktası)
ist.2	İstasyon 2 (2. Örneklem noktası)
ist.3	İstasyon 3 (3. Örneklem noktası)
ist.4	İstasyon 4 (4. Örneklem noktası)
ist.5	İstasyon 5 (5. Örneklem noktası)
i <sup>th</sup>	Bir populasyondaki i. tür
<i>K. coc</i>	<i>Keratella cochlearis</i>

<i>K. qua</i>	<i>Keratella quadrata</i>
<i>K. tec</i>	<i>Keratella tecta</i>
<i>K. lon</i>	<i>Kellicottia longispina</i>
<i>L. lun</i>	<i>Lecane luna</i>
<i>L. pat</i>	<i>Lepadella patella</i>
Mg <sup>+2</sup>	Magnezyum
<i>M. var</i>	<i>Microcyclops varicans</i>
n	Birey sayısı
N	Tüm örnekleme sayısı
NA	A türüne ait birey sayısı
Na	A türünü içeren örnekleme sayısı
Naup	Nauplius larvası
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	Amonyum azotu
n <sub>i</sub>	Bir popülasyondaki i türüne ait birey sayısı
Nn	Tüm bireylere ait birey sayısı
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	Nitrit azotu
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Nitrat azotu
<i>N.squ</i>	<i>Notholca squamula</i>
O <sub>2</sub> <sup>·-</sup>	Süperoksit anyon radikali
·OH	Hidroksil radikali
<i>P.dol</i>	<i>Polyarthra dolichoptera</i>
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> -P	Orto-fosfat fosforu
ROT	Reaktif oksijen türleri
<i>S. obl</i>	<i>Synchaeta oblonga</i>
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Sülfat
t	Zaman
<i>T. sim</i>	<i>Trichocerca similis</i>



## **1. GİRİŞ**

Su, yüzyıllar boyunca tüm medeniyetler için çok önemli bir doğal kaynak olmuş, bütün büyük uygarlıklar su kenarında kurulmuştur. Teknolojinin ilerlemesi ile sudan faydalanma şekli ve oranlarının artması, su kaynaklarının içme, sulama enerji üretimi gibi pek çok amaç için geliştirilebilmesi, ülkelerin ekonomik kalkınmasında suyun vazgeçilmez bir yer edinmesinde büyük rol oynamıştır. Teknolojinin ilerlemesi, su kaynaklarından azami faydanın sağlanmasına aracı olmakla birlikte, bu ilerlemeye paralel olarak sanayileşmenin ve şehirleşmenin de artması beraberinde çevre kirliliğini ve özellikle su kirliliğini gündeme getirmiştir (Akkaya vd., 2006).

### **1.1. Su Kalitesi**

Su kalitesinin değişimi bulanıklık, sediment yükü, organik ve inorganik maddeler gibi fiziksel, pH, elektriksel iletkenlik, besinsel tuzlar, pestisit, ağır metal gibi kimyasal ile siyanobakteriler ve fitoplankton gibi biyolojik parametrelerin değişmesinden kaynaklanmaktadır (Sahrawat vd., 2010). Su kalitesi, türlerin verimliliğini, bolluk derecesini, fizyolojik durumlarını etkilemektedir. Baraj gölleri sürekli alıcı ortam özelliği gösterdiği için çevre kirliliğinden birinci derecede etkilenirler. Bu kirlenme sadece içinde yaşayan canlıları olumsuz etkilemekle kalmaz, bu olumsuz etki besin zinciri yolu ile insana kadar ulaşır (Taş, 2006).

Çeşitli sucul ekosistemlerde, su kalitesini ve bu ekosistemlerde yaşayan farklı populasyonların karşılaştığı stresi belirlemek için çok sayıda organik kirleticiler ve ağır metallerin konsantrasyonu belirlenmektedir. Ancak kontamine alanlarda kirliliğin etkisini belirlemek için yapılan analizler, yalnız başına başarı sağlamaz. Son yıllarda çoğu sucul türlerde bu kontaminantların biyolojik etkisi üzerinde durulmaktadır (Cailleaud vd. 2007).

#### **1.1.1. Su kirliliği**

Suya karışan maddelerin, suların fiziksel (renk, sıcaklık artışı vb.), kimyasal ve biyolojik özelliklerini, canlı yaşamını olumsuz etkileyecek şekilde değiştirmesine su kirliliği denir.

Su kirliliği, insan etkisine bağlı olarak sucul ortamlarda mevcut olan ekolojik dengenin bozulmasıyla, bu ortamların kullanımını azaltan veya kullanılmaz hale getiren su kalitesindeki olumsuz değişimdir (Kazancı vd., 1997; Fossi vd., 2001; ınar, 2008).

evre, sürekli olarak yerleşim birimlerinin, tarımsal alanların ve endüstriyel tesislerin kullanımından kaynaklanan yabancı organik kimyasallarla (ksenobiyotikler) kirlenmektedir (nl vd., 2008; Kay vd., 2009). 20. yüzyılda poliklorlu bifeniller (PCB), organoklorlu (OC) pestisitler, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), poliklorlu dibenzofuranlar (PCDF) ve poliklorlu dibenzo-p-dioksinler (PCDD) gibi kirleticilerde çok sayıda üretilmekte ve kısmen çevreye verilmektedir (Oost vd., 2003). Sucul alanlarda endüstriyel, evsel ve tarımsal kirleticilerin artması, omurgalı ve omurgasız canlıların dokularında birikime neden olur. Bu kirleticilerin geçişi sedimentlerden, askıda katı maddelerden, su kütlesinden ve besin kaynaklarından olmaktadır. Organizmaların yaşam döngüsüne ve beslenme şekline bağlı olarak kirleticilerin girdi miktarı değişir.

Normal biyolojik olaylarda ve çoğu yabancı bileşiklerin toksisite mekanizmasında radikal reaksiyonların keşfinden beri antioksidan ile ilgili araştırmalar artmıştır (Livingstone, 2001). Kirlilik seviyelerini belirlemek için enzim aktivitelerinin ölçümü, sucul sistemlerde sıklıkla ekolojik risk değerlendirmelerinde kullanılmaktadır (Printes ve Callaghan, 2003).

## **1.2. Biyolojik İzleme, Biyomonitör ve Biyobelirteç Türler**

Günümüzde evreye verilen kimyasalların yarattığı veya yaratacağı etkilerin belirlenmesi ve olası çözüm yollarının bulunması amacıyla çeşitli çevresel izleme çalışmaları yapılmaktadır. Ekosistemin evresel kalitesini ve organizmalarda kirleticilerin riskini belirlemek için beş çevresel izleme yöntemi kullanılmaktadır.

Bu yöntemler,

- Kimyasal izleme: Abiyotik evresel bölümlerde iyi bilinen kirleticilerin seviyesinin ölçülmesi ile maruziyetin değerlendirilmesidir.
- Biyolojik birikimin izlenmesi: Kritik bir alanda kritik dozların belirlenmesi ya da biyotada kirletici seviyelerinin ölçülmesi ile maruziyetin değerlendirilmesidir.

- Biyolojik etkinin izlenmesi: Biyobelirteçlerin erken olumsuz değişimlerin belirlenmesi ile maruziyetin ve etkinin belirlenmesi
- Sağlığın izlenmesi: Organizmaların geri dönüşümsüz doku hasarlarını ya da hastalıkları belirleyerek etkinin değerlendirilmesidir.
- Ekosistemin izlenmesi: Tür kompozisyonu, yoğunluğu ve çeşitliliği gibi parametreleri belirleyerek ekosistemin bütünlüğünün değerlendirilmesidir.

Çevresel ya da su kalitesindeki değişimlerin değerlendirilmesi için organizmaların düzenli ve sistematik kullanılmasına biyolojik izleme denir (Oost vd., 2003).

Sonuç olarak organizmalar üzerine kirliliğin etkisini belirlemek için biyobelirteç denilen biyolojik cevaplar ile kimyasal verilerin birleşmesi kullanılmaktadır (Correia vd., 2003).

Biyobelirteç, kimyasal maruziyet, biyolojik cevap, populasyon ve kommunité cevapları ile ilgili kalitatif ve kantitatif bilgi sağlamaktadır (Jemec vd., 2010). Bu nedenle çoğu çalışmalarda bazı biyokimyasal biyobelirteçler üzerine sıcaklık, tuzluluk, bulanıklık ve besin varlığı gibi çeşitli mevsimsel abiyotik parametreler de araştırılmıştır (Cailleaud vd., 2007). Biyobelirteçler, deney hayvanlarında serbest radikaller tarafından oluşturulan oksidatif stresin çeşitli özelliklerini ve biyomoleküllerin oksidatif zararını test etmede kullanılırlar (Alberto vd., 2011).

Biyomonitör türler, çevrelerinden belli bir süre içinde belli toksinleri vücuduna alan ve dokularında biriktiren bitki ve hayvan türleridir. Bu türlerin ortamdaki varlıklarının saptanması ile pasif olarak kullanımları ortamın koşulları hakkında bilgi verir. Aktif olarak kullanımlarında ise doğrudan bireyler veya populasyon kirleticinin bulunduğu ortamda izlenir ve cevapları belirlenir (Kazancı vd., 1997).

### **1.2.1. Biyobelirteç ve biyomonitör olarak zooplanktonun kullanılması**

Zooplankton hemen hemen her tip sucül çevrede bulunan küçük heterotrofik hayvanlardır (Hanazato, 2001; Rathod ve Balkrishna, 2011). Göl ekosisteminde besin zincirinin ikinci halkasını oluşturan zooplanktonik organizmalar, bazı omurgasız canlıların ve balıkların temel besin maddesidir (Telesh, 2004; Sarma vd., 2005; Özhan ve Oğuzkurt, 2008).

Ayrıca bazı zooplankton cins ve türleri, içinde buldukları ortamların su kalitesi, su kirliliği ve ötrofikasyon seviyesinin belirlenmesinde de indikatör olarak rol oynamaktadır (Gannon ve Stemberger, 1978; Ross vd., 1996). Diğer bir ifade ile zooplankton, besin zincirinin kirlenme riskleri için erken uyarı sistemi sağlar (Fossi vd., 2001).

Zooplankton yoğunluğu; su sıcaklığı, ışık miktarı, kimyasallar, pH, oksijen, tuzluluk, toksik madde kontaminasyonu, besin varlığı, balık ve omurgasız predasyonu gibi çevresel değişimlere karşı büyük ölçüde duyarlıdır (Whitman vd., 2004). Zooplankton bolluğu, tür çeşitliliği ya da kommunitate yoğunluğunda meydana gelen herhangi bir değişim, çevre şartlarının değişimi ve durumu hakkında önemli bir işarettir. Zooplankton kommunitesi, kısa yaşam döngüsüne sahip olduklarından dolayı çevresel değişimlerden kolaylıkla etkilenir (Yiğit, 2002). Zooplanktonda kontaminantların etkilerini belirlemek için biyolojik cevaplar ile kimyasal bilgiyi bütünleştiren biyomonitör yöntemler kullanılmaktadır. En yaygın biyomonitör yöntemleri, biyolojik birikim, biyokimyasal, morfolojik ve davranışsal değişimlerdir. Zooplanktonun çevresel değişimlere olan duyarlılıkları ile çeşitli türleri, kirlilik göstergesi olarak araştırma konusudur (Saler, 2006).

Zooplankton, kimyasallara karşı en hassas gruplardan biri ve lentik ekosistem enerji aktarımında önemli bir konumda olduğu için ekotoksikolojik çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Zhou ve Zhang, 2008). Copepodlar planktonik komünitelerin dominant üyelerindedir. Ekotoksikolojik çalışmalarda model organizma olarak sıklıkla kullanılmaktadır (Wang ve Wang, 2010).

### **1.3. Serbest Radikaller ve Oksidatif Stres**

Atomlarda elektronlar, orbitalde çiftler halinde bulunurlar. Bir ya da daha fazla çiftlenmemiş elektrona sahip element veya bileşiklere, serbest radikaller denir. Serbest radikallerde bulunan bu çiftlenmemiş elektronlar, kararlı duruma geçmek isterler. Bu nedenle kararlı halde bulunan bileşikten elektron alarak, bu bileşiği yeni bir serbest radikal haline dönüştürürler (Zwart vd., 1999; Thannikcal ve Fanburg, 2000; Seifried vd., 2007).

Bu radikallerin büyük bir kısmı oksijen içerir ve reaktif oksijen türleri (ROT) olarak adlandırılır (Çavdar vd., 1997; Zwart vd., 1999). Oksijen, aerobik organizmalar için oldukça elzem bir molekül olmasına karşın, vücut içerisinde reaktif

oksijen türlerinin oluşmasına da neden olur (Bandyopadhyay vd. 1999; Thannikcal ve Fanburg 2000; Hellou vd., 2012). ROT, vücut içerisinde metabolizmaya zarar verebilecek bir dizi reaksiyon başlatır (Geçkil, 2006; Gökpınar vd., 2006).

ROT, sucul organizmalar üzerine organik kontaminasyon sonucu oluşan biyokimyasal değişimin belirlenmesinde sıklıkla çalışılmaktadır (Lavarias vd., 2011). Reaktif oksijen türleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır (Çavdar vd., 1997).

#### 1 - Radikaller

Süperoksit radikal ( $O_2^{\cdot-}$ )

Hidroksil radikal ( $OH^{\cdot}$ )

Alkoksil radikal ( $LO^{\cdot}$ )

Peroksil radikal ( $LOO^{\cdot}$ )

#### 2 - Radikal olmayanlar

Hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ )

Lipid hidroperoksit ( $LOOH$ )

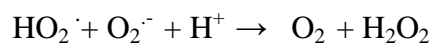
Hipoklorik asit ( $HOCl$ )

### 1.3.1. Radikaller

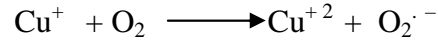
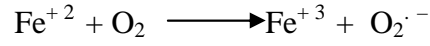
#### 1.3.1.1. Süperoksit radikali ( $O_2^{\cdot-}$ )

Oksijen molekülü, orbitalinde çiftlenmemiş elektron taşıyorsa süperoksit radikali olarak adlandırılır (Çavdar vd., 1997). Hemen tüm aerobik hücrelerde oksijenin bir elektron alarak indirgenmesi sonucu serbest süperoksit radikal anyonu ( $O_2^{\cdot-}$ ) meydana gelir. Süperoksit, bir radikal olmakla birlikte kendisi direk olarak fazla zarar vermez. Asıl önemi, hidrojen peroksit kaynağı olması ve geçiş metalleri iyonlarının indirgeyicisi olmasıdır.

Süperoksit ile perhidroksil radikali birbirleriyle reaksiyona girince biri okside olur diğeri ise indirgenir. Bu dismutasyon reaksiyonunda oksijen ve hidrojen peroksit meydana gelir.

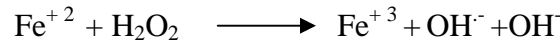
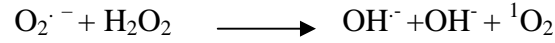


İndirgenmiş geçiş metallerinin otooksidasyonu da süperoksit oluşturabilir (Akkuş, 1995).



### 1.3.1.2. Hidroksil radikali (OH<sup>·</sup>)

Hidroksil radikali (OH<sup>·</sup>), Fenton ve Haber-Weiss reaksiyonları ile hidrojen peroksitten oluşmaktadır.

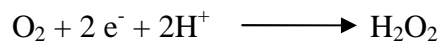
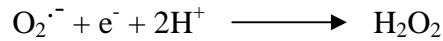


Ayrıca suyun yüksek enerjili iyonize edici radyasyona maruz kalması sonucu da meydana gelmektedir (Kılınç ve Kılınç, 2002). Radikaller arasında en reaktif olan OH<sup>·</sup> radikalidir. OH<sup>·</sup> aminoasitler, nükleik asitler, organik asitler, fosfolipitler ve şekerler gibi moleküllerle reaksiyona girebilir (Altınışık, 2000).

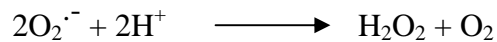
### 1.3.2. Radikal olmayanlar

#### 1.3.2.1. Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), süperoksitin çevresinde bulunan moleküllerden bir elektron ya da moleküler oksijenin iki elektron alması sonucu meydana gelen peroksitin, iki proton (H<sup>+</sup>) ile birleşmesi sonucu oluşur.



Hidrojen peroksit, süperoksitin (O<sub>2</sub><sup>·-</sup>) dismutasyonu ile de meydana gelmektedir. Süperoksit dismutasyonu reaksiyonunda, iki süperoksit molekülü, iki proton alarak hidrojen peroksit ve moleküler oksijeni meydana getirirler.



Bu dismutasyon reaksiyonu kendiliğinden gerçekleşebildiği gibi süperoksit dismutaz (SOD) enzimi tarafından da katalizlenebilir. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, bir serbest radikal olmamasına rağmen, reaktif oksijen türleri arasına girmektedir.

Çünkü hidrojen peroksit, Fe<sup>+2</sup> veya diğer geçiş metallerinin varlığında Fenton reaksiyonu ile süperoksit radikalinin (O<sub>2</sub><sup>·-</sup>) varlığında ise Haber-Weiss reaksiyonu ile

hidroksil radikalini ( $\text{OH}^\cdot$ ) oluşturur. Süperoksit radikalının lipid çözünürlüğü sınırlı olmasına rağmen hidrojen peroksit lipitte çözünebilir. Bu nedenle hidrojen peroksit kendisinin olduğu yerden uzakta olan fakat  $\text{Fe}^{+2}$  içeren membranlarda hasar oluşturabilir (Memişoğulları, 2005).

Serbest radikaller, normal hücrel metabolizma sırasında oluşabilmesinin yanı sıra, çeşitli dış etkenler aracılığı ile de meydana gelebilir. Bu radikaller hücredeki diğer moleküllerle kolayca etkileşime girerek oksidatif stres meydana getirirler (Çakatay ve Kayalı, 2006). Oksidatif stres organizmada oluşan reaktif oksijen türleri ile antioksidan sistem arasındaki dengenin bozulması şeklinde tanımlanır (Kopani vd., 2006; Prakash vd., 2009). Dengenin bozulması biyolojik zararı da beraberinde getirir (Sandermann, 2004).

Oksidatif stres, organik kirleticiler, metal, pestisit varlığı, oksijen ve sıcaklık değişimi, bireylerin üreme dönemleri gibi nedenlerden oluşabilmektedir (Lushchak, 2011; Hellou vd., 2012). Serbest oksijen radikalleri, hücrelerin lipid, protein, karbonhidrat ve DNA gibi yapılarına etki ederler. Bu nedenle ROT üretimi, canlı vücuduna zarar verir (Turrens, 2003).

### **1.3.3. Serbest radikallerin etkileri**

#### **1.3.3.1. Lipitler üzerine etkileri**

Biyomoleküllerin tüm büyük sınıfları serbest radikaller tarafından etkilenir, ancak lipitler en hassas olanlarıdır. Hücre zarındaki kolesterol ve yağ asitlerinin doymamış bağları, serbest radikallerle kolayca reaksiyona girerek peroksidasyon ürünlerini oluştururlar (Akkuş, 1995). Doymamış yağ asitlerinin alil grubundan bir hidrojen çıkarsa lipid radikali meydana gelir. Oluşan lipid radikali oksijen ile reaksiyona girer ve lipid peroksi radikalini oluşturur. Lipid peroksi radikali diğer lipidlerle zincir reaksiyonu başlatır ve lipid hidroperoksitler oluşur. Ortamda bulunan Fe ve Cu iyonları lipid peroksidasyonunu hızlandırır. Lipid radikaller sitotoksik olan ürünlere de dönüşebilir. (Çavdar vd., 1997).

Lipid peroksidasyonu, çok zararlı bir zincir reaksiyonudur. Direk olarak hücre zarı yapısına ve indirek olarak reaktif aldehitler üreterek diğer hücre bileşenlerine zarar verir. Böylece pek çok hastalığa ve doku hasarına neden olur. Lipit radikallerinin hidrofobik yapıda olması nedeni ile reaksiyonların çoğu hücre zarına

bağlı moleküllerde meydana gelir. Hücre zarı geçirgenliği ve viskozitesi ciddi şekilde etkilenir. Peroksidasyonla oluşan malondialdehid, membran komponentlerinin çapraz bağlanma ve polimerizasyonuna sebep olur (Akkuş, 1995).

#### **1.3.3.2. Proteinler üzerine etkileri**

Proteinlerin oksidatif strese karşı en duyarlı olan bölgeleri sülfidril gruplarıdır. Proteinler, reaktif oksijen türlerine karşı lipitlere göre daha az duyarlıdır. ROT'den amino asit dizilerine bağlı olarak etkilenirler. Özellikle doymamış bağ ve sülfür içeren moleküllerin ROT ile etkileşimleri son derece yüksektir. Bu nedenle yapısında triptofan, tirozin, fenil alanin, histidin, metionin ve sistein gibi aminoasitleri bulunduran proteinler ROT'a karşı daha duyarlıdır. İmmüoglobulin G ve albümin gibi disülfid bağı fazla olan proteinlerin ise üç boyutlu yapıları bozulmaktadır (Çinkıoğlu, 2007). Hem proteinleri de serbest radikallerden önemli oranda zarar görürler (Akkuş, 1995).

#### **1.3.3.3. DNA üzerine etkileri**

DNA'da oksidatif zarar özellikle hidroksil radikalleri olmak üzere reaktif oksijen türlerinin DNA ile etkileşiminden kaynaklanabilmektedir. Süperoksit ve hidrojen peroksit, normalde DNA'ya karşı reaktif değildir. Ancak demir ve bakır iyonlarının varlığında hem süperoksit hem de hidrojen peroksit yüksek derecede reaktif hidroksil radikallerine dönüşür. Hidroksil radikalleri, DNA'da çeşitli modifikasyonlara neden olur. OH radikali tarafından deoksiriboz üzerine oluşturulan oksidatif saldırı, DNA'dan bazların serbest kalmasına neden olur. Reaktif oksijen türlerinin gerçekleştirdiği en büyük zararlardan biri de DNA bazlarının kaybolmasıdır (Evans ve Halliwell, 2001). ROT, DNA-protein arasında çapraz bağın oluşuma neden olabilir. Bu durum pürin ve pürimidin bazlarının spesifik kimyasal modifikasyonu kadar deoksiriboz-fosfat bağına da zarar verebilir (Zwart vd., 1999).

#### **1.3.3.4. Karbonhidratlar üzerine etkileri**

Serbest radikallerin, karbonhidratlar üzerine de önemli etkileri vardır. Ancak karbonhidratlar oksidasyona karşı lipitlerden ve proteinlerden daha az duyarlıdır (Najafian ve Babji, 2012). Monosakkaritlerin otooksidasyonu sonucu hidrojen peroksit ve okzoaldehidler oluşur (Akkuş, 1995).



## 1.4. Antioksidan Savunma Sistemleri

Çeşitli mekanizmalar sonucu ortaya çıkan serbest radikallere karşı vücutta doğal bir savunma mekanizması vardır. Canlı hücrelerde bulunan protein, lipid, karbonhidrat ve DNA gibi moleküllerin oksidasyonunu engelleyen ya da geciktirebilen maddelere antioksidanlar, bu olaya ise antioksidan savunma sistemi denir (Gökpınar vd., 2006; Seifried vd., 2007).

Stres etkisi görülmeyen normal metabolizmada ROT'un ve diğer prooksidantların oluşumu ve antioksidan savunma mekanizması ile onların detoksifikasyonu arasında bir denge mevcuttur. Bununla birlikte ROT üretiminde artış meydana gelir ve antioksidan savunma sistemini etkisiz bırakırsa kritik hücrel fonksiyonların değişimine ve makromoleküllerde oksidatif zararın artmasına neden olur (Correia vd., 2003; Livingstone 2003).

Antioksidanlar, endojen kaynaklı (doğal antioksidanlar) ve eksojen kaynaklı antioksidan olmak üzere başlıca iki ana gruba ayrılabilir gibi serbest radikallerin meydana gelişini önleyenler ve mevcut olanları etkisiz hale getirenler şeklinde de ikiye ayrılabilir (Gökpınar vd., 2006).

### 1.4.1. Antioksidanlar

Antioksidanlar başlıca dört yolla oksidanları etkisiz hale getirirler (Gökpınar vd., 2006).

1. Süpürme etkisi: Oksidanları daha zayıf olan, yeni bir moleküle dönüştürerek etkisiz hale getirirler. Antioksidan enzimler ve mikromoleküller bu yolla etki eder.
2. Söndürme etkisi: Oksidantlara bir hidrojen aktararak inaktive edilmesi durumudur. Vitaminler, flavanoidler, timetazidin ve mannitol bu şekilde etki ederler.
3. Zincir reaksiyonlarını kırma etkisi: Hemoglobin, serüloplazmin ve ağır mineraller oksidanları kendilerine bağlar ve inaktive eder.
4. Onarma etkisi: Oksidatif hasar görmüş biyomolekülü onarırlar.

Antioksidan enzimler çeşitli çevresel pro-oksidant şartlar tarafından indüklenebilir. Antioksidatif sistem, enzimatik olan ve enzimatik olmayan sistemleri içerir (Yıldırım vd., 2011).

Enzimatik olmayan sistem askorbik asit, karoten vb. içerirken, enzimatik sistem süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), peroksidaz (POX), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz içerir (Alberto vd., 2011).

#### **1.4.2. Antioksidan enzimler**

##### **1.4.2.1. Katalaz (CAT) (EC: 1.11.1.6)**

Katalaz (CAT), aktif kısmında dört tane ferrihem grubu bulunduran bir hemoproteindir (Akkuş, 1995). Molekül ağırlığı 240 kD'dır (Brunelli vd., 2001). Hemen hemen tüm aerobik organizmaların peroksizomlarında bulunmaktadır (Bandyopadhyay vd., 1999; Turrens, 2003; Prakash vd., 2009).

Süperoksit dismutazın (SOD) faaliyeti sonucunda meydana gelen toksik hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), CAT aktivite etkisiyle su ve oksijene dönüştürülmektedir (Bandyopadhyay vd., 1999; Brunelli vd., 2001; Memişoğulları, 2005).



CAT,  $H_2O_2$ 'in detoksifikasyonu ile oksidatif strese karşı koruma sağlayan önemli bir antioksidandır (Ekanayake vd., 2008). Aynı zamanda metanol, etanol ve asit gibi küçük substratlara karşı peroksidatik aktivite göstermektedir.

##### **1.4.2.2. Glutatyon S-transferaz (GST) (EC: 2.5.1.18)**

Glutatyon S-transferazlar (GST), çeşitli kimyasalların detoksifikasyonunda rol oynayan çoklu gen ailesinden bir enzimdir. Tüm canlılarda bulunmaktadır.

GST, moleküler ağırlığı yaklaşık olarak 25 kDa olan alt ünitelerden oluşan dimerik yapıli proteinlerdir. Dimerik enzimin her bir alt ünitesi farklı iki fonksiyonel alan içermektedir. Bu alanlar, fizyolojik substrat glutatyonu bağlayan hidrofilik G bölgesi ve farklı yapıdaki elektrofilik substratların bağlanabilmesi için hidrofobik çevre sağlayan komşu H bölgesidir. G bölgesi, yüksek oranda GSH'a spesifite gösterdiğinden dolayı tüm GST'lerde benzerdir. Fakat H bölgesi farklı GST'lerde farklı yapıdadır ve bunların substrat bağlama özgülüğü değişkendir (Eaton ve Bammler, 1999).

GST'ler özellikle ksenobiyotik gibi reaktif elektrofilik gruplara sahip bileşiklerle, redükte glutatyonun konjugasyonunu katalizleyen enzimdir. Bu metabolik yol, protein ve nükleikasit gibi makro moleküllerin nükleofilik gruplarının korunmasını sağlar (Peters vd., 2001; Cailleaud vd., 2007).

Enzimin iki fonksiyonu bulunmaktadır. Birinci fonksiyonu, enzimin aktif bölgesine elektrofilik substrat ve glutatyonu bağlayarak GSH ile substratın yakın ilişkisini sağlamaktır (Eaton ve Bammler, 1999; Sheehan vd., 2001; Ma vd., 2009). İkinci fonksiyonu, GSH'ın elektrofilik substrat (R-X) üzerine nükleofilik atağını sağlayarak GSH üzerindeki sülfidril gruplarını aktive etmektir (Eaton ve Bammler, 1999).

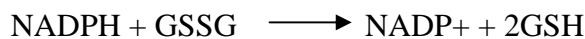
GST faz II enzim ailesinin önemli bir üyesidir (Sheehan vd., 2001; Ünal vd., 2007). Organizmaya giren elektrofilik ksenobiyotiklerin detoksifikasyonunun yanı sıra oksidatif stres boyunca sekonder metabolit olarak oluşan ürünlerinde detoksifikasyonunu sağlamaktadır (Ünal vd., 2007). GST enzimleri, DNA tamiri gibi önemli hücresel fonksiyonları olan proteinler ve diğer enzimlerin indüksiyonunu ayarlayabilir ve bu yüzden genomik bütünlüğü korumada önemlidir (Carlsten vd., 2008).

GST enzimleri, glutatyon peroksidaz aktivitesi aracılığı ile lipit hidroperoksitleri azaltabilirler (Sharma vd., 2004). GST'ler PAH, PCB ve organoklorin pestisitler gibi sentetik ve farklı doğal bileşikler tarafından indüklenen etkili biyobelirteçler olarak belirlenmiştir (Cailleaud vd., 2007).

#### **1.4.2.3. Glutatyon redüktaz (GR) (EC:1.6.4.2)**

Glutatyon redüktaz (GR) stoplazma, mitokondri ve çekirdekte bulunur (Maritim vd., 2003). GR, flavoenzim ailesinden bir enzimdir (Seo vd., 2006; Erat vd., 2007). Dimerik enzimin yaklaşık molekül ağırlığı 100-120 kDa arasında değişir. GR, organizmayı kimyasallara ve oksidatif strese karşı koruyan savunma sisteminin bir parçasıdır.

GR, NADPH- bağımlı mekanizma ile glutatyonun okside disülfid formunun (GSSG), redükte forma (GSH) dönüşümünü katalizlemektedir (Tandoğan ve Ulusu, 2006).



GSH tüm organizmalarda önemli sülfidril bileşiklerdendir, protein sentezi ve enzim organizasyonu düzenlenmesinde, DNA'nın deoksiribonükleotitin biçimlendirilmesinde, reaktif oksijen türlerine karşı hücreleri ve hücre içi proteinlerin sülfirid gruplarını korumada görevlidir (Erat vd., 2007). GSH, reaktif oksijen türlerinin ortaya çıkmasından dolayı oluşan potansiyel zarardan hücreleri korumada önemli role sahiptir. Hidroksil radikallerini direk olarak temizler (Seo vd., 2006).

Yüksek seviyelerde GSSG, reaktif oksijen türleri detoksifikasyonunun antioksidant aksiyonu boyunca birikir. Bu nedenle redükte glutatyon formuna (GSH) tekrar dönüşüm için GR gereklidir (Seo vd., 2006). GR, yüksek GSH/GSSG oranını muhafaza ederek hücrenin antioksidan kapasitesini korumada önemli role sahiptir (Seo vd., 2006; Erat vd., 2007).

GR, yüksek substrat özgüllüğüne sahiptir, diğer sitozolik enzimlere göre daha stabildir ve yüksek ısıya karşı aktivitesini koruyabilmektedir. GR'nin inhibisyonunda, hücrel prooksidant-antioksidan dengesinin bozulması ve hücre içi GSSG artışının olması hücrel hemostazinin kaybolmasına ve çeşitli hastalıklara neden olabilmektedir (Tandoğan ve Ulusu 2006).

### **1.5. Asetilkolinesteraz (AChE) (EC: 3.1.1.7)**

Asetilkolinesteraz (AChE) omurgalı ve omurgasızların sinapslarında nörotransmitter bir madde olarak görev yapan asetilkolini hidroliz eden bir enzimdir. Asetilkolin çoğu türlerde duysal ve nöromusküler sistem arasındaki başlıca nörotransmitterdir (Guilhermino vd., 2000). AChE'nin bozukluğu, asetilkolinin azalması ya da birikmesi ile sonuçlanır. Bu durum sinir/kas fibrillerinin normal iletişimini engeller. Çoğu çalışma asetilkolin aktivitesinin metal içeren kirleticiler tarafından inhibe edildiğini göstermektedir. Bu nedenle sucul organizmalarda AChE aktivitesi ölçümü, çevresel kirleticilerin belirlenmesinde potansiyel biyobelirteçlerdir (Wang ve Wang, 2010). AChE'nin hidrolizi sadece komşu nöron ve kas hücrelerinde istenmeyen aktivasyonunu engellemek için değil, aynı zamanda post-sinaptik hücrelerde sinyalin uygun zamanlamasından emin olmak içinde hayati derecede önemlidir (Yaşın, 2010).

Bu enzim, organofosfat ve karbamatlı pestisitler tarafından inhibe olmaktadır. Bu nedenle enzim, bu bileşikler için spesifik biyobelirteç olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda çoğu türlerde çevresel kontaminasyon, organofosfatlı bileşikler ve

karbamatlı pestisitlerden dolayı kolinesterazların inhibisyonu artış göstermektedir (Guilhermino vd., 2000).

Organofosfatlı insektisitlere maruziyeti belirlemede biyobelirteç olarak kullanılan AChE aktivitesinin ölçümü, omurgalı ve omurgasızlarda başarıyla kullanılmaktadır. Organofosfatlar, kolinerjik sinapslarda ve nöromuskuler bağlantılarda AChE enzimini inhibe ederek nörotransmisyonu engel olurlar (Printes ve Callaghan, 2003).

ACh ve AChE arasındaki etkileşim, kaslar fonksiyon ve normal davranış için hayati derecede önemlidir. Özellikle AChE inhibisyonu, organofosfat ve karbamat pestisitlerine, toksinlere ve kadmiyum, kurşun, bakır gibi toksik metallerle maruziyette kullanılan indikatördür. AChE inhibisyonu zooplanktonda ekotoksikolojik riskler için erken uyarı sinyalleri olarak düşünülebilir. Bununla birlikte UV gibi doğal kaynaklarda AChE aktivitesini etkilemektedir (Souza vd., 2010).

## 2. KAYNAK ÖZETİ

### 2.1. Kaynak Özeti

Zooplanktonda hücrenel savunma mekanizması olan antioksidan enzimler ile ilgili olarak yapılan kaynak taramasında, dünyada çok az sayıda çalışma yapıldığı belirlendi. Dünya genelinde yapılan çalışmalarda kullanılan bireyler, genellikle laboratuvar koşullarında yetiştirilmektedir. Ayrıca ülkemizde bu konu ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmadı. Bu nedenle, bu tez doğal populasyon üzerine antioksidan enzim aktivitesinin belirlenmesi ile, Türkiye’de ilk olma özelliği taşımaktadır.

Vega ve Pizarro (2000) tarafından, UVA ve UVB radyasyonuna maruz kalan *Daphnia longispina*’nın oksidatif stres ve savunma mekanizmaları çalışılmıştır. Antioksidan enzim aktivitesi (katalaz), lipid peroksidasyonu ve askorbik asit miktarları belirlenmiştir. UVA radyasyonuna maruz kalan bireylerde katalaz aktivitesi, 3 saatin sonunda kontrol grubuna göre 3 kat daha fazla artış göstermiştir. UVB radyasyonuna maruz kalan bireylerde ise katalaz aktivitesi, 1 saatin sonunda kontrol gruplarına göre 5 kat artış göstermiştir.

Borgeraas ve Hessen (2000) tarafından, 96 saat UV<sub>312</sub>’ye maruz kalmasına rağmen hayatta kalan *Daphnia magna* türüne ait bireyler alınmış ve farklı oksijen konsantrasyonlarına (5,6; 8,5 ve 14,1 mg) ve sıcaklıklara (6, 12 ve 18 °C) maruz bırakılmıştır. Bu bireylerin CAT ve GST aktiviteleri belirlenmiştir. 3 farklı oksijen konsantrasyonuna da maruz kalan bireylerin CAT ve GST aktivitesinde herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Ancak sıcaklık azaldıkça her iki enzim aktivitesinde de azalma gözlenmiştir. CAT aktivitesi UV radyasyonu tarafından, etkilenmemesine rağmen, GST aktivitesi çok az miktarda artış göstermiştir.

Borgeraas ve Hessen (2002) tarafından, UV radyasyonuna maruz kalan toplam 4 *Daphnia* türünde CAT, GST, SOD gibi antioksidan enzim aktiviteleri ve karotenoid miktarları çalışılmıştır.

Bu çalışmada alpin ve düz arazi bölgelerinden toplanan hem pigmentli hem de pigmentsiz *Daphnia longispina*, laboratuvar klonlarından *Daphnia magna* ve kutup bölgesinden toplanan *Daphnia pulex*/*Daphnia middendorffiana* karışık populasyonu çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan populasyonların çoğu, sığ alanlardan toplanmıştır. Bu nedenle yaz boyunca yüksek oranda UV radyasyonuna maruz

kalmışlardır. Türler arasında en dikkate değer farklar, laboratuvar klonu olan *D. magna* gruplarında CAT aktivitesinin yüksek olması, *D. pulex* gruplarında GST aktivitesinin düşük olması ve *D. longispina* gruplarında ise SOD aktivitesinin yüksek olmasıdır. Pigmentli ve pigmentli olmayan *D. longispina* grupları arasında antioksidan enzim aktiviteleri arasında fark gözlenmemiştir.

Hessen vd. (2002) tarafından, çözünmüş organik karbonun (DOC) ve UVB'nin arktik *Daphnia*'lar üzerine olan CAT ve GST aktiviteleri belirlenmiştir. DOC humuslu gölden izole edilen donmuş-kurumuş humus ile elde edilmiştir. UV dozu arttıkça kontrol gruplarında ve 10 mg DOC kullanılan deney gruplarında, CAT aktivitesinde düşüş gözlenmektedir. GST aktivitesi ise kontrol gruplarında, UV dozu arttıkça artış gösterirken, deney gruplarında değişim gözlenmemiştir.

Forget vd. (2003) tarafından, Vilaine Nehri (Fransa) ağzından, 5 örnekleme noktasından toplanan *Tigriopus brevicornis* (Copepoda) türüne ait olan bireylerin AChE aktivitesi belirlenmiştir. Eş zamanlı olarak, çalışma alandan toplanan örnekler laboratuvar koşullarında atrazin uygulanmış ve AChE aktivitesi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre nehrin aşağı havzasından toplanan örneklerin AChE aktivitesi, yukarı havza örneklerine göre daha düşük seviyelerde gözlenmiştir. Alandan toplanan örnekler, laboratuvar koşullarında temiz deniz suyuna alınmış ve atrazin uygulanmıştır. 14 gün sonunda yapılan ölçümlere göre atrazin uygulanmış bireyler, kontrol grupları ile karşılaştırılmış ve atrazine maruz kalan bireylerde AChE aktivitesi düşük değerlerde gözlenmiştir.

Printes ve Callaghan (2003) tarafından, *Daphnia magna*'da asetilkolin esteraz aktivitesi ve birey gelişimi arasındaki ilişki çalışılmıştır. Sonuçlar *D. magna*'nın vücut uzunluğu ile AChE arasında ters yönlü ilişki bulunduğunu göstermektedir. Protein miktarındaki artış, AChE ve vücut morfolojisi arasındaki bu ilişkinin nedeni olarak görülmektedir. AChE inhibitörü olan parathion, AChE aktivitesini değiştirirken protein miktarını değiştirmediği gözlenmiştir.

Meems vd. (2004) tarafından, doğal organik maddenin (NOM), sentetik humik maddelerin (HS1500) ve sipermetrinin *D. magna* türüne ait bireyler üzerine GST ve GP<sub>X</sub> aktivitesi araştırılmıştır. NOM Suwannee Nehri'nden (Güney Georgia, USA) ve Svartberget ormanından (Norveç) elde edilmiştir.

Hem NOM hem de HS1500 konsantrasyonlarına bağlı olarak sitozol GST aktivitesinin artmasına neden olmuştur. En güçlü artış HS1500'in 0,5mg/L

kullanılmasından itibaren gözlenmiştir. Mikrozoal GST aktivitesinde herhangi bir etkilenme olmamıştır. Sitozol GST 0,01 µg/L sipermetrin kullanılmasıyla artış göstermiştir. En yüksek artış ise 0,1 µg/L sipermetrin kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır. Mikrozoal GST ise 0,001; 0,01 ve 0,1 µg/L sipermetrinde kontrol gruplarına göre düşük seviyelerde artış göstermiştir. Ancak 3 farklı konsantrasyondaki artış miktarları da birbirlerine yakın değerlerdedir. 1 µg/L sipermetrin ise mikrozoal GST seviyesini kontrol gruplarının değerinden daha düşük seviyeye düşmesinde neden olmuştur.

GP<sub>X</sub> aktivitesi 0,1 µg/L sipermetrin kullanılmasıyla artış göstermiş ancak en yüksek artış, 1 µg/L sipermetrin kullanılmasıyla gerçekleşmiştir. 0,5 ve 5 mg/l HS1500'in kullanılmasıyla GP<sub>X</sub> seviyesinde en yüksek artış gözlenmiştir. NOM'da ise en yüksek artış 1 mg/ L konsantrasyonunda gözlenmiştir.

Barata vd. (2005a) tarafından, *Daphnia magna*'da yaş dönemleri boyunca antioksidan enzim aktiviteleri ve lipid peroksidasyon seviyeleri belirlenmiştir. Antioksidanlardan CAT, SOD, GP<sub>X</sub> aktiviteleri çalışılmıştır.

Yaş dönemlerinin antioksidan enzim aktivitelerine etkilerini belirleyebilmek için farklı dönemlere sahip sekiz deney grubu oluşturulmuştur. Deney grupları 1, 4, 8, 16, 25, 40, 60 ve 75 gün şeklinde oluşturulmuştur.

SOD aktivitesi 40 ve 60 günlük bireylerde azalış göstermiş, 75 günlük bireylerde ise en yüksek aktiviteye ulaşmıştır. Lipid peroksidasyon miktarı yetişkin bireylerde, juvenil bireylere göre daha yüksek seviyelerdedir. 60 günlük bireylerdeki lipid peroksidasyonu 1, 4, 8 günlük bireylerdeki miktardan %100 daha fazladır. Toplam GP<sub>X</sub> ve CAT aktivitesi, 4 günlük juvenil bireylerde en fazladır; 60 günlük bireylerde en düşük seviyededir. Ancak 75 günlük bireylerde tekrar artış göstermiştir.

Barata vd. (2005b) tarafından, 48 saat boyunca subletal seviyede bakır, kadmiyum, endosülfan, parakuat, menadiona maruz kalan juvenil *Daphnia magna* türüne ait bireylerde lipid peroksidasyonu seviyeleri ve CAT, SOD, GP<sub>X</sub>, GST'yi içeren antioksidan enzim aktiviteleri belirlenmiştir.

Menodion ve endosülfana maruz kalan bireylerde antioksidan enzim aktivitesi düşük cevaplar oluştururken, lipid peroksidasyon seviyeleri artış göstermiştir. Bakıra maruz bırakılan bireylerde hem lipid peroksidasyonu hem de antioksidan enzim aktivitelerinde artış gözlenmiştir. Parakuata maruz kalan



bireylerde antioksidan enzim aktivite seviyelerinde artış gözlenirken, lipit peroksidasyonunun engellendiği gözlenmiştir. Kadmiyuma maruz kalan bireylerde antioksidan enzim aktivite cevapları, düşük miktarlarda oluşmuştur. Lipit peroksidasyonu seviyesinde meydana gelen değişim ise ihmal edilebilecek kadar düşük seviyelerde gözlenmiştir.

Perelman vd. (2006) tarafından, *Nannochloropsis* sp. ve *Synechococcus* sp. gruplarında sıcaklığa bağlı (0-37 °C) SOD aktivitesi çalışılmıştır. Sıcaklık azaldıkça SOD aktivitesinin yükseldiği gözlenmiştir.

Feldmannova vd. (2006) tarafından, N-heterosiklik poliaromatik hidrokarbonların (fenantrolin, benzokinolin, fenantrenik, fenazin) *Daphnia magna* grupları üzerine hayatta kalma, üreme ve antioksidan enzim aktiviteleri çalışılmıştır. Antioksidan enzimlerden GST ve GP<sub>X</sub> aktiviteleri belirlenmiştir. Veriler N-PAH gruplarının *D. magna* üzerinde oksidatif stres oluşturduğunu göstermiştir. Benzokinolin ve fenantreniğe maruz kalan *D. magna* gruplarında GP<sub>X</sub> aktivitesinin önemli derecede düşüş gösterdiği gözlenmiştir. GST aktivitesinin, fenantrolin, benzokinolin ve fenazine maruz kalan gruplarda arttığı, fenantreniğe maruz kalan bireylerde ise azaldığı gözlenmiştir. Ayrıca N-heterosiklik poliaromatik hidrokarbonların *D. magna* gruplarının hayatta kalma oranları ve üremelerini de önemli oranda negatif etkilediği gözlenmiştir.

Souza vd. (2007) tarafından, Güney Amerika'da 3 gölde (Moreno, El Trebol ve Escondido Gölleri) farklı ışığa maruz kalan *Boeckella gracilipes* ve *Ceriodaphnia dubia* türlerinde CAT ve GST aktiviteleri belirlenmiştir. Moreno Gölü derinliği ortalama 90 m dir. Bu göl monomiktik bir göldür ve tabakalaşma Kasım ayından Nisan ayına kadar devam etmektedir.

El Trebol ve Escondido ise daha küçük ve sığ olan göllerdir. El Trebol Gölü'nün derinliği 12 m Escondido Gölü'nün derinliği ise 8 m. dir. Her iki gölde de kısa süreli tabakalaşma gözlenmektedir. Örnekler her 3 gölde de Haziran ayında güneşli günlerde toplanmıştır.

2 tür arasında CAT aktivitesi açısından önemli farklılıklar gözlenmiştir. CAT aktivitesi, *C. dubia* türüne ait bireylerde *B. gracilipes* türüne ait olan bireylerden önemli derecede yüksektir. GST aktivitesinde ise her iki türde benzer sonuçlar gözlenmiştir. *B. gracilipes* türüne ait olan bireylerde CAT aktivitesi, Moreno Gölü'nde toplanan örneklerde en yüksek, El Trebol Gölü'nden toplanan örneklerde

ise en düşük aktiviteye sahip olduğu gözlenmiştir. GST aktivitesi ise Escondido Gölü'nden toplanan örneklerde en fazla, El Trebol Gölü'nden toplanan örneklerde ise en düşük aktiviteye sahip olduğu gözlenmiştir.

*C. dubia* türüne ait bireylerde CAT aktivitesi, 3 gölden toplanan örneklerde farklılık göstermediği gözlenmiştir. GST aktivitesi ise Escondido Gölü'nde en yüksek, El Trebol Gölü'nde ise en düşük aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir.

Cailleaud (2007) vd. tarafından, tuzluluk ve sıcaklığın *Eurytemora affinis*'in (Copepod) antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Tuzluluğun AChE ve GST enzim aktivitelerine etkilerini belirleyebilmek için 0, 5, 10, 15, 20 ve 25 psu oranlarında deney grupları oluşturulmuştur. Yüksek AChE aktivitesi, 10 psu tuzluluğa sahip olan gruplarda özellikle 18 ve 72 saatlerden sonra önemli oranda artış göstermiştir. 15 ve 20 psu tuzluluğa sahip olan gruplarda 4 ve 18 saat sonra artış göstermiştir. 5 ve 25 psu tuzluluğa sahip olan gruplarda ise deney boyunca önemli bir artış göstermemiştir. GST aktivitesi 0, 10, 15 ve 25 psu tuzluluğa sahip olan gruplarda azalış göstermiştir. 0, 10 ve 25 psu tuzluluğa sahip olan gruplarda deney kurulduktan sonra 2 saat içerisinde önemli derecede azalış göstermiştir. Ancak 18 saate kadar GST aktivitesinde önemli bir değişiklik olmamıştır ve 72. saate kadar önemli derecede azalış göstermiştir. GST aktivitesi, 5 psu tuzluluğa sahip olan gruplarda diğer dozlardaki gruplara göre daha fazla çeşitlilik göstermiştir.

Sıcaklığın etkisini belirleyebilmek için 4, 11, 18 ve 25 °C olan 4 deney grubu oluşturulmuştur. 11°C sıcaklığa sahip gruplarda deney kurulduktan 1, 4 ve 18 saat sonunda AChE aktivitesinde diğer sıcaklıklara sahip olan gruplara göre önemli derecede artış göstermiştir. 4, 18 ve 25 °C şartlara sahip olan deney gruplarında AChE aktivitesinde önemli bir değişim gözlenmemiştir.

En düşük AChE aktivitesi, 25 °C sıcaklığa sahip olan gruplarda gözlenmektedir. GST aktivitesinde de 4, 18 ve 25 °C sıcaklığa sahip olan gruplarda önemli bir değişim gözlenmemiştir. 11 °C sıcaklığa sahip olan gruplarda ise artış göstermiştir.

Damasio vd. (2007) tarafından, bir insektisit olan fenitrotiyona maruz kalan *Daphnia magna* gruplarında AChE, GST ve CbE aktivitesi çalışılmıştır. Bu çalışmada kullanılan *Daphnia magna* gruplarından biri laboratuvarında yetiştirilen klonlardan (S1) seçilmiştir. Diğer 3 grup ise fenitrotiyona maruz kalan bireylerden seçilmiştir (S2, R1, R2). Bunlardan S1 ve S2 duyarlı, R1 ve R2 ise dirençli klonlardır.

AChE aktivitesi R1 klonunda en yüksek, S1 klonunda ise en düşük seviyededir. CbE aktivitesi en yüksek R2 klonunda, en düşük ise S2 klonunda gözlenmiştir. GST aktivitesi en yüksek S1, en düşük ise S2 klonunda gözlenmiştir.

Hansen vd. (2008) tarafından, *Calanus finmarchicus* üzerine naftalinin etkisi araştırılmıştır. Naftaline maruz kalan bireylerde SOD ve CAT aktiviteleri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda sadece en düşük naftalin konsantrasyonunda, SOD ve CAT aktiviteleri artış göstermiştir.

Yu vd., (2009) tarafından, farklı dozlarda UV. radyasyonuna maruz bırakılan *Schmackeria inopinus*'un antioksidan enzim aktivitesi, populasyon dinamiği ve verimliliği çalışılmıştır. Deney grupları, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında UV. radyasyonuna maruz kalan deney gruplarında populasyon dinamiğinin önemli oranda azaldığı gözlenmiştir.

Antioksidan enzimlerden GP<sub>X</sub> ve GR aktivitesi çalışılmıştır. GP<sub>X</sub> ve GR aktivitesi düşük dozlarda UVB radyasyonuna karşı önemli derecede artış gösterirken, yüksek dozlarda UVB radyasyonuna maruz kaldığında azalış göstermektedir. Bu çalışma, aynı zamanda antioksidan enzimlerin UV radyasyonuna yönelik oluşan oksidatif strese karşı *Schmackeria inopinus*'u koruyabildiğini göstermektedir.

Kim vd. (2009) tarafından, sülfatiazol ve UVB'ye maruz kalan *Daphnia magna* türüne ait bireylerde oksidatif stres cevapları çalışılmıştır. UV-B olmaksızın sülfatiazola maruz kalan bireylerde CAT aktivitesi konsantrasyona bağlı olarak artış göstermiştir. UV-B maruziyeti eklendiğinde CAT aktivitesinde azalış görülmektedir.

GST aktivitesi, sülfatiazola maruz kalan bireylerde artış göstermiştir. Sülfatiazol ile birlikte UV-B'ye maruz kalan bireylerde de GST aktivitesi artış göstermiştir. SOD aktivitesinde ise sülfatiazol ile birlikte UV-B'ye maruz kalan bireylerde daha yüksek seviyelerde artış gözlenmiştir.

Klaper vd. (2009) tarafından, nC<sub>60</sub>, C<sub>60</sub>THF, C<sub>60</sub>(OH)<sub>24</sub>, C<sub>60</sub>C<sub>70</sub>Hx ve titanyum dioksit olmak üzere 5 nanoparçacığa maruz bırakılan *Daphnia pulex* türüne ait bireylerde GST ve CAT enzim aktiviteleri çalışılmıştır. GST aktivitesi konsantrasyonlara bağlı olarak önemli derecede farklılık göstermiştir. En yüksek GST aktivitesi, 5 ppm C<sub>60</sub>THF, 100 ve 500 ppm C<sub>60</sub>(OH)<sub>24</sub>'ye maruz bırakılan bireylerde gözlenmiştir. 0,5 ppm nC<sub>60</sub>'a maruz kalan bireylerde GST aktivitesi ise kontrol gruplarına göre daha düşük seviyelerde gözlenmiştir. CAT aktivitesi, 7,5

ppm C<sub>60</sub>C<sub>70</sub>Hx ve 20 ppm titanyum dioksite maruz bırakılan bireylerde artış göstermiştir.

Yu vd. (2009) tarafından, farklı konsantrasyonlarda ve farklı tiplerde 1-alkil-3-metillimidazolium bromide iyonik sıvılara maruz bırakılan *Daphnia magna* gruplarında SOD, CAT, GST, GP<sub>X</sub> gibi antioksidan enzim aktiviteleri ve lipid peroksidasyonu belirlenmiştir.

İyonik sıvılar, 1-bütül-3-metillimidazolium bromid ([C4mim]Br), 1-hekzil-3-metillimidazolium bromid ([C6mim]Br), 1-desil-3-metillimidazolium bromid, ([C10mim]Br), 1-oktil-3-metillimidazolium bromid ([C8mim]Br), ve 1 dodecil-3-metillimidazolium bromid ([C12mim]Br) olarak kullanılmıştır.

Farklı konsantrasyonlarda [C8mim]Br'a maruz bırakılan gruplarda, SOD aktivitesinde 0,06 mg/L konsantrasyonu hariç tüm konsantrasyonlarda kontrol gruplarına göre belirgin artış göstermiştir. CAT aktivitesi 0,24, 0,47 ve 0,95 mg/L konsantrasyonlarda belirgin şekilde artış göstermiştir. GP<sub>X</sub> aktivitesi 0,12, 0,24 ve 0,95 mg/L konsantrasyonlarda artış göstermiştir. GST aktivitesi 0,06, 0,12, 0,47 ve 0,95 mg/L konsantrasyonlarda artış göstermiştir. GSH seviyesi tüm konsantrasyonlarda kontrol gruplarına göre önemli derecede artış göstermiştir. MDA seviyesi ise 0,27, 0,47 ve 0,95 mg/L konsantrasyonlarda artış göstermiştir.

(C10mim)Br ve (C12mim)Br'a maruz kalan *D. magna* gruplarında tüm biyomarkırlar önemli derecede artış göstermiştir. (C6mim)Br'a maruz kalan gruplarda sadece GSH seviyesi önemli derecede artış göstermiştir. (C4mim)Br'a maruz kalan gruplarda ise biyomarkırlarda herhangi bir değişim gözlenmemiştir.

Wang ve Wang (2010) tarafından, 12 gün boyunca nikel maruz bırakılan *Tigriopus japonicus*'da SOD, GP<sub>X</sub>, AChE ve GSH aktiviteleri belirlenmiştir. 12. günde 0,75 mg/L nikel maruz bırakılan bireylerde SOD aktivitesinin en yüksek seviyede olduğu ancak 3 mg/L nikel maruz kalan bireylerde ise SOD aktivitesinin azaldığı gözlenmiştir. GP<sub>X</sub> aktivitesi, 7 günde tüm dozlardaki nikel gruplarında önemli derecede artış göstermiştir. 12. günde ise 0,125 ve 0,75 mg/L dozlardaki nikel maruz kalan bireylerde GP<sub>X</sub> aktivitesi artış gösterirken, 3 mg/L oranında nikel maruz bırakılan gruplarda baskılanmıştır.

GST aktivitesi, 1 ve 4. günlerde çok az ölçüde etkilenmiştir. 7. günde 0,125 ve 0,25 mg/L dozlarda nikel maruz kalan bireylerde artış göstermiştir. 12. günde ise

tüm nikel doz gruplarında dozlarla orantılı olarak belirgin bir şekilde artış gözlenmiştir.

AChE aktivitesi 4. günde 0,125 ve 0,75 mg/L dozlarda nikel maruz kalan bireylerde indüklenmiştir. 7 ve 12. günlerde AChE aktivitesi, tüm gruplarda artış göstermiştir.

GSH seviyesi 1. ve 4. günlerde nikel konsantrasyonunun artması ile orantılı olarak azalış göstermiştir. 7 ve 12. günlerde ise tüm nikel doz gruplarında GSH seviyesi azalış gösterirken sadece 7 ve 12. günlerde 0,125 mg/L dozda nikel maruz kalan bireylerde artış göstermiştir.

Mukherjee vd. (2010) tarafından, <sup>60</sup>Co gamma radyasyonuna maruz kalan *Mesocyclops hyalinus* ve *Allodiaptomus satanus* türlerinde hayatta kalma oranları, morfolojik yapıları, SOD ve CAT aktiviteleri belirlenmiştir. Morfolojik değişim *Mesocyclops hyalinus* türüne göre *Allodiaptomus satanus* türünde daha fazla olduğu, ancak *Mesocyclops hyalinus*'un radyasyona karşı daha toleranslı olduğu gözlenmiştir. Antioksidan enzim aktivitelerinde ise iki türde tamamen ters değerler belirlenmiştir. SOD ve CAT enzim aktiviteleri, *M. hyalinus* türüne ait olan bireylerde artış gösterirken, *A. satanus* türüne ait olan bireylerde azalış göstermektedir.

Souza vd. (2010) tarafından, farklı ultraviyole radyasyona maruz kalan Copepodlarda (*Boeckella gibbosa* ve *Parabroteas sarsi*) asetilkolinesteraz aktiviteleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda iki tür arasında farklılıklar olmasına rağmen UVR'nin AChE aktivitesini düşürdüğü gözlenmiştir. Her iki Copepod türünün AChE aktivitesi UV-B tarafından, etkilenmesine rağmen *B. gibbosa* sadece UV-A tarafından, etkilenmektedir. GST aktivitesi, *P. sarsi* türünde *B. gibbosa* türünden yaklaşık olarak 3 kat daha fazladır. GSH seviyesi *P. sarsi* türünde azalış göstermektedir.

Muyssen vd. (2010) tarafından, kadmiyum (Cd) ve sıcaklığın 3 farklı *Daphnia magna* klonuna (F, H, T) ait bireylerde SOD ve CAT aktivitesi çalışılmıştır. SOD aktivitesi 20 °C'de tüm klonlarda Cd varlığında önemli derecede artış göstermiştir. 24 °C'de ise azalış göstermektedir. 24 °C'de Cd varlığında 24 °C'de bulunan kontrol grupları ile benzer sonuçlar göstermiştir.

CAT aktivitesi 3 klonda da 20 °C'de, 24°C'ye göre daha fazladır. 20 °C'de Cd'a maruz kalan F ve H klonlarında aktivite azalırken T klonunda ise çok düşük

miktarda artış görülmüştür. 24°C de Cd'a maruz kalan F ve H klonunda, CAT aktivitesi 24 °C'de bulunan bireylerde göre artış göstermiştir. T klonunda ise azalış gözlenmiştir.

Jemec vd. (2010) tarafından, doğal çevresel faktörlerin ve endojen kaynakların *Daphnia magna* ve *Porcellio scaber*'de CAT, GST, ChE aktiviteleri araştırılmıştır. *D. magna* enzim aktivitelerinin değişiminin *P. scaber* türüne göre daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Rodriguez ve Wiegand (2010) tarafından, MC-LR (mikrokistin- LR) *Daphnia magna* üzerine uygulanmış; katalaz ve GST antioksidan enzim aktiviteleri araştırılmıştır. *D. magna* neonatları (< 3 günlük), yetişkin bireyler (7 günlük) 24 ve 48 saat boyunca artan konsantrasyonlarda MC-LR'ye maruz bırakılmıştır. GST aktivitesinde yetişkin *D. magna*'larda 24 saatin sonunda önemli bir değişim gözlenmezken, 48 saatin sonunda MC-LR'nin 10 µg/L konsantrasyonunda GST en yüksek aktiviteye sahip olduğu gözlenmiştir. 50 µg/L konsantrasyonda aktivitede düşüş gözlenirken 100 µg/L konsantrasyonda, kontrol gruplarının aktivite seviyelerine düştüğü gözlenmiştir.

CAT aktivitesi, yetişkin *D. magna*'da 24 saatin sonunda 100 mg/L konsantrasyonda artış gösterirken, 48 saatin sonunda 10 mg/L konsantrasyonda enzim aktivitesinde artış gözlenmiştir. 48 saatin sonunda yüksek konsantrasyonlarda enzim aktivitesi kontrol gruplarının aktivite seviyesine düştüğü gözlenmiştir. Neonatların enzim aktivite değerleri, yetişkin bireylerden yaklaşık olarak 2 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Kim vd. (2010) tarafından, titanyumdioksit nanopartüküllerine maruz kalan *Daphnia magna*'da SOD, CAT, GST ve GP<sub>X</sub> aktiviteleri belirlenmiştir.

TiO<sub>2</sub>NP 0, 1, 5, 10 mg/L konsantrasyonlarında kullanılmıştır. 5 ve 10 mg/L konsantrasyonlarda ölüm oranı arttığı için bu konsantrasyonlarda daha fazla sayıda birey kullanılmıştır. CAT, GP<sub>X</sub> ve GST aktiviteleri TiO<sub>2</sub>NP konsantrasyonunun artmasına paralel olarak artış göstermiştir. SOD aktivitesinde ise herhangi bir değişim gözlenmemiştir.

Tang vd. (2011) tarafından, kadmiyum, bakır ve penta-BDE'ye maruz kalan *Daphnia magna* türüne ait bireylerde SOD, CAT, GST aktiviteleri çalışılmıştır. SOD ve CAT aktivitesinin GST aktivitesinden daha düşük düzeyde olduğu saptanmıştır.

Çoğu türde yeni doğan ve yaşlanan bireylerin çevresel faktörlere karşı diğer dönemlerdeki bireylere göre daha duyarlı olduğu bilinmektedir.

Alberto vd. (2011) tarafından, *Daphnia magna*'da yaşa bağlı antioksidan enzim aktiviteleri çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda farklı iki subletal konsantrasyonda krom (Cr) (0,032 ve 0,0064 mg/L) içeren ortamlar hazırlanmıştır ve farklı dönemlere sahip *Daphnia magna* türüne ait bireyler bu ortamlara maruz bırakılmıştır. Bu bireylerde CAT, SOD, GR, GP<sub>x</sub> aktiviteleri çalışılmıştır.

Antioksidan enzim aktivitesi ile yaş arasında ters yönlü ilişki gözlenmiştir. CAT, GR, GP<sub>x</sub> iki deney grubunda da tüm yaşam dönemlerinde artış göstermiştir. Diğer taraftan SOD aktivitesi azalış göstermiştir. Antioksidan enzim aktivitelerinde görülen bu artış ve azalış kontrol grubuna göre oldukça farklı ve 0,032 mg/L konsantrasyonunda daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Rathod ve Balkrishna (2011) tarafından, Hindistan'ın kuzey batı kıyılarında 12 istasyondan, 17 farklı zooplankton türlerinin organik kirliliğin belirteci olarak lipit peroksit, glutatyon ve glutatyon S-transferaz çalışılmıştır. Zooplankton türlerinin yaklaşık % 97'sini Copepoda türleri oluşturmaktadır. Hem lipit peroksidaz hem de GST aktivitesi kıyıya yakın olan istasyonlarda en yüksek olduğu belirlenmiştir. GSH seviyesi ise istasyonlara göre yüksek oranda değişkenlik göstermiştir.

Cardenas ve Jeronimo (2012) tarafından, yedi farklı yaş gruplarında bulunan *Daphnia schoedleri* (0, 3, 5, 7, 14, 21 ve 28 günlük) 24 saat boyunca iki subletal konsantrasyonda kroma (Cr) maruz bırakılmıştır. Bu bireylerdeki SOD, CAT, GPX ve GR enzim aktivite değişimleri belirlenmiştir. 7 ve 14 günlük bireyler, Cr'a karşı yüksek tolerans göstermiştir. SOD aktivitesinde deney gruplarında, kontrol gruplarına göre artış gözlenirken, CAT aktivitesinde ise herhangi bir değişim gözlenmemiştir.

Jemec vd. (2012) tarafından, akut ve kronik olarak endokrin bozucu bisfenol A'ya maruz kalan *Daphnia magna* türüne ait bireylerde antioksidan enzim aktiviteleri çalışılmıştır. Bu çalışmanın amacı akut (48 saat), kronik (21 gün) bisfenol A'ya maruz kalan *D. magna*'da CAT, GSTs ve lipit peroksidasyon seviyelerinde değişim olup olmadığını belirlemektir. CAT ve GSTs aktivitesi her iki maruziyetten sonra benzer değişimler göstermiştir.

Sublethal konsantrasyonlara maruz kalan bireylerde CAT ve lipit peroksidasyonu seviyesinde değişim gözlenmemiştir. En önemli değişim, GSTs

artışında gözlenmiştir. Bireylerin üreme oranları 1,73 mg/L konsantrasyonda etkilenirken, gelişim oranları sadece 13,8 mg/L konsantrasyonda etkilendiği belirlenmiştir.

## 2.2. Alanda Yapılan Çalışmalar

Karakaya Baraj Gölü, Malatya İli ve çevre yerleşim alanları tarafından sulama, balıkçılık ve rekreasyonel amaçlı olarak kullanılan önemli bir sucul ekosistemdir. Sucul ekosistemlerde, gerekli önlemlerin alınabilmesi için su ortamında fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin periyodik olarak araştırılması gerekir. Karakaya Baraj Gölü ile ilgili yapılan literatür araştırmasında bulunan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

DSİ. IX. Bölge Müdürlüğü (1991) tarafından Karakaya Baraj Gölü limnolojisi çalışılmıştır. Alan çalışması mevsimlik olarak yapılmıştır. Çalışma sonucu gölün çözünmüş oksijen, pH, Secchi disk ölçümleri, amonyak azotu, nitrat azotu, toplam sertlik, kalsiyum, magnezyum, klorür ve organik madde miktarları belirlenmiştir. Aynı zamanda gölün biyolojik yapısını ortaya koymak amacı ile plankton, bentos ve balık örnekleri teşhis edilmiş, yoğunluk ve dağılımları incelenmiştir. Yapılan bu çalışma sonucu baraj gölünün oligotrof bir göl olduğu belirtilmiştir.

Yılmaz (1998) tarafından, Karakaya Baraj Gölü'nde bulunan bazı balıkların kan serumu proteinlerinden ve bazı parametrelerinden yararlanılarak taksonomik bir araştırma yapılmıştır.

Kalkan (2000) tarafından, Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta* Heckel, 1843'nin bazı biyolojik özellikleri belirtilmiştir. İncelenen örneklerde her yaş grubu için erkek, dişi, dişi+erkek gruplarına ait ortalama boy ve ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Örneklerin gonadosomatik indeks değerleri, yumurta sayıları, yumurta çapı ve bazı meristik özellikleri belirlenmiştir.

Kalkan (2001) tarafından, Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan *Acanthobrama marmid* Heckel, 1843'in bazı biyolojik özellikleri belirtilmiştir. Örneklerin yaş ve eşey kompozisyonu, gonadosomatik indeks değerleri, yumurta sayıları, yumurta çapı ve bazı meristik özellikleri belirlenmiştir.



Özmen vd. (2002) tarafından, Karakaya Baraj Gölü'nde 2000-2001 yılları arasında kirliliğe bağlı olarak *Cyprinus carpio* üzerine toksik etkiler çalışılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, baraj suyu Türk Çevre Mevzuatına göre 3. kalite olarak belirlenmiştir. Baraj gölünün kirlenmesinde başlıca etkenin Organize Sanayi Bölgesi atıkları ve Malatya İli kanalizasyon deşarjı olduğu belirtilmiştir. Yapılan alan çalışmalarında gölün asidik karakterde olduğu, azotlu ve fosfatlı bileşenlerin yüksek değerler verdiği gözlenmiştir. Baraj gölünde çeşitli ağır metal düzeylerinin yüksek değerde olduğu, balık dokularında kadmiyum, kurşun ve bakır gibi ağır metallerin biriktiği belirlenmiştir.

Yılmaz vd. (2002) tarafından, Karakaya Baraj Gölü'nde farklı istasyonlardan alınan *Cyprinus carpio*'da su kirliliğinin bazı karaciğer enzimlerinin aktiviteleri üzerine bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, Karakaya Baraj Gölü'nde meydana gelen kirliliğin, ekonomik öneme sahip *Cyprinus carpio*'nun karaciğer heksokinaz, glukoz-6-fosfat dehidrogenaz, 6-fosfoglukonat dehidrogenaz, laktat dehidrogenaz ve malat dehidrogenaz enzim aktivitelerine olan etkisi incelenmiştir.

Gaffaroğlu (2003) tarafından, Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan Cyprinidae familyasına ait bazı türlerin karyolojik analizleri çalışılmıştır.

Güler (2003) tarafından, Karakaya Barajı'nda çevresel kirliliğin sazan balığı (*Cyprinus carpio*) üzerine etkilerinin mevsimsel olarak saptanması üzerine bir çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucunda Karakaya Baraj Gölü'nün özellikle Hasırcılar ve Boran istasyonlarında kirlilik seviyesinin önemli düzeyde olduğu saptanmıştır.

Eroğlu (2004), Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan *Mastacembelus simack* bireylerinin eşeyssel olgunluğa erişme yaşları, üreme zamanları ve yumurta verimliliğini tespit etmiştir. Sonuç olarak eşeyssel olgunluğa dişilerin bir yaşında, erkeklerin ise iki yaşında eriştikleri saptanmış ve üreme periyotlarının Haziran-Temmuz olduğu bulunmuştur.

Çökmez (2004) tarafından, Keban ve Karakaya Baraj Gölleri'ndeki *Capoeta trutta* türünün büyüme özelliklerini karşılaştırılmıştır.

Gaffaroğlu ve Yüksel (2005) tarafından, Karakaya Baraj Gölü'nün üç ayrı noktasından toplanan *Chalcalburnus mossulensis*'in karyolojik incelemesi yapılmıştır.

Özmen vd. (2006) tarafından, Karakaya Baraj Gölü'nde *Cyprinus carpio* üzerine su kirliliğinin etkisi araştırılmıştır. *Cyprinus carpio*'nun karaciğer doku örneklerinde GST (glutasyon S-transferaz), CE (karboksilesteraz), LDH (laktat dehidrogenaz), ACP (asit fosfataz) ve AST (aspartat amino transferaz) enzimlerin aktivite değerlerine göre çevresel kirliliğin derecesi belirlenmiştir.

Kalkan vd. (2005) tarafından, Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan *Leuciscus cephalus* popülasyonuna ait 527 adet balık örneği büyüme ve üreme özelliklerinin araştırılması amacıyla bir çalışma yapılmıştır.

Yılmaz vd. (2006) tarafından, Karakaya Baraj Gölü'nde farklı örnekleme noktalarından toplanan *Cyprinus carpio* türüne ait bireylerde, su kirliliğinin bazı karaciğer enzimleri aktiviteleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Bireylerin CAT, SOD, GSH-Px aktiviteleri incelenmiştir. Örnekler Hasırcılar, İmikuşağı ve Boran örnekleme noktalarından toplanmıştır. Hasırcılarda yakalanan balıkların karaciğer SOD enziminin ortalama spesifik aktivitesinde diğer örnekleme noktalarına göre önemli olmayan bir artma, CAT ve GSH-Px enzimlerinin ortalama spesifik aktivitesinde önemli olmayan bir azalma gözlenmiştir ( $p>0,05$ ).

Güngördü (2007) tarafından, Karakaya Baraj Gölü'nün su kalitesinin ekotoksikolojik yaklaşımla değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada insan kaynaklı çevre kirleticilerinin Karakaya Baraj Gölü'nde neden olduğu ekotoksikolojik sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu amaçla 2004-2006 yılları arasında farklı dönemlerde, farklı istasyonlardan sazan (*Cyprinus carpio*) balıkları ve su örnekleri alınarak çeşitli biyobelirteç değerleri ve suyun fiziko-kimyasal değerleri ölçülmüştür. Çalışmada karaciğer, 7-Etoksirezorufin-Odeetilaz (EROD), glutasyon S-transferaz (GST), glutasyon redüktaz (GR), karboksilesteraz (CaE) aktiviteleri, karaciğer ve plazma aspartat aminotransferaz (AST), alanin aminotransferaz (ALT), laktat dehidrogenaz (LDH) aktiviteleri, beyin asetilkolinesteraz (AChE) aktivitesi ve plazma vitellogenin (VTG) düzeyi saptanmıştır. Su fiziko-kimyasal değerleri ve enzim aktivite bulgularına bağlı olarak, Karakaya Baraj Gölünde kimyasal kirliliğin belli bir düzeyde olduğu, özellikle kurşun bakımından ileri derecede bir kirliliğin olduğu belirtilmiştir. Nitrit, toplam organik karbon, bakır ve fosfat değerleri açısından da bazı istasyonlarda dönemsel bir kirliliğin olduğu belirtilmiştir.

Özhan (2007) tarafından, Karakaya Baraj Gölü sisteminin karakterini belirlemek için belirlenen 6 örnekleme noktasından Ekim 2005-Kasım 2006 tarihleri arasında aylık olarak 11 örnekleme yapılmıştır. Her örnekleme döneminde suyun fiziksel ve kimyasal değişkenleri ölçülmüştür. Karakaya Baraj Gölü'nde aylık olarak belirlenen örnekleme noktalarına ait zooplankton örnekleri toplanmıştır. Zooplanktonik gruplar, Rotifera, Cladocera ve Copepoda olmak üzere 20 taksa olarak tanımlanmıştır. Rotifera, baraj gölünün en yoğun bulunan grubudur. *Keratella cochlearis*, *Polyarthra vulgaris* ve *Asplanchna priodonta* en yoğun bulunan türlerdir. Örnekleme noktalarında tanımlanan türlerin dağılımı sıklık, yoğunluk, baskınlık, çeşitlilik ve benzerliklerine göre analiz edilmiştir. Bu sonuçlar UPGMA, CCA (Kanonik Uyum Analizi) ile test edilmiştir. Su kalite değerlerine göre gölün trofik seviyesi, ultraoligotrofik ve mezotrofik seviyedeysen, zooplankton türleri  $\beta$ -mezosaprobik ve oligosaprobik- $\beta$ -mezosaprobik seviyede olduğu belirlenmiştir.

Oğuzkurt ve Özhan (2008) tarafından Karakaya Baraj Gölü bentik makro omurgasız kompozisyonu çalışılmıştır. Toplam 6 örnekleme noktası belirlenmiştir. Bentik makro omurgasızlar Gastropoda, Oligochaeta ve Insecta gruplarına ait toplam 7 tür teşhis edilmiştir. *Dreissena polymorpha*, *Tubifex* sp. ve *Chironomus* sp. en yoğun olarak bulunan türlerdir.

Özhan ve Oğuzkurt (2008) tarafından Karakaya Baraj Gölü Rotifera grubunun mevsimsel dağılımı çalışılmıştır. Belirlenen örnekleme noktalarından örnekler aylık olarak toplanmıştır. Rotifera grubuna ait toplam 14 tür teşhis edilmiştir. Teşhis edilen örnekler sıklık, yoğunluk, dominans, çeşitlilik ve benzerlik yönünden incelenmiştir. Rotifera grubuna ait bireylerin toplam yoğunluk değeri ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde yüksek değerlerdeyken kış ve yaz mevsimlerinde ise düşük değerlerde bulunmuştur.

Gökçe ve Özhan (2011) tarafından, Karakaya Baraj Gölü limno-ekolojik özellikleri belirlenmiştir. 2005-2006 yılları arasında, belirlenen örnekleme noktalarından aylık olarak su örnekleri, makro omurgasız ve sediment örnekleri toplanmıştır. Alınan su örneklerinden sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen, nitrat, nitrit, amonyak, sülfat, fosfat miktarları, sediment örneklerinden ise Zn, Cu, Pb, Fe, Cd ve Cr değerleri belirlenmiştir. Çevresel değişkenler ile makro omurgasız tür yoğunluğu arasındaki ilişki CCA ve UPGMA analizleri ile belirlenmiştir.

Küçükyılmaz vd. (2010) tarafından, Karakaya Baraj Gölü su kalitesi çalışılmıştır. Bu amaçla Karakaya Baraj Gölü'nde 7 örnekleme noktasından ve her bir noktada 2 farklı derinlikten su örnekleri alınmıştır. Alınan su örneklerinde toplam 12 parametre (sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen, bulanıklılık, toplam fosfor, nitrat, nitrit, amonyak, sülfat, fosfat ve kimyasal oksijen ihtiyacı) incelenmiştir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde bildirilen kıta içi su kalite standartlarına göre değerlendirildiğinde, genel olarak Karakaya Baraj Gölü sularının I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında yer aldığı sonucuna varılmıştır.

Uçkun (2011) tarafından, Karakaya Baraj Gölü kafes balıkçığının su kalitesi ve *Alburnus mossulensis*, *Acanthrama marmid*, *Cyprinion macrostomus* ve *Cyprinion kais* türlerinin büyüme ve üreme üzerine etkileri belirlenmiştir. Belirlenen 4 örnekleme noktasından 2008-2009 tarihleri arasında aylık olarak su ve balık örnekleri alınmıştır. Suyun fiziksel ve kimyasal ölçümlerine göre Karakaya Baraj Gölü'nün trofik durumu oligotrofik-mezotrofik olarak belirlenmiştir. Toplanan balıkların boy-ağırlık-eşey dağılımı, yaş-eşey kompozisyonu, boyca ve ağırlıkça mutlak-oransal büyüme, boy-ağırlık, yaş-boy, yaş-ağırlık ilişkisi, kondisyon faktörü, gonadosomatik indeks, yumurta çapı ve fekondite değerleri ile su kalitesi arasındaki ilişki belirlenmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1.Çalışma alanının tanımı

Fırat Nehri Türkiye'nin güney-doğusunda bulunan önemli bir nehirdir. Karakaya Barajı Fırat Nehir havzası üzerine kurulu önemli sucul rezervuarlardan biridir. Atatürk Barajından sonra ikinci büyük elektrik üretim merkezidir (Gökçe ve Özhan, 2011).

Karakaya Barajı, Adıyaman-Malatya-Diyarbakır sınırlarının birbirine yaklaştığı yerde Çüngüş ilçesinin batısında Sekibağları mevkiinde inşa edilmiştir. Karakaya Barajı yapımına 1976 yılında başlanmış ve 1987 yılında tamamlanmıştır. Her biri 300 megawatt gücünde 6 üniteye sahip olan baraj, toplam 1800 megawatt gücünde olup yıllık toplam 7,5 milyar kilowatt elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilmektedir. Karakaya Baraj Gölü rakımı yaklaşık 900 metredir (Yıldırım, 2006). Karakaya Baraj Gölü 3 dere, 6 çay ve 1 nehir ile beslenmektedir. Bunlar, Beylerderesi, Sultansuyu, Tohma Suyu, Boğazlı Deresi, Aliğa Çayı, Kuruçay, Uluçay, Aksütlü Çayı, Şiro Çayı ve Fırat Nehri'dir (Özhan, 2007). Malatya İli ve çevre yerleşim alanları tarafından sulama, balıkçılık, rekreasyonel amaçlı kullanılmaktadır (Özhan ve Oğuzkurt, 2008).

Karakaya Baraj Gölü'nün Malatya İl sınırları içinde kalan bölümünde arazi oldukça düzlük olup, bu arazinin büyük bir bölümü tarımsal amaçla kullanılmaktadır. Ayrıca ekonomik olarak yapılan balıkçılık, çevre yerleşim yerleri için önemli geçim kaynağıdır. Karakaya Baraj Gölü'nde 1991 yılı içerisinde DSİ IX. Bölge Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen çalışma sonucunda rezervuarda *Leuciscus cephalus*, *Capoeta capoeta umbla*, *Capoeta trutta*, *Cyprinus carpio*, *Acanthobrama marmid*, *Chalcalburnus mossulensis*, *Cyprinion macrostomus*, *Chondrostoma regium*, *Barbus capito pectoralis*, *Aspius vorax* ve *Mastacembelus simack* balık türleri tespit edilmiştir. Bu türler Baraj Gölü'nün birim alandan (kg/ ha) avlanan balık miktarı 18,5 kg dır (Özhan, 2007).

Diğer yandan Karakaya Baraj Gölü, yerleşim bölgelerine yakınlığı, etrafını çevreleyen tarım alanlarının olması, suyun yaz aylarında azalması, balıkçılık ve gezi amaçlı meydana gelen tekne trafiği gibi sorunlarla karşı karşıya kalmıştır.

### 3.1.2. Örnekleme noktalarının belirlenmesi

Bu çalışmada ekosistem kalitesi ve sisteme giren kirleticileri gösterecek şekilde 5 örnekleme noktası belirlendi (Şekil 3.1).

I. örnekleme noktası, Bilaluşağı Köyü	N 38° 31. 842’ E 38° 22. 533’
II. örnekleme noktası, Sinanlı Köyü	N 38° 30. 756’ E 38° 23. 673’
III. örnekleme noktası, Sürür Kasabası	N 38°29. 751’ E 38° 16. 897’
IV. örnekleme noktası, Tecirli Kasabası	N 38°29. 317’ E 38° 18. 243’
V. örnekleme noktası, Hasırcılar girişi Beyaz Saray Restaurant açığı	N 38°29. 562’ E 38° 20. 557’



Şekil 3.1. Çalışma alanının haritası

### **3.1.3. Örnekleme sıklığının belirlenmesi**

Karakaya Baraj Gölü'nde ekosistem kalitesini belirleyen değişkenlerin, kirleticilerin zooplankton kompozisyonu ve toleranslılığı üzerine etkilerini belirleyebilmek için alan çalışması, Ekim 2010-Kasım 2011 tarihleri arasında aylık olarak yapıldı.

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Arazide yapılan çalışmalar**

#### **3.2.1.1. Su örneklerinin alınması**

Belirlenen örnekleme noktalarından su örnekleri 5'er m. aralıklarla vertikal olarak yüzeyden itibaren alındı.

Sıcaklık (°C), çözünmüş oksijen (ÇO), elektriksel iletkenlik (EC), pH, ışık geçirgenliği gibi fiziksel ve kimyasal analizler alan çalışması sırasında yapıldı. ÇO ve sıcaklık, oksijenmetre ile, pH, pHmetre ile, elektriksel iletkenlik, kondüktivimetre ile ölçülürken, ışık geçirgenliği ise 20 cm. çapındaki Secchi diski ile ölçüldü.

#### **3.2.1.2. Zooplankton örneklerinin alınması**

Karakaya Baraj Gölü'nde bulunan zooplanktonik organizmalar, örnekleme noktalarından 55 µm. por çaplı plankton kepçesiyle su yüzeyinden, 100 L'lik göl suyunun süzülmesi ile alındı. Filtre edilen örnekler % 4 formaldehit ilavesi ile 100 ml'lik şişelerde muhafaza edildi (Wetzel ve Likens, 1991).

Enzim analizleri için kullanılacak örnekler 55 µm. por çaplı plankton kepçesiyle yaklaşık 5 dk süresince horizontal olarak alındı.

### **3.2.2. Laboratuvarda yapılan çalışmalar**

#### **3.2.2.1. Kimyasal analizler**

Alan çalışması sırasında alınan su örnekleri, herhangi bir kimyasal bozulmanın meydana gelmemesi için, arazi çalışması boyunca soğukta muhafaza edilerek İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Limnoloji Araştırma Laboratuvarı'na getirildi. Kimyasal yönden bozulmalarını önlemek için su örnekleri bekletilmeden GF/F mikrofiltrasyon ile süzüldü (Wetzel ve Likens, 1991).

Süzülen su örnekleri buzdolabında muhafaza edilerek, amonyum (NH<sup>+</sup><sub>4</sub>, DIN 38405-D10; Merck, 1986) nitrat, (NO<sup>-</sup><sub>3</sub>, DIN 38405-D9-2; Merck, 1986), nitrit (NO<sup>-</sup><sub>2</sub>,

DIN 38405-D10; Snel ve Snel 1957) ortofosfat ( $PO_4^{3-}$ , DIN 38405-D11-1; Merck, 1986), sülfat ( $SO_4^{2-}$ ; Rump ve Krist, 1988) analizleri spektrofotometrik yöntemle, magnezyum ( $Mg^{+2}$ ), kalsiyum ( $Ca^{+2}$ ) iyonları ve organik madde miktarı (Wetzel ve Likens, 1991) ise titrasyon metodları kullanılarak yapıldı.

### 3.2.2.2. Biyolojik analizler

Çalışma alanından 100 L'lik göl suyunun süzülmesi ile toplanan zooplankton örnekleri, incelenmesi için 10 ml'lik çöktürme plaklarına alınıp örneklerin çökmesi için 10 dk bekletildi. Çöken örnekler ışık ve inverted mikroskopları yardımı ile incelendi ve teşhis edildi. Zooplankton örnekleri, Scourfield ve Harding, 1966; Dussart, 1969; Elster ve Ohle, 1972; Koste, 1978a, b; Elster ve Ohle, 1979; Lilljeborg, 1982a, b, c; Streble ve Krauter, 1988; Segers, 1995; Nogrady ve Segers 2002; Kaya, 2005; Altındağ vd., 2009a kaynaklarına göre teşhis edildi.

Copepoda grubuna ait yaklaşık olarak 80 birey 10 ml'lik santrifüj tüpleri içerisinde 2 defa yıkanarak  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edildi. Bu şekilde enzim analizinde kullanılmak üzere 3 ayrı örnek seti hazırlandı.

### 3.3. Alan ve Laboratuvar Çalışmalarında Kullanılan Araç ve Gereçler

Araştırma alanında ve laboratuvarında aşağıda belirtilen gereçler kullanılmıştır:

- Ruttner su alma aleti (Hydrobios, 2 L)
- pHmetre (sıcaklık kontrollü, YSI-556)
- Oksijenmetre (sıcaklık kontrollü, YSI-55)
- Kondüktivimetre (sıcaklık kontrollü, YSI-30)
- Secchi diski (Hydro-bios, standart 20 cm.)
- Spektrofotometre (Biochrom Libra S22)
- Sonifikatör (Sonics mis)
- Sıcak su banyosu (Mammert WNB 22)
- Plankton kepçesi (Hydro-bios, 55  $\mu\text{m}$ . por çaplı)
- Plankton sayım çemberi (Hydro-bios)
- İverted mikroskop (Leica DMI LED)
- Işık mikroskobu (Leica VDM 500)



- Hassas terazi (Sartorius ALC 210.4)
- Mikrofiltrasyon (Sartorius filtrasyon düzeneği ve Whatman, GF/F filtrasyon kağıdı)

### 3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Karakaya Baraj Gölü'nde bulunan organizmaların nicelik ve niteliksel olarak değerlendirilmesi amacıyla ekosistemden toplanan canlı örnekleri sıklık, yoğunluk, dominans ve çeşitlilik yönünden incelendi ve örnekleme noktaları ile olan ilişkileri saptandı.

Sonuçlar istatistiksel açıdan ele alındı.

### 3.5. Zooplankton için İstatistiksel Analizler

#### 3.5.1. Sıklık (Frekans)

Bir alandan alınan örnekler içinde (Na) türünün bulunduğu örnek sayısının toplam örnek sayısına (N) oranlaması ile söz konusu olan türün frekansı belirlenir (Şişli, 1996).

$$F = (Na/N) \times 100$$

F: Frekans

Na: A türünü içeren örnekleme sayısı

N: Tüm örnekleme sayısı

Sıklık bakımından türler beş gruba ayrılır:

% 1-20	Nadir bulunan türler
% 21-40	Seyrek bulunan türler
% 41-60	Genellikle bulunan türler
% 61-80	Çoğunlukla bulunan türler
% 81-100	Devamlı bulunan türler

### 3.5.2. Populasyon yoğunluğu

Populasyon yoğunluğu belli bir alanda, belli bir zamanda bulunan birey sayısıdır (Şişli, 1996).

$$D = (n/a) / t$$

n: birey sayısı

a: alan

t: zaman

### 3.5.3. Baskınlık (Dominans)

Dominans, organizmanın habitatu üzerindeki etkisi olarak tanımlanır. Bir türe ait bireylerin, tüm türlere ait toplam birey sayısı arasındaki oranın yüzde ifadesidir (Şişli, 1996).

$$\text{Dominans} = (NA / Nn) \times 100$$

NA: A türüne ait birey sayısı

Nn: Tüm bireylere ait birey sayısı

### 3.5.4. Çeşitlilik

Shannon-Wiener taksa çeşitlilik indeksi, her örnekleme noktasında zooplanktonik türler için hesaplanmıştır (Wetzel, 1983).

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi (H') her bireyin birim hacim ya da birim alandaki durumunu bildiren bir sayısal analizdir. i<sup>th</sup> tür (n<sub>i</sub>)'e bağlı bireyin (N), toplam populasyona olan oranından (n<sub>i</sub>/N) p<sub>i</sub> hesaplanır ve logaritma 2 tabanı kullanılarak H' hesaplanır (Wetzel, 1983).

### 3.6. Zooplanktonun Sonifikasyonu

-40 °C de saklanan örnekler dondurucudan alıp buz üzerinde çözünmesi sağlandı. Çözünen örnekler +4 °C'de 10000 rpm'de 5 dk santrifüj edilip, süpernatant atılıp pellet kısmı alındı. Pellet üzerine pH 7,4 fosfat tamponu eklendi. Sonifikasyon işlemi ile parçalama gerçekleştirildi. Sonifikasyondan sonra örnekler +4 °C'de 10000 rpm'de 10 dk santrifüj yapıldı. Aylık olarak her örnekleme noktasında 3 ayrı set olarak

hazırlanan örnekler santrifüj sonrası, tüm süpernatant kısmı alınıp ve enzim aktivitelerinin belirlenmesinde kullanıldı. Yapılan çalışmaların tüm aşamalarında örnekler buz içerisinde muhafaza edildi (Barata vd., 2005a). Böylelikle tüm enzim değerleri 3 tekrarlı olarak elde edildi.

### **3.7. Biyokimyasal Analizler**

#### **3.7.1. Protein analizi**

Toplam protein tayini Bradford vd. (1976) yöntemine göre yapıldı.

Küvetlere sırasıyla 900 µl Bradford çözeltisi, 100 µl distile su ve 50 µl örnek eklendi. Kör tüpü için örnek yerine distile su kullanılarak hazırlandı. Reaksiyon karışımı oda sıcaklığında ve karanlıkta 15 dakika süreyle inkübe edildi. Renk değişimine bağlı olarak, 595 nm dalga boyunda absorbans değeri ölçüldü. Elde edilen değerler BSA (Bovine Serum Albumin) standart eğrisi değerleri ile karşılaştırılarak, örnekteki toplam protein miktarları saptandı. Saptanan protein miktarları, enzim aktivite değerleri ile birlikte spesifik aktivitenin belirlenmesinde kullanıldı.

#### **3.7.2. Katalaz aktivite tayini**

Katalaz aktivite analizi Luck (1963)'e göre yapıldı. Yöntem CAT'ın hidrojen peroksiti ( $H_2O_2$ ) nötralize etmesi esasına dayanmaktadır. Aktivite tayini için pH 7'de 1/15 molarlık sodyum-potasyum tamponu hazırlandı. Tamponun 50 mililitresine 45 µl  $H_2O_2$  eklenerek tampon ayarı yapıldı. Daha sonra küvetlere sırasıyla 900 µl tampon ve 100 µl örnek eklenerek 240 nm'de okuma yapıldı. Ünit aktivite olarak hesaplanan enzim değerleri, toplam proteine bölünerek spesifik aktivite cinsinden hesaplanarak verildi.

#### **3.7.3. Glutatyon redüktaz aktivite tayini**

Glutatyon redüktaz aktivite analizi, Cribb vd., (1989)'e göre yapıldı. 2 mM EDTA içeren 0,2 M potasyum fosfat tamponu, 2 mM NADPH ve 20 mM GSSG hazırlandı. Küvetlere sırasıyla 700 µl fosfat tamponu, 100 µl NADPH, 100 µl GSSG ve 100 µl örnek koyularak 340 nm dalga boyunda 1 dakikada elde edilen absorbans değişimi olarak belirlendi. Ünit aktivite olarak hesaplanan enzim değerleri, toplam proteine bölünerek spesifik aktivite cinsinden hesaplanarak verildi.

### **3.7.4. Glutasyon S-transferaz aktivite tayini**

Glutasyon S-transferaz aktivite tayini, Habig vd., (1974)'e göre yapıldı. Glutasyon S-transferaz aktivite tayini için 20 mM CDNB, kofaktör olarak 20 mM GSH, 0,01 M Tris tamponu hazırlandı. Küvetlere sırasıyla, 800 µl tampon, 50 µl GSH, 100 µl örnek ve 50 µl CDNB eklenerek, 1 dk süre ile 340 nm dalga boyunda okuma yapıldı. Ünit aktivite olarak hesaplanan enzim değerleri, toplam proteine bölünerek spesifik aktivite cinsinden hesaplanarak verildi.

### **3.7.5. Asetilkolinesteraz aktivite tayini**

AChE aktivite analizi Ellman vd. (1961)'e göre belirlendi. AChE yöntemi, asetilkolinin, kolin ve asetata parçalanması tepkimesine dayanır. AChE yönteminde BChE aktivitesini baskılamak için etopropazin kullanıldı. AChE yöntemi için, 0,1 M fosfat tamponu (pH 8), 0,01 M DTNB,  $8,52 \times 10^{-3}$  M etopropozin, 0,015 M asetil kolin iyodür hazırlandı.

Küvete sırasıyla, 2,5 ml fosfat tamponu, 300 µl örnek, 100 µl DTNB, 50 µl etopropozin eklenip 5 dk. 30 °C'de inkübe edildi. Daha sonra 100 µl asetil kolin iyodür eklenip 412 nm dalga boyunda 0. ve 5. dakikadaki absorbansları ölçüldü. Ünit aktivite olarak hesaplanan enzim aktivitesi değerleri, toplam proteine bölünerek spesifik aktivite cinsinden hesaplanarak verildi.

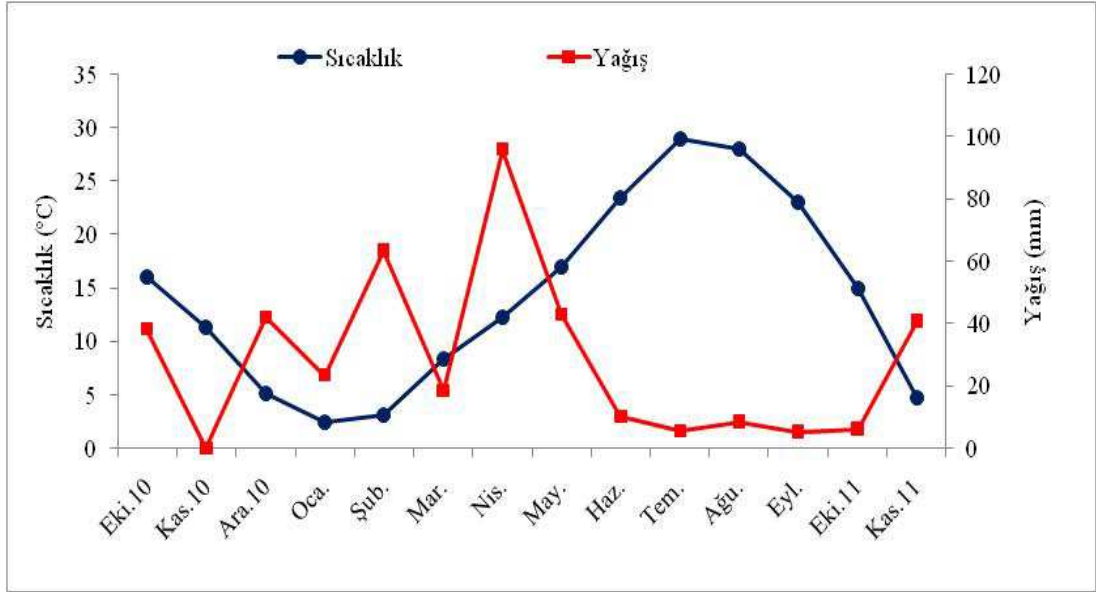
### **3.8. Enzim Aktiviteleri için İstatistiksel Analiz**

Elde edilen biyokimyasal analiz sonuçlarını istatistiksel açıdan değerlendirebilmek için SPSS 15.0 paket programı (SPSS Inc., USA) kullanıldı. Sonuçlar ANOVA analizi ile Kruskal Wallis ve Friedman Testi testi kullanılarak değerlendirildi. Gruplar arası farklılığın önemli olup olmadığı  $P < 0.05$  önemlilik derecesine göre saptandı.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Meteorolojik Veriler

Malatya İli Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan, Ekim 2010-Kasım 2011 çalışma dönemine ait ortalama hava sıcaklığı (°C) ve toplam yağış (mm) verileri, aylık olarak belirtildi (Şekil 4.1).



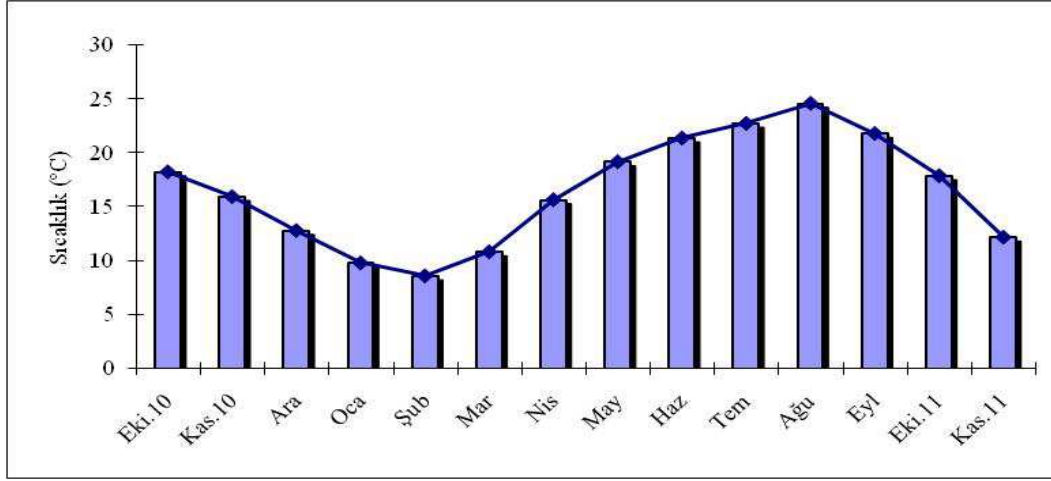
Şekil 4.1. Çalışma döneminde Malatya İli'ne ait aylık ortalama sıcaklık (°C) ve toplam yağış (mm) dağılımı

### 4.2. Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler

#### 4.2.1. Sıcaklık

Belirlenen örnekleme noktalarından yapılan ölçümlere göre Karakaya Baraj Gölü'nün su sıcaklığı 8-30,4 °C (Şubat, ist.1, yüzey, 35 m ve Ağustos, ist.4, yüzey) arasında değişim gösterdi (Çizelge 4.1-4.14).

Ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında en yüksek sıcaklık, 24,61 °C değeri ile Ağustos ayında, en düşük sıcaklık ise 8,6 °C değeri ile Şubat ayında gözlemlendi (Şekil. 4.2).



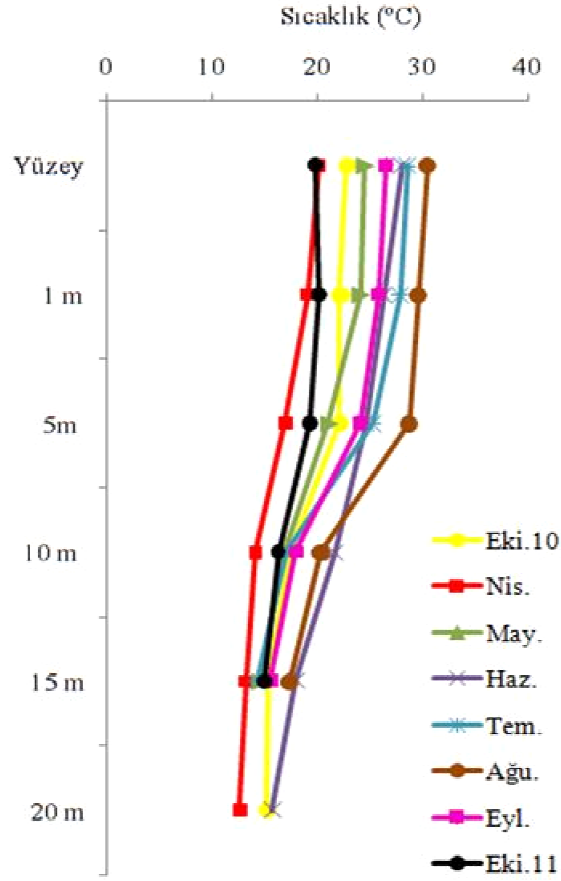
Şekil 4.2. Karakaya Baraj Gölü ortalama sıcaklık değerleri

Yaz aylarında sıcaklığın artmasıyla birlikte yüzey suyu daha fazla ısınır ve buna bağlı olarak su yoğunluğu azalır. Böyle göllerde kısa bir süre sonra termal tabakalaşma gerçekleşir ve yüzey suyu ile taban suyu arasında belli sıcaklık farkları gözlenir. Termal tabakalaşma olan göller, üç tabakaya ayrılır. En üst tabakaya epilimniyon denir.

Epilimniyonun altında metalimniyon tabakası bulunur. Su sıcaklığının vertikal yönde ani olarak 1°C'den daha fazla değiştiği tabaka metalimniyonu, en alt durgun olan tabaka ise hipolimniyonu oluşturur.

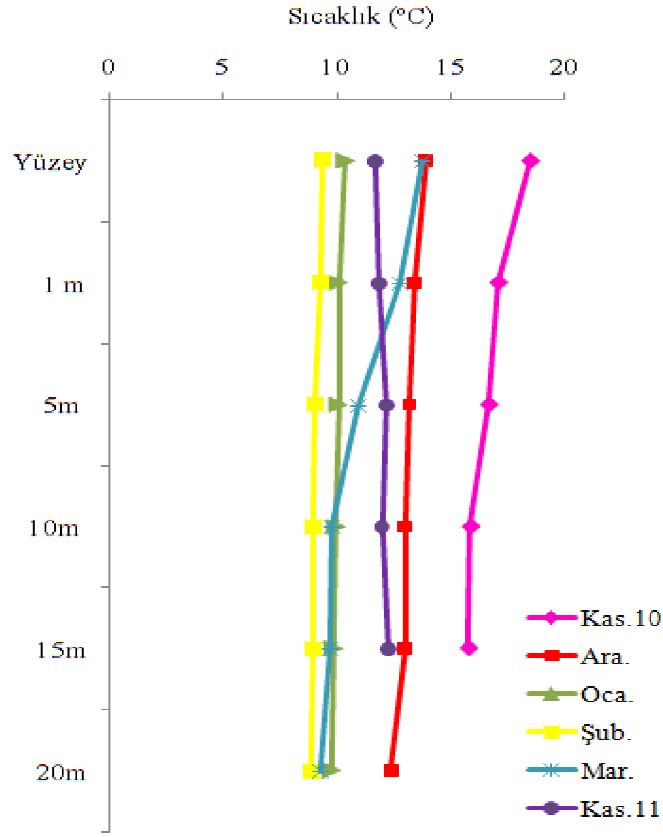
İlkbahar ve sonbahar aylarında, sıcaklık değişimlerine bağlı olarak su yoğunluğunda değişme meydana gelir ve rüzgarın da etkisiyle göl genelinde bir karışım meydana gelir. Bu durumlarda genel olarak göl suyu sıcaklık değerleri, birbirine yakın değerlerde bulunur ve kimyasal bileşim bakımından homojen sular meydana gelir. Bu olaya ilkbahar ya da sonbahar sirkülasyonu denir (Wetzel,1983; Thornton, 1990; Cirik ve Cirik, 2005).

Karakaya Baraj Gölü'nde Ekim 10, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim 11 aylarında termal tabakalaşma gözlenmiş olup, yüzey ve taban suları arasında yüksek sıcaklık farkları gözlemlendi. Sıcaklık değerlerine bağlı olarak gölün yüzey ve 5 m. arası epilimniyon tabakası olarak belirlendi. 5 m'den sonra ise sıcaklık düşüşlerine bağlı olarak metalimniyon tabakası görüldü (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Karakaya Baraj Gölü Ekim10, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim11 aylarına ait sıcaklık tabakalaşması

Kasım 10, Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Kasım 11 aylarında ise sirkülasyon olup, göl genelinde sıcaklık birbirine yakın değerlerde gözlemlendi (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Karakaya Baraj Gölü Kasım 10, Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Kasım11 aylarına ait sıcaklık sirkülasyonu

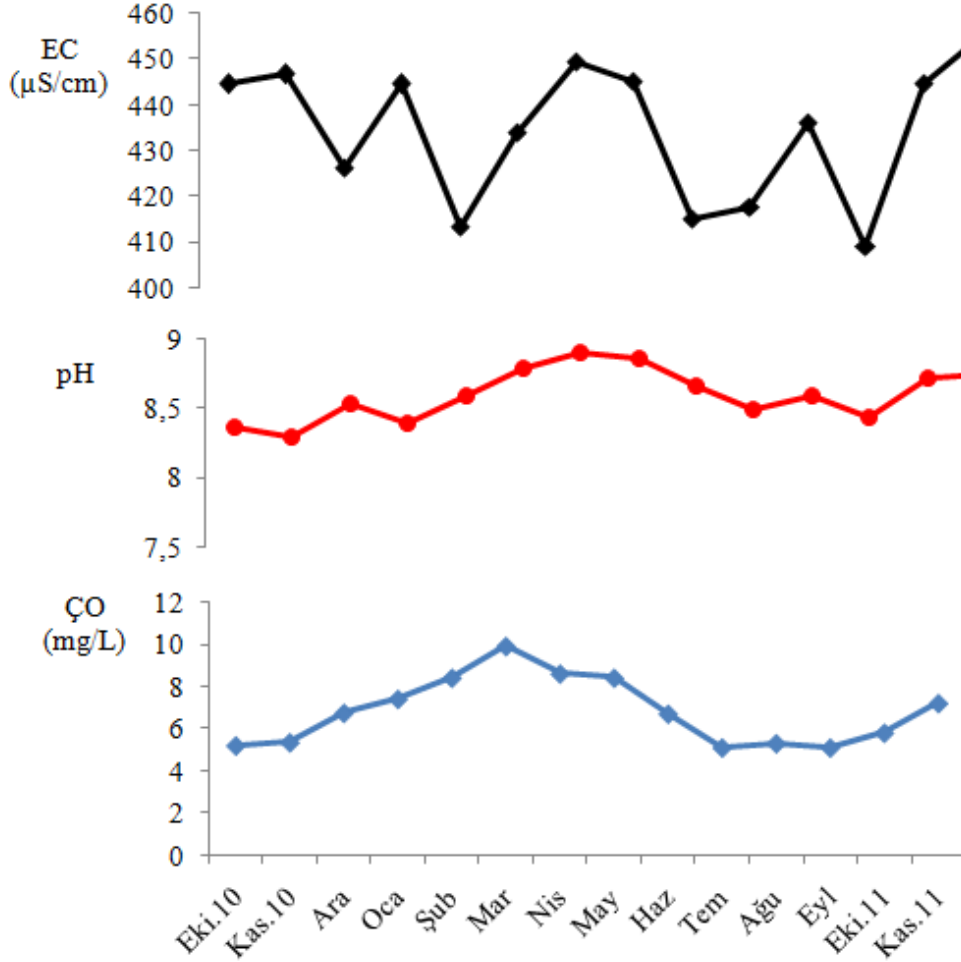
#### 4.2.2. Çözünmüş oksijen (ÇO)

Sucul sistemlerdeki çözünmüş oksijen (ÇO) ekosistemin yapısı ve durumu hakkında önemli derecede bilgi vermektedir (Autilia vd., 2004).

Sucul organizmalar ve su kalitesi için önemli bir değişken olan ÇO değerleri, örnekleme yapılan dönemlerde vertikal olarak belirlenmiştir. ÇO miktarı sonbahar aylarında 1,11-9,02 mg/L (Ekim 2010 ayı, ist.4 ve ist.3; Çizelge 4.1), kış aylarında 5,2-9,62 mg/L (Aralık ve Şubat ayları, ist.1; Çizelge 4.3 ve 4.5), ilkbahar aylarında 2,28- 13,13 mg/L (Mayıs ayı ist.3 ve Mart ayı ist.4; Çizelge 4.8 ve 4.6) olarak ölçüldü. Yaz aylarında 1,73-9,68 mg/L (Ağustos ayı ist.4 ve Haziran ayı ist.3; Çizelge 4.11 ve 4.9) olarak ölçüldü. ÇO değerleri, özellikle yaz aylarında ist.3, 4 ve 5. örnekleme noktalarında oldukça düşük değerlerde gözlemlendi.



Ortalama ÇO değerlerine bakıldığında en yüksek Mart (9,9 mg/L) ve Nisan (8,6 mg/L) aylarında, en düşük ise Temmuz ve Eylül (5,1 mg/L) ile Ekim 10 (5,2 mg/L) aylarında gözlemlendi (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Karakaya Baraj Gölü aylara göre EC (µS/cm), ÇO (mg/L), pH değerleri

#### 4.2.3. Elektriksel iletkenlik (EC)

Elektriksel iletkenlik (EC), suda elektrik akımı oluşma kapasitesi miktarıdır. Suyun elektriksel iletkenliği, sudaki çözülmüş maddelerin yapısına ve miktarına bağlıdır (Radtker vd., 2005). 1 cm<sup>3</sup> suyun 25 °C'de iletkenliği spesifik iletkenlik olarak ve sıcaklıkta her 1 °C'lik artış elektriksel iletkenliği yaklaşık % 2 artırır (Wetzel, 1983).

Belirlenen örnekleme noktalarından yapılan ölçümlere göre en düşük EC değerinin 289,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak Ekim 11 ayı (ist.1); en yüksek EC değeri ise Ekim 2010 ayı (ist.3) 680  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak belirlendi (Çizelge 4.13 ve 4.1). Ortalama EC değerlerine bakıldığında Kasım 11 ayında (454,88  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en yüksek; Eylül ayında (409,18  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en düşük değerlerde olduğu görüldü (Şekil 4.5).

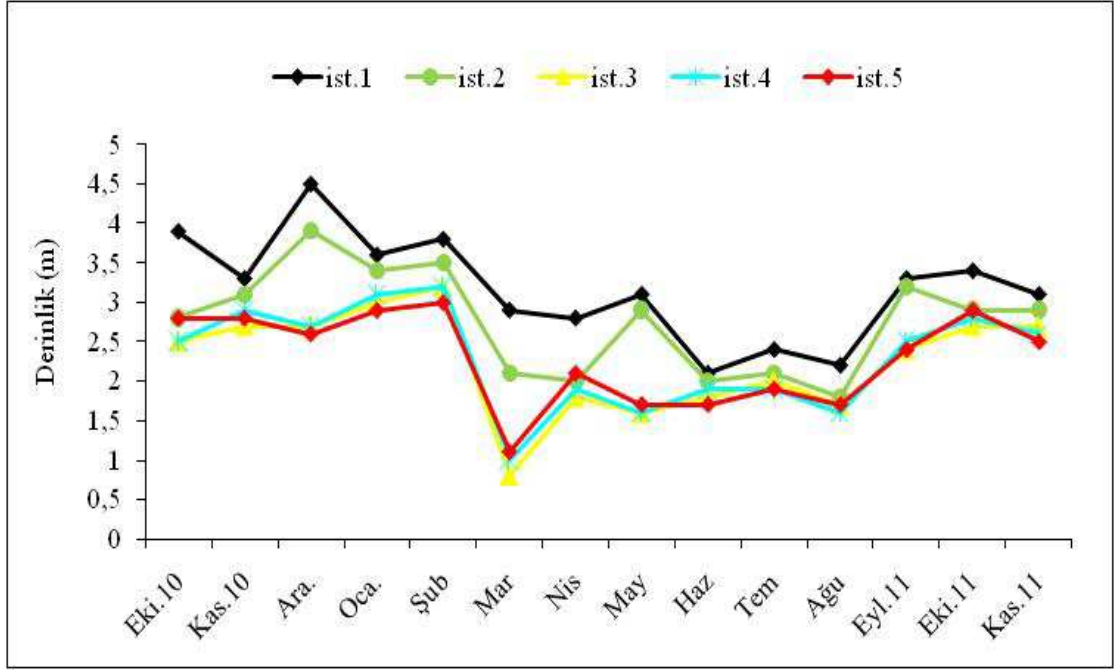
#### **4.2.4. pH değeri**

Su içindeki hidrojen iyonu konsantrasyonunu 10 tabanına göre negatif logaritması pH değeri olarak tanımlanmaktadır.  $\text{pH}=7$  olan sular nötr sulardır. Bunlarda  $\text{H}^+$  ve  $\text{OH}^-$  iyonları denge halinde bulunmaktadır. Bu tür suların asit ve alkali reaksiyonları yoktur.  $\text{H}^+$  iyonu konsantrasyonunun artması ile birlikte pH değeri 7'nin altına düşer ve su asit karakter kazanır.  $\text{OH}^-$  iyonu konsantrasyonunun artması ile  $\text{pH}=7$ 'nin üzerine çıkar ve su bazik karakter kazanır (Güler, 1997). Doğal sularda pH, kimyasal ve biyolojik açıdan önemli faktörlerin başında yer alır. pH'nın suda artması ya da azalması, bazı bileşiklerin toksisitesini etkiler (Tepe vd., 2006).

Karakaya Baraj Gölü'nde belirlenen örnekleme noktalardan yapılan ölçümlere göre pH değerleri, 7,2 - 9,99 arasında değişim göstermektedir (Ocak ayı ist.2 ve Nisan ayı, ist.3; Çizelge 4.4 ve 4.7). Bu değerlere göre Karakaya Baraj Gölü alkali özellik göstermektedir.

#### **4.2.5. Işık geçirgenliği**

Işık, sudaki biyolojik olaylar ve sucul canlılar için oldukça önemli bir parametredir. Suyun ışık geçirgenliğini ölçmede genellikle Secchi disk yöntemi kullanılmaktadır (Tanyolaç, 2004). Araştırma dönemi boyunca, Secchi disk yardımı ile yapılan ışık geçirgenliği değerleri, sonbahar mevsiminde 2,4-3,9 m. (Eylül ayı ist.3, ist.5 ve Ekim 10 ayı, ist.1), kış mevsiminde 2,6-4,5 m. (Aralık ayı ist.5 ve ist.1) ilkbahar mevsiminde 0,8-3,1 m. (Mart ayı ist.3 ve Mayıs ayı, ist.1) yaz mevsiminde ise 1,6-2,4 m. (Ağustos ayı ist.4 ve Temmuz ayı ist.1) olarak belirlendi (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Karakaya Baraj Gölü aylara göre örnekleme noktalarındaki Secchi disk değişimi

#### 4.2.6. Nitrat, nitrit ve amonyum azotu

Genel olarak besinsel tuzlar, yer altı sularının, atmosferik gazların, tarımsal kaynakların, evsel ve endüstriyel kaynakların sucul ortamlara karışmasından kaynaklanmaktadır (Cirerol vd., 2006).

Örnekleme yapılan dönemlerde en yüksek nitrat azotu değeri ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) Mayıs ayı ist.3'de 0,156 mg/L olarak ölçüldü. Ekim 2010 ayında nitrat azotuna hiç rastlanmadı (Çizelge 4.1 ve 4.8).

En yüksek nitrit azotu değeri ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ), Mart ayında ist.4 ve ist.5'de 0,009 mg/L olarak ölçüldü (Çizelge 4.6). Ekim 2011 ayında ist.1, ist.2, ist.4 ve ist.5 örnekleme noktalarında nitrit azotuna rastlanmadı (Çizelge 4.13).

En yüksek amonyum azotu ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) değeri, Ekim 2010 ayında ist.4'de 0,373 mg/L olarak ölçüldü (Çizelge 4.1). Kasım 10, Aralık ve Eylül (ist.1 ve ist.2), Mart (ist.1, ist.4 ve ist.5), Ekim 11 ve Kasım 11 (ist.2) aylarında amonyum azotuna rastlanmadı (Çizelge 4.2, 4.3, 4.6, 4.12, 4.13 ve 4.14).

Çizelge 4.1. Karakaya Baraj Gölü Ekim 2010 ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler

ist.	Derinlik (m)	Seki (m)	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	ÇO (%)	pH	EC (µS/cm)	Tuzluluk (ppt)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (µg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Toplam sertlik	Org. Madde (mg/L)
ist.1	Y	3,9	21,3	7,82	88	8,5	380	0,2	0,000	0,000	0,027	0,150	0,090	48,10	3,40	12,0	
	1		21,1	7,73	85,9	8,6	367,3	0,2	0,000	0,001	0,008	0,067	0,087	44,09	2,43	11,0	0,6
	5		20,7	7,63	84,8	8,8	370,2	0,2	0,000	0,001	0,013	0,050	0,088	40,08	2,43	10,0	
	10		15,7	6,42	60,1	8,08	303,6	0,2	0,000	0,003	0,025	0,067	0,083	48,10	2,92	12,0	
	15		14,1	5,63	53,7	8,8	346,6	0,2	0,000	0,000	0,027	0,067	0,079	52,10	2,43	13,0	
	20		13,1	5,47	51,6	8,8	378,2	0,2	0,000	0,001	0,050	0,083	0,077	36,07	3,40	9,0	
	25		12,7	4,9	49,5	8,07	368,2	0,2	0,000	0,001	0,032	0,033	0,079	40,08	3,89	10,0	
	30		12,6	4,68	48,3	8,07	365,8	0,2	0,000	0,000	0,027	0,083	0,076	44,09	2,92	11,0	0,7
	35		12,5	4,14	45,3	8,06	360	0,2	0,000	0,001	0,035	0,133	0,084	44,09	2,92	11,0	
40		12,5	4,08	37,2	8,05	360,1	0,2	0,000	0,004	0,025	0,116	0,077	48,10	2,43	12,0		
ist.2	Y	2,8	21,7	7,65	85	8,8	368,3	0,2	0,000	0,000	0,028	0,249	0,086	56,11	2,92	14,0	0,85
	1		21,6	8,37	90	8,8	362,9	0,2	0,000	0,000	0,035	0,249	0,087	52,10	2,43	13,0	
	5		21,4	8,1	87,3	8,9	361,2	0,2	0,000	0,001	0,251	0,166	0,087	44,09	2,43	11,0	0,6
ist.3	Y	2,5	23,3	9,02	106	8,7	566,1	0,3	0,000	0,001	0,020	0,083	0,142	40,08	2,43	10,0	0,75
	1		23	8,11	95,1	8,8	556	0,3	0,000	0,000	0,027	0,100	0,140	48,10	2,43	12,0	0,75
	5		22	3,58	39	8,2	680	0,3	0,000	0,003	0,137	0,133	0,162	52,10	3,40	13,0	0,9
	10		17,5	1,84	18,4	8	548,3	0,3	0,000	0,000	0,277	0,067	0,104	40,08	2,43	10,0	
	15		15,1	1,46	17,2	7,9	642	0,2	0,000	0,002	0,332	0,050	0,082	44,09	3,40	11,0	
	20		15,1	1,46	17,2	7,9	642	0,2	0,000	0,002	0,332	0,050	0,082	44,09	3,40	11,0	
ist.4	Y	2,5	22,7	8,37	99,1	8,7	563	0,3	0,000	0,000	0,008	0,100	0,141	52,10	2,43	13,0	0,55
	1		22,1	7,23	83,7	8,7	560,8	0,3	0,000	0,000	0,024	0,116	0,141	40,08	2,43	10,0	0,7
	5		22	6,67	77,5	8,67	570	0,3	0,000	0,001	0,010	0,083	0,145	40,08	2,92	10,0	0,6
	10		17,4	1,93	19,2	7,86	462,5	0,2	0,000	0,000	0,201	0,150	0,098	44,09	2,92	11,0	0,8
	15		15,3	1,86	18,3	7,85	422,4	0,2	0,000	0,000	0,204	0,150	0,084	52,10	2,43	13,0	
	20		15,2	1,11	17,4	7,78	435,4	0,2	0,000	0,001	0,373	0,200	0,084	48,10	3,40	12,0	
ist.5	Y	2,8	22,4	7,75	85,5	8,7	472,5	0,2	0,000	0,000	0,015	0,100	0,113	56,11	2,92	14,0	
	1		22,2	6,39	74,9	8,7	467,9	0,2	0,000	0,000	0,011	0,050	0,114	56,11	2,92	14,0	
	5		21,3	4,32	49,8	8,4	469,8	0,2	0,000	0,001	0,031	0,100	0,118	48,10	2,43	12,0	0,65
	10		16,2	2,4	23,9	7,97	409	0,2	0,000	0,002	0,088	0,067	0,083	40,08	2,43	10,0	0,55
	15		14,9	1,86	19,2	7,82	408,7	0,2	0,000	0,001	0,102	0,083	0,083	52,10	2,43	13,0	0,6
	20		13,9	1,78	17,3	7,89	410,7	0,2	0,000	0,003	0,314	0,100	0,082	44,09	1,94	11,0	
	20		13,9	1,78	17,3	7,89	410,7	0,2	0,000	0,003	0,314	0,100	0,082	44,09	1,94	11,0	

Çizelge 4.2. Karakaya Baraj Gölü Kasım 2010 ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler

ist.	Derinlik (m)	Seki (m)	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	ÇO (%)	pH	EC (µS/cm)	Tuzluluk (ppt)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (µg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Toplam sertlik	Org. Madde (mg/L)
ist.1	Y	3,3	15,3	7,75	83	8,4	398,3	0,2	0,002	0,000	0,000	0,000	0,13727	44,09	4,86	13,0	0,55
	1		16,3	7,56	75,1	8,32	388,8	0,2	0,004	0,001	0,000	0,000	0,14155	40,08	4,86	12,0	0,5
	5		17,4	7	70,8	8	383,9	0,2	0,002	0,002	0,000	0,000	0,14205	44,09	4,86	13,0	0,3
	10		17,1	6,86	60,4	8	380,9	0,2	0,065	0,001	0,000	0,000	0,14398	40,08	4,86	12,0	0,35
	15		14,8	5,75	53,7	8,1	375	0,2	0,065	0,005	0,000	0,000	0,13081	36,07	2,43	10,0	0,4
	20		14,3	5,56	51,2	8,07	377,8	0,2	0,057	0,000	0,000	0,000	0,13014	28,06	2,43	8,0	0,3
	25		14,2	5,34	49,9	8,2	382,9	0,2	0,023	0,000	0,000	0,000	0,13702	36,07	4,86	11,0	0,32
	30		13,1	5,14	48,7	8,09	378,3	0,2	0,015	0,001	0,000	0,000	0,13551	28,06	4,86	9,0	0,4
	35		12,4	4,9	47,9	8,06	373,9	0,2	0,015	0,000	0,000	0,000	0,1293	28,06	2,43	8,0	0,4
	35		12,4	4,9	47,9	8,06	373,9	0,2	0,015	0,000	0,000	0,000	0,1293	28,06	2,43	8,0	0,4
ist.2	Y	3,1	17,2	7,12	72,9	8,5	401,9	0,2	0,038	0,000	0,000	0,000	0,1444	32,06	4,86	10,0	0,3
	1		17,2	6,85	61,1	8,6	400,5	0,2	0,008	0,000	0,000	0,000	0,14289	44,09	4,86	13,0	0,3
	5		17,5	5,94	55,1	8,5	400,6	0,2	0,006	0,000	0,000	0,000	0,14465	40,08	2,43	11,0	0,37
ist.3	Y	2,7	18,5	7,18	73,8	8,6	499,8	0,2	0,019	0,001	0,000	0,000	0,16588	44,09	9,72	15,0	0,35
	1		17,1	6,98	62,7	8,68	506	0,2	0,013	0,002	0,000	0,000	0,16387	44,09	4,86	13,0	0,5
	5		16,7	4,09	45,3	8,51	521,1	0,3	0,015	0,001	0,000	0,000	0,16781	40,08	4,86	12,0	0,3
	10		15,9	2,76	27,8	8,2	590	0,3	0,000	0,002	0,010	0,000	0,17897	40,08	4,86	12,0	0,3
	15		15,8	1,77	19,3	8,11	575,2	0,3	0,000	0,002	0,017	0,000	0,17041	40,08	4,86	12,0	0,25
ist.4	Y	2,9	17,6	7	72,5	8,6	514	0,3	0,015	0,001	0,000	0,000	0,16739	44,09	2,43	12,0	0,2
	1		17	7,12	72,8	8,62	499,1	0,3	0,027	0,001	0,000	0,000	0,16638	40,08	4,86	12,0	0,45
	5		16,6	7,08	71,9	8,5	520,2	0,3	0,044	0,005	0,004	0,000	0,17385	44,09	2,43	12,0	0,55
	10		15,3	2,42	24,5	7,9	478,5	0,2	0,019	0,001	0,021	0,000	0,15531	40,08	2,43	11,0	0,37
	15		15,2	2,38	23,6	7,8	491,1	0,2	0,002	0,002	0,021	0,000	0,15078	36,07	4,86	11,0	0,4
	20		14,3	1,52	14,4	7,8	446	0,2	0,000	0,002	0,059	0,000	0,14004	40,08	4,86	12,0	0,5
ist.5	Y	2,8	16,1	7,41	74	8,9	425,9	0,2	0,019	0,002	0,000	0,000	0,14851	24,05	3,40	7,4	0,55
	1		16,8	6,43	67,2	8,6	429,4	0,2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,15573	36,07	2,43	10,0	0,55
	5		16,7	4,4	45,6	8,7	464,6	0,2	0,000	0,002	0,000	0,000	0,15665	28,06	2,43	8,0	0,5
	10		16	3,48	33,3	8	499,3	0,2	0,000	0,003	0,017	0,000	0,15674	40,08	2,43	11,0	0,6
	15		14,3	2,14	20,6	7,9	404,4	0,2	0,000	0,001	0,041	0,000	0,15783	40,08	2,43	11,0	0,4

Çizelge 4.3. Karakaya Baraj Gölü Aralık ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler

ist.	Derinlik (m)	Seki (m)	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	ÇO (%)	pH	EC (µS/cm)	Tuzluluk (ppt)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (µg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Toplam sertlik	Org. Madde (mg/L)
ist.1	Y	4,5	13,5	8,17	73,9	8,2	402,2	0,2	0,002	0,003	0,000	0,083	0,112	32,06	7,29	11,0	0,34
	1		13,2	8,07	73,1	8,18	396	0,2	0,002	0,001	0,000	0,033	0,110	32,06	7,29	11,0	0,28
	5		13,2	7,45	72,3	8,3	392,9	0,2	0,002	0,000	0,000	0,033	0,111	36,07	4,86	11,0	0,5
	10		12,9	7,23	69,1	8,4	389,6	0,2	0,004	0,000	0,000	0,050	0,110	32,06	2,43	9,0	0,4
	15		12,8	6,9	65,6	8,37	395,1	0,2	0,002	0,000	0,000	0,100	0,105	28,06	4,86	9,0	0,5
	20		12,7	6,87	65,3	8,34	390,9	0,2	0,002	0,001	0,000	0,017	0,105	32,06	4,86	10,0	0,4
	25		12,6	6,35	60,7	8,34	388,5	0,2	0,000	0,000	0,000	0,017	0,106	32,06	4,86	10,0	0,4
	30		12,4	5,47	52,9	8,25	386,5	0,2	0,000	0,000	0,000	0,017	0,104	40,08	4,86	12,0	0,3
	35		12,4	5,45	52,3	8,17	390,1	0,2	0,000	0,001	0,000	0,017	0,103	44,09	7,29	14,0	0,35
	40		12,2	5,2	49,5	8,11	391,6	0,2	0,000	0,001	0,000	0,017	0,104	44,09	4,86	13,0	0,4
ist.2	Y	3,9	13,3	7,09	68,4	8,39	397,3	0,2	0,000	0,001	0,000	0,000	0,112	36,07	4,86	11,0	0,3
	1		13,2	6,94	67,1	8,44	393,8	0,2	0,004	0,001	0,000	0,017	0,110	44,09	4,86	13,0	0,35
	5		13,4	6,92	67	8,45	392,7	0,2	0,002	0,001	0,000	0,033	0,109	32,06	4,86	10,0	0,25
ist.3	Y	2,7	13,9	7,01	68	8,7	463,5	0,2	0,000	0,001	0,000	0,017	0,128	36,07	2,43	10,0	0,6
	1		13,4	7,03	68,1	8,74	449,8	0,2	0,000	0,001	0,001	0,017	0,128	36,07	4,86	11,0	0,4
	5		13,2	6,46	61,3	8,7	452,6	0,2	0,000	0,001	0,001	0,017	0,126	36,07	4,86	11,0	0,2
	10		13	6,43	60,9	8,68	454,8	0,2	0,000	0,000	0,001	0,017	0,128	40,08	2,43	11,0	0,2
	15		13	6,41	60,6	8,69	453,9	0,2	0,000	0,000	0,001	0,033	0,128	44,09	2,43	12,0	0,3
20		12,4	6,2	59,3	8,68	422,6	0,2	0,000	0,001	0,003	0,050	0,141	40,08	2,43	11,0	0,2	
ist.4	Y	2,7	13,6	7,65	72,9	8,74	452,6	0,2	0,004	0,002	0,001	0,033	0,124	44,09	2,67	12,1	0,3
	1		12,9	7,63	72,4	8,74	441,8	0,2	0,004	0,002	0,001	0,033	0,126	40,08	2,92	11,2	0,3
	5		12,8	7,4	71,3	8,72	445,8	0,2	0,002	0,004	0,001	0,050	0,121	44,09	2,67	12,1	0,4
	10		12,5	7,2	70	8,74	449,1	0,2	0,002	0,002	0,001	0,033	0,127	40,08	2,43	11,0	0,3
	15		12,4	6,95	67,7	8,7	452,2	0,2	0,004	0,001	0,001	0,067	0,125	40,08	2,67	11,1	0,3
	20		12,3	6,35	61,8	8,74	458,9	0,2	0,002	0,001	0,001	0,083	0,125	32,06	2,43	9,0	0,4
25		12,3	6,24	59,9	8,7	504	0,3	0,002	0,001	0,003	0,083	0,139	32,06	2,19	8,9	0,35	
ist.5	Y	2,6	12	7,15	68,8	8,75	443	0,2	0,002	0,000	0,000	0,033	0,123	32,06	4,86	10,0	0,4
	1		12,3	7,1	68,5	8,73	438,5	0,2	0,002	0,000	0,001	0,033	0,122	26,45	4,86	8,6	0,4
	5		12,4	6,85	65,9	8,7	435,3	0,2	0,002	0,002	0,003	0,083	0,122	26,45	4,86	8,6	0,3
	10		12,5	6,4	61,1	8,66	436,1	0,2	0,002	0,001	0,003	0,067	0,122	28,06	4,86	9,0	0,4
	15		12,5	5,66	60,6	8,64	440	0,2	0,004	0,002	0,004	0,067	0,129	28,06	7,29	10,0	0,45
	20		12,6	5,61	59,8	8,63	441,1	0,2	0,002	0,000	0,010	0,067	0,130	28,06	4,86	9,0	0,4

Çizelge 4.4. Karakaya Baraj Gölü Ocak ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler

ist.	Derinlik (m)	Seki (m)	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	ÇO (%)	pH	EC (µS/cm)	Tuzluluk (ppt)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (µg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Toplam sertlik	Org. Madde (mg/L)
ist.1	Y	3,6	10,1	7,98	86,1	8,7	403,1	0,2	0,002	0,001	0,000	0,000	0,080	44,09	7,29	14,0	0,6
	1		10,3	7,76	71,9	8,61	402,8	0,2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,080	40,08	2,67	11,1	0,4
	5		9,9	7,64	70,6	8,1	401,3	0,2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,080	44,09	2,67	12,1	0,4
	10		9,3	7,68	70,8	8	449,8	0,2	0,000	0,000	0,001	0,000	0,079	40,08	2,67	11,1	0,24
	15		9,2	7,59	69,4	8,1	445,9	0,2	0,000	0,000	0,001	0,000	0,079	36,07	2,67	10,1	0,5
	20		9	7,57	69,1	8,06	448,7	0,2	0,000	0,000	0,001	0,000	0,079	44,09	2,92	12,2	0,4
	25		9,8	7,41	66,7	8,3	458,5	0,2	0,000	0,000	0,003	0,000	0,081	32,06	2,67	9,1	0,24
	30		9,2	7,19	64,3	8,2	499,3	0,2	0,000	0,000	0,003	0,000	0,083	44,09	2,92	12,2	0,4
ist.2	Y	3,4	9,4	7,3	65,1	7,2	404,4	0,2	0,000	0,002	0,003	0,000	0,080	52,10	4,86	15,0	0,6
	1		10,3	7,42	66,6	8,8	403,5	0,2	0,006	0,000	0,001	0,000	0,071	44,09	4,86	13,0	0,5
	5		10,9	7,69	69,7	8,2	401,6	0,2	0,008	0,000	0,006	0,000	0,069	52,10	2,92	14,2	0,6
ist.3	Y	3	9,2	8,64	74,7	8,5	446,5	0,2	0,002	0,002	0,017	0,000	0,081	46,49	2,43	12,6	0,2
	1		10,1	7,92	72,8	8,5	441,5	0,2	0,004	0,000	0,022	0,033	0,080	44,09	4,86	13,0	0,5
	5		10,3	7,62	70,5	8,6	439,7	0,2	0,000	0,000	0,011	0,050	0,079	48,10	2,43	13,0	0,4
	10		10,2	7,24	65,3	8,5	446	0,2	0,000	0,000	0,013	0,033	0,081	48,10	2,43	13,0	0,5
	15		10,4	6,98	57,9	8,5	447,9	0,2	0,000	0,000	0,028	0,033	0,085	45,69	4,86	13,4	0,5
	20		10,5	6,79	56,1	8,5	506	0,2	0,000	0,000	0,018	0,000	0,088	48,10	4,86	14,0	0,5
ist.4	Y	3,1	10,4	7,27	65,6	8,5	436,6	0,2	0,002	0,002	0,008	0,000	0,079	43,29	2,43	11,8	0,4
	1		10,1	7,77	67,3	8,54	431,4	0,2	0,002	0,000	0,015	0,017	0,079	36,07	2,43	10,0	0,5
	5		10,1	7,24	65,1	8,53	429,3	0,2	0,002	0,000	0,008	0,017	0,078	36,07	2,43	10,0	0,4
	10		10	7,16	64,9	8,5	433,5	0,2	0,006	0,001	0,013	0,083	0,076	44,09	2,43	12,0	0,3
	15		9,9	7,04	59,2	8,5	436,2	0,2	0,000	0,001	0,021	0,033	0,075	52,10	2,43	14,0	0,4
	20		9,8	6,99	57,1	8,5	461	0,2	0,000	0,000	0,045	0,033	0,090	51,30	2,67	13,9	0,4
ist.5	Y	2,9	9,1	7,23	63,9	8,58	414,5	0,2	0,002	0,002	0,010	0,000	0,077	44,09	3,40	12,4	0,4
	1		9,9	7,4	65,5	8,56	411,3	0,2	0,004	0,001	0,010	0,017	0,074	48,10	2,43	13,0	0,4
	5		10,1	7,57	67,3	8,57	408,2	0,2	0,002	0,001	0,020	0,033	0,078	48,10	2,43	13,0	0,4
	10		9,8	7,69	67,8	8,52	411,6	0,2	0,002	0,001	0,022	0,033	0,080	36,07	2,43	10,0	0,5
	15		9,6	7,74	69,1	8,52	411,9	0,2	0,008	0,001	0,025	0,033	0,084	40,08	2,43	11,0	0,6

Çizelge 4.5. Karakaya Baraj Gölü Şubat ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler

ist.	Derinlik (m)	Seki (m)	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	ÇO (%)	pH	EC (µS/cm)	Tuzluluk (ppt)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (µg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Toplam sertlik	Org. Madde (mg/L)
ist.1	Y	3,8	8	9,62	80,6	8,62	413,9	0,2	0,004	0,001	0,000	0,000	0,099	48,10	2,67	13,1	0,4
	1		8,6	8,57	75,7	8,62	417	0,2	0,002	0,000	0,000	0,000	0,099	45,69	2,92	12,6	0,45
	5		8,5	8,41	72,8	8,61	418,9	0,2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,101	44,09	2,92	12,2	0,4
	10		8,4	8,34	71,4	8,6	412,5	0,2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	40,08	2,67	11,1	0,4
	15		8,4	8,4	72,2	8,6	412,7	0,2	0,000	0,000	0,001	0,000	0,100	40,08	2,67	11,1	0,45
	20		8,2	8,08	71,8	8,6	411,6	0,2	0,000	0,000	0,001	0,000	0,099	40,08	2,67	11,1	0,3
	25		8,2	8,02	71,3	8,59	400,9	0,2	0,000	0,000	0,003	0,000	0,102	44,09	2,67	12,1	0,3
	30		8,1	8,06	71,6	8,55	416,8	0,2	0,000	0,000	0,003	0,000	0,103	44,09	2,67	12,1	0,35
35	8	7,99	69,9	8,51	400,9	0,2	0,000	0,000	0,004	0,000	0,103	40,08	2,92	11,2	0,3		
ist.2	Y	3,5	8,6	8,95	77,8	8,51	414,3	0,2	0,004	0,001	0,001	0,033	0,099	44,09	2,67	12,1	0,4
	1		8,6	8,79	76,6	8,51	412,2	0,2	0,002	0,000	0,003	0,017	0,099	45,69	4,86	13,4	0,45
	5		8,5	8,01	70,8	8,5	411,8	0,2	0,000	0,000	0,004	0,000	0,090	40,08	4,86	12,0	0,4
ist.3	Y	3,2	8,8	9,03	78,4	8,63	415,2	0,2	0,004	0,001	0,014	0,000	0,103	44,89	4,86	13,2	0,45
	1		8,8	8,34	71,5	8,6	412,6	0,2	0,002	0,000	0,017	0,017	0,101	45,69	4,86	13,4	0,45
	5		8,7	8,59	75,9	8,61	411,7	0,2	0,000	0,000	0,014	0,033	0,101	45,69	2,92	12,6	0,45
	10		8,5	8,21	70,2	8,59	413,3	0,2	0,000	0,000	0,011	0,033	0,101	40,08	2,92	11,2	0,55
	15		8,4	8,02	71,1	8,6	426,3	0,2	0,000	0,000	0,010	0,017	0,103	40,08	2,43	11,0	0,55
ist.4	Y	3,2	9,4	8,53	74,9	8,65	409,3	0,2	0,002	0,002	0,008	0,000	0,100	44,09	4,86	13,0	0,55
	1		9,3	8,55	74,5	8,65	406,2	0,2	0,002	0,001	0,010	0,017	0,099	40,08	2,67	11,1	0,55
	5		9,1	8,28	71,8	8,65	408,1	0,2	0,002	0,001	0,020	0,033	0,098	45,69	2,43	12,4	0,5
	10		9	8,36	72,4	8,6	410,8	0,2	0,004	0,001	0,010	0,050	0,094	45,69	2,92	12,6	0,5
	15		9	8,4	73,4	8,65	407,2	0,2	0,000	0,001	0,008	0,017	0,096	40,08	2,67	11,1	0,55
	20		8,9	8,08	69,9	8,58	439,3	0,2	0,000	0,000	0,041	0,033	0,108	44,89	2,43	12,2	0,5
ist.5	Y	3	9,1	8,8	76,5	8,66	416,4	0,2	0,004	0,001	0,011	0,000	0,099	40,08	3,16	11,3	0,55
	1		8,9	8,48	73,6	8,65	412,9	0,2	0,004	0,001	0,008	0,033	0,100	40,08	2,67	11,1	0,55
	5		8,6	8,26	70,9	8,6	411,2	0,2	0,004	0,001	0,015	0,033	0,099	44,89	2,43	12,2	0,55
	10		8,6	8,33	69,8	8,6	409,8	0,2	0,002	0,001	0,017	0,050	0,098	40,08	2,67	11,1	0,5
	15		8,5	8,38	70,1	8,64	409,2	0,2	0,006	0,001	0,020	0,033	0,099	40,08	3,16	11,3	0,55
	20		8,5	7,78	66,6	8,58	422,8	0,2	0,008	0,000	0,022	0,017	0,100	40,08	2,43	11,0	0,55

Çizelge 4.6. Karakaya Baraj Gölü Mart ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler

ist.	Derinlik (m)	Seki (m)	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	ÇO (%)	pH	EC (µS/cm)	Tuzluluk (ppt)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (µg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Toplam sertlik	Org. Madde (mg/L)
ist.1	Y	2,9	11,7	10,65	99,1	8,08	410,3	0,2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0611	36,07	2,43	10,0	0,45
	1		11,8	10,54	98,5	8,08	410,7	0,2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0585	36,07	2,43	10,0	0,45
	5		9,9	10,56	98,6	8,65	407,4	0,2	0,006	0,001	0,000	0,000	0,0580	40,08	4,86	12,0	0,35
	10		9,4	10,57	93,3	8,72	405,1	0,2	0,002	0,000	0,000	0,033	0,0578	36,07	3,89	10,6	0,45
	15		9,4	9,07	80,2	8,7	405,5	0,2	0,002	0,000	0,000	0,033	0,0591	32,06	2,92	9,2	0,35
	20		9,3	9,21	80,9	8,69	407,9	0,2	0,004	0,000	0,000	0,083	0,0602	32,06	2,43	9,0	0,35
	25		8,9	8,86	75,5	8,7	402,2	0,2	0,000	0,001	0,000	0,017	0,0577	44,09	3,40	12,4	0,25
	30		8,8	8,65	75,1	8,67	415,7	0,2	0,000	0,001	0,000	0,017	0,0586	40,08	4,86	12,0	0,35
35	8,8	8,28	71	8,61	414,4	0,2	0,000	0,003	0,000	0,017	0,0636	28,06	4,86	9,0	0,35		
ist.2	Y	2,1	12,1	9,82	91,8	8,81	407,6	0,2	0,000	0,000	0,001	20,334	0,0599	40,08	2,43	11,0	0,5
	1		11,7	10,27	94,3	8,86	406,6	0,2	0,000	0,000	0,000	2,012	0,0580	40,08	4,86	12,0	0,4
	5		10,8	10,67	98,1	8,86	405,5	0,2	0,000	0,006	0,000	2,411	0,0581	40,08	2,43	11,0	0,45
ist.3	Y	0,8	15,3	10,69	98,7	9,08	417,6	0,2	0,000	0,000	0,000	0,083	0,0683	44,09	2,43	12,0	0,55
	1		15	11,03	106,5	9,17	425,2	0,2	0,000	0,000	0,001	5,536	0,0711	36,07	4,86	11,0	0,45
	5		12,2	11,01	106	8,92	457,8	0,2	0,002	0,000	0,000	4,306	0,0736	44,09	4,86	13,0	0,5
	10		10,4	9,2	80,6	8,87	476,1	0,2	0,004	0,000	0,000	0,233	0,0700	48,10	4,86	14,0	0,6
	15		10,2	7,98	72,6	8,62	571	0,3	0,004	0,002	0,000	0,382	0,0740	40,08	4,38	11,8	0,55
ist.4	Y	1	13,8	13,13	125,9	9,07	437	0,2	0,069	0,009	0,000	0,116					
	1		12,8	11,98	114,4	9,12	433,1	0,2	0,040	0,001	0,000	5,021	0,0710	44,09	2,43	12,0	0,6
	5		11	11,12	100,9	8,95	446,7	0,2	0,050	0,001	0,000	3,375	0,0717	44,09	3,40	12,4	0,45
	10		9,8	8,9	87,2	8,84	449,6	0,2	0,023	0,002	0,000	3,192	0,0722	44,09	2,92	12,2	0,45
	15		9,7	8,71	86,3	8,82	447,3	0,2	0,025	0,006	0,000	1,679	0,0748	36,07	2,43	10,0	0,55
	20		9,3	8,54	84,1	8,79	518,1	0,3	0,008	0,003	0,000	1,214	0,0844	44,09	2,43	12,0	0,4
ist.5	Y	1,1	11,6	11,63	107,1	9	428,5	0,2	0,025	0,000	0,000	3,508	0,0731	44,09	2,92	12,2	0,4
	1		11,1	10,27	94,4	8,99	422,3	0,2	0,013	0,000	0,000	1,679	0,0728	44,09	3,40	12,4	0,45
	5		10,1	10,18	93,3	8,99	425,1	0,2	0,006	0,000	0,000	1,962	0,0733	36,07	2,43	10,0	0,35
	10		9,3	9,94	89,4	8,85	434,8	0,2	0,040	0,000	0,000	1,596	0,0724	44,09	2,43	12,0	0,3
	15		9,1	8,25	73,9	8,73	463,3	0,2	0,029	0,009	0,000	0,732	0,0739	40,08	2,43	11,0	0,3

Çizelge 4.7. Karakaya Baraj Gölü Nisan ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler

ist.	Derinlik (m)	Seki (m)	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	ÇO (%)	pH	EC (µS/cm)	Tuzluluk (ppt)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (µg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Toplam sertlik	Org. Madde (mg/L)
ist.1	Y	2,8	17,6	9,25	98,2	9,94	415,5	0,2	0,006	0,000	0,001	0,050	0,093	44,09	2,92	12,2	0,4
	1		16,9	9,73	101,3	8,65	400,9	0,2	0,002	0,000	0,003	0,000	0,088	48,10	2,92	13,2	0,3
	5		16,1	9,69	98,9	8,79	402,3	0,2	0,004	0,000	0,001	0,000	0,089	44,09	2,43	12,0	0,35
	10		15	8,46	85	8,86	390,2	0,2	0,011	0,000	0,001	0,000	0,087	40,08	2,43	11,0	0,4
	15		13,1	8,99	85,3	8,61	396,3	0,2	0,004	0,000	0,000	0,000	0,081	36,07	2,92	10,2	0,3
	20		11,5	8,13	75,2	8,43	403,5	0,2	0,002	0,000	0,000	0,000	0,087	44,09	2,43	12,0	0,4
	25		10,7	7,49	68,3	8,38	412,3	0,2	0,006	0,000	0,003	0,000	0,086	45,69	2,92	12,6	0,4
	30		10,4	7,48	67,6	8,38	399,3	0,2	0,000	0,001	0,000	0,000	0,087	44,09	2,43	12,0	0,35
35	10,2	7,42	66,9	8,33	400,9	0,2	0,004	0,000	0,004	0,000	0,086	36,07	3,89	10,6	0,3		
ist.2	Y	2	19,7	9,56	104,3	8,95	424,1	0,2	0,002	0,000	0,006	0,000	0,099	44,09	3,89	12,6	0,4
	1		17,9	9,28	98	8,98	413	0,2	0,002	0,000	0,000	0,000	0,094	36,07	4,86	11,0	0,4
	5		15,6	9,12	97,1	8,94	399,8	0,2	0,002	0,000	0,003	0,000	0,092	37,68	2,92	10,6	0,45
ist.3	Y	1,8	20,9	10	112,8	9,99	514	0,2	0,011	0,000	0,004	0,067	0,119	40,08	4,86	12,0	0,6
	1		19,1	10,69	115,4	9,74	499,5	0,2	0,004	0,000	0,008	0,033	0,112	36,07	2,92	10,2	0,5
	5		16,3	9,06	92,7	8,55	505	0,2	0,002	0,001	0,006	0,000	0,119	40,08	4,86	12,0	0,5
	10		15,4	7,38	74,3	8,46	508	0,2	0,002	0,000	0,004	0,000	0,117	44,09	3,89	12,6	0,55
	15		13,8	5,37	51,5	8,44	514	0,3	0,004	0,000	0,004	0,000	0,124	38,48	4,38	11,4	0,55
ist.4	Y	1,9	20,1	9,87	111,4	9,86	495,1	0,2	0,002	0,000	0,004	0,050	0,114	38,48	3,40	11,0	0,6
	1		19	9,7	105,4	9,84	492,3	0,2	0,006	0,000	0,007	0,050	0,119	40,08	2,43	11,0	0,6
	5		16,9	9,68	104,3	8,83	472,1	0,2	0,002	0,001	0,007	0,000	0,113	40,08	2,43	11,0	0,5
	10		14,1	8,23	80,7	8,66	455,8	0,2	0,002	0,001	0,006	0,000	0,118	32,06	2,43	9,0	0,5
	15		13,2	6,58	63,2	8,39	501	0,2	0,008	0,000	0,006	0,000	0,123	37,68	2,43	10,4	0,55
20	12,6	6,12	57,6	8,27	500	0,2	0,002	0,000	0,010	0,000	0,113	40,08	2,43	11,0	0,5		
ist.5	Y	2,1	19,7	10,33	112,8	9,91	479,1	0,2	0,004	0,000	0,006	0,067	0,112	40,08	2,43	11,0	0,5
	1		18,9	9,69	104,3	8,95	479,9	0,2	0,002	0,000	0,004	0,050	0,113	36,87	2,92	10,4	0,55
	5		14,8	8,36	82,1	8,72	435,9	0,2	0,000	0,000	0,006	0,000	0,096	36,07	3,89	10,6	0,55
	10		13,6	6,65	65,3	8,63	430,1	0,2	0,004	0,000	0,006	0,017	0,100	40,08	3,40	11,4	0,5

Çizelge 4.8. Karakaya Baraj Gölü Mayıs ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler

ist.	Derinlik (m)	Seki (m)	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	ÇO (%)	pH	EC (µS/cm)	Tuzluluk (ppt)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (µg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Toplam sertlik	Org. Madde (mg/L)
ist.1	Y	3,1	20,9	11,57	136,9	9,97	401,3	0,2	0,008	0,002	0,004	2,594	0,144	44,09	4,86	13,0	0,54
	1		20,4	10,65	105,4	9,07	400,1	0,2	0,006	0,000	0,004	2,112	0,147	44,89	3,89	12,8	0,45
	5		18,9	9,44	106,3	8,91	399,8	0,2	0,004	0,000	0,003	1,629	0,147	46,49	4,86	13,6	0,48
	10		17,5	8,76	103,1	8,55	398,4	0,2	0,002	0,000	0,006	1,247	0,146	48,10	4,38	13,8	0,4
	15		15,8	8,12	101,8	8,65	400,3	0,2	0,002	0,000	0,006	0,532	0,146	40,08	2,92	11,2	0,4
	20		14,1	7,65	97,9	8,65	411,1	0,2	0,006	0,000	0,004	0,200	0,140	48,10	2,92	13,2	0,45
	25		13,7	6,98	69,4	8,54	406,8	0,2	0,008	0,000	0,006	0,133	0,141	44,89	4,86	13,2	0,4
	30		13	5,67	57,8	8,39	409,4	0,2	0,006	0,000	0,006	0,100	0,142	44,09	4,86	13,0	0,45
ist.2	Y	2,90	21,80	10,09	116,5	9,44	406,5	0,2	0,004	0,002	0,004	0,200	0,145	36,07	4,86	11,0	0,52
	1		21,3	9	104,7	8,85	393	0,2	0,017	0,002	0,004	0,133	0,141	40,08	4,38	11,8	0,55
	5		20,9	7,78	98,2	8,85	395,3	0,2	0,040	0,000	0,003	0,100	0,152	40,08	3,89	11,6	0,44
ist.3	Y	1,6	24,1	11,38	136,2	9,81	493,3	0,2	0,065	0,002	0,006	5,719	0,161	43,29	4,86	12,8	0,65
	1		23,6	9,39	111,3	8,79	495	0,2	0,044	0,000	0,006	2,976	0,159	44,09	4,86	13,0	0,54
	5		20,9	9,43	106,1	8,78	503	0,2	0,156	0,000	0,006	0,150	0,161	48,10	4,86	14,0	0,55
	10		18,4	4,6	49,2	8,39	529	0,3	0,006	0,000	0,004	0,116	0,158	44,09	4,38	12,8	0,5
	15		14,5	2,28	22,2	8,16	492,9	0,3	0,008	0,000	0,004	0,150	0,234	44,89	4,38	13,0	0,55
ist.4	Y	1,6	24,5	11,62	140,3	9,92	458,4	0,2	0,004	0,000	0,006	5,237	0,176	44,89	4,38	13,0	0,6
	1		24,1	10,96	135,2	8,95	453,6	0,2	0,006	0,000	0,007	1,912	0,158	44,89	4,38	13,0	0,65
	5		21,1	9,43	105,3	8,8	443,7	0,2	0,002	0,000	0,006	1,530	0,150	44,09	3,89	12,6	0,55
	10		17	4,08	42	8,29	519	0,3	0,008	0,000	0,007	0,482	0,159	40,08	4,38	11,8	0,5
	15		14,5	3,35	32,7	8,11	469	0,3	0,011	0,000	0,006	0,349	0,146	40,08	3,89	11,6	0,5
ist.5	Y		23,1	12,53	141,7	9,23	447,9	0,2	0,021	0,004	0,006	16,643	0,156	36,07	4,86	11,0	0,66
	1		22,1	12,46	140,3	9	451,2	0,2	0,021	0,001	0,004	5,154	0,154	40,08	3,89	11,6	0,54
	5		19,2	10,44	108,9	9,06	447,9	0,2	0,019	0,000	0,004	6,451	0,153	40,08	4,86	12,0	0,55
	10		18,3	7,65	97,2	8,98	487,2	0,2	0,015	0,000	0,006	1,862	0,151	43,29	4,86	12,8	0,5
15	15,4	4,46	43,6	8,45	463,1	0,2	0,011	0,000	0,006	1,546	0,154	44,09	4,86	13,0	0,5		

Çizelge 4.9. Karakaya Baraj Gölü Haziran ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler

ist.	Derinlik (m)	Seki (m)	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	ÇO (%)	pH	EC (µS/cm)	Tuzluluk (ppt)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (µg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Toplam sertlik	Org. Madde (mg/L)
ist.1	Y	2,1	24,9	7,47	94,1	9,01	388,1	0,2	0,000	0,002	0,000	0,017	0,100	36,07	2,43	10,0	0,55
	1		24,5	7,06	83,8	9,05	385,3	0,2	0,000	0,002	0,000	0,017	0,104	44,09	2,92	12,2	0,56
	5		23,2	7,88	93,8	9,04	379,6	0,2	0,000	0,001	0,000	0,017	0,104	44,89	1,94	12,0	0,5
	10		21,7	7,15	92,4	9,03	387,5	0,2	0,000	0,001	0,000	0,017	0,104	44,09	2,92	12,2	0,5
	15		17,1	7,1	82,2	8,73	390,6	0,2	0,000	0,001	0,000	0,017	0,090	44,09	2,43	12,0	0,48
	20		16,5	7,27	83,1	8,99	385,9	0,2	0,000	0,001	0,001	0,017	0,082	46,49	2,43	12,6	0,45
	25		15,8	7,13	82,6	8,65	389,2	0,2	0,000	0,001	0,001	0,017	0,087	46,49	3,40	13,0	0,46
	30		14,7	6,28	78,5	8,1	387,6	0,2	0,000	0,001	0,003	0,116	0,082	45,69	2,92	12,6	0,46
35	13,5	6,01	70,8	8,08	388,4	0,2	0,000	0,001	0,003	0,116	0,084	44,89	2,92	12,4	0,5		
ist.2	Y	2,00	25,10	8,16	99,7	8,97	389,3	0,2	0,000	0,000	0,000	0,017	0,097	48,10	2,92	13,2	0,55
	1		24,8	7,46	90,4	9,03	384,7	0,2	0,000	0,000	0,000	0,017	0,096	46,49	2,92	12,8	0,58
	5		24,5	7,7	94,6	9,03	385,5	0,2	0,000	0,000	0,001	0,017	0,095	44,89	2,92	12,4	0,5
ist.3	Y	1,8	27,4	9,68	121,2	9,22	453,1	0,2	0,004	0,005	0,000	0,266	0,119	44,89	3,89	12,8	0,55
	1		27,3	8,69	110,4	8,94	444,4	0,2	0,011	0,003	0,001	0,200	0,118	47,29	3,40	13,2	0,5
	5		24,4	7,85	94,2	8,87	454,3	0,2	0,002	0,002	0,001	0,033	0,119	42,48	4,38	12,4	0,56
	10		21,9	2,39	24,6	8,09	464,6	0,2	0,002	0,001	0,001	0,033	0,105	44,09	3,89	12,6	0,5
	15		15,3	2,28	24	8,17	448,3	0,2	0,002	0,001	0,006	0,033	0,105	40,08	3,40	11,4	0,54
ist.4	Y	1,9	28	8,69	110	9,01	442	0,2	0,004	0,003	0,000	0,150	0,116	40,08	3,40	11,4	0,55
	1		26,3	9	114,8	8,97	442,6	0,2	0,006	0,003	0,000	0,266	0,116	40,08	2,92	11,2	0,58
	5		24,5	7,84	94,5	8,76	433,5	0,2	0,002	0,002	0,000	0,116	0,114	41,68	3,40	11,8	0,54
	10		21,6	6,95	90,2	8,54	423,9	0,2	0,002	0,001	0,003	0,050	0,099	48,10	3,40	13,4	0,53
	15		17,9	3,96	41,1	8,16	427,4	0,2	0,002	0,000	0,004	0,050	0,100	46,49	2,92	12,8	0,5
	20		15,7	3,75	39,3	8,07	426,1	0,2	0,002	0,000	0,004	0,050	0,100	44,09	2,92	12,2	0,52
ist.5	Y	1,7	26,4	9,49	117,2	9,06	418,8	0,2	0,006	0,004	0,000	0,133	0,111	44,89	3,40	12,6	0,58
	1		26,3	8,33	104,3	8,95	413,3	0,2	0,008	0,002	0,000	0,150	0,114	44,89	3,40	12,6	0,55
	5		20,4	6,89	89,4	8,44	430,6	0,2	0,004	0,003	0,000	0,100	0,115	44,09	2,92	12,2	0,54
	10		18,1	6,45	87,8	8,22	420,9	0,2	0,002	0,003	0,000	0,033	0,108	40,08	3,40	11,4	0,48
	15		16,9	3,84	42,2	8,13	426,4	0,2	0,002	0,001	0,004	0,033	0,109	43,29	2,92	12,0	0,5
	20		15,8	3,75	40,6	8,11	424,9	0,2	0,002	0,000	0,006	0,017	0,107	44,89	3,40	12,6	0,55

Çizelge 4.10. Karakaya Baraj Gölü Temmuz ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler

ist.	Derinlik (m)	Seki (m)	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	ÇO (%)	pH	EC (µS/cm)	Tuzluluk (ppt)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (µg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Toplam sertlik	Org. Madde (mg/L)
ist.1	Y	2,4	28,1	7,03	91,9	8,97	379,8	0,2	0,000	0,000	0,013	0,249	0,132	48,10	4,38	13,8	0,6
	1		27,6	6,61	87,4	8,83	381,7	0,2	0,000	0,000	0,006	0,133	0,127	44,09	4,38	12,8	0,57
	5		25,1	6,52	86,1	8,94	384,2	0,2	0,000	0,000	0,004	0,116	0,125	44,09	3,89	12,6	0,55
	10		24,3	6,56	86,6	8,19	381,3	0,2	0,000	0,000	0,008	0,100	0,121	46,49	4,86	13,6	0,55
	15		17,1	5,76	61,5	8,18	378,6	0,2	0,000	0,000	0,004	0,083	0,118	43,29	3,40	12,2	0,53
	20		16,3	5,79	61,8	8,17	374,4	0,2	0,000	0,001	0,003	0,067	0,113	42,48	3,89	12,2	0,55
	25		14,8	5,15	58,9	8,13	379,9	0,2	0,000	0,000	0,003	0,116	0,110	46,49	4,38	13,4	0,5
	30		13,3	4,85	53,2	8,11	378,4	0,2	0,000	0,001	0,011	0,083	0,114	44,89	4,86	13,2	0,55
ist.2	Y	2,10	28,20	7,14	92,7	8,23	376,1	0,2	0,000	0,000	0,007	0,133	0,130	46,49	4,38	13,4	0,55
	1		27,3	7,35	93,1	8,3	374,9	0,2	0,000	0,001	0,010	0,116	0,124	42,48	4,86	12,6	0,53
	5		27	6,87	89,3	8,27	375,3	0,2	0,000	0,001	0,006	0,067	0,120	44,09	3,89	12,6	0,55
ist.3	Y	2	28,3	7,82	100,2	8,96	467,4	0,2	0,000	0,000	0,017	0,316	0,131	45,69	4,86	13,4	0,68
	1		27,7	6,85	87,50	8,93	445,2	0,2	0,000	0,000	0,007	0,150	0,122	46,49	4,38	13,4	0,57
	5		26,3	4,97	63,8	8,73	499,1	0,2	0,000	0,000	0,006	0,133	0,129	48,10	4,38	13,8	0,55
	10		17,2	2,59	31,1	8,05	483,4	0,2	0,002	0,001	0,006	0,233	0,135	45,69	4,86	13,4	0,55
	15		14,8	1,79	18,8	8,09	483,9	0,2	0,004	0,001	0,011	0,100	0,114	44,09	4,38	12,8	0,57
ist.4	Y	1,9	28,5	7,12	91,6	9,21	429,8	0,2	0,002	0,000	0,036	0,316	0,121	44,09	4,86	13,0	0,63
	1		27,8	6,89	88,2	8,88	421,9	0,2	0,002	0,000	0,002	0,166	0,120	44,89	4,86	13,2	0,65
	5		25,3	2,5	30,5	8,43	458,6	0,2	0,000	0,001	0,010	0,200	0,117	46,49	4,38	13,4	0,58
	10		17,1	2,17	21,4	8,15	458,5	0,2	0,000	0,002	0,008	0,133	0,111	44,09	3,89	12,6	0,55
	15		14,3	1,85	19,1	8,16	439,6	0,2	0,004	0,000	0,003	0,116	0,107	44,09	3,89	12,6	0,57
ist.5	Y	1,9	28,5	5,69	73,8	9,27	403,5	0,2	0,004	0,000	0,006	0,150	0,121	46,49	4,38	13,4	0,68
	1		28,4	6,41	82,9	9,03	399,9	0,2	0,002	0,000	0,001	0,100	0,113	44,09	3,89	12,6	0,64
	5		24,5	2,66	33,2	8,42	448,2	0,2	0,004	0,003	0,001	0,266	0,102	43,29	4,38	12,6	0,58
	10		18,2	2,24	23,5	8,27	431,7	0,2	0,004	0,002	0,004	0,133	0,119	46,49	4,86	13,6	0,55
	15		15,6	2,43	28,5	8,01	423,2	0,2	0,002	0,000	0,001	0,083	0,110	45,69	4,38	13,2	0,53



Çizelge 4.11. Karakaya Baraj Gölü Ağustos ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler

ist.	Derinlik (m)	Seki (m)	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	ÇO (%)	pH	EC (µS/cm)	Tuzluluk (ppt)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (µg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Toplam sertlik
ist.1	Y	2,2	29,3	6,87	88,3	8,8	387,1	0,2	0,000	0,002	0,000	0,100	0,098	52,10	4,86	15,0
	1		28,7	6,69	87,6	8,19	392,6	0,2	0,000	0,003	0,000	0,067	0,101	46,49	4,86	13,6
	5		27,5	6,64	86,1	8,21	383,9	0,2	0,000	0,002	0,000	0,067	0,096	45,69	4,38	13,2
	10		25,8	6,83	87,9	8,23	387,2	0,2	0,000	0,001	0,000	0,017	0,103	44,09	4,38	12,8
	15		18,7	5,79	75,3	8,27	388,4	0,2	0,000	0,001	0,000	0,017	0,103	44,09	3,89	12,6
	20		16,6	5,81	75,1	8,21	393,1	0,2	0,000	0,001	0,000	0,017	0,102	44,09	3,40	12,4
	25		15,7	5,57	70,6	8,26	387,8	0,2	0,002	0,001	0,003	0,083	0,096	43,29	3,40	12,2
30	14,8	5,45	68,5	8,35	383,5	0,2	0,002	0,001	0,006	0,116	0,092	44,09	4,38	12,8		
ist.2	Y	1,80	29,9	7,85	100,9	8,43	396,8	0,2	0,000	0,002	0,000	0,050	0,097	48,10	4,86	14,0
	1		28,7	7,44	94,6	8,27	381,1	0,2	0,002	0,002	0,003	0,033	0,095	44,09	4,38	12,8
	5		27,9	6,95	89,3	8,32	383,3	0,2	0,000	0,000	0,003	0,067	0,093	45,69	3,89	13,0
ist.3	Y	1,7	30,1	6,98	90,5	9,15	459,5	0,2	0,004	0,006	0,004	0,349	0,106	46,49	4,38	13,4
	1		29,6	6,82	87,8	9,38	474,8	0,2	0,002	0,004	0,006	0,266	0,105	48,10	4,86	14,0
	5		28,6	4,96	63,4	8,98	489,9	0,2	0,000	0,003	0,007	0,150	0,104	48,10	4,38	13,8
	10		21,7	2,45	36,7	8,45	487,8	0,2	0,002	0,001	0,007	0,116	0,100	44,09	4,38	12,8
	15		19,8	2,13	22,6	8,25	486,4	0,2	0,004	0,001	0,011	0,083	0,096	46,49	4,38	13,4
ist.4	Y	1,6	30,4	6,95	89,3	9,01	476,4	0,2	0,006	0,006	0,006	0,266	0,107	52,10	4,38	14,8
	1		29,5	6,29	82,9	8,97	481,1	0,2	0,004	0,005	0,004	0,249	0,105	46,49	4,38	13,4
	5		28,7	4,78	51,7	8,49	468	0,2	0,002	0,003	0,006	0,116	0,103	46,49	4,38	13,4
	10		20,3	2,73	37,6	8,74	467,4	0,2	0,002	0,002	0,004	0,050	0,100	48,10	4,86	14,0
	15		17,3	1,73	25,8	8,09	458,3	0,2	0,002	0,002	0,008	0,033	0,098	46,49	4,86	13,6
ist.5	Y	1,7	29,8	5,97	76,8	9,04	443,6	0,2	0,002	0,004	0,004	0,183	0,104	44,09	4,86	13,0
	1		27,7	5,56	70,2	8,97	487,4	0,2	0,002	0,004	0,010	0,150	0,106	45,69	4,86	13,4
	5		26,1	4,95	64,8	8,91	458,3	0,2	0,004	0,003	0,008	0,116	0,105	45,69	4,38	13,2
	10		19,8	2,21	35,4	8,79	473,8	0,2	0,004	0,002	0,007	0,050	0,104	44,09	4,86	13,0
	15		17,1	1,97	30,1	8,66	459,3	0,2	0,002	0,001	0,011	0,033	0,100	44,09	4,38	12,8

Çizelge 4.12. Karakaya Baraj Gölü Eylül ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler

ist.	Derinlik (m)	Seki (m)	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	ÇO (%)	pH	EC (µS/cm)	Tuzluluk (ppt)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (µg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Toplam sertlik	Org. Madde (mg/L)
ist.1	Y	3,3	23,6	6,07	72,9	8,51	381,9	0,2	0,002	0,004	0,000	0,067	0,111	51,30	4,86	14,7	0,5
	1		24,9	7,16	86,3	8,45	374,7	0,2	0,002	0,001	0,000	0,033	0,108	43,29	4,86	12,7	0,46
	5		24,3	6,48	77,7	8,12	372,1	0,2	0,000	0,001	0,000	0,067	0,117	44,09	4,86	12,9	0,55
	10		23,9	6,45	74,3	8,39	388,4	0,2	0,002	0,002	0,000	0,050	0,169	44,09	4,86	12,9	0,55
	15		22,49	6,12	73,2	8,34	385,9	0,2	0,002	0,001	0,000	0,050	0,171	44,09	4,38	12,7	0,55
	20		17,43	6,73	81,7	8,21	383,2	0,2	0,002	0,002	0,000	0,033	0,157	48,10	4,38	13,7	0,55
	25		15,1	5,79	57,4	8,26	381,3	0,2	0,006	0,001	0,000	0,033	0,162	44,09	4,38	12,7	0,55
	30		15,8	5,68	56,3	8,2	376,9	0,2	0,004	0,001	0,000	0,050	0,148	44,09	4,86	12,9	0,48
	35		15,4	5,59	55,7	8,21	384,4	0,2	0,004	0,002	0,000	0,033	0,122	48,10	3,89	13,6	0,5
	ist.2		Y	3,20	24,80	6,75	81,4	8,5	384,7	0,2	0,006	0,003	0,000	0,033	0,122	48,10	4,86
1		24,3	7,28		88,2	8,79	382	0,2	0,002	0,001	0,000	0,050	0,124	44,09	4,86	12,9	0,53
5		24,1	6,22		80,1	8,84	381,4	0,2	0,002	0,002	0,000	0,033	0,130	44,09	4,38	12,7	0,55
ist.3	Y	2,4	27,4	7,27	92,9	8,33	443,3	0,2	0,004	0,001	0,000	0,067	0,136	48,10	4,86	13,9	0,55
	1		25,9	7,16	91,2	8,65	437,5	0,2	0,002	0,002	0,000	0,050	0,127	44,09	4,86	12,9	0,58
	5		23,8	2,12	25,1	8,25	436,4	0,2	0,002	0,001	0,000	0,050	0,130	48,10	4,86	13,9	0,55
	10		17,8	1,88	18	8,09	397,3	0,2	0,002	0,002	0,000	0,050	0,142	46,49	4,86	13,5	0,58
	15		15,8	1,45	14,7	8,04	380,9	0,2	0,002	0,003	0,004	0,067	0,140	44,89	4,38	12,9	0,58
ist.4	Y	2,5	26,5	6,9	86,9	8,57	445,9	0,2	0,006	0,003	0,000	0,067	0,127	52,10	4,86	14,9	0,59
	1		25,8	7,09	88,5	8,75	474,9	0,2	0,004	0,001	0,000	0,050	0,133	48,10	4,86	13,9	0,55
	5		24,1	3,93	47,2	8,46	474,3	0,2	0,008	0,001	0,000	0,033	0,146	48,10	4,38	13,7	0,55
	10		17,9	1,99	20,4	8,21	391,6	0,2	0,008	0,002	0,000	0,067	0,144	46,49	4,38	13,3	0,55
	15		15,5	1,67	16,6	8,1	418,6	0,2	0,011	0,004	0,003	0,033	0,125	44,09	4,38	12,7	0,59
ist.5	Y	2,4	27,8	7,11	90,6	8,71	438,7	0,2	0,004	0,003	0,000	0,050	0,127	48,10	3,89	13,6	0,58
	1		25,6	6,99	85,9	8,89	439,1	0,2	0,008	0,002	0,000	0,033	0,121	46,49	3,89	13,2	0,54
	5		24,6	3,73	40,7	8,95	437,2	0,2	0,008	0,003	0,000	0,017	0,190	44,09	4,86	12,9	0,59
	10		19,3	2,04	21,5	8,56	429,8	0,2	0,011	0,003	0,000	0,100	0,162	44,09	4,86	12,9	0,58
	15		15,2	2,35	23,6	8,25	425,5	0,2	0,019	0,005	0,001	0,067	0,127	48,10	4,38	13,7	0,57

Çizelge 4.13. Karakaya Baraj Gölü Ekim 2011 ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler

ist.	Derinlik (m)	Seki (m)	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	ÇO (%)	pH	EC (µS/cm)	Tuzluluk (ppt)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (µg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Toplam sertlik	Org. Madde (mg/L)
ist.1	Y	3,4	19,9	8,91	99,1	8,76	390,2	0,2	0,004	0,000	0,000		0,124	44,09	4,38	12,8	0,65
	1		20,5	8,09	90,2	8,96	289,1	0,2	0,000	0,000	0,000		0,118	44,09	4,86	13,0	0,56
	5		19	7,41	79,1	8,95	390,4	0,2	0,000	0,000	0,000		0,118	43,29	4,86	12,8	0,56
	10		15,4	6,65	76,3	8,67	388,8	0,2	0,000	0,000	0,000		0,128	44,09	4,86	13,0	0,55
	15		15,1	5,84	58,4	8,64	387,5	0,2	0,000	0,000	0,000		0,127	44,09	4,38	12,8	0,55
	20		14,3	5,73	57,8	8,91	386,3	0,2	0,000	0,000	0,000		0,128	44,89	4,38	13,0	0,57
	25		14,1	5,47	56,1	8,65	386,8	0,2	0,000	0,000	0,000		0,129	44,89	4,86	13,2	0,55
	30		13,6	5,33	52,9	8,58	385,7	0,2	0,000	0,000	0,000		0,133	44,09	4,86	13,0	0,56
35		13	5,12	44,8	8,36	384,1	0,2	0,004	0,000	0,000		0,135	44,09	4,38	12,8	0,55	
ist.2	Y		20,50	8,72	97,2	9,03	419,7	0,2	0,008	0,000	0,001		0,136	48,10	4,86	14,0	0,55
	1	2,9	20,3	8,55	95	9,05	386,2	0,2	0,002	0,000	0,001		0,135	44,89	4,86	13,2	0,53
	5		19,4	7,51	81,9	9,02	390,6	0,2	0,000	0,000	0,001		0,136	44,09	4,86	13,0	0,54
ist.3	Y		21,6	7,42	80,3	8,9	522	0,3	0,002	0,000	0,001	0,017	0,141	46,49	4,86	13,6	0,58
	1	2,7	21,5	7,06	78,2	9,01	522	0,3	0,002	0,002	0,003	0,017	0,138	44,09	4,38	12,8	0,57
	5		19,9	5,68	56,6	8,62	580	0,3	0,002	0,000	0,000	0,000	0,134	45,69	4,86	13,4	0,57
	10		17,5	2,49	25,8	8,23	525	0,3	0,002	0,000	0,001	0,000	0,139	44,09	4,86	13,0	0,58
	15		16	2,08	21,7	8,1	509	0,2	0,006	0,000	0,004	0,017	0,140	44,89	4,86	13,2	0,56
ist.4	Y		19,9	7,76	85,4	9,07	513	0,2	0,006	0,000	0,001	0,033	0,139	48,10	4,86	14,0	0,6
	1	2,8	20,2	7,81	86,1	9,06	507	0,2	0,008	0,000	0,000	0,017	0,138	46,49	4,86	13,6	0,58
	5		19,3	4,02	44,3	8,67	556	0,3	0,006	0,000	0,000	0,000	0,141	48,10	4,86	14,0	0,55
	10		16,3	2,65	27,6	8,34	487,5	0,2	0,008	0,000	0,001	0,000	0,143	44,09	4,38	12,8	0,55
	15		15	2,13	20,8	8,36	436,2	0,2	0,023	0,000	0,006	0,000	0,144	44,09	4,38	12,8	0,53
ist.5	Y		19,8	7,75	85,8	9,11	443,2	0,2	0,006	0,000	0,003	0,033	0,138	46,49	4,38	13,4	0,63
	1	2,9	19,8	7,58	82,7	9,15	440,3	0,2	0,002	0,000	0,001	0,000	0,136	48,10	4,38	13,8	0,59
	5		19	5,38	58,1	8,67	479,2	0,2	0,002	0,000	0,003	0,000	0,143	44,09	4,86	13,0	0,56
	10		17,6	2,43	25,3	8,26	476,5	0,2	0,004	0,000	0,000	0,000	0,136	44,09	4,86	13,0	0,58
	15		14,7	2,18	20,8	8,24	424,4	0,2	0,008	0,000	0,004	0,017	0,134	45,69	4,38	13,2	0,55

Çizelge 4.14. Karakaya Baraj Gölü Kasım 2011 ayı, fiziksel ve kimyasal değişkenler

ist.	Derinlik (m)	Seki (m)	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	ÇO (%)	pH	EC (µS/cm)	Tuzluluk (ppt)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (µg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Toplam sertlik	Org. Madde (mg/L)
ist.1	Y	3,1	12,3	7,97	75,8	8,9	444,5	0,2	0,002	0,002	0,000	0,000	0,080	45,69	4,38	13,2	0,55
	1		12,5	7,86	72,3	8,9	441,9	0,2	0,002	0,001	0,000	0,000	0,080	44,09	4,86	13,0	0,56
	5		12,7	7,54	70,6	8,6	453,9	0,2	0,000	0,001	0,000	0,000	0,079	43,29	4,86	12,8	0,57
	10		12,4	7,29	68,1	8,5	471,3	0,2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,080	44,09	4,38	12,8	0,59
	15		12,5	7,47	69,4	8,8	453,7	0,2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,081	44,09	4,38	12,8	0,55
	20		12,1	7,19	67,8	8,7	452,1	0,2	0,000	0,001	0,000	0,000	0,081	45,69	4,38	13,2	0,55
	25		12,3	6,96	66,9	8,7	449,4	0,2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,081	44,09	4,38	12,8	0,55
	30		12,2	7,01	67,5	8,3	478,2	0,2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,081	44,09	4,86	13,0	0,5
	35		11,9	6,92	66,1	8,5	479,1	0,2	0,000	0,002	0,001	0,000	0,082	46,49	4,86	13,6	0,5
ist.2	Y	2,9	12,60	7,79	71,7	8,9	485,3	0,2	0,000	0,002	0,000	0,000	0,079	44,89	4,38	13,0	0,55
	1		12,4	7,94	72,6	8,8	487,7	0,2	0,004	0,001	0,000	0,000	0,083	44,09	4,86	13,0	0,55
	5		12,2	7,39	70,5	8,6	484,8	0,2	0,004	0,001	0,000	0,000	0,077	44,09	4,38	12,8	0,55
ist.3	Y	2,7	12,6	6,7	70,3	8,91	496,2	0,2	0,004	0,003	0,000	0,000	0,085	47,29	3,89	13,4	0,6
	1		12,1	7,18	66,8	8,37	485,4	0,2	0,002	0,002	0,001	0,017	0,083	44,09	4,38	12,8	0,6
	5		12,7	6,19	68,2	8,45	486,5	0,2	0,000	0,001	0,001	0,000	0,082	48,10	4,86	14,0	0,59
	10		12,5	5,43	63,9	8,54	489,3	0,2	0,000	0,000	0,001	0,033	0,083	48,10	4,86	14,0	0,58
	15		12,4	3,78	45,9	8,67	50,6	0,2	0,000	0,000	0,001	0,033	0,084	45,69	4,38	13,2	0,6
ist.4	Y		11,7	7,31	67,5	9,7	487,1	0,2	0,004	0,002	0,001	0,000	0,085	48,10	4,38	13,8	0,61
	1		11,9	7,55	69,9	9,73	482,6	0,2	0,002	0,002	0,001	0,017	0,079	47,29	4,86	13,8	0,6
	5	2,6	12,2	7,32	67,5	8,72	482,9	0,2	0,002	0,003	0,001	0,017	0,080	48,10	4,38	13,8	0,6
	10		12	5,98	69,3	8,76	489,5	0,2	0,000	0,002	0,001	0,017	0,083	48,10	4,38	13,8	0,57
	15		12,3	3,96	46,8	8,71	504	0,2	0,000	0,001	0,001	0,000	0,088	46,49	4,86	13,6	0,59
ist.5	Y		11,4	7,63	70,2	8,8	454,2	0,2	0,004	0,003	0,000	0,033			4,38	1,8	0,6
	1		11,5	7,8	71,9	8,77	453,4	0,2	0,004	0,002	0,001	0,033	0,087	48,10	4,86	14,0	0,58
	5		12,3	7,81	73	8,77	456,7	0,2	0,000	0,002	0,001	0,017	0,086	48,10	4,86	14,0	0,56
	10	2,5	11,9	6,97	68,8	8,69	461,7	0,2	0,002	0,001	0,003	0,017	0,087	45,69	4,86	13,4	0,56
	15		11,7	4,49	41,4	8,5	499,6	0,2	0,004	0,001	0,004	0,017	0,084	47,29	4,86	13,8	0,58

#### 4.2.7. Orto-fosfat fosforu

Göl ekosisteminde fosfor, genellikle orto-fosfat formunda bulunmaktadır. Kirlenmemiş göl sularında fosforun bitki büyümesindeki sınırlayıcı etkisi, azota göre daha fazladır. Aşırı fosfor, yüzey sularında ötrofikasyona neden olur (Lampert ve Sommer, 1997). Fosforun varlığındaki artış, bitki türlerinin ve fitoplanktonun bolluğunu ve gelişim oranlarını etkilemektedir. Bu durum ise hayvansal türlerin kompozisyonunu da etkilemektedir.

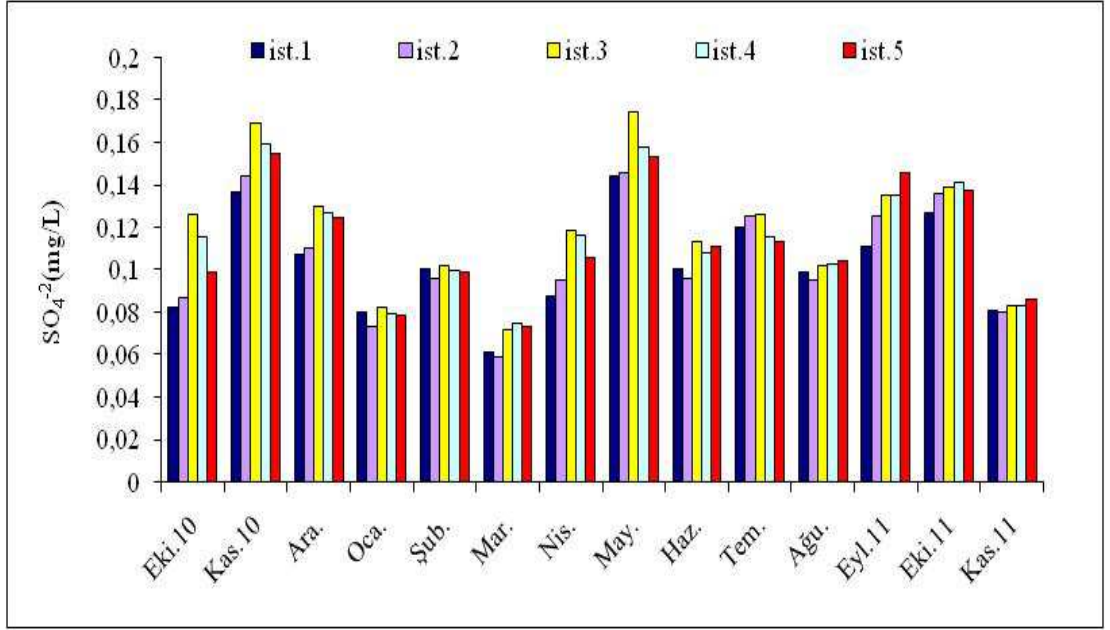
Kentsel drenaj ve tarımsal alanlar, önemli fosfor kaynaklarıdır. Atık sular gibi noktasal kaynaktan gelen yük, hızlı bir şekilde parçalanır, yayılır ve biyolojik olarak kullanılabilir (Mainstone ve Parr, 2002).

Belirlenen örnekleme noktalarından alınan örneklere göre, en yüksek orto-fosfat fosforu değeri, 20,334 µg/L dir (Mart ayı, ist.2; Çizelge 4.6). Kasım 10 (tüm istasyonlar), Ocak (ist.1 ve 2), Şubat (ist.1) ve Kasım 11 (ist.1 ve ist.2) aylarında orto-fosfat fosforuna rastlanmadı (Çizelge 4.2, 4.4, 4.5 ve 4.14).

#### 4.2.8. Sülfat iyonu

Doğal sularda biyolojik verimin artması için ortamda sülfatın bulunması gereklidir (Tepe, 2009). Su ürünleri bakımından suda maksimum bulunması gereken  $SO_4^{-2}$  değeri 90 mg/L'dir (Küçük, 2007). Karakaya Baraj Gölü'nde bulunan  $SO_4^{-2}$  değerlerinin, bu değerden oldukça düşük olduğu belirlendi.  $SO_4^{-2}$  değerleri, 0,05-0,23 mg/L (Mart ayı ist.2 ve Mayıs ayı ist.3) arasında değişmektedir (Çizelge 4.6 ve 4.8).

Örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde ist.3 ve ist.4'e ait  $SO_4^{-2}$  değerlerinin (0,119 ve 0,115 mg/L) genellikle diğer örnekleme noktalarına göre yüksek seviyelerde, ist.1 ve ist.2'ye ait  $SO_4^{-2}$  değerlerinin (0,103 ve 0,105 mg/L) ise düşük seviyelerde olduğu gözlemlendi (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Karakaya Baraj Gölü aylara göre ortalama  $SO_4^{2-}$  (mg/L) değerleri

#### 4.2.9. Kalsiyum ve magnezyum iyonları

Sularda kalsiyum ve magnezyum iyonları miktarına göre sertlik analizi yapılmaktadır. Sudaki  $CaCO_3$  25 mg/L'dan fazla ise sert sular, 9 mg/L'den az ise yumuşak sular sınıfına girmektedir. Orta sertlikteki sularda ise  $CaCO_3$  miktarı, 9-25 mg/L arasında değişmektedir (Cirik ve Cirik, 2005). Tatlı sularda genellikle kalsiyum değerleri, magnezyum değerlerinden fazla bulunmaktadır (Lampert ve Sommer, 1997).

Karakaya Baraj Gölü'nde  $Ca^{2+}$  iyonu değerleri,  $Mg^{2+}$  iyonu değerlerinden yüksek bulundu. En yüksek  $Ca^{2+}$  değeri, Ekim 10 ayında (56,11 mg/L, ist.5, yüzey ve 1 m; Çizelge 4.1), en düşük  $Ca^{2+}$  değeri ise Kasım 10 ayında (24,04 mg/L ist.5; Çizelge 4.2) ölçüldü. En yüksek  $Mg^{2+}$  değeri, Kasım 10 ayında (9,72 mg/L, ist.3; Çizelge 4.2), en düşük  $Mg^{2+}$  iyonu ise Ekim 10 ve Haziran aylarında (1,94 mg/L, ist.5 ve ist.1; Çizelge 4.1 ve 4.9) ölçüldü.

#### 4.2.10. Organik madde miktarı

Suda çözünmüş organik maddeler, suda bulunan organik maddelerin yaklaşık % 89'unu oluşturmaktadır. Geriye kalan organik maddelerin % 9'u detritus, % 1,7'si fitoplankton, % 0,2'si zooplankton ve ‰ 0,002'si ise balıktan kaynaklanmaktadır. Suda çözünmüş organik maddelerin en önemlileri organik azot, organik fosfor ve organik karbondur (Sönmez vd., 2008).

Karakaya Baraj Gölü organik madde değerleri 0,9-0,2 mg/L (Ekim 10 ayı ist.3, Kasım 10 ayı ist.4 ve Ocak ayı ist.3) arasında değişmektedir (Çizelge 4.1, 4.2 ve 4.4).

#### 4.3. Zooplankton Taksonlarının İncelenmesi

Ekim 2010 ve Kasım 2011 tarihleri arasında yapılan alan çalışmasında toplanan zooplankton örnekleri teşhis edildi. Rotifera şubesine ait 14, Cladocera'ya ait 6, Copepoda'ya ait 2 ve nauplius larvaları olmak üzere toplam 22 zooplankton türü belirlendi (Çizelge 4.15-4.28). Rotifera grubunun tür sayısı, bulunma sıklığı ve yoğunluk açısından baskın olduğu görüldü.

##### 4.3.1. Zooplanktonik organizmaların sıklık dağılımları

Zooplanktonik taksonların sıklık dağılımları, Çizelge 4.29'da belirtilmiştir.

##### ROTİFERA

*Keratella cochlearis* (Gosse, 1886), ist.1'de % 85,71 sıklıkla, ist.2 ve ist.3'de % 92,86 sıklıkla, ist.4 ve ist.5'de % 100 sıklıkla devamlı bulunan türler grubunda bulunmaktadır. Ilıman bölgelerin ötrofik karakterli en yaygın türlerden biridir. Tüm sıcaklık aralıklarında yaygın olarak bulunur (Oğuzkurt, 2001).

Kozmopolit bir tür olan *Keratella quadrata* (Müller, 1786), ist.1, ist.2 ve ist.5'de % 28,57 sıklıkla, ist.3'de % 35,71 sıklıkla seyrek bulunan türler; ist.4'de % 42,86 sıklıkla genellikle bulunan türler grubunda yer almaktadır. *K. quadrata*, genellikle polimorf türlerdir. Oligotrof ve ötrofik göllerde, az akıntılı tuzlu ve tatlı sularda yaşayabilirler (Hutchinson, 1967).

*Keratella tecta* (Gosse, 1851), ist.1 % 57,14 sıklıkla, ist.3 ve ist.5 % 50 sıklıkla, ist.2 42,86 sıklıkla genellikle bulunan türler; ist.4'de % 21,43 sıklıkla seyrek bulunan türler grubunda yer alır.

Çizelge 4.15. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Ekim 2010 ayı dağılımları (birey sayısı/L)

ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5
Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella</i>	<i>K. cochlearis</i>	0,16	0,32	0,32	0,4	0,16
				<i>Keratella</i>	<i>K. quadrata</i>			0,08	0,08	0,08
				<i>Keratella</i>	<i>K. tecta</i>	0,24	0,32	0,16		0,4
				<i>Kellicottia</i>	<i>K. longispina</i>					
				<i>Brachionus</i>	<i>B. calyciflorus</i>					
				<i>Notholca</i>	<i>N. squamula</i>					
			Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>P. dolichoptera</i>	0,08	0,16	0,24	0,08	0,08
				<i>Synchaeta</i>	<i>S. oblonga</i>	0,08	0,24	0,32		0,24
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	0,16	0,16		0,08	0,24
Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>								
Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>	0,08	0,16	0,32	0,08	0,08			
Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>	0,08	0,08			0,08			
Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>L. luna</i>								
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>			0,08	
			Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>D. cucullata</i>	0,08	0,16		0,08	0,16
					<i>D. longispina</i>					0,08
			<i>Ceriodaphnia</i>	<i>C. reticulata</i>	0,16	0,08	0,08	0,16	0,16	
			Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>	0,08	0,08	0,16	0,16	0,08
			Chydoridae	<i>Chydorus</i>	<i>C. sphaericus</i>					
					<i>Alona</i>	<i>A. rectangula</i>	0,08	0,08		
			Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i>	<i>C. scutifer</i>	0,08	0,08	0,08
<i>Microcyclops</i>	<i>M. varicans</i>	0,08								
	Nauplius larvası	0,08					0,08	0,08	0,08	

Çizelge 4.16. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Kasım 2010 ayı dağılımları (birey sayısı/L)

ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5
Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella</i>	<i>K. cochlearis</i>	0,32	0,24	0,32	0,16	0,4
				<i>Keratella</i>	<i>K. quadrata</i>	0,08	0,08			
				<i>Keratella</i>	<i>K. tecta</i>	0,24	0,16	0,08		
				<i>Kellicottia</i>	<i>K. longispina</i>	0,16	0,08	0,16	0,16	0,08
				<i>Brachionus</i>	<i>B. calyciflorus</i>			0,08		0,08
				<i>Notholca</i>	<i>N. squamula</i>					
			Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>P. dolichoptera</i>	0,16	0,24	0,24	0,16	0,32
				<i>Synchaeta</i>	<i>S. oblonga</i>	0,24		0,4	0,32	0,32
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	0,24	0,16	0,16	0,16	0,24
Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>	0,08	0,08	0,08					
Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>	0,56	0,4	0,56	0,48	0,64			
Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>								
Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>L. luna</i>								
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>	0,08	0,08	0,08	
			Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>D. cucullata</i>	0,08	0,08	0,08		0,08
					<i>D. longispina</i>					
			<i>Ceriodaphnia</i>	<i>C. reticulata</i>						
			Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>	0,08	0,08		0,08	0,08
			Chydoridae	<i>Chydorus</i>	<i>C. sphaericus</i>					
					<i>Alona</i>	<i>A. rectangula</i>	0,08	0,08		
			Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i>	<i>C. scutifer</i>	0,08	0,08	0,08
<i>Microcyclops</i>	<i>M. varicans</i>	0,08				0,08	0,08	0,08		
	Nauplius larvası	0,16				0,08	0,16	0,08	0,16	

Çizelge 4.16. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Aralık ayı dağılımları (birey sayısı/L)

ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5
			Brachionidae	<i>Keratella</i>	<i>K. cochlearis</i>		0,08	0,24	0,08	0,08
				<i>Keratella</i>	<i>K. quadrata</i>				0,08	
				<i>Keratella</i>	<i>K. tecta</i>					
				<i>Kellicottia</i>	<i>K. longispina</i>	0,08		0,24	0,08	0,08
				<i>Brachionus</i>	<i>B. calyciflorus</i>		0,08	0,08	0,08	0,08
				<i>Notholca</i>	<i>N. squamula</i>					
Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>P. dolichoptera</i>	0,08	0,08	0,16	0,08	0,24
				<i>Synchaeta</i>	<i>S. oblonga</i>	0,08	0,16	0,16	0,08	0,08
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>			0,08	0,24	0,24
			Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>					
			Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>	0,16	0,24		0,24	0,08
			Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>		0,08			0,08
			Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>L. luna</i>					0,08
		Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>		0,08	0,08	0,08	0,08
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>D. cucullata</i>		0,08	0,08	0,08	0,08
					<i>D. longispina</i>		0,08	0,08	0,08	
				<i>Ceriodaphnia</i>	<i>C. reticulata</i>				0,08	
			Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>			0,08	0,08	0,08
			Chydoridae	<i>Chydorus</i>	<i>C. sphaericus</i>	0,08	0,08	0,08	0,08	0,16
				<i>Alona</i>	<i>A. rectangula</i>		0,08	0,08	0,08	0,08
	Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i>	<i>C. scutifer</i>	0,32	0,16	0,24	0,16	0,16
				<i>Microcyclops</i>	<i>M. varicans</i>	0,08			0,08	
					Nauplius larvası	0,08	0,16	0,16	0,16	0,08

Çizelge 4.18. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Ocak ayı dağılımları (birey sayısı/L)

ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5
			Brachionidae	<i>Keratella</i>	<i>K. cochlearis</i>	0,24	0,08	0,32	0,16	0,4
				<i>Keratella</i>	<i>K. quadrata</i>			0,08	0,08	0,08
				<i>Keratella</i>	<i>K. tecta</i>	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
				<i>Kellicottia</i>	<i>K. longispina</i>	0,08	0,16	0,08	0,32	0,24
				<i>Brachionus</i>	<i>B. calyciflorus</i>					
				<i>Notholca</i>	<i>N. squamula</i>					
Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>P. dolichoptera</i>	0,16	0,08	0,08		0,16
				<i>Synchaeta</i>	<i>S. oblonga</i>	0,16	0,24			0,08
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	0,16	0,24	0,08	0,08	0,08
			Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>					
			Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>	0,16	0,08	0,16		0,08
			Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>	0,08	0,08		0,08	
			Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>L. luna</i>				0,08	
		Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>					
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>D. cucullata</i>					
					<i>D. longispina</i>					
				<i>Ceriodaphnia</i>	<i>C. reticulata</i>					
			Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>					
			Chydoridae	<i>Chydorus</i>	<i>C. sphaericus</i>	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
				<i>Alona</i>	<i>A. rectangula</i>					
	Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i>	<i>C. scutifer</i>	0,56	0,48	0,32	0,4	0,4
				<i>Microcyclops</i>	<i>M. varicans</i>		0,08			0,24
					Nauplius larvası	0,16		0,08	0,16	0,08

Çizelge 4.19. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Şubat ayı dağılımları (birey sayısı/L)

ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5		
Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella</i>	<i>K. cochlearis</i>	0,24	0,24	0,4	0,4	0,4		
				<i>Keratella</i>	<i>K. quadrata</i>			0,16	0,08	0,16		
				<i>Keratella</i>	<i>K. tecta</i>							
				<i>Kellicottia</i>	<i>K. longispina</i>			0,16		0,16		
				<i>Brachionus</i>	<i>B. calyciflorus</i>							
			<i>Notholca</i>	<i>N. squamula</i>					0,08			
			Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>P. dolichoptera</i>	0,08	0,08	0,24	0,32	0,16		
				<i>Synchaeta</i>	<i>S. oblonga</i>	0,16	0,24	0,48	0,4	0,48		
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	0,08	0,16	0,32	0,24	0,32		
			Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>							
Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>	0,16	0,24	0,48	0,32	0,4					
Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>				0,08	0,08					
Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>L. luna</i>										
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>						
					Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>D. cucullata</i>					
						<i>Ceriodaphnia</i>	<i>D. longispina</i>					
					<i>C. reticulata</i>							
					Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>				0,08	
			Chydoridae	<i>Chydorus</i>	<i>C. sphaericus</i>	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08		
				<i>Alona</i>	<i>A. rectangula</i>	0,08			0,08	0,08		
			Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i>	<i>C. scutifer</i>	0,08	0,16	0,32	0,16	0,24
						<i>Microcyclops</i>	<i>M. varicans</i>					
						<i>Nauplius larvası</i>			0,08	0,08		0,08

Çizelge 4.20. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Mart ayı dağılımları (birey sayısı/L)

ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5		
Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella</i>	<i>K. cochlearis</i>	0,32	0,4	0,24	0,32	0,08		
				<i>Keratella</i>	<i>K. quadrata</i>			0,08	0,16	0,08		
				<i>Keratella</i>	<i>K. tecta</i>	0,08	0,08					
				<i>Kellicottia</i>	<i>K. longispina</i>	0,32	0,16	0,08	0,08	0,08		
				<i>Brachionus</i>	<i>B. calyciflorus</i>							
			<i>Notholca</i>	<i>N. squamula</i>	0,16		0,08		0,08			
			Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>P. dolichoptera</i>	0,32	0,16	0,16	0,16	0,16		
				<i>Synchaeta</i>	<i>S. oblonga</i>	0,16	0,32	0,08	0,16	0,08		
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	0,08	0,16	0,08	0,16	0,08		
			Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>	0,08	0,08	0,08				
Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>	0,16	0,08	0,08	0,24	0,08					
Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>	0,08	0,08								
Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>L. luna</i>										
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>	0,16	0,08				
					Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>D. cucullata</i>					
						<i>Ceriodaphnia</i>	<i>D. longispina</i>	0,16	0,08		0,08	
					<i>C. reticulata</i>							
					Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>	0,16	0,16	0,08	0,08	0,08
			Chydoridae	<i>Chydorus</i>	<i>C. sphaericus</i>	0,08		0,08	0,08	0,08		
				<i>Alona</i>	<i>A. rectangula</i>	0,16	0,24	0,08				
			Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i>	<i>C. scutifer</i>	0,24	0,16	0,08	0,08	0,08
						<i>Microcyclops</i>	<i>M. varicans</i>		0,08			
						<i>Nauplius larvası</i>		0,4	0,32	0,08	0,16	0,16



Çizelge 4.21. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Nisan ayı dağılımları (birey sayısı/L)

ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5	
Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella</i>	<i>K. cochlearis</i>	0,72	0,56	0,48	0,48	0,4	
				<i>Keratella</i>	<i>K. quadrata</i>			0,08			
				<i>Keratella</i>	<i>K. tecta</i>	0,08	0,08				
				<i>Kellicottia</i>	<i>K. longispina</i>						
				<i>Brachionus</i>	<i>B. calyciflorus</i>	0,08	0,08				
				<i>Notholca</i>	<i>N. squamula</i>	0,08		0,08			
				Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>P. dolichoptera</i>	0,32	0,16	0,4	0,32	0,72
					<i>Synchaeta</i>	<i>S. oblonga</i>	1,36	1,76	2,24	2,4	2,4
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	0,32	0,4	0,64	0,48	0,4
				Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>	0,08	0,08			
	Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>	0,16	0,16	0,08	0,08	0,24			
	Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>								
	Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>L. luna</i>	0,16	0,16	0,08	0,08	0,08			
	Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>	0,16	0,32	0,4	0,48	0,48		
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>D. cucullata</i>	0,08	0,16	0,16			
					<i>D. longispina</i>						
					<i>Ceriodaphnia</i>	<i>C. reticulata</i>					
				Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>	0,32	0,16	0,16	0,08	0,24
				Chydoridae	<i>Chydorus</i>	<i>C. sphaericus</i>				0,08	0,16
					<i>Alona</i>	<i>A. rectangula</i>	0,08		0,08	0,08	0,16
	Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i>	<i>C. scutifer</i>	0,16	0,08	0,08	0,08	0,08	
				<i>Microcyclops</i>	<i>M. varicans</i>					0,08	
					Nauplius larvası					0,08	

Çizelge 4.22. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Mayıs ayı dağılımları (birey sayısı/L)

ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5	
Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella</i>	<i>K. cochlearis</i>	1,12	1,68	1,52	2,16	1,52	
				<i>Keratella</i>	<i>K. quadrata</i>	0,08	0,08		0,08		
				<i>Keratella</i>	<i>K. tecta</i>	0,08	0,24	0,08	0,4	0,08	
				<i>Kellicottia</i>	<i>K. longispina</i>						
				<i>Brachionus</i>	<i>B. calyciflorus</i>	0,32	0,26	0,16	0,24	0,08	
				<i>Notholca</i>	<i>N. squamula</i>						
				Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>P. dolichoptera</i>	0,64	1,12	1,2	1,44	0,32
					<i>Synchaeta</i>	<i>S. oblonga</i>	0,64	0,96	1,2	1,2	0,88
				Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	0,56	0,72	1,04	1,04	0,8
				Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>	0,08	0,16			
	Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>	0,08	0,08	0,16	0,24	0,16			
	Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>								
	Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>L. luna</i>	0,08	0,16						
	Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>	0,08	0,16	0,24	0,4	0,32		
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>D. cucullata</i>	0,16	0,24	0,08	0,08	0,16	
					<i>D. longispina</i>						
					<i>Ceriodaphnia</i>	<i>C. reticulata</i>	0,08	0,08	0,16	0,24	0,08
				Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>				0,16	0,08
				Chydoridae	<i>Chydorus</i>	<i>C. sphaericus</i>	0,64	0,72	0,56	0,48	0,32
					<i>Alona</i>	<i>A. rectangula</i>	0,08	0,4	0,08	0,24	0,08
	Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i>	<i>C. scutifer</i>	0,4	0,32	0,32	0,48	0,32	
				<i>Microcyclops</i>	<i>M. varicans</i>					0,32	
					Nauplius larvası	0,24	0,64	0,24	0,88	0,56	

Çizelge 4.23. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Haziran ayı dağılımları (birey sayısı/L)

ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5
			Brachionidae	<i>Keratella</i>	<i>K. cochlearis</i>	1,68	1,52	0,32	0,32	0,32
				<i>Keratella</i>	<i>K. quadrata</i>	0,08	0,08			
				<i>Keratella</i>	<i>K. tecta</i>					0,08
				<i>Kellicottia</i>	<i>K. longispina</i>					
				<i>Brachionus</i>	<i>B. calyciflorus</i>					
				<i>Notholca</i>	<i>N. squamula</i>					
Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>P. dolichoptera</i>	0,56	0,4	0,48	0,32	0,32
				<i>Synchaeta</i>	<i>S. oblonga</i>	0,32	0,16	0,16	0,32	0,16
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	0,16	0,32	0,16	0,16	0,16
			Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>					
			Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>	0,08	0,16	0,16	0,08	0,08
			Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>					
			Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>L. luna</i>					
		Flosculariacea	Filiniidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>	0,08	0,08			0,08
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>D. cucullata</i>	0,16	0,32	0,16	0,08	0,08
					<i>D. longispina</i>					
				<i>Ceriodaphnia</i>	<i>C. reticulata</i>	0,08	0,08			0,08
			Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>	0,08	0,08			
			Chydoridae	<i>Chydorus</i>	<i>C. sphaericus</i>	0,08	0,16			
				<i>Alona</i>	<i>A. rectangula</i>		0,08			
	Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i>	<i>C. scutifer</i>	0,4	0,32	0,24	0,24	0,16
				<i>Microcyclops</i>	<i>M. varicans</i>					
					Nauplius larvası	0,16	0,16	0,08		

Çizelge 4.24. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Temmuz ayı dağılımları (birey sayısı/L)

ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5
			Brachionidae	<i>Keratella</i>	<i>K. cochlearis</i>	0,16	0,08	0,16	0,08	0,08
				<i>Keratella</i>	<i>K. quadrata</i>					
				<i>Keratella</i>	<i>K. tecta</i>			0,08	0,08	0,08
				<i>Kellicottia</i>	<i>K. longispina</i>					
				<i>Brachionus</i>	<i>B. calyciflorus</i>					
				<i>Notholca</i>	<i>N. squamula</i>					
Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>P. dolichoptera</i>		0,08	0,08	0,24	0,08
				<i>Synchaeta</i>	<i>S. oblonga</i>	0,16	0,08	0,08	0,08	0,16
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	0,08	0,16	0,16	0,24	0,24
			Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>					
			Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>			0,08	0,08	0,08
			Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>					
			Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>L. luna</i>					
		Flosculariacea	Filiniidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>			0,16		0,08
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>D. cucullata</i>					
					<i>D. longispina</i>					
				<i>Ceriodaphnia</i>	<i>C. reticulata</i>			0,08		
			Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>		0,08	0,08	0,08	
			Chydoridae	<i>Chydorus</i>	<i>C. sphaericus</i>					
				<i>Alona</i>	<i>A. rectangula</i>					
	Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i>	<i>C. scutifer</i>	0,16	0,08		0,08	0,08
				<i>Microcyclops</i>	<i>M. varicans</i>					
					Nauplius larvası	0,08	0,08			

Çizelge 4.25. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Ağustos ayı dağılımları (birey sayısı/L)

ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5
			Brachionidae	<i>Keratella</i> <i>Keratella</i> <i>Keratella</i> <i>Kellicottia</i> <i>Brachionus</i> <i>Notholca</i>	<i>K. cochlearis</i> <i>K. quadrata</i> <i>K. tecta</i> <i>K. longispina</i> <i>B. calyciflorus</i> <i>N. squamula</i>			0,08	0,08	0,08
Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra</i> <i>Synchaeta</i>	<i>P. dolichoptera</i> <i>S. oblonga</i>	0,08		0,08	0,16	0,08
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	0,16	0,24		0,08	0,16
			Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>					
			Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>			0,08	0,08	0,08
			Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>					
			Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>L. luna</i>					
		Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>					
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i> <i>Ceriodaphnia</i>	<i>D. cucullata</i> <i>D. longispina</i> <i>C. reticulata</i>					
			Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>					
			Chydoridae	<i>Chydorus</i> <i>Alona</i>	<i>C. sphaericus</i> <i>A. rectangula</i>					
	Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i> <i>Microcyclops</i>	<i>C. scutifer</i> <i>M. varicans</i> Nauplius larvası			0,08	0,08	0,08

Çizelge 4.26. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Eylül ayı dağılımları (birey sayısı/L)

ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5
			Brachionidae	<i>Keratella</i> <i>Keratella</i> <i>Keratella</i> <i>Kellicottia</i> <i>Brachionus</i> <i>Notholca</i>	<i>K. cochlearis</i> <i>K. quadrata</i> <i>K. tecta</i> <i>K. longispina</i> <i>B. calyciflorus</i> <i>N. squamula</i>	0,08	0,08		0,16	0,08
Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra</i> <i>Synchaeta</i>	<i>P. dolichoptera</i> <i>S. oblonga</i>	0,08	0,08	0,08		
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	0,08	0,08	0,08	0,08	0,16
			Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>					
			Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>			0,08	0,08	
			Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>					
			Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>L. luna</i>					
		Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>					
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i> <i>Ceriodaphnia</i>	<i>D. cucullata</i> <i>D. longispina</i> <i>C. reticulata</i>					
			Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>		0,08	0,08	0,08	0,08
			Chydoridae	<i>Chydorus</i> <i>Alona</i>	<i>C. sphaericus</i> <i>A. rectangula</i>					
	Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i> <i>Microcyclops</i>	<i>C. scutifer</i> <i>M. varicans</i> Nauplius larvası		0,08			

Çizelge 4.27. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Ekim 2011 ayı dağılımları (birey sayısı/L)

ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5			
Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella</i>	<i>K. cochlearis</i>	0,32	0,4	0,32	0,16	0,16			
				<i>Keratella</i>	<i>K. quadrata</i>	0,08	0,08						
				<i>Keratella</i>	<i>K. tecta</i>	0,08		0,08					
				<i>Kellicottia</i>	<i>K. longispina</i>					0,08			
				<i>Brachionus</i>	<i>B. calyciflorus</i>								
				<i>Notholca</i>	<i>N. squamula</i>								
			Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>P. dolichoptera</i>	0,32	0,16	0,08	0,16	0,08			
				<i>Synchaeta</i>	<i>S. oblonga</i>	0,32	0,4	0,32	0,24	0,32			
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	0,32	0,16	0,16	0,08	0,16			
			Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>								
Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>	0,08	0,08	0,32	0,24							
Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>											
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>		0,08					
					Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>D. cucullata</i>	0,16	0,08	0,08		0,08	
				<i>D. longispina</i>									
				<i>Ceriodaphnia</i>		<i>C. reticulata</i>							
				Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>	0,32	0,16	0,08	0,08	0,16		
				Chydoridae	<i>Chydorus</i>	<i>C. sphaericus</i>	0,08						
					<i>Alona</i>	<i>A. rectangula</i>							
				Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i>	<i>C. scutifer</i>	0,16	0,16	0,08	0,08	0,08
							<i>Microcyclops</i>	<i>M. varicans</i>					
							Nauplius larvası		0,08	0,08	0,08	0,08	0,08

Çizelge 4.28. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre Kasım 2011 ayı dağılımları (birey sayısı/L)

ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5			
Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella</i>	<i>K. cochlearis</i>	0,32	0,24	0,16	0,24	0,16			
				<i>Keratella</i>	<i>K. quadrata</i>					0,08			
				<i>Keratella</i>	<i>K. tecta</i>	0,16		0,08	0,08	0,08			
				<i>Kellicottia</i>	<i>K. longispina</i>								
				<i>Brachionus</i>	<i>B. calyciflorus</i>								
				<i>Notholca</i>	<i>N. squamula</i>								
			Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>P. dolichoptera</i>	0,16	0,08	0,24	0,16	0,16			
				<i>Synchaeta</i>	<i>S. oblonga</i>	0,32	0,32	0,4	0,32	0,4			
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	0,16	0,16	0,16	0,24	0,32			
			Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>								
Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>	0,16	0,16	0,32	0,32	0,16						
Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>											
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>							
					Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>D. cucullata</i>	0,16	0,08				
				<i>D. longispina</i>									
				<i>Ceriodaphnia</i>		<i>C. reticulata</i>							
				Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>	0,16	0,16	0,08	0,08	0,08		
				Chydoridae	<i>Chydorus</i>	<i>C. sphaericus</i>							
					<i>Alona</i>	<i>A. rectangula</i>							
				Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i>	<i>C. scutifer</i>	0,16	0,08	0,08	0,08	0,08
							<i>Microcyclops</i>	<i>M. varicans</i>					
							Nauplius larvası		0,08	0,08	0,08	0,16	0,16

Çizelge 4.29. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre sıklık dağılımları

SÜBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5	
Rotifera	Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella</i>	<i>K. cochlearis</i>	85,71	92,86	92,86	100,00	100,00	
				<i>Keratella</i>	<i>K. quadrata</i>	28,57	28,57	35,71	42,86	28,57	
			<i>Keratella</i>	<i>K. tecta</i>	57,14	42,86	50,00	21,43	50,00		
			<i>Kellicottia</i>	<i>K. longispina</i>	28,57	21,43	35,71	28,57	35,71		
			<i>Brachionus</i>	<i>B. calyciflorus</i>	14,29	21,43	21,43	21,43	21,43		
			<i>Notholca</i>	<i>N. squamula</i>	14,29		14,29		14,29		
			Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>P. dolichoptera</i>	78,57	78,57	92,86	85,71	92,86	
				<i>Synchaeta</i>	<i>S. oblonga</i>	92,86	92,86	92,86	78,57	85,71	
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	92,86	92,86	85,71	100,00	100,00	
			Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>	28,57	28,57	14,29			
Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>	78,57	78,57	92,86	92,86	85,71				
Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>	21,43	28,57		14,29	21,43				
Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>L. luna</i>	14,29	14,29	7,14	14,29	14,29				
Arthropoda	Branchiopoda	Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>	35,71	50,00	42,86	21,43	42,86	
				Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>D. cucullata</i>	50,00	57,14	42,86	28,57	42,86
		<i>D. longispina</i>	7,14		14,29	7,14	7,14	14,29			
		<i>Ceriodaphnia</i>	<i>C. reticulata</i>		21,43	21,43	21,43	21,43	21,43		
		Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>	57,14	57,14	57,14	71,43	71,43		
		Chydoridae	<i>Chydorus</i>	<i>C. sphaericus</i>	57,14	35,71	35,71	35,71	35,71		
			<i>Alona</i>	<i>A. rectangula</i>	50,00	50,00	28,57	28,57	35,71		
		Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i>	<i>C. scutifer</i>	85,71	92,86	85,71	85,71	85,71
					<i>Microcyclops</i>	<i>M. varicans</i>	14,29	21,43	7,14	7,14	14,29
					Nauplius larvası	71,43	64,29	78,57	64,29	78,57	

Soğuk-stenoterm bir tür olan *Kellicottia longispina* (Kellicot, 1879), ist.1 ve ist.4'de % 28,57 sıklıkla, ist.3 ve ist.5'de % 35,71 sıklıkla, ist.2'de % 21,43 sıklıkla seyrek bulunan türler grubundadır.

*Polyarthra dolichoptera* (Idelson, 1925), ist.1 ve ist.2'de % 78,57 sıklıkla çoğunlukla bulunan türler; ist.3 ve ist.5 (% 92,86) ile ist.4'de (% 85,71) sıklıkla devamlı bulunan türler grubunda bulunur.

*Synchaeta oblonga* (Ehrenberg, 1831), ist.1, ist.2 ve ist.3'de % 92,86 sıklıkla, ist.5'de % 85,71 sıklıkla devamlı bulunan türler; ist.4'de % 78,57 sıklıkla çoğunlukla bulunan türler grubundadır.

*Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850), Perennial bir türdür. ist.1 ve ist.2 (% 92,86), ist.3 (% 85,71), ist.4 ve ist.5'de (% 100 sıklıkla) devamlı bulunan türler grubundadır.

*Lepadella patella* (Müller, 1826), ist.1 ve ist.2'de % 28,57 sıklıkla seyrek bulunan türler; ist.3'de % 14,29 sıklıkla nadir bulunan türler grubunda yer almaktadır.

*Ascomorpha saltans* (Bartsch, 1870), ist.1 ve ist.2'de % 78,57 sıklıkla çoğunlukla bulunan türler; ist.3 ve ist.4'de % 92,86 sıklıkla, ist.5'de % 85,71 sıklıkla devamlı bulunan türler grubunda yer alır.

*Trichocerca similis* (Wierzejski, 1893), ist.1 ve ist.5'de % 21,43 sıklıkla, ist.2'de % 28,57 sıklıkla seyrek bulunan türler; ist.4'de % 14,29 sıklıkla nadir bulunan türler grubunda yer alır. pH toleransları geniştir. Sıcak suları tercih ederler (Yağcı 2008).

*Lecana luna* (Müller, 1776), ist.1, ist.2, ist.4 ve ist.5'de % 14,29 sıklıkla, ist.3'de % 7,14 sıklıkla nadir bulunan türler grubunda yer alır.

*Brachionus calyciflorus* (Pallas, 1766), ist.1'de % 14,29 sıklıkla nadir bulunan türler; ist.2, ist.3, ist.4 ve ist.5'de % 21,43 sıklıkla seyrek bulunan türler grubuna girer.

*Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834), ist.1'de % 35,71 sıklıkla, ist.4'de % 21,43 sıklıkla seyrek bulunan türler; ist.2'de % 50 sıklıkla, ist.3 ve ist.5'de % 42,86 sıklıkla genellikle bulunan türler grubundadır. Ötrofik göllerde, sığ sularda, acı sularda geniş yayılım gösteren kozmopolit türdür. Yaz ve sonbahar aylarında daha çok yayılım göstermektedir (Yağcı, 2008).

*Notholca squamula* (Müller, 1786), ist.1, ist.3 ve ist.5'de % 14,29 sıklıkla nadir bulunan türler grubunda yer alır.

#### CLADOCERA

*Daphnia cucullata* (Sars, 1862), ist.1'de % 50 sıklıkla, ist.2'de % 57,14 sıklıkla, ist.3 ve ist.5'de % 42,86 sıklıkla genellikle bulunan türler; ist.4'de % 28,57 sıklıkla seyrek bulunan türler grubunda yer alır.

*Daphnia longispina* (Müller, 1785), ist.1, ist.3 ve ist.4'de % 7,14 sıklıkla, ist.2 ve ist.5'de % 14,29 sıklıkla nadir bulunan türler grubunda yer alır.

*Ceriodaphnia reticulata* (Jurine, 1820), ist.1, ist.2, ist.3, ist.4 ve ist.5'de % 21,43 sıklıkla seyrek bulunan türler grubunda yer alır.

Kozmopolit tür olan *Bosmina longirostris* (Müller, 1785), ist.1, ist.2 ve ist.3'de % 57,14 sıklıkla genellikle bulunan türler; ist.4 ve ist.5'de % 71,43 sıklıkla çoğunlukla bulunan türler grubunda yer alır. Genellikle göletlerde ve göl kenarlarında bulunur. Tüm bölgelerimizde yaygındır. 0,5-25 °C sıcaklıktaki sularda dağılım gösterir (Yağcı, 2008).

*Chydorus sphaericus*, (Müller, 1785), ist.1'de % 57,14 sıklıkla genellikle bulunan türler; ist.2, ist.3, ist.4 ve ist.5'de % 35,71 sıklıkla seyrek bulunan türler grubundadır.

*Alona rectangula* (Sars, 1862), ist.1, ist.2'de % 50 sıklıkla genellikle bulunan türler; ist.3 ve ist.4'de % 28,57 sıklıkla, ist.5'de % 35,71 sıklıkla seyrek bulunan türler grubundadır.

#### COPEPODA

*Cyclops scutifer* (Sars, 1863), ist.1, ist.3, ist.4 ve ist.5'de % 85,71 sıklıkla ist.2'de % 92,86 sıklıkla devamlı bulunan türler grubunda yer alır.

*Microcyclops varicans* (Sars, 1863), ist.1 ve ist.5'de % 14,29 sıklıkla, ist.3 ve ist.4'de ise % 7,14 sıklıkla nadir bulunan türler; ist.2'de % 21,43 sıklıkla seyrek bulunan türler grubunda yer alır.

Nauplius larvası, ist.1'de % 71,43 sıklıkla, ist.2 ve ist.4'de % 64,29 sıklıkla, ist.3 ve ist.5'de % 78,57 sıklıkla, çoğunlukla bulunan türler grubunda yer alır.

#### 4.3.2. Zooplanktonik organizmaların yoğunluk dağılımları

Birim alan ya da hacimdeki birey sayısı o türün yoğunluk değerini (birey sayısı/L) vermektedir ve bolluk değeri ile yakından ilişkilidir.

Rotifera şubesinden *Synchaeta oblonga* 26,56 birey sayısı/L yoğunluk değeri ile en yoğun olan türdür. *Keratella cochlearis* 26 birey sayısı/L yoğunluk değeri ile ikinci yoğun türdür. En az yoğun olan türler ise 0,56 birey sayısı/L yoğunluk değeri ile *Notholca squamula*, 0,88 birey sayısı/L değeri ile *Lepadella patella*, 0,96 birey sayısı/L değeri ile *Trichocerca similis* ve *Lecane luna*'dır (Çizelge 4.30).

Cladocera grubunda *Bosminia longirostris* 5,04 birey sayısı/L değeri ile *Chydorus sphaericus* 4,64 birey sayısı/L değeri ile en yoğun türdür. *Daphnia longispina* ise 0,64 birey sayısı/L yoğunluk değeri ile en az yoğun olan türdür (Çizelge 4.30).

Copepoda grubunda *Cyclops scutifer* 10,72 birey sayısı/L, *Microcyclops varicans* ise 0,88 birey sayısı/L yoğunluk değerinde bulundu (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre toplam yoğunluk dağılımları (birey sayısı/L)

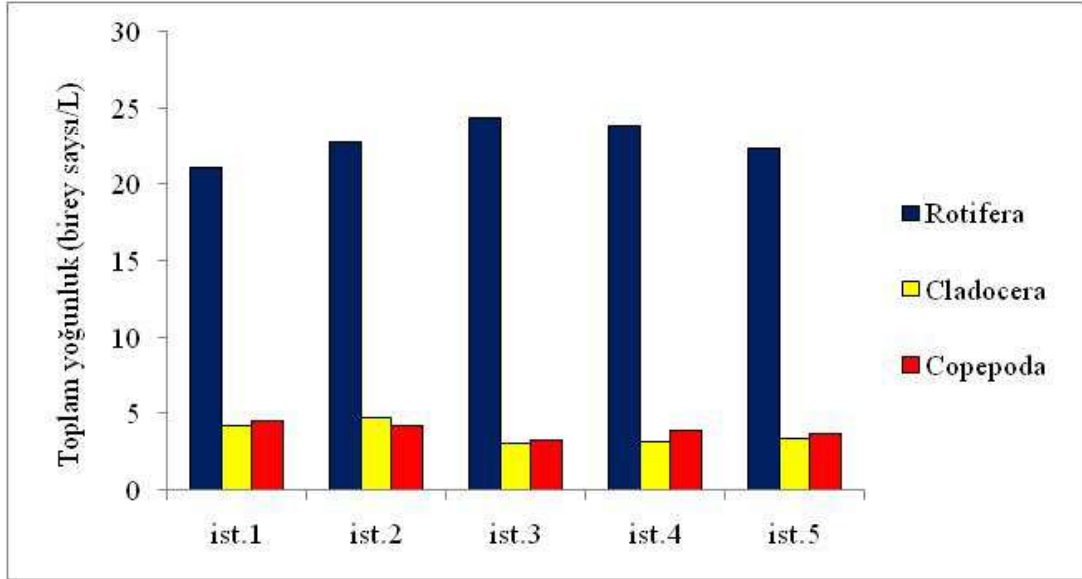
ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMILYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5
			Brachionidae	<i>Keratella</i>	<i>K. cochlearis</i>	5,68	5,92	4,88	5,2	4,32
				<i>Keratella</i>	<i>K. quadrata</i>	0,32	0,32	0,48	0,56	0,4
				<i>Keratella</i>	<i>K. tecta</i>	1,04	0,96	0,64	0,56	0,88
				<i>Kellicottia</i>	<i>K. longispina</i>	0,64	0,4	0,72	0,64	0,64
				<i>Brachionus</i>	<i>B. calyciflorus</i>	0,4	0,42	0,32	0,32	0,24
				<i>Notholca</i>	<i>N. squamula</i>	0,24		0,16		0,16
Rotifera	Monogononta	Ploima	Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>P. dolichoptera</i>	2,96	2,8	3,68	3,6	2,88
				<i>Synchaeta</i>	<i>S. oblonga</i>	4,08	5,04	6,16	5,68	5,6
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	2,56	3,12	3,12	3,36	3,6
			Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>	0,32	0,4	0,16		
			Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>	1,84	1,84	2,88	2,56	2,16
			Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>	0,24	0,32		0,16	0,24
			Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>L. luna</i>	0,24	0,32	0,08	0,16	0,16
		Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>	0,56	0,88	1,04	0,96	1,04
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostroca	Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>D. cucullata</i>	0,88	1,2	0,64	0,32	0,64
					<i>D. longispina</i>	0,16	0,16	0,08	0,08	0,16
				<i>Ceriodaphnia</i>	<i>C. reticulata</i>	0,32	0,24	0,32	0,48	0,32
			Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>	1,2	1,04	0,8	0,96	1,04
			Chydoridae	<i>Chydorus</i>	<i>C. sphaericus</i>	1,12	1,12	0,88	0,8	0,72
				<i>Alona</i>	<i>A. rectangula</i>	0,56	0,96	0,32	0,48	0,48
	Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i>	<i>C. scutifer</i>	2,8	2,24	1,92	2	1,76
				<i>Microcyclops</i>	<i>M. varicans</i>	0,16	0,24	0,08	0,08	0,32
					Nauplius larvası	1,52	1,68	1,2	1,84	1,6

rnekleme noktalarına gre toplam yoğunluk değerlerine bakıldığında Rotifera grubu açısından ist.1 en düşük yoğunluk değerine sahipken, ist.3 en yüksek yoğunluk değerine sahiptir (Şekil 4.8).

Cladocera grubunda toplam yoğunluk ist.1 ve ist.2 örnekleme noktalarında yüksek değerlerde bulundu. İst.3, ist.4 ve ist.5 örnekleme noktalarında toplam yoğunluk değeri ise birbirlerine yakın değerlerde gözlendi.



Copepoda grubunda ist.1 ve ist.2 örnekleme noktaları en yüksek yoğunluk değerine sahipken, ist.3 ise en düşük yoğunluk değerine sahiptir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Karakaya Baraj Gölü zooplankton gruplarının örnekleme noktalarına göre toplam yoğunluk (birey sayısı/L) dağılımları

#### 4.3.3. Dominans

Rotifera şubesi içinde en yüksek dominans değerine sahip tür 87,28 dominans değeri ile *Synchaeta oblonga*, en düşük değere sahip tür ise 1,87 dominans değeri ile *Notholca squamula*'dır (Çizelge 4.31).

Cladocera grubunda en yüksek dominans değerine sahip tür 16,59 dominans değeri ile *Bosmina longirostris*, en düşük değere sahip olan tür ise 2,11 dominans değeri ile *Daphnia longispina*'dır (Çizelge 4.31).

Copepoda grubunda *Cyclops scutifer* 35,24 dominans değeri ile en yüksek, *Microcyclops varicans* ise 2,91 dominans değeri ile en düşük dominansa sahip olan türdür (Çizelge 4.31).

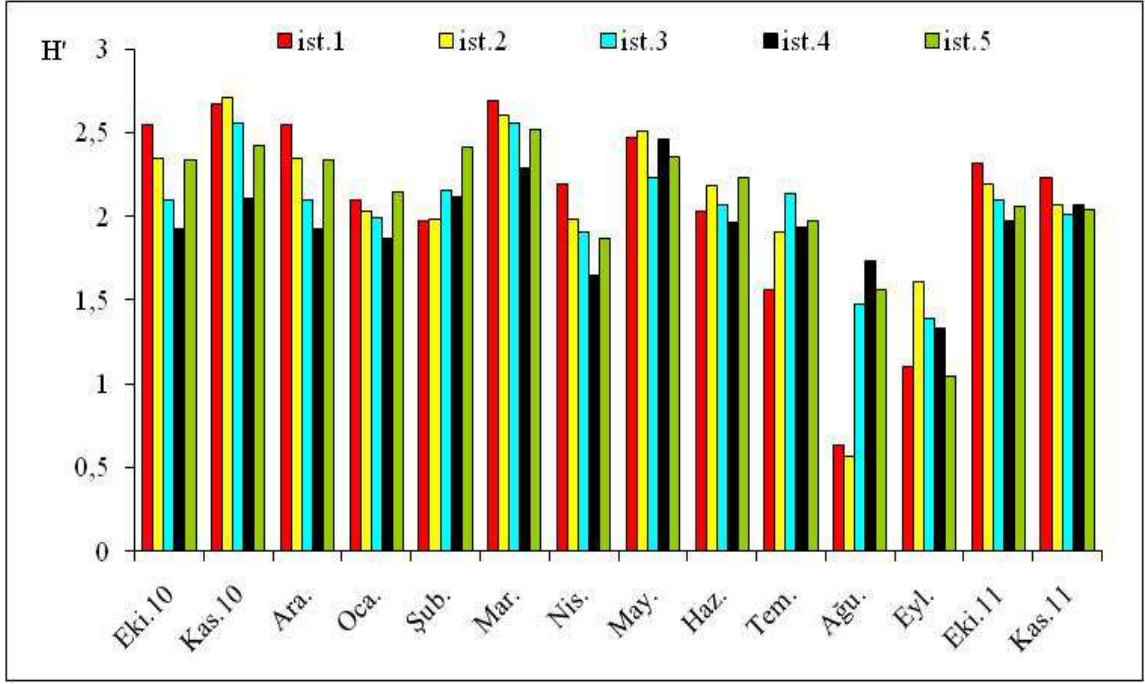
Çizelge 4.31. Karakaya Baraj Gölü zooplankton türlerinin örnekleme noktalarına göre dominans dağılımları

ŞUBE	SINIF	TAKIM	FAMİLYA	CİNS	TÜR	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5
			Brachionidae	<i>Keratella</i>	<i>K. cochlearis</i>	19,03	18,72	15,97	16,88	14,71
				<i>Keratella</i>	<i>K. quadrata</i>	1,07	1,01	1,57	1,82	1,36
				<i>Keratella</i>	<i>K. recta</i>	3,49	3,04	2,09	1,82	3,00
				<i>Kellicottia</i>	<i>K. longispina</i>	2,14	1,27	2,36	2,08	2,18
				<i>Brachionus</i>	<i>B. calyciflorus</i>	1,34	1,33	1,05	1,04	0,82
				<i>Notholca</i>	<i>N. squamula</i>	0,80		0,52		0,54
			Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>P. dolichoptera</i>	9,92	8,86	12,04	11,69	9,81
Rotifera	Monogononta	Ploima		<i>Synchaeta</i>	<i>S. oblonga</i>	13,67	15,94	20,16	18,44	19,07
			Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i>	<i>A. priodonta</i>	8,58	9,87	10,21	10,91	12,26
			Colurellidae	<i>Lepadella</i>	<i>L. patella</i>	1,07	1,27	0,52		
			Gastropodidae	<i>Ascomorpha</i>	<i>A. saltans</i>	6,17	5,82	9,42	8,31	7,36
			Trichocercidae	<i>Trichocerca</i>	<i>T. similis</i>	0,80	1,01		0,52	0,82
			Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>L. luna</i>	0,80	1,01	0,26	0,52	0,54
		Flosculariacea	Filinidae	<i>Filinia</i>	<i>F. longiseta</i>	1,88	2,78	3,40	3,12	3,54
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>D. cucullata</i>	2,95	3,80	2,09	1,04	2,18
					<i>D. longispina</i>	0,54	0,51	0,26	0,26	0,54
				<i>Ceriodaphnia</i>	<i>C. reticulata</i>	1,07	0,76	1,05	1,56	1,09
			Bosminidae	<i>Bosmina</i>	<i>B. longirostris</i>	4,02	3,29	2,62	3,12	3,54
			Chydoridae	<i>Chydorus</i>	<i>C. sphaericus</i>	3,75	3,54	2,88	2,60	2,45
				<i>Alona</i>	<i>A. rectangula</i>	1,88	3,04	1,05	1,56	1,63
	Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Cyclops</i>	<i>C. scutifer</i>	9,38	7,08	6,28	6,49	5,99
				<i>Microcyclops</i>	<i>M. varicans</i>	0,54	0,76	0,26	0,26	1,09
					Nauplius larvası	5,09	5,31	3,93	5,97	5,45

#### 4.3.4.Çeşitlilik

Shannon-Wiener çeşitlilik indeksine göre zooplankton türleri açısından çeşitlilik değeri en yüksek örnekleme noktası  $H' = 2,09$  değeri ile ist.5'dir. İst.1 ve ist.2 örnekleme noktaları  $H' = 2,07$  çeşitlilik değeri ile ikinci çeşitliliği en yüksek olan örnekleme noktalarıdır. En düşük çeşitliliğe sahip olan örnekleme noktaları ise ist.4 ( $H' = 1,95$ ) ve ist.3'dür ( $H' = 2,09$ ).

En yüksek çeşitlilik  $H' = 2,53$  değeri ile Mart ayında, en düşük çeşitlilik ise  $H' = 1,19$  değeri ile Ağustos ayında gözlemlendi (Şekil 4.9).



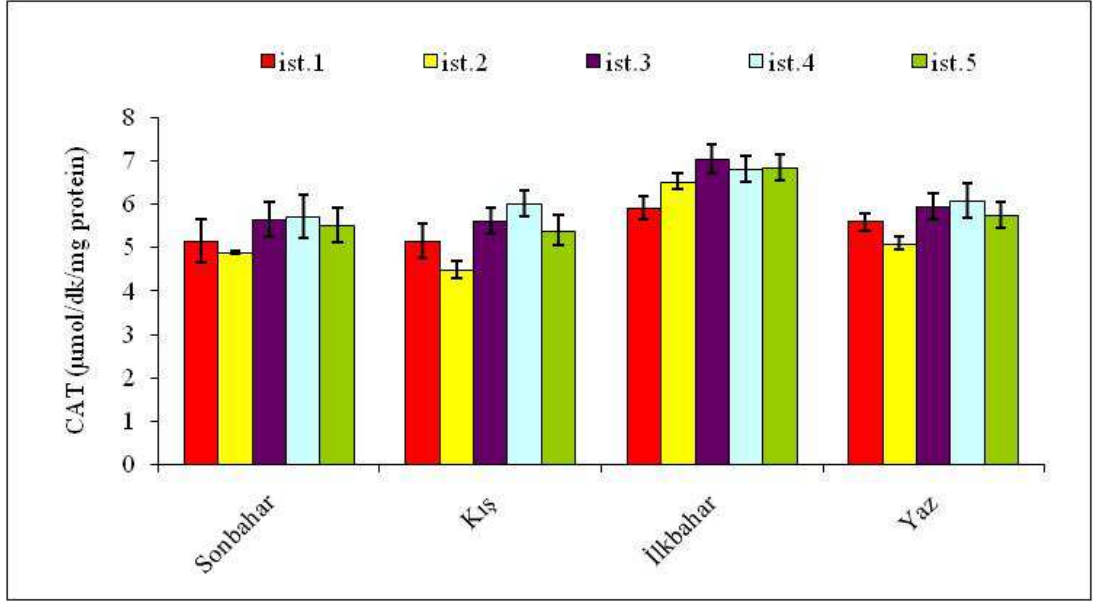
Şekil 4.9. Karakaya Baraj Gölü zooplankton çeşitliliğinin aylara ve örnekleme noktalarına göre dağılımı

#### 4.4. Enzim Aktivitesi Bulguları

##### 4.4.1. Katalaz aktivitesi

Katalaz (CAT) aktivitesi en yüksek ilkbahar mevsiminde ( $8,12 \pm 0,60$ )  $\mu\text{mol/dk/mg}$  protein, Nisan, ist.3) gözlenirken, diğer mevsimlerde birbirlerine yakın değerlerde gözlemlendi. En düşük CAT aktivitesi, kış mevsiminde ( $4,03 \pm 0,88$ )  $\mu\text{mol/dk/mg}$  protein, Ocak ayı ist.1) ölçüldü.

Örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde, ise 1. ve ist.2 örnekleme noktalarındaki enzim aktivite değerlerinin, diğer istasyonlara göre daha düşük seviyelerde olduğu belirlendi (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. *Cyclops scutifer* ve *Microcyclops varicans* türlerine ait CAT aktivite değerleri

CAT aktivite bulguları varyans analizi ile (ANOVA) örnekleme noktalarına ve mevsimlere bağlı olarak Kruskal Wallis testi ile test edildi. Gruplar arası farklılığın önemli olup olmadığı  $P < 0.05$  düzeyinde önemlilik derecesine göre saptandı.

Kruskal Wallis Testine göre CAT aktivitesi için, her bir mevsimin örnekleme noktaları arasındaki farklılıkları belirlendi. Ancak örnekleme noktaları arasında herhangi bir fark bulunmadı.

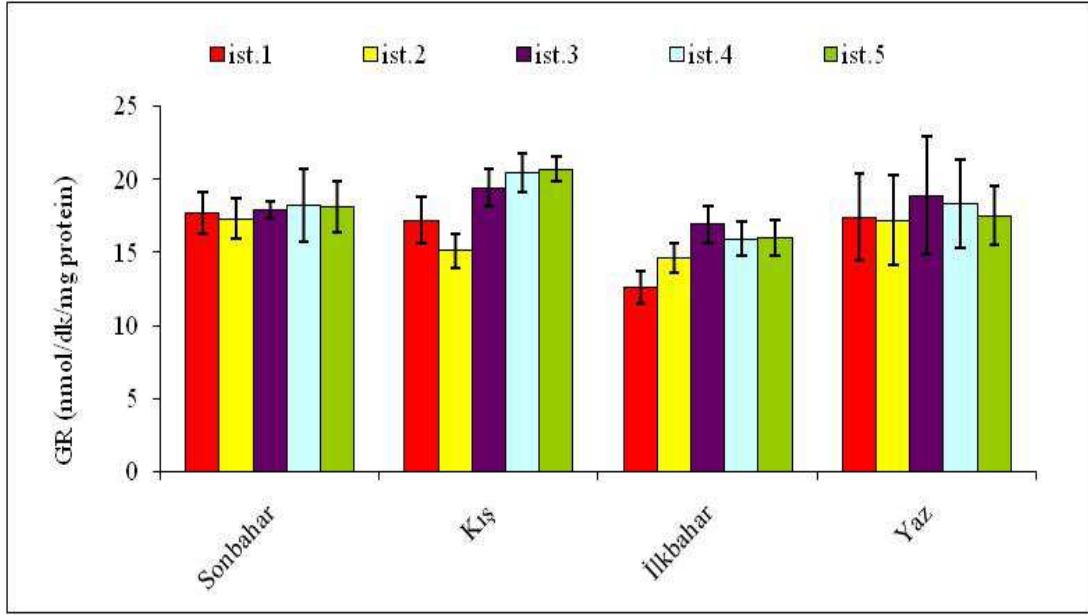
Her bir örnekleme noktasının mevsimlere göre farklılıklarını belirlemek için Friedman Testi kullanıldı. Gruplar arası farklılığın önemli olup olmadığı  $P < 0.05$  düzeyinde önemlilik derecesine göre saptandı. Ancak mevsimsel olarak örnekleme noktaları arasında herhangi bir farklılık bulunmadığı gözlemlendi.

#### 4.4.2. Glutasyon redüktaz aktivitesi

Glutasyon redüktaz (GR) enziminin yaz mevsiminde ( $26 \pm 1,12$  nmol/dk/mg protein Temmuz ayı, ist.3) en yüksek, yaz mevsiminde ( $10 \pm 0,83$  nmol/dk/mg protein Haziran ayı, ist.1) en düşük değerlerde olduğu gözlemlendi.

Örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde ise ist.1 ve ist.2 örnekleme noktalarının GR enzim aktivite değerleri diğer örnekleme noktalarına göre daha düşük seviyelerde olduğu gözlemlendi. İst.3, ist.4 ve ist.5 örnekleme noktaları

değerleri ise genellikle birbirlerine oldukça yakın değerlerde olduğu belirlendi (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. *Cyclops scutifer* ve *Microcyclops varicans* türlerine ait GR aktivite değerleri

GR aktivite bulguları Kruskal Wallis testine göre değerlendirildi. Gruplar arası farklılığın önemli olup olmadığı  $P < 0.05$  düzeyinde önemlilik derecesine göre saptandı. Kruskal Wallis Testine göre GR aktivitesi için, her bir mevsimin örnekleme noktaları arasındaki farklılıkları belirlendi. Ancak örnekleme noktaları arasında herhangi bir fark bulunmadı.

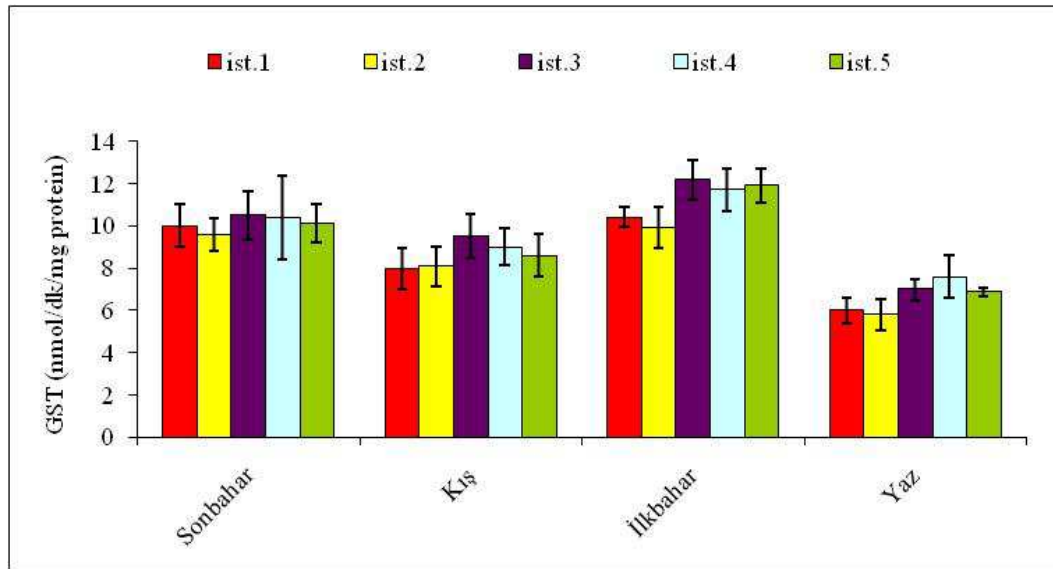
Örnekleme noktalarının mevsimlere göre farklılıklarını belirlemek için Friedman Testi kullanıldı. Gruplar arası farklılığın önemli olup olmadığı  $P < 0.05$  düzeyinde önemlilik derecesine göre saptandı. Ancak mevsimsel olarak örnekleme noktaları arasında herhangi bir farklılık bulunmadığı gözlemlendi.

#### 4.4.3. Glutasyon S-transferaz aktivitesi

Glutasyon S-transferaz aktivitesi (GST) aktivitesi ilkbahar mevsiminde en yüksek değerde ( $15\pm 0,61$  nmol/dk/mg protein, Nisan ayı, ist.4), kış mevsiminde ise en düşük değerde ( $3\pm 0,80$  nmol/dk/mg protein, Şubat ayı, ist.2) bulunduğu gözlemlendi.

GST aktivite değerleri ortalama olarak incelendiğinde, tüm örnekleme noktalarında ilkbahar mevsimi değerlerinin yüksek seviyede olduğu, yaz mevsimi değerlerinin ise düşük seviyelerde olduğu gözlemlendi (Şekil 4.12).

Örnekleme noktası açısından değerlendirildiğinde ise ist.1 ve ist.2 örnekleme noktaları GST aktivitesi diğer örnekleme noktalarına göre daha düşük seviyelerde olduğu gözlemlendi.



Şekil 4.12. *Cyclops scutifer* ve *Microcyclops varicans* türlerine ait GST aktivite değerleri

GST aktivite değerleri Kruskal Wallis testi ile örnekleme noktalarına ve mevsimlere bağlı olarak değerlendirildi. GST aktivitesinde  $P < 0.05$  önemlilik derecesine göre örnekleme noktaları arasında herhangi bir fark gözlemlenmedi.

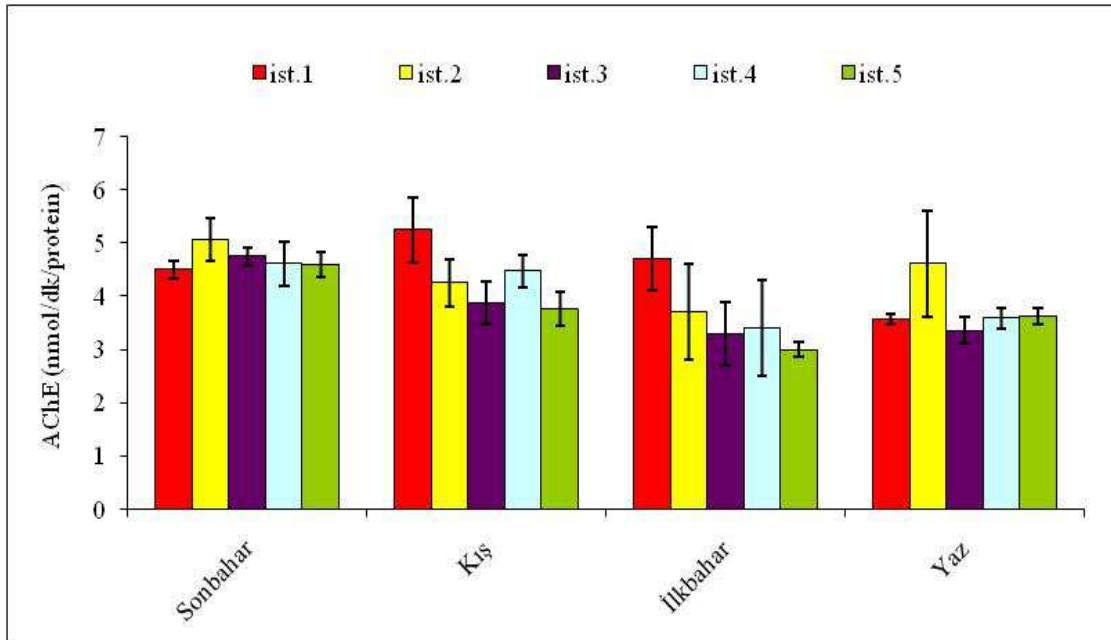
Her bir örnekleme noktasının mevsimlere göre farklılıklarını belirlemek için Friedman Testi kullanıldı. Gruplar arası farklılığın önemli olup olmadığı  $P < 0.05$  düzeyinde önemlilik derecesine göre saptandı. Ancak örnekleme noktalarının aralarında mevsimlere göre herhangi bir farklılık bulunmadığı gözlemlendi.

#### 4.4.4. Asetilkolinesteraz aktivitesi

En düşük AChE aktivitesi, Mayıs ayında  $2,41 \pm 0,56$  nmol/dk/mg protein değeri ile ist.3 örnekleme noktasında, en yüksek AChE değeri ise  $7,89 \pm 0,93$  nmol/dk/mg protein değeri ile Şubat ayında ist.1 örnekleme noktasında ölçüldü.

AChE aktivite değerleri, ortalama olarak değerlendirildiğinde kış ve ilkbahar mevsimi ist.1 örnekleme noktası, sonbahar ve yaz mevsiminde ise ist.2 örnekleme noktası, enzim değerlerinin diğer örnekleme noktalarına göre yüksek seviyelerde olduğu gözlemlendi.

Kış ve ilkbahar mevsiminde ortalama AChE aktivite değerleri, ist.5 örnekleme noktasında diğer örnekleme noktalarına göre daha düşük değerlerde gözlemlendi (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. *Cyclops scutifer* ve *Microcyclops varicans* türlerine ait AChE aktivite değerleri

AChE bulguları varyans analizi ile (ANOVA) örnekleme noktaları ve mevsimlere bağlı olarak Kruskal Wallis testi ile test edildi. Gruplar arası farklılığın önemli olup olmadığı  $P < 0.05$  düzeyinde önemlilik derecesine göre saptandı. AChE aktivitesinde  $P < 0.05$  önemlilik derecesine göre örnekleme noktaları arasında herhangi bir fark gözlemlenmedi.

Friedman Testi ile örnekleme noktalarının mevsimlere göre farklılıkları belirlendi.  $P < 0.05$  nemlilik derecesine göre mevsimsel olarak örnekleme noktaları arasında herhangi bir farklılığın bulunmadığı gözlendi.



## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

### 5.1. Karakaya Baraj Gölü Fiziko-Kimyasal Verilere Ait Değerlendirmeler

Göl suyunun fiziko-kimyasal özellikleri zooplanktonik organizmaların davranış ve toleranslılığını etkilemesi açısından önem taşımaktadır.

Sıcaklık ve ÇO göl ekosisteminde su kalitesini belirleyen iki önemli faktördür (Antonopoulos ve Gianniou, 2003). Ayrıca zooplanktonun bulunuşunda ve dağılışında sıcaklık ve ÇO'nin sınırlayıcı faktörler olduğu belirtilmektedir (Wang vd., 2010).

Göl sularındaki değişim ve sıcaklık tabakalaşması, göl suyu içerisindeki fiziksel ve kimyasal olayları önemli derecede etkiler (Antonopoulos ve Gianniou, 2003). Su sıcaklığı, suyun viskozite ve yoğunluğunu, su ortamında oluşan biyokimyasal olayların hızını ve gazların çözünürlüğünü etkilediklerinden dolayı sucul yaşam için oldukça önemlidir. Ayrıca su sıcaklığı organizmaların üreme, beslenme ve metabolik faaliyetlerini de önemli derecede etkilemektedir (Taş, 2011).

Göl suyunun sıcaklığı mevsimlere, gölün coğrafik konumuna, derinliğine, yüzey alanına, içinde erimiş halde bulunan madensel tuzlara ve absorbe edilen güneş ışınlarına göre değişim göstermektedir (Cirik ve Cirik, 2005).

Yapılan alan çalışması verilerine göre göl suyunun sıcaklığı, en düşük Şubat ayında ist.1'de 8 °C, en yüksek Ağustos ayında ist.4'de 30,4 °C olarak ölçüldü (Çizelge 4.5 ve 4.11). Sıcaklık, atmosfer sıcaklığına bağlı olarak yaz aylarında en yüksek, kış aylarında en düşük seviyelerde bulundu (Şekil 4.1).

Gölün su kütlesi vertikal olarak incelendiğinde, yüzey ve taban su sıcaklığı değerleri gölün tabakalaşma durumuna göre farklılık gösterdiği belirlendi. Sıcaklık değerleri, örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde örnekleme noktaları arasında belirgin farklılıklar gözlenmedi.

Tabakalaşma görülen aylarda (Ekim 10, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim 11) yüzey ve taban suları arasında yüksek sıcaklık farkları gözlenirken, karışım olan aylarda ise göl genelinde sıcaklık değerleri birbirine yakın değerlerde gözlendi (Şekil 4.3).

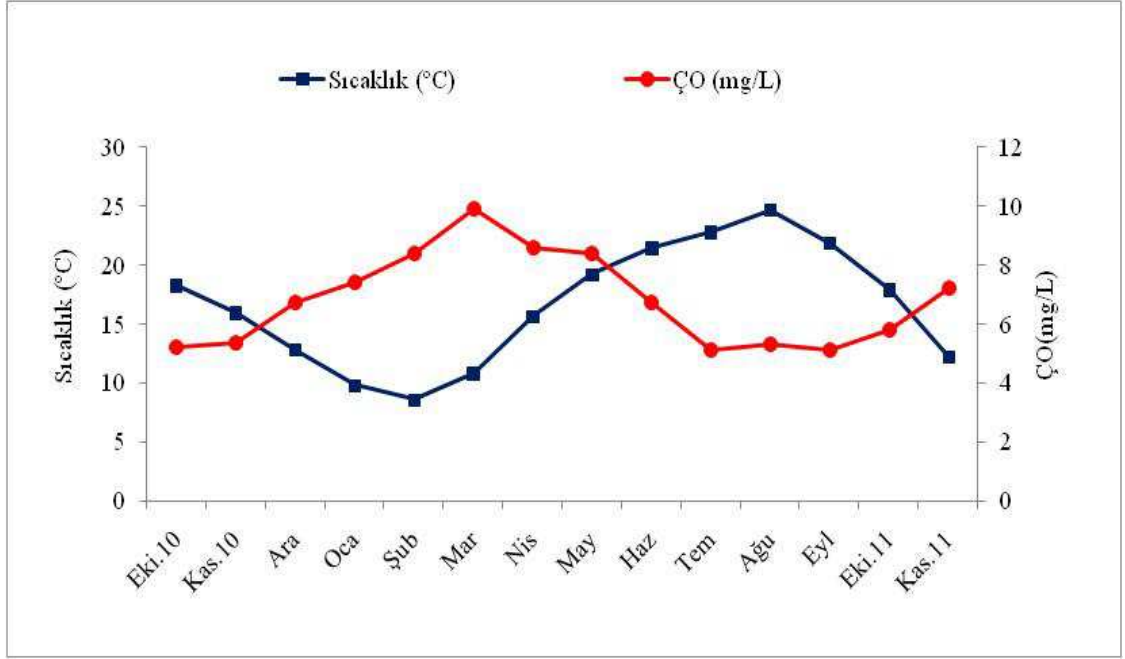
ÇO değeri, suyun ne derece kirlendiğini, sudaki organik madde miktarını ve suyun kendi kendini hangi oranda temizleyebileceğini gösterir. Sucul canlılar için oldukça önemli olan ÇO değeri, sıcaklık, organizmaların fotosentez hızı ve göllerin trofik düzeyine bağlı olarak değişir (Taş, 2011).

Tatlısu ekosisteminde sucul yaşam için bulunması gereken minimum ÇO miktarı 5 mg/L olmalıdır (Dirican, 2008). Karakaya Baraj Gölü ÇO değerinin yüzey ile 5 m arası derinliklerde 5 mg/L'nin üzerinde olduğu ancak, 5 m'nin altındaki derinliklerde 1,11 mg/L'ye (Ekim 10, ist.4, 20 m) kadar düştüğü gözlemlendi (Çizelge 4.1).

Karakaya Baraj Gölü'nde çalışma süresi boyunca yüzeyde ölçülen en yüksek ÇO değeri 13,13 mg/L ile Mart ayında ist.4 örnekleme noktasında, en düşük 5,69 mg/L ile Temmuz ayında ist.5 örnekleme noktasında ölçüldü (Çizelge 4.6 ve 4.10).

Taban derinliğinde ölçülen en yüksek ÇO değeri Mart ayında ist.2 örnekleme noktasında 10,67 mg/L, en düşük Ekim 10'da ist.4 örnekleme noktasında 1,11 mg/L olarak belirlendi (Çizelge 4.6 ve 4.1).

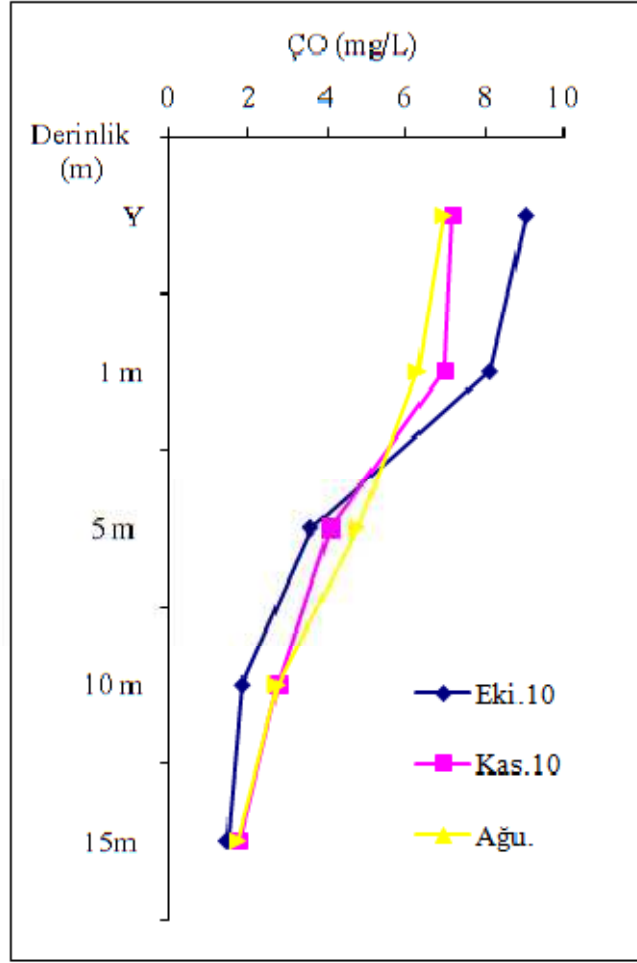
Karakaya Baraj Gölü'nde ölçülen ÇO değerlerinde belirgin mevsimsel farklılıklar belirlendi. İlkbahar ayları ÇO değerlerinin diğer mevsimlere göre daha yüksek değerlerde olduğu görüldü. Bu durum Mart ayında sıcaklığın düşük olması, örnekleme yapılan dönemde gölün dalgalı olması, sirkülasyon, fitoplankton artışının başlaması gibi nedenlerden olabileceği düşünülmektedir. Yaz aylarında sıcaklığın artmasına bağlı olarak ÇO değeri azalmış, kış aylarında ise sıcaklığın azalmasına bağlı olarak artmıştır (Şekil 5.1). Çünkü oksijenin suda çözünürlüğü sıcaklıkla ters orantılı olarak değişir (Tanyolaç, 2004). Benzer durum Bulut vd. (2011) tarafından Selevir Baraj Gölü'nde yapılan çalışmada da belirtilmiştir.



Şekil 5.1. Karakaya Baraj Gölü ortalama sıcaklık (°C) ve ÇO (mg/L) değerleri

Sonbahar, ilkbahar ve yaz aylarında yüzeye göre taban derinliklerindeki ÇO değeri ist.3, ist.4 ve ist.5 örnekleme noktalarında çok düşük konsantrasyonlarda bulundu (Şekil 5.2). Bu durumun organik maddelerin parçalanması sonucunda dipte oluşan oksidasyon olaylarından ve Organize Sanayi Bölgesi'nden gelen kirlilik yükünden kaynaklandığı düşünülmektedir. Karakaya Baraj Gölü ötrofik göllerde görülen, vertikal yönde oksijen azalmasını gösteren, klinograd oksijen eğrisini yansıtmaktadır. Benzer durum Alpaslan vd. (2012) tarafından Keban Baraj Gölü'nde yapılan çalışmada da gözlenmiştir.

Tabakalaşan göllerde metalimniyon, epilimniyon ve hipolimniyon arasında oksijen transferini engelleyen bir bariyer gibi davranmaktadır. Bu yüzden tabakalaşma süresi boyunca oksijen çoğunlukla epilimniyon tabakası ile sınırlı kalır. Hipolimniyonda yaşayan organizmaların solunumu ile oksijenin tüketilmesi bu tabakada oksijen azalmasına neden olur. Bu düşük konsantrasyonun başka bir nedeni de yaz aylarında hipolimniyonda biriken redükte maddelerin oksidasyonudur. (Antonopoulos ve Gianniou, 2003).



Şekil 5.2. Karakaya Baraj Gölü ist.3 örnekleme noktasının vertikal Ekim 2010, Kasım 2010, Ağustos aylarında ÇO (mg/L) değerleri

Zooplanktonik organizmaların dağılımında pH'nın önemli oranda etkili olduğu belirtilmektedir (Altındağ ve Yiğit, 2004).

Karakaya Baraj Gölü pH'sı alkali değerlerde (7,2-9,99 Ocak, ist.2 ve Nisan ist.3) bulunmaktadır (Çizelge 4.4 ve 4.7). Gölün pH değeri, yüzeyden tabana doğru özellikle ilkbahar ve yaz aylarında azalış göstermektedir. pH değerinin yüzeyde fazla olması, fitoplanktonik organizmaların aktivitesi ve atmosferik oksijenin göl suyuna girmesi gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Örnekleme noktaları, pH değeri açısından değerlendirildiğinde önemli bir fark gözlenmedi (Çizelge 4.1-4.14).

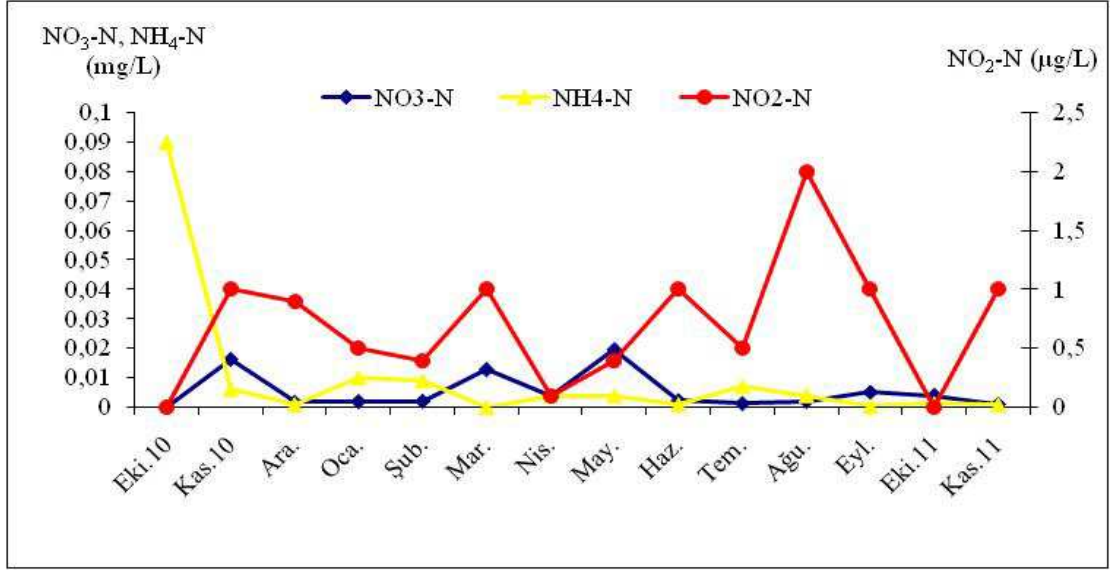
Suyun elektriksel iletkenliği, suda bulunan tuzların ve çözünebilir madde miktarlarının toplamı şeklinde ifade edilir. EC, jeolojik ve alloktan etkenlere bağlıdır. EC, suyun tuzluluk ve sıcaklık değerlerine paralel olarak değişim gösterir (Barlas vd., 1995).

Karakaya Baraj Gölü'nde EC değeri 289,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ve 680  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Ekim 11, ist.1 ve Ekim 2010, ist.3) arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.1 ve 4.13).

Sularda kirlilik artışına bağlı olarak EC değeri, 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  değerini aşabilir. Sucul canlılar için ise uygun olan EC değeri, 250-500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir (Dirican, 2008). Bu durumda Karakaya Baraj Gölü'nde ölçülen EC değerleri bu sınırlar içerisinde kalmaktadır (Şekil 4.3).

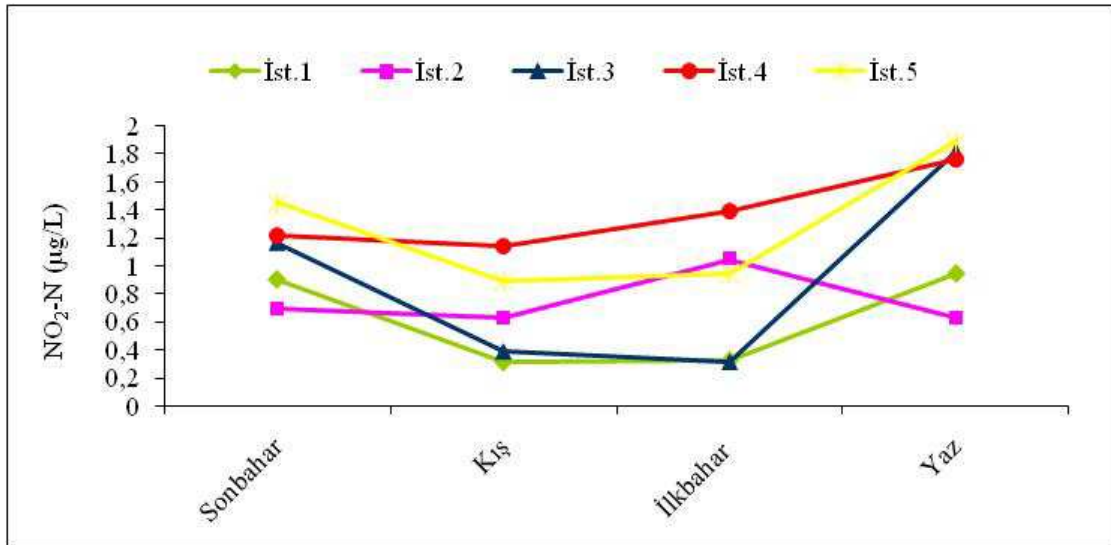
İnorganik azot ve azot bileşikleri sularda çözünmüş gaz halinde, çözünmüş veya asılı organik bileşik ya da mineral şeklinde bulunabilir (Boyd ve Tucker, 1998). Oligotrofik göllerde azot miktarı düşük değerlerde bulunurken, ötrofik göllerde oldukça yüksek değerlerde bulunmaktadır. Nitrat azotu, fitoplanktonik organizmaların gelişimini etkileyen önemli faktörlerden biridir (Küçükyılmaz vd., 2010).

Göl suyunda bulunan nitrit, amonyağın kemo-ototrofik bakteriler tarafından iki basamaklı oksidasyon olayı olan nitrifikasyon olayının ara ürünüdür. Oksijenli ortamda nitrifikasyon olayı ile  $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$  dönüşümü meydana gelmektedir. Nitrit ara ürün olduğu için sürekli kirlilik (kanalizasyon) girişı yok ise ortamda birikim yapmaz ve hemen nitrate dönüşür (Boyd ve Tucker, 1998). Bu nedenle çalışma alanında  $\text{NO}_2\text{-N}$  çok düşük değerlerde bulundu (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Karakaya Baraj Gölü aylara göre azot tuzları değerlerinin değişimi

Örnekleme noktaları açısından  $\text{NO}_2\text{-N}$  değerlendirildiğinde ist.4 ve ist.5 örnekleme noktalarında genellikle diğer örnekleme noktalarına göre yüksek, ist.1 ve ist.2 örnekleme noktalarında ise düşük seviyelerde olduğu gözlemlendi. Yaz mevsiminde ist.3, ist.4 ve ist.5 örnekleme noktalarında  $\text{NO}_2\text{-N}$  değeri, ist.1 ve ist.2 örnekleme noktalarına göre yüksek değerlerde bulundu (Şekil 5.4). Kış mevsiminde gölün yağış almasından dolayı tüm örnekleme noktalarında, azot tuzları değerinde bir azalış olduğu belirlendi.

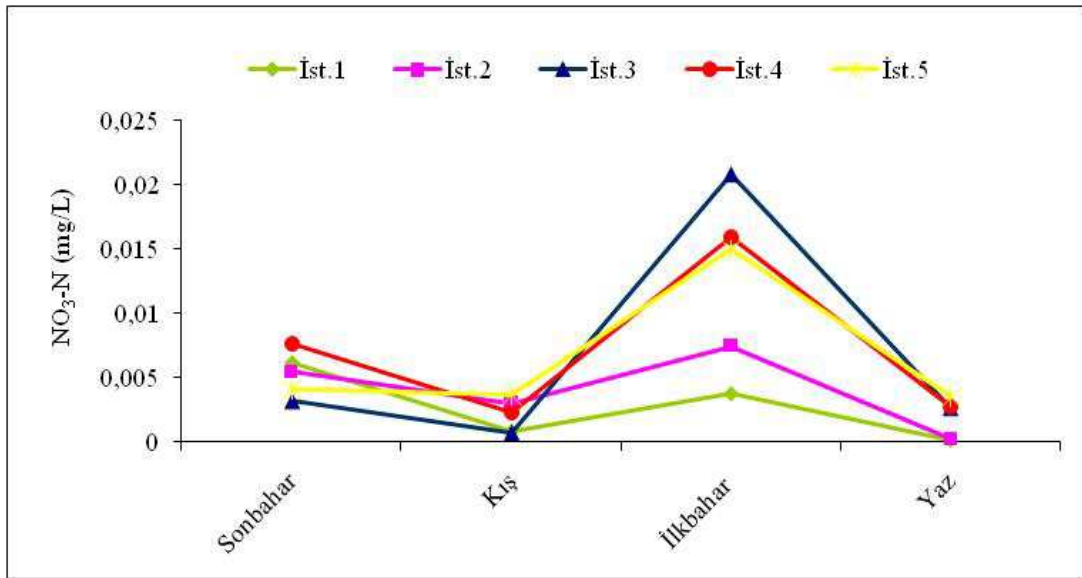


Şekil 5.4. Karakaya Baraj Gölü mevsimlere ve örnekleme noktalarına göre  $\text{NO}_2\text{-N}$  değerlerinin değişimi

Temiz sularda nitrat çok az miktarlarda bulunmaktadır. Fakat organik kirliliğin olduğu ve çözülmüş oksijen miktarının düşük olduğu alanlarda yüksek miktarlarda olabilir (Dirican, 2008).

Azot kaynaklarından biri olan  $\text{NO}_3\text{-N}$  dağılımı, mevsimsel ve vertikal olarak farklılık göstermektedir. Nitrat azotu göl genelinde çok düşük konsantrasyonlarda bulunurken, Kasım 10, Mart ve Mayıs aylarında diğer aylara göre yüksek konsantrasyonlarda bulundu (Şekil 5.3). Nitrat azotunun bu aylarda yüksek olmasının nedeni gölün kanalizasyon ve alloktan atıkları gibi azot kaynaklı kirleticilere maruz kalmasından olduğu düşünülmektedir.

$\text{NO}_3\text{-N}$  değeri sonbahar, kış ve yaz mevsiminde birbirlerine yakın değerlerde olduğu gözlemlendi. İlkbahar mevsiminde ise ist.3, ist.4 ve ist.5 örnekleme noktalarında  $\text{NO}_3\text{-N}$  yüksek değerlerde gözlemlendi (Şekil 5.5).



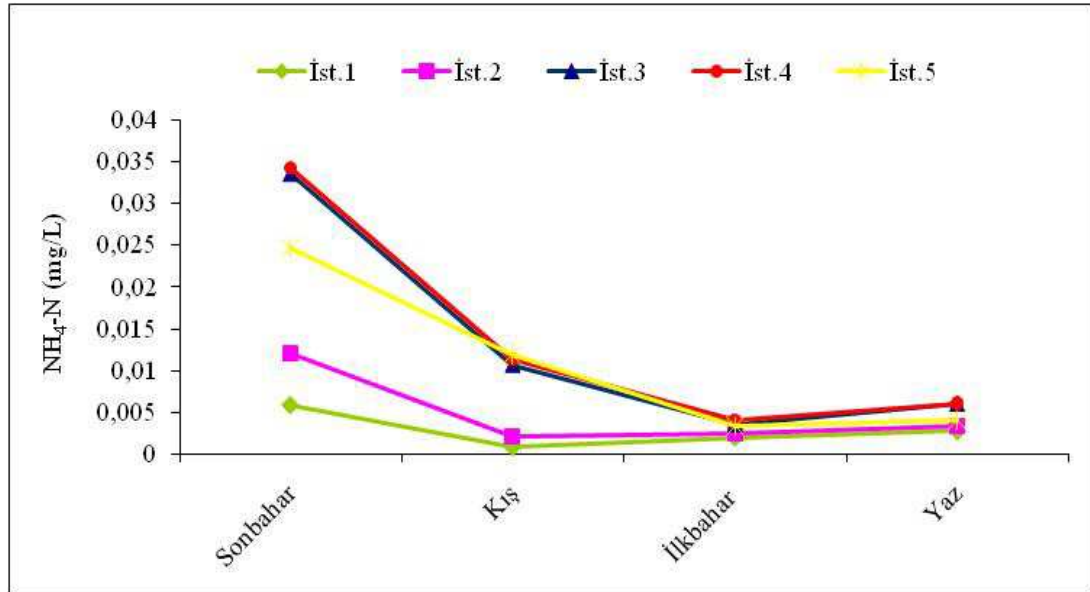
Şekil 5.5. Karakaya Baraj Gölü mevsimlere ve örnekleme noktalarına göre  $\text{NO}_3\text{-N}$  değerlerinin değişimi

Göl suyunda bulunan amonyak, hayvansal atıklardan meydana gelen ve azotlu organik maddelerin ayrışması sonucunda açığa çıkan en temel azotlu atık ürünlerden biridir (Taş, 2011).

Amonyum iyonu suda yaşayan organizmalar için önemli ölçüde toksik olmamasına rağmen, yüksek pH ve sıcaklığa bağlı olarak amonyağa dönüşerek, su ortamı içindeki organizmalar için toksik hale gelebilmektedir (Tomasso, 1994).

$\text{NH}_4\text{-N}$ , Ekim 2010 ayında diğer aylara göre oldukça yüksek değerlerde bulundu (Şekil 5.3). Bu durumun, bu dönemde yağışın olmaması ve göle giren tarımsal ve evsel kirleticilerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca bu dönemde nitrit ve nitrat tuzlarının çok düşük miktarlarda olması azot tuzlarının amonyak şeklinde olduğunu göstermektedir.  $\text{NH}_4\text{-N}$  değeri, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde tüm örnekleme noktalarında birbirlerine yakın değerlerde gözlemlendi. Sonbahar mevsiminde ist.3 ve ist.4 örnekleme noktalarında yüksek seviyelerde gözlemlenirken ist.1 ve ist.2 örnekleme noktalarında düşük seviyelerde olduğu gözlemlendi. Kış mevsiminde ise ist.3, ist.4 ve ist.5 örnekleme noktalarında birbirlerine yakın ve ist.1 ve ist.2'den daha yüksek değerlerde gözlemlendi (Şekil 5.6).

Çünkü ist.3, ist.4 ve ist.5 örnekleme noktalarının bulunduğu, Hasırcılar Koyu, Organize Sanayi Bölgesi'nden gelen arıtılmamış/ kısmen arıtılmış atıkların göl ekosistemine karıştığı bölgedir. Bu alan, dar bir koy olduğu için akıntıya bağlı su sirkülasyonu azdır. İst.1 ve ist.2 örnekleme noktaları, baraj morfometresinde geniş olan kısımdır ve akıntıya bağlı su sirkülasyonu fazladır.



Şekil 5.6. Karakaya Baraj Gölü mevsimlere ve örnekleme noktalarına göre  $\text{NH}_4\text{-N}$  değerlerinin değişimi

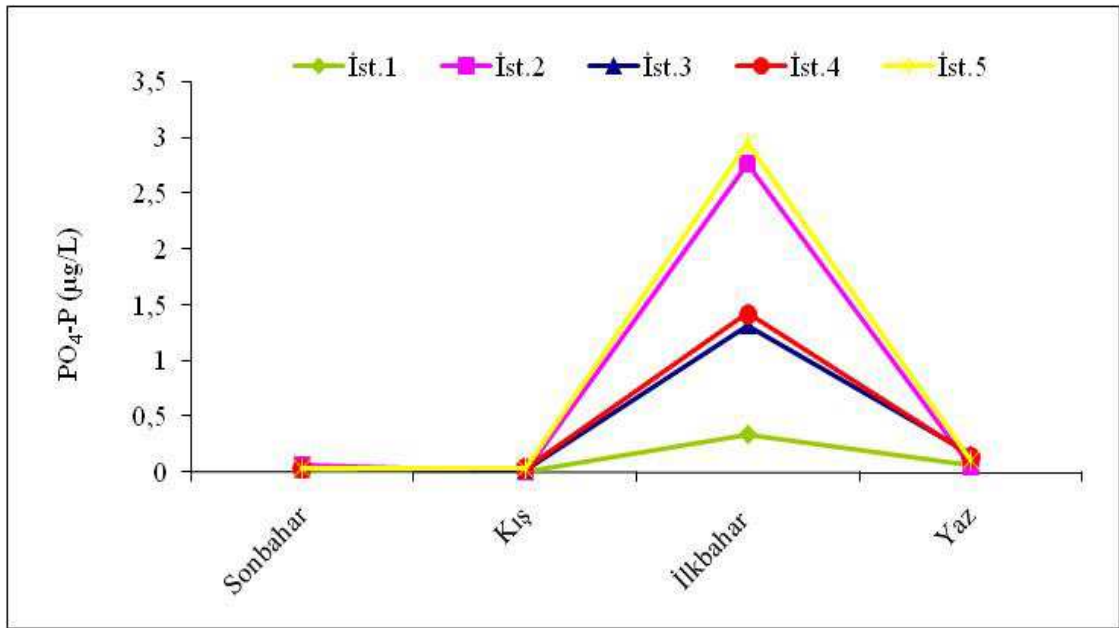
Fosfor, tatlı sularda sınırlı miktarlarda bulunur. Atık sular ve gübreler fosfor miktarını etkileyen en önemli kaynaklardır. Fosfor miktarının aşırı derecede artması bitkisel üretimi hızlandırmakta, su kalitesini değiştirerek alg artışı ve ötrofikasyona sebep olmaktadır. Göl sularında bulunan toplam fosfor miktarı, bölgenin jeolojik



yapısına, kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde ve evsel atıklara ve sudaki organik metabolizmaya bağlı olarak değişir (Küçükylmaz, 2010).

Nötr ve alkali şartlarda  $PO_4^{3-}$ ,  $Ca^{+2}$  iyonu ile  $CaPO_4$  bileşimini oluştururken, yüksek pH koşullarında Na ile  $NaPO_4$  bileşimini oluşturmaktadır. Ayrıca asidik sularda fosfatın demire ilgisi fazladır ve ferrik fosfat oluşur (Özhan, 2007).

Alkali özellik gösteren Karakaya Baraj Gölü'nde ortofosfatın  $Ca^{+2}$  iyonu ile bileşik yaparak çökmesi ve fosfatın planktonik organizmalar tarafından kullanılması gibi sebeplerden dolayı göl genelinde  $PO_4^{3-}$  tüm örnekleme dönemlerinde düşük miktarlarda bulundu ya da hiç bulunmadı (Çizelge 4.1-4.14). Aylık olarak değerlendirildiğinde  $PO_4^{3-}$ -P, Mayıs ayında diğer aylara göre daha yüksek seviyelerde görülmektedir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7. Karakaya Baraj Gölü mevsimlere ve örnekleme noktalarına göre  $PO_4$ -P değerlerinin değişimi

## 5.2. Karakaya Baraj Gölü Zooplanktona Ait Değerlendirmeler

Bu çalışma kapsamında su kalite değerleri, zooplankton kompozisyonu, zooplankton türlerinin populasyon büyüklüğü dalgalanması ve enzim aktivitesi değişimleri incelenmesi ile bütünsel ekosistem yapısı ortaya çıkarılmıştır.

Göl ekosisteminde besin zincirinin fitoplanktonik türlerinden sonra, ikinci halkasını oluşturan zooplankton su sıcaklığı, ışık miktarı, kimyasallar, pH, oksijen, tuzluluk, toksik madde kontaminasyonu, besin varlığı, balık ve omurgasız predasyonu gibi çevresel değişimlere karşı büyük ölçüde duyarlıdır (Gannon ve Stemberger, 1978; Telesh, 2004; Altındağ vd., 2009b).

Su kalitesinin belirlenmesinde indikatör olarak kullanılan Rotifera şubesi çevre şartlarının değişimlerine karşı Cladocera ve Copepoda gruplarına göre daha duyarlıdır. Sucul sistemde zooplankton komunitasinin % 99,4'lük kısmını Rotifera grubu oluşturmaktadır (Altındağ vd.,2009a).

Karakaya Baraj Gölü'nde Rotifera şubesine ait 14, Cladocera'ya ait 6, Copepoda'ya ait 2 ve nauplius larvaları olmak üzere toplam 22 zooplankton türü teşhis edildi (Çizelge 4.15-4.28).

Zooplankton kompozisyonunun % 75,08'lik oranla büyük bir bölümünü Rotifera şubesi oluşturmaktadır (Şekil 4.8). Benzer durum, Akbulut (2000) tarafından Akşehir Gölü'nde, Oğuzkurt (2001) tarafından Beyşehir Gölü'nde, Akbulut ve Akbulut (2002) tarafından Mogan Gölü'nde, Altındağ ve Yiğit (2002) tarafından Burdur Gölü'nde, Burns ve Schallenberg (2003) tarafından, Waiholo ve Waipori Gölleri'nde, Kaya ve Altındağ (2007) tarafından Gelingüllü Baraj Gölü'nde yapılan çalışmalarda görülmektedir.

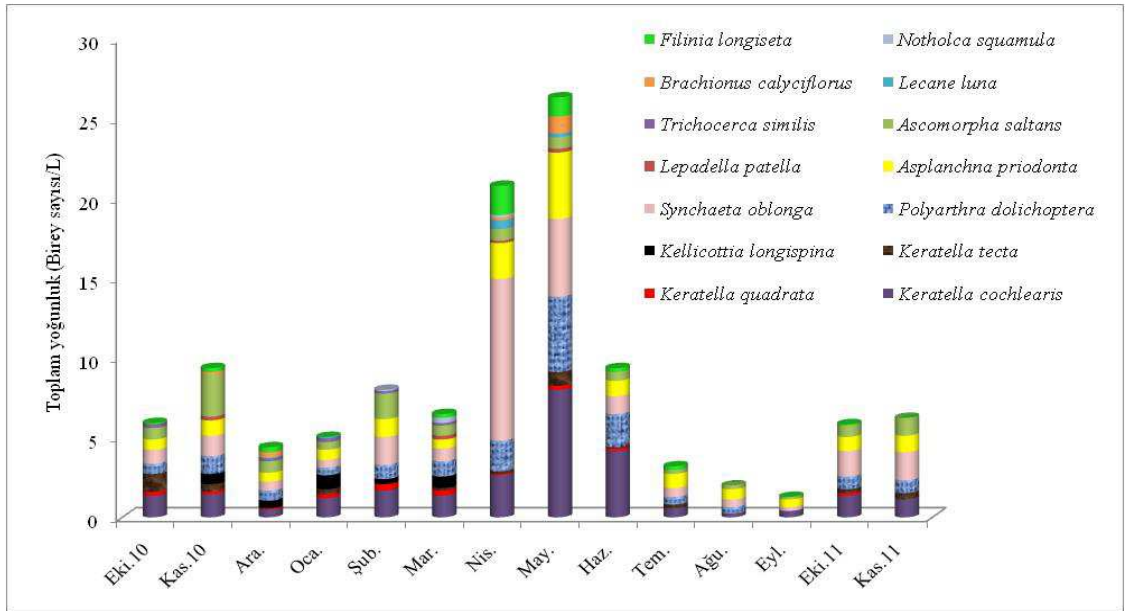
Zooplankton yoğunluğu özellikle Nisan ve Mayıs aylarında en yüksek yoğunluğa ulaşırken, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ise en düşük yoğunlukta bulunmaktadır (Çizelge 4.30). Bu durum ilkbahar aylarında sıcaklıkların ve fotoperiyot süresinin artmasına paralel olarak fitoplanktonun artmasından kaynaklanmaktadır.

Rotifera populasyonunu oluşturan türler arasından *Synchaeta oblonga* (26,56 birey sayısı /L) ve *Keratella cochlearis* (26 birey sayısı/L) örnekleme alanında yıl boyunca yoğun olarak bulunan türlerdir. *Keratella cochlearis*, ist.1 ve ist.2

örnekleme noktalarında yoğun olarak bulunurken, *Synchaeta oblonga*, ist.3 örnekleme noktasında yoğun olarak bulunmaktadır (Şekil 5.8). *K. cochlearis* Kesikköprü Baraj Gölü (Yiğit, 2002), Kapulukaya Baraj Gölü (Yılmaz, 2009), Sarımsaklı Baraj Gölü'nde (Aydın ve Altındağ, 2004) yoğun olarak bulunan türler arasındadır.

*Polyarthra dolichoptera* (15,92 birey sayısı/L), *Asplanchna priodonta*, (15,76 birey sayısı/L) ve *Ascomorpha saltans* (11,28 birey sayısı/L) göl genelinde yoğun olarak bulunan türlerdendir. Bu türler bahar aylarında yoğun olmakla birlikte, yıl boyunca göl genelinde bulunmaktadır. *Notholca squamula* (0,56 birey sayısı/L), *Lecane luna* (0,96 birey sayısı/L), *Trichocerca similis* (0,96 birey sayısı/L) ve *Lepadella patella* (0,88 birey sayısı/L) baraj gölünde en az bulunan türlerdir (Şekil 5.8).

*Kellicottia longispina*'nın Abant Gölü (Altındağ, 1999), Hazar Gölü (Tellioglu ve Şen, 2002), Keban Baraj Gölü (Akman, 2007), Çamlığöze Baraj Gölü (Dirican ve Musul, 2009) ve Zerne Baraj Gölü (Yıldız, 2012) gibi yüksek rakımlı göllerde bulunması çalışmamızı desteklemektedir.

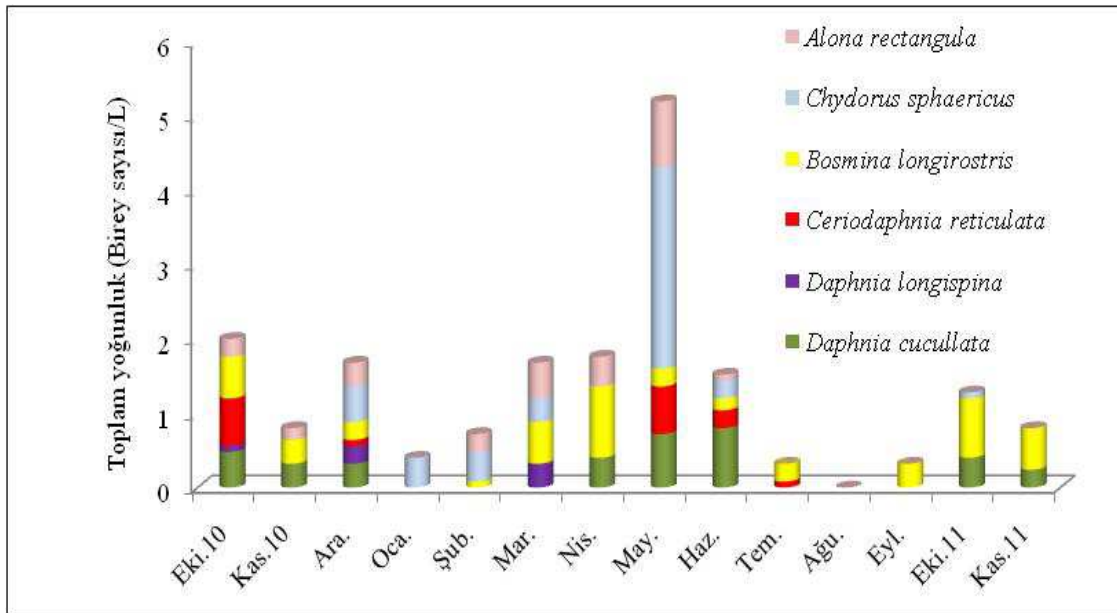


Şekil 5.8. Karakaya Baraj Gölü aylara göre Rotifera grubu türlerinin toplam yoğunluk değerleri

Karakaya Baraj Gölü'nde *Bosmina longirostris* 5,04 birey sayısı/L ile en yoğun olan türdür. Kış ve yaz aylarında yoğunluğu azalırken, ilkbahar ve sonbahar aylarında artış göstermektedir (Şekil 5.9). *Bosmina longirostris* Göksu Baraj Gölü (Bekleyen, 2003), Gelingüllü Baraj Gölü (Kaya ve Altındağ, 2007), Küçükçekmece Gölü (Özçalkap, 2007), Asartepe Baraj Gölü'nde (Buyurgan vd., 2010) yoğun olarak bulunmaktadır.

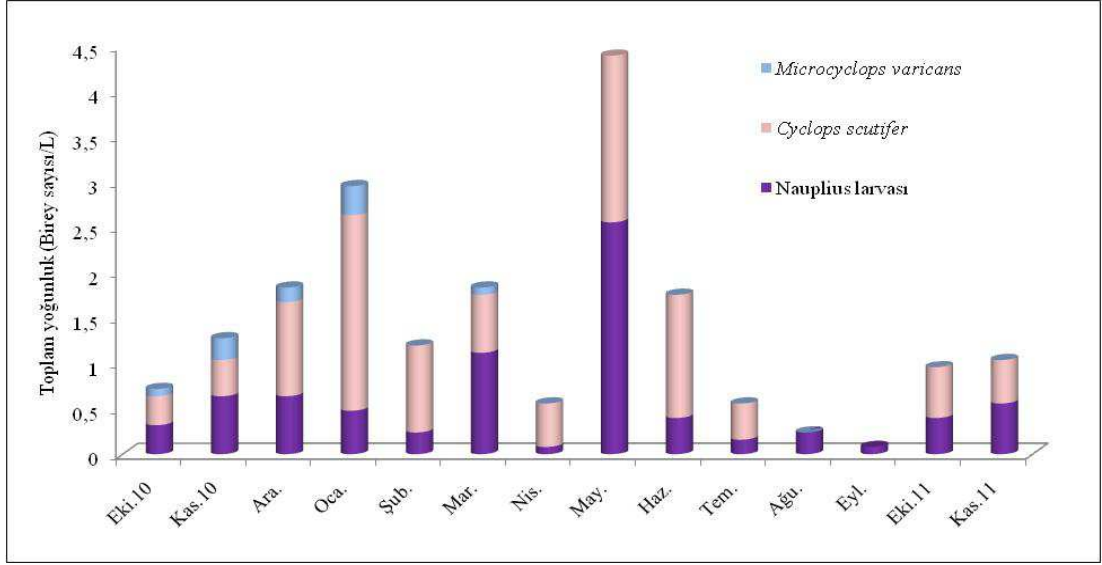
*Chydorus sphaericus* 4,64 birey sayısı/L değeri ile en yoğun olarak bulunan ikinci türdür (Şekil 5.9). İst.1 ve ist.2 örnekleme noktalarında daha yoğun olarak bulunmaktadır. Kış aylarında ve ilkbahar aylarından Mart ve Nisan aylarında yoğun olarak bulunmaktadır (Çizelge 4.30).

*Daphnia longispina* 0,64 birey sayısı/L değeri ile en az yoğunlukta bulunan türdür. Ekim 10, Aralık ve Mart aylarında rastlandı (Şekil 5.9). Tüm örnekleme noktalarında birbirlerine yakın değerlerde bulundu (Çizelge 4.30).



Şekil 5.9. Karakaya Baraj Gölü aylara göre Cladocera grubu türlerinin toplam yoğunluk değerleri

Copepoda grubundan *Cyclops scutifer* 10,72 birey sayısı/L değeri ile en yoğun olan türdür. Ağustos ve Eylül dışındaki tüm aylarda bulunmaktadır. *Cyclops scutifer*'e en yoğun olarak Ocak ve Mayıs aylarında rastlanmaktadır (Şekil 5.10). İst.1 ve ist.2 örnekleme noktalarında diğer örnekleme noktalarına göre daha yoğun değerlerde bulunmaktadır (Çizelge 4.30).



Şekil 5.10. Karakaya Baraj Gölü aylara göre Copepoda grubu türlerinin toplam yoğunluk değerleri

Karakaya Baraj Gölü zooplanktonu çeşitlilik açısından değerlendirildiğinde, Mart ( $H'=2,53$ ), Kasım 10 ( $H'=2,49$ ) ve Mayıs aylarının ( $H'=2,40$ ) en yüksek değere sahip olduğu görüldü (Şekil 4.9). Aynı zamanda Mart, Kasım 10 ve Mayıs aylarında nitrat azotunun yüksek değerlerde olması da bu durumu desteklemektedir (Çizelge 4.6, 4.2 ve 4.8)

Sucul organizmalarda stres sonrası gelişen fizyolojik yanıt süresince açığa çıkan biyokimyasal faktörlerin değişimleri saptanabilmektedir. Genel olarak denizel zooplanktonda hücrel savunma mekanizması olan antioksidan enzimler, az sayıda çalışılmıştır. Tatlısu zooplanktonuna ait çalışmaya ise rastlanmamıştır. Oksidatif strese karşı antioksidan enzim aktivitelerinin değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar temel bilgi sağlaması bakımından oldukça önemlidir. Zooplanktonda ekotoksikolojik riskin belirlenmesi, sucul alanlarda erken uyarı sistemi şeklinde rol oynamaktadır (Jemec, 2010; Rathod ve Balkrishna, 2011).

Bu çalışma kapsamında Karakaya Baraj Gölü'nde ekosistem kalitesini belirleyen değişkenlerin ve kirleticilerin, zooplankton populasyon kompozisyonu üzerine etkilerini belirlemek amacı ile Copepoda grubu seçildi. *Cyclops scutifer* ve *Microcyclops varicans* biyomonitör tür olarak kabul edildi.

Ekosistem dengesini bozan kirletici konsantrasyonuna paralellik gösteren serbest radikaller, antioksidanlar tarafından bloke edilmektedir. Diğer bir değişle antioksidan enzim miktarındaki artış, kirletici konsantrasyonunu da yansıtmaktadır (Correia, 2003; Barata, 2005b).

Karakaya Baraj Gölü'nde *Cyclops scutifer* ve *Microcylops varicans* bireylerinde CAT, GR, GST ve AChE aktiviteleri belirlendi.

İlkbahar mevsiminde CAT ( $6,62 \pm 0,43$   $\mu\text{mol/dk/mg}$  protein; Şekil 4.10) ve GST aktiviteleri ( $11,22 \pm 0,99$   $\text{nmol/dk/mg}$  protein; Şekil 4.12) yüksek değerlerde gözlenirken, GR aktivitesinin ( $15,2 \pm 1,66$   $\text{nmol/dk/mg}$  protein; Şekil 4.11) diğer mevsimlere göre düşük değerlerde olduğu gözlemlendi.

CAT ve GST aktivite miktarındaki artış ilkbahar mevsiminde  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$  gibi değişkenlerin yüksek olması, ayrıca  $\text{SO}_4^{2-}$  konsantrasyonunun Mayıs ayında diğer aylara göre oldukça yüksek değerlerde olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kirleticilere maruz kalan organizmaların CAT ve GST aktivitelerinde, kirleticilerin etkileri ile oluşan ürünleri ortadan kaldırmak ve hücrel zararını minimize etmek için, artış meydana gelmektedir (Cheung vd., 2001). Ott vd. (2002) tarafından oksidatif stres yaratan ağır metal uygulanması (Cd) ile hidrojen peroksit radikalini ortamdaki temizleyen CAT aktivitesinin, hücrel redoks dengesini muhafaza etmek için indüklendiği rapor edilmiştir. Jemec vd. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada bisfenol A'ya maruz kalan *Daphnia magna* türüne ait bireylerde CAT ve GST aktivitelerinin arttığı belirtilmiştir.

GR aktivitesindeki azalma ise değişkenlerin oluşturduğu oksidatif stresin etkisiyle inhibe olması ile açıklanabilir. Bu baskılanma, oksidatif stresin etkisi ile enzimlerin adaptif mekanizmalarının kaybından kaynaklanmaktadır (Demirci, 2006). Nagalakshmi ve Prasad (2001) tarafından, *Scenedesmus bijugatus* türüne ait bireylere 50, 100 ve 200  $\mu\text{M}$  oranında bakır uygulanması sonucu GR aktivitesinin inhibe olduğu saptanmıştır. Bunun nedeninin ise ağır bir metal olan bakırın GR'ın aktif merkezindeki tiyol grubuyla reaksiyona girmesi sonucu olduğuna bağlanmıştır.

Oksidatif stresin artmasıyla enzim aktivitelerinde indüksiyon ya da inhibisyon meydana gelmektedir (Demirci, 2006). Bu durum ilkbahar mevsiminde CAT ve GST aktivitesi artarken, GR aktivitesinin azalması, sonucumuzu desteklemektedir.

AChE aktivitesi, ilkbahar ( $3,62 \pm 0,65$  nmol/dk/mg protein) ve yaz ( $3,75 \pm 0,49$  nmol/dk/mg protein) aylarında düşük değerlerde bulundu (Şekil 4.13). Bunun sebebi Karakaya Baraj Gölü etrafında bulunan arazilerde yoğun olarak organofosfatlı pestisitlerin kullanılmasından kaynaklanabilir. Çünkü AChE aktivitesinin organofosfatlı pestisitler, karbamat bileşikler, metaller ve deterjanlar gibi çevresel kirleticiler tarafından inhibe edildiği bildirilmektedir (Boonthai vd., 2000; Guilhermino vd., 2000; Forget vd., 2002).

Çapkın (2011) tarafından yapılan bir çalışmada tarım arazilerinde yoğun olarak kullanılan pestisitlerden karbosulfana maruz kalan gökkuşaağı alabalıklarının AChE aktivitesinin, 1 ve 2. haftalarda hızlı bir şekilde azaldığı gözlenmiş ve AChE'in inhibisyon oranı % 41,32 olarak saptanmıştır.

Bu çalışmada sonbahar mevsiminde AChE aktivitesinde ( $4,70 \pm 0,22$  nmol/dk/mg protein) artış gözlendi (Şekil 4.13). Bunun sebebinin, yağışlar ve baraj kapaklarının kapatılması ile baraj gölünde su seviyesinin artması sonucu çevresel kirleticilerin seyrelmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Kış aylarında AChE aktivite değerlerinde ( $4,32 \pm 0,59$  nmol/dk/mg protein) sıcaklığın azalmasına paralel olarak düşüş gözlendi (Şekil 4.13). Çünkü sucul organizmalar üzerine yapılan çalışmalarda su sıcaklığı ve AChE aktivite değerleri arasında genellikle pozitif bir uyumun bulunduğu belirtilmektedir (Johnson vd., 2005).

Cailleaud vd. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada *Eurytemora affinis* türüne ait bireylerde sıcaklığın AChE aktivite değerleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Sıcaklık 4 °C'den 11 °C'ye çıkarıldığında AChE aktivite değerlerinin belirgin şekilde yükseldiği, 18 ve 25 °C'de ise önemli bir değişim gözlenmediği belirlenmiştir.

Örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde, ist.1 ve ist.2 örnekleme noktalarının CAT, GST, GR aktivite değerlerinin diğer örnekleme noktalarına göre düşük değerlerde olduğu gözlendi (Şekil 4.10-4.12). AChE aktivitesi, örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde kış, ilkbahar ve yaz aylarında ist.1 ve ist.2 örnekleme noktalarının diğer örnekleme noktalarına göre yüksek değerlerde olduğu gözlendi (Şekil 4.13). Bu durum, daha öncede bahsedildiği gibi ist.3, ist.4 ve ist.5 örnekleme noktalarının bulunduğu alanın, Organize Sanayi Bölgesi'nden gelen atıkların göl ekosistemine karıştığı bölgede olmasından kaynaklanmaktadır.

Ayrıca CAT, GST, GR aktivite değerlerinin ist.1 ve ist.2 örnekleme noktalarında diğer örnekleme noktalarına göre düşük değerlerde olması  $SO_4^{-2}$ ,  $NH_4-N$  ve  $NO_3-N$  konsantrasyonunun ist.1 ve ist.2 örnekleme noktalarında düşük değerlerde olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.  $PO_4-P$  konsantrasyonu, ilkbahar mevsiminde ist.2 örnekleme noktasında diğer örnekleme noktalarına göre oldukça düşük değerlerde gözlemlendi. Aynı zamanda ist.1 ve ist.2 örnekleme noktaları Karakaya Baraj Gölü'nün geniş olan kısmıdır ve bu bölgede akıntıya bağlı su sirkülasyonu fazladır.

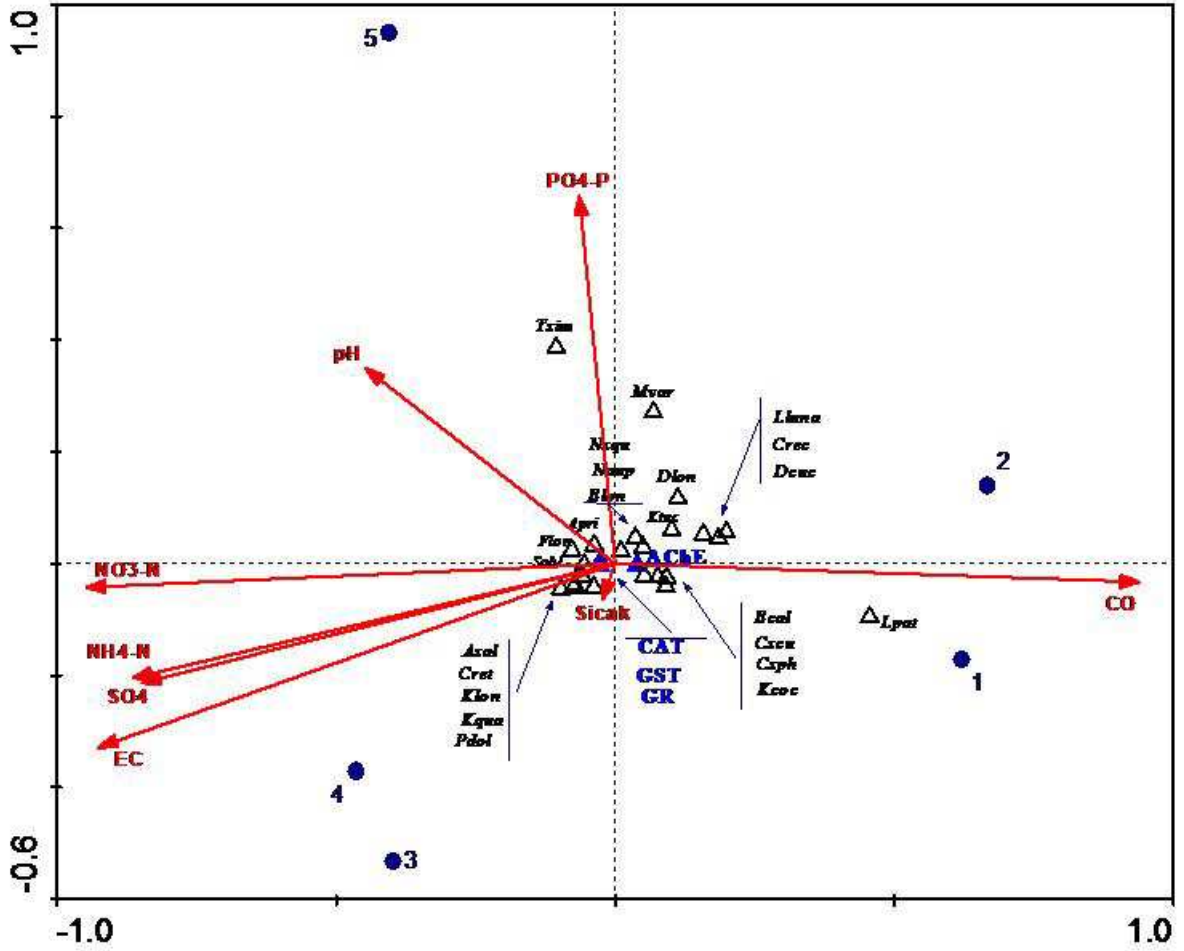
Artan CAT ve GST enzim aktiviteleri, çevresel strese karşı geliştirilen bir yanıt olabileceği düşünülmektedir. Antioksidan mekanizmaların indüksiyonu, aşırı ROT oluşumunu önlemek ve stres şartlarını yenmek için adaptasyonu veya onarıcı aktiviteleri yansıtır. Ayrıca bu savunmaların azalması canlıları, ROT toksisitesine ve oksidatif strese karşı daha duyarlı yapan toksik bir etkiyi göstermektedir. AChE aktivitesi ise çevresel kirleticilerin etkisine bağlı olarak inhibe olmaktadır. İlkbahar mevsiminde CAT ve GST aktivitesi, diğer mevsimlere göre artış gösterirken, AChE aktivitesinin azalış göstermesi bu mevsimde dönemsel bir kirlilik yükü olabileceğini düşündürmektedir (Şekil 4.10, 4.12 ve 4.13).

### **5.3. Karakaya Baraj Gölü Zooplankton Türlerinin Su Kalitesi ve Enzim Aktiviteleri ile İlişkisi**

CCA çevresel değişkenlerle, komünite kompozisyonunun ilişkilendirilmesinde kullanılan çok değişkenli bir analiz tekniğidir. Bu teknikte çevresel ve biyolojik değişkenler iki ayrı veri seti olarak ele alınır ve biyolojik değişkenlerin çevresel değişkenlere olan tepkisi değerlendirilir (Cune, 1997).

CCA diyagramına bakıldığında, *Lepadella patella*, *Brachionus calyciflorus*, *Cyclops scutifer*, *Chydorus sphaericus* ve *Keratella cochlearis*, *Lecane luna*, *Alona rectangula* ve *Daphnia cucullata* ist.1 ve ist.2 örnekleme noktası ile *Ascomorpha saltans*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Kellicottia longispina*, *Keratella quadrata* ve *Polyarthra dolichoptera* ist.3 ve ist.4 örnekleme noktaları ile *Trichocerca similis* ise ist.5 örnekleme noktası ile yakın ilişkilidir (Şekil 5.11). Diğer türlerin dağılımlarının farklılık göstermediği ve merkezde toplandığı gözlenmektedir. Toplam yoğunluk değerlerine bakıldığında, zooplankton türlerinin CCA'da ilişkili bulunduğu örnekleme noktalarında yoğun olarak bulunduğu gözlemlendi (Çizelge 4.30).





Şekil: 5.11. Karakaya Baraj Gölü örnekleme noktaları, çevresel değişkenler ve enzim değerlerine ilişkin CCA diyagramı

$NO_3-N$ ,  $NH_4-N$ ,  $SO_4^{-2}$  ve EC ist.3 ve ist.4 örnekleme noktaları,  $CO$  ist.1 ve ist.2 örnekleme noktaları,  $PO_4-P$  ve pH'nın ise ist.5 örnekleme noktası ile yakın ilişkide olduğu gözlenmektedir. Ayrıca  $NO_3-N$ ,  $NH_4-N$ ,  $SO_4^{-2}$  ve EC arasında yakın ilişki olduğu gözlenmektedir. Örnekleme noktalarına bakıldığında ist.1 ve ist.2 örnekleme noktalarının kendi aralarında ist.3, ist.4 ve ist.5 örnekleme noktalarının da kendi aralarına benzer olduğu görülmektedir (Şekil 5.11).

CAT, GR, GST ve AChE aktivitelerinin ise belirgin bir farklılık oluşturmadığı merkezde toplandığı gözlenmektedir (Şekil 5.11).

#### 5.4. Sonuç ve Öneriler

Karakaya Baraj Gölü Malatya İli ve çevre yerleşim alanları için oldukça önemli bir sucul sistemdir. Bu nedenle baraj gölünde oluşabilecek kirlilik yüküne karşı çeşitli önlemlerin alınması gerekir.

Baraj gölünün ekolojik olarak değerlendirilmesi sonucunda önemli bir kirlilik problemi bulunmamasına rağmen, yerleşim bölgelerine olan yakınlığı, etrafını çevreleyen tarım alanlarının olması, özellikle yaz aylarında sulama amaçlı kullanılması, Organize Sanayi Bölgesi'nden gelen kirlilik, balıkçılık ve gezi amaçlı meydana gelen tekne trafiği gibi sorunlarla tehdit altında olduğu görülmüştür. Söz konusu sorunlara karşı,

- Karakaya Baraj Gölü etrafında bulunan yerleşim alanlarında yanlış yapılaşmanın önlenmesi ve kanalizasyon sistemi yapılandırmalarının kontrol edilmesi,
- kirletici unsurların deşarjının tamamen durdurulması için gerekli önlemlerin alınması,
- bölgede tarımsal faaliyetlerin ve baraj gölü çevresindeki hayvan besiciliğinin kontrol altına alınması,
- erozyonu önlemek için baraj gölü çevresi bitki örtüsünün arttırılması,
- tarımsal kaynaklı kirletici unsurların baraj gölüne karışmasının önlenmesi,
- göl ekosisteminin dengede tutulması için balık avlama yasağına uyulması,
- baraj gölüne karışan kirletici kaynakların tespit edilmesi ve gelecekteki durumunun belirlenebilmesi için kısa aralıklarla biyolojik ve biyomarkır olarak enzimatik ölçümlerle izlenmesi ve önceki çalışmalarla birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Akbulut, N. (2000). Community structure of zooplanktonic organisms in Lake Akşehir. *Turk. J. Zool.* **24**, 271-278.
- Akbulut, N., Akbulut, A. (2002). The plankton composition of Lake Mogan, *Zool. Middle East.* **27**, 107-116.
- Akkaya, C., Efeoğlu, A., Yeşil, N. (2006). Avrupa birliği su çerçeve direktifi ve Türkiye’de uygulanabilirliği. TMMOB. Su Politikaları Kongresi, Ankara.
- Akkuş, İ. (1995). *Serbest Radikaller ve Fizyopatolojik Etkileri*. Mimoza Yayınları, Konya, 157 p.
- Akman, F. (2007). *Keban Baraj Gölü Pertek Yöresi Rotiferlerinin tespiti ve mevsimsel dağılımı*. Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Alberto, A.C.M., Rocio, O.B., Fernando, M.J. (2011). Age effect on the antioxidant activity of *Daphnia magna* (Anomopoda: Daphniidae): Does younger mean more sensitivity. *J. Environ. Biol.* **32**, 481-487.
- Alpaslan, K., Sesli, A., Tepe, R., Özbey, N., Birici, N., Şeker, T., Koçer, M.T. (2012). Vertical and seasonal changes of water quality in Keban Dam Reservoir. *J. Fish. Sci.* **6:3**, 252-262.
- Altındağ, A. (1999). A taxonomical study on the Rotifera fauna of Abant Lake (Bolu). *Turk. J. Zool.* **23**, 211-214.
- Altındağ, A., Yiğit, S. (2002). The zooplankton fauna of Lake Burdur. *E.Ü. Su Ürünleri Der.* **19:2**, 129-132.
- Altındağ, A., Yiğit, S. (2004). Beyşehir Gölü zooplankton faunası ve mevsimsel değişimi. *GÜ, Gazi Eği. Fak. Der.* **24:3**, 217-225.
- Altındağ, A., Buyurgan, Ö., Kaya, M., Özdemir, E., Dirican, S. (2009a). A survey on some physico-chemical parameters and zooplankton structure in Karaman Stream, Antalya, Turkey. *J. Anim. Vet. Adv.* **8:9**, 1710-1716.
- Altındağ, A., Segers, H., Kaya, M. (2009b). Some Turkish rotifer species studied using light and scanning electron microscopy. *Turk. J. Zool.* **33**, 73-81.
- Altınışik, M., (2000). *Serbest Oksijen Radikalleri ve Oksidanlar Ders Notları*. ADÜ Tıp Fakültesi Biyokimya A.D, Aydın.
- Antonopoulos, V.Z., Gianniou, S.K. (2003). Simulation of water temperature and dissolved oxygen distribution in Lake Vegoritis, Greece. *Econ. model.* **160**, 39-53.
- Autilia, R.D., Falcucci, M., Hull, V., Parrella, L. (2004). Short time dissolved oxygen dynamics in shallow water ecosystems. *Econ. Model.* **179**, 297-306.

- Aydın, Ö.D., Altındağ, A. (2004). [www.akuademi.net/USG/USG2004/CK/ck04.pdf](http://www.akuademi.net/USG/USG2004/CK/ck04.pdf)
- Bandyopadhyay, U., Das, D., Banerjee, R.K. (1999). Reactive oxygen species: Oxidative damage and pathogenesis. *Curr. Sci. India.* **77:5**, 658-666.
- Barata, C., Navarrob, J.C., Varob, I., Carmen, M., Riva, M.C., Arun, S., Portec, C. (2005a). Changes in antioxidant enzyme activities, fatty acid composition and lipid peroxidation in *Daphnia magna* during the aging process. *Comp. Biochem. Phys.* **140**, 81-90.
- Barata, C., Varob, I., Navarrob, J.C., Arunc, S., Portec, C. (2005b). Antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation in the freshwater cladoceran *Daphnia magna* exposed to redox cycling compounds. *Comp. Biochem. Phys.* **140**, 175-186.
- Barlas, M., İkiel, C., Özdemir, N. (1995). Gökova Körfezi'ndeki akarsu kaynaklarının fiziksel ve kimyasal açıdan incelenmesi. *Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. su ürünleri sempozyumu bildirileri*, 14-16 Haziran, Erzurum, 704-712.
- Bekleyen, A. (2001). A Taxonomical Study on the Rotifera Fauna of Devegeçidi Dam Lake (Diyarbakır-Turkey). *Turk J Zool.* **25**, 251-255.
- Bekleyen, A. (2003). A Taxonomical Study on the Zooplankton of G.ksu Dam Lake (Diyarbakır). *Turk J Zool.* **27**, 95-100.
- Bekleyen, A. (2006). Devegeçidi Baraj Gölü'nün (Diyarbakır) Cladocera ve Copepoda (Crustacea) Faunası. *E.Ü. Su Ürü. Der.* **3:4**, 413-415.
- Boonthai, C., Scott, R.D., Chapman, R.B. (2000). Acetylcholinesterase as a biomarker to assess the effect of chlorpyrifos and atrazine on some New Zealand aquatic invertebrates. *Aust. J. Ecotox.* **6**, 59-64.
- Borgeraas, J., Hessen, D.O. (2000). UV-B induced mortality and antioxidant enzyme activities in *Daphnia magna* at different oxygen concentrations and temperatures. *J. Plankton Res.* **22:6**, 1167-1183.
- Borgeraas, J., Hessen, D.O. (2002). Variations of antioxidant enzymes in *Daphnia* species and populations as related to ambient UV exposure. *Hydrobiologia.* **477**, 15-30.
- Boyd, C.E., Tucker, C.S. (1998). *Pond aquaculture water quality management*. Kluwer Academic Publishers. Norwell, Massachusetts. USA, 700 p.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, *Anal. Biochem.* **72**, 248-254.
- Brunelli, L., Yermilov, V., Beckman, J.S. (2001). Modulation of catalase peroxidatic and catalatic activity by nitric oxide. *Free Radical Bio. Med.* **30:7**, 709-714.

Bulut, S., Mert, R., Solak, K., Konuk, M. (2011). Selevir Baraj Gölü'nün bazı limnolojik özellikleri. *Ekoloji*. **20:80**, 13-22.

Burns, C.W., Schallenberg, M. (2003). A temperate, tidal lake-wetland complex water quality and implications for zooplankton community structure. *New Zeal. J. Mar. Fresh.* **37**, 429-447.

Buyurgan, Ö., Altındağ, A., Kaya, M. (2010). Zooplankton Community Structure of Asartepe Dam Lake (Ankara, Turkey). *Turk. J. Fish. Aqu. Sci.* **10**, 135-138.

Cailleaud, K., Maillet, G., Budzinski, H., Souissi, S., Forget, L.J. (2007). Effects of salinity and temperature on the expression of enzymatic biomarkers in *Eurytemora affinis* (Calanoida, Copepoda). *Comp. Biochem. Phys.* **147**, 841-849.

Cardenas, M.A.A., Jeronimo, F.M. (2012). Energy reserve modification in different age groups of *Daphnia schoedleri* (Anomopoda: Daphniidae) exposed to hexavalent chromium.. *Environ. Toxicol. Phar.* doi:10.1016/j.etap.2012.03.003.

Carlsten, C., Sagoo, G.S., Frodsham, A.J., Burke, W., Higgins, J.P.T. (2008). Glutathione S-transferase M1 (GSTM1) polymorphisms and lung cancer: A literature-based systematic HuGE review and meta-analysis. *Am. J. Epidemiol.* **167**: 7, 759-774.

Cheung, C.C.C., Zheng, G.J., Li, A.M.Y., Richardson, B.J., Lam, P.K.S. (2001). Relationships between tissue concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons and antioxidative responses of marine mussels, *Perna viridis*. *Aquat. Toxicol.* **52**, 189-203.

Cirerol, N.A., Silveira, J.H.S., Comin, F.A. (2006). Nutrient water quality in a tropical coastal zone with groundwater discharge, northwest Yucatan, Mexico. *Estuar. Coast. Shelf.* **68**, 445-454.

Cirik, S., Cirik, Ş. (2005). *Limnoloji*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları. No:21, İzmir, 166 s.

Correia, A.D., Costa, M.H., Luis, O.J., Livingstone, D.R. (2003). Age-related changes in antioxidant enzyme activities, fatty acid composition and lipid peroxidation in whole body *Gammarus locusta* (Crustacea: Amphipoda). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **289**, 83-101.

Cune, B.M.C. (1997). Influence of noisy environmental data on canonical correspondence analysis. *Ecology*. **78:8**, 2617-2624.

Cribb, A. E., Leeder, J. S., Spielberg, S.P. (1989). Use of a microplate reader in an assay of glutathione reductase using 5,5'-dithiobis (2-nitrobenzoic acid). *Anal. Biochem.* **183**, 195-196.

Çakatay, U., Kayalı, R. (2006). Serbest radikal biyokimyasının tarihsel süreçteki gelişimi. *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*. **37**, 162-167.

Çapkın, E. (2011). Karbosülfanın gökkuşağı alabalıkların (*Oncorhynchus mykiss*) eritrositlerinin asetilkolinesteraz enzim aktivitesine etkisi. *J. Fish. Sci.* DOI: 10.3153/jfsc.com.2011028.

Çavdar, C., Sifil, A., Çamsarı, T. (1997). Reactive oxygen particles and antioxidant defence. *Office J. Turk. Nephrol., Assoc.* **3:4**, 92-95.

Çınar, Ö. (2008). *Çevre Kirliliği ve Kontrolü*, Nobel Yayınları. 201 s.

Çinkılıoğlu, E. (2007). *Cyprinus carpio*'da beyin dokusunda fenthionun antioksidant savunma sistemi, lipid peroksidasyonu ve asetilkolinesteraz enzim aktivitesine n-asetilsistein modülatörlüğünde etkileri. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

Çökmez, T. (2004). *Keban ve Karakaya Baraj Gölleri'ndeki Capoeta trutta balık türünün büyüme özelliklerinin karşılaştırılması*. Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Damasio, J., Guilhermino, L., Soares, A.M.V.M., Riva, M.C., Barata, C. (2007). Biochemical mechanisms of resistance in *Daphnia magna* exposed to the insecticide fenitrothion. *Chemosphere.* **70**, 74-82.

Demirci, Ö. (2006). *Phanerochaete chrysosporium'un antioksidatif sistemi üzerine astrazon kırmızı fbl tekstil boyasının etkisi*. Doktora tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Dirican, S. (2008). Kılıçkaya Baraj Gölü (Sivas-Türkiye)'nün su kalitesinin değerlendirilmesi. *HR.Ü. Z.F Dergisi.* **12:4**, 25-31.

Dirican, S., Musul, H. (2009). Çamlığöze Baraj Gölü (Sivas-Türkiye) Rotifera türleri hakkında bir ön çalışma. *Yyü. Tar. Bil. Derg.* **19:1**, 57-59.

DSİ IX. Bölge Müdürlüğü (1991). Karakaya Baraj Gölü limnolojisi, 53 s.

Dussart, B. (1969). Les Copepodes des continentales D'eupe occidentale. Tome: II. Cyclopoïdes et Biologie. Edition N.Boubee and Cie, Paris, 292.

Eaton, D.L., Bammler, T.K. (1999). Concise review of the glutathione s- transferases and their significance to toxicology. *Toxicol. Sci.* **49**, 154-164.

Ekanayake, P.M., Zoysa, M.D., Kang, H.S., Wan, Q., Jee, Y., Lee, Y.H., Kim, S.J., Lee, J. (2008). Cloning, characterization and tissue expression of disk abalone (*Haliotis discus discus*) catalase. *Fish Shellfish Immun.* **24:3**, 267-278.

Ellman, G. L., Courtney, K. D., Andres, V., Featherstone, R.M. (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem. Pharmacol.* **7**, 88-95.

Elster, H.J., Ohle, W. (1972). Das Zooplankton der Binnengewasser I Teil, E.Schweizerbart'sche Verlag Sbuchhandlung, Stuttgart, 294.

Elster, H.J., Ohle, W. (1979). Das Zooplankton der Binnengewasser II Teil, E.Schweizerbart'sche Verlag Sbuchhandlung, Stuttgart, 380.

Erat, M., Çiftçi, M., Gümüştekin, K., Gül, M. (2007). Effects of nicotine and vitamin E on glutathione reductase activity in some rat tissues in vivo and in vitro. *Eur. J. Pharmacol.* **554**, 92-97.

Eroğlu, M. (2004). *Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan Mastacembelus simack'ın üreme biyolojisi*. Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Evans, P., Halliwell, B. (2001). Micronutrients: oxidant/antioxidant status. *Br. J. Nutr.* **85**:2,67-74.

Feldmannova, M., Hilscherova, K., Marsalek, B., Blaha, L. (2006). Effects of N-Heterocyclic Polyaromatic Hydrocarbons on survival, reproduction and biochemical parameters in *Daphnia magna*. *Environ. Toxicol.* DOI 10.1002/tox.

Forget, J., Livet, S., Leboulenger, F. (2002). Partial purification and characterization of acetylcholinesterase (AChE) from the estuarine copepod *Eurytemora affinis* (Poppe). *Comp. Biochem. Phys.* **132**, 85-92.

Forget, J., Beliaeff, B., Bocquene, G., (2003). Acetylcholinesterase activity in copepods (*Tigriopus brevicornis*) from the Vilaine River Estuary, France, as a biomarker of neurotoxic contaminants. *Aquat. Toxicol.* **62**:3, 195-204.

Fossi, M., Minutoli, C., Guglielmo, L. (2001). Preliminary results of biomarker responses in zooplankton of brackish environments. *Mar. Pollut. Bull.* **4**:9, 745-748.

Gaffaroğlu, M. (2003). *Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan Cyprinidae familyasına ait bazı türlerin karyolojik analizleri*. Doktora tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Gaffaroğlu, M., Yüksel, E. (2005). *Chalcalburnus mossulensis* Heckel, 1843 (Pisces: Cyprinidae)'in karyotipi, *F.Ü. Fen ve Müh. Bil. Der.* **17**:1, 114-120.

Gannon, J.E., Stemberger, R.S. (1978). Zooplankton (especially Crustaceans and Rotifers) as indicators of water quality. *T. Am. Microsc. Soc.* **97**:1 16-35.

Geçkil, H. 2006. *Biyokimya Ders Notları*, 494 s.

Gökçe, D., Özhan, D. (2011). Limno-ecological properties of deep reservoir, Karakaya HEPP, Turkey. *GU. J. Sci.* **24**:4, 663-669.

Gökpınar, Ş., Koray, T., Akçiçek, E., Göksan, T., Durmaz, Y. (2006). Algal Antioksidanlar. *E.Ü. Su Ürün. Der.* **23**, 85-89.

Guilhermino, L., Lacerda, M.N., Nogueira, A.J.A., Soaresb, A.M.V.M. (2000). In vitro and in vivo inhibition of *Daphnia magna* acetylcholinesterase by surfactant agents: possible implications for contamination biomonitoring. *Sci. Total Environ.* **247**, 137-141.

Güler, Ç. (1997). Su kalitesi. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43. Ankara.

Güler, R.E. (2003). *Karakaya Barajı'nda çevresel kirliliğin sazın balığı (Cyprinus carpio) üzerine etkilerinin mevsimsel olarak saptanması*. Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Güngördü, A. (2007). *Karakaya Baraj Gölü'nün su kalitesinin ekotoksikolojik yaklaşımla değerlendirilmesi*. Doktora tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Habig, W.H., Pabst, M. J., Jakoby, W. B. (1974). Glutathione S-transferases the first enzymatic step in mercapturic acid formation. *J. Bio. Chem.* **249**, 7130-7139.

Hanazato, T. (2001). Pesticide effects on freshwater zooplankton: An ecological perspective. *Environ. Pollut.* **112**, 1-10.

Hansen, B.H., Altın, D., Vang, S.H., Nordtug, T., Olsen, A.J. (2008). Effects of naphthalene on gene transcription in *Calanus finmarchicus* (Crustacea: Copepoda). *Aquat. Toxicol.* **86**, 157-165.

Hellou, J., Ross, N.W., Moon, T.W. (2012). Glutathione, glutathione S-transferase, and glutathione conjugates, complementary markers of oxidative stress in aquatic biota. *Environ. Sci. Pollut. Res.* **19**, 2007-2023.

Hessen, D.O., Borgeraas, J., Orbaek, J.B. (2002). Responses in pigmentation and antioxidant expression in Arctic *Daphnia* along gradients of DOC and UV exposure. *J. Plankton Res.* **24:10**, 1009-1017.

Hutchinson, G.E. (1976). *A Treatise on Limnology Vol II: Introduction to Lake Biology and Limnoplankton*. Jhon Wiley and Sons Inc., NY, 1115 p.

Johnson, C.S., Schwarzbach, S.E., Henderson, J.D., Wilson, B.W., Tjeerdema, R.S. (2005). Influence of water temperature on acetylcholinesterase activity in the Pacific tree frog (*Hyla regilla*). *Environ. Toxicol. Chem.* **24:8**, 2074-2077.

Jemec, A., Drobne, D., Tisler, T., Sepcic, K. (2010). Biochemical biomarkers in environmental studies lessons learnt from enzymes catalase, glutathione S-transferase and cholinesterase in two crustacean species. *Environ. Sci. Pollut. Res.* **17**, 571-581.

Jemec, A., Tisler, T., Erjavec, B., Pintar, A. (2012). Antioxidant responses and whole-organism changes in *Daphnia magna* acutely and chronically exposed to endocrine disruptor bisphenol A. *Ecotox. Environ. Safe.* **86**, 213-218.

Kalkan, E. (2000). Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta* Heckel, 1843'nin bazı biyolojik özellikleri. *XV. Ulusal Biyoloji Kongresi* Ankara Üniversitesi.

Kalkan, E. (2001). Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan *Acanthobrama marmid* Heckel, 1843'in bazı biyolojik özellikleri. *XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu* İskenderun-Hatay.



- Kalkan, E., Yılmaz, M., Erdemli, Ü. (2005). Some biological properties of the *Leuciscus cephalus* (L.,1758) population living in Karakaya Dam Lake in Malatya (Turkey). *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* **29:1**, 49-58.
- Kay, P., Edwards, A.C., Faulger, M. (2009). A review of the efficacy of contemporary agricultural stewardship measures for ameliorating water pollution problems of key concern to the UK water industry. *Agr. Syst.* **99**, 67-75.
- Kaya, M. (2005). Studies on the Rotifera and Cladocera of Turkey. Ghent University. Socrates/Erasmus Report.
- Kaya, M., Altındağ, A. (2007). Zooplankton fauna and seasonal changes of Gelingüllü Dam Lake (Yozgat, Turkey). *Turk. J. Zool.* **31**, 347-351.
- Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M., Oğuzkurt, D. (1997). *Akarsuların çevre kalitesi yönünden değerlendirilmesinde ve izlenmesinde biyotik indeks yöntemi*. Türkiye İç Suları Araştırmaları Dizisi: II.
- Kılınç, K., Kılınç, A. (2002). Oksijen toksisitesinin aracı molekülleri olarak oksijen radikalleri. *Hacettepe Med. J.* **33:2**, 110-118.
- Kim, J., Park, Y., Choi, K. (2009). Phototoxicity and oxidative stress responses in *Daphnia magna* under exposure to sulfathiazole and environmental level ultraviolet B irradiation. *Aquat. Toxicol.* **91**, 87-94.
- Kim, K.T., Klaine, S.J., Cho, J., Kim, S.H., Kim, S.D. (2010). Oxidative stress responses of *Daphnia magna* exposed to TiO<sub>2</sub> nanoparticles according to size fraction. *Sci. Total Environ.* **408**, 2268-2272.
- Klaper, R., Crago, J., Barr J., Arndt D., Setyowati, K., Chen, J. (2009). Toxicity biomarker expression in daphnids exposed to manufactured nanoparticles: Changes in toxicity with functionalization. *Environ. Pollut.* **157**, 1152–1156.
- Kopani, M., Celec, P., Danisovic, L., Michalka, P., Biro, C. (2006). Oxidative stress and electron spin resonance. *Clin. Chim. Acta.* **364**, 61-66.
- Koste, W. (1978a). Rotatoria Die radertiere Mitteleuropas. I. Textband, Gebrüder Borntraegeer, Berlin, 673.
- Koste, W. (1978b). Rotatoria Die radertiere Mitteleuropas. II. Tafelband, Gebrüder Borntraegeer, Berlin, Tafeln, 234.
- Küçük, S. (2007). Büyük Menderes Nehri su kalite ölçümlerinin su ürünleri açısından incelenmesi. *ADÜ Ziraat Fak. Der.* **4:(1-2)**, 7-13.
- Küçükyılmaz, M., Uslu, G., Birici, N., Örnekçi, N.G., Yıldız, N., Şeker, T. (2010). Karakaya Baraj Gölü su kalitesinin incelenmesi. *International Sustainable Water and Wastewater Management Symposium*. 26-28 October, Konya/Turkey.

- Lampert, W., Sommer, U. (1997). *The ecology of lakes and streams*. Oxford University Press, Newyork Oxford, 382 p.
- Lavarias, S., Heras, H., Pedrini, N., Tournier, H., Ansaldo, M. (2011). Antioxidant response and oxidative stress levels in *Macrobrachium borellii* (Crustacea: Palaemonidae) exposed to the water-soluble fraction of petroleum. *Comp. Biochem. Phys.* **153**, 415-421.
- Lilljeborg, W. (1982a). Cladocera sueciae I (Ed: W. Rodhe, D.G. Frey), Almqvist and Wiksell International Sweden, 352.
- Lilljeborg, W. (1982b). Cladocera sueciae II (Ed: W. Rodhe, D.G. Frey), Almqvist and Wiksell International Sweden, 353-664.
- Lilljeborg, W. (1982c). Cladocera sueciae III (Ed: W. Rodhe, D.G. Frey), Almqvist and Wiksell International Sweden, 665-701.
- Livingstone, D.R. (2001). Contaminant-stimulated reactive oxygen species production and oxidative damage in aquatic organisms. *Mar. Pollut. Bull.* **42:8**, 656-666.
- Livingstone, D.R. (2003). Oxidative stress in aquatic organisms in relation to pollution and aquaculture. *Revue. Med. Vet.* **154:6**, 427-430.
- Luck, H. (1963). *Catalase. Methods of Enzymatic Analysis*. 885-888.
- Lushchak, V.I. (2011). Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals. *Aquat. Toxicol.* **101**, 13-30.
- Ma, X.X., Jiang, Y.L., He, Y.H., Bao, R., Chen, Y., Zhou, C.Z. (2009). Structures of yeast glutathione-S-transferase Gtt2 reveal a new catalytic type of GST family. *EMBO reports.* **10: 12**, 1320-1326.
- Mainstone, C.P., Parr, W. (2002). Phosphorus in rivers ecology and management. *Sci. Total Environ.* **282**, 25-47.
- Maritim, A., Sanders, R.A., Watkins, J.B. (2003). Diabetes, oxidative stress, and antioxidants: A review. *J. Biochem. Molecul. Toxicol.* **17:1**, 24-38.
- Meems, N., Steinberg, C.E.W, Wiegand, C. (2004). Direct and interacting toxicological effects on the waterflea (*Daphnia magna*) by natural organic matter, synthetic humic substances and cypermethrin. *Sci. Total Environ.* **319**, 123-136.
- Memişoğulları, R. (2005). Diyabette serbest radikallerin rolü ve antioksidanların etkisi. *Düzce Tıp Fak. Der.* **3**, 30-39.
- Merck, E. (1986). *Die Untersuchung Von Wasser*, 11th Edition, Darmstadt.

Mukherjee, D., Manna, M., Selvaraj, S., Bhattacharya, S., Homechoudhury, S., Chakraborty, A. (2010). Radiation induced effects on viability and antioxidant enzymes of crustaceans from different habitats. *J. Environ. Biology*. **31**, 251-254.

Muysen, B.T.A., Messiaen, M., Janssen, C.R. (2010). Combined cadmium and temperature acclimation in *Daphnia magna*: Physiological and sub-cellular effects. *Ecotox. Environ. Safe*. **73**, 735-742.

Nagalakshmi, N., Prasad, M.N.V. (2001). Response of glutathione cycle enzyme and glutathione metabolism to copper stress in *Scenedesmus bijugatus*. *Plant Sci*. **160**, 291-299.

Najafian, L., Babji, A.S. (2012). A review of fish-derived antioxidant and antimicrobial peptides: Their production, assessment, and applications. *Peptides*. **33**, 178-185.

Nogrady, T., Segers, H. (2002). Rotifera. Backhuys Publishers, Leiden, Vol: 6, 264.

Oğuzkurt, D.G. (2001). *Beyşehir Gölü limnolojisi*. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Oğuzkurt, D., Özhan, D. (2008). Bioindicator benthic macroinvertebrate for assessing water quality: A case study on Karakaya Dam Lake. *Proceedings of Taal. The 12th World Lake Conference*: 2148-2153.

Oost, R., Beyer, J., Vermeulen, N.P.E. (2003). Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: A review. *Environ. Toxicol. Pharmacol*. **13**, 57-149.

Ott, E. Fritz, A. Polle, A. (2002). Characterisation of antioxidative system in the ectomycorrhiza-building, basidiomycetes *Paxillus involutus* (Bartsch) and its reaction to cadmium. *FEMS. Microbiol. Ecol*. **42**, 359-366.

Özçalkap, S. (2007). *Küçükçekmece Gölü zooplankton gruplarının mevsimsel dağılımı*. Yüksek lisans tezi. İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Özhan, D. (2007). *Karakaya Baraj Gölü su kalitesinin zooplankton kompozisyonu ile değerlendirilmesi*. Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Özhan, D., Oğuzkurt, D. (2008). Seasonal succession and distribution of Rotifera in Karakaya Dam Lake in Eastern Turkey. *Proceedings of Taal: The 12th World Lake Conference*: 2154-2156.

Özmen, M., Küçükbay, Z., Güngördü, A., Güler, E. (2002). Karakaya Baraj'ında mevsimsel kirliliğin belirlenmesi ve balıklarda toksik etkilerin saptanması üzerine bir çalışma. 38 p. (Yayınlanmamış rapor).

Özmen, M., Güngördü, A., Küçükbay, Z., Güler, E. (2006). Monitoring the effects of water pollution on *Cyprinus carpio* in Karakaya Dam Lake, Turkey. *Ecotoxicology*. **15:2**, 157-169.

- Perelman, A., Dubinsky, Z., Martinez, R. (2006). Temperature dependence of superoxide dismutase activity in plankton. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **334**, 229-235.
- Peters, L.D., Porte, C., Livingstone, D.R. (2001). Variation of antioxidant enzyme activities of Sprat (*Sprattus sprattus*) larvae and organic contaminant levels in mixed zooplankton from the Southern North Sea. *Mar. Pollut. Bull.* **42:11**, 1087-1095.
- Prakash, P.A., Yogeswaran, U., Chen, S.M. (2009). A review on direct electrochemistry of catalase for electrochemical sensors. *Sensors.* **9**, 1821-1844.
- Printes, L.B., Callaghan, A. (2003). Intraclonal variability in *Daphnia* acetylcholinesterase activity: The implications for its applicability as a biomarker. *Environ. Toxicol. Chem.* **22:9**, 2042-2047.
- Radtke, D.B., Davis, J.V., Wilde, F.D. (2005). *Specific Electrical Conductance*. Version 1.2 (8/2005) U.S. Geological Survey TWRI Book 9.22 p.
- Rathod, V., Balkrishna, P. (2011). Lipid peroxide, glutathione and glutathione-dependent enzyme (GST) in mixed zooplankton from the North-West Coast of India: Implication for the use of environmental monitoring. *Afri. J. Biotechnol.* **10:40**, 7862-7867.
- Rodriguez, R.O., Wiegand, C. (2010). Age related acute effects of microcystin-LR on *Daphnia magna* biotransformation and oxidative stress. *Toxicol.* **56**, 1342-1349.
- Ross, M.J., Curtsinger, J.M., Megard, R.O. (1996). Development of population structure in *Daphnia* clones in a stratified lake. *Heredity.* **77**, 292-302.
- Rump, H.H., Krist, H. (1988). *Laboratory Manual for the Examination of Water*. Waste Water and Soil. VCH. 225 p.
- Sahrawat, K.L., Wani, S.P., Pathak, P., Rego, T.J. (2010). Managing natural resources of water sheds in the semi- arid tropics for improved soil and water quality: A review. *Agir. Water Manage.* **97**, 375-381.
- Saler, S. (2006). Pestisitlerin akuatik omurgasızlar üzerine etkisi. *Sünder Su Ürü. Müh. Der.* **25**, 28-32.
- Sandermann, H. (2004). *Molecular Ectotoxicology of Plants*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 241 p.
- Sarma, S.S.S., Nandini, S., Gulati, R.D. (2005). Life history strategies of Cladocerans: Comparisons of tropical and temperate taxa. *Hydrobiologia.* **542**, 315-333.
- Scourfield, D.J., Harding, J.P. (1966). A key to the British Species of Freshwater Cladocera, Freshwater Biological Association, Third Edition, 47.
- Segers, H. (1995). Rotifera. The Lecanidae (Monogononta). Vol: 2. SPB Academic Publishing. 226.

Seifried, H.E., Anderson, D.E., Fishera, E.I., Milner, J.A. (2007). Reviews: Current topics a review of the interaction among dietary antioxidants and reactive oxygen species. *J. Nutr. Biochem.* **18**, 567-579.

Seo, J.S., Lee, K.W., Rhee, J.S., Hwang, D.S., Lee, Y.M., Park, H.G., Ahn, I.Y., Lee, J.S. (2006). Environmental stressors (salinity, heavy metals, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) modulate expression of glutathione reductase (GR) gene from the intertidal copepod *Tigriopus japonicus*. *Aquat. Toxicol.* **80**, 281-289.

Sharma, R., Yang, Y., Sharma, A., Awasthi, S., Awasthi, Y.C. (2004). Antioxidant role of glutathione S-transferases: Protection against oxidant toxicity and regulation of stress-mediated apoptosis. *Antioxid. Redox. Signal.* **6:2**, 289-300.

Sheehan, D., Meade, G., Foley, V.M., Dowd, C.A. (2001). Structure, function and evolution of glutathione transferases: Implications for classification of non-mammalian members of an ancient enzyme superfamily. *Biochem. J.* **360**, 1-16.

Snel, F.D., Snel, C.T. (1957). Colorimetric Methods of Analysis 3rd Edition, Van Nostrand, Princeton.

Souza, M.S., Modenutti, B.E., Balseiro, E.G. (2007). Antioxidant defences in planktonic crustaceans exposed to different underwater light irradiances in Andean Lakes. *Water Air Soil Pollut.* **183**, 49-57.

Souza, M.S., Balseiro, E.G., Laspoumaderes, C., Modenutti, B.E. (2010). Effect of ultraviolet radiation on acetylcholinesterase activity in freshwater Copepods. *Photochem. Photobiol.* **86**, 367-373.

Sönmez, A.Y., Hisar, O., Karataş, M., Arslan, G., Aras, M.S. (2008). *Sular Bilgisi*. Nobel Yayın No: 1258, 64 s.

Streble, H., Krauter, D. (1988). Das Leben im Wassertropfen Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers ein Bestimmungsbuch. Gesellschaft der Naturfreunde Franckhsche Verlagshandlung, Stutgard, 400.

Şişli N. (1996). *Çevre Bilim, Ekoloji*, Yeni Fersa Matbaacılık Ankara, ISBN 975-94939-0-X. 492.

Tandoğan, B., Ulusu, N.N. (2006). Kinetic mechanism and molecular properties of glutathione reductase. *FABAD J. Pharm. Sci.* **31**, 230-237.

Tang, B., Zhu, L., Zhou, Q. (2011). Joint effects of Penta-BDE and heavy metals on *Daphnia magna* survival its antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation. *Front. Environ. Sci. China.* **5:1**, 99-110.

Tanyolaç, J. (2004). *Limnoloji*. Hatipoğlu Yayınları: 67. Yükseköğretim dizisi: 18, Hatipoğlu Yayınevi. 237.

Taş, B. (2006). Derbent Baraj Gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi. *Ekoloji.* **15:61**, 6-15.

Taş, B. (2011). Investigation of water quality of Lake Gaga (Ordu, Turkey). *Black Sea J. Sci.* **1:3**, 43-61.

Telesh, I.V. (2004) Plankton of the baltic estuarine ecosystems with emphasis on Neva Estuary: a review of present knowledge and research perspectives. *Mar. Pollut. Bull.* **49:3**, 206-219.

Tellioğlu, A., Şen, D. (2002). Hazar Gölü (Elazığ) Rotifer Faunasının Taksonomik Yönden İncelenmesi. *E.Ü. Su Ürü. Der.* **19:1**, 205-207.

Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., Töre, Y. (2006). Hasan Çayı (Erzin-Hatay) su kalitesi özellikleri ve aylık değişimleri. *E.Ü. Su Ürünleri Der.* **23**, 149-154.

Tepe, Y. (2009). Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji.* **18:70**, 38-46.

Thannikcal, V.J., Fanburg, B.L. (2000). Reactive oxygen species in cell signaling. *Am. J. Psychol.* **279:6**, 1005-1028.

Thornton, K.W., Kimmel, B.L., Payne, F.E. (1990). *Reservoir Limnology: Ecological Perspectives*. A Wiley-Interscience Publication John Wiley and Sons, Inc., New York.

Tomasso, J.R. (1994). Toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. *Rev. Fisher Sci.* **2:4**, 291-314.

Turrens, J.F. (2003). Mitochondrial formation of reactive oxygen species. *J. Physiol.* **552**, 335-344.

Uçkun, A.A. (2011). *Karakaya Baraj Gölü'nde kafes balıkçılığının su kalitesi ve bazı balık populasyonlarının biyolojik parametreleri üzerine etkileri*. Doktora tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, S.M. (2008). Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *GÜ. Müh. Mim. Fak. Der.* **23:1**, 119-127.

Ünal, M., Güven, M., Devranoğlu, K., Özaydın, A., Batar, B., Tamçelik, N., Görgün, E.E., Uçar, D., Sarıcı, A. (2007). Glutathione S-transferase M1 and T1 genetic polymorphisms are related to the risk of primary open-angle glaucoma: a study in a Turkish population. *Br. J. Ophthalmol.* **91:4**, 527-530.

Vega, M.P., Pizarro, R.A. (2000). Oxidative stress and defence mechanisms of the freshwater cladoceran *Daphnia longispina* exposed to UV radiation. *J. Photochem. Photobiol. B: Biol.* **54**, 121-125.

Wang, M., Wang, G. (2010). Oxidative damage effects in the copepod *Tigriopus japonicus* Mori experimentally exposed to nickel. *Ecotoxicology.* **19**, 273-284.

Wang, S., Xie, P., Geng H. (2010). The relative importance of physicochemical factors and crustacean zooplankton as determinants of rotifer density and species distribution in lakes adjacent to the Yangtze River, China. *Limnologica*. **40**, 1-7.

Wetzel, R.G., (1983) *Limnology*. Sounders Collage Publishing. NY, 767 p.

Wetzel, R.G., Likens, G.E. (1991). *Limnological Analyses*. Second Edition, Springer Verlag. 391 p.

Whitman, R.L., Nevers, M.B., Goodrich, M.L., Murphy, P.C., Davis, B.M.M. (2004). Characterization of Lake Michigan coastal lakes using zooplankton assemblage. *Ecological Indicators*. **4:4**, 277-286.

Yağcı, M.A. (2008). *İzmit Gölü'nün (Bursa) zooplanktonu üzerine araştırmalar*. Doktora tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

Yağın, K. (2010). Potential use of cholinesterase activity from tropical green mussel, *Perna viridis* as a biomarker in effect-based marine monitoring in Indonesia. *Coast Mar. Sci.* **34:1**, 156-164.

Yıldırım, A. (2006). Karakaya Barajı ve doğal çevre etkileri. *D.Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fak. Der.* **6**, 32-39.

Yıldırım, N.C., Benzer, F., Danabas, D. (2011). Evaluation of environmental pollution at Munzur River of Tunceli applying oxidative stress biomarkers in *Capoeta trutta* (Heckel, 1843). *J. Anim. Plant Sci.* **21:1**, 66-71.

Yıldız, Ş. (2012). Zerne Baraj Gölü (Van / Türkiye) Zooplankton Faunası. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*. **5:1**, 57-59.

Yılmaz, M., (1998). *Karakaya Baraj Gölü'nde bulunan bazı balıkların kan serumu proteinlerinden ve bazı parametrelerden yararlanılarak taksonomik bir araştırma*. Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Yılmaz, H.R., Yüksel, E., Örün, İ. (2002). Karakaya Baraj Gölü'nde farklı istasyonlardan alınan *Cyprinus carpio*'da bazı karaciğer enzimlerinin aktiviteleri üzerine bir çalışma, *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Der.* **14:2**, 233-239.

Yılmaz, H.R., Türköz, Y., Yüksel, E., Örün, İ. (2006). An investigation of antioxidant enzymes activities in liver of *Cyprinus carpio* taken from different stations in the Karakaya Dam Lake. *Int. J. Sci. Technol.* **2:2**, 1-6.

Yılmaz, İ.Ö. (2009). *Kapulukaya Baraj Gölü'nün limnolojisi*. Doktora tezi. Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.

Yiğit, S. (2002). Seasonal fluctuation in the Rotifera fauna of Kesiköprü Dam Lake (Ankara, Turkey). *Turk. J. Zool.* **26**, 341-348.

Yu, J., Yang, G., Tian, J. (2009). Effects of UV-B radiation on ingestion, fecundity, population dynamics and antioxidant enzyme activities of *Schmackeria inopinus* (Copepoda Calanoida). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **381**, 74-81.

Yu, M., Wang, S.H., Luo, Y.R., Han, Y.W., Li, X.Y., Zhang, B.J., Wang, J.J. (2009). Effects of the 1-alkyl-3-methylimidazolium bromide ionic liquids on the antioxidant defense system of *Daphnia magna*. *Ecotox. Environ. Safe.* **72**, 1798-1804.

Zhou, Q., Zhang, J. (2008). Biomonitoring: An appealing tool for assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem. *Anal. Chim. Acta.* **606**, 135-150.

Zwart, L.L., Meerman, J.H.N., Commandeur, J.N.M., Vermeulen, N.P.E. (1999). Biomarkers of free radical damage applications in experimental animals and in humans. *Free Radical Bio. Med.* **26**, 202-226.



## 7. EKLER



*Synchaeta oblonga* (10×10)



*Ascomorpha saltans* (10×10)



*Polyarthra dolichoptera* (10×10)



*Cyclops scutifer* (10×10)

## ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Duygu ÖZHAN TURHAN

Doğum Yeri ve Tarihi: Malatya 1981

E-Posta: duygu.ozhan@inonu.edu.tr

Lisans: İnönü Üniversitesi

Yüksek Lisans: İnönü Üniversitesi

Mesleki Deneyim: Araştırma Görevlisi (İnönü Üniversitesi Biyoloji Bölümü)

### **Uluslararası Hakemli Dergi ve Kongre Kitabında Yayımlanan Makaleler**

Gökçe, D., Özhan Turhan, D., 2013. Evaluation of Vertical and Horizontal Changes in Community Structure of Zooplankton in the Deep Dam Lake. Turkish Journal of Zoology. DOI: 10.3906/zoo-1302-28.

Gökçe, D., Özhan, D., 2011. Limno-Ecological Properties of Deep Reservoir, Karakaya HEPP, Turkey. Gazi University Journal of Science. 24:4, 663-669.

Oğuzkurt, D.G., Özhan, D., 2008. Bioindicator Benthic Macroinvertebrate for Assesing Water Quality: A Case Study on Karakaya Dam Lake, Proceedings of Taal 2008: The 12th World Lake Conference: 2148-2153.

Özhan, D., Oğuzkurt D.G., 2008. Seasonal Succession and Distribution of in Rotifera in Karakaya Dam Lake in Eastern Turkey., Proceedings of Taal 2007: The 12th World Lake Conference: 2154-2156.

### **Ulusal Hakemli Kongre Kitabında Yer Alan Makaleler**

Gökçe, D., Gülbenk, H., Özhan Turhan D., 2011. Tohma Çayı Ağız Bölgesinin (Malatya) Su Kalitesi ve Karakaya Baraj Gölü'ne Etkisi, 9. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi. 6 p.