

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAFA GÖLÜ'NÜN MAKROBENTİK
ORGANİZMALARİ VE BAZI FİZİKOKİMYASAL
DEĞİŞKENLERİ

Damla HEPSÖĞÜTLÜ

Kasım 2012
İZMİR

**BAFA GÖLÜ'NÜN MAKROBENTİK
ORGANİZMALARI VE BAZI FİZİKOKİMYASAL
DEĞİŞKENLERİ**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Deniz Bilimleri ve Teknoloji Enstitüsü, Canlı Deniz Kaynakları Anabilim Dalı

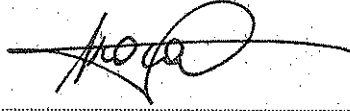
Damla HEPSÖĞÜTLÜ

Kasım 2012

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

DAMLA HEPSÖĞÜTLÜ tarafından PROF. DR. FERAH KOÇAK YILMAZ yönetiminde hazırlanan “BAFA GÖLÜNÜN MAKROBENTİK ORGANİZMALARI VE BAZI FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELERİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



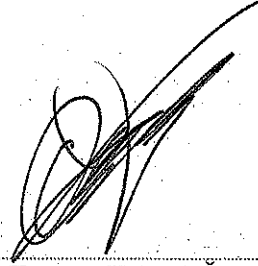
Prof. Dr. Ferah KOÇAK YILMAZ

Danışman



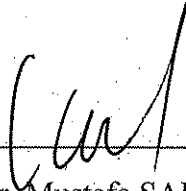
Prof. Dr. Filiz KÜÇÜKSEZGİN

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Tuncer KATAĞAN

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında bana yardım ve katkılarını sunan değerli hocam ve danışmanım Prof. Dr.Ferah KOÇAK YILMAZ'a sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Laboratuvar çalışmaları ve kimyasal analizlerin yapılmasında bana yardımcı olan Prof. Dr. Filiz KÜÇÜKSEZGİN'e, tez materyalinin toplanması ve gruplara ayrımı sırasında yardımcı olan Doç. Dr. Şermin AÇIK ÇINAR ve Gamze KORDACI UZKUÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Gerek laboratuvar gerek ise literatür konusunda bana yardımını esirgemeyen bir diğer değerli hocam olan Uzm. Dr. Sinem ÖNEN'e teşekkür ederim.

Son olarak manevi desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen ve her zaman yanımda olan sevgili aileme içten teşekkürlerimi sunarım.

BAFA GÖLÜ'NÜN MAKROBENTİK ORGANİZMALARİ VE BAZİ FİZİKOKİMYASAL DEĞİŞKENLERİ

ÖZ

Bu çalışma, Bafa Gölü'nden seçilen 10 istasyonda makrobentik omurgasız gruplara ait birey sayıları, biyokütle değerlerindeki değişimler ve istasyonlardaki baskın olan türleri araştırmak için Ağustos-Eylül 2010 tarihleri arasında yürütülmüştür. Çevresel değişkenlerin bentik faunanın dağılımı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla sıcaklık, tuzluluk, elektriksel iletkenlik, pH, çözülmüş oksijen, besin tuzları, klorofil-a, askıda katı madde miktarı ve sedimentin organik karbon içeriği ölçülmüştür. Mevsimsel tuzluluk değişimleri ile karakterize olan gölde, yaz döneminde yapılan tuzluluk ölçümleri 13,1-14,3 psu arasında değişmektedir. Makrobentik organizmaların toplam birey sayısı ile tuzluluk arasında ve organizmaların toplam biyokütlesi ile sıcaklık arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunmuştur. Çalışma döneminde, Bafa Gölü ortalama toplam fosfat değerleri açısından hipertrofik koşulları göstermektedir. Bununla birlikte, ortalama seki disk derinliği göz önüne alındığında ötrofik, ortalama klorofil-a değerleri açısından ise mezotrofik olarak değerlendirilir.

Gölde Anthozoa, Polychaeta, Oligochaeta, Bivalvia, Gastropoda, Crustacea ve Insecta olmak üzere 7 gruba ait bireylere rastlanmıştır. Tüm istasyonlarda, hem birey sayısı hem de biyokütle değerleri açısından Bivalvia ve Chironomidae baskın gruplardır. Birey sayıları ve biyokütle değerleri göz önüne alındığında Chironomidae ve Oligochaeta grupları arasında oldukça yüksek korelasyonlar elde edilmiştir. Gruplar içinde en yüksek baskınlık değerlerine sahip olan Bivalvia grubu sadece *Mytilaster marioni* ile temsil edilmiştir. Bunu Gastropoda grubundan *Ecrobia ventrosa* takip etmiştir. Belirlenen gruplar içinde en düşük baskınlık değeri ise Crustacea ve Anthozoa gruplarına aittir.

Elek analizi sonuçlarına göre, kum yüzdesi oranı gölün doğu kısmına doğru artmıştır. Toplam biyokütle ve bolluk değerleri, sedimentteki organik karbon içeriği ile negatif korelasyon göstermiştir.

Farklı noktalardan sisteme giren kirletici kaynaklardaki artışların tuzluluk değerlerindeki mevsimsel değişimler kadar göl ekosisteminde etkili olduğu düşünölmektedir.

Anahtar kelimeler: Bafa Gölü, makrobentik, fiziko-kimyasal değişkenler, acı su.

MACROBENTIC ORGANISMS AND PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS OF BAFA LAKE

ABSTRACT

The study was carried out to investigate the number of individuals and the changes in biomass values belonging to macro-benthic invertebrate groups and the dominant species within each group at ten selected stations from Bafa Lake between August-September 2010. In order to determine the relationship between the distribution of benthic fauna and environmental variables, temperature, salinity, conductivity, pH, dissolved oxygen, nutrients, chlorophyll-a, total suspended solids and carbon content of the sediment were measured. In the lake which is characterized by seasonal salinity variations, the values ranged between 13,1 and 14,3 psu in the summer period.

A positive correlation was found between the total number of individuals of macro-benthic organisms with salinity and between total biomass with temperature. In the study period, Bafa Lake showed hypertrophic condition in terms of average total phosphate values. However, considering the average chlorophyll-a values, the Lake can be evaluated as mesotrophic and according to the average secchi disk depth, the lake showed eutrophic conditions.

In the lake, the individuals belonging to seven groups such as Anthozoa, Polychaeta, Oligochaeta, Bivalvia, Gastropoda, Crustacea and Insecta were encountered. At all stations, Bivalvia and Chironomidae were dominant groups either number of individuals or biomass. Considering the value of biomass and number of individuals, high correlations were obtained between Chironomidae and Oligochaeta groups. Bivalvia which had the highest dominance in the groups was only contributed by *Mytilaster marioni*. This group was followed by *Ecrobia ventrosa* (Gastropoda). Crustacea and Anthozoa had the lowest dominance in the determined groups.

According to the results of grain-size analysis, the sand ratio increased through the eastern part of the lake. The total biomass and abundance values showed a negative correlation with the organic carbon content of the sediments.

It is concluded that the increase in pollution sources that flow into the system from different points have an impact on the lake ecosystem as well as the seasonal changes in salinity values.

Key words: Bafa Lake, macro-benthic, physicochemical variables, brackish water.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	vi
BÖLÜM BİR GİRİŞ	1
1.1 Genel Bakış	1
1.2 Önceki Çalışmalar	6
BÖLÜM İKİ ARAÇ VE YÖNTEMLER.....	8
2.1 Bafa Gölü'nün genel özellikleri	8
2.2 Çalışma Alanı.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
2.3 Fiziko-kimyasal değişkenlerin araştırılması	13
2.4 Makrobentik Canlıların Araştırılması	14
2.5 İstatistiksel Analizler.....	14
BÖLÜM ÜÇ BULGULAR	16
3.1 Fiziko-kimyasal Bulgular	16
3.2 Faunal Bulgular	23
BÖLÜM DÖRT TARTIŞMA	45
KAYNAKLAR	61

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Genel Bakış

Türkiye’de buldukları bölgenin iklim, jeolojik ve jeomorfolojik yapısına bağlı olarak hem büyüklük hem de ekolojik bakımdan farklılık gösteren 120 doğal göl ve 591 baraj gölü vardır. Bu göllerin yüzölçümü 9243 kilometre karedir ve ülke yüzölçümünün %12’sini oluşturmaktadır. 8333 km’lik kıyı şeridi, irili ufaklı pek çok nehir ve delta alanları ile ülkemiz sulak alanlar bakımından önemli, bazı uluslararası sözleşmelerle koruma altına alınmış bölgeleri içermektedir. Nehirlerin taşıdığı alüvyonlar nedeniyle özellikle Ege kıyılarında yüzyıllardır devam eden sediment birikimi sonucunda antik çağda liman şehri olan bazı kentler (Efes, Patara gibi) bugün, kıyıdan oldukça uzakta kalmışlardır (Akarsu, 1997). Bu şekilde oluşmuş Herakleia Antik kenti, Helenistik çağdan sonra Roma ve Bizans İmparatorluğu, Menteşeoğulları ve Osmanlı İmparatorluğu sınırları içinde kalmıştır. Günümüzde ise Bafa Gölü kıyısında, Kapıkırı Köyü içinde yer almaktadır. Türkiye’nin batısında (Ege Denizi) yer alan ve en büyük kıyısız göllerden biri olan Bafa, Latimian (Latmos) Körfezi olarak isimlendirilen koyun neredeyse tümünün, Büyük Menderes Nehri tarafından getirilen alüvyonlarla dolması sonucu oluşmuş bir set gölüdür. Bu olay sonucu MS 1500 yıllarında koy açık denizle olan bağlantısını kaybetmiş ve Bafa Gölü oluşmuştur. Gölde, Helenistik çağa (MÖ 323) kadar denizel koşullar hakim olmuştur (Müllenhoff, Handl, Knipping ve Brückner, 2004). Denizel fazdan günümüze kadar Bafa, sediment yakalayıcı gibi davranmıştır. Aşınım materyali, Beşparmak ve İlbir Dağları çevresinde oluşan erozyon nedeniyle gölün doğu ve güney doğusunda depolanmıştır. Bafa Gölü’nün doğu kıyısında Beşparmak Dağlarından gelen nehir akıntılarının oluşturduğu küçük alüvyonal sahalar da mevcuttur. Gölün batı tarafında ise Büyük Menderes nehrinin taşıdığı materyal, Bafa Göl’ünü Ege Denizi’nden ayıran geniş bir delta oluşturmuştur. Bu malzeme, gölün batı ve orta kısımlarında, Beşparmak Dağlarından nehirler vasıtası ile gelen malzeme ise gölün doğu kıyılarında depolanmıştır (Knipping, Müllenhoff ve Brückner, 2008). Sedimentasyon hızı, önceki ve sonraki dönemlerle karşılaştırıldığında geç Helenistik

ve Roma döneminde 6 kat daha fazladır (135cm/100yıl). Bu aşırı sediment birikimi özellikle Roma döneminde karaların aşırı kullanımı ve kıyusal bölgedeki ormanların yok olması sonucu oluşan erozyon nedeniyle açıklanmıştır (Müllenhoff ve ark., 2004).



Şekil 1.1: Büyük Menderes nehir deltasının dönemsel ilerleyişi (TUBİTAK, 110Y002)

Nehrin getirdiği silt malzeme nedeniyle Latmos Körfezi'nin açık denizle bağlantısı son 500 yılda tümüyle kesilmiştir (Brückner, Müllenhoff, Gehrels, Herda, Knipping ve Vött, 2006). Gölde, MÖ birinci ve ikinci yüzyıllar ekolojik değişimin en erken tarihidir. Oksijence zengin deniz suları azalırken Menderes Nehri nedeniyle tatlı su girdisi artmıştır. Termohalin tabakalaşma meydana gelmesi sonucu dip zonunda anoksik koşullar oluşmuştur. Sedimentasyon birikimi nedeniyle organik madde miktarında artış meydana gelmiş ve bunu takiben besin tuzlarında da artış olmuştur. Biyolojik aktivite nedeniyle dip kısımda oksijen tümüyle tükenmiştir. Bu dönemde fauna neredeyse yok olmuş, biyotürbasyon aktiviteleri zayıflamıştır (Knipping ve ark., 2008).

Sulak alanlar biyoçeşitlilik açısından dünya çapında önemli bileşenleri içerirler. İklimsel değişimler ve insan aktivitesi nedeniyle tehdit altında olan Bafa Gölü Doğal Parkı, 8 Temmuz 1994 yılında ulusal anlamda koruma altına alınmıştır. Göl, aynı zamanda uluslararası RAMSAR sözleşmesine göre Türkiye’de koruma altında olan sulak alanlar kapsamında da değerlendirilmiştir (Yarar ve Magnin, 1997, Gürer ve Yıldız, 2008). Bu bölgede yaşayan çok sayıda tür Bern anlaşmasıyla koruma altındadır. Göl ve çevresi zengin biyolojik çeşitliliği nedeniyle koruma altında olmasına rağmen, çevre kalitesinde hızlı bir şekilde artan olumsuzluklar gözlenmektedir. Göldeki kirleticiler endüstriyel ve evsel kaynaklıdır (Esbah, Kara, Deniz ve Kesgin, 2008). Kirlilik, kanunsuz avcılık ve tarımsal amaçlı aşırı su kullanımı nedeniyle, kaynak kullanımı sürdürülemez bir hal almıştır. Söke Ovası’ndan gelen tarımsal kaynaklı kirleticiler ve gübreler balık ile kuş popülasyonları için bir tehdit oluşturmaktadır (Koç, 2008). Tüm dünyada sadece 2000 türü bulunan Dalmaçyalı pelikanın (*Pelecanus crispus*) en büyük üçüncü kolonisi bu bölgede bulunur ve beslenmek için Bafa Gölü’nden faydalanır. Bu türün yumurtasındaki kabuk kalınlığının pestisitler nedeniyle azaldığı ve bu durumun yumurtadan çıkma başarısını etkilediği belirlenmiştir (Crivelli, Nazirides ve Jerrentrup, 1996).

Bafa Gölü çevresinde bulunan 325 bitki türünden 16 tanesi endemiktir. Bafa Gölü sucul bitkiler açısından çok önemlidir. Göl suyunun fazla tuzlu olmaması, sıg olması ve civarda su kaynaklarının bulunması, su kuşlarını buraya çekmektedir. Göl, kış aylarında yüz binlerce ördek ve su kuşu türü tarafından beslenme ve barınma yeri olarak kullanılır. Hem kışlama hem de göç yolları üzerinde bulunması nedeniyle büyük önem taşır (Esbah, Deniz ve Kara, 2010) ve burada 260 su kuşu türü tespit edilmiştir (Anonim, 2008). Uluslararası önemli kuş alanları listesinde yer alan göl ve çevresinde, dünyada nesli tehlike altında olan Akkuyruklu Kartal (*Haliaeetus albicilla*) ve Küçük Kerkenez (*Falco naumanni*) türleri yaşar. Ayrıca yörenin ikliminin yumuşaklığı nedeniyle yeni kuşlar için barınak yeri olan Sarıçay vadisi ve Menderes Nehri Deltası’nın Bafa’ya yakınlığı buradaki yaban hayatını da zenginleştirmektedir.

Göldeki bazı balık türleri yok olma noktasına gelmiş veya ortamdan tümüyle kaybolmuşlardır (Sarı ve Bilecenoğlu 2002; Sarı, Balık, Bilecenoğlu ve Türe, 1999). Ancak, kefal balığı (*Mugil cephalus*) ve yılan balığı (*Anguilla anguilla*) gibi mevcut türler zengin populasyonlar meydana getirmişlerdir. Gölde köylülerce kurulmuş olan Su Ürünleri Üretim Kooperatifi ile yaygın şekilde balıkçılık yapılmaktadır (Anonim, 1989). Ancak, son yıllarda artan çevre kirliliği, plansız kaynak kullanımı ve yapılaşma sonucunda bu zengin ekosistem geri dönüşü olmayan bozulmalara sahne olmaktadır. Tarımsal gelişmeler ve aşırı kaynak kullanımı göldeki balık üretimini etkilemiştir. 1987 yılında, yıllık balık üretimi 328 ton iken; 1991 yılında bu üretim 14 tona kadar düşmüştür. Ayrıca zamanla *Cyprinus carpio* gibi stenohalin türler ortadan kalkmış ve Kuzey Akdenizde endemik bir tür olan *Acanthobrama mirabilis ladiges* ise yok olma tehlikesiyle karşı karşıya gelmiştir (Sarı ve ark., 1999). Bazı türlerin ise (*Chondrostoma nasus*, *Barbus pectoralis*, *Proterorhinus marmoratus* ve *Silurus glanis*) son 20 yıl içinde ortamdan tümüyle yok olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Sarı ve ark.,1999).

Doğal ya da yapay değişiklikler nedeniyle göle giren tatlı su miktarı ve kalitesindeki değişimler sadece hidrolojik rejim üzerinde değil aynı zamanda göldeki ekolojik denge açısından da büyük önem taşır. Bafa Gölü hem doğal hem de insan etkisi ile oluşturulmuş bir baskı altındadır. Silt birikimi, tuzluluk değişimleri, alg artışı, azalan balık üretimi, özellikle yaz aylarında oluşan koku problemi ve larval evrelerini gölde geçirdikten sonra yine bu dönemlerde yoğun ergin bireyler nedeniyle bölge sakinlerine ve turistlere rahatsızlık veren Chironomidae türleri bunlardan bazıları olarak sayılabilir. Göl ekosisteminde yaşayan bentik omurgasızlar, gölde besin maddesi ve enerji çevriminin, yani besin zincirinin fitoplanktonik ve zooplanktonik organizmalardan sonraki üçüncü halkasını oluşturmaktadır. Bu halkaları oluşturan organizma grupları arasında da karşılıklı ilişkiler ve etkileşimler bulunmaktadır. Fitoplanktonik ve zooplanktonik organizmalar gibi, bentik organizmalar da göllerde besin maddesi çevriminde önemli rolü olan ve bir gölün biyolojik verimliliğini tayin eden, özellikle balıkların besinlerini teşkil eden önemli organizmalardır. Bentik omurgasız canlıların tür kompozisyonu, birey sayısı, biyokütle değerleri ve bu değerlerin istasyonlara ve mevsimlere bağlı olarak

değişimi, bu biyolojik değişkenlerin çevresel değişkenlerle olan ilişkisi göllerin genel ekolojik yapısını, su kalitesini ve kirliliğini ifade etmekte kullanılmaktadır (Dügel ve Kazancı, 2004). Bu bakımdan göl balıkçılığında ayrı bir yeri ve önemi olan bentik omurgasız canlıların balıkçılık ve limnolojik araştırmalarda sık sık ele alındıkları görülmektedir (Sarı, Balık, Özbek ve Aygen, 2001; Ponti, Colangelo ve Cecchereli, 2007). Bafa gibi aşırı üretken olan ortamlar, iklim ve insan aktivitesi ile meydana gelen değişimlere oldukça hassastırlar (Pearson ve Rosenberg, 1978; Dügel ve Kazancı, 2004). Fiziko-kimyasal değişkenlerden, özellikle de tuzluluk değerlerinde meydana gelen farklılıklar makrobentik tür kompozisyonunda, bolluğunda ve biyokütlesinde önemli değişimlere neden olmaktadır (Kazancı, Dugel ve Girgin, 2008).

Türkiye göllerine ait bentik omurgasız faunası ile ilgili olarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Geldiay, 1949; Numan, 1958; Şahin ve Baysal, 1972; Geldiay ve Tareen, 1972; Tanyolaç ve Karabatak, 1974; Kırgız ve Soylu, 1975; Ustaoglu, 1980; Şahin, 1987; Kırgız, 1988; Şen ve Özdemir, 1990; Çetinkaya, 1991; Özdemir ve Şen, 1991; Sözen, 1993; Ahiska, 1994). Bölgede yabancı araştırmacılar tarafından kor örnekleri alınarak sedimantolojik, petrolojik ve jeokimyasal yöntemler kullanılarak sediment özellikleri araştırılmıştır. Kor örneklerinde mikro ve makrofaunal analiz yapılarak birikimin hangi koşullarda olduğu ve nereden kaynaklandığı (denizel, tatlı su, karasal, acı su kaynaklı) araştırılmıştır. Radyokarbon yöntemi kullanılarak kor örneklerindeki tabakalaşmanın kronolojik boyutu araştırılmıştır (Müllenhoff ve ark., 2004; Knipping ve ark., 2008).

Yapılan bu çalışmada Bafa Gölü'ndeki makrobentik grupların tespit edilmesi, bu gruplara etki eden fiziko-kimyasal değişkenlerin belirlenmesi ve istasyonlardaki baskın ve olası indikatör makrobentik türlerin saptanması amaçlanmıştır.

1.2 Önceki Çalışmalar

Bafa Gölünde yapılan çalışmaların çoğu balık biyolojisi, fauna ve flora ile ilgilidir (Turgutcan 1957, Geldiay ve ark. 1977, Balık ve Ustaoglu 1988, Kasparek 1988, Sarı ve ark. 1999).

Bafa Gölü'nde balıkçılık aktiviteleri ile ilgili ilk çalışmalar Turgutcan (1957) ve Artüz (1958) tarafından yapılmıştır. Bafa Gölü'nün hidrografik özellikleri hakkında da Turgutcan (1957)'de bilgi verilmiş ve buradan avlanan balıkların 3 yıllık istatistikî verilerinden bahsedilmiştir. Artüz ise balıkçılık araştırmalarının yanı sıra avcılık durumuna ve diğer ekonomik balıklarla birlikte kefal balığının da kısmen biyoekolojisine değinmiştir. Geldiay ve ark. (1977), Bafa Gölü'nde daha önceden 6 tanesi kayıtlı olmayan 9 Crustacea türünü rapor etmişlerdir.

Sarı (1988), Bafa Gölü'nde ekonomik açıdan önemli olan ve en kalabalık popülasyonu oluşturan Ceran Balığı (*Liza ramada risso*)'nın biyolojisinin incelendiği çalışmada yakalanan 360 adet balık örneği üzerinde yaş-eşey kompozisyonu, yaş-boy ilişkisi, yaş-ağırlık ilişkisi, boy-ağırlık ilişkisi, kondüsyon faktörü, üreme periyodu, yumurta verimi, yumurta çapı, yumurta sayısı ve popülasyonun verimlilik durumu gibi biyolojik özelliklere değinmiştir. Sarı ve ark. (1999), Bafa Gölü'ndeki balık faunasında meydana gelen değişimleri incelemişler, son on yıl içinde artan tuzluluktan dolayı; stenohalin tatlısu türlerinin (*Acanthobrama mirabilis*, *Chondrostoma nasus*, *Barbus pectoralis*, *Proterorhinus marmoratus* and *Silurus glanis*) nesillerinin tükendiğini ve ortamdaki yok olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma ile Bafa Gölü'nde bulunan balık türlerine denizel kökenli olan iki yeni tür (*Gobius niger* ve *Syngnathus abaster*) ilave edilmiştir. Yabancı ve ark. (2011); Bafa Gölü'nde 2006 yılı Ekim ayında toplu balık ölümleri görülmesi üzerine bölgeden su ve balık örnekleri alarak çalışma yapmışlardır. Alınan su örnekleri fizikokimyasal, toksikolojik ve mikrobiyolojik yönlerden, balık örnekleri ise toksikolojik yönden incelenmiştir.

Akarsu (2000), Bafa Gölü ve çevresinin koruma-kullanım alanlarını irdelemiştir. Sarı ve ark. (2001), Bafa Gölü'nün makro ve meiobentik omurgasız faunası üzerinde çalışmışlardır. Ocak-Aralık 1997 tarihleri arasında gölde belirlenen 15 istasyonda yapılan mevsimsel çalışma sonunda 17 takson tespit edilmiştir. Bunların bazıları Türkiye ve Bafa Gölü için yeni kayıt niteliğindedir. Öztürk, Poutiers, Sarı ve Özbek, (2002). Bafa Gölü'nde son zamanlarda *Mytilaster marioni*'nin yoğun bir populasyon oluşturması üzerine bu türün ekolojik ve taksonomik özelliklerini incelemiştir. Müllenhoff ve ark. (2004); Bafa Gölünün oluşumu ve değişimi hakkında yaptıkları çalışmada göl tabanından alınan kor örnekleri incelenmiştir. Demir (2007), Bafa Gölü'nün fitoplankton komünitesindeki değişimi incelemiş ve çalışmada Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Chrysophyceae, ve Dinophyceae'ye ait 45 tür tanımlanmıştır. Kiremit (2007), Bafa Gölü'ndeki Bryophyta'ya ait türler üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Knipping ve ark. (2008); Bafa Gölü ve çevresi üzerinde insan etkisinin hangi dönemde daha yoğun olduğunu jeolojik ve sedimentolojik çalışmalarla belirlemiştir. Koç (2008)' de yaptığı çalışmada, DSİ tarafından gölün batısında kurulan lastik regülatörün çalışma prensibini ve göle yaptığı etkileri açıklamıştır. Kazancı ve ark. (2008) tarafından Bafa Gölü'nün bazı fiziko-kimyasal değişkenleri izlenmiş ve gölde giderek artan tuzluluğa dikkat çekilmiştir. Esbah ve ark., (2010) göl ve çevresinin peyzajı üzerine çalışma yapmışlardır. Erdoğan (2011) tarafından Bafa Gölü 'nde seçilen dört istasyonda bazı fiziko-kimyasal değişkenlerle ağır metal değerleri belirlenmiştir.

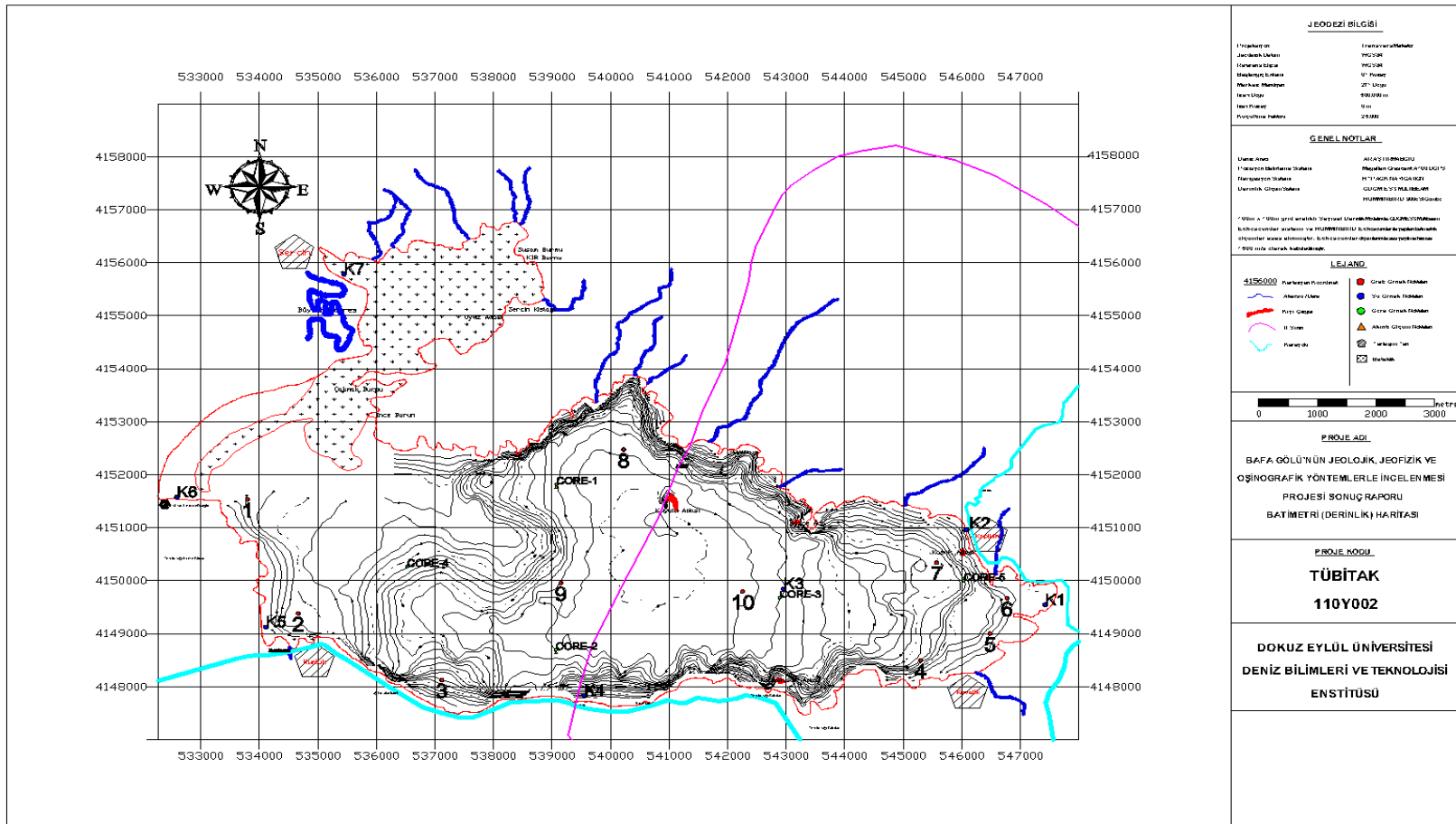
BÖLÜM İKİ

ARAÇ VE YÖNTEMLER

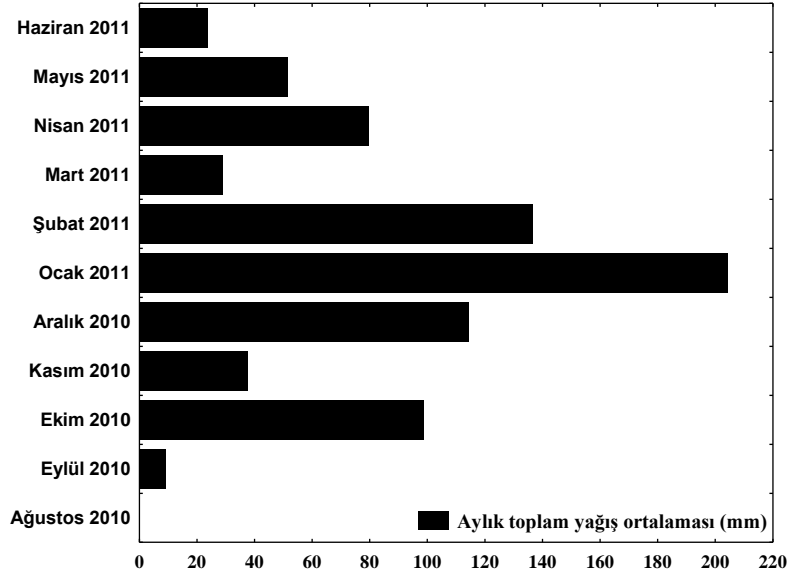
2.1 Bafa Gölü'nün genel özellikleri

Toplam uzunluğu 584 km olan Büyük Menderes Nehri, Afyon'un Dinar ilçesinden doğan batı Anadolu'nun en büyük nehridir. Büyük Menderes Havzası'nın aşağı kısmında yer alan ve tekdüze olmayan topografik bir yapıya sahip olan Bafa Gölü ise Türkiye'nin batısında yer almaktadır. 6708 hektarlık bir alana sahip Bafa Gölü'nün hacmi $692,42 \text{ hm}^3$ tür ve 315 km^2 lik çökelim alanına sahiptir. Temmuz 1994 yılından itibaren göl ve çevresi doğal park kapsamına alınmıştır. Serçin olarak adlandırılan kısım gölün kuzey doğusunda yer alır ve gölün 673 ha 'lık kısmını oluşturmaktadır. Serçin ve Bafa Gölü arasındaki bağlantı sular çekildiğinde ortaya çıkan kara parçası ile kesilmektedir (Koç, 2008). Gölün en derin yeri orta kesimde olup, 20 m civarındadır (Şekil 2.1). Batı kesimi, gölün deniz ile bağlantısını kesen Büyük Menderes Nehri'nin oluşturduğu alüvyonal saha etkisiyle sığlaşmıştır. Doğuda yer alan kısımlarda gölün yükselme etkisi ile kıyı çizgisinin değiştiği anlaşılmaktadır. Kuzeyde ise Beşparmak Dağları gnayslarının kıyıya dik inmesi sonucu derinlikte hızlı bir değişim görülürken gölün güney kesiminde kıyıdan açığa doğru düzgün bir eğimle, değişim görülmektedir (Tubitak, 110Y002).

2010 yılında bölgeye düşen yağış miktarı incelendiğinde (Muğla İli) bölgenin en fazla yağışı Ocak 2011 tarihinde aldığı ($204,4 \text{ mm}$), Ağustos 2010 tarihinde ise bu değer $0,0 \text{ mm}$ olduğu belirlenmiştir (Şekil 2.2). Göle düşen toplam yıllık yağış miktarı ortalaması $830,68 \text{ mm}$ dir. Göldeki toplam buharlaşma ise $819,3 \text{ mm}$ olarak verilmiştir. Göle nehirler vasıtasıyla ulaşan miktar ortalama $78,11 \text{ hm}^3$ tür (Anonim, 1965-2000). Gölün bazı bölgelerinde ise tuzlu su kaynakları bulunmaktadır (Koç, 2008).



Şekil 2.1: Gölün batimetrik haritası (Tubitak 110Y002 nolu proje raporundan alınmıştır)



Şekil 2.2: Muğla İline düşen aylık yağış miktarı

Gölün batısında Devlet Su İşleri'nin (DSİ) açmış olduğu tahliye ve besleme kanalları göl seviyesinde değişim meydana getirmektedir. DSİ tarafından yapılan ve su seviyesini kontrol eden lastik regülatörün saat yönünde bir sirkülasyon yarattığı belirtilmiştir (Erdoğan, 2011). Gölün doğu kesimini batıdan ayıran sığlık sirkülasyonu engellemektedir. Su kalitesindeki değişimlerde önemli bir diğer etki regülatörlerden kaynaklanmaktadır. Büyük Menderes girişi üzerindeki regülatör ile göle tatlı su girişi sağlanmaktadır. Bu şekilde göl seviyesi belli bir yükseklikte tutulurken gölün tuzluluğunun azaltılması ve sel baskınlarının önlenmesi amaçlanmıştır. Benzer bir şekilde göl ve deniz arasındaki dengenin korunması için çıkış regülatörü devrededir. Buradan göle giren su, acı su özelliğindedir. Mevsimsel farklılıklar yanında regülatörlerin devreye girmesi ile göl suyunda özellikle tuzluluk değerlerinde oluşan değişim, göldeki canlıları olumsuz yönde etkilemektedir.

Tablo 2.1: İstasyonlara ait özellikler ve elek analizi sonuçları

İSTASYONLAR	KOORDİNATLAR	DERİNLİK(m)	KUM(%)	SİLT(%)	KİL(%)	ZEMİN SINIFI
1	37 30' 33.55" N 27 22' 54.74" E	3,5	8	79	13	Killi Silt
2	37 29' 31.86" N 27 23' 40.87" E	4,0	25	59	16	Kumlu Silt
3	37 28' 48.38" N 27 25' 11.95" E	8,0	3	84	13	Silt
4	37 29' 01.07" N 27 30' 46.25" E	3,0	93	7	0	Kum
5	37 29' 09.45" N 27 31' 34.02" E	2,5	94	6	0	Kum
6	37 29' 31.58" N 27 31' 47.94" E	2,0	34	58	8	Kumlu Silt
7	37 29' 53.97" N 27 30' 43.46" E	10,0	85	15	0	Kum
8	37 30' 57.31" N 27 27' 19.62" E	14,0	8	78	14	Killi Silt
9	37 29' 45.05" N 27 26' 31.23" E	15,0	6	76	18	Killi Silt
10	37 29' 29.84" N 27 28' 31.59" E	12,0	12	74	14	Killi Silt

Sedimentte yapılan tane boyu analizi sonuçlarına göre, gölün genelinde kum yüzdesi değerleri düşüktür ve en yüksek değerler gölün güneydoğu kesiminde bulunmuştur. Gölde doğuya doğru ilerledikçe kum yüzdesinde belirgin bir artış görülmektedir. Özellikle gölün güneydoğu ucunda kum yüzdesi maksimum değerlere ulaşmaktadır. Göldeki silt yüzdesi gölün güneydoğu kesiminde sahil kumları içerisinde daha düşük oranda bulunurken, gölün orta kısmı bir silt depolama merkezi görünümünü vermektedir.

Gölde, üç noktada yapılan akıntı ölçümleri sonuçlarına göre bu bölgedeki akıntıların oldukça zayıf ve akıntı hızının ortalama 4-5 cm/s olduğu belirlenmiştir. Seçilen üç istasyondaki akıntıların yönleri incelendiğinde, Bafa Gölü'nde çok zayıf bir siklonik döngünün varlığı tespit edilmiştir. Ortalama 5 cm/s hızla sahip olan bu döngü, rüzgar şiddeti ve yönü ile değişimler gösterebilmektedir (Tubitak, 100Y002).

2.2 Çalışma Alanı

Bafa Gölü'ndeki örnekleme istasyonları gölü temsil edecek şekilde farklı etkilere maruz kalmış bölgelerden seçilmiştir (Şekil 2.3). İstasyonlara ait koordinatlar ve derinlikleri Tablo 1 de verilmiştir. Gölün kuzey doğusunda yer alan 7 nolu istasyon yerleşim yeri olan Kapıkırı bölgesine yakındır. Göle ulaşan akarsular genelde gölün kuzey bölgesinde yer almaktadır. Gölün batı, güney ve güney-batı kıyısında ise zeytinyağı fabrikaları bulunmaktadır. Bu bölgeden seçilen 2 ve 3 nolu istasyonlar kıyıya yakın konumda yer alırlar. Gölün güney-batısında bulunan balık üretim çiftliği 1 nolu istasyona yakındır. Serçin'den göle giren tatlı su karakterindeki Büyük Menderes suyu ve balık çiftliğinin bulunduğu bölgede deniz ile bağlantıyı sağlayan kanaldan göle giren acı su, göl suyunun tuzluluğunda ve canlı hayatında önemli bir etkiye sahiptir.



Şekil 2.3: Çalışma alanı ve örnekleme istasyonları

2.3 Fiziko-kimyasal değişkenlerin araştırılması

Farklı derinlik ve bölgelerden gölü temsil edecek şekilde seçilmiş 10 adet örnekleme istasyonunda su kolonunda yapılacak çalışmalar için Nansen şişesi kullanılarak hem yüzey hem de dipten örnek alınmıştır. Derinliğin üç buçuk metreden az olduğu 1, 5 ve 6 nolu istasyonlarda sadece dip suyu örneklenmiştir. Besin tuzlarını ($\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, orto $\text{PO}_4\text{-P}$, TPO_4 ve SiO_4) belirlemek amacıyla otoanalizör ve spektrofotometre kullanılmıştır. Bu değişkenlerin ölçümlerinde standart deniz suyu analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır (Strickland ve Parsons, 1972; Grasshoff, Ehrhardt ve Kremling, 1983). Örnek şişeleri, su örneği ile iki defa çalkalandıktan sonra örnek alınmış ve analize kadar dondurularak saklanmıştır. Besin tuzu analizleri bir hafta içinde otoanalizör ve spektrofotometre kullanılarak, Strickland ve Parsons (1972) ve Grasshoff ve ark. (1983) tarafından tanımlanan kolorimetrik metoda göre gerçekleştirilmiştir. Klorofil-a analizi için yüzey ve dipten alınan su örnekleri büyük partikülleri uzaklaştırmak için $210\ \mu\text{m}$ göz açıklığına sahip ağdan geçirildikten sonra GF/F filtreden süzölmüştür. Elde edilen klorofil-a örneği %90 lık aseton çözeltisinde çözüldükten sonra spektrofotometrik ile ölçülmüştür (Strickland ve Parsons, 1972). Besin elementlerinin kalite kontrolü QUASIMEME (Plymouth Marine Laboratory, Round 22) den alınan referans madde

ile yapılmıştır. Sıcaklık, tuzluluk, elektriksel iletkenlik ve pH değerleri WTW kullanılarak yerinde ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen değerlerinin belirlenmesinde Winkler metodu kullanılmıştır. Toplam askıda katı madde (TSS) ölçümleri APHA-AWWA-WPCF (1980)'e göre belirlenmiştir. Sediment örnekleri Van Veen grab yardımıyla alınmış ve sedimentteki organik karbon miktarı (Org C) spektrofotometrik olarak sulfokromik oksidasyon yöntemi kullanılarak saptanmıştır (Hach, 1988).

2.4 Makrobentik Canlıların Araştırılması

Örnekler gölün farklı derinliklerinden seçilen her bir istasyondan 28 Ağustos-2 Eylül tarihleri arasında Van–Veen grab (20×20×10 cm) kullanılarak üç tekrarlı olarak alınmış ve örneklerin saklanmasında %4'lük formaldehit solüsyon kullanılmıştır. Alınan çamur örnekleri etiketlerin bulunduğu poşetlere konularak incelenmek üzere laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarda farklı göz açıklıklarına sahip (0.5 mm ve 1 mm) eleklerden geçirilerek bol su ile yıkanmış ve eleklerde kalan organizmalar stereo mikroskop (Olympus SZX16) kullanılarak gruplara ayrılmıştır. Her bir grup, içinde tanımlayıcı bilgilerin olduğu (örneğin alındığı istasyon ve tarih; replikat numarası, örneği alan kişi) ve % 70 alkol içeren kavanozlarda saklanmıştır. Gruplara ait birey sayıları (birey sayısı/m²), biyokütle değerleri (gr/m²), istasyonlarda baskın olan gruplar ve bu gruplarda yer alan indikatör türler belirlenmeye çalışılmıştır.

2.5 İstatistiksel Analizler

Çalışma sonucunda istasyonlarda bulunan omurgasız grupların ortalama bolluk ve biyokütle değerleri ve bunlarla ilişkili % baskınlıkları hesaplanmıştır. Bulunan grupların ortalama bolluk değerleri ile fiziko-kimyasal değişkenler ve fiziko-kimyasal değişkenlerin birbirleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla Spearman Sıra Korelasyon analizi yapılmıştır. Grupların bolluk değerleri ile istasyonlar arasında önemli bir fark olup olmadığı varyans analizi kullanılarak test edilmiştir. Cochran C testi uygulanarak homojen dağılmadığı belirlenen birey sayısı verilerine

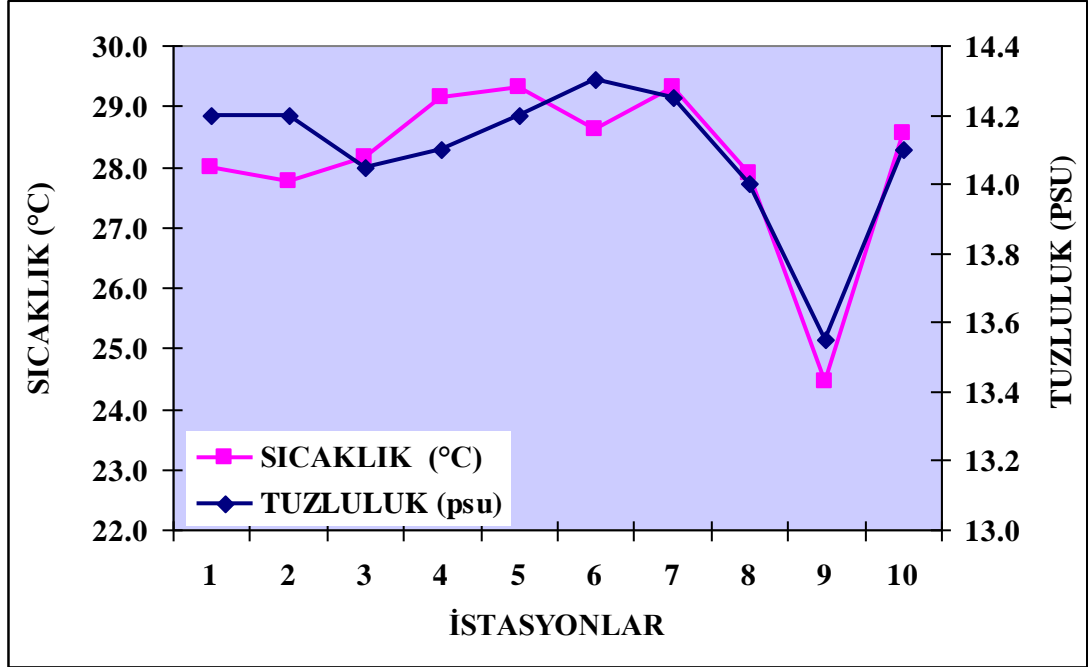
log10 transformasyonu uygulanmıştır. Analizler, STATISTICA for Windows, Release 5.0, Copyright StatSoft, Inc. 1995 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

İstasyonlar arasındaki benzerlikleri gösteren dendogramlar grupların birey sayıları göz önüne alınarak ve kümeleme yöntemi (Hierarchical Cluster Analysis Method) kullanılarak Primer 6.0 paket programı yardımıyla çizilmiş ve benzerlik ölçeğinde yüzde olarak ifade edilmiştir. Elde edilen veri seti analizden önce log 10 'a göre transformasyonu yapılmıştır.

BÖLÜM ÜÇ BULGULAR

3.1 Fiziko-kimyasal Bulgular

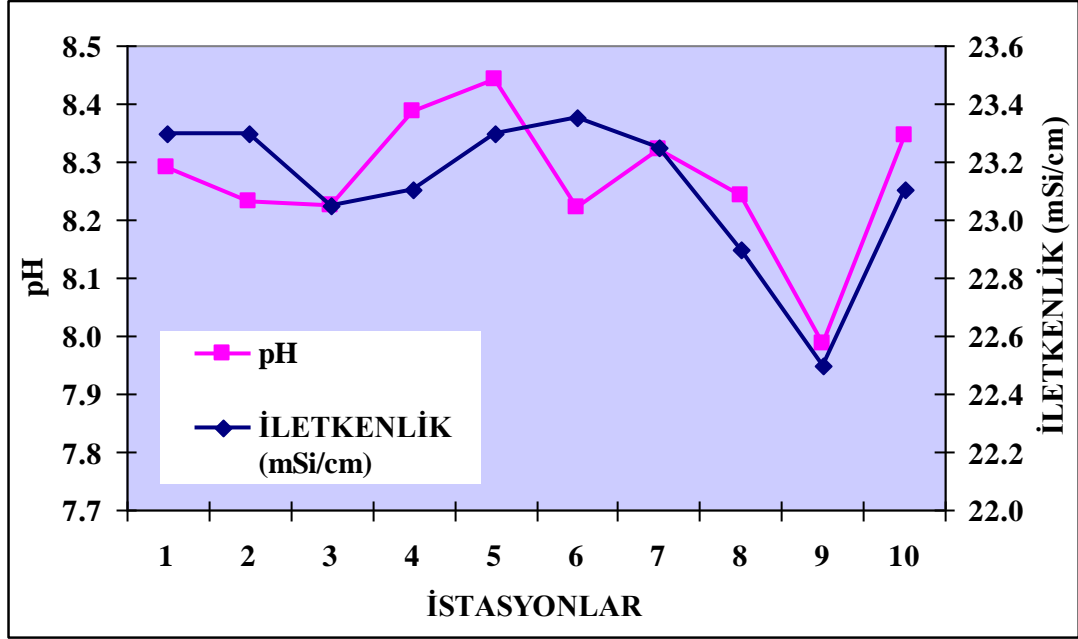
Tüm istasyonlarda en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri 20,4 ve 29,6 °C olarak belirlenmiştir. En yüksek değer, 7 numaralı istasyonun yüzey suyunda, en düşük değer, ise 9 numaralı istasyonun dip suyunda ölçülmüştür. Bu istasyonda, dip suyunda en düşük tuzluluk değeri 13,1 psu ölçülürken, en yüksek tuzluluk değeri ise 6 ve 7 nolu istasyonlarda 14,3 psu olarak belirlenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: İstasyonlarda belirlenen ortalama sıcaklık ve tuzluluk değerleri

Atmosferle sürekli temas, karışım, sıcaklık, fotosentetik aktivite gibi etkenler sonucunda değişen pH değerleri denizel ortamda 8,0-8,4 arasındadır. pH değerlerinde bazen çevresel koşullar etkisi ile zayıf bir değişim görülebilir. Burada seçilen istasyonlarda ölçülen en düşük ve en yüksek değerler 7,65-8,44 arasında değişir. İstasyon 9 da dip suyunun pH değeri 7,65 ölçülürken, yüzey suyu için bu değer 8,32 olarak saptanmıştır. Ölçümler boyunca, sıcaklık ve tuzluluk değerlerinde olduğu gibi pH ve elektrik iletkenliği açısından da 9 nolu istasyonun dip suyu en düşük değerlerle temsil edilir. Çalışma süresince yapılan ölçümlerde deniz suyunun

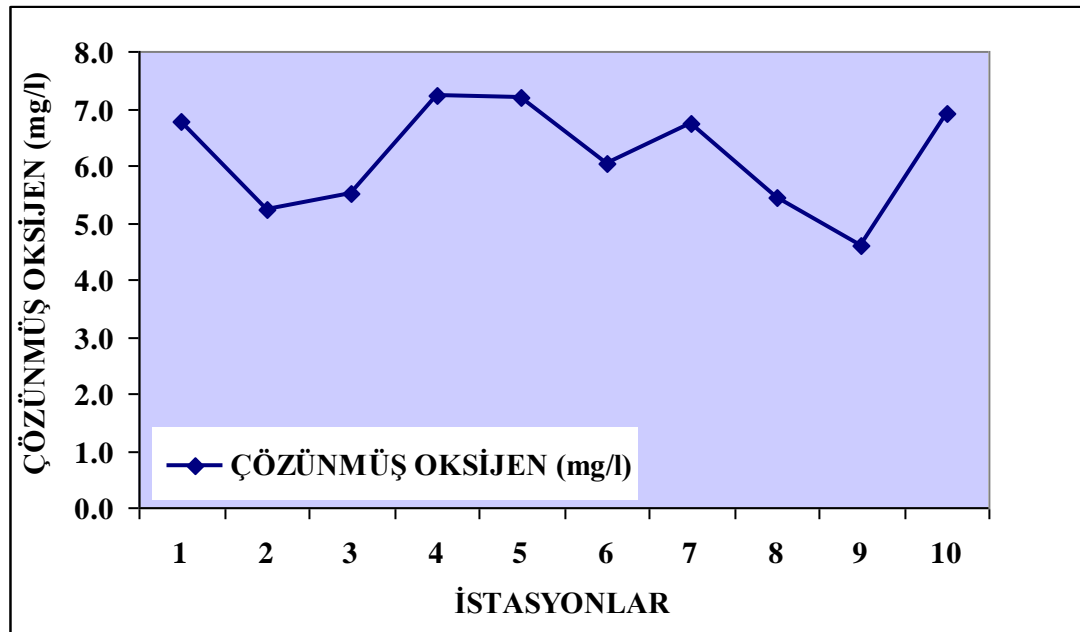
toplam iyon içeriğinin bir göstergesi olan elektriksel iletkenlik 21,9-23,4 mSi/cm arasında değişmektedir . Elektriksel iletkenliğin azalması, toplam çözülmüş madde içeriğinin de azalması anlamına gelmektedir. Denizel ortamda genellikle 51,75 ile 55,5 mSi/cm arasında değişen değerlerden, çalışma alanında ölçülen değerlerin daha düşük bulunması tuzluluk değerleri ile ilişkilendirilebilir (Şekil 3.2).



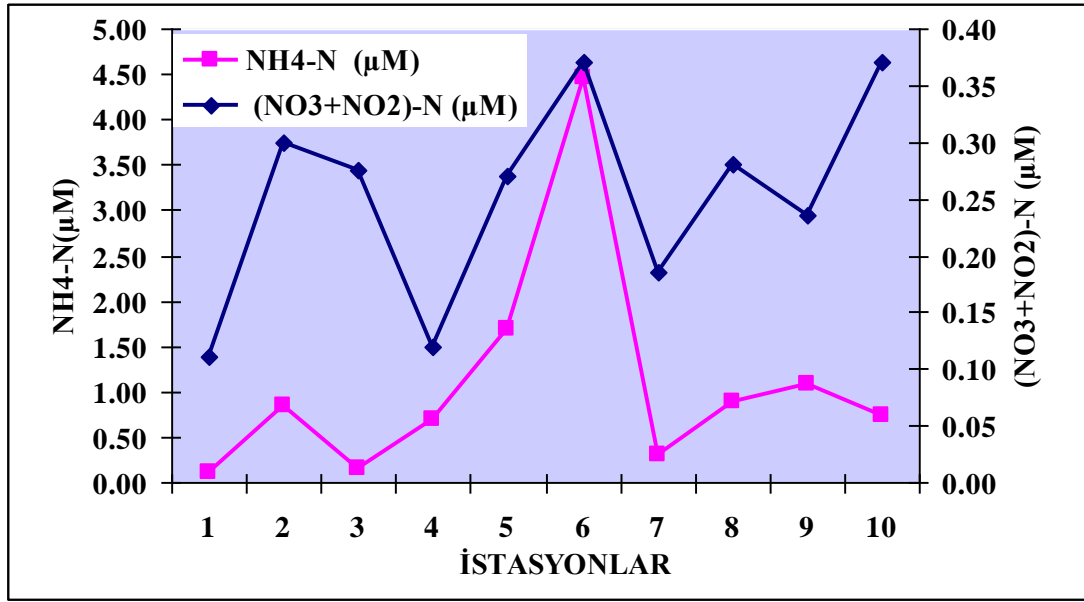
Şekil 3.2: İstasyonlarda belirlenen ortalama pH ve iletkenlik değerleri

Ortamda sucul hayatın devamlılığı ile yakından ilişkili olan atmosferik oksijenin çözünürlüğü, ortamın su sıcaklığı ve iyon içeriği ile ters, atmosferik kısmi basınçla doğru orantılıdır. Çözünen kısmın, sedimentte biriken organik maddenin parçalanmasında kullanıldığı ve bu nedenle organik maddenin yoğun olduğu ortamlarda kimi zaman çözülmüş oksijen miktarının 4 mg l^{-1} nin altına düşerek canlı yaşamını tehdit ettiği bilinmektedir. 3 ve 8 nolu istasyonların dip suyunda ve 9 nolu istasyonun yüzey suyunda çözülmüş oksijen değerleri belirtilen bu sınırın altında kalmaktadır. Gölde çözülmüş oksijen değerleri $7,59\text{-}3,28 \text{ mg l}^{-1}$ arasında değişir. En yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 8 nolu istasyonun yüzey ve dip suyunda belirlenmiştir. Ölçülen değerlere bakıldığında 4 ve 5 nolu istasyonların hem yüzey hem de dip suyu açısından daha yüksek değerler içerdiği görülmektedir (Şekil 7).

Doğal sularda en yaygın olarak bulunan azotlu bileşikler nitrit, nitrat, amonyum ve organik azot formundadır. Bu bileşiklerin sudaki konsantrasyonları ölçülerek suyun kalitesi hakkında karar verebilmek mümkündür. Bu azotlu maddelerin kaynağını yağmur suyu ile taşınan atmosferik azot ile birlikte tarımsal, evsel ve endüstriyel atıklardan suya karışan bileşikler oluşturmaktadır. Atmosferik azotun bağlanması azot bağlayan mavi-yeşil algler ve bitkiler tarafından da gerçekleştirilir. Su ortamına karışan azot bileşikleri birincil üretimi teşvik ederek ötrofikasyona neden olabilirler. Ancak ötrofikasyonun asıl kaynağını oluşturmazlar. Bafa Gölü'nde seçilen istasyonlarda yapılan bu çalışmada, tüm istasyonlar için ortalama amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$) değeri $0,93 \mu\text{M}$ olarak belirlenmiştir. Gölde $\text{NH}_4\text{-N}$ değerleri, $0,10$ ile $4,45 \mu\text{M}$ arasında değişim göstermiştir. En düşük değerlere 1 ve 10 nolu istasyonların yüzeyi ile 3 nolu istasyonun dip suyunda rastlanırken, en yüksek $\text{NH}_4\text{-N}$ konsantrasyonu 6 nolu istasyonda ($4,45 \mu\text{M}$) ölçülmüştür.



Şekil 3.3: İstasyonlarda belirlenen ortalama çözünmüş oksijen değerleri

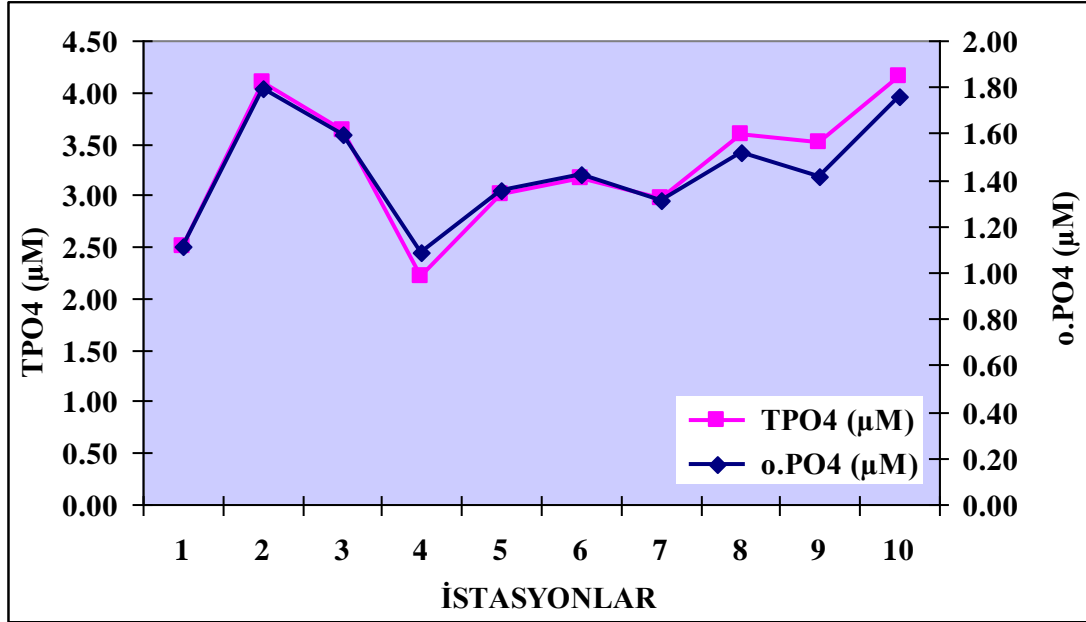


Şekil 3.4: İstasyonlarda belirlenen ortalama NH₄-N ve (NO₃+NO₂)-N değerleri

Tüm istasyonlarda ortalama nitrat+nitrit azotu [(NO₃+NO₂)-N] değeri 0.26 µM dır. Bu değışken, 0,11-0,40 µM arasında değışim göstermekte olup en düşük değerleri istasyon 1 ve 4'ün yüzey suyunda tespit edilmiştir. En yüksek değerler ise 8 ve 10 nolu istasyonun dip sularında belirlenmiştir. Bu çalışmada genellikle dip sularının, yüzey sularına oranla NO₃+NO₂-N bakımından daha zengin olduğu görülmüştür (Şekil 3.4).

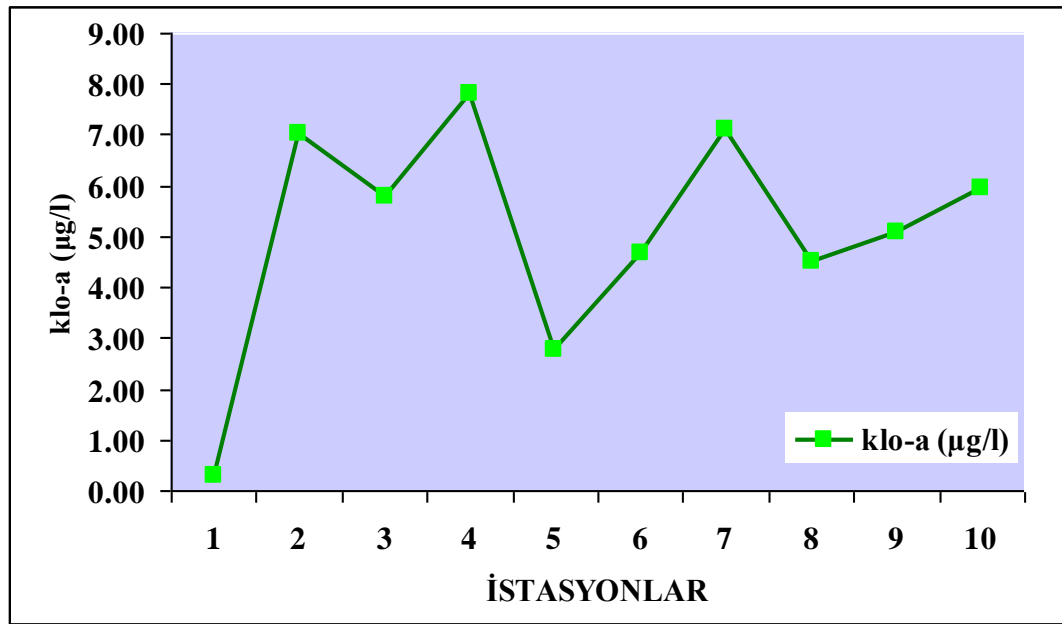
Fosfor, doğal suların verimliliğini etkileyen besleyici minerallerin en önemlisidir. Özellikle ototrof ve heterotrof organizmalar için sınırlayıcı bir etki gösterir. Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğu; havzanın morfometrik yapısına, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde ve evsel atıklara özellikle deterjan türevlerine ve sedimentte biriken organik madde miktarına bağlıdır. Göllerde ve akarsularda fosfor türevleri, çözünmüş inorganik fosfat, çözünmüş organik fosfat ve organik partiküler fosfat şeklinde bulunmaktadır. Birincil üreticiler tarafından kullanılan çözünmüş inorganik fosfat (orto fosfat) değerleri birçok çalışmada ortamı tanımlayan değışkenlerin arasında yer alır.

Bu çalışmada, yüzey ve dipten alınan su örneklerinde yapılan ölçümler sonucunda ortalama TPO_4 değeri ve $o.PO_4$ değeri sırasıyla $3,42 \mu M$ ve $1,48 \mu M$ olarak belirlenmiştir. Gölde çalışılan istasyonlarda TPO_4 değerleri $2,21-4,35 \mu M$ ve $o.PO_4$ değerleri ise $1,09-1,89 \mu M$ arasında değişim göstermiştir. Her iki bileşik açısından en düşük değer 4 nolu istasyonda saptanmıştır. TPO_4 yönünden en yüksek değer ($4,35 \mu M$) istasyon 9'un dip suyunda tespit edilmiştir. $o.PO_4$ açısından da 2 nolu istasyonun yüzey suyu ($1,89 \mu M$) ile 8 ($1,84 \mu M$) ve 10 nolu ($1,80 \mu M$) istasyonların dip suları diğer istasyonlara göre en yüksek değerlere sahiptir. Çalışılan istasyonlardan, 2 nolu istasyon dışında dip sularının yüzey sularından $o.PO_4$ bakımından daha zengin olduğu saptanmıştır (Şekil 3.5).



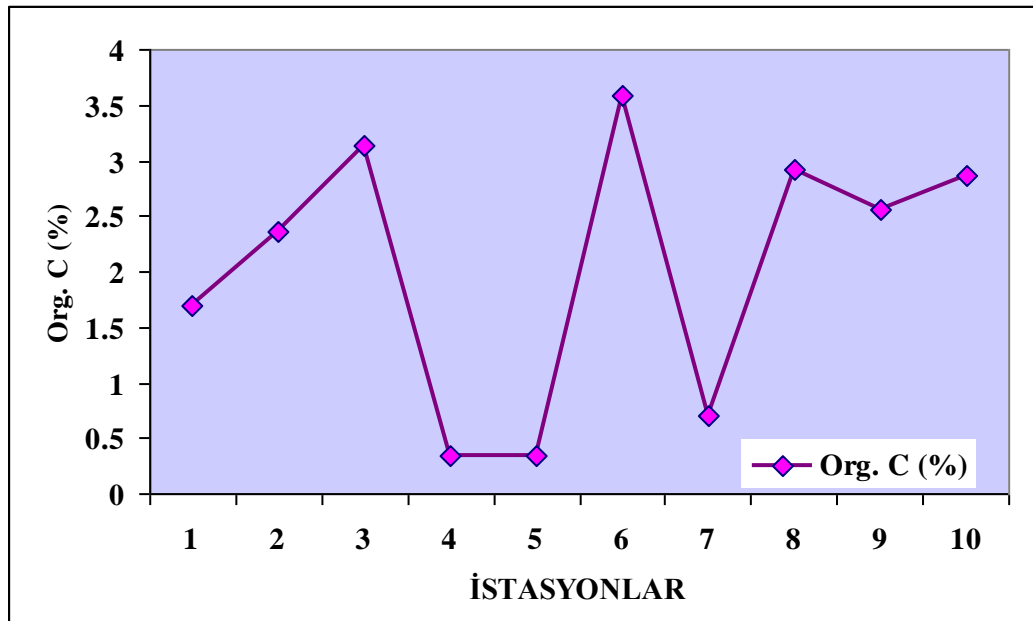
Şekil 3.5: İstasyonlarda belirlenen ortalama TPO_4 -P ve $o.PO_4$ değerleri

Klorofil-a, fotosentetik fitoplankton biyokütlesinin bir ölçüsü olup, sıcaklığa güneş ışığına ve besleyici elementlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Çalışma alanından elde edilen klorofil-a değerleri $0,9-9,24 \mu g.l^{-1}$ arasında değişim göstermiş olup, göldeki ortalama değer $5,87 \mu g.l^{-1}$ dir. En düşük klorofil-a değeri ($0,29 \mu g.l^{-1}$) 1 nolu istasyonda, en yüksek değer ($9,24 \mu g.l^{-1}$) ise 7 nolu istasyonun yüzey suyunda ölçülmüştür. Yüzey ve dip suyunda ölçülen değerlerin ortalaması ($7,78 \mu g.l^{-1}$) diğer istasyonlara göre 4 nolu istasyonda en yüksek bulunmuştur (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: İstasyonlarda belirlenen ortalama klorofil-a değerleri

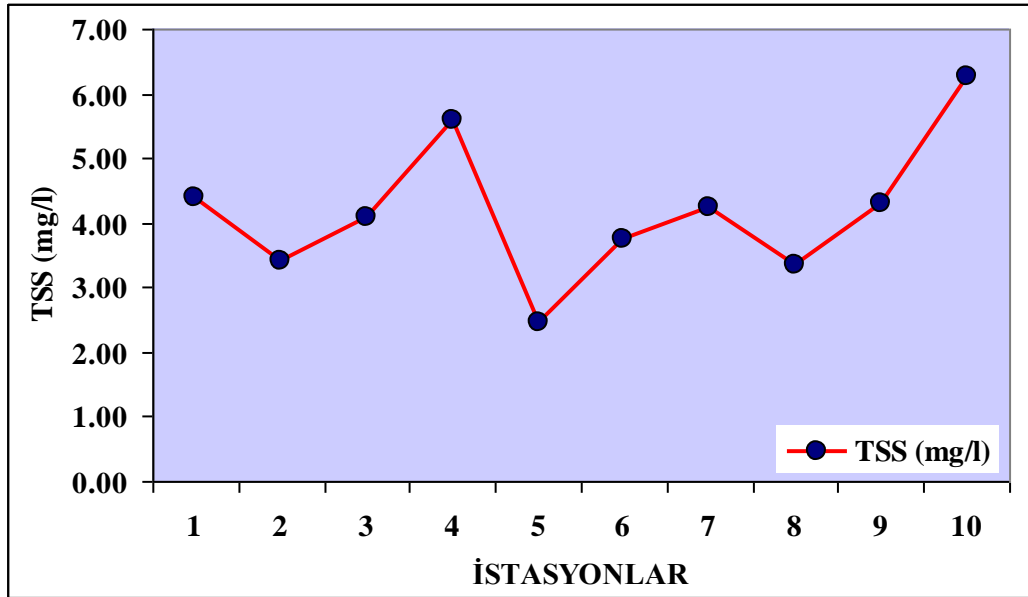
Sudaki organik madde miktarını; su içinde yaşayan mikro ve makro organizmalar ile yağmur suları tarafından sucul ortama taşınan kara bitkilerinin kalıntıları oluşturmaktadır. Sudaki organik maddelerin oksijen ile parçalanması sonucunda gerçekleşen oksijen tüketimine bağlı olarak anaerobik ortam koşulları oluşmaya başlar. Organik madde, canlılarının besin kaynağı olduğu için sucul ortamda belli miktarlarda organik maddenin bulunması, canlılar açısından önemlidir. Organik madde artışı belli bir seviyeye kadar tür çeşitliliği üzerinde olumlu etki yaparken, belirli bir sınırın üzerinde bazı baskın türlerin oluşumunu teşvik eder. Hassas türler ortadan kalkarak fırsatçı türlerin ortamda hâkim duruma geçtiği görülür. Organik karbon, büyük çoğunlukla ortamdaki organik maddenin parçalanması sonucu sisteme girer. Bu çalışmada seçilen örnekleme istasyonlarından alınan sediment örneklerine ait organik karbon (%) içeriği 0,35-3,58 arasında değişim göstermektedir. En düşük değerler 4 (% 0,35) ve 5 (% 0,35) nolu istasyonda ölçülürken en yüksek organik karbon içeriği (% 3,58) 6 nolu istasyonda belirlenmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: İstasyonlarda belirlenen ortalama Organik karbon değerleri

Askıda katı madde, güneş ışınlarının su bitkilerine ulaşmasını engelleyerek fotosentezi etkilemekte ve sudaki çözülmüş oksijenin azalmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte dibe çökerek tabanda yaşayan bentik canlıların yaşamlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışmada yapılan ölçümler sonucunda, suda askıda katı madde değerleri $2,00-6,38 \text{ mg.l}^{-1}$ arasında belirlenmiştir. En düşük askıda katı madde değeri ($2,00 \text{ mg.l}^{-1}$) istasyon 8'in dip suyunda belirlenirken, en yüksek değerler ise 4 nolu istasyonun dip ($6,38 \text{ mg.l}^{-1}$) ve 10 nolu istasyonun hem yüzey ($6,30 \text{ mg.l}^{-1}$) hem de dip suyunda ($6,25 \text{ mg.l}^{-1}$) yapılan ölçümlerde saptanmıştır (Şekil 3.8).

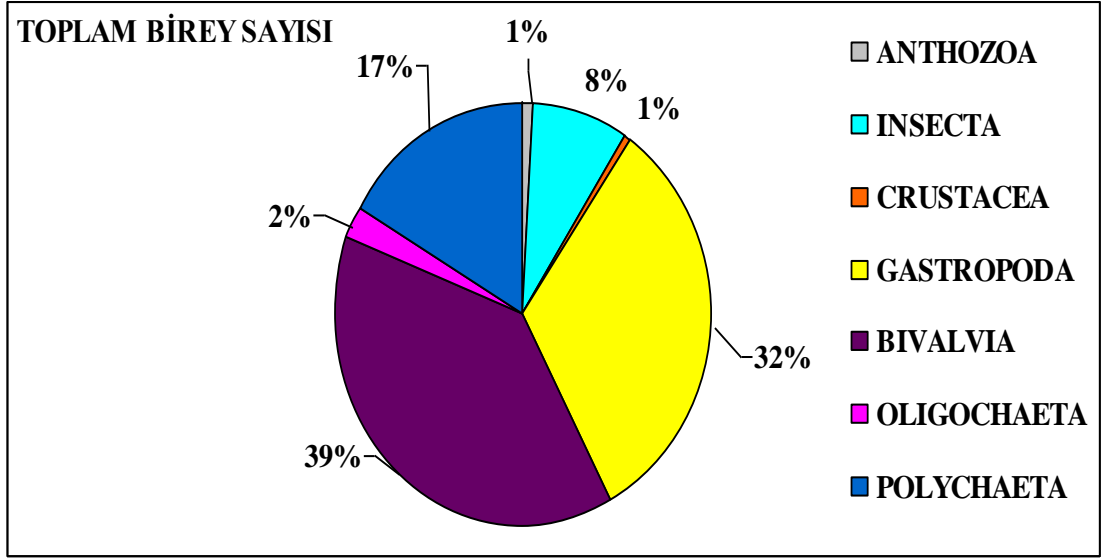
Gölde seki disk değerleri 2,0 ile 3,0 metre arasında değişmektedir. En düşük değerler 4, 5 ve 6 numaralı istasyonlarda belirlenmiştir. Zaten bu istasyonların derinliği sırasıyla, 3,0, 2,5 ve 2,0 metre ile sınırlandırılmıştır. Derinliği 10-15 metre arasında değişen 7, 8, 9 ve 10 nolu istasyonlarda seki diskin derinliğinin 2,0 ile 3,0 metre arasında değiştiği bulunmuştur. Gölde tüm istasyonlar ele alındığında ortalama seki disk derinliği 2,30 metredir.



Şekil 3.8: İstasyonlarda belirlenen ortalama Toplam Askıda Katı Madde değerleri

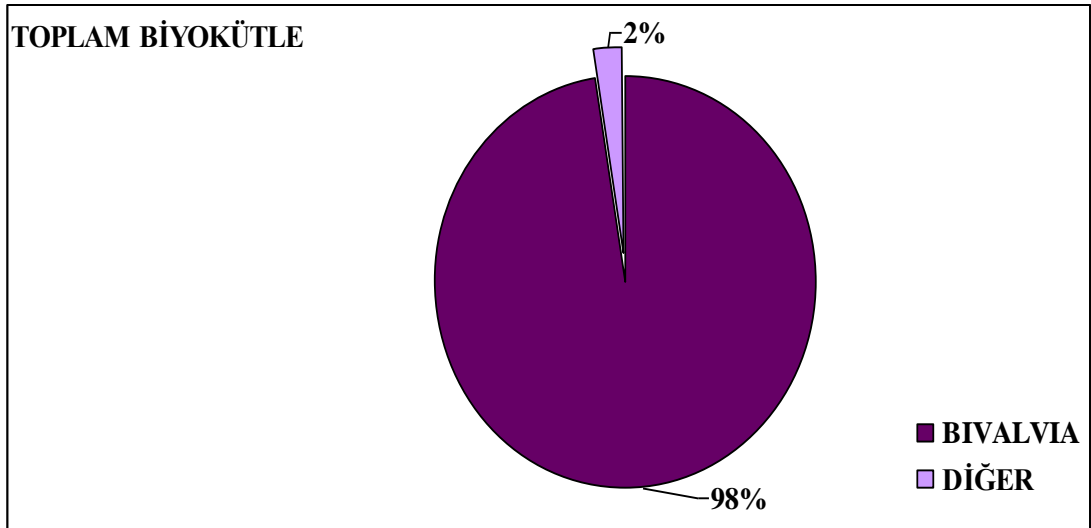
3.2 Faunal Bulgular

Bölgede seçilmiş 10 istasyondan toplanan örneklerin incelenmesi sonucunda 7 gruba ait toplam 88933 birey belirlenmiştir. Bu gruplar içerisinde birey sayısı bakımından en baskın grubu 34300 birey ve %39 baskınlıkla Bivalvia oluştururken, bu grubu 28850 birey ve %32 baskınlıkla Gastropoda, 14925 birey ve %17 baskınlıkla Polychaeta, 6941 birey ve %8 baskınlıkla Insecta izlemektedir (Şekil 3.9). Bölgede Bivalvia grubu sadece *Mytilaster marioni*, Gastropoda grubu ise *Ecrobia ventrosa* türü ile temsil edilmektedir.



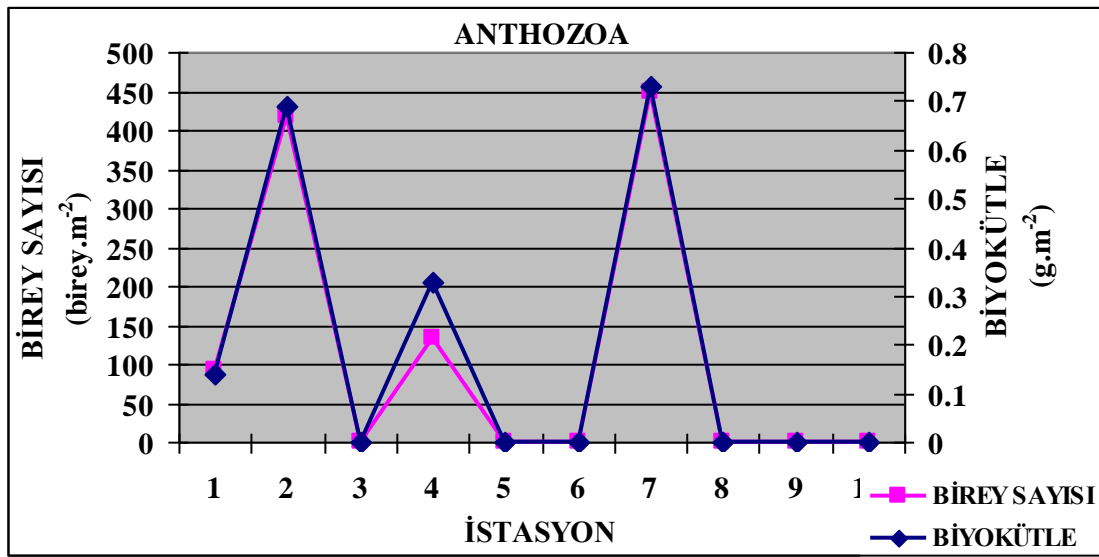
Şekil 3.9: İstasyonlarda belirlenen grupların birey sayısı yönünden baskınlık değerleri

İstasyonlarda belirlenen gruplara ait toplam biyokütle değerlerine bakıldığında ise saptanan yüksek değerlerin *Mytilaster marioni* ile bağlantılı olduğu görülür. Bivalvia grubunda yer alan bu türün toplam biyokütle içindeki payı % 98 olarak belirlenmiştir. Diğer grupların biyokütlerdeki payı oldukça azdır ve toplamda % 2'lik bir paya sahiptirler (Şekil 3.10).



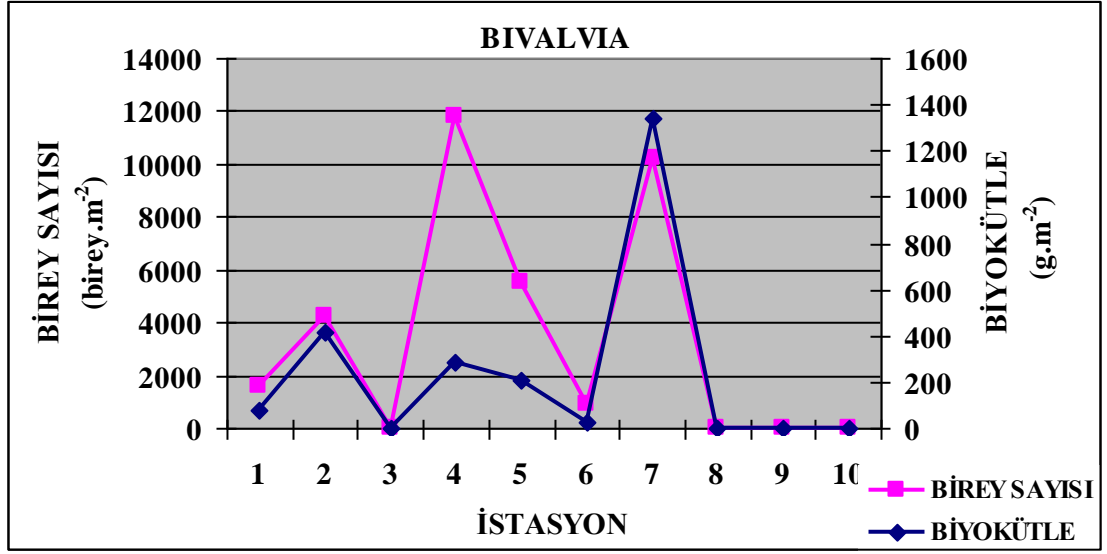
Şekil 3.10: İstasyonlarda belirlenen grupların toplam biyokütle yönünden baskınlık değerleri

Anthozoa grubuna 1, 2, 4 ve 7 numaralı istasyonlarda rastlanmıştır. Bu gruba oluşturan bireyler *Actiniaria* sp. türü ile temsil edilirler. Bölgede bu türün en düşük ve en yüksek birey sayısı değerleri 75 ve 1350 birey.m⁻² arasında, sırasıyla istasyon 1 ve 7 de bulunmuştur. Ortalama birey sayısı açısından 7 nolu istasyon 450 birey.m⁻² ile temsil edilmiştir. Bu gruba ait en düşük ve en yüksek ortalama yaş ağırlık değerleri birey sayısının en düşük ve en yüksek olduğu istasyonlarda 0,14 ve 0,73 g×m⁻² arasında değişmektedir. Bu gruba ait bireylerin istasyonlardaki birey sayısı ve biyokütle değerleri birbirine paralellik gösterir (Şekil 3.11).



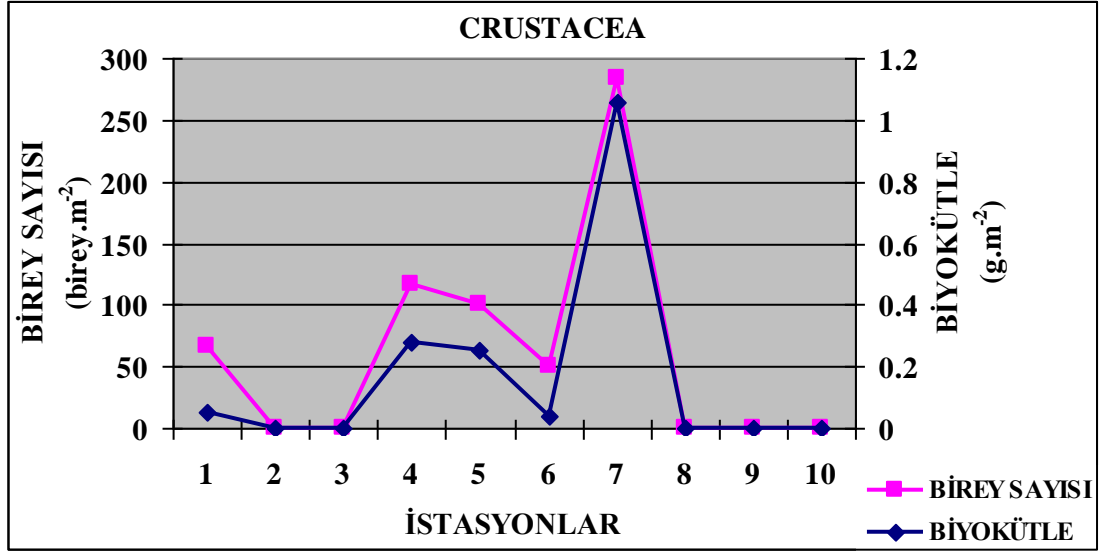
Şekil 3.11: Anthozoa grubuna ait birey sayısı ve biyokütle değerleri

Çalışma alanından elde edilen Bivalvia grubuna ait birey sayıları incelendiğinde en yüksek ortalama birey sayısı 11833 birey.m⁻² ile 4, en az birey sayısı ise 900 birey.m⁻² ile 6 numaralı istasyonda bulunmuştur. 3, 8, 9 ve 10 nolu istasyonlarda bu gruba ait bireylere rastlanılmamıştır. *Mytilaster marioni* ile temsil edilen bu gruba ait bireylerin m²'deki yaş ağırlık açısından ulaştıkları en yüksek ortalama değer 1342 ile 7 numaralı istasyonda belirlenmiştir (Şekil 3.12).



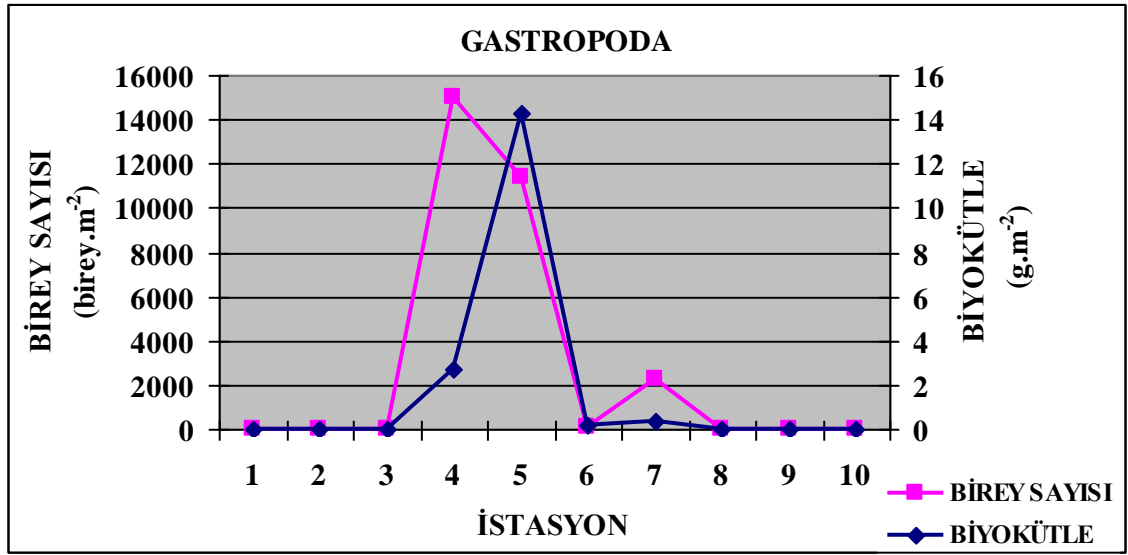
Şekil 3.12: Bivalvia grubuna ait birey sayısı ve biyokütle değerleri

Crustacea grubunda en yüksek ortalama birey sayısı ve biyokütle değeri 7 nolu istasyonda sırasıyla 283 birey.m⁻² ve 1,06 g×m⁻² olarak bulunmuştur. Hem birey sayısı hem de biyokütle açısından en yüksek değerler 475 birey.m⁻² ve 1,56 g×m⁻² olarak bu istasyonda, en düşük değerler ise 4 numaralı istasyonda bulunmuştur. 2, 3, 8, 9 ve 10 nolu istasyonlarda bu gruba ait bireylere rastlanmamıştır. Ortalama birey sayısı ve biyokütle değeri 7 numaralı istasyonda en yüksek bulunurken (283 birey.m⁻²; 1,06 g×m⁻²), en düşük ortalama değerler (50 birey.m⁻²; 0,04 g×m⁻²) 6 numaralı istasyonda belirlenmiştir (Şekil 3.13).



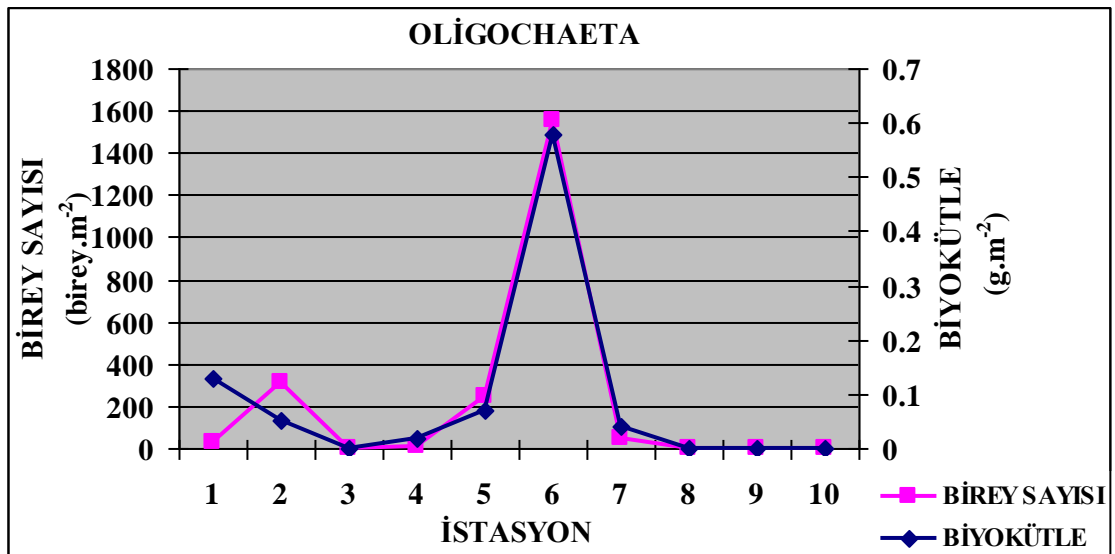
Şekil 3.13: Crustacea grubuna ait birey sayısı ve biyokütle değerleri

Gastropoda grubuna ait metrekaredeki ortalama birey sayısı değerleri incelendiğinde en fazla birey 4 nolu istasyonda ($15025 \text{ birey} \times \text{m}^{-2}$) bulunmuştur. Bu türün bolluğunun en az olduğu 1 nolu istasyonda metrekarede 42 birey bulunurken, 2, 3, 8, 9 ve 10 nolu istasyonlarda bu gruba rastlanmamıştır. Bu grubun ortalama yaş ağırlık bakımından istasyonlara göre dağılımı incelendiğinde en yüksek değere 5 ($14,28 \text{ g} \times \text{m}^{-2}$) numaralı istasyonda rastlanmıştır. Bu gruba ait yüksek bolluk değerleri 4, 5 ve 7 numaralı istasyonlarda belirlenmiş olup bu istasyonlar içinde en yüksek birey sayısı ($35,475 \text{ birey} \times \text{m}^{-2}$) 4 numaralı istasyonda saptanmıştır (Şekil 3.14).



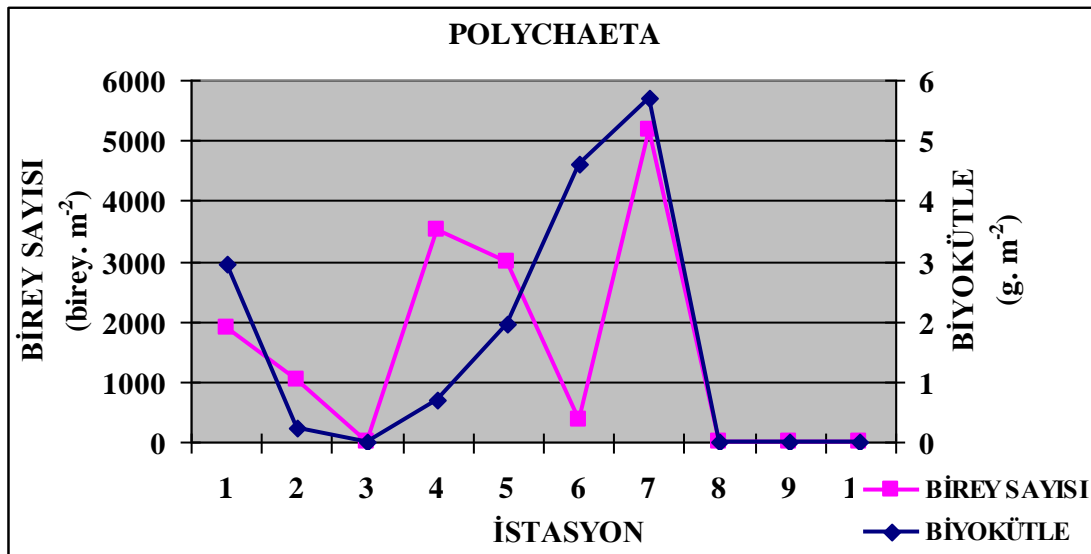
Şekil 3.14: Gastropoda grubuna ait birey sayısı ve biyokütle değerleri

Oligochaeta'lar metrekaresdeki birey sayısı açısından en yüksek ortalama değere ($1550 \text{ birey} \times \text{m}^{-2}$) 6 numaralı istasyonda; en düşük değere ise ($8 \text{ birey} \times \text{m}^{-2}$) 4 numaralı istasyonda sahiptirler. Bu gruba ait bireyler 3, 8, 9 ve 10 nolu istasyonlarda bulunmamıştır. Bu grupta en yüksek ortalama yaş ağırlık değeri $0,58 \text{ g} \times \text{m}^{-2}$ ile 6 nolu istasyonda kaydedilmiştir. Bu değeri sırasıyla 1 ($0,13 \text{ g} \times \text{m}^{-2}$) ve 5 ($0,07 \text{ g} \times \text{m}^{-2}$) numaralı istasyonlar takip etmektedir. Bu grup için istasyonlarda belirlenen bolluk ve biyokütle değerleri birbirine paralellik göstermektedir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15: Oligochaeta grubuna ait birey sayısı ve biyokütle değerleri

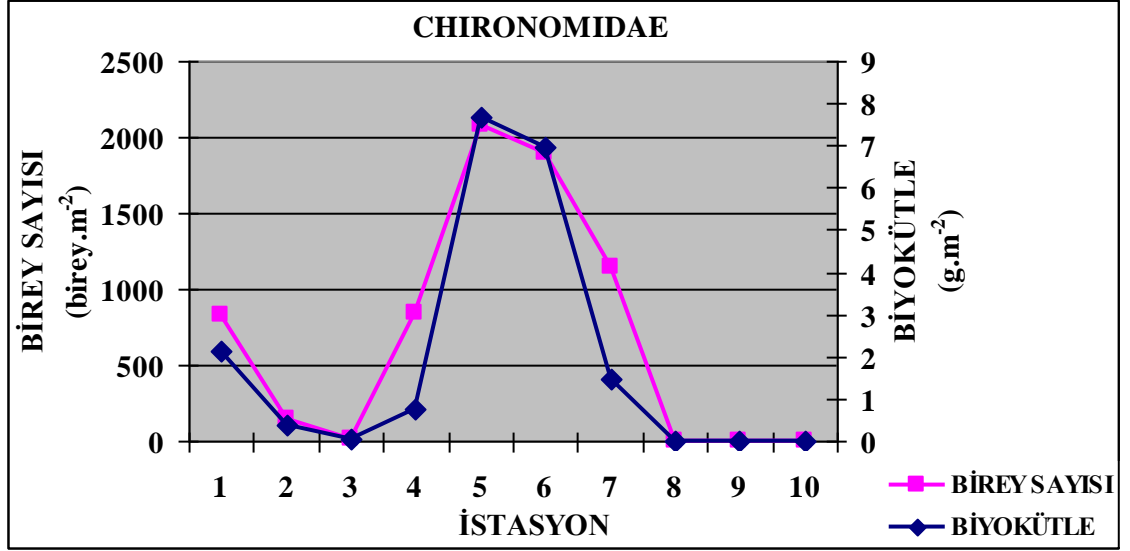
Polychaeta grubuna ait değerlere bakıldığında metrekarede birey sayısı bakımından en yüksek ortalama değer, $5167 \text{ birey.m}^{-2}$ ile 7 numaralı istasyonda, en düşük ortalama değer ise 375 birey.m^{-2} ile istasyon 6 da belirlenmiştir. En yüksek ($7800 \text{ birey}\times\text{m}^{-2}$) ve en düşük bolluk değerleri ($325 \text{ birey}\times\text{m}^{-2}$) de sırasıyla bu istasyonlarda belirlenmiştir. 3, 8, 9 ve 10 numaralı istasyonlarda Polychaeta bireylerine rastlanmamıştır. Bu grup metrekaredeki yaş ağırlık değerleri açısından incelendiğinde, $5,7 \text{ g}\times\text{m}^{-2}$ ile 7 numaralı istasyonun en yüksek ortalama değere sahip olduğu ve bu değeri $4,61 \text{ g}\times\text{m}^{-2}$ ile 6 numaralı istasyonun izlediği belirlenmiştir. En düşük birey sayısına sahip bu istasyonun yüksek biyokütle değeri ile temsil edilmesi bu gruptaki bireylerin boyutlarının diğerlerinden farklı olması ile açıklanabilir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16: Polychaeta grubuna ait birey sayısı ve biyokütle değerleri

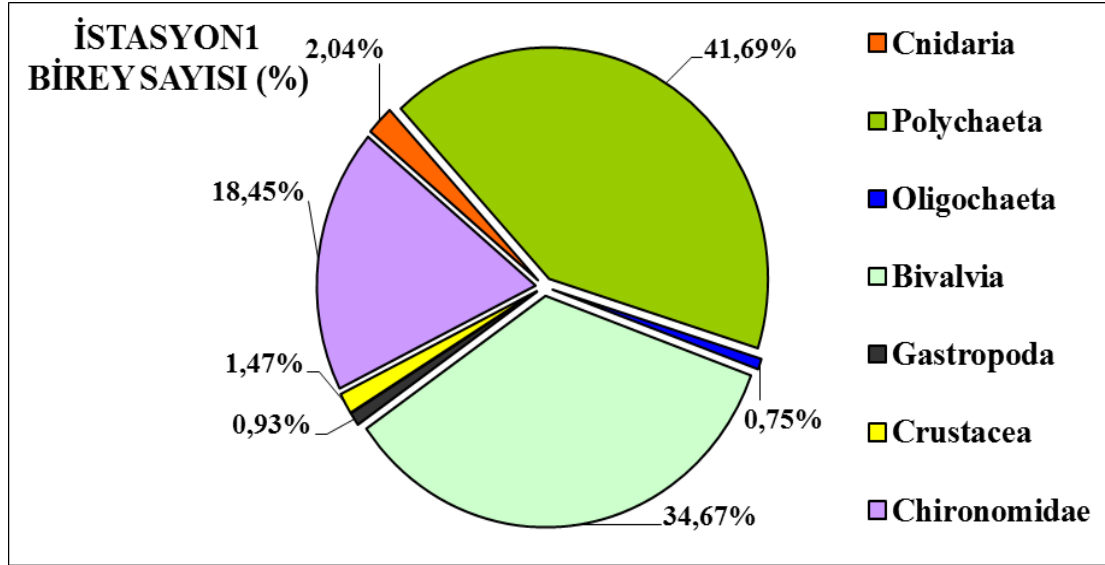
Chironomidae (Insecta) grubu, metrekaredeki birey sayısı yönünden incelendiğinde, en fazla ortalama birey sayısı değeri 5 numaralı istasyonda ($2075 \text{ birey}\times\text{m}^{-2}$) bulunmuştur. Bu grubu temsil eden bireyler Chironomidae grubuna ait farklı büyüklükteki larvalardan oluşur. Ortalama birey sayısının en az görüldüğü 3 numaralı istasyonda metrekarede 8 bireye rastlanmıştır. 8, 9 ve 10 numaralı istasyonlarda ise bu gruba hiç rastlanmamıştır. Chironomidae'ye ait en yüksek yaş ağırlık değerleri ise 5 ($7,69 \text{ g}\times\text{m}^{-2}$), 6 ($6,96 \text{ g}\times\text{m}^{-2}$) ve 1 ($2,13 \text{ g}\times\text{m}^{-2}$) numaralı

istasyonlarda belirlenmiştir. Chironomidae grubunun yoğunluğunun ve biyokütlesinin en az olduğu istasyon ise 3 nolu ($8 \text{ birey} \times \text{m}^{-2}$; $0,04 \text{ g} \times \text{m}^{-2}$) istasyondur (Şekil 3.17).

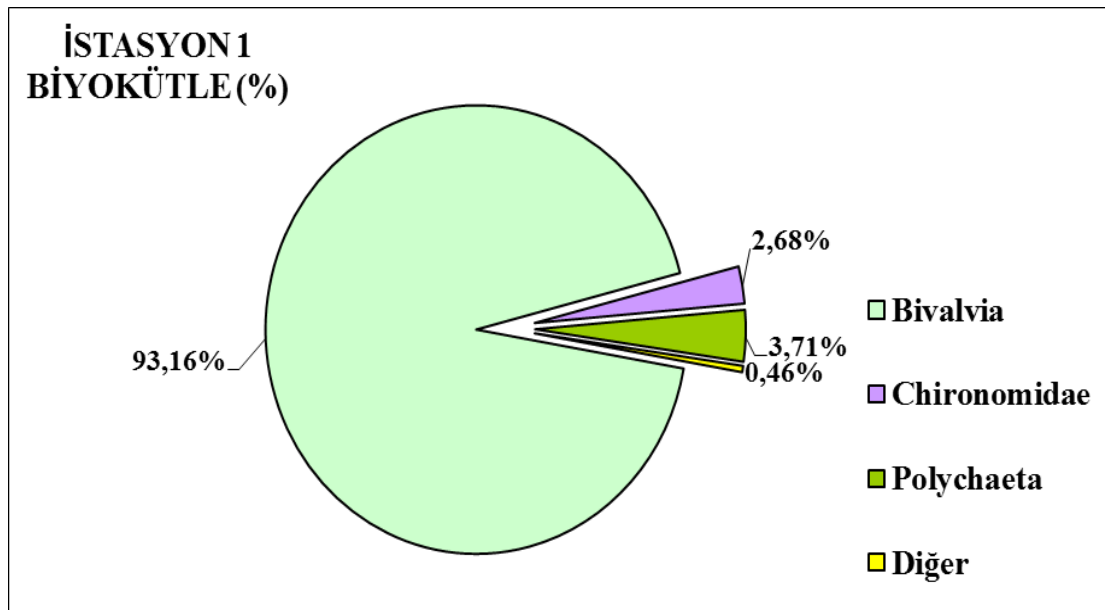


Şekil 3.17: Chironomidae grubuna ait birey sayısı ve biyokütle değerleri

Bölgede örneklenmiş 10 istasyonda bulunan canlı grupları ve bu grupların birey sayısı ve biyokütle değerleri tek tek değerlendirilmiştir. Tüm grupların rastlandığı istasyon 1, birey sayısı bakımından incelendiğinde en yoğun grupların sırasıyla Polychaeta (% 41,69), Bivalvia (% 34,67) ve Chironomidae (% 18,45) olduğu görülmektedir (Şekil 22). Bu istasyon biyokütle değerleri açısından incelendiğinde Bivalvia grubuna ait bireylerin önemli bir paya (% 93,16) sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3.18).

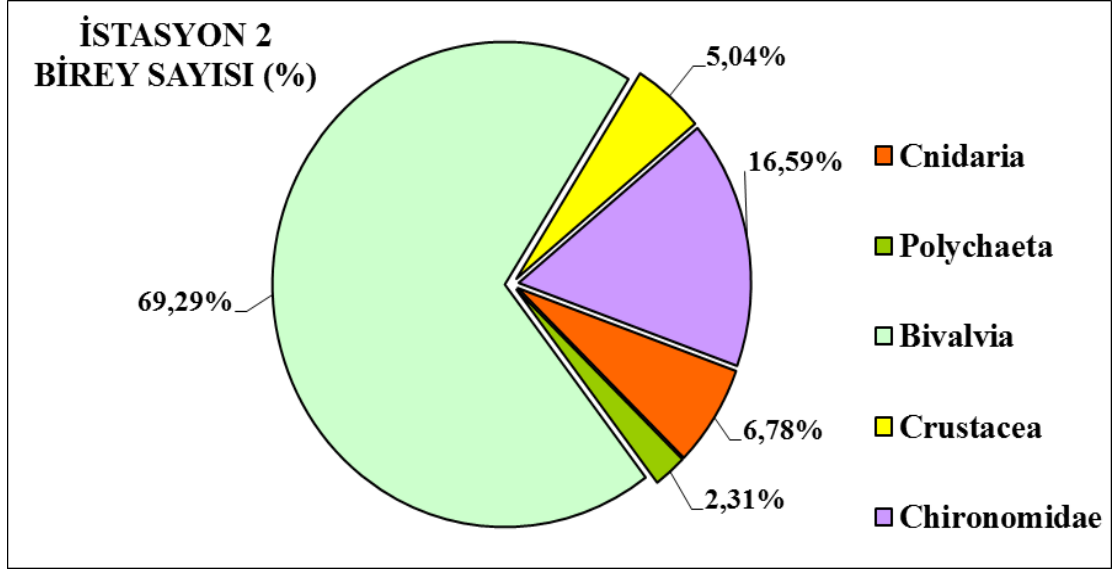


Şekil 3.18: İstasyon 1’ de bulunan grupların ortalama birey sayısı açısından baskınlıkları

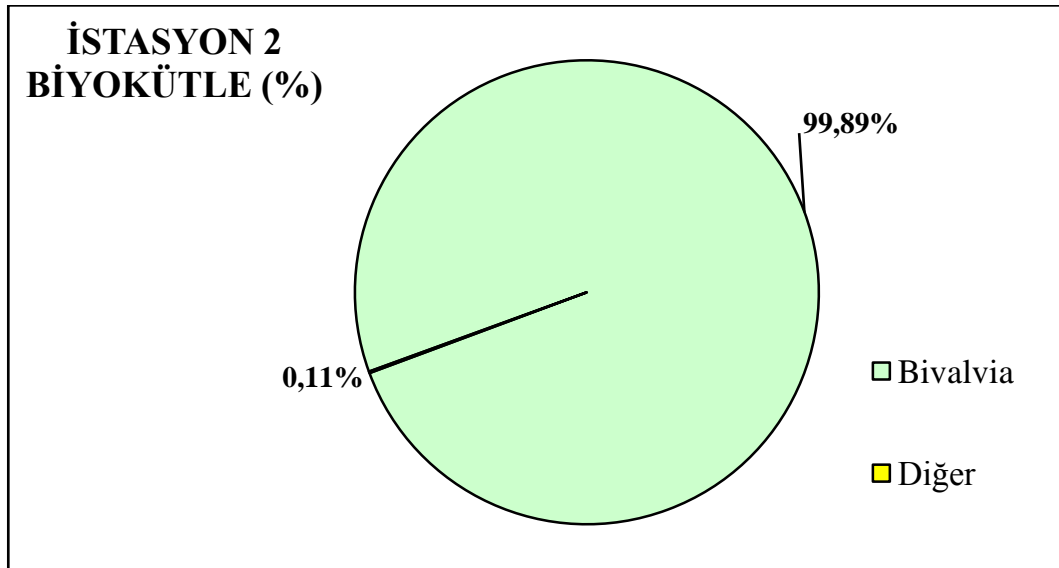


Şekil 3.19: İstasyon 1’ de bulunan grupların ortalama biyokütle değerleri açısından baskınlıkları

İstasyon 2’de gruplar birey sayısı bakımından incelendiğinde en yüksek baskınlıklar Bivalvia (% 69,29) ve Chironomidae gruplarında (% 16,59) görülür (Şekil 3.20). Bu gruplara ait biyokütle değerlerine bakıldığında ise, saptanan diğer grupların ağırlıklarının oldukça düşük olması nedeniyle biyokütledeki payın hemen hemen tümünü Bivalvia (%99,89) oluşturmaktadır (Şekil 3.21). 3 nolu istasyonda ise hem birey sayısı hem de biyokütle açısından sadece Chironomidae (%100) ile temsil edilmektedir.

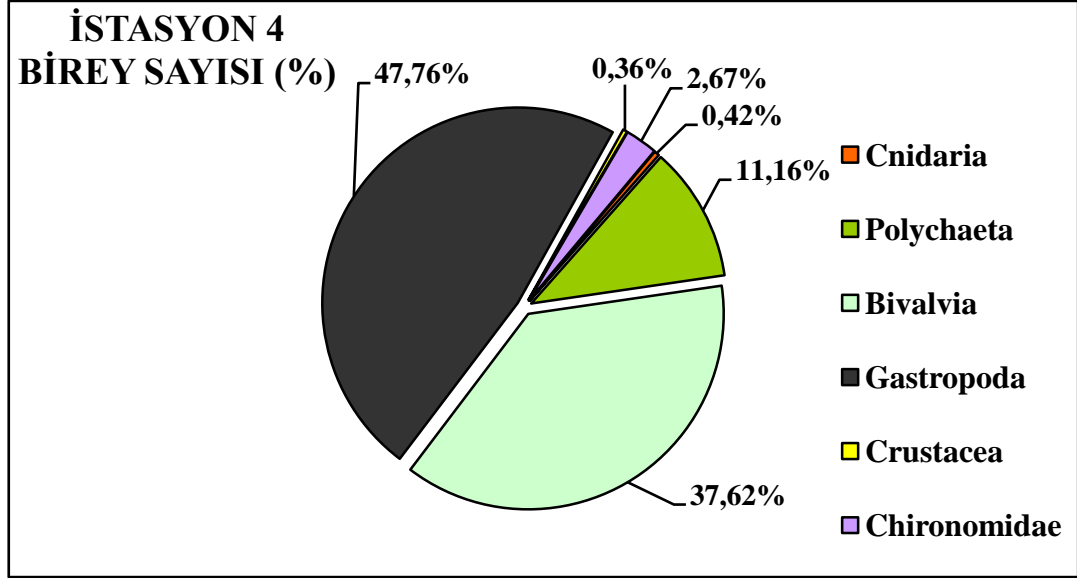


Şekil 3.20: İstasyon 2' de bulunan grupların ortalama birey sayısı açısından baskınlıkları

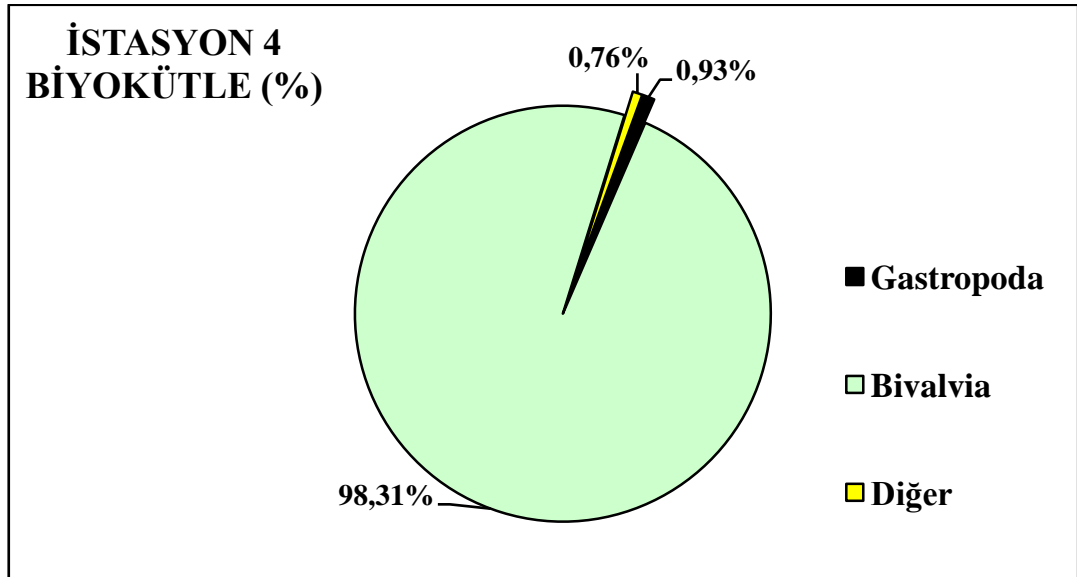


Şekil 3.21: İstasyon 2' de bulunan grupların ortalama biyokütle değerleri açısından baskınlıkları

İstasyon 4' de ortalama birey sayısı açısından en baskın grubu Gastropoda (% 47,76) oluşturmaktadır. Bunu sırasıyla % 37,62 lik bir payla Bivalvia ve % 11,16'lik payla Polychaeta grubu izler (Şekil 3.22). Bu gruplara ait ortalama biyokütle değerlerine bakıldığında Bivalvia grubunun % 98,31'lik bir orana sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3.23).



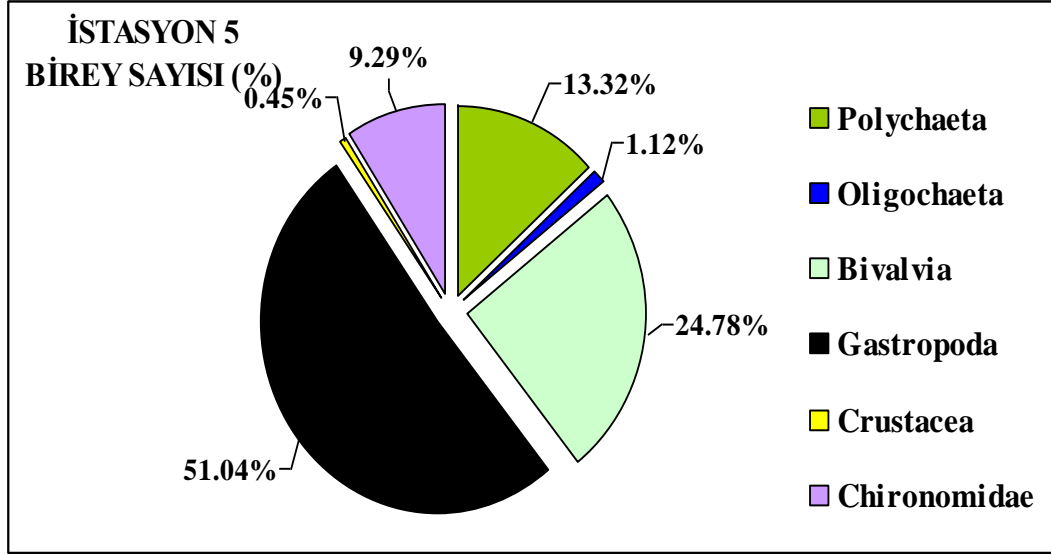
Şekil 3.22: İstasyon 4' de bulunan grupların ortalama birey sayısı açısından baskınlıkları



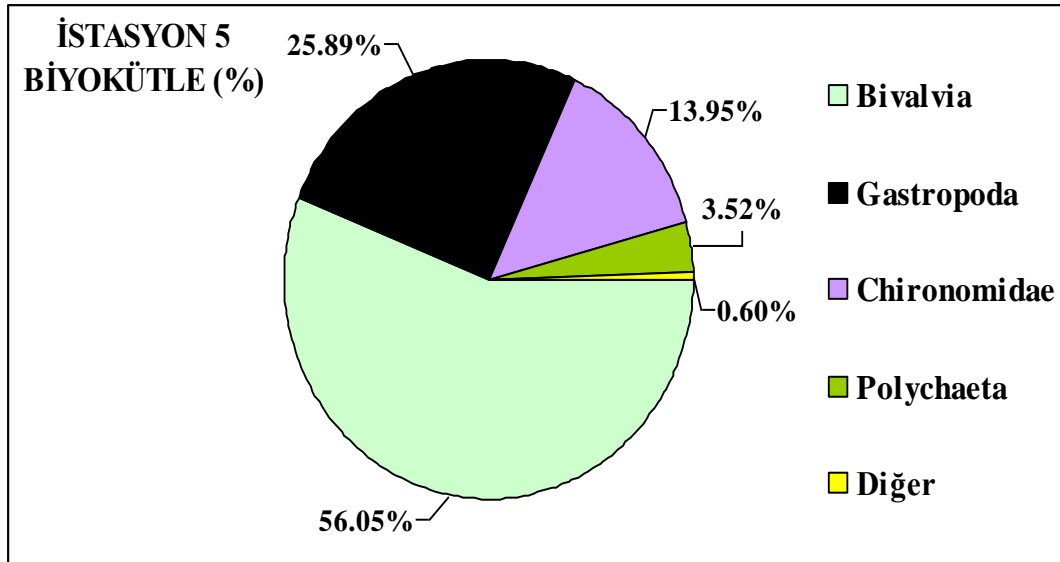
Şekil 3.23: İstasyon 4' de bulunan grupların ortalama biyokütle değerleri açısından baskınlıkları

İstasyon 5 de, ortalama birey sayısının gruplara bağlı dağılımı incelendiğinde, Mollusca grubunun (Gastropoda ve Bivalvia) toplam birey sayısının % 78,82'sına sahip olduğu görülmektedir. Bu grubu Polychaeta (% 13,32) ve Chironomidae (% 9,29) grupları izlemektedir (Şekil 3.24). Ortalama biyokütle değerlerine bakıldığında, bu istasyonda Bivalvia (% 56,05) ve Gastropoda (% 25,89) grubunun yüksek bir paya sahip olduğu belirlenmiştir. 5 nolu istasyonda, Chironomidae ve Polychaeta

grubu sırasıyla % 13,95 ve % 3,52 lik bir payla temsil edilirken ve geri kalan tüm gruplar % 0,60 lik bir paya sahiptir (Şekil 3.25).



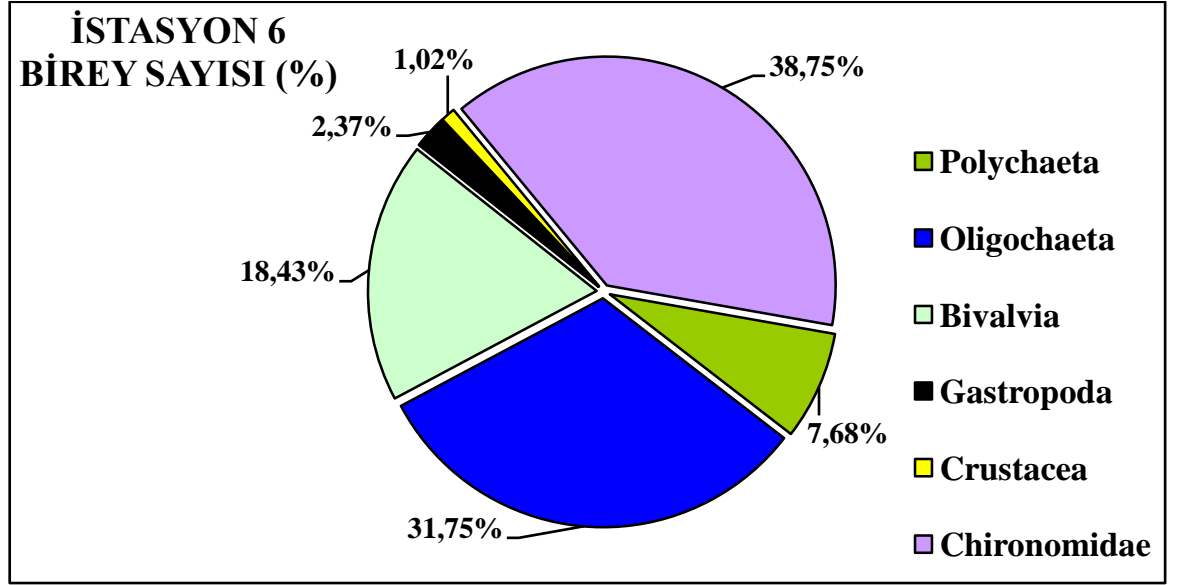
Şekil 3.24: İstasyon 5' de bulunan grupların ortalama birey sayısı açısından baskınlıkları



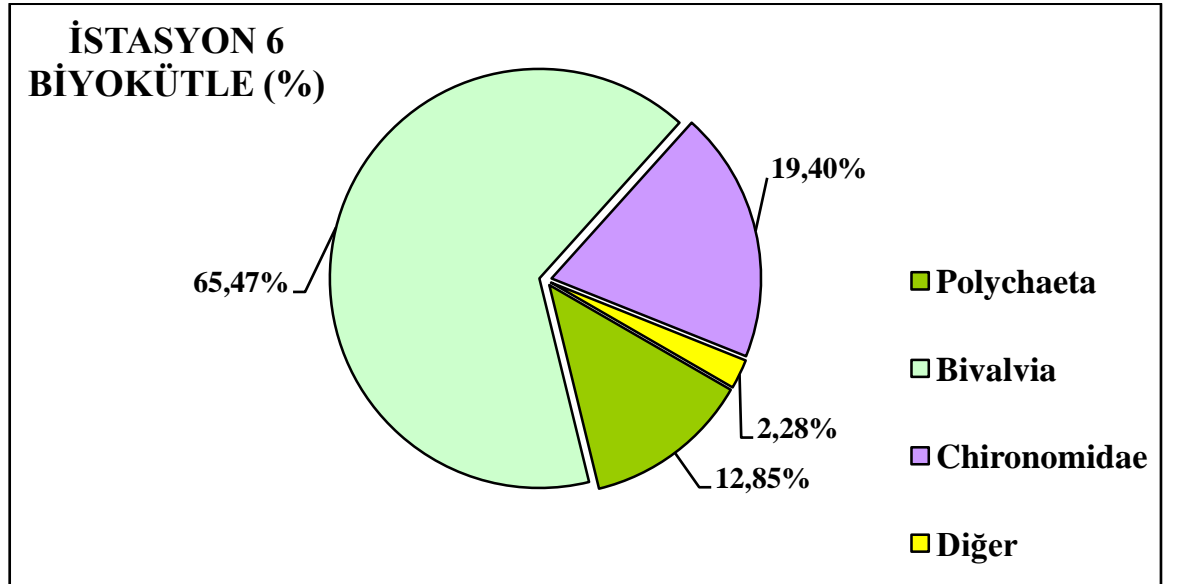
Şekil 3.25: İstasyon 5' de bulunan grupların ortalama biyokütle değerleri açısından baskınlıkları

İstasyon 6 da ortalama birey sayısı bakımından en baskın grubu Chironomidae (%38,75) oluşturmakta olup bunu sırasıyla Oligochaeta (%31,75) ve Bivalvia (%18,43) grupları takip etmektedir (Şekil 3.26). Fakat Oligochaeta grubuna ait

bireylerin küçük boyutlarda olması nedeniyle ortalama biyokütlerdeki payları oldukça düşüktür. Bu istasyonda ortalama biyokütle değerinde en önemli paya yine Bivalvia (%65,47) ve Chironomidae (%19,40) grubuna ait bireyler sahiptir (Şekil 3.27).

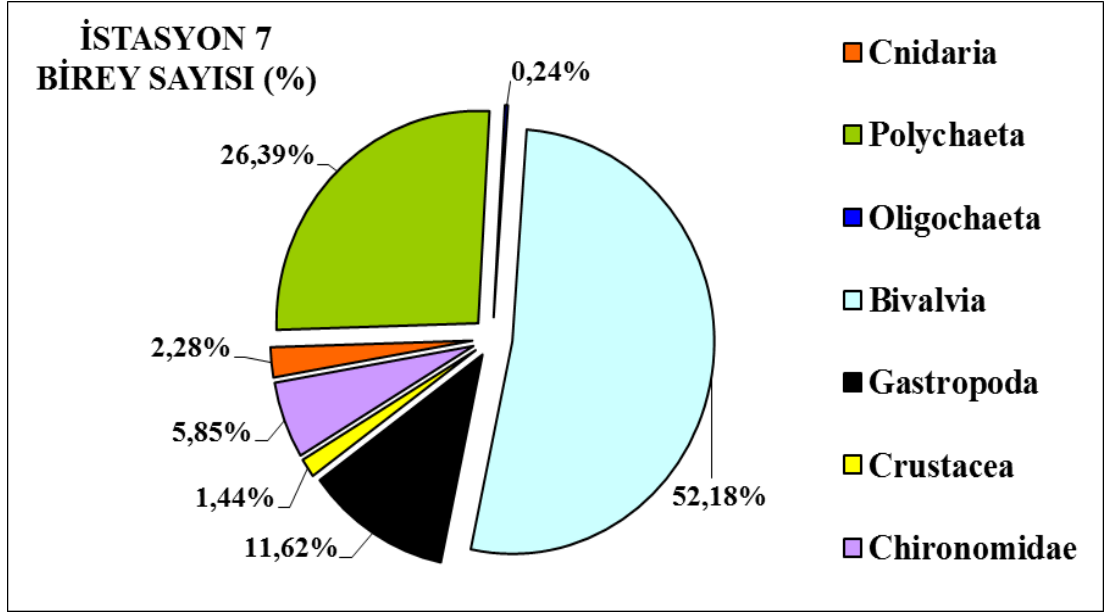


Şekil 3.26: İstasyon 6' da bulunan grupların ortalama birey sayısı açısından baskınlıkları

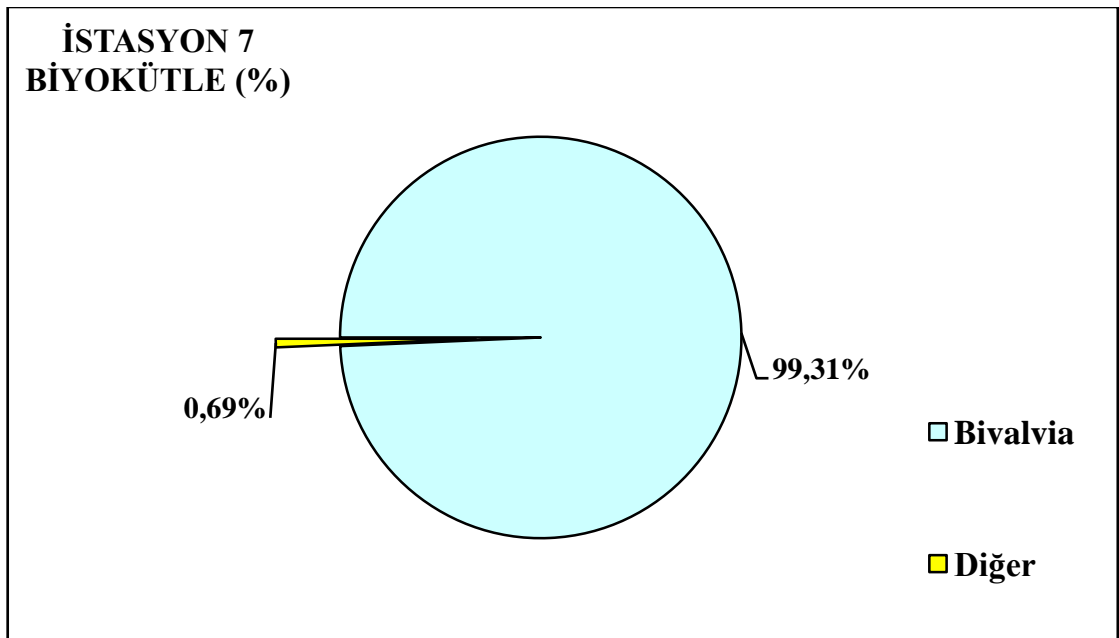


Şekil 3.27: İstasyon 6' da bulunan grupların ortalama biyokütle değerleri açısından baskınlıkları

İstasyon 7 de ortalama birey sayısı açısından baskın grup Bivalvia (%52,18) ve Polychaeta (%26,39)'dır. Bu istasyonda tüm gruplar mevcuttur. Bivalvia dışındaki diğer grupların birey sayısı ve biyokütle değerleri oldukça düşüktür.



Şekil 3.28: İstasyon 7' de bulunan grupların ortalama birey sayısı açısından baskınlıkları



Şekil 3.29: İstasyon 7' de bulunan grupların ortalama biyokütle değerleri açısından baskınlıkları

Tüm istasyonlar göz önüne alındığında hem birey sayısı hem de biyokütle değeri açısından en baskın grupların Bivalvia ve Chironomidae olduğu görülür. Her iki grupta tüm istasyonlarda mevcuttur. 3 numaralı istasyonda sadece Chironomidae bireyelerine rastlanmıştır. Tüm istasyonlarda yoğun olarak bulunan *E. ventrosa* (Gastropoda) türünün boyutunun küçük olmasından dolayı, bu grubun ortalama biyokütledeki payı oldukça düşüktür. Bölgedeki 8, 9 ve 10 numaralı istasyonlarda hiç bir makrobentik organizmaya rastlanmamıştır.

İstasyonlar arasında bulunan grupların birey sayıları arasındaki farklılıklar tek yönlü varyans analizi ile araştırılmış ve istasyonlar arasında önemli fark bulunmuştur ($p < 0,05$).

Spearman Sıra Korelasyon katsayıları, mevcut grupların bollukları ve fiziko-kimyasal değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla hesaplanmıştır. Chironomidae bolluğu ile sıcaklık, tuzluluk arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki bulunmuştur. Crustacea grubuna ait bireylerin bollukları sıcaklık, çözülmüş oksijen ve sedimentteki organik karbon miktarından etkilenir. Sıcaklık değerleri ile birey sayısı arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki varken, çözülmüş oksijen değerleri ile orta derecede pozitif ilişki, organik karbon değerleri ile negatif yönde güçlü bir ilişki bulunmuştur. Gastropoda grubunu temsil eden *Ecrobia ventrosa* bireyleri ile sıcaklık ve çözülmüş oksijen değerleri arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki bulunurken, sedimentteki organik karbon ile negatif yönde orta derecede bir ilişki belirlenmiştir. Sedimentteki organik karbon miktarı ile Bivalvia ve Polychaeta grubuna ait bireylerin bollukları arasında negatif yönde güçlü bir ilişki olduğu bulunmuştur. Sıcaklık ve tuzluluk değişimleri pozitif yönde ve orta derecede Polychaeta yoğunluğunda etkili iken, Oligochaeta bireyleri ile tuzluluk arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki saptanmıştır.

Bu çalışmada fiziko-kimyasal parametreler arasında belirlenen korelasyon katsayıları Tablo 3.1 de verilmiştir. pH'ın sırasıyla çözülmüş oksijen ve sıcaklık ile pozitif yönde, organik karbon ile negatif yönde bir korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir.

İletkenliğin tuzluluk ile çözünmüş oksijen değerlerinin sıcaklıkla pozitif yönde kuvvetli bir ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Nitrat azotu değerlerinin, birbirleri ile aralarında kuvvetli bir korelasyon bulunan ortho fosfat ve toplam fosfat değerleriyle pozitif yönde kuvvetli bir ilişki gösterdiği saptanmıştır.

Makrobentik organizmaların toplam bolluğu ile tuzluluk arasında pozitif ($r=0,679$), sedimentteki organik karbon arasında ise negatif korelasyon ($-0,652$) bulunmuştur. Organizmaların toplam biyokütlesi ile sıcaklık arasında pozitif ($r=0,676$), organik karbon ile negatif ($r=-0,683$) yönde bir korelasyon olduğu bulunmuştur.

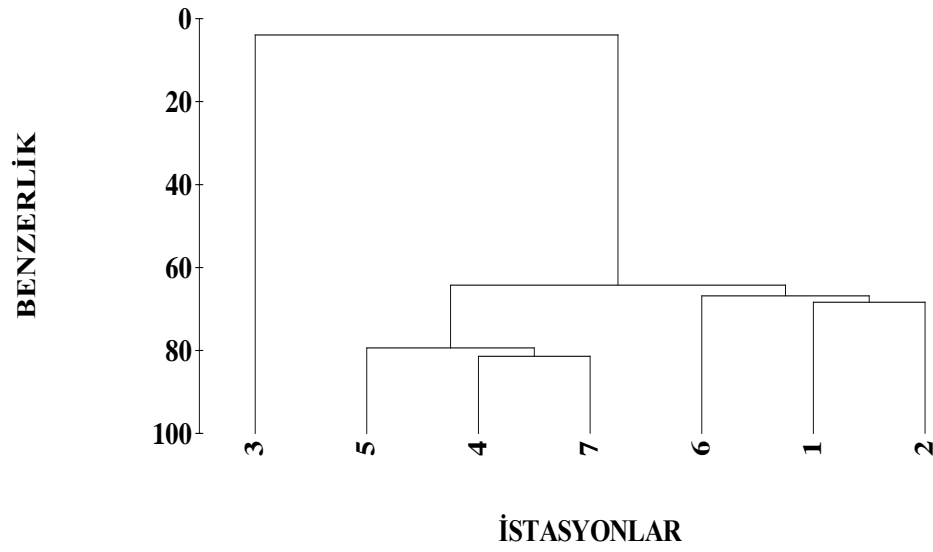
Farklı istasyonlarda bulunan grupların birey sayısına dayandırılarak yapılan kümeleme analizinde 7, 4 ve 5 numaralı istasyonlar arasında % 80 oranında benzerlik olduğu görülmektedir. Aralarında % 65 oranında benzerlik gösteren diğer grup ise 6, 1 ve 2 nolu istasyonlardan oluşmaktadır. İstasyon 8, 9 ve 10 canlı örnek bulunmaması nedeniyle değerlendirmeye alınmamıştır. İstasyon 3 diğer istasyonlardan sadece Chironomidae bireylerinin bulunması nedeniyle oldukça farklı olup diğer istasyonlarla aralarında benzerlik oranı oldukça düşüktür (Şekil 3.30).

Tablo 3.1: Fiziko-kimyasal değişkenlerle belirlenen grupların bollukları arasındaki korelasyon değerleri

	ANTHOZOA	CHIRONOMIDAE	CRUSTACEA	GASTROPODA	BIVALVIA	OLIGOCHAETA	POLYCHAETA
SICAKLIK	0.175	0.757	0.798	0.817	0.621	0.370	0.665
TUZLULUK	0.440	0.810	0.597	0.552	0.594	0.892	0.651
pH	0.260	0.374	0.588	0.601	0.588	0.075	0.588
ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN	0.130	0.522	0.679	0.744	0.557	0.144	0.569
ORGANİK CARBON	-0.579	-0.443	-0.700	-0.661	-0.809	-0.226	-0.802
Chl-a	0.560	-0.055	0.149	0.110	0.363	-0.038	0.263
TSS	0.191	-0.301	0.097	0.019	-0.019	-0.407	0.006

Tablo 3.2: Fiziko-kimyasal değişkenler arasında belirlenen Spearman Sıra Korelasyon değerleri (Çöz.O: Çözünmüş oksijen, Org. C: Organik karbon)

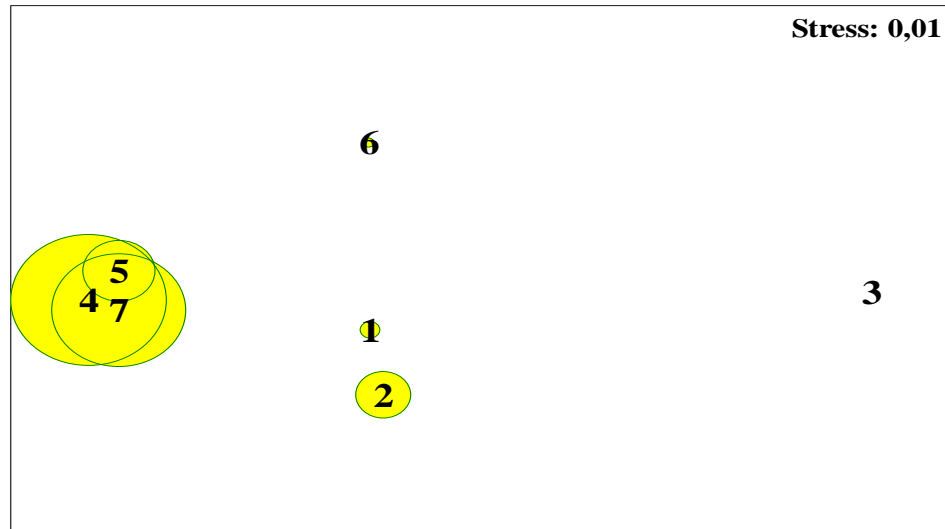
	Sıcaklık													
Sıcaklık	1,000	Tuzluluk												
Tuzluluk	0,574	1,000	pH											
pH	0,681	0,209	1,000	İletkenlik										
İletkenlik	0,414	0,925	0,197	1,000	Çöz. O									
Çöz. O	0,790	0,339	0,867	0,339	1,000	NH₄-N								
NH₄-N	-0,018	0,062	-0,200	0,148	-0,212	1,000	NO₃-N							
NO₃-N	-0,499	-0,361	-0,289	-0,361	-0,522	-0,080	1,000	NO₂-N						
NO₂-N	0,430	0,524	0,081	0,473	0,019	0,702	-0,233	1,000	o.PO₄-P					
o.PO₄-P	-0,462	-0,191	-0,394	-0,105	-0,539	0,224	0,890	0,081	1,000	TPO₄-P				
TPO₄-P	-0,486	-0,332	-0,358	-0,259	-0,515	0,188	0,939	-0,056	0,976	1,000	KI-a			
KI-a	0,195	0,012	0,127	-0,185	0,079	-0,248	0,180	0,006	0,067	0,067	1,000	Org. C		
Org. C	-0,424	-0,182	-0,730	-0,164	-0,559	0,207	0,486	0,006	0,644	0,620	-0,201	1,000	TSS	
TSS	0,000	-0,160	0,127	-0,234	0,333	-0,527	-0,018	-0,715	-0,273	-0,152	0,394	-0,116	1,000	



Şekil 3.30: Bray-Curtis kümeleme analizine göre (birey sayısı verilerine dayanan) istasyonlar arasındaki benzerliği gösteren dendrogram

Belirlenen yedi grup içinde en yüksek birey sayısı ile temsil edilen gruplar, Bivalvia, Gastropoda, Polychaeta ve Chironomidae'dir.

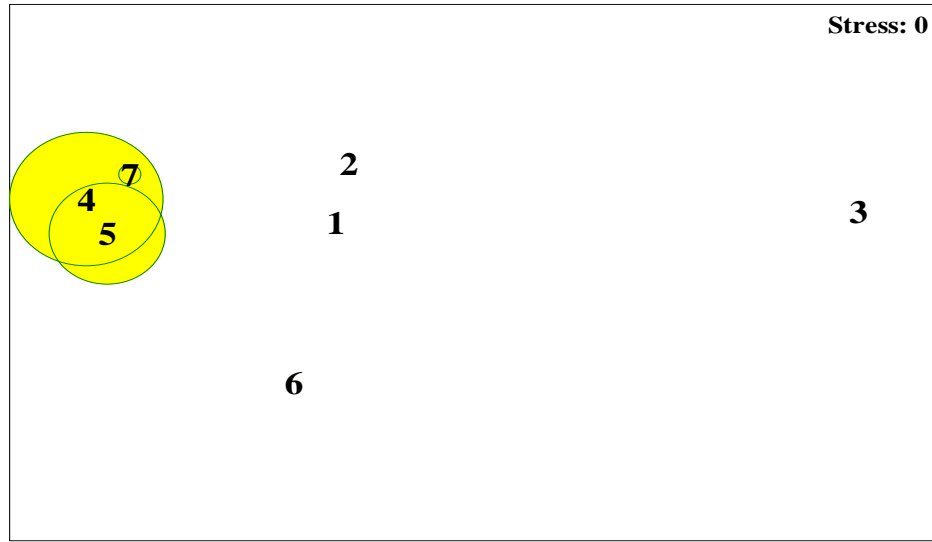
BIVALVIA



Şekil 3.31: İstasyonlar arasında benzerliği ve istasyonlardaki Bivalvia yoğunluğunu gösteren MDS grafiği

Bivalvia grubuna ait bireylerin yoğunlukları 7 ve 4 numaralı istasyonlarda en yüksek değerlere ulaşmıştır. 3 numaralı istasyonda bu gruba rastlanmazken, 1 (1567 birey \times m⁻²) ve 6 (900 birey \times m⁻²) numaralı istasyonlarda belirlenen değerler diğer istasyonlarda belirlenen değerlerden oldukça düşüktür (Şekil 3.31). Gastropoda grubunu temsil eden tek tür, *E. ventrosa* 4 numaralı istasyonda en yüksek birey sayısına ulaşır. 1 ve 6 numaralı istasyonlarda bu gruba ait değerler oldukça düşüktür. 2 ve 3 nolu istasyonlarda ise hiç belirlenmemiştir (Şekil 3.32).

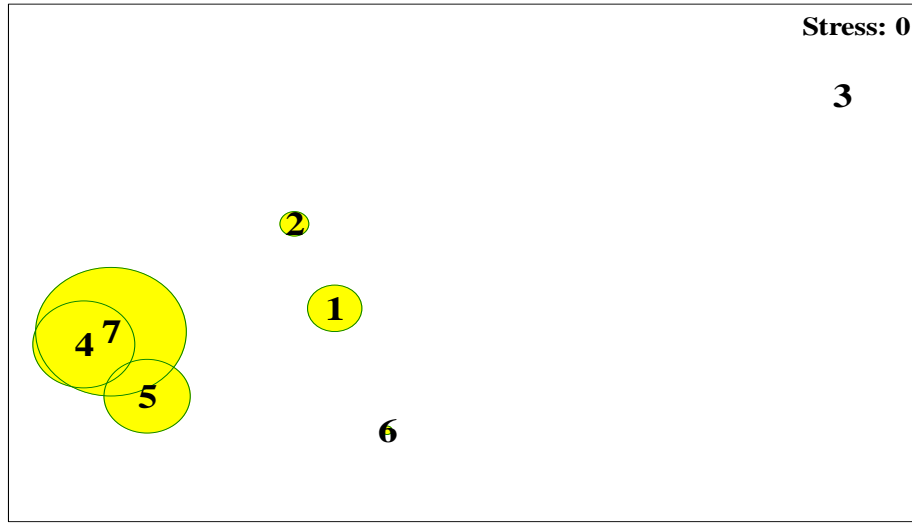
GASTROPODA



Şekil 3.32: İstasyonlar arasında benzerliği ve istasyonlardaki Gastropoda yoğunluğunu gösteren MDS grafiği

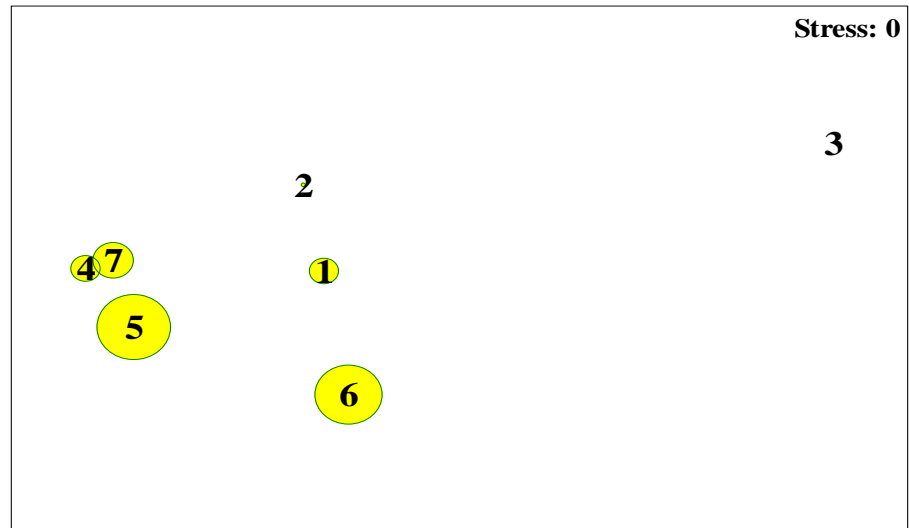
Polychaeta grubuna ait bireyler 3 numaralı istasyon dışında tüm istasyonlarda farklı bolluk değerlerine sahiptirler. Bu grubun baskın olduğu istasyonlar 7, 4 ve 5 numaralı istasyonlardır. En düşük ortalama birey sayısı 6 numaralı istasyonda, 375 birey.m⁻² olarak belirlenmiştir. Bunun aksine, bu istasyonda ortalama biyokütle değerleri tüm istasyonlar içinde en yüksek değerdedir (Şekil 3.33).

POLYCHAETA



Şekil 3.33: İstasyonlar arasında benzerliği ve istasyonlardaki Polychaeta yoğunluğunu gösteren MDS grafiği

CHIRONOMIDAE



Şekil 3.34: İstasyonlar arasında benzerliği ve istasyonlardaki Chironomidae yoğunluğunu gösteren MDS grafiği

Chironomidae grubu bireyleri hemen hemen tüm istasyonlarda bulunmalarına rağmen bazı istasyonlar birey sayısı açısından daha yüksek değerlere sahiptirler. Bu değerlerle ilişkili olarak şekillendirilen MDS grafiğine göre Chironomidae bireyleri

en yoğun olarak 5 numaralı istasyonda bulunurken ($2075 \text{ birey} \times \text{m}^{-2}$), en düşük birey sayısı ile ($8 \text{ birey} \times \text{m}^{-2}$) 3 numaralı istasyonda temsil edilirler (Şekil 3.34). Bu istasyonda, Chironomidae bireyleri dışında hiç bir gruba rastlanılamaması, MDS grafiğinde benzerlik açısından bütün istasyonlardan uzak bir konumda yer almasında en önemli nedendir.

BÖLÜM DÖRT

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Göllerde su sıcaklığı; mevsimlere, gölün coğrafik konumuna, derinliğine, yüzey alanına, içinde erimiş halde bulunan madensel tuzlara ve absorbe edilen güneş ışığına bağlı olarak değişebilir. Bu çalışmada, göl bölgesindeki örnekleme noktalarına ait su sıcaklık değerleri 20,4-29,6 °C arasında değişim göstermiş olup, ortalama 28,1 °C olarak ölçülmüştür. Bu değer SKKY'ye göre su sıcaklığı bakımından gölün su kalitesini 1. sınıf olarak tanımlar (SKKY, 2008). Yüzey suyunda ölçülen sıcaklık değerleri derin istasyonlarda (3, 7, 8, 9 ve 10 nolu istasyonlar) dip suyunda ölçülen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. İstasyon 9 da yüzeye göre dip suyu sıcaklık değerindeki düşme yaklaşık 8 °C' lik bir farkla oldukça belirgindir. Bununla beraber aynı istasyonda, yüzeye göre tuzluluk değerinde bir azalış ve çözülmüş oksijen değerinde de bir artış belirlenmiştir. Bu durum, derinliğin en fazla olduğu gölün bu noktasında tatlı su girdisi olabileceğini düşündürmektedir. Bu çalışmaya ait su sıcaklık değerleri Balık ve Ustaoglu, (1989); Cirik, Cirik, ve Metin, (1989); Kazancı ve ark., (2008) tarafından verilen sıcaklık değerlerine benzerlik gösterirken, Sarı ve ark., (2001); Öztürk ve ark., (2002); Koç (2008); Yabanlı ve ark., (2011); Erdoğan, (2011) tarafından rapor edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur.

Sucul canlılar için yaşamsal önemi olan çözülmüş oksijen miktarı suyun sıcaklığına, su yüzeyindeki gazın kısmi basıncına, suda çözülmüş tuz yoğunluğuna, göllerin trofik düzeyine, bitkilerin fotosentez hızı gibi olaylara bağlıdır. Araştırılan bölgede yaz ayları sıcak geçtiği için su sıcaklığı bu dönemde artış göstermiştir. Bazı örnekleme noktalarında görülen çözülmüş oksijen değerindeki düşme, bununla ilişkili olabilir. 3, 8 ve 9 nolu istasyonlarda gerek yüzey gerekse dip suyunda ölçülen bazı çözülmüş oksijen değerleri sucul canlıların yaşamlarını sürdürebilmelerini sağlayan kritik değer (5 mg/l) altında saptanmıştır. Bu değerler dikkate alındığında özellikle gölün bazı noktalarında çözülmüş oksijen değerlerinin göl suları için belirlenen ötrofikasyon sınır değerlerinin (5,0-7,5 mg×l⁻¹) altında olduğu görülmüştür. Gölde çeşitli araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde bu çalışmada ölçülen çözülmüş oksijen değerlerinin, Balık ve

Ustaoğlu (1989); Sarı ve ark., (2001); Öztürk ve ark., (2002); Kazancı ve ark., (2008); Erdoğan (2011) tarafından rapor edilen değerlerden daha düşük, Cirik ve ark., (1989); Koç (2008); Yabanlı ve ark., (2011) nın verdiği değerlerden daha yüksek olduğu görölmektedir (Tablo 4.1).

Yaz aylarında sıcaklık ve buharlaşmanın fazla olmasından dolayı tuzluluk değerlerinde artış meydana gelmektedir. Ayrıca gölün tuzluluk değerleri 1985 yılından bu yana ortalama 2,5 kat artmıştır. Gölün su kalitesini iyileştirmek, göle su sağlamak ve su baskınlarını önlemek amacıyla DSİ tarafından faaliyete geçirilen lastik regülatörün kurulmasından sonra göle giren su miktarı yarı yarıya azalmıştır ve 1994 yılı DSİ kayıtlarına göre 1985-1989 yılları arasında bu miktar 0,106 km³ olarak belirtilmiştir (Kazancı ve ark., 2008). Göle Serçin bölgesinden su girişi sağlandığı dönemlerde gölün batı ve doğu bölümleri arasında tuzluluk farkları oluşmaktadır. Bu durum Serçin bölgesinden göle giren Büyük Menderes orjinli suyun göldeki zayıf akıntılar (4-5 cm/sn,) nedeniyle gölün doğu kısmına kadar ulaşamaması nedeniyle olabilir (Tubitak, 110Y002). Gölde çeşitli noktalarda yapılan ölçümlerde tuzluluk değeri, 13,1-14,3 psu arasında değişmekte olup, en düşük tuzluluk değeri 9 nolu istasyonun dip suyunda, en yüksek değer 6 ve 7 nolu istasyonların yüzey suyunda saptanmıştır. Yaz aylarında sıcaklık ve buharlaşmanın fazla olmasından dolayı tuzluluk değerlerinde artış meydana gelmektedir. Farklı çalışmalarda (Balık ve Ustaoğlu, 1989; Cirik ve ark., 1989) ölçülen tuzluluk değerleri bizim sonuçlarımızdan daha düşük bulunurken, Yabanlı ve ark., (2011) tarafından ölçülen tuzluluk değerleri ise daha yüksek saptanmıştır.

Tablo 4.1: Bafa Gölü'nde diğer çalışmalar ve bu çalışmada belirlenen bazı fiziko-kimyasal değişkenlere ait değerleri.

Referanslar	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (psu)	pH	İletkenlik (mSi/cm)	Çözünmüş Oksijen (mg/l)	Seki disk (m)
Balık ve Ustaoglu, 1989	27,3	4,48	8,31	7,66	9,79	2,1
Cirik ve ark., 1989	28	7,5	7		6	1
Sarı ve ark., 1997	26	14,04	7,7	14,6	8	3,4
Öztürk ve ark., 2002	26	14	7,7		8	0,34
Koç, 2008	23	23	7,7		4,7-5,5	
Kazancı ve ark., 2008	26,5-27,5 27,0		7,5-7,7 7,6	22,2-22,4 22,2	11,0-5,0 7,0	
Yabanlı ve ark., 2011	23	16,2	7,7	25,3	4,7-5,5 5,1	
Erdoğan, 2011	21,2-23,4		7,97-8,17	1,9-25,2	4,45-9,59	
Bu çalışma, 2012	20,4-29,6 27,9±0,5	13,1-14,3 14,1±0,06	7,65-8,44 8,3±0,04	21,9-23,4 23,1±0,08	3,28-7,59 6,1±0,3	2-3 2,3±0,1

Çalışmanın yapıldığı dönemde Bafa Gölü'nde ortalama pH değerinin 8,26 olması, bu dönemde gölde alkali koşulların baskın olduğunu göstermektedir. Herhangi bir şekilde kirletilmemiş olan göl sularında pH değeri 6-9 arasında değişir. Sucul ortamda pH değerinin canlı yaşamını tehlikeye sokmaması ve su kaynağının balık yetiştiriciliği amacıyla kullanılabilir olması için pH'ın 6,5-8,5 sınır değerleri arasında olması gerekir (Dauba, 1981; SKKY, 2008). Bafa Gölü'nde gerçekleştirilen bu çalışma süresince ölçülen pH değerleri (7,65-8,44) bu sınır değerler arasındadır. SKKY kriterlerine göre pH açısından su kalitesi I. sınıf özellik göstermektedir (SKKY, 2008).

Elektriksel iletkenlikteki değişimler iyonların sudaki varlığına, toplam derişimine, hareketliliklerine, değerliklerine, görelî değişimlerine ve sıcaklığa bağlıdır (Anonim, 1985). İletkenlik, sıcaklık ve tuzluluk artışına bağlı olarak artar. Çalışmanın yaz döneminde gerçekleştirilmesinden dolayı elektriksel iletkenlik değerleri tuzlulukta ve sıcaklıkta meydana gelen artışa paralel olarak daha yüksek ölçülmüştür. Bununla birlikte, elektriksel iletkenlik ile tuzluluk değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı ilişki ($r = 0,9250$ $p < 0,01$) bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen elektriksel iletkenlik değerleri Balık ve Ustaoglu'nun (1989); Sarı ve ark., (2001) verdiği değerlerden yüksek; Kazancı ve ark., (2008) bildirdiği değerlere benzer ve Yabancı ve ark., (2011); Erdoğan, (2011)'in bulduğu değerlerden düşüktür.

NH_4^+ birçok alg ve yüksek bitkiler tarafından doğrudan alınarak büyümeyi hızlandırmanın yanında, oksijen tüketimini arttırarak sucul ortamı olumsuz yönde etkilemektedir (Haralambous, Maliou ve Malamis, 1992). Sucul canlıların atık maddesi olan NH_4^+ tekrar organizmalar tarafından absorblanabilir. Suda yaşayan organizmalar için önemli ölçüde toksik olmayan amonyum iyonu, yüksek pH ($> 8,5$) ve sıcaklığa bağlı olarak amonyağa dönüşmekte bunun sonucunda da balık yaşamı ve suda yaşayan diğer canlılar için toksik hale gelebilmektedir (Emerson, Russo, Lund ve Thurston, 1975; Ünlü, Çoban, Tunç, 2008). Amonyanın toksik etkisindeki artış; oksijen eksikliğine, sıcaklığın artışına ve diğer toksik maddelerin bulunmasına bağlıdır (Uslu ve Türkman, 1987). Temiz ve bol oksijenli sularda NH_4^+ çok düşük düzeylerde bulunmaktadır (Cirik ve Cirik, 1999). Ülkemizdeki sularda balıkların

yaşamlarını sürdürebilmeleri için amonyum tolerans sınır değeri 0,10 mg/l olarak belirlenmiştir (Ünlü ve ark., 2008). Bafa Gölü'nde ortalama $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değeri 1,93 μM ($0,027 \text{ mg}\times\text{l}^{-1}$) olarak ölçülmüştür. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde verilen ötrofikasyon kontrolü sınır değerlerine göre bu değer Bafa Gölü'nün kalitesinin I. sınıf olduğu göstermektedir (SKKY, 2008). Bu çalışmada, en yüksek $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değeri 6 nolu istasyonda 4,45 μM ($0,062 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) olarak ölçülmüştür. 6 nolu istasyon Kapıkırı mevkiindeki yerleşim alanlarına yakın bir konumda bulunmaktadır ve bu bölgedeki $\text{NH}_4^+\text{-N}$ artışı, gölün bu noktasına yerleşim yerlerinden gelen evsel ve tarımsal kökenli atıklarla açıklanabilir. Nitrit ise amonyum ve nitrate oranla ara bir ürün olduğu için çoğunlukla yüzey sularında düşük konsantrasyonlarda bulunur ve organik kirliliğin fazla, oksijenin düşük olduğu yerlerde yüksek konsantrasyonlara ulaşabilir (Egemen, 2006). Nitrit, azot döngüsünün ara ürünüdür ve hızlı bir şekilde nitrate dönüşür. Ayrıca planktonik organizmaların hücre dışı ürünü olarak da suya verilmektedir (Santschi, Wieland, Höhener ve Sturm, 1990). Bafa Gölü'nden alınan su örneklerinde ortalama $\text{NO}_2\text{-N}$ değeri 0,06 μM ($0,87 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) olarak tespit edilmiştir. $\text{NO}_2\text{-N}$ ile $\text{NH}_4^+\text{-N}$ arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunmuştur ($r = 0,7021$ $p < 0,05$). Hem amonyum hem de nitrit azotunun 6 nolu istasyonda daha yüksek ölçülmesi, yerleşim alanlarına yakın olması ile açıklanabilir.

Nitrat, oksijence zengin sularda azotun çok yaygın görülen mineral şekli olup, algal büyümeyi sınırlayabilen veya arttırabilen önemli bir faktördür. Yüzey sularında $\text{NO}_3\text{-N}$ miktarı düşük olup genellikle $1 \text{ mg}\times\text{l}^{-1}$ 'den azdır fakat bazen $5 \text{ mg}\times\text{l}^{-1}$ 'ye çıkabilmektedir (Anonim, 1981). Oligotrofik sularda azot miktarı düşük, ötrofik sularda ise oldukça yüksektir. Yapılan analizler sonucu Bafa Gölü'nde $\text{NO}_3\text{-N}$ değeri 0,08-0,36 μM arasında değişmekte olup, ortalama 0,20 μM ($0,002 \text{ mg}\times\text{l}^{-1}$) olarak belirlenmiştir. SKKY'ye (2008) göre bu değer açısından su kalitesi I. sınıf özellik göstermektedir. Önceki yıllarda Bafa Gölü'nde gerçekleştirilen çalışmalara ait nitrat değerleri incelendiğinde, bu çalışmadan elde edilen değerlerin, gölde 1992, 1993, 1996 ve 2007 yıllarında sırasıyla $0,54 \text{ mg}\times\text{l}^{-1}$, $0,24 \text{ mg}\times\text{l}^{-1}$, $0,0-0,009 \text{ mg}\times\text{l}^{-1}$ ve $0,00-1,48 \text{ mg}\times\text{l}^{-1}$ olarak ölçülen nitrat değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir (Kazancı ve ark., 2008; Koç, 2008). Genel olarak yüzey sularında $\text{NO}_3\text{-N}$ konsantrasyonunun $0,09-1,8 \text{ mg}\times\text{l}^{-1}$ arasında olduğu literatürden (Hütter, 1992)

bilinmektedir. Bafa Gölü'nde ölçülen nitrat azotu değerleri bu limit değerlerin altında yer almaktadır ve gölde önemli derecede nitrat artışından kaynaklanan kirlilik riskinin olmadığını göstermektedir.

Fosfor, sucul ortamlarda çok yönlü ve karmaşık kimyasal dengelerin anahtar elemanlarından biridir. Fotosentezle üretim yapan canlıların büyümelerini sınırlayıcı etkilere sahiptir (Uslu ve Türkman, 1987). Ortofosfat çoğu gölde pek çok bitki ve mikroorganizma tarafından kullanılabilen temel fosfat kaynağıdır (Dişli, Akkurt ve Alıcılar, 2004; Taş, 2006) ve kirlenmemiş doğal sularda oldukça küçük miktarlarda bulunarak göllerin verimliliğini belirler (Tepe ve Boyd, 2003). Çoğu gölde ortalama toplam fosfor içeriğinin $0,010$ ile $0,030 \text{ mg} \times \text{l}^{-1}$ arasında değiştiği bildirilmiştir (Tanyolaç, 2004). Bafa Gölü'nden seçilen istasyonlarda ortalama ortofosfat değeri $1,48 \text{ } \mu\text{M}$ ($0,05 \text{ mg} \times \text{l}^{-1}$) olarak belirlenmiş, en yüksek değer, $1,89 \text{ } \mu\text{M}$ ($0,063 \text{ mg} \times \text{l}^{-1}$), 2 nolu istasyonun yüzey suyunda ölçülürken, en düşük değer $1,09 \text{ } \mu\text{M}$ ($0,034 \text{ mg} \times \text{l}^{-1}$) 4 nolu istasyonun yüzey suyunda belirlenmiştir. Bu çalışmada, $\text{o.PO}_4\text{-P}$ ile $\text{TPO}_4\text{-P}$ ($r=0,9758$ $p<0,001$), $\text{NO}_3\text{-N}$ ($r=0,8896$ $p<0,01$) ve organik karbon ($r=0,6444$ $p<0,05$) arasında pozitif yönde güçlü bir korelasyon saptanmıştır. $\text{TPO}_4\text{-P}$ seviyesinin 2 nolu istasyonda yüksek çıkmasının başlıca sebebi; çevresindeki yerleşim yerlerinden göle bırakılan evsel atık sular, tarımsal atıklar ve fosseptiklerden gelen sızıntı suları olabileceği gibi özellikle yaz döneminde suların çekilmesine bağlı olarak buradaki canlı biyokütlenin ölerek döngüye girmesi ve belli dönemlerde oluşan alg patlamalarıyla da ilişkilendirilebilir. $\text{NO}_3\text{-N}$ ile $\text{TPO}_4\text{-P}$ arasında pozitif korelasyon ($r=0,9387$ $p<0,001$) her iki değişkenin benzer girdilerden etkilendiğini düşündürür.

Özellikle yaz aylarında birincil üretimdeki artıştan dolayı fosfor tüketimi artarken, kış aylarında azalma eğilimi göstermektedir. Thoman ve Mueller (1987)'e göre toplam fosfor $10 \text{ } \mu\text{g} \times \text{l}^{-1}$ 'den küçük ise göl oligotrofik, $10\text{-}20 \text{ } \mu\text{g} \times \text{l}^{-1}$ ise mezotrofik, $20 \text{ } \mu\text{g} \times \text{l}^{-1}$ 'den büyük ise ötrofiktir. Bu değerlere göre, çalışmanın yapıldığı dönemde Bafa Gölü ortalama $\text{TPO}_4\text{-P}$ değeri $3,42 \text{ } \mu\text{M}$ ($106 \text{ } \mu\text{g} \times \text{l}^{-1}$) olup, toplam fosfor bakımından Bafa Gölü ötrofik özellik göstermektedir. SKKY'ye göre bu değer açısından su kalitesi II. sınıf olup, ötrofikasyon sınır değerlerini ($0,005\text{-}1,0 \text{ mg/l}$) de aşmamaktadır (SKKY, 2008). Bizim çalışmamızda belirlenen göldeki toplam fosfor

miktarının, Beklioğlu, İnce ve Tüzün.(2003) e göre temiz göl suları fosfor değerlerinin (0,1-0,15 mg×l⁻¹), SKKY'ye (2008) göre ise ötrofikasyon kontrolü sınır değerlerinin (0,005-1,0 mg×l⁻¹) arasında kaldığı görölmektedir.

Gölün en derin kısmında yer alan 8 ve 10 nolu istasyonların göle ulaşan organik maddenin depolandığı bir rezerv olarak davrandığı düşünölmüştür (Erdoğan 2011). Bu istasyonlarda ve Bafa Gölü'nde yerleşim yerlerine yakın olan 3 ve 6 nolu istasyonlarda organik karbon miktarının (%3,14 ve %3,58) diğer istasyonlardan yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu istasyonlarda sedimentin silt ve kil malzemededen, organik karbonun düşük olduğu 4, 5 ve 7 nolu istasyonlarda ise sedimentin büyük çoğunluğunun kumdan oluştuduğı belirlenmiştir. Bu istasyonlarda sedimentin organik karbon içeriği ile yapısı arasındaki ilişki açıkça görölmektedir. Bafa Gölü'nde askıda katı madde miktarı (AKM) ortalama 4,18 mg×l⁻¹ olup, 4 nolu istasyon (5,58 mg×l⁻¹) ile 10 nolu istasyon (6,28 mg×l⁻¹) dışında ölçölen değerler Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinin göllerde doğal koruma alanı ya da çeşitli kullanımlar için verdiği ötrofikasyon kontrolü sınır değerlerinin (5-15 mg×l⁻¹) altında ölçölmüştür (Uslu ve Türkman, 1987; Anonim, 2004).

Göllerde trofik düzeyin belirlenmesinde, birincil üretimi ve ötrofikasyon seviyelerini göstermesinden dolayı klorofil-a ve bununla birlikte seki disk derinliği verilerinden de yararlanılmaktadır. Harper (1992)'ye göre klorofil-a'nın < 3 mg.m⁻³ olması oligotrofik düzeyi; 3-5 mg×m⁻³ arasında olması mezotrofik düzeyi ve > 5 mg.m⁻³ olması ise ötrofik düzeyi göstermektedir. Bu araştırmada, Bafa Gölü'nde ortalama klorofil-a miktarı 5,87 mg×m⁻³ olarak bulunurken, ortalama seki disk derinliği değeri 2,3 m olarak belirlenmiştir. Harper (1992)'ye göre, Seki disk görünürlüğü > 6 m oligotrofik düzeyi; 3-6 m mezotrofik düzeyi; < 3 m ötrofik düzeyi ifade etmektedir. Harper (1992)' ye göre Bafa Gölü hem ortalama klorofil-a değerleri hem de ortalama seki disk derinliği açısından ötrofik özelliktedir. OECD (1982) raporuna göre ortalama seki disk derinliği değeri göz önüne alındığında çalışmanın yapıldığı dönemde Bafa Gölü ötrofik özellik gösterirken toplam fosfor değerleri dikkate alındığı göl hipertrofik, klorofil-a değerleri açısından ise mezotrofik özellik göstermektedir (Vollenweider ve Kerekes, 1982).

Büyük Menderes Deltası, birkaç lagünle tuzcul bataklıklar ve çamur düzlüklerini kapsayan taşkın özelliğinde sulak alandır ve Bafa gölü, bu sulak alanın bütünleşik bir parçasıdır. Bafa Gölü mesohalin (4-14 psu) bir özellik gösterir ve acı su türleri ile tuzluluğa toleranslı denizel organizmaları içerir. Gölde değişen tuzluluk değerleri nedeniyle bazı türler ortamdaki yok olmuştur. Çalışma alanı olan Latmian Körfezi günümüzden yaklaşık 1200 yıl önce acı su özelliği kazanmaya başlamıştır. Şu anda da gölün acı su özelliği göstermesinin ve tuzluluk artışının en temel nedeni, göl tabanından tuzlu su girişinin devam ediyor olması (TUBİTAK, 110Y002) ve göle giren tatlı su özelliğindeki suya, oluşturulan lastik regülatörle 1985 yılından bu yana müdahale ediliyor olmasıdır. Yaz aylarında tatlı su girdisinin azalması ve buharlaşmanın artması nedeniyle gölün tuzluluk değerlerinde artış belirlenmiştir. Bu artış ile birlikte bataklık ve sazlık alanların kuruması, su kalitesindeki değişimlere neden olmaktadır. 1967 den 2006 yılına gelinceye kadar tuzluluk değerleri 4 kat artmış ve 14 psu seviyesine ulaşmıştır. Bu nedenle gölde bir zamanlar yaygın olan balık türleri (*Cyprinus carpio*, *Silurus glanis*) ortamdaki yok olmuşlardır (Koç, 2008). Bafa Gölü'nde bölgesel ve mevsimsel değişimlerle çevresel değişkenlerin canlılar üzerinde yarattığı olumsuzluk yanında, farklı kaynaklardan sisteme giren kirleticilerin de gölün ekolojisinde önemli bir değişime neden olduğu bilinmektedir. Kapıkırı mevkiinde 2006 yılının Ekim ayında dört türden (*Atherina boyeri*, *Syngnathus abaster*, *Anguilla anguilla* ve *Gobius niger*) oluşan toplu balık ölümlerinin nedenleri araştırılmış ve su kalitesi ile ilgili olarak tuzluluk seviyesindeki artış, çözülmüş oksijen miktarının düşük olması, nitrit ve amonyak miktarlarının balıkta sublethal etkiler meydana getirebilecek seviyelerde olması, Cyanopyta grubundan organizmaların suda bol miktarda bulunması sonucu balık solungaçlarının tıkanmasının bu olayda önemli rol oynadığı belirlenmiştir (Yabanlı, 2011; Erdoğan, 2011). Kuru, Balık, Ustaoglu, Ünlü, Taşkavak, Gül, Yılmaz, Sarı, Küçük, Kutrup ve Hamalosmanoğlu (2001) tarafından yapılan bir çalışmada gölde 20 balık türünün varlığından bahsedilmiştir. Hayatlarının tümünü veya bir bölümünü gölde geçirerek ordaki balık ve omurgasızlarla beslenen bir çok kuş türü de mevcuttur (Akarsu, 2000). Bu nedenle göldeki omurgasız organizma yoğunluğu ve bolluğunun bilinmesi, gölün ekolojik durumunun belirlenmesi açısından büyük önem taşır.

Bölgede seçilmiş 10 istasyondan toplanan örneklerin incelenmesi sonucunda 7 gruba ait toplam 88933 birey belirlenmiştir. Bu gruplar içerisinde birey sayısı bakımından en baskın grubu 34300 birey ve %39 baskınlıkla Bivalvia oluştururken, bu grubu 28858 birey ve %32 baskınlıkla Gastropoda, 14925 birey ve %17 baskınlıkla Polychaeta, 6941 birey ve %8 baskınlıkla Chironomidae izlemiştir. Makrobentik organizmaların toplam bolluğu ile tuzluluk arasında ($r=0,679$) ve organizmaların toplam biyokütlesi ile sıcaklık arasında pozitif yönde bir korelasyon ($r= 0,676$) olduğu bulunmuştur. Bolluğun en fazla olduğu 4 ve 7 nolu istasyonlar gölün doğu kesiminde yer alır. Yaz döneminde 10 istasyonda ortalama biyokütle değeri metrekarede 34,23 gram yaş ağırlık olarak hesaplanmıştır. İstasyonlar içinde 8, 9 ve 10 nolu istasyonlarda makrobentik organizmaya rastlanmadığı için bu istasyonlar ortalamaya dahil edilmediğinde, elde edilen değer metrekarede 48.91 gram yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada her iki şekilde de hesaplanan makrofaunal biyokütle değerleri med-cezir etkisinin görüldüğü estuarinler (Japonya) için hesaplanan faunal biyokütle değerinden ($311-455 \text{ g} \times \text{m}^{-2}$) oldukça düşüktür (Magni, Como, Montani ve Tsutsumi, 2006). Bunun nedeni özellikle kil ve silt oranının yüksek olduğu istasyonlarda sedimentin yüzeyinden dibe doğru gittikçe belirginleşen oksijensiz tabakanın varlığı olabilir. Çünkü burada bahsedilen sediment koyu renklidir ve kötü koku belirgindir. Ayrıca sedimentte ölü mollusk kabukları da yaygındır. Toplam biyokütle ve bolluk değerlerinin sedimentteki organik karbon ile negatif yönde bir korelasyon (sırasıyla $r=-0,683$ ve $r=-0,652$) göstermesinin temel nedeninin de bu olduğu düşünülmektedir.

Bafa Gölü'nde yaz dönemi örneklemesinde 10 istasyonda bulunan türler, yedi gruba aittir ve farklı gruplara ait zoobentik topluluklar birey sayısı ve biyokütle değerleri açısından istasyonlar arasında farklılıklar göstermektedir. Hiç canlı bireye rastlanmayan ve gölün orta kısmı ile kuzey bölgesinde yer alan istasyonlar göz önüne alınmadığında en düşük birey sayısının 3 nolu istasyonda bulunduğu belirlenmiştir. Burada çok az sayıda Chironomidae bireylerine rastlanmıştır. Bu grup üyeleri kötü koşulları tolere ederler ve çok geniş çevresel koşullara adapte olabilir. Chironomidae grubunun hem birey sayısı hem de biyokütle değeri açısından en yüksek olduğu

alanlar 5 ve 6 nolu istasyonlardır. Yine bu çalışma istasyonlarında belirlenen değerler, Ergene havzası, Gala Gölü ve Aslantaş Baraj Gölü'nde belirlenen (Fındık, 2006; Özkan, Gülsoy, Aerts ve Muys, 2010; Çamur, Arslan, Kirgiz, Öterler ve Özkan, 2010) ve makrobentik faunanın % 50 sinden fazlasını oluşturan, en yüksek Chironomid larva bolluğu değerinin iki katından daha fazladır ($2075 \text{ birey} \times \text{m}^{-2}$). Bu çalışmada, bazı çalışmalarda iddia edilenin aksine sedimentin organik karbon içeriği ile Chironomidae larvalarının bollukları arasında pozitif yönde önemli bir korelasyon bulunmamıştır ($p > 0,05$). Korelasyon zayıf ve negatif yöndedir ($r = -0,443$) Larva sayısının en yüksek olduğu 5 ve 6 numaralı istasyonlarda sırasıyla sedimentte en düşük ve en yüksek karbon oranlarının (%) belirlenmesi bu hipotezi desteklememektedir. Grubun bolluk değerleri sırası ile 5, 6, 7 ve 1 nolu istasyonlarda, diğer istasyonlara göre daha yüksektir. Ergene havzasında yapılan bir çalışmada Chironomidae larvalarının metrekarede 325 birey ile temsil edildiği ve yüksek organik madde içeren sedimentleri tercih ettiği vurgulanmıştır (Özkan ve ark., 2010). Gala Gölü'nde Chironomidae larvalarının bolluğu makrobentik faunanın %57 sini oluşturur ve metrekaredeki birey sayısı 920 dir (Çamur ve ark., 2010). Aslantaş baraj gölünde bentik faunanın %56,88'nin Oligochaeta ve %43,12'sinin ise Chironomidae türlerine ait olduğu belirtilmiştir. Chironomidae türlerine ait larvaların mevsimsel dağılımları göz önüne alındığında kış mevsiminde larval safhalarını geçiren bireylerin ilkbahar döneminde sıcaklık artışı ile birlikte pupa ve ergin birey oluşturarak ürediği ve yaz döneminde larvaların sedimentte arttığı, aksi bir durum olduğunda ise buradaki larvaların predasyon nedeniyle tüketilmiş olabileceği vurgulanmıştır. 2001 yılı, yaz döneminde belirlenen ortalama birey sayısı metrekarede 377 bireydir ve çözünmüş oksijenin azaldığı koşullarda, toplam fauna içinde Chironomidae ve Oligochaetaların birey sayılarının arttığı gözlenmiştir. (Fındık, 2006). Samborombon Körfezi'nde (Arjantin, Güney Amerika) mevsimsel olarak yapılan bir çalışmada Chironomidae bireyelerine her mevsimde rastlandığı, sayısal olarak da Gastropoda grubu ile birlikte bolluk açısından baskın özellik gösterdiği vurgulanmıştır. Bölgelere bağlı olarak değişen baskınlık değerleri Chironomidae grubu için en yüksek % 15,02 olarak bulunmuştur (Spaccesi ve Capitulo, 2009). Bu çalışmada 3 numaralı istasyon dışında belirlenen en yüksek oran % 38,75 dir. Tatlı su bentozunda en sık rastlanılan hayvan gruplarının Chironomidae

ve Oligochaeta türleri olduğu, iki grubun ekolojik istekleri ve dağılımları arasında bir korelasyonun bulunduğu ve birbirlerinin besin kaynağı durumunda oldukları Demirsoy (1999) da belirtilmiştir. Bu çalışmada iki grubun hem birey sayıları ($r=0,817$) hem de biyokütle değerleri ($r=0,905$) arasındaki korelasyon yüksektir.

Oligochaeta'lerin metrekaresindeki birey sayısı açısından en yüksek ortalama değeri $1550 \text{ birey} \times \text{m}^{-2}$ ile 6 numaralı istasyonda; en düşük değeri ise $8 \text{ birey} \times \text{m}^{-2}$ ile 4 nolu istasyonda belirlenmiştir. Bu iki istasyonun birbirine yakın bölgelerde yer alması bu gruba ait türlerin tuzluluktan farklı olarak sedimentteki organik karbon miktarından etkilenmiş olabileceğini düşündürür. Oligochaetlerin yoğun olduğu 6 numaralı istasyonda organik karbon içeriği % 3,58 iken 4 numaralı istasyonda bu değer % 0,35 dir. İnsan aktivitesinden etkilenen az derin kıyısal bölgelerde sedimentte organik madde miktarındaki değişimler sedimentin tane boyu ile ilişkilendirilebilir. Gala Gölü'nde yapılan bir çalışmada (Elipek ve ark., 2010), zoobentik gruplar içinde oligochaetler metrekarede 558 bireye sahiptir ve bu değer toplam bolluğun %34 dür. Yine bu çalışmada Oligochaeta (*Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri* ve *L. udekemianus*) ve larval Chironomidae (*C. plumosus*) türlerinin kötü koşullara ve geniş çevresel değişimlere uyum sağladığı ve çamurlu substratları tercih ettiği vurgulanmıştır. Aslantaş Baraj Gölü'nde saptanan Oligochaeta grubuna ait birey sayısı ortalama 1010,10 olarak bulunmuş ve gölün oligo-mesotrofik karakterde olduğu belirtilmiştir. Fındık, 2006 tarafından yapılan bu çalışmada Probst (1987)'un önerdiği göllerin verimliliğinin belirlenmesinde Oligochaeta populasyonunun metrekaresindeki birey sayısı dikkate alınmıştır. Buna göre m^2 'de 1000-5000 arası birey sayısı hafif kirliliği, m^2 'de 5000'nin üstündeki birey sayısı yüksek kirliliği temsil ettiği belirtilmektedir. Bizim çalışmamızda elde edilen en yüksek ortalama değer $1550 \text{ birey} \cdot \text{m}^{-2}$ olduğu düşünüldüğünde, 6 numaralı istasyonun bulunduğu bölgenin de oligo-mesotrofik karakterde olduğunu söylemek mümkündür. Bafa Gölü çalışma döneminde ortalama toplam fosfat değeri açısından hipertrofik, ortalama seki disk derinliği değerleri göz önüne alındığında ötrofik, ortalama klorofil-a değerleri açısından ise mezotrofik karakterdedir.

Çalışmada en fazla birey sayısı ile temsil edilen grup Bivalvia'dır. Bu gruba ait bireylerin bolluğu genellikle belirtilen 4 ve 7 numaralı istasyonlarda yüksektir. Burada sert zeminler üzerinde *Mytilaster marioni* türü yoğun topluluklar oluşturmaktadır. Türün gölde özellikle Menet Adası civarında yoğun popülasyonlar oluşturduğu, bu bölgedeki boş veya makrofitle kaplı kayalıkları tercih ettiği belirlenmiştir (Öztürk ve ark., 2002). Çalışma süresince hiç canlı örneğine rastlayamadığımız türlerin kavkuları da sedimentte bulunmaktadır. Ekolojik değişimler göldeki mollusk faunasını da değiştirmiştir. Bu çalışmada kavkuların büyük çoğunluğu; *Mytilaster marioni*, *Cerastoderma glaucum* ve *Theodoxus* sp. ve *Ecrobia ventrosa* türüne aittir. Fakat bulunan bu türler içinde *Cerastoderma glaucum* ve *Theodoxus* sp.'ye ait canlı örneğe hiç rastlanmamıştır. Özellikle bu türlerden oluşan kavkuların, hiç makrobentik canlı örneği bulamadığımız 8, 9 ve 10 nolu istasyonlarda yoğunlaştığı gözlenmiştir. Bafa Gölü'nde Knipping ve ark., 2008 tarafından yapılan kor örneklemede sedimentin killi-siltli malzemedan ve biyojenik materyalden oluştuğu ve yüksek oranda organik madde (%9,1) içerdiği belirtilmiştir. Buradaki karot örneklerinden elde edilen *Cerastoderma glaucum*'dan (iki kabuklu materyal) yapılan yaş tayininde, türün bulunduğu en üst tabakanın milattan önce 1240-1126 yıllarına kadar uzandığı ve o dönemlerde denizel koşulların hakim olduğu belirtilmiştir. Bununla beraber, bu tür, Öztürk ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada belirlenen 3 mollusk türünden biri olarak rapor edilmiştir.

Polychaeta grubuna ait en yüksek birey sayısı sırası ile 7, 4 ve 1 nolu istasyonda bulunmasına rağmen bu grubun diğer gruplar içindeki baskınlık değerinin (%42) en yüksek olduğu çalışma alanı, istasyon 1 olarak tespit edilmiştir. Bu bölge, Büyük Menderes nehrinin taşıdığı materyal nedeniyle aşırı bir organik madde girdisi yanında özellikle kış aylarında düşük tuzluluk değerleri ile temsil edilir. Bu bölgede bulunan ve Polychaeta biyokütlesinde önemli bir paya sahip olan *Hediste diversicolor* yüksek fizyolojik toleransları olan, tuzluluk ve sıcaklık gibi bir çok değişkenin uç değerlerini tolere edebilen ve bulunduğu ortamın özelliklerini iyi yansıtan bir türdür (Frangipane, Ghirardini, Volpi, Collavini, Zaggia, Pesce ve Tagliapietra, 2005; Moreira, Lima, Ribeiro ve Guilhermino, 2006). Gillet ve arkadaşları (2008), bu türün kirliliğe verdiği tepkiyi iki farklı estuarinde

araştırmışlardır. Bu türün karnivor olarak davrandığı beslenme stratejisinde, sedimentteki polychaeta, crustacea, ostracoda ve isopoda türleri yanında Chironomidae türlerini de tükettiği belirtilmiştir (Costa, Silva, Almeida ve Costa, 2006).

Bryozoa gölde tek bir tür, *Conopeum seurati* ile temsil edilmektedir. *Mytilaster marioni* üzerinde çok sık olmamakla beraber türe ait küçük kolonileri bulunmuştur. Bu türün *Mytilaster marioni* tarafından oluşturulan ikincil substrattan çok gölün batı tarafında, Serçin bölgesinde yer alan vegetasyonu substrat olarak tercih ettiği ve burada daha yoğun koloniler oluşturduğu belirlenmiştir. Bu bryozoa türü Lesina Lagünü'nde (Apulia, güney Adriyatik Denizi), poliket (*Ficopomatus enigmaticus*, *Hydroides dianthus*), mollusk (*Mytilaster marioni* ve *Mytilaster lineatus*) ve sirripedler (*Balanus eburneus*) tarafından oluşturulan biyolojik materyal üzerinde geniş bir yayılım gösterdiği ve bölgede oluşturulan kalker yapının, acı su biyotoplarında sıklıkla rastlanan krustase türlerinin yerleşimi için uygun bir habitat oluşturduğu vurgulanmıştır (Marzano, Scaranari ve Vulpiani, 2007). Bizim çalışmamızda, *Mytilaster marioni*'nin biyokütle değerinin en yüksek olduğu 7 numaralı istasyonda, bu tür tarafından oluşturulan habitatın Crustacea türleri için de büyük önem taşıdığı onların bu istasyondaki bolluk ve biyokütle değerlerinden anlaşılmaktadır. Bununla beraber belirlenen gruplar içinde en düşük baskınlık değeri Crustacea (%1) ve Anthozoa (%1) gruplarına aittir. Bölgede Sarı ve ark (2001) de yapılan bir çalışmada Anthozoa grubuna ait tek bir tür, *Haliplanella lineata* dan bahsedilmiştir. Bu çalışmada, bulunan Anthozoa grubuna ait bireylerin juvenil olması nedeniyle tür seviyesinde belirlenmeleri mümkün olamamıştır.

Crustace grubu içinde en baskın olan türlerin *Sphaeroma serratum*, *Gammarus lacustris* ve *Chaetogammarus ischnus* olduğu Kazancı ve ark. (2008) de belirtilmiştir. Bu çalışmada ise baskın olan iki tür Amphipodlardan *Gammarus aequicauda* ve Isopodlardan *Sphaeroma serratum* dur. Sarıkum Gölü'nden rapor edilen acı su türü *Gammarus aequicauda*, iki çalışma istasyonunda ve İtalya'da 26 lagünü kapsayan değerlendirme sonucunda çoğunlukla yaygın veya yaygın olan türler kapsamında değerlendirilmiştir (Şendoğan, 2006; Basset, Sabetta, Fonnesu,

Muillot, DoChi, Viaroli, Giordani, Reizopoulou, Abbiati ve Carrada, 2006). Örihalin olan bu türün bolluğundaki artış yaz döneminde buharlaşma ve bunu takiben tuzluluk artışı ile ilişkilendirilmiş ve bu türün *Ecrobia ulvae* ve genellikle çamur substratları tercih eden *Cerastoderma glaucum* ile birlikte antropojenik kirliliği tolere edebildiği vurgulanmıştır (Zouari, Rabaoui, Cosentino, Irathni, Ghrairi ve Kalthoum, 2009). Bununla beraber, Ponti ve ark. (2007) tarafından, özellikle yaz döneminde distrofik özellik sergileyen Valli di Comacchio lagün sisteminde (Kuzey Adriyatik Denizi) *Cerastoderma glaucum* türünün, oksijen miktarı ve organik karbon içeriği ile bağlantılı olarak ortamdan kaybolduğunu vurgulanmıştır. Yine aynı çalışmada *Ecrobia* sp.'nin üreme stratejisi nedeniyle hızlı bir şekilde sonbahar döneminde birey sayısının arttığı fakat yoğunluğunun diğer dönemlere göre daha düşük olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada Gastropoda grubuna ait tek bir tür *Ecrobia ventrosa* belirlenmiş olup sedimentte bu türe ait çok sayıda ölü bireye rastlanmıştır. Bu çalışmada, *Ecrobia ventrosa* türünün birey sayısının en yüksek değere ulaştığı 4 numaralı istasyonun organik karbon içeriğinin en düşük (%0,35), toplam askıda katı madde içeriğininse en yüksek (5,8 mg/l) olduğu belirlenmiştir. En fazla birey sayısı 4 nolu istasyonda ($15025 \text{ birey} \times \text{m}^{-2}$) bulunmuştur. Baskınlık değerinin yüksek olduğu 5 (%51,04), 4 (%47,76) ve 7 (%11,62) nolu istasyonlarda, sedimentteki organik karbon içeriğinin (%0,35-%0,70) diğer istasyonlardan daha düşük olduğu görülmüştür. Bu tür, organik karbon içeriği ile negatif yönde ($r=-0,661$), çözünmüş oksijen konsantrasyonu ile pozitif yönde ($r=0,743$) bir korelasyon göstermiştir. Spaccesi ve Capitulo, (2009) da yaptığı bir çalışmada Gastropoda için en yüksek baskınlık değerini %21,49 olarak vermişlerdir. Kuzey Baltık Denizi'nde (Aland takımadaları) yapılan bir çalışmada, zoobentik topluluklar içinde *Ecrobia* spp. ve oligoketlerin organik madde içeriği % 1,8 olan dış kısımdan, organik madde içeriği %5,6 olan, kil ve çamur diplerden oluşan iç ve orta kısma doğru gittikçe daha baskın hale geldiği belirlenmiştir (Aarnio, Mattila, Törnroos ve Bonsdorff, 2011). Bu çalışmada ise organik madde içeriği en yüksek olan 6 (% 7,22) ve 3 (% 6,33) nolu istasyonlarda bulunan *Ecrobia ventrosa* türü, bu istasyonlarda yüksek birey sayısı ile temsil edilmemiştir. Oysaki organik madde içeriğinin en yüksek olduğu 6 numaralı istasyonda oligochaeta yoğunluğu ve biyokütlesinde önemli ölçüde bir artış belirlenmiştir. Organik karbon değerleri ile Gastropoda arasında kuvvetli ve negatif

yönde bir korelasyon bulunurken, oligochaeta ile negatif yönde fakat zayıf bir korelasyon bulunması bu grubun organik madde artışından *Ecrobia ventrosa* kadar etkilenmediğini düşündürmektedir. Kuzey Baltık Denizinde yapılan bir çalışmada *Ecrobia* spp. yoğunluğu metrekarede 10000 ve 25000 birey olarak bulunmuştur. Bu da %52,6 ile %76,6 baskınlıkla ifade edilmiştir. Bu bölgede alg artışına paralel olarak ortamın oksijen içeriğinin düşmesi ve anoksik koşulların oluşması sonucu birey sayısında önemli ölçüde azalma ($60-190 \text{ birey} \times \text{m}^{-2}$) meydana gelmiştir. Oligochaetaların yoğunluğu ise bu ortam koşullarında artış göstermiştir (Norkko ve Bonsdorff, 1996). Tunus Lagünü'nde yapılan bir çalışmada ise özellikle gastropod türlerinin bentik makroinvertebratlar içinde baskın olduğu belirtilmiş ve bu durumun hidrodinamik koşullar, sedimentin organik madde içeriği ve bitkisel örtücülükteki artış ile ilişkili olduğu açıklanmıştır. (Zouari ve ark., 2009). Pialassa Baiona (Kuzey Adriyatik Denizi) Lagünü'nde yapılan çalışmada sedimentin tane boyu ile ilişkili olan organik karbon içeriğinin %3,5 ve %25,0 arasında değiştiği, ötrofikasyona bağlı olarak algal gelişimin tetiklediği ve bentik makrofaunanın etkilendiği belirtilmiştir (Ponti, Casselli ve Abbiati, 2011).

Sedimentte yapılan tane boyu analizi sonuçlarına göre, gölün genelinde kum yüzdesi değerleri düşüktür ve gölde doğuya doğru ilerledikçe kum yüzdesinde belirgin bir artış görülmektedir. Serçin bölgesinde Büyük Menderes nehrinin taşıdığı alüvyonal materyalin gölün doğu tarafına taşınmaması, daha derin orta kısımda hapsedilmesi (Knipping ve ark, 2008), gölün batısı ve doğusu arasında sediment yapısı açısından farklılıklar oluşmasına neden olmuştur. Sedimentin tane boyu ve içerdiği organik madde miktarı makrofaunal türlerin şekillenmesinde önemli farklılıklar yaratmaktadır. Silt oranı yüksek olan 1, 2, 3 ve 6 numaralı istasyonlarda sedimentteki organik karbon içeriği fazla bulunmuştur. Gölün doğu bölgesinde seçilen istasyonlarda zemin sınıfı 6 nolu istasyon dışında kum olarak belirtilmiştir. Sadece 6 nolu istasyonda kum oranı düşük, silt oranı yüksek olan kumlu-silt bir yapıdan bahsedilebilir. Bu istasyonda göle nehirler vasıtası ile taşınan materyalin etkili olduğu düşünülmektedir.

Bafa gibi acı su özelliği gösteren ortamlarda tuzluluk değerlerinin çok fazla değişim göstermemesi ulaşılabilecek en yüksek çeşitlilik için önemli bir kriterdir. Kazancı ve ark (2003)'nın yaptığı bir çalışmada Köyceğiz-Dalyan kanal sistemi içinde, tuzluluk değerinin 11,8 psu olduğu örnekleme istasyonunda bu sistem içindeki en yüksek çeşitlilik indeksi değerini (2,00) bulmuşlardır. Haziran 1996'da Bafa Gölü'nde yapılan bir çalışmada 5 tür ve onların saprobik öneminden bahsedilmiş ve göldeki bentik çeşitliliğin 0-1,44 arasında olduğu bulunmuştur (Kazancı ve ark., 2008). İtalya'da seçilen lagün ekosistemleri arasında taksonomik farklılığı etkileyen en önemli faktörlerin tuzluluk, gölün su derinliği, yüzey alanı, çıkış noktasının uzunluğu, genişliği ve lagünler arasındaki uzaklık olduğu belirtilmiş, bu farklılıkların bentik makroinvertebratlar için sınırlayıcı ve çevresel boyutları belirleyici olabileceği vurgulanmıştır (Basset ve ark., 2006). Ponti ve ark. (2011) de yaptıkları bir çalışmada bentik komunitasının yapısını etkileyen en önemli faktörlerin derinlik ve kirletici kaynağa uzaklık olduğunu vurgulamışlardır.

Gölde su bütçesi ile ilgili olarak alınacak kararlar göldeki ekolojik dengenin sağlanmasında anahtar rol oynayacaktır. Tuzluluğun belli değerler arasında kalması biyolojik çeşitliliğin artışında önemli ölçüde katkı sağlayacaktır. Bafa Gölü'nde doğal sistemin sürdürülebilirliği, korunması ve gölün biyoçeşitliliği hakkında daha net bir şeyler söyleyebilmek istiyorsak ilk aşamada tür seviyesinde taksonomik çalışmalar yapmak gereklidir. Bu aynı zamanda göl ekosistemi üzerinde rahatsızlığın boyutlarını belirlemek için de faydalı olacaktır. Çünkü her bir türün üstlendiği ekolojik rolün bilinmesi sistemin anlaşılmasında büyük önem taşır.

KAYNAKLAR

- Aarnio, K., Mattila, J., Törnroos, A. & Bonsdorff, E. (2011). Zoobenthos as an environmental quality element: the ecological significance of sampling design and functional traits. *Marine Ecology* 32(Suppl.1): 58-71.
- Ahiska, S. (1994). Seyfe (Kırşehir) Gölünün Dip Faunası. *TUBİTAK Türk Biyoloji Dergisi* 18(1):61-77.
- Anonim (1981). Su ve Analiz Metodları, *DSİ Basım ve Foto Film İşletme Müdürlüğü Matbaası*, 158 s.
- Anonim (1985). Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. *16th ed*, APHA, AWWA, WPCF, Washington.
- Anonim (1989). *Türkiye'nin Sulak Alanları. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını*, Ankara, 219s.
- Anonim (2004). Fisheries of Lake Karamık and Determination of Some Biological Features of Economic Fish Species Project Final Report, (in Turkish). *Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*. Tagem-Haysüd-2002-00-17-03.
- Anonim (2008a), <http://www.cevreorman.gov.tr/yasa/y/25687.doc>.18.06.2008.
- Artüz, M.I. (1958). Bafa Gölü'nde Balıkçılık Araştırmaları. *Balık ve Balıkçılık*, 6 (1) : 2-9.
- Balık S. ve Ustaoglu M. (1989). Bafa Gölündeki Ulubat Balığı (*Acanthobrama mirabilis* Ladiges, 1960)'nın Biyoekolojik ve Ekonomik Yönlerden İncelenmesi, *Doğa-Turkish Journal of Zoology*, 13(3): 141-174.

- Basset, A., Sabetta, L., Fonnesu, A., Muillot, D., DoChi, T., Viaroli, P., Giordani, G., Reizopoulou, S., Abbiati, M. & Carrada, GC. (2006). Typology in Mediterranean transitional waters: new challenges and perspectives. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems* 16: 349–367.
- Beklioğlu, M., İnce, O. ve Tüzün, I. (2003). Restoration of the eutrophic Lake Eymir, Turkey, by manipulation after a major external nutrient control I. *Hydrobiologia*, 489: 93-105.
- Brückner, H., Müllenhoff, M., Gehrels, R., Herda, A., Knipping, M. & Vött, A. (2006). From Archipelago to Floodplain Geographical and Ecological Changes in Miletus and Its Environs During the Past Six Millenia (Western Anatolia, Turkey), *Z. Geomorph. N.E*, Suppl. Vol. 142: 63-83.
- Cirik, S. ve Cirik, Ş. (1999). *Limnoloji*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 21, Ege Üniversitesi Basımevi, 166 s: İzmir.
- Cirik, S., Cirik, Ş., ve Metin, C. (1989). Bafa Gölü Planktonik Algleri ve Mevsimsel Değişimleri, *Çevre Sempozyumu*, 8-9 Haziran 1989, Adana, Turkey: 604-613 (in Turkish).
- Costa, J., Silva, G., Almeida, P. & Costa, M. (2006). Structure and dynamics of a benthic invertebrate community in an intertidal area of the Tagus estuary, western Portugal: a six year data series. *Hydrobiologia* (2006) 555:115–128.
- Crivelli, A.J., Nazirides, T. & Jerrentrup, H. (1996). The action plan for the Pygmy Cormorant in Europe. Wageningen, Germany: *Birdlife International*. 23 pp.
- Çamur, B., Arslan, N., Kirgiz, T., Öterler, B. ve Özkan, N. (2010). Analysis of benthic macroinvertebrates in relation to environmental variables of Lake Gala, a National Park of Turkey, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 235-243.

- Çetinkaya, O. (1991). Akşehir Gölü Su Kalitesi, Plankton ve Bentik Faunası Üzerine Bir Araştırma. *Su Ürünleri Dergisi*. Ege Üniv. Su Ürünleri Yük. Ok., 8(29-30):60-68.
- Dauba, F. (1981). Etude comperative de la fauna des poissons dans les ecosystemes de deux.
- Demir, N. (2007). Changes in the Phytoplankton Comunity of a Coastal, Hyposaline Lake in Western Anatolia, Turkey. *Limnology*, Volume 8, pp: 337-342.
- Demirsoy, A. (1999). Genel ve Türkiye Zoocoğrafyası: Hayvan Coğrafyası. 2nd edn. *Meteksan A.Ş. Press*, Ankara, Türkiye.
- Dişli, M., Akkurt, F. ve Alıcılar, A. (2004). Şanlıurfa balıklıgöl suyunun bazı kimyasal parametrelerinin mervsimlere göre değişiminin değerlendirilmesi. *Gazi Üniv Müh. Mim. Fak. Der.*, 19(3):287-294
- Dügel, M. ve Kazancı, N. (2004). Assessment of Water Quality of the Büyük Menderes River (Turkey) by Using Ordination and Classification of Macrovertbrates and Environmental Variables. *Journal of Freshwater Ecology*, 19(4): 605-612.
- Egemen, Ö. (2006). *Su kalitesi*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın no:14, 6.baskı, 150 s: Bornova-İzmir.
- Elipek, B.Ç., Arslan, N., Kırgız, T., Öterler, B., Güher, H. Ve Özkan, N. (2010). Analysis of Benthic Macroinvertebrates in Relation to Environmental Variables of Lake Gala, a Natural Park of Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 235-243.

- Emerson, K., Russo, R.C., Lund, R.E. & Thurston, R.V. (1975). Aqueous ammonia equilibrium calculations: effect of pH and temperature. *J. Fish. Res. Board Can.*, 32: 2379-2383.
- Erdoğan, S. (2011). Fiziksel Etkiye Kimyasal Tepki: Bafa Gölü Sulak Alan Ekosistemi (Türkiye) Örneği. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*. Cilt: 3, Sayı: 1, Haziran 2011, 1-8.
- Esbah, H., Deniz, B. ve Kara, B. (2010). Analyzing landscape changes in the Bafa Lake Nature Park of Turkey using remote sensing and Landscape structure metrics, *Environmental Monitoring and Assessment*, 165: 617-632.
- Esbah, H., Kara, B., Deniz, B. ve Kesgin, B. (2008). "Bafa Gölü Tabiat Parkının geçirdiği değişim.", s. 271-278, Türkiye'nin kıyı ve deniz alanları VII. Ulusal konferansı, Ankara, Türkiye, Balas, L. (editors) Kıyı alanları Yönetimi Türk Milli Komitesi, ODTÜ, Ankara, Türkiye.
- Fındık, Ö. (2006). Aslantaş Baraj Gölü (Osmaniye) Bentik Faunası, Ç.Ü. Fen Bil. Enst. Su Ürünleri ABD *Doktora Tezi*, Adana.
- Frangipane, G. , Ghirardini, A. Volpi , Collavini, F. , Zaggia, L. , Pesce, A. & Tagliapietra, D. (2005). Heavy metals in *Hediste diversicolor* (polychaeta: nereididae) and salt marsh sediments from the lagoon of Venice (Italy), *Chemistry and Ecology*, 21: 6, 441-454.
- Geldiay, R. (1949). Çubuk Barajı ve Emir Gölü'nün makro ve mikrofaunasının mukayeseli incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Fen Fak. Mecmuası* 2:151-199.
- Geldiay, R., Kocataş, A. Ve Katağan, T. (1977). The species of Peracarida and Holocarida from Bafa Lake. *E.Ü.Fen Fak. Dergisi*, Seri 3, C1, S4,1:311-318.

- Geldiay, R., Tareen, İ.U. (1972). Gölçük Gölü Dip Faunası. *Ege Üniv. Fen Fak. İlmî Raporlar Serisi 137. Ege Üniv. Matbaası*. Bornova-İzmir. 1-15.
- Gillet, P., Mouloud, M., Durou, C., Deutsch, B. (2008). Response of *Nereis diversicolor* population to the pollution impact. *Eustarine, Coastal and Shelf Science*, 76, 201-210.
- Grasshoff, K., Ehrhardt, M. & Kremling, K. (1983). Methods of seawater analysis, (2nd edn.) Verl.Chem., Weinheim, 419 pp.
- Gürer, İ. ve Yıldız, E. (2008). Türkiye'nin sulak alan politikalarına genel bir bakış: Sultan sazlığı sulak alanı örneği, TMMOB, 2. *Su Politikaları Kongresi Bildirileri*, 335-345.
- Hach (1988). Procedures for water and wastewater analysis, *Hach Pub.*, s:1-392.
- Haralambous, A., Maliou, E. & Malamis, M. (1992). The use of zeolite for ammonium uptake. *Water Science and Technology*, 25(1): 139-145.
- Harper, D. (1992). Eutrophication of fresh waters: Principles, problems and restoration. Chapman and Hall, London, UK.
- Hütter, L.A. (1992). Water and water research, *Otto Salle Verlag*, Verlag Sauerländer.
- Kasperek, M. (1988). Bafasee Natur und Geschichte in der Türkischen Agais. Max Kasperek Verlag, Heidelberg.
- Kazancı, N., Oğuzkurt, D., Dügel, M. (2003). Türkiye İç Suları Araştırma Dizisi VII:Beyşehir Gölünün Limnolojisi, Çevre Kalitesi, Biyolojik Çeşitliliği ve Korunması. *İmaj Yayınevi*, 148 s. Ankara.

- Kazancı, N., Dugel, M., Girgin, S. (2008). Research on the limnology of Bafa Lake in South-Western Turkey and climate change impacts. *Review of Hydrobiology* 1(2): 207-223.
- Kazancı, N., Dugel, M., Girgin, S. (2008). Determination of indicator genera of benthic macroinvertebrate communities in running waters in western Turkey. *Review of Hydrobiology* 1(1): 1-16.
- Kazancı, N. (2010). Use of Simuliidae (Insecta, Diptera) species as indicators of aquatic habitat quality of Yeşilirmak River Basin (Turkey). *Review of Hydrobiology* 3:27-36.
- Kırgız, T., Soylu, E. (1975). Apolyont ve Manyas Göllerindeki Su Ürünleri Prodüksiyonunu Etkileyen Dip Fauna Elementlerinin Yıllık Görünüm ve Yayılışları. *TÜBİTAK V. Bilim Kongresi, VHAG Araştırma Grubu*. Ankara, 387-393.
- Kırgız, T. (1988). Seyhan Baraj Gölü Bentik Hayvansal Organizmaları ve Bunların Nitel ve Nicel Dağılımları. *Doğa Tu. Zool. D.12(3):231-245*.
- Kiremit, H. (2007). Investigations on the Flora of Hornworts and Liverworts of Bafa Lake Natural Park(C11). *Pak.J Biol.Sci.* 10(12): 2048-2055.
- Knipping, M., Mullenhoff, M. & Bruckner, H. (2008). Human induced landscape changes around Bafa Gölü (western Turkey), *Veget Hist Archaeobot*, 17: 365–380.
- Koç, C. (2008). The effects of the environment and ecology projects on lake management and water quality. *Springer Science, Business Media B.V., Environ Monit Assess*, 146:397–409.

- Kuru, M., Balık, S., Ustaoglu, M.R., Ünlü, E., Taşkavak, E., Gül, A., Yılmaz, M., Sarı, M., Küçük, F., Kutrup, B. ve Hamalosmanoğlu, M. (2001). Türkiye’de Bulunan Sulak Alanların Ramsar Sözleşmesi Balık Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi, *Proje Kesin Raporu*, 55-58.
- Magni, P., Como, S., Montani, S. & Tsutsumi, H. (2006). Interlinked temporal changes in environmental conditions, chemical characteristics of sediments and macrofaunal assemblages in an estuarine intertidal sandflat (Seto Inland Sea, Japan), *Marine Biology*, 149: 1185–1197.
- Marzano, F., Scaranari, D. & Vulpiani, G. (2007). Supervised Fuzzy-Logic Classification of Hydrometeors Using C-Band Weather Radars. *IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens.*, 45, 3784-3799.
- Moreira, S.M., Lima, I., Ribeiro, R. & Guilhermino, L. (2006). Effects of estuarine sediment contamination on feeding and on key physiological functions of the polychaete *Hediste diversicolor*: laboratory and in situ assays. *Aquatic Toxicology* 78, 186-201.
- Müllenhoff, M., Handl, M., Knipping, M. & Brückner, H. (2004) The evolution of Lake Bafa (Western Turkey) –Sedimentological, microfaunal and palynological results, *Coastline Reports 1* (2004), ISSN 0928-2734. S. 55 – 66.
- Norkko, A. & Bonsdorff, E. (1996) Population responses of coastal zoobenthos to stress induced by drifting algal mats. - *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 140: 141-151.
- Numan, W. (1958). Anadolu’nun Muhtelif Göllerinde Limnolojik ve Balıkçılık İlmi Bakımından Araştırmalar ve Bu Göllerde Yaşayan Sazanlar Hakkında Özel Etüd, *İ.Ü.Fen Fak. Hidrobiyoloji Araş. Ens. Yay*, Sayı:7, İstanbul, 112 s.

- Özdemir, L., Şen, D. (1991). Keban Baraj Gölü Ova Bölgesinde Bulunan Procladius sp. Ve Chironamus halophilus Larvalarının Mevsimsel Dağılımları. Su Ürünleri Derg. Ege Üniv. Su Ürün. Yük. Ok.8(29-30):60-65.
- Özkan, K., Gülsoy, K., Aerts, R. Ve Muys, B. (2010). Site properties for Crimean juniper (*Juniperus excelsa*) in semi-natural forests of south western Anatolia, Turkey – *J. Environ. Biol.* 31: 97–100.
- Öztürk, B., Poutiers, J.M., Sarı, H. ve Özbek, M. (2002). On the occurrence of *Mytilaster marioni* (Locard, 1889) (Mollusca; Bivalvia; Mytilidae) in Bafa Lake (Turkey), with a redescription of the species. *Hydrobiologia* 485: 123–131.
- Pearson, T.H. & Rosenberg, R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol, Annu Rev* 16: 229-311.
- Ponti, M., Colangelo M., Cecchereli V. (2007). Composition, biomass and secondary production of the macrobenthic invertebrate assemblages in a coastal lagoon exploited for extensive aquaculture: Valle Smarlacca. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 75 : 79-89.
- Ponti M, Casselli C. & Abbiati M (2011). Anthropogenic disturbance and spatial heterogeneity of macrobenthic invertebrate assemblages in coastal lagoons: the study case of Pialassa Baiona (northern Adriatic Sea). *Helgol. Mar. Res.* 65: 25–42.
- Santschi, P., Wieland, E., Höhener, P., Sturm, M. (1990). Scavenging of Chernobyl Cs and natural Pb in Lake Sempach, Switzerland. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Volume 57, Issue 13, July 1993, Pages 2959-2979.
- Sarı, H.M. (1988). Bafa Gölündeki Ceran Balığı Populasyonunun Biyolojik Yönden İncelenmesi. E.Ü Fen Bil. Enst. Biyoloji ABD, *Yüksek Lisans Tezi*.

- Sarı H., Bilecenoğlu M.(2002). Threatened fishes of the world: *Acanthobrama mirabilis* Ladiges,1960 (Cyprinidae), *Environmental Biology of Fishes*, 65: 318.
- Sarı, H., Balık, S., Bilecenoğlu, M., Türe, G. (1999). Recent changes in the fish fauna of Lake Bafa, Aegean region of Turkey. *Zoology in the Middle East*. 18:67-76.
- Sarı, H.M. Balık, S. Özbek, M. ve Aygen, C. (2001). The Macro and Meiobenthic Invertebrate Fauna of Lake Bafa. *Anadolu University Journal of Science and Technology*. 2(2):285-291.
- SKKY, (2008). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik. Resmi Gazete, 13 Şubat 2008, sayı: 26786, Ankara.
- Sözen, M. (1993). Akşehir(Konya) Gölündeki Bentik Omurgasız Organizmaların Cins ve Miktar Bakımından Dağılımı. Ankara Üniv. Fen Bil. Enst., *Yüksek Lisans Tezi*.
- Spaccesi, F.G., Capitulo, A.R. (2009). Benthic Communities on hard substrates covered by *Limnoperna fortunei* Dunker(Bivalvia) at an eustarine beach, *J.Limnol.*, 71(1):144-153.
- Strickland, J. D. H. & Parsons, T. R. (1972). A Practical Handbook of Seawater Analysis. 2nd ed., Bull. Fish. Res. Bd. Can. No. 167, 310 pp.
- Şahin, Y., Baysal, A. (1972). Hazar Gölü Dip Faunası ve Yayılışları. *İ.Ü.F.F Hidrobiyoloji Araştırma Enst. Yayınları*. Sayı:9 , pp:33.
- Şahin, Y. (1987). Eğirdir Gölü Chironomidae Larvaları ve Yayılışları. *Doğa Tu. Zool. D. 11(1) :60-66*.

- Şen, D., Özdemir, Y. (1990). Heringet Çayı Chironomidae Larvalarının Mevsimsel Dağılımları. *Su Ürünleri Derg.*, Ege Üniv. Su Ürün. Yük. Oku.7(25-26-27):178-185.
- Tanyolaç, İ., Karabatak, M.i. (1974). Mogan Gölünün Biyolojik ve Hidrolojik Özelliklerinin Tesbiti. *TÜBİTAK, Vhag Proje No:91*, Ankara.
- Tanyolaç, J. (2004). *Limnoloji Ders Kitabı*. (3. Baskı). Hatiboğlu Basımevi ve Yayımlar San. Tic. Ltd.Şti: Ankara.
- Taş, B. (2006). Derbent Baraj Gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi. *Ekoloji*, 15(61): 6-15.
- Tepe, Y. & Boyd, C. (2003). A reassessment of nitrogen fertilization for sunfish ponds. *Journal of World Aquaculture Society*, 34, 4, 505-511.
- Thomann, R. & Mueller, J. (1987). Principle of surface water quality modelling and control. *Harper and Row Publishers*, 644 p, New York.
- Turgutcan, B. (1957). Bafa Gölü, Balık ve Balıkçılık, 5(11): 19-22.
- Tübitak Proje No:110Y002 "Bafa Gölü'nün Jeolojik, Jeofizik Ve Oşinografik Yöntemlerle İncelenmesi" Projesi Kapsamında Çalışmalar Yapmak Üzere., Milas, 2010.
- Uslu O. ve Türkman, A. (1987). Su kirliliği ve kontrolü. Ankara, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları, 344.
- Ustaoglu, M.R. (1980). Karagölün Bentik Faunası Üzerinde Araştırmalar. *TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi Mat., Fiz. Ve Biyolojik Araş. Grubu*. Kuşadası, Aydın. 331-344.

- Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, M. (2008). Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (1): 119-127.
- Vollenweider, R.A. & Kerekes, J.(1982). Eutrophication of waters, monitoring, assessment and control. OECD Cooperative Programme on Monitoring of Inland Waters (Eutrophication Control). OECD, Paris. Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD), Paris.
- Yabanlı, M., Türk, N., Tenekecioğlu, E. ve Uludağ, R. (2011). Bafa Gölü'ndeki toplu balık ölümleri üzerine bir araştırma. *SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi*, 15. Cilt, 1. Sayı, s.36-40, 2011.
- Yarar, M. ve Magnin, G. (1997). Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları. DHKD, İstanbul, 313.
- Zouari S., Rabaoui, L., Cosentino, A., Irathni, I., Ghrairi, H., Kalthoum, O. (2009). Macrofauna associated with an introduced oyster, *Pinctada radiata*: Spatial scale implications of community differences. *Journal of Sea Research* 65 (2011) 161–169.