

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI
2020-YL-025

BAFA GÖLÜ SU KALİTESİNİN BENTİK
MAKROOMURGASIZ FAUNA ÇEŞİTLİLİĞİ
KULLANILARAK TAHMİNİ

Ali TOMAY

Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Semra KÜÇÜK

AYDIN

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Ali TOMAY tarafından hazırlanan “Bafa Gölü Su Kalitesinin Bentik Makroomurgasız Fauna Çeşitliliği Kullanılarak Tahmini” başlıklı tez, 12.05.2020 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan :	Doç. Dr. Semra KÜÇÜK	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	
Üye :	Prof. Dr. Deniz ÇOBAN	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	
Üye :	Prof. Dr. Halit FİLİZ	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu (tezin türü) tezi, Enstitü Yönetim KurulununSayılı kararıyla(tarih) tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Gönül AYDIN
Enstitü Müdürü

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

12/05/2020

Ali TOMAY

ÖZET

BAFA GÖLÜ SU KALİTESİNİN BENTİK MAKROOMURGASIZ FAUNA ÇEŞİTLİLİĞİ KULLANILARAK TAHMİNİ

Ali TOMAY

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Anabilim Dalı

Doç. Dr. Semra KÜÇÜK

2020, 80 Sayfa

Bu çalışma, Şubat-Aralık 2019 tarihleri arasında Bafa Gölü'ü üzerinde belirlenen 3 istasyonda gölün su kalitesini tahmin etmek amacıyla hem fiziko-kimyasal parametrelerinin hem de bentik makro-omurgasız çeşitliliğinin değerlendirmesi yapılmıştır. Her istasyondan ikişer adet su ve sediment örnekleri 2 aylık aralıklarda alınmıştır. Su kalite parametrelerinin bazıları (sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, elektrik iletkenliği ve tuzluluk) arazide, bazıları (toplam azot, toplam fosfor, toplam sertlik, kimyasal oksijen ihtiyacı ve klorofil *a*) laboratuvarında standart metodlarla ölçülmüştür. Sediment örnekleri Ekman Grab ile alınarak yer ve zaman etiketli naylon poşetlere konulmuştur. Aynı gün içinde araziden getirilen örnekler inceleme işlemine başlanıncaya kadar + 4 °C'de muhafaza edilmiştir. Sonrasında sediment örnekleri sırayla eleklerden (4000-2000-500 µm) geçirilmiştir. Bulunan Makro-omurgasızlar hem familyalarına göre hem de sayı ve ağırlıklarına göre kayıt edilmiştir. Daha sonra organizmalar % 10'lük formaldehit içeren ve familya isimlerine göre etiketlenmiş saklama kaplarında saklanmıştır. Ortalama Makro-omurgasız sayısı 89363'dür. Toplam taksa (familya) sayısı 14'dür. Serçin istasyonu'nda en çok görülen familyalar Nereididae (% 21,98), Corophidae (% 20,48), Tubificidae (% 14,32), Gammaridae (% 11,98), Chironomidae (11,96) ve diğerleri (% 19,28); Mened Adası istasyonu'nda Mytilidae (% 27,39), Tubificidae (% 23,69), Gammaridae (% 19,68), Enchytracidae (% 13,59) ve diğerleri (% 15,65); Kapıkırı istasyonu'nda Tubificidae (% 30,11), Mytilidae (%28,14), Chironomidae (% 26,19) ve diğerleri (% 15,56) olmuştur. Tüm istasyonlarda bulunan makro-omurgasızlar kirliliğe tolerans olan türlerdir. Bu nedenle, Bafa Gölü üzerinde belirlenmiş olan üç istasyonda kirlidir. Bu sonucu BMWP (Biological Monitoring Working Part), ASPT (Average Score Per Taxa) skorlarında da görülmüştür. Ayrıca fiziko-kimyasal parametre sonuçları da gölün kirli olduğunu desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Bafa Gölü, Su Kalitesi, Makroomurgasız Faunası, BMWP,

ABSTRACT

ESTIMATION OF WATER QUALITY OF BAFA LAKE BY USING BENTHIC MACROINVERTEBRATE FAUNA

Ali TOMAY

M.Sc. Thesis, Department of Fisheries and Aquaculture

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Semra KÜÇÜK

2020, 80 pages

This study was conducted between February 2018 and December 2019 at 3 sites of Bafa Lake using both physicochemical parameters and macroinvertebrate diversity and to estimate water quality of lake. From each site, water and sediment samples were taken twice in every two months. Some of water parameters (temperature, pH, dissolved oxygen, salinity, electrical conductivity) were measured in the field. Some others (total nitrogen, total phosphate, hardness, chemical oxygen demand, and chlorophyll *a*) were graded in the laboratory with standard methods. Sediment samples were placed into the nylon bags labeled with location and time by taking with Ekman Grap. Samples bringing from field in the same day and they were saved in the + 4 °C until observation begin. After that, samples were transferred by sieves (4000-2000-500 µm mesh). Founded macroinvertebrates were identified according to families and recorded their both numbers and weight. Then they saved in the separated boxes containing 10% of formaldehyde and labeled for family names. Average of macroinvertebrates was 89369 individuals/m². Total taxa (family) were 14. In the site of Serçin, the most abundant taxa was Nereididae (21.98%), Corophidae (20.48%), Tubificidae (14.32%), Gammaridae (11.98%), Chironomidae (11.96%) and others (19.282%); In the site of Mened island, Mytilidae (27.39%), Tubificidae (23.69%), Gammaridae (19.68%), Enchytracidae (13.59%) and others (15.65%); In the site 3 of Kapıkırı, Tubificidae (30.11%), Mytilidae (28.14%), Chironomidae (26.19%) and others (15.56) were mentioned. Macroinvertebrates found in all sites were pollution tolerant species. Three sites showed Bafa Lake were polluted. Similar senario was also seen on the BMWP (Biological Monitoring Working Part) and ASPT (Average Score Per Taxa) scores. Additionally, physicochemical classification result supported that the lake is polluted as well.

Key Words: Bafa Gölü, Water quality, Macroinvertebrate fauna, BMWP, ASPT

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans öğrenimim boyunca laboratuvar çalışmalarım ve araştırmalarım sırasında maddî ve manevî yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Semra KÜÇÜK'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin laboratuvar çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen tecrübelerinden yararlandığım Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Deniz ÇOBAN'a ve Dr. Mehmet GÜLER sonsuz teşekkür ederim.

Yaşamım ve Öğrenimim boyunca maddî ve manevî desteklerinden dolayı aileme "Merhum annem Gülsüm TOMAY'a ve merhum Babam Selçuk Durmuş TOMAY'a" sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasını ZFR-18034 numaralı proje ile destekleyen ADÜ BAP birimine teşekkür ederim.

Ali TOMAY

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	ix
ÖNSÖZ	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	xvii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxi
EKLER DİZİNİ.....	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Başlıca Makro-omurgasızlar	3
1.2. Bir Yıl İçinde Buldukları Dönemler.....	3
1.3. Makro-omurgasızların Ekolojik Önemleri	4
1.4. Bentik Makro-omurgasızların Çevresel Faktörlere Tepkisi	4
1.5. Makro-omurgasızların Değişen Ortam Koşullarına Karşı Duyarlılıkları.....	5
1.6. Bentik Makro-omurgasızların Kullanılma Nedenleri.....	9
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
2.1. Fiziko-Kimyasal Ölçümler	10
2.2. Biyolojik Ölçümler.....	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1. Çalışma Alanı.....	18
3.1.1. Bafa Gölü	18
3.2. Fiziko-Kimyasal Ölçümler	19
3.2.1. Sıcaklık.....	20
3.2.2. pH.....	21

3.2.3. Çözünmüş Oksijen (ÇO)	21
3.2.4. Elektrik İletkenliği (EC)	21
3.2.5. Tuzluluk (Salinite).....	22
3.2.6. Toplam Azot.....	22
3.2.7. Toplam Fosfor	22
3.2.8. Toplam Sertlik.....	22
3.2.9. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	23
3.2.10. Klorofil- <i>a</i>	23
3.3. Biyolojik Ölçümler.....	23
3.4. Örnekleme Noktalarının Özellikleri	30
3.2.4.1. Serçin İstasyonu	30
3.2.4.2. Mened Adası İstasyonu.....	27
3.2.4.3. Kapıkırı İstasyonu.....	28
4. BULGULAR	30
4.1. Fiziko-Kimyasal Değerlendirme	30
4.1.1. Sıcaklık.....	33
4.1.2. pH.....	33
4.2. Çözünmüş Oksijen	34
4.3. Elektrik İletkenliği.....	35
4.4. Tuzluluk.....	35
4.5. Toplam Azot.....	36
4.6. Toplam Fosfor	37
4.7. Toplam Sertlik.....	37
4.8. Kimyasal Oksijen İhtiyacı	38
4.9. Klorofil- <i>a</i>	39
4.2. Biyolojik Değerlendirme	39

4.2.1. Makro-omurgasızların Bolluk Olarak Değerlendirmesi.....	39
4.2.2. Makro-omurgasızların Biyokütle Olarak Değerlendirmesi.....	42
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	47
5.1. Fiziko-Kimyasal Değerlendirme	47
5.2. Biyolojik Değerlendirme.....	49
KAYNAKLAR	53
EKLER.....	59
ÖZGEÇMİŞ	79

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

°C	: Santigrad derece
ASPT	: Average Score Per Taxa
BMWP	: Biological Monitoring Working Part
BOİ	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
Ca ⁺⁺	: Kalsiyum
ha	: Hektar
K ⁺	: Potasyum
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
km	: Kilometre
km ²	: Kilometre kare
L	: Litre
mg	: Miligram
Mg ⁺⁺	: Magnezyum
Na ⁺	: Sodyum
pH	: pH değeri
WQI	: Water Quality Index

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Orman ve Su İşleri Bakanlığı bentik Makro-omurgasız değerlendirme standardı	3
Şekil 1.2. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, bentik Makro-omurgasız değerlendirme standardı	7
Şekil 1.3. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Bentik Makro-omurgasız değerlendirme standardı	7
Şekil 1.4. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Bentik Makro-omurgasız değerlendirme standardı	8
Şekil 3.1. Bafa Gölü genel görünüşü.....	19
Şekil 3.2. Bafa Gölü'nden örnek alınan istasyonlar.....	20
Şekil 3.3. Ekman grap aleti (15 x 15 cm).....	24
Şekil 3.4. Bentik çamur Örnekleme elekleri (4000-2000-500 µm).....	25
Şekil 3.5. Hassas terazi (0,0001 g).....	25
Şekil 3.6. Stereo mikroskop (Novex).....	26
Şekil 3.7. Familya Tayin aşaması.....	26
Şekil 3.8. Örneklerin saklanması.....	26
Şekil 3.9. Serçin istasyonu saha görüntüsü	27
Şekil 3.10. Mened Adası istasyonu saha görüntüsü	28
Şekil 3.11. Kapıkırı istasyonu saha görüntüsü	29
Şekil 4.1. Su sıcaklığının üç istasyonda yıllık değişimi	33
Şekil 4.2. pH'nın üç istasyonda yıllık değişimi.....	34
Şekil 4.3. ÇO'nin üç istasyonda yıllık değişimi	34
Şekil 4.4. EC'nin üç istasyonda yıllık değişimi	35
Şekil 4.5. Tuzluluğun üç istasyondaki yıllık değişimi	36
Şekil 4.6. Toplam azotun üç istasyonda yıllık değişimi.....	36
Şekil 4.7. Toplam fosforun üç istasyonda yıllık değişimi	37

Şekil 4.8. Toplam sertliğin üç istasyonda yıllık değişimi.....	38
Şekil 4.9. KOİ'in üç istasyonda yıllık değişimi.....	38
Şekil 4.10. Klorofil- <i>a</i> 'nın üç istasyonda yıllık değişimi	39
Şekil 4.11. Serçin istasyonu Makro-omurgasız bolluk değişimi	40
Şekil 4.12. Mened Adası istasyonu Makro-omurgasız bolluk değişimi.....	41
Şekil 4.13. Kapıkırı istasyonu makro-omurgasız bolluk değişimi	42
Şekil 4.14. İki aylık aralıklarla 1 yıl boyunca Serçin istasyonu makro-omurgasız biyokütle değişimi	43
Şekil 4.15. İki aylık aralıklarla 1 yıl boyunca Mened Adası istasyonu makro-omurgasız biyokütle değişimi.....	44
Şekil 4.16. İki aylık aralıklarla 1 yıl boyunca Kapıkırı istasyonu m Makro-omurgasız biyokütle değişimi.....	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. BMWP ile ASPT skorlarının değer aralıkları	2
Çizelge 3.1. Dört istasyonun coğrafik koordinatları	20
Çizelge 4.1. Serçin İstasyonu su kalite parametreleri	31
Çizelge 4.2. Mened Adası İstasyonunun su kalite parametreleri	31
Çizelge 4.3. Kapıkırı İstasyonu su kalite parametreleri	32
Çizelge 4.4. Büyük Menderes Nehri İstasyonu su kalite parametreleri	32
Çizelge 4.4. İstasyonlara göre toplam bolluk, toplam biyokütle, takson sayısı, BMWP, ASPT	46
Çizelge 5.1. İstasyonlara göre toplam bolluk, toplam biyokütle, takson sayısı, BMWP, ASPT	50
Çizelge 5.2. BMWP ile ASPT skorlarının değer aralıkları	50

EKLER DİZİNİ

Ek 1. Bu çalışmada bulunan Makro-omurgasızların resimleri	59
---	----



1. GİRİŞ

Su ürünleri insan beslenmesinin oldukça büyük bir öneme sahiptir. Birleşmiş Milletler raporuna göre dünya nüfusu yıllık ortalama olarak 78 milyon civarı artış göstermektedir. Bu artış 2050'li yıllara ulaştığında 13 milyarları bulacaktır. Buna bağlı olarak da önümüzdeki 20-30 yılda hayvansal ürün ihtiyacının iki katına çıkacağı ve bunun %20'sinin su ürünlerinden karşılanacağı belirtilmiştir. (FAO;2014) Günümüzde su ürünleri tüketimi hem ülkemizde hem de Dünya'da artarak devam etmektedir. Türkiye'de 2016 yılında 5.4 kg/yıl olan su ürünleri tüketimi 2017'de 5.5 Kg/yıl, 2018'de 6.1 kg/yıl olarak kayıtlara geçmiştir. Yine 2018 verilerine göre bu oran Avrupa'da yıllık 22 kg. Avrupa'da ise 16 kg.'dır (FAO, 2018).

Aşırı nüfus artışı, bilinçsiz su ürünleri avcılığı ve özellikle olumsuz çevre koşulları doğal su ürünleri kaynaklarının hızla azalmasına sebep olmaktadır. Önlem alınmayan kirlenme durumlarında doğal çevre ve sucul ortamlar bozulacak, özellikle bu ortamda yaşayan canlı türleri zamanla azalacak ve bazı türlerde yok olmakla karşı karşıya kalacaktır (ZMO Su ürünleri raporu, 2017).

Su ürünlerinin devamlılığı ve daha temiz bir çevre için su kalitesinin kontrol altında tutulması gerekmektedir. Bunun için su kaynaklarında ve su ürünleri yetiştiriciliği ve avcılığı yapılan bölgelerde su kalitesi çalışmaları yapılmalı, yapılan bu çalışmalar ile su kalitesi parametreleri ortaya çıkarılmalı ve sucul alanların daha temiz ve sağlıklı kalması için gerekli önlemler alınmalıdır (Atay, 2016).

Su ürünleri bakımından suyun kalitesi ve suyun kalitesini değiştiren unsurların belirlenmesi çok önemlidir. Su kalitesi değerlendirilmesinde bilimsel olarak Dünya'da ve Türkiye'de belli ölçümler kullanılmaktadır. Bunlar fiziksel, kimyasal ve biyolojik ölçümlerdir. Fiziko-kimyasal yolla yapılan ölçümlerde suyun; sıcaklığı, pH, çözülmüş oksijen, tuzluluk, toplam azot, toplam fosfor, toplam sertlik, KOİ, BOİ ve Klorofil a gibi parametrelerine bakılmaktadır. Biyolojik yolla yapılan ölçümler ise sucul ortamda yaşayan canlılara bakılarak yapılmaktadır. Sucul ortamda yaşayan makro-omurgasızlar biyoindikatör canlı olarak kullanılmaktadır. Bu canlıların nitel ve nicel durumları dikkate alınarak o bölgenin su kalitesi hakkında yorumlar yapılmaktadır. Bu canlılar ölçümü yapılan su bölgesinde sürekli yaşadıklarından onların nitelik ve nicelik analizi sonuçları anlık olarak yapılan fiziko-kimyasal analizlere göre daha kesin sonuçlar vermektedir.

Günümüzde su kaynaklarımızın su kalitesini korumak oldukça zordur. Çünkü evsel, endüstriyel, tarımsal ve madensel olarak birçok yolla deşarj yapılarak kolayca kirletilebilmektedir. Suların fiziko-kimyasal parametrelerinin ölçümü yapılarak sularda kalite sınıflandırması yapılmaktadır. Bu ölçümler bize anlık sonuçlar vermektedir. Oysa bu sularda yaşayan makro-omurgasız sayısı ve bolluğu tespit edilerek te sular kalite yönünden sınıflandırılabilir. Bu sonuçlar ise uzun süreli veriler sağlayarak daha kesin sonuçlar vermektedir. İşte bu amaçla sınıflandırmalarda biyolojik indeksler (BMWP, ASPT) kullanılmaktadır. BMWP ve ASPT indekslerde değerler küçüldükçe su kalitesi kötüleşmekte, değerler büyüdükçe su kalitesi iyileşmektedir (Çizelge 1.1). BMWP indeksinde makro-omurgasız topluluğundaki her organizma için verilmiş değerlerin toplamı, BMWP değerini oluşturmaktadır. ASPT değeri de BMWP değerinin toplam taksa sayısına bölümüdür. Buna göre her istasyondaki su kalitesi kolayca sınıflandırılabilir.

Çizelge 1.1. BMWP ile ASPT skorlarının değer aralıkları

BMWP		ASPT	
BMWP Değeri	Kirlilik Düzeyi	ASPT	Su Kalite Sınıfları
> 130	Kirlenmemiş	> 7	Kirlenmemiş
81 - 130	Çok Az Kirlenmiş	6.0 - 6.9	Az Kirlenmiş
51 - 80	Az Kirlenmiş	5.0 - 5.9	Orta Derece Kirlenmiş
50 - 11	Orta Derece Kirlenmiş	4.0 - 4.9	Kirli
0-10	Kirlenmiş	3.9 >	Aşırı Kirlenmiş

Makro-omurgasız organizmaların topluluğunun tespiti yoluyla su kalitesi sınıflandırması fiziko-kimyasal verilere göre çok daha kesin sonuçlar vermektedir. Çünkü su kalitesinde görülen artış veya azalışına göre yaşayan organizmaların sayısında azalmalar ve artışlar olmaktadır. Bu durum bazı türlerin temiz sularda, bazı türlerin ise kirli sularda dominant olmasına sebep olmaktadır.

Bentik makro-omurgasızlar su kütlelerinin tabanında yaşayan 0,5 mm'den büyük, gözle görülebilir ve omurgası olmayan canlılar olarak tanımlanmaktadır. Kısaca "bentos" olarak adlandırılırlar. Bentik makro-omurgasızlar, tatlı su ve deniz ekosistemlerinin dip substratlarının üstünde veya içinde yaşayan hayvanlardır. Suda kaya, sediment, debris ve sucul bitkiler üzerinde yaşarlar, hayatları boyunca veya hayatlarının bir döneminde üstünde veya içinde yaşadıkları substrata bağlı kılıf veya ağ yapabilirler. Sınırlı derecede hareket kabiliyetleri bulunur. Deniz, göl, nehir, havuz, bataklık ve kirli su birikintilerinde yaşarlar. Bazı grupları, besin zincirinin en altında yer alan alg ve bakteri gibi canlılar ile beslenirken, bazı grupları da sudaki

bitki ve odun parçalarını, döküntüleri parçalayarak beslenirler. Bentik makro-omurgasızlar, su ekosistemi besin zinciri içerisinde önemli bir yere sahiptirler. Makro-omurgasızların ömürlerinin uzunluğu bazı sinekler için 2 haftadan az ve bazı *Plecoptera*, *Odanata* gibi türler için iki yıl ve daha fazladır (Klemm ve ark., 1990; Bonada ve Prat, 2006; Demir, 2005; Spellman, 2008).

1.1. Başlıca Makro-omurgasızlar

Makro-omurgasızlar tatlı suda bulunanlar ve tuzlu suda bulunanlar olma üzere iki şekilde incelenir.

Tatlı sularda bulunanlar: Yassı kurtlar (*flatworms*), halkalı kurtlar (*annelids*), yumuşakçalar (*mollusks*), kabuklular (*crustaceans*), böcekler (*insects*).

Tuzlu sularda bulunanlar: Yosun hayvanları (*bryozoans*), süngerler (*sponges*), halkalılar (*annelids*), yumuşakçalar (*mollusks*), yuvarlak kurtlar (*roundworms*), sölenlerler (*cnidarians-coelenterates*), kabuklular (*crustaceans*), derisidikenliler (*echinoderms*) (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2012).

1.2. Bir yıl içinde buldukları dönemler



Şekil 1.1. Orman ve Su İşleri Bakanlığı bentik Makro-omurgasız değerlendirme standardı

1.3. Makroomurgasızların Ekolojik Önemleri

Su ortamlarında oluşan her türlü kirliliğin suyun biyolojik, fiziksel ve kimyasal yapısını değiştirdiği bilinen bir gerçektir. Suların kirliliğini tespit etmek için fiziko-kimyasal ve biyolojik ölçümler yapılmaktadır. Bu bağlamda biyolojik ölçümler kapsamında yapılan makro-omurgasızların tespiti ile yapılan ölçümlerin bazı avantajları vardır. Bunları; kolay derlenebilmeleri, gözle görülebilir büyüklükte ve çapta olmaları, yaşam döngülerinin uzun olması sayesinde mevsimlik ya da yıllık ölçümler için diğer su kalitesi ölçümlerine nazaran daha avantajlı durumdadır. Bu bilgiler ışığında, göl sisteminde kirlilik seviyesinin tespitinde biyotik ve çeşitlilik indekslerin kullanılarak tespiti önem kazanmaktadır (Bayraktar, 2015).

Suyun dibinde yaşayan bitki ve hayvan gibi canlıların besin zincirindeki önemi oldukça fazladır, özellikle de balıklar için. Bazı makro-omurgasızlar suyun içinde yaşayan aynı zamanda besin zincirinin en alt basamağını oluşturan alg ve bakteriler ile beslenirler. Bazı canlılar ise su içindeki bitki, odun parçası vb. ile beslenmektedirler. (Bayraktar, 2015).

1.4. Bentik Makroomurgasızların Çevresel Faktörlere Tepkisi

Makro-omurgasız faunası suyun fiziksel ve kimyasal değişimlerine tepki veren ve değişim gösteren canlılardır. Suyu karışan bir kirletici, suya yapılan deparz durumları, tarımsal ya da organik kirleticilerin suya karışması su ortamının kalitesinin bozulmasına sebep olur ve buna bağlı olarak da makro-omurgasız canlıların yapısını ve sayısında değişimler olur. Sonuç olarak su içinde yaşayan makro-omurgasızların sayısı ve kompozisyonu su kalitesinin belirlenmesinde kullanılan önemli bir indikatördür. Özellikle kentsel atıklar, sanayi ve petrol atıkları, tarımsal atıklar(kimyasal ilaç, gübre vb.) su yüzeyini kirletmekte ve bu kirliliğe makro-omurgasızlar tepki vermektedir. Bu sayede ise yüzey sularının kirlilik üzerindeki etki değerlendirmesinde bu yöntem oldukça etkili ve faydalı olmaktadır. Makro-omurgasız topluluğunda değişime sebep olan diğer unsurlar ise; toksik kimyasal kirlilik, inorganik maddelerde fazlaşma, organik karışmada artış, substrat değişimi olarak sıralanabilir.

Su ortamında karışan yoğun organik kirlilik ve inorganik maddeler, makro-

omurgasızların azalmasına sebep olur, kirli su ortamında yaşayan bazı makro-omurgasızların ise artmasına sebep olur. Bu olay düşük oksijen konsantrasyonu ile ilişkili bulunur. Yoğun organik kirlilik, toksik kimyasal kirlilik, siltasyon gibi durumlar bir bölgede bulunan tüm makro-omurgasızları azalmasına hatta tamamen tükenmesine sebep olabilir. Ancak her durumda bu sonuçlar ortaya çıkacak diye kesin bir ibare yoktur, çünkü fiziksel, kimyasal ve biyolojik gibi çevresel durumlar tarafında iyileştirilebilir. (Klemm, ve ark., 1990; Wetzel ve Likens, 1991; Plante ve Downing, 1989; Plante ve Downing, 1990; Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2012).

1.5. Makroomurgasızların Değişen Ortam Koşullarına Karşı Duyarlılıkları

Askıda katı madde: Sucul ortamda fazla bulunduğu koşullarda pirimer prodüksiyonu düşürür. Bunun sonucunda ise Makro-omurgasızların gelişimini yavaşlatır ve bir zaman sonra yok eder. Az bulunduğu koşullarda ise seçici etki gösteren (süzerek beslenen) organizmaları (*Hydropsyche* ve *Simulium* gibi) etkilerler. Askıda katı maddenin en önemli etkisi, tabana çöktüğünde ortaya çıkar. Nehirlerin sığ ve akışın hızlı olduğu bölgelerde *Ephemeroptera*, *Trichoptera* ve *Plecoptera* üyeleri kaybolurlar, yerlerini *Oligochaeta*, *Chironomid* larvaları ve tatlı su sümüklülerine bırakırlar.

Bulanıklık: Av-avcı ilişkisinde avcının etkisini azaltarak, avın miktarının artmasına yol açar. Bulanıklığın yüksek olduğu sularda, balığın yemi olan sülüklerin (*Hirudinae*) miktarının arttığı bildirilmiştir.

Sıcaklık: Makro-omurgasızlar, kaynağa yakın bölgelerde bulunan *Plecoptera* gibi stenotermal organizmalar dışında, genellikle eurotermal olup, 30°C'ye kadar toleranslıdır. Ancak artan su sıcaklığının yanı sıra ortamda organik kirlenme varsa, oksijen konsantrasyonunun azalması makro-omurgasızlar açısından problem oluşturur.

Toksosite: Akarsularda makro-omurgasızların çeşitliliğinin ve bolluğunun azalmasına neden olurken, popülasyonda bulunan daha toleranslı türlerin artışı

sağlar.

Tuzluluk: Sucul ortamlarda doğal olarak bulunan tuzların (Na, Ca, K ve Mg) atıklar ile birlikte su ortamındaki oranlarının değişmesi, suda toksik durumun ortaya çıkmasına sebep olur. Makro-omurgasızların tuzluluğa göre toleransları farklılık gösterir. Sucul ortamdaki sülüklerin *Piscicola geometra*, *Erpobdellidae* ile *Glossiphonidae* familyalarına kıyasla daha az toleranslıdır. Soğuk sularda tuzluluğa tolerans sıcak sulara göre daha fazladır. Yüksek klorür konsantrasyonlarına (>1000 mg/L), *Odonata*, *Diptera* (özellikle *Chironomidae*) ve *Ephemeroptera*'dan sadece *Baetidae* familyası ile en toleranslı organizmalardır. Tuz oranının yüksek olduğu sular ise *Plecoptera*'ya rastlanmaz.

pH: Sanayi kaynaklı, endüstri temelli atıkların alkali ve asidik olduğu bilinen bir gerçektir. Başka etkenler akarsu ve göl toplulukları üzerinde pH'ın direkt etkisinin tespitini zorlaştırır. *Gastropodlar* pH 7 seviyesinin üzerinde olması gerekirken, çift kabuklular pH 5,6-8,3 arasında bulunurlar. İnsektlerden *Coleoptera* geniş tolerans aralığına, Helmintler pH 4,5-8,5 arasına toleranslıdır. *Chironomidae* (*Diptera*) pH >8,5 ile pH < 4,5'da yoğun bulunurken, *Orthocladinae* familyası görülmez. Bazı *Plecoptera*, *Trichoptera* ile *Hemiptera* türleri yüksek pH'ya, bazıları ise da az pH'ya toleranslıdır.

Oksijen: Endüstriyel ve evsel atıklardan gelen kirleticiler akarsu yoluyla ya da değişik şekillerde göllere karışarak suyun çözünmüş oksijen konsantrasyonunun normal seviyenin altına düşmesine sebep olur. Bu durum sucul canlıların etkilenmesine sebep olur. Madensel atıklarda demir tuzu ve sülfid(kağı fabrikaları) gibi endüstriyel atıkların suya karışması ve diğer kirletici unsurlarla birleşmesi durumunda oksijen eksikliğinin tespiti oldukça zordur.

Ekolojik etki: Göl ekosistemi aşırı miktarda organik madde, nitrat, fosfat gibi inorganik besin tuzları yoluyla tahrip edilir. Bu tahribat bazen akarsularda başlayıp göl ortamına ulaştığında da göl suyunun da tahrip olmasına sebep olur. Akarsularda ve göllerde organik zenginleşme oksijen yetersizliği ve enfeksiyonlara sebep olur, bu duruma organik kirlenme denir. İnorganik zenginleşme (ötrofikasyon) ise suyun oksijen dengesini tahrip ederek aşırı bitki ve alg yoğunlaşmasına neden olur. Bu yoğunlaşma su ortamı için kirlilik olarak değerlendirilir. Bu tür kirlenme durumları da bentik makro-omurgasızlarda etkisi organik kirlenmenin etkisi ile eşdeğerdir. Organik kirlenmeye tolerans seviyesi en az gurup *Plecoptera*, en toleranslı guruplar

ise *Oligochaeta* üyeleridir. (Bonada ve Prat, 2006; Demir, 2005; Spellman, 2008).



Şekil 1.2. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, bentik Makro-omurgasız değerlendirme standardı



Şekil 1.3. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Bentik Makro-omurgasız değerlendirme standardı



Şekil 1.4. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Bentik Makro-omurgasız değerlendirme standardı

1.6. Bentik Makro-omurgasızların Kullanılma Nedenleri

Biyolojik su kalitesi unsuru olarak, bentik makro-omurgasızlar yoluyla su kalitesinin değerlendirilmesi şu sebeplerden dolayı tercih edilmektedir.

1-Farklı su ortamlarında sayıca fazla ve çeşit olarak bol bulunmaları.

2-Sucul ekosistemdeki besin zincirinin oluşmasında oldukça etkili olmaları.

3-Makro-omurgasızların hayat döngülerinin uzun olması, yılın her döneminde ve her mevsiminde izleme için avantajlıdır.

4-Makro-omurgasız canlı toplulukları suyun kalitesine göre azalıp çoğalmaktadır.

5-Örnekleme metodu ve nicelik olarak başka biyolojik kalite belirleme unsurlarına oranla daha zahmetsiz ve basit yollarla yapılması.

6-Kirlilik durumunda buldukları ortamı terk etme durumları olmadığı için bulunduğu su ortamının kalitesini çok iyi yansıtır. Fakat balıklarda aynı durum söz konusu değildir, balıklar su ortamı kirli ise o ortamı hızlıca terk edebilirler.

7-Bentik mikro-omurgasız tespitlerinin aile düzeyinden ziyade tür düzeyinde yapılması daha sağlıklı sonuçlar verecektir. Tür tespiti aileye tespitine göre daha zor ve daha uğraştırıcı bir yöntemdir.

8-Takson sayısının oldukça fazla olması, suyu kirleten unsurlara karşı hızlı şekilde tepki veren hassas yapıya sahip olmaları her hangi bir kirlenmenin çevreye verdiği zararın tespiti için farklı seçenekleri bulunmaktadır.

9-Makro-omurgasızlar çevre değişimine hızlı şekilde tepki veren türler olması dolayısıyla çevresel değişimlerin bilinmesinde oldukça etkilidir.

10-Bu alanda yapılmış oldukça fazla çalışma olması ve literatür bilgisinde geniş olması.

11-Biyolojik inceleme noktasında en fazla tercih sebebi olan canlılar olmaları.

12- Daha önce bu alanda yapılmış çalışmalar olması taksonomi ve teşhis anahtarlarının mevcut olması, bu alanda makro-omurgasızların kullanılmasını avantajlı hale getirmektedir.

13- Her türlü kirliliğe karşı makro-omurgasızların tepkilerinin bilinmesi.

14- Mikro-omurgasızların incelenmesi noktasında metod ve sınıflandırma sistemi oldukça geliştirilmiş olması. (Bayraktar, 2015)

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bafa Gölü Türkiye'nin Batı Anadolu'da bulunan en büyük gölüdür. Aydın'ın Söke ilçesi ile Muğla'nın Milas ilçesi topraklarında yer alır. Beşparmak dağlarının eteklerinde bulunur. Uzunluğu 16 km, genişliği 6 km olup en derin yeri 21-25 m ve kıyı uzunluğu 50 km'dir. Geç antik dönemden başlayarak Büyük Menderes Nehri'nin taşıdığı alüvyonlarla Ege Denizi kıyısındaki tarihi Latmos Körfezini denizden uzaklaşmıştır ve bugünkü Bafa Gölü kıyından kilometrelerce içerde kalarak bir iç göl şeklini almıştır.

Günümüzde su alanlarında yaşayan canlılardan makro-omurgasızlar biyoindikatör canlı olarak kullanılmaktadır. Bu organizmaların nitel ve nicel durumları analiz edilerek su kalite yorumları yapılmaktadır. Zira bu canlıları o su bölgesinin sürekli sahipleri olduklarından onların popülasyon analizi sonuçları anlık su kalite ölçümlerine kıyasla daha kesin sonuçlar vermektedir. Bu amaçla bu organizmaların varlığı dikkate alınarak biyolojik indeksler oluşturulmuştur. Bunlardan en yaygın olanları BMWP (Biyological Monitoring Working Part), ASPT (Average Score Per Taxon) ve MMIF (Multimetric Macroinvertebrate Index Flanders) dir. İndekslerde her organizma grubuna bir puan verilmektedir. Her istasyonda çıkan organizma sayısına bağlı olarak toplanan bir puan elde edilmektedir. İşte bu puan indekste verilen hangi kalitede bir su sınıfına denk gelirse o istasyonun su kalitesi sınıfı bulunmaktadır. Örneğin BMWP'de rakam büyüdükçe su kalitesi artmaktadır. Bu konuda yapılmış çalışmalardan bazı şunlardır: Küçük, 2006; Kucuk ve Alpbaz, 2008; Varnosfaderany et al., 2010; Lock et al., 2011; Zeybek et al., 2014.

2.1. Fiziko-Kimyasal Ölçümler

Dünyada ve ülkemizde su kaynaklarından göller üzerine su kalitesi parametrelerine üzerine yapılmış çalışmaların bazıları aşağıda verilmiştir.

Özdemir vd. (1999) Dalaman-Muğla'daki Kocagöl'ünün Ekim 1996 – Eylül 1997 yılları arası 3 istasyonda fiziko-kimyasal parametrelerini incelemiştir. Gölün su kalitesinin 1. Sınıf olduğunu rapor etmiştir.

Duran vd. (2003) Tokat'ta bulunan Kelkit Nehri'nin Mart 2000 ve Şubat 2001 tarihleri arasında 10 istasyonda fitoplankton, makro-omurgasız ve balık topluluğunu ve fiziko-kimyasal özelliklerini incelemiştir. Fitoplankton ve makro-omurgasız

topluluklarındaki değişimlerin akıntı rejimi farklılıklarından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Duran ve Suicmez (2007) Tokat'ta bulunan Çekerek Nehri'nin makro-omurgasız topluluğuna ve su kalitesi parametrelerine göre Şubat 2002 ve Ocak 2003 tarihleri arasında 10 istasyonda değerlendirmesini yapmışlardır. Toplamda 55 taksa bildirmişlerdir. Çekerek Nehri'nin su kalitesinin 1. Sınıf olduğunu, fakat son 7 istasyonda fosfat, amonyak-nitrojen, nitrit ve nitrat seviyelerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Özdemir (2007) Muğla Dalaman Çayı üzerindeki Bereket Hes Baraj Gölü'nün fiziko-kimyasal parametreleri incelenmiştir. Göl suyunun genel değerlendirmesi sonucu ÇO'e göre 1. Sınıf iken organik derecesine göre 2. Sınıf olduğunu bildirmiştir.

Yıldız vd. (2008) Aydın Kemer Baraj Gölü'nün bentik Makro-omurgasız faunasını Aralık 2004 – Kasım 2005 yılları arası örnekleme yapılmıştır. Oligochaeta grubundan 10, Chironomidae familyasından 2 takson tespit etmiştir. Toplamda 6428 birey bulmuştur. Oligochaeta % 92,75, Chironomidae % 7,28 olarak saptamıştır. Gölün fakir (Oligotrof) karakterde olduğu belirlemiştir.

Ünlü vd. (2008) Elazığ'da bulunan Hazar Gölü'nün fiziko-kimyasal parametrelerini incelemiştir.

Buhan vd. (2010) Almus Baraj Gölü'nün fiziko-kimyasal parametrelerini incelemiştir. Orto-fosfat değerlerine göre gölün 1-4. sınıf karakterde olduğunu vurgulamıştır.

Döndü ve Özdemir (2019) Gökova körfezi- Muğla Kadın Azmağı'nın Haziran 2012-Mayıs 2013 tarihleri arasında 5 istasyonda fiziko-kimyasal parametreleri araştırmıştır. Nehrin su kalitesi sıcaklık, pH, ÇO ve BİO'ye göre 1. Sınıf bulurken nitrat azotu, amonyum azotu ve orto-fosfat göre 3. veya 4. Sınıf olarak saptamıştır. Nehri kirleten unsurların turizm faaliyetleri (restoran, konut, apart ve günlük tekne turlarının sintine suları) olduğunu belirtmiştir.

2.2. Biyolojik Ölçümler

Dünyadaki bazı nehirler üzerine su kalitesi parametrelerine ve makro-omurgasız

dağılımına göre yapılmış çalışmaların bazıları aşağıda verilmiştir.

Kazancı Dgel (2000) Kycegiz-Dalyan bölgesinde bulunan Yuvarlak ay'ın su kalitesini değerlendirmişlerdir. Nisan 1992-Nisan 1993 tarihleri arasında bir yıl boyunca Yuvarlak ay'ın makro-omurgasız dağılımını ve su kalitesi değişimini 8 istasyonda tespit etmişlerdir. Çalışma verilerini Belçika Biotik İndeksinde değerlendirmişlerdir. Su kalitesi ve makro-omurgasız verilerine göre Yuvarlak ay'ının orta derecede organik kirliliğe maruz kaldığını bildirmişlerdir.

Dgel ve Kazancı (2004) 1998-1999 tarihleri arası Büyük Menderes Nehri'ni 17 istasyonda incelemiştir. Makro-omurgasız ve su kalite verilerine göre nehrin bazı istasyonlarının az, bazı istasyonlarının orta, bazı istasyonlarının ise yoğun derecede kirli olduğunu açıklamışlardır.

Czerniawska-Kusza (2005) Güney Polonya'nın Nysa Klodzka Nehri'nin aşağı kısımlarında makro-omurgasız topluluklarının kompozisyon ve yapı değişikliklerini su kalitesine bağlı olarak değerlendirmek için 2001-2002'de 26 istasyonda mevsimsel olarak (bahar, yaz ve sonbahar) analiz etmişlerdir. Makro-omurgasız kompozisyonunun cluster analizine göre iki ana grupta toplandığını belirtmiştir (Nysa Klodzka Nehri ve kolları olarak). Yirmialtı istasyonun BMWP indeks değerinin 18-88 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu durumda istasyonların kötü ile iyi arası su kalitesine sahip olduğunu bulmuştur.

Duran (2006) Behzat Nehri'nin Eylül 1998 ile Eylül 2002 yılları arası bentik makro-omurgasız faunasını ve su kalitesini incelemiştirler. Toplamda 52 makro-omurgasız taksası bulmuşturular. Nehrin st kısmında makro-omurgasız çeşitliliğinin daha fazla olduğunu ve nehrin aşağı kısımlarının insan kaynaklı kirlilik unsurlarına maruz kaldığını belirtmişlerdir.

Kucuk ve Alpbaz (2008) Kirmir ayının su kalitesini tahmin için ayın Makro-omurgasız topluluğunu 1 yıl süresince 3 istasyonda analiz etmişlerdir. Sonuçta, ayın üst ve alt kısmının çok kirli olduğunu ve bu istasyonların arasında bulunan 2. İstasyonun bir ara (geçiş) bölgesi olduğu ve orta kirlilikte olduğu BMWP ve ASPT indeks değerlerine göre vurgulamışlardır.

Kalyoncu vd. (2009) şubat 2000-Temmuz 2001 tarihleri arası Akdeniz'e dökülen Aksu ayı'nın makro-omurgasız ve su kalite verilerini biotik indekse göre

değerlendirmişlerdir. Su kalite verilerine göre 1. istasyonun çok az kirli, 2. ve 3. istasyonların aşırı derecede kirli, 4. istasyonun az kirli, 5. ve 6. istasyonun orta derecede kirli olduğunu vurgulamışlardır.

Varnosfaderany vd (2010) Zayandeh Rud Nehrinin Makro-omurgasız topluluğunu 1 yıl süresince 8 istasyonda analiz etmişlerdir. BMWP indeksinin bu nehrin su kalite tahminlerinin yapılmasında başarı ile kullanılabileceğini rapor etmişlerdir. Toplamda 42 familya bulmuşlardır. Nehrin alt kısmının üst kısmına göre daha kirli olduğunu belirtmişlerdir.

Lock vd (2011) Bulgaristan'da İskar Nehrinin Makro-omurgasız topluluğunu 15 istasyonda analiz ederek su kalitesi tespiti yapmışlardır. Kimyasal ve biyolojik veriler, nehrin Sofya şehrine kadar ki üst bölümünün alt bölümüne (büyük arıtma tesisine rağmen) kıyasla daha temiz olduğunu göstermiştir.

Flores ve Zafaralla (2012) Filipinler'de Mananga Nehri'nin makro-omurgasız çeşitliliği ile su kalite durumunu karşılaştırmıştır. 2006 yılının Şubat-Aralık ayları arasında Mananga Nehri üzerinde belirledikleri 3 istasyondan hem fiziko-kimyasal ölçümleri yapmışlar hem de makro-omurgasız kompozisyon ve çeşitliliği tesbitinde bulunmuşlardır. Nehrin aşağı kısmında derinliğin, genişliğin ve nehir yatağının yapısının değişmesi sonucu akışın azaldığını ve deşarjların fazlaştığını tespit etmişlerdir. Bu değişimlere bağlı olarak askıda katı madde miktarının, sıcaklığın ve BOİ (biyolojik oksijen ihtiyacı) değerlerinin arttığını, fakat, pH ve ÇO değerlerinin azaldığını saptamışlardır. Bu duruma bağlı olarak, fiziko-kimyasal faktörlerin değişiminin makro-omurgasız kompozisyonunu ve çeşitliliğini etkilediğini bildirmişlerdir. Toplam 37 familya tespit etmişlerdir. Bunların büyük bir bölümü %58,6'sını sucül böceklerin (Hexapoda sınıfı) ve % 39,9 gastropodaların (Gastropoda sınıfı) oluşturduğunu bildirmişlerdir. Fiziko-kimyasal ve makro-omurgasız çeşitliliğinin indeks sonuçlarına göre nehrin üst kısmındaki istasyonların orta kirlilikte, nehrin aşağı kısmındaki istasyonun ise oldukça kirli olduğunu saptamışlardır.

Akaahan (2014) Nijerya'nın Makurdi bölgesindeki Benue Nehri'nde Temmuz 2011-Haziran 2013 yılları arasında 5 istasyon belirleyerek makro-omurgasız tespitinde bulunmuştur. Aylık olarak Van Veen Grab aleti kullanarak sediment örnekleri toplamıştır. Beş istasyondan toplam 4451 makro-omurgasız birey toplamıştır ve 21 familya tespit etmiştir. Kurak mevsimde yağmurlu mevsime göre

daha fazla birey kayıt emiştir. Kirliliğe hassas olan taş sinekleri ile mayıs sineklerine 2. ve 3. istasyonlarda hiç rastlamamıştır. Zira bu istasyonlardaki birey sayısının diğer istasyonlara göre daha düşük bulmuştur. Bu iki istasyonun insan kaynaklı organik kirliliğe maruz kaldığını bildirmiştir.

Zeybek vd. (2014) Değirmendere Nehrinin su kalitesini belirlemek için 1 yıl süresince 6 istasyonda Makro-omurgasız organizma topluluğunu tespit etmişlerdir. BMWP ve ASPT indeksleriyle Makro-omurgasız faunası çeşitliliğini kullanmışlardır. Sonuçta, 59 taksa saptamışlardır. Bunlardan 4 taksa Gastropoda'larda, 1 takson Bivalvia, 1 takson Oligochaeta, 1 takson Hirudinea, 2 taksa Crustacea ve 50 taksa Insecta olarak bulmuşlardır. Fiziko-kimyasal verilere, BMWP ve ASPT indekslerine göre Değirmendere nehrinin su kalitesinin bozulmamış (kirlenmemiş) olduğunu rapor etmişlerdir.

Dünyada ve ülkemizde su kaynaklarından göller üzerine su kalitesi parametrelerine ve makro-omurgasız dağılımına göre yapılmış çalışmaların bazıları aşağıda verilmiştir.

Rosas vd. (1985) Meksika'da bulunan Patzeuaro Gölü'nün fiziko-kimyasal parametrelerini ve Makro-omurgasız çeşitliliğini 8 istasyonda 10 ay boyunca 2 aylık periyotlarla incelemiştir. 8. İstasyonun ÇO, amonyak ve fosfor değerlerini çok yüksek olduğunu bildirmiştir. Göl'de en çok Oligochaeta, Hirudinea, Chronomidae ve Chaoboridae familyaları olduğunu ve buna bağlı olarak gölün kirli olduğunu saptanmıştır.

Sözen ve Yiğit (1999) Akşehir Gölü'nün bentik makro-omurgasız faunasını tespit etmişlerdir. Temmuz 1992 ile Haziran 1993 tarihleri arasında 9 istasyondan aylık olarak örnekleme yapmışlardır. Bentik makro-omurgasız ortalama yıllık birey sayısı 1754,08 birey/m²'dir. Bu bireylerin % 51,55'ini Chironomidae, % 45,97'si Oligochaete, % 2,48'ini diğer gruplar oluşturmuştur. Yıllık ortalama bolluk ise 4,57 g/m²'dir.

Taşdemir vd (2004) Buldan-Denizli'de bulunan Yayla Gölü'nün bentik faunasını tespit etmişlerdir. Bu amaçla Haziran 2000 ile Şubat 2002 tarihleri arasında gölden seçilen 3 istasyondan Ekman-Birge grab aleti ile çamur örnekleri almışlardır. Örnekleri 0,5 mm'lik eleklerden geçirip elde ettikleri makro-omurgasız organizmaları % 4'lük formalin solüsyonunda saklamışlardır. Sonuç olarak, 31 taksa

elde etmişlerdir. Toplamda ortalama 3935 birey/m² tespit etmişlerdir. Bu bireylerin % 46,53'ü Chironomidae, % 40,91'i Oligochaeta ve % 9,99' u Chaoboridae ve kalan önemsiz bir bölümü de diğer gruplardan oluşmuştur. Yani, Yayla Gölü biyolojik çeşitlilik açısından önemli bir sulak alan olup korumaya alınması gerekmektedir. Nisan 2005-Mart 2006 tarihleri arası 9 istasyonda aylık periyotlarla incelemiştir. Gölün su kalitesini 1-3. sınıf bulmuştur. Yalnız göl suyunu toplam fosfor açısından 4. sınıf olduğunu belirtmiştir.

Çamur-Elipek vd. (2010) Ezine-Edirne'de yer alan Gala Gölü'nün Mart 2004-Ocak 2005 tarihleri arası bir yıl boyunca aylık örneklemelerle 4 istasyonda Makro-omurgasız çeşitliliğini araştırmıştır. Ortalama 1628 birey/m bulmuştur ve toplamda 49 takson saptamıştır. Bulunan Makro-omurgasızların % 57'sini Chironomidae, % 34'ünü Oligochaetalar ve % 9'unu diğer gruplar oluşturmuştur.

Adeogun ve Fafioye (2011) Awba Nehri ve Reservuarı'nın fiziko-kimyasal parametrelerini ve Makro-omurgasız çeşitliliğini Nisan 2007-Mayıs 2008 tarihleri arası 4 istasyonda incelemiştir. 2. istasyonun amonyak azotu, çözünmüş karbondioksiti yüksek iken ÇO düşük bulunmuştur. Çinko ve manganez değerleri USEPA değerlerine göre yüksek çıkmıştır. Bu istasyonun Makro-omurgasız birey sayısı daha yüksek bulunurken % 94 oranında Chironomidae familyasının baskın olduğu bildirilmiştir.

Duran ve Akyıldız (2011) Buldan-Denizli'de bulunan Süleymanlı Gölü'nün bentik makro-omurgasız faunasını ve su kalite parametrelerini değerlendirmişlerdir. Bu amaçla gölün su kalitesi ve makro-omurgasız faunasını Ekim 2006 ile Nisan 2008 tarihleri arasında mevsimsel olarak araştırmışlardır. Toplamda 61 taksa bulmuşlardır. Bunun 40 tanesini yeni kayıt olarak bildirmişlerdir. Gölün su kalitesini orta kirlilikte olduğunu bildirmişlerdir.

Fisher vd. (2015) Mısır'da bulunan Manzala Gölü'nün Mayıs 2014-Ağustos 2014 tarihleri arası 9 istasyonda fiziko-kimyasal parametrelerini ve Makro-omurgasız çeşitliliğini incelemiştir. Deşarj noktasından uzaklaştıkça Makro-omurgasız sayısının ve su kalitesinin arttığını bildirmiştir.

Yıldız vd. (2015) İzmir Gölcük Gölü'nün 6 istasyonunda 2 yıllık süre içinde (Haziran 2008 – Mart 2010) bentik Makro-omurgasız faunasını araştırmıştır. Gölün bentik faunasının büyük bir çoğunluğunu Oligochaeta grubunun iki türü

Potamothrix hammoniensis ve Tubifex tubifex temsil etmiştir. Toplamda 4 taksonomik gruba ait 16 tür tespit edilmiştir. Gölcük Gölü'nün atropojenik kirlilikten etkilendiğini ve ötrofikten hiperötrofik seviyeye geçtiğini bildirmiştir.

Ghosh ve Biswas (2015) Dğu Hindistan'da yer alır. Oxbow Gölü'nün Makro-omurgasız çeşitliğini 3 istasyonda Nisa 2013 – Mart 2014 tarihleri arasında araştırmıştır. Takson sayısını 3 istasyonda sırasıyla 14, 14 ve 18 olarak tespit etmiştir.

Abhijna ve Kumar (2015) Kerala'nın Güney batısında yer alan Veli-Akkulam ve Vellayani Göllerinde fiziko-kimyasal parametrelerini ve bentik Makro-omurgasız çeşitliliğini araştırmıştır. Veli-Akkulam Gölü'nde Nematoda, Oligocheata, Mollusca ve Diptera; Vellayani Gölü'nde Ephemeroptera, Trichoptera, Odonata, Hemiptera, Coleoptera taksonomik gruplarını tespit etmiştir. Velli-Akkulam Gölü'nün BMWP değeri Vellayani Gölü'nün BMWP değerinden çok düşük çıkmıştır.

Rodrigues vd. (2016) Brezilya'nın İtupararangu rezervuarının mevsimsel olarak fiziko-kimyasal parametrelerini ve bentik Makro-omurgasız çeşitliliğini araştırmıştır. Toplamda 8841 birey ve 17 takson bulmuştur. En çok görülen familyalar Chaoboridae, Chironomidae ve Tubificidae olmuştur. BMWP değeri çok düşük çıkmış ve gölün su kalitesi çok kirli olduğunu rapor etmiştir.

Belal vd. (2016) makro-omurgasızların her sucul ekosistemde meydana gelen çevresel değişimlerin iyi bir indikatörü olarak kullanıldıklarını bildirmiştir. Mısır'ın Timsah Gölü'nde 3 adet, Batı Lagünü'nde 10 adet istasyon belirlemiştir. 2014 sonbaharından 2015 yazına kadar örnekleme yaparak Makro-omurgasız topluluklarını, sediment yapısını ve su kalitesini incelemiştir. Timsah Gölü'nde makro-omurgasız yoğunluğu ($167.649 \text{ birey/m}^2$) ve çeşitliliği (42 tür), Batı Lagünü'nden (yoğunluk 12.008 birey/m^2 , çeşitlilik 16 tür) daha yüksek bulunmuştur.

Bhat vd. (2017) Kaşmir Himalaya bölgesinin Dal Gölü'nün fiziko-kimyasal parametrelerini ve bentik Makro-omurgasız çeşitliliğini 1 yıllık süreçte (Ocak 2015 – Aralık 2015) araştırmıştır. Toplamda 22 takson tespit etmiştir. En baskın familya olarak Chironomidae bulunmuştur. Dal Gölü'nün birçok indekse göre kirli olduğunu saptamıştır.

Griba vd. (2017) Fas'da bulunan Afenourir Gölü'nün Makro-omurgasız çeşitliliğini Haziran 2015-Haziran 2016 tarihleri arası araştırmıştır. Toplamda 4945 birey bulunmuştur. Bunlar toplamda 17 familyayı içermektedir. Crustacea %44, Diptera (Chironomidae) % 32, Oligochaeta % 9, Achaetes % 6, Gastropoda %6 ve % 3 diğer bulunmuştur.

Bu çalışmanın amacı, Bafa Gölü'nün üç farklı istasyonunda hem su kalite parametrelerinin ölçümü hem de makroomurgasız topluluğunun tespiti yapılarak biyolojik indeksler yardımıyla su kalite sınıflandırmasının yapılmasıdır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

3.1.1. Bafa Gölü

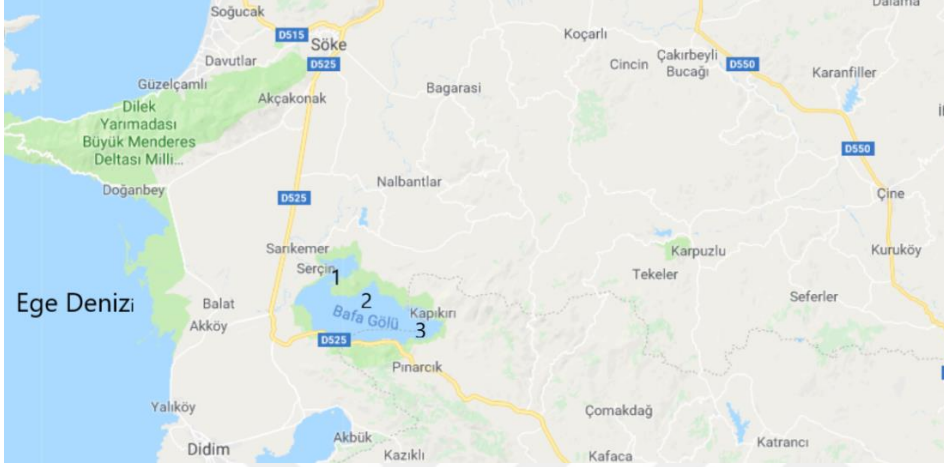
Bafa Gölü diğer adı Çamiçi gölü olup Ege bölgesinin en büyük gölüdür (Şekil 3.1). Aydın'ın Söke ilçesi ile Muğla'nın Milas ilçesi topraklarında yer alır. Aynı zamanda Büyük Menderes Nehri deltasının güneydoğusunda Meteşe dağlarının içinde bulunur. Gölün uzunluğu 16 km, genişliği 6 km olup en derin yeri 21-25 m'dir. Kıyı uzunluğu 50 km'dir. Geç antik dönemden başlayarak Büyük Menderes Nehri'nin taşıdığı alüvyonlarla Ege Denizi kıyısındaki tarihi Latmos Körfezi denizden uzaklaşmıştır. Böylece Bafa Gölü kıyıdan kilometrelerce içerde kalarak bir iç göl şeklini almıştır. Günümüzden 2000 yıl önce Ege kıyısında Latmos Körfezi'nde yer alan Herakleia antik kenti incir, üzüm, zeytin yetiştiriciliği yapan önemli bir liman kentiydi. Fakat zaman içinde Ege kıyısında alüvyonların dolması ile Bafa Gölü kıyısında bir kent olarak kalmıştır. Bafa Gölü üzerinde 4 adet ada bulunmaktadır. Bu adalar üzerinde antik kent Herakleia kalıntıları yer almaktadır. Gölün kuzey kısmında Serçin Köyü, güneybatısında Kapıkırı Köyü yer almaktadır. Bafa Gölü'nde levrek, kefal, yılan balığı avlanmaktadır. Ayrıca göl çevresinde 224 kuş türü (kaşıkçı kuşu, küçük batağan, karabatak, tepeli pelikan, flamingo vb.), çeşitli vahşi hayvanlar (ayı, tilki, vaşak, çakal, porsuk, kaya sansarı, oklu kirpi, yılan vb.) bulunmaktadır. Bafa Gölü 1989 yılında Bafa Gölü Tabiat Parkı olarak ilan edilmiştir. Fakat buna rağmen Bafa Gölü çevresinde çeşitli konaklama yerleri (otel, motel, pansiyon), restoranlar, zeytin fabrikaları faaliyet göstermektedir.



Şekil 3.1. Bafa Gölü genel görünüşü

3.2. Fiziko-Kimyasal Ölçümler

Cografî koordinatları Çizelge 3.1.'de verilmiş olan 3 istasyondan Şubat-Aralık ayları arasında 2 aylık sürelerle fiziko-kimyasal parametrelerin (sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen (ÇO), elektrik iletkenliği (EC), tuzluluk (salinite), toplam azot, toplam fosfor, toplam sertlik, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve klorofil-*a*) ölçümleri yapılmıştır. Örnekleme yapılan 3 istasyon Şekil 3.2'de harita üzerinde gösterilmiştir. Sıcaklık, pH, ÇO, EC ve tuzluluk ölçümleri arazide multiple parameter cihazı (WTW Multi 3420 set G) ile yapılmıştır. Su örnekleri 5 l'lik plastik şişelere alınmıştır. Sıcaklık, pH, ÇO, EC ve tuzluluk ölçümleri arazide multiple parameter cihazı (WTW Multi 3420 set G) ile ölçülmüştür. Toplam azot, toplam fosfor, toplam sertlik ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve Klorofil-*a* değerleri DSİ ve Aydın İl Tarım ve Orman Müdürlüğü laboratuvarlarında ölçülmüştür. Bu çalışma verilerine göre her istasyona ait fiziko-kimyasal parametrelerinin grafikleri oluşturulmuştur.



Şekil 3.2. Bafa Gölü'nden örnek alınan istasyonlar

İstasyon	İstasyon Adı	Koordinatlar
1	Serçin	37°30'57.42''K 27°23'55.10''D
2	Mened Adası	37°30'37.23''K 27°27'50.66''D
3	Kapıkırı	37°30'31.68''K 27°30'38.17''E

Çizelge 3.1. Dört istasyonun coğrafik koordinatları

3.2.1. Sıcaklık

Sıcaklık su canlılarının metabolik aktivitelerini etkilediğinden dolayı su değişimlerine karşı hassasiyet gösterirler. Suların sıcaklığı mevsimsel ve günlük olarak değişmektedir. Ancak termal kirlenme sebebiyle su habitatlarında istenmeyen değişimler olmaktadır. Sularda 10 °C'lik yükselme canlılarda solunum hızını iki kat artırmaktadır. Su sıcaklığının düşmesi de solunum hızını düşürmektedir. Su sıcaklığı değişimi sudaki oksijen konsantrasyonunu da etkilemektedir. Örneğin balıklar soğukkanlı hayvanlardır su sıcaklığındaki değişimler onların metabolik aktivitesine direkt olarak yansımaktadır. Düşük sıcaklıklar da aktiviteleri düşmekte yüksek sıcaklıkta ise aktiviteleri artmaktadır. Ayrıca ani sıcaklık değişimleri de balıkların termal şoka girmelerine yol açabilmektedir. Doğaya yapılan sıcak su deşarjlarında sıcaklık değişimlerinin izlenmesi gerekmektedir (Doğanay, 2014).

3.2.2. pH

Sudaki hidrojen iyonun konsantrasyonunun eksi logaritmasıdır. ($pH = -\log[H^+]$). pH suyun asidik ve bazik durumunu gösterir. pH 7'de sudaki hidrojen ve hidroksil iyonu konsantrasyonları dengededir ve nötrdür. $pH > 7$ ise su bazik özelliindedir ve hidroksil iyonları konsantrasyonu yoğunluktadır. $pH < 7$ ise su asidiktir ve hidrojen iyonu konsantrasyonu yoğunluktadır. pH'nın düşük ve yüksek olması sularda endüstriyel deşarjların olabileceğini gösterir. Organik kirlenme durumunda da pH'da değişimler gözlenir, özellikle suda amonyak artışı pH'yı yükseltir. Karbondioksit ve hidrojen sülfür (H_2S) artışı pH'yı düşürür (Anonim 1, 2011)

3.2.3. Çözünmüş Oksijen (ÇO)

Atmosferde oksijen yoğunluğu %21 olmasına rağmen sulardaki oksijen yoğunluğu daha düşüktür. Tatlı sularda oksijen çözünürlüğü atmosfer basıncında ve $0\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 14,6 mg/L ve $35\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 7 mg/L'dir. Sulardaki canlı yaşam çözünmüş oksijenin varlığına direkt bağlıdır. Şöyle ki bitkisel organizmalar geceleri, hayvansal organizmalar ve bakteriler ise tüm yaşamları boyunca solunum aktivitelerinde çözünmüş oksijene ihtiyaç duyarlar. Sulardaki çözünmüş oksijen miktarı sıcaklığa, tuzluluğa ve atmosfer basıncına göre değişmektedir. Çözünmüş oksijen, sıcaklık ve tuzluluk ile ter orantılı atmosfer basıncı ile doğru orantılıdır.(Anonim 1, 2011)

3.2.4. Elektrik İletkenliği (EC)

Elektrik iletkenliği, suların elektriği iletme kapasitesi veya elektrik akımını geçirmeye karşı gösterdiği dirençtir. Elektrik iletkenliği sularda çözünmüş organik, inorganik maddeler ve tuzların bir göstergesidir. Çözünmüş iyonların mobilitesi, yükü ve yoğunluğu ve iletkenliği etkileyen faktörlerdir. Bir sudaki elektrik iletkenliği artışı o suyun kirlendiğini veya deniz suyu ile karıştığı göstermektedir. Su içerisindeki organik maddeler elektriği çok iyi iletmezler. İnorganik maddeler elektriği iyi iletirler. Örneğin saf sular elektriği zor iletirler. Isı arttıkça elektrik iletkenliği azalır. Su kaynaklarının elektrik iletkenliği 2000-5000 ohm/cm'dir. Doğal suların elektrik iletkenliği iyidir, zira doğal sularda çözünmüş birçok tuz bulunur. İletkenliği yüksek olan sular korozif özelliindedir. Sularda çözünen iyon ne kadar fazla ise iletkenlik o kadar fazladır. EC kondüktometre ile ölçülür. Elektrik iletkenliği birimi Siemens/cm'dir ($S = \text{Siemens} = \text{Ohm}$).

3.2.5. Tuzluluk (Salinite)

Tuzluluk, 1 litre suda bulunan çözülmüş iyonların toplam konsantrasyonudur. Tuzluluğun birimi binde bir (%₀) veya g/L şeklinde verilir. Tatlı suların tuzluluğu < 0.05 %₀ iken, acı sularda 0.05-30 %₀ arasında ve denizlerde 30-50 %₀ 'dir. Tuz içerisinde sodyum klorür, magnezyum, kalsiyum sülfatları ve bikarbonatları vb. bulunur. Tuzluluk derecesi suda yaşayan canlıların yaşam aktivitelerini ve su içerisindeki dağılımlarını etkiler (Baydar, 2020).

3.2.6. Toplam Azot

Azot atmosferde %78 oranında bulunan bir elementtir. Azot, protein, aminoasit ve nükleik asitlerin yapısında bulunur. Bitkiler ve mikroorganizmalar azotun farklı formlarını kullanarak azot döngüsüne önemli bir katkı sağlarlar. En önemli azot oksidasyon formları nitrat iyonu, nitrit iyonu, amonyak ve amonyum iyonudur. Toplam azot, organik azot, amonyak azotu, amonyum azotu, nitrat azotu ve nitrit azotunun toplamıdır. Toplam azot, doğal sularda bir kirlilik parametresi olarak kullanılır. Çünkü evsel, endüstriyel ve tarımsal kirleticilerin sebep olduğu kirliliğin bir göstergesidir (Doğanay, 2014).

3.2.7. Toplam Fosfor

Fosfor sulardaki primer produktiviteyi sınırlayan bir besin maddesidir. Fosfor genellikle sularda fosfat (PO₄⁻³) olarak bulunur. Canlıların vücudunda bulunan fosfat organik fosfordur. Organik maddeleri içermeyen fosfat ise inorganik fosfattır. Fosfatın bu iki formu da sularda askıda ya da çözülmüş olarak bulunur. Bitkilerin gelişmesi için karbon, azot ve fosfor gereklidir. Karbon ve azot atmosferden değişik mekanizmalarla kazanılırken, fosfor sulardaki bitkisel gelişimi sınırlayıcı bir elementtir. Antropojenik faaliyetlerle sulara karışan aşırı fosfat miktarı bir kirlilik unsurudur. Fosfat kirliliğinin sulardaki en önemli çevresel sorunu ötrofikasyondur. Sulardaki yüksek fosfat konsantrasyonu alglerin ve mikroorganizmaların gelişimini hızla artırarak ötrofikasyona sebep olmaktadır (Doğanay, 2014).

3.2.8. Toplam Sertlik

Sertlik, kalsiyum ve magnezyum iyonlarının, kalsiyum karbonat (CaCO₃) cinsinden toplam konsantrasyonları olarak ifade edilir. Suyun sertliğini oluşturan Ca⁺² ve

Mg^{+2} , iz miktarda Sr^{+2} ve Ba^{+2} bikarbonatları geçici sertliği oluştururken(karbonat sertliği) aynı elementlerin bikarbonat dışındaki tuzları kalıcı sertliği oluşturur. Geçici sertlik su kaynatılarak giderilebilir, kalıcı sertlik ise iyon değişimi ve çöktürme yöntemleriyle bertaraf edilebilir. Suların sertliği içinde buldukları jeolojik yapıyla yakından ilişkilidir. Yer altı suları yüzey sularına göre daha fazla mineral medde içerdiğinden daha serttir. Sudaki karbondioksit zayıf bir asit olan karbonik aside dönüşerek karbonat bileşiklerini çözerek suya katılmasını sağlar. Toplam sertlik, birçok ülkede farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Toplam sertlik mg/l cinsinden $CaCO_3$ eşdeğeri olarak verilmektedir.

3.2.9. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

KOİ sudaki kirleticilerin sudaki kimyasal oksitleyicilerle oksitlenmesi için gerekli olan oksijen ihtiyacıdır. Evsel ve endüstriyel atıkların kirlilik yükünü belirlemede önemli bir parametredir. Genellikle KOİ biyolojik ayrışma sonucu elde edilen bazı maddeleri de içerdiğinden BOİ'den daha yüksek çıkar. KOİ doğal su kaynaklarının kirlilik incelemesinde önemli ve çabuk sonuç veren bir parametredir. BOİ organik maddelerin biyokimyasal ayrışmasını dikkate alırken, KOİ redoks reaksiyonlarının oksitlenmesini temel alır (Doğanay, 2014).

3.2.10. Klorofil *a*

Sulardaki algler ve yeşil yapraklı bitkiler yani primer prodüktivitedeki değişimler klorofil *a*'yı temsil etmektedir. Fitoplakton ve yeşil yapraklı bitkilerin pigment maddesine klorofil *a* denilir. Su içerisindeki bu pigmentin miktarı sulardaki biyokütle büyüklüğü hakkında bilgi vermektedir. Yani suların kirliliğini ölçmekte kullanılabilir (Baydar,2020).

3.3. Biyolojik Ölçümler

Bu çalışma da, coğrafik koordinatları Çizelge 3.1.'de verilmiş olan 3 istasyondan Şubat-Aralık ayları arasında 2 aylık sürelerle taban çamur örnekleri Ekman Grab (15 x15 cm) (Şekil 3.3) aletiyle her istasyondan ikişer olmak üzere toplamda 36 adet alınmıştır. Bentik çamur örnekleri ekman grab ile alınıp üzeri etiketlenmiş plastik poşetlere konulmuştur. Alınan örnekler hemen laboratuvara getirip eleme aşaması sürecinde +4 °C'de muhafaza edilmiştir. Alınan örnekler 4000-2000-500 µm göz açıklığına sahip çelik eleklerden elenmiştir (Şekil 3.4). Bulunan Makro-omurgasız

organizmaların m²'deki bollukları (birey sayısı) ve biyokütleri (ağırlık) 0.0001 g hassasiyette terazi (Kern) ile ölçülmüştür (Şekil 3.5). Toplanan makro-omurgasızlar stereo mikroskop altında incelenerek familya bazında taksonomik sınıflandırma yapılmıştır (Şekil 3.5 ve 3.6). Daha sonrasında bu organizmaların nitel ve nicel değerlendirmeleri yapıp sürekli muhafazası için % 10'luk formaldehit solüsyonunda küçük saklama kaplarında saklanmıştır. Her birinin üzeri bulunan organizmanın familya adı, örnekleme tarihi ve istasyon numarasını içeren bilgilerle etiketlenmiştir. Taksonomik sınıflandırma Macan (1959), Edmondson (1959)'a ve Red List-IUCN (2018)'a göre yapılmıştır. Teşhisi yapılan örnekler Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Laboratuvarında saklanmaktadır (Şekil 3.8). Bulunan makro-omurgasız organizmaların m²'deki birey sayısı ve ağırlık (g) olarak hesaplamaları yapıldıktan sonra bu sonuçlar üzerinden aylara ve istasyonlara göre farklılıkları değerlendirmek için grafik ve tablolar çizilmiştir.



Şekil 3.3. Ekman grap aleti (15 x 15 cm)



Şekil 3.4. Bentik çamur Örnekleme elekleri (4000-2000-500 μm)



Şekil 3.5. Hassas terazi (0,0001 g)



Şekil 3.6. Stereo mikroskop (Novex)



Şekil 3.7. Familya tayin aşaması



Şekil 3.8. Örneklerin saklanması

3.4. Örnekleme Noktalarının Özellikleri

3.2.4.1. Serçin İstasyonu

Serçin İstasyonu, Bafa Gölünün Kuzey bölgesinin giriş kısmıdır. Menderes nehrinin Bafa Gölü'ne bağlantı noktasında yer almaktadır. Aynı zamanda balıkçı teknelerinin konakladığı ve su ürünleri satış noktasının yer aldığı bir bölgedir. Bu nedenlerden dolayı Serçin istasyonunu 1. istasyonu birinci istasyon olarak belirlenmiştir. Serçin istasyonunun taban yapısı çamurlu ve su bitkilerince zengin bir yapıdadır. Aynı zamanda su rengi bulanık kahverengidir. Örneklemler 30-40 cm'den yapılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Serçin istasyonu saha görüntüsü

3.2.4.2. Mened Adası istasyonu

Mened adası bu çalışmanın ikinci istasyonunu oluşturmuştur, bu istasyon gölün orta kısımlarında yer almaktadır. Ada karabatak kuşlarının yoğun olarak yuva yaptıkları bir alandır. Bu istasyonun taban yapısı midye kabuğu kırıklarıyla kaplı olup suyu berrak yer yer kayalarla kaplı bir alandır. Ada çalılık ve makilerle kaplıdır.

Örnekleme 30-50 cm su derinliğinden alınmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Mened Adası istasyonu saha görüntüsü

3.2.4.3. Kapıkırı istasyonu

Bu çalışmada üçüncü istasyon olarak Kapıkırı seçilmiştir. Kapıkırı Bafa Gölünün Serçin istasyonuna göre ter yönünde güneyde, gölün Güney uç noktasını teşkil etmektedir. aynı zamanda Kapıkırı gölün Muğla ili sınırları içinde yer almaktadır. Kapıkırı İstasyonunun bentik yapısı gri renkli çakıllı, kumludur. Suyu berrak sığ bir alandır. Littoral bölgesi sazlıklarla örtülüdür. Örnekleme 30-60 cm su derinliğinden yapılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Kapıkırı istasyonu saha görüntüsü

4. BULGULAR

4.1. Fiziko-Kimyasal Değerlendirme

Bu alışmada, Bafa Gölü’de Serçin, Mened Adası ve Kapıkırı bölgesi üzerinde belirlenen 3 istasyonda su kalitesini tahmin etmek için bazı fiziko-kimyasal parametreler (sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen (O), elektrik iletkenliği (EC), tuzluluk (salinite), toplam azot, toplam fosfor, toplam sertlik, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve klorofil-*a*) yıllık olarak 2 aylık aralıklarla ölçüldü. Ayrıca 2019 Ekim ve Aralık aylarında Büyük Menderes gişinden de örnekler alınmıştır. Bu 10 parametrenin Şubat -Aralık 2019 tarihleri arası elde edilen ham verileri derlenerek her parametrenin 3 istasyon için zamana bağlı çizelge ve grafikleri oluşturulmuştur.

Çizelge 4.1. Serçin İstasyonu su kalite parametreleri

Aylar	Sıcaklık (°C)	pH	ÇO (mg/L)	EC (mS/cm)	Tuzluluk (%0)	T.Azot (mg/L)	T.Fosfor (mg/L)	T.Sertlik (mg/L)	KOİ (mg/L)	Klorofil a (µg/L)
Şubat	13,1	8,97	11,56	18,09	10,5	0,79	0,13	1898	181,5	16,27
Nisan	24,0	8,21	10,56	19,92	11,9	0,01	0,33	1927	145,5	6,94
Haziran	28,7	8,61	8,83	28,95	18,0	0,71	0,71	1977	472,0	7,17
Ağustos	30,5	8,95	12,78	28,95	23,8	0,04	1,72	2743	451,0	5,18
Ekim	20,2	9,21	8,80	22,20	11,1	0,46	0,71	1976	373,0	3,21
Aralık	11,0	9,08	6,82	14,83	0,7	3,48	0,61	1880	381,0	3,84
	21,23±	8,84±	9,89±	22,16±	12,66±	0,91±	0,70±	2067±	334±	7,10±
Yıllık Ort	8,00	0,37	2,16	5,79	7,77	1,30	0,55	333,59	138,02	4,77
Sınıf	2	1	1	1	4	1	3	4	4	4

Çizelge 4.2. Mened Adası İstasyonunun su kalite parametreleri

Aylar	Sıcaklık (°C)	pH	ÇO (mg/L)	EC (mS/cm)	Tuzluluk (%0)	T.Azot (mg/L)	T.Fosfor (mg/L)	T.Sertlik (mg/L)	KOİ (mg/L)	Klorofil a (µg/L)
Şubat	12,6	8,74	10,57	21,50	12,6	0,51	0,28	1798	150,0	1,66
Nisan	23,8	8,20	9,31	21,35	12,8	0,10	0,25	1925	235,0	2,30
Haziran	27,5	8,03	7,57	22,25	13,5	0,80	0,61	2465	164,0	2,19
Ağustos	29,0	8,58	8,60	16,20	16,2	0,01	1,48	2368	155,5	2,09
Ekim	26,4	8,28	8,61	23,00	13,9	0,01	0,82	1802	182,5	1,80
Aralık	14,7	8,39	11,16	22,50	13,3	4,14	0,91	1948	201,0	2,41
	22,30±	8,37±	9,30±	21,13±	13,71±	0,93±	0,72±	2050±	181,33±	2,07±
Yıllık Ort	6,96	0,26	1,34	2,49	1,31	1,61	0,46	291,20	32,30	0,29
Sınıf	2	1	1	1	4	1	3	4	4	3

Çizelge 4.3. Kapıkırı İstasyonu su kalite parametreleri

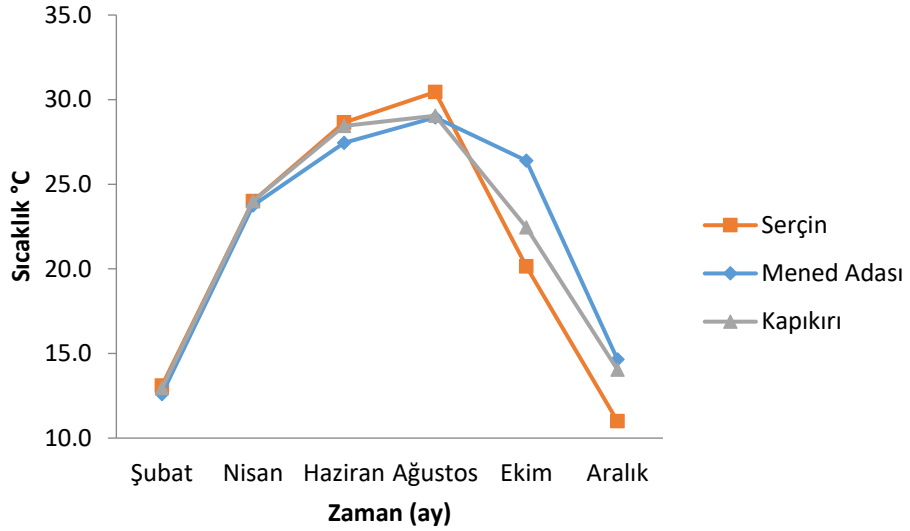
Aylar	Sıcaklık (°C)	pH pH	ÇO (mg/L)	EC (mS/cm)	Tuzluluk (‰)	T.Azot (mg/L)	T.Fosfor (mg/L)	T.Sertlik (mg/L)	KOİ (mg/L)	Klorofil a (µg/L)
Şubat	13,0	8,14	10,82	13,17	7,5	0,55	0,26	2778	106,0	6,28
Nisan	24,0	7,98	9,59	19,89	11,8	0,01	0,11	1984	161,0	5,57
Haziran	28,5	8,23	7,61	22,65	13,7	9,12	0,69	2865	223,0	0,77
Ağustos	29,1	9,13	8,77	22,65	14,7	6,28	1,21	2860	213,0	0,63
Ekim	22,5	8,93	11,69	23,05	13,9	0,82	0,47	2673	240,0	0,73
Aralık	14,1	8,91	8,97	21,80	12,9	6,52	0,38	2939	201,0	2,41
Yıllık Ort	21,83±	8,55±	9,57±	20,53±	12,40±	3,88±	0,52±	2683±	190,66±	2,73±
Sınıf	2	1	1	1	4	2	3	4	4	3

Çizelge 4.4. Büyük Menderes Nehri İstasyonu su kalite parametreleri

Aylar	Sıcaklık (°C)	pH pH	ÇO (mg/L)	EC (mS/cm)	Tuzluluk (‰)	T.Azot (mg/L)	T.Fosfor (mg/L)	T.Sertlik (mg/L)	KOİ (mg/L)	Klorofil a (µg/L)
Ekim	18,7	9,23	6,50	2,23	1,1	0,40	0,01	1967	350,0	2,95
Aralık	10,8	9,02	6,50	10,50	0,5	3,12	0,56	1862	389,0	3,96
Yıllık Ort	18,19±	9,37±	7,23±	8,26±	2,11±	3,70±	0,48±	2091±	394,13±	4,74±
Sınıf	2	2	1	1	1	2	3	4	4	4

4.1.1. Sıcaklık

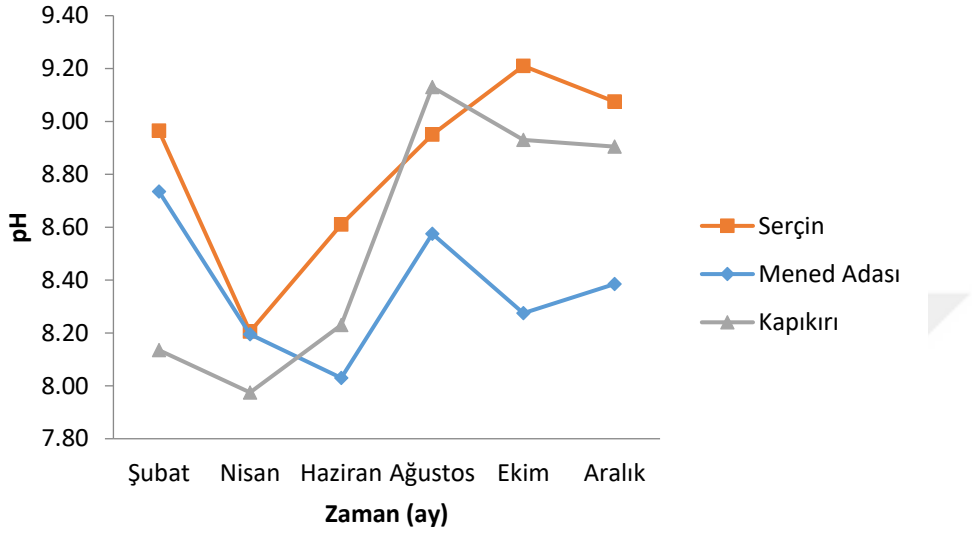
Su sıcaklığı tüm yıl boyunca üç istasyonda da benzer seyretmiştir. Kışın Şubat ayında Serçin, Mened Adası ve Kapıkırı istasyonlarında 10-15 °C'ler arasında bulunurken Yazın haziran-Ağustos aylarında su sıcaklığı 25-30 °C'ler arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Su sıcaklığının üç istasyonda yıllık değişimi

4.1.2. pH

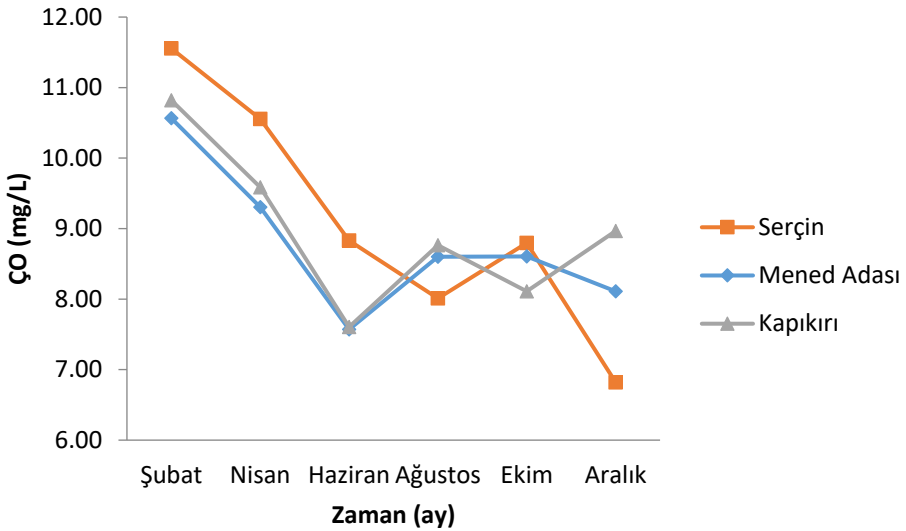
pH üç istasyonda yıl boyunca 7,98-9,21 arasında değişmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. pH'nın üç istasyonda yıllık değişimi

4.2. Çözünmüş Oksijen

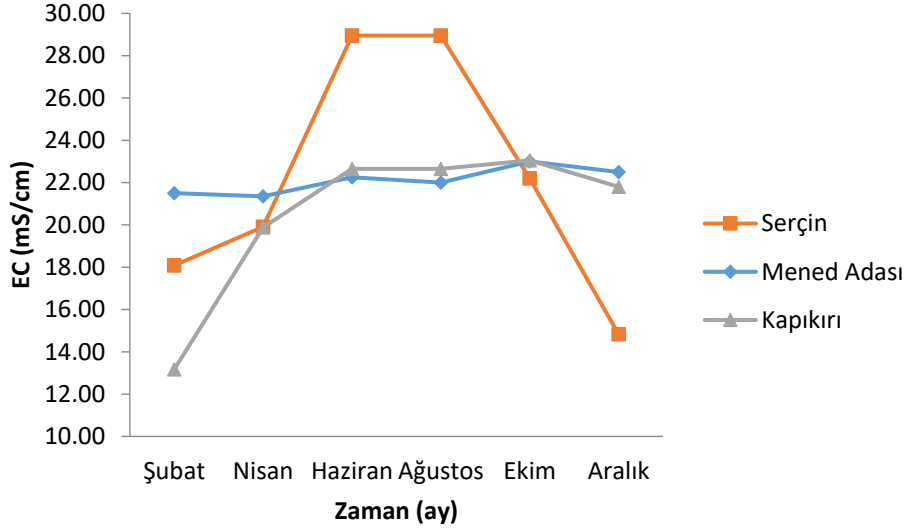
Çözünmüş oksijen (ÇO) Serçin istasyonlarında 6,82-11,56 mg/L arasında değişirken Mened Adasında 7,57-10,57 mg/L arasında ve Kapıkırı istasyonunda 7,61-10,82 arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. ÇO'nin üç istasyonda yıllık değişimi

4.3. Elektrik İletkenliği

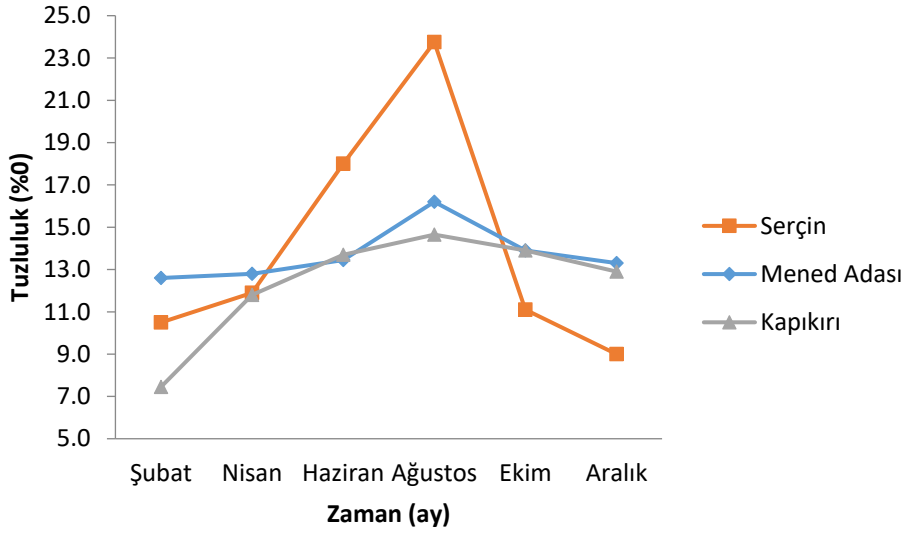
Elektrik iletkenliği (EC) Serçin istasyonunda 14,89-28,95 mS/cm arasında değişirken Mened Adası'nda 21,35-23,0 mS/cm arasında ve Kapıkırı istasyonunda 13,17-23,05 arasında değişmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. EC'nin üç istasyonda yıllık değişimi

4.4. Tuzluluk

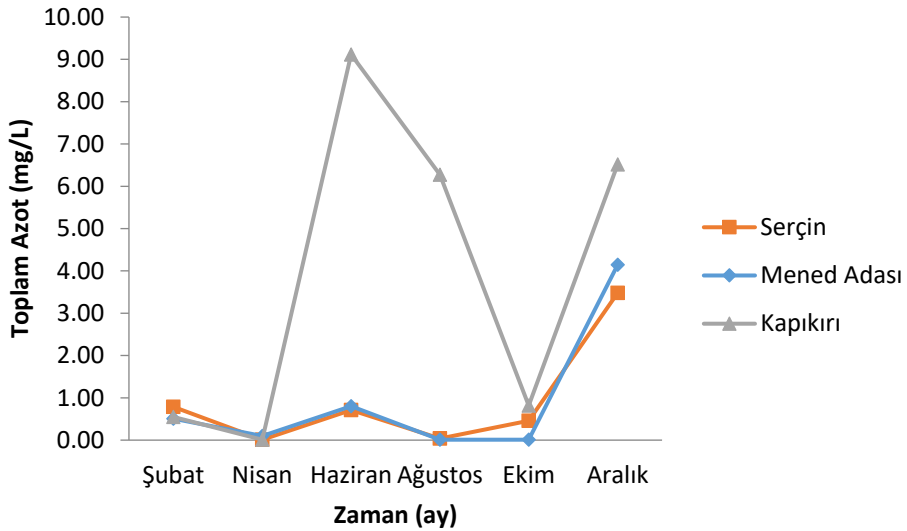
Tuzluluk Serçin istasyonunda 9,0-23,8 arasında değişirken Mened Adası'nda 12,6-16,2 arasında ve Kapıkırı istasyonunda 7,5-14,7 arasında değişmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Tuzluluğun üç istasyondaki yıllık değişimi

4.5. Toplam Azot

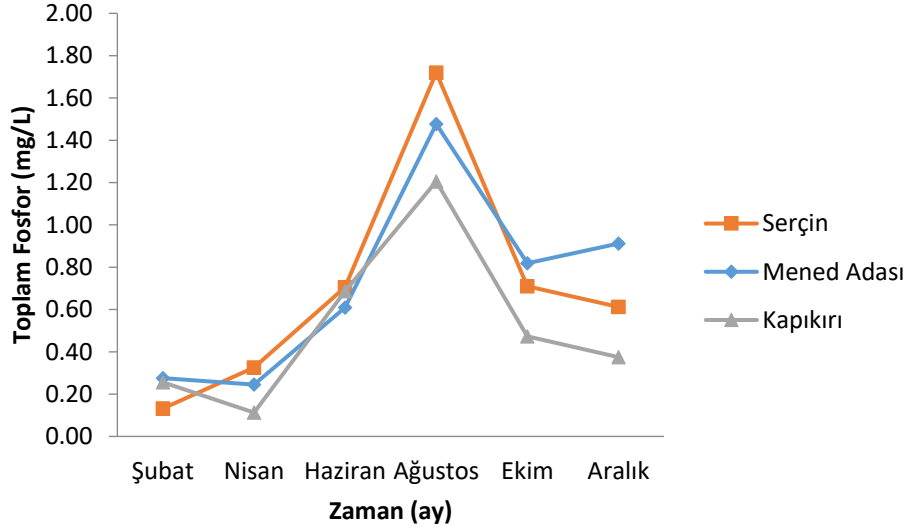
Toplam azot Serçin istasyonunda 0,01-3,48 mg/L arasında değişirken Mened Adası'nda 0,01-4,14 mg/L arasında ve Kapıkırı istasyonunda 0,01-9,12 arasında değişmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Toplam azotun üç istasyonda yıllık değişimi

4.6. Toplam Fosfor

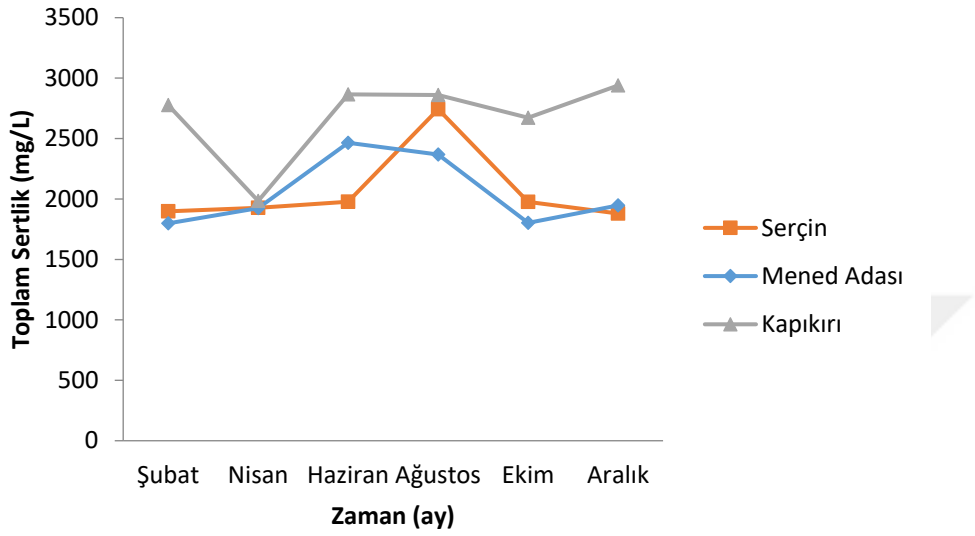
Toplam fosfor Serçin istasyonunda 0,13-1,72 mg/L arasında değişirken Mened Adası'nda 0,25-1,48 mg/L arasında ve Kapıkırı istasyonunda 0,11-0,1,21 mg/L arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Toplam fosforun üç istasyonda yıllık değişimi

4.7. Toplam Sertlik

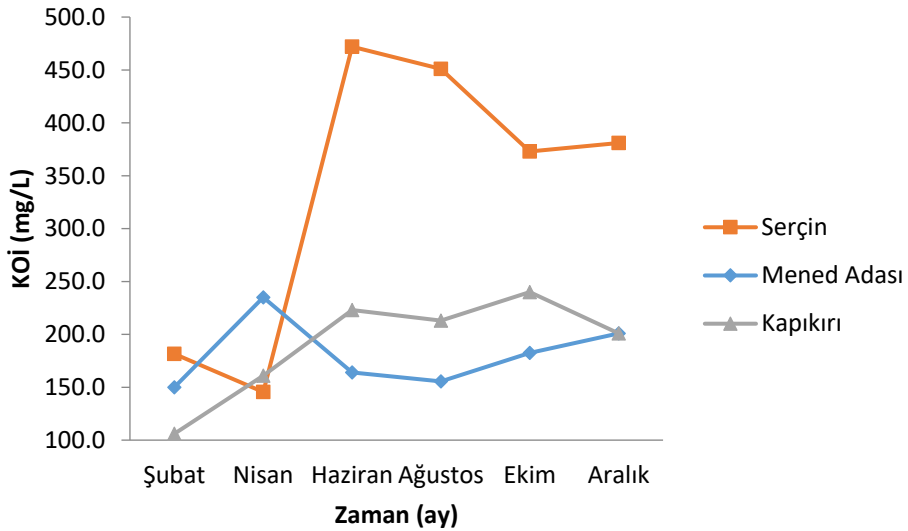
Toplam sertlik Serçin istasyonunda 1880-2743 mg/L CaCO₃ arasında değişirken Mened Adası'nda 1798-2465 mg/L CaCO₃ ve Kapıkırı istasyonunda 1984-2939 mg/L CaCO₃ arasında değişmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Toplam sertliğin üç istasyonda yıllık değişimi

4.8. Kimyasal Oksijen İhtiyacı

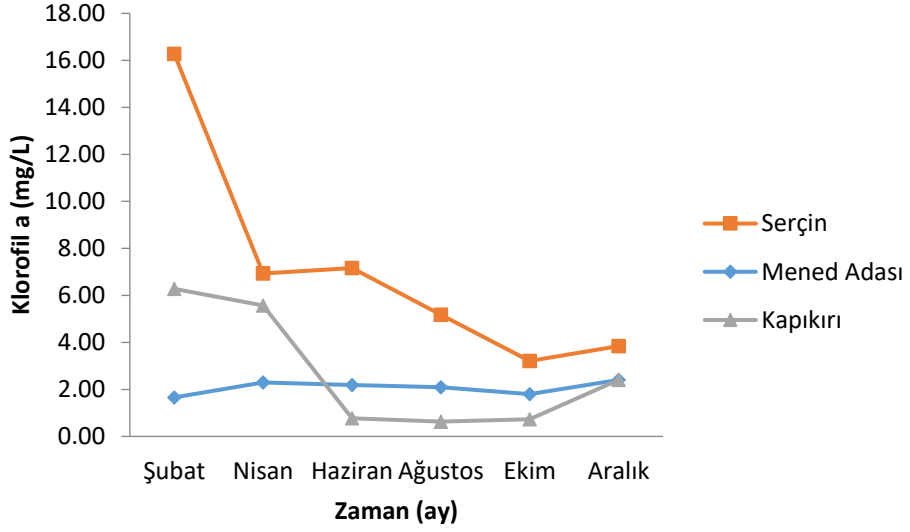
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) Serçin istasyonunda 145,5-472,0 mg/L arasında değişirken Mened Adası'nda 150,0-235,0 mg/L ve Kapıkırı istasyonunda 106,0-240,0 mg/L arasında değişmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. KOİ'in üç istasyonda yıllık değişimi

4.9. Klorofil-a

Klorofil-a Serçin istasyonunda 3,21-16,27 $\mu\text{g/L}$ arasında değişirken Mened Adası'nda 1,66-2,30 $\mu\text{g/L}$ ve Kapıkırı istasyonunda 0,63-6,28 $\mu\text{g/L}$ arasında değişmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Klorofil-a'nın üç istasyonda yıllık değişimi

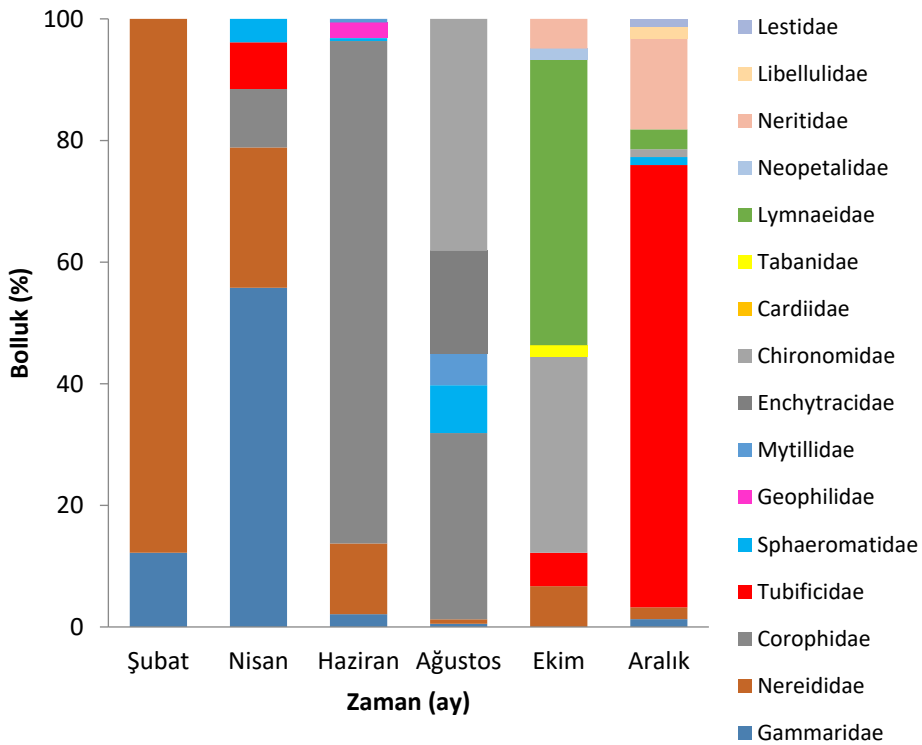
4.2. Biyolojik Değerlendirme

4.2.1. Makro-omurgasızların Bolluk Olarak Değerlendirmesi

Her istasyondaki bulunan bentik omurgasızların metrekareye düşen birey sayısının verilmesi göl taban alanına düşen bolluk miktarını vermektedir.

Serçin istasyonundan, Şubat ayında 2 baskın familya görülmüştür. Bunlardan %87,80'ini Nereididae, %12,20'sini Gammaridea oluşturmuştur. Nisan ayında 5 familya baskın olmuştur. Bunların %55,77'sinde Gammaridae, %23,08'inde Nereididae, %9,62'sinde Corophidae, %7,69'unda Tubificidae, %3,85'inde Sphaeromatidae yer almıştır. Haziran ayında 2 familya baskındır. Bunlar %82,68 ile Corophidae, %11,62 ile Nereididae ve diğer %5,70 olmuştur. Ağustos ayında 5 familya baskın olmuştur. Bunlardan %38,17'sinin Chironomidae, %30,62'sini Corophidae, %16,95'ini Enchytracidae, %5,12'sini Mytilidae ve %9,14 diğer

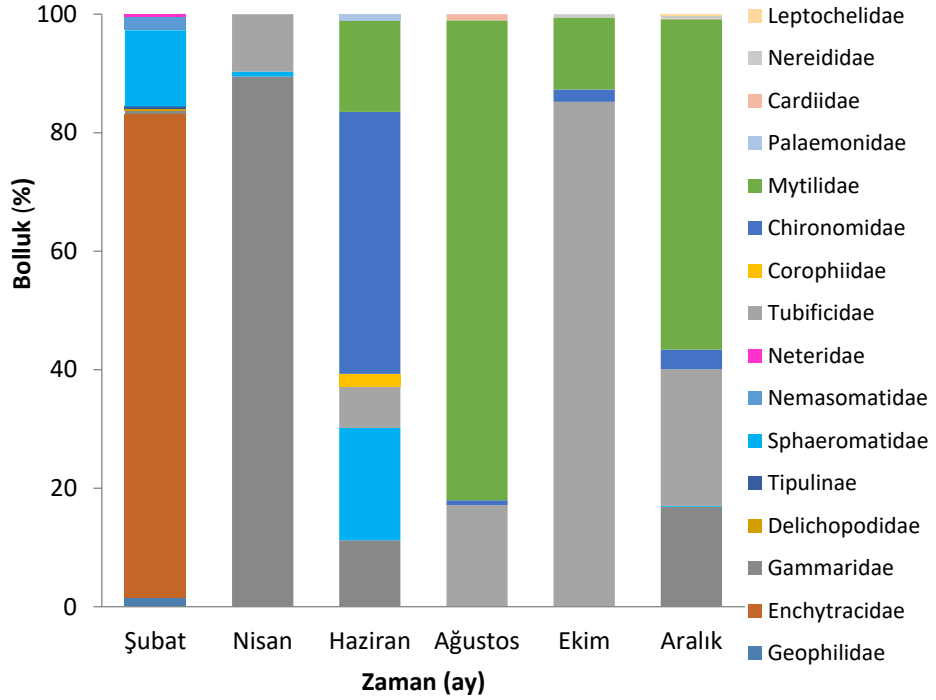
familyalardan oluşmuştur. Ekim ayında 5 familya yer almıştır. Bunlardan %46,95'i Lymnaeidae, %32,32'sini Chironomidae, %5,49'unu Tubificidae ve %8,53 diğerleri oluşturmuştur. Aralık ayında, 2 baskın familya görülmüştür. Bunlardan %72,73'ünü Tubificidae, %14,94'ünü Nereitidae ve %12,33'ünü diğerleri oluşturmuştur.



Şekil 4.11. Serçin istasyonu Makro-omurgasız bolluk değişimi

Mened adası istasyonunda, Şubat ayında baskın 2 familya görülmüştür. Bunlardan %81,52'sini Enchtracidae, %12,86'sını Sphaeromatidae ve %5,52'sini diğerleri oluşturmuştur. Nisan ayında baskın 2 familya olmuştur. Bunlardan %89,48'ini Gammaridae,%9,69'unu Tubificidae, %0,83'ünü diğerleri oluşturmuştur. Haziran ayında 4 baskın familya olmuştur. Bunların %44,21'ini Chironomidae, %18,95'ini Sphaeromatidae, %15,44'ünü Mytillidae, %11,23'ünü Gammaridae ve %10,17'sini diğerleri oluşturmuştur. Ağustos ayında 2 baskın familya görülmüştür. Bunlardan %80,99'unu Mytillidae, %17,15'ini Tubificidae ve %1,86'sını diğerleri oluşturmuştur. Ekim ayında 2 baskın familya görülmüştür. Bunlarda %85,22'sini

Tubificidae, %12,15'ini Mytilidae ve %2,63'ünü diğerleri oluşturmuştur. Aralık ayında 3 baskın familya bulunmuştur. Bunlardan %55,78'ini Mytilidae, %23,09'unu Tubificidae, %16,85'ini Gammaridae ve %4,28'ini diğerleri oluşturmuştur.

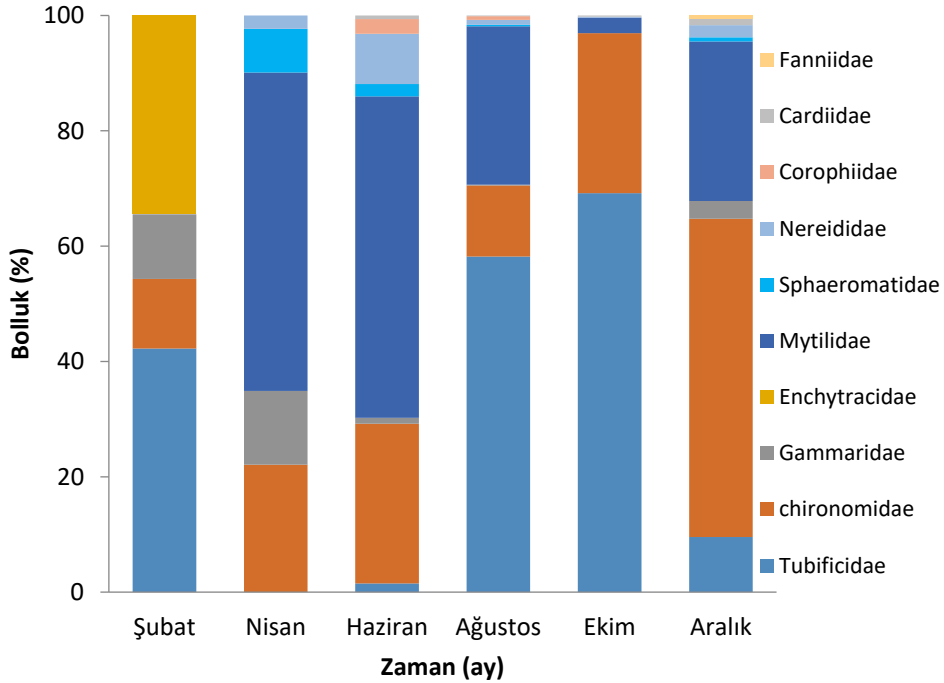


Şekil 4.12. Mened Adası istasyonu Makro-omurgasız bolluk değişimi

Kapıkırı istasyonunda Şubat ayında 4 baskın familya bulunmuştur. Bunların %42,24'ünü Tubificidae, %34,48'ini Enchytracidae, %12,07'sini Chironomidae ve %11,21'ini Gammaridae familyası oluşturmuştur. Nisan ayında 5 baskın familya görülmüştür. Bunlardan %55,23'ünü Mytilidae, %22,09'unu Chironomidae, %12,79'unu Gammaridae, %7,56'sını Sphaeromatidae ve %2,33 Nereididae oluşturmuştur.

Haziran ayında 2 baskın familya görülmüştür. Bunların, %55,75'ini Mytilidae , %27,9'unu Chironomidae, %16,56'sını diğerleri oluşturmuştur. Ağustos ayında, 3 baskın familya görülmüştür. Bunların %58,19'unu Tubificidae, %27,49'unu

Mytilidae, %12,33'ünü Chironomidae ve %1,99'unu diğerinin oluşturduğu görülmüştür. Ekim ayında 2 baskın familya bulunmuştur. Bunların %69,18'ini Tubificidae, %27,75'ini Chironomidae ve %3,07'sini diğerleri oluşturmuştur. Aralık ayında, 3 baskın familya görülmüştür. Bunların %55,20'sini Chironomidae, %27,67'sini Mytilidae,%9,55'iniTubificidae ve %7,58'ini diğerleri oluşturmuştur.



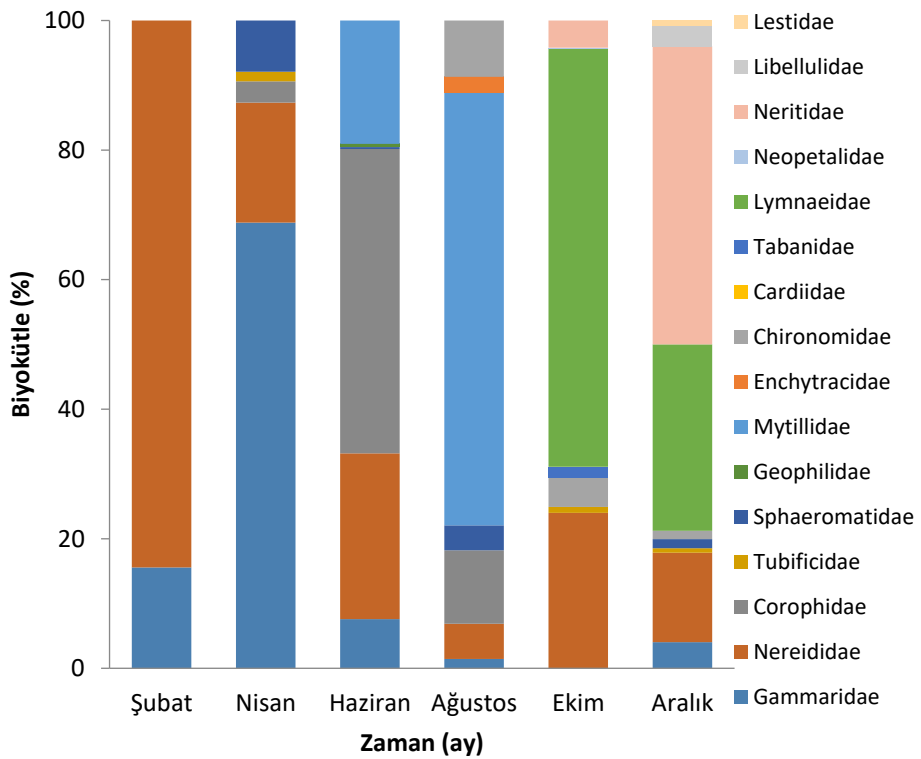
Şekil 4.13. Kapıkırı istasyonu makro-omurgasız bolluk değişimi

4.2.2. Makro-omurgasızların Biyokütle Olarak Değerlendirmesi

Her istasyondaki bulunan bentik omurgasızların metrekareye düşen ağırlıklarının gram cinsinden verilmesi göl taban alanına düşen biyokütle vermektedir.

Serçin istasyonunda, Şubat ayında 2 baskın familya görülmüştür. Bunların % 84,42'sini Nereididae ve % 15,58'ini Gammaridae oluşturmuştur. Nisan ayında 3 familya baskın durumdadır. Bunların % 68,80'ini Gammaridae, % 18,52'sini Nereididae, % 7,92'sini Sphaeromatidae ve % 4,76'sını diğerleri oluşturmuştur. Haziran ayında 4 familya baskın çıkmıştır. Bunların % 46,96'sınıCorophidae, %

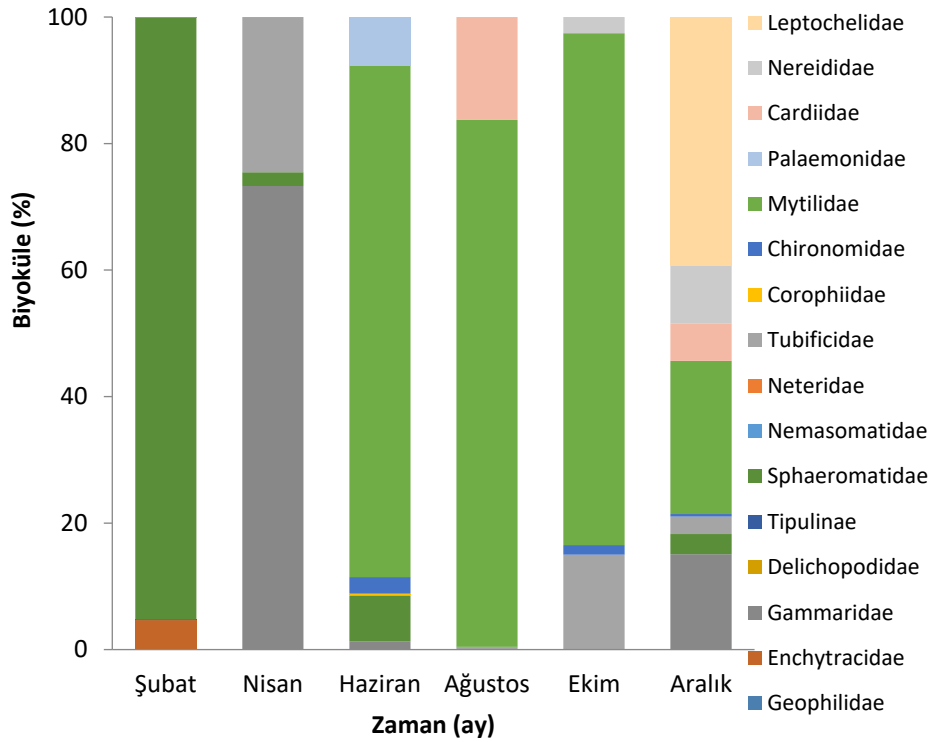
25,60'ını Nereididae, % 19,04'ünü Mytilidae, % 7,59'unu Gammaridae ve % 0,81'ini diğerleri oluşturmuştur. Ağustos ayında 4 familya baskın bulunmuştur. Bunların % 66,78'ini Mytilidae, % 11,34'ünü Corophidae, % 8,69'unu Chironomidae, % 5,45'ini Nereididae ve % 7,74'ünü diğerleri oluşturmuştur. Ekim ayında 4 familya baskın görülmüştür. Bunların % 64,55'ini Lymnaeidae, % 24,01'ini Nereididae, % 4,56'sını Chironomidae, % 4,20'sini Nereididae ve % 2,68'ini diğerleri oluşturmuştur. Aralık ayında 3 familya baskın bulunmuştur. Bunların % 46,02'sini Nereididae, % 28,77'sini Lymnaeidae, % 13,82'sini Nereididae ve % 11,39'unu diğerleri oluşturmuştur (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. İki aylık aralıklarla 1 yıl boyunca Serçin istasyonu makro-omurgasız biyokütle değişimi

Mened Adası istasyonunda, Şubat ayında 2 baskın familya görülmüştür. Bunların % 95,14'ünü Sphaeromatidae, % 4,55'ini Enchytracidae ve % 0,31'ini diğerleri oluşturmuştur. Nisan ayında 2 familya baskın bulunmuştur. Bunların % 73,29'unu

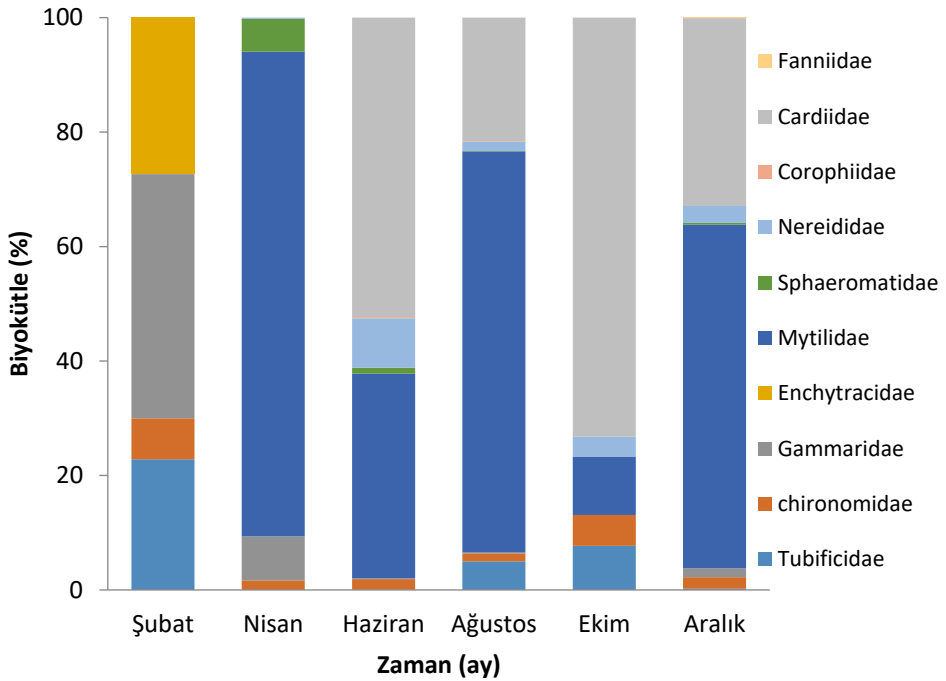
Gammaridae, % 24,54'ünü Tubificidae ve % 2,17'sini diğerleri oluşturmuştur. Haziran ayında 3 familya baskın çıkmıştır. Bunların % 80,87'sini Mytilidae, % 7,16'sını Sphaeromatidae, % 7,66'sını Palaemonidae ve % 4,31'ini diğerleri oluşturmuştur. Ağustos ayında 2 familya baskın görülmüştür. Bunların % 83,30'unu Mytilidae, % 16,27'sini Cardiidae ve % 0,43'ünü diğerleri oluşturmuştur. Ekim ayında 2 baskın familya baskın bulunmuştur. Bunların % 80,92'sini Mytilidae, % 15,00'mi Tubificidae ve % 4,08'ini diğerleri oluşturmuştur. Aralık ayında 5 familya baskın çıkmıştır. Bunların % 39,28'ini Leptochelidae, % 24,20'sini Mytilidae, % 15,07'sini Gammaridae, % 9,13'ünü Nereididae, % 5,95'ini Cardiidae ve % 6,37'sini diğerleri oluşturmuştur (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. İki aylık aralıklarla 1 yıl boyunca Mened Adası istasyonu makro-omurgasız biyokütle değişimi

Kapıkırı istasyonunda, Şubat ayında 4 baskın familya görülmüştür. Bunların % 42,67'sini Gammaridae, % 27,34'ünü Enchytracidae, % 22,84'ünü Tubificidae ve

% 7,14'ünü Chironomidae oluşturmuştur. Nisan ayında 3 baskın familya bulunmuştur. Bunların % 84,69'unu Mytilidae, % 7,69'unu Gammaridae, % 5,73'ünü Sphaeromatidae ve % 1,89'unu diğerleri oluşturmuştur. Haziran ayında 3 baskın familya saptanmıştır. Bunların % 52,34'ünü Cardiidae, % 35,74'ünü Mytilidae, % 8,65'ini Nereididae ve % 3,27'sini diğerleri oluşturmuştur. Ağustos ayında 3 baskın familya görülmüştür. Bunların % 70,08'ini Mytilidae, % 21,61'ini Cardiidae, % 4,99'unu Tubificidae ve % 3,32'sini diğerleri teşkil etmiştir. Ekim ayında 4 baskın familya görülmüştür. Bunların % 73,22'sini Cardiidae, % 10,20'sini Mytilidae, % 7,70'ini Tubificidae, % 5,41'ini Chironomidae ve % 3,47'sini diğerleri oluşturmuştur. Aralık ayında 2 baskın familya bulunmuştur. Bunların % 60,02'sini Mytilidae, % 32,82'sini Cardiidae ve % 7,16'sını diğerleri oluşturmuştur (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. İki aylık aralıklarla 1 yıl boyunca Kapıkırı istasyonu m Makro-omurgasız biyokütle değişimi

Üç istasyonun bolluk, biyokütle, takson sayısı , BMWP ve ASPT değerleri Çizelge

4.4.'de verilmiştir. Bolluk ve biyokütle değerleri en yüksek Mened Adasında çıkmıştır. Takson sayısı Serçin ve Mened Adasında aynı çıkarken Kapıkırı istasyonunda daha düşük olmuştur. BMWP ve ASPT değerlerine göre Serçin ve Mened Adası az kirlemiş iken Kapıkırı istasyonu aşırı kirli çıkmıştır.

Çizelge 4.4. İstasyonlara göre toplam bolluk, toplam biyokütle, takson sayısı, BMWP, ASPT

Bolluk	İstasyon		
	Serçin	Mened Adası	Kapıkırı
T. Bolluk (birey/m ²)	70.156	105.800	92.133
T.Biyokütle (g/m ²)	611,78	2.801,77	2.694,98
Takson Sayısı	16	16	10
BMWP	75	70	40
ASPT	4,7	4,4	4

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüzde hızlı nüfus artışı ile önemli çevre sorunları yaşanmaktadır. Bu sorunlardan en önemli tüm dünya da yaşanan su kirliliği problemidir. Gün geçtikçe hem su kaynakları hızla kirlenmekte hem de kişi başına düşen Tatlısu miktarı azalmaktadır. En önemli Tatlısu kaynaklarından biriside göllerdir. Göller doğal güzellikleri yanında, sahip oldukları biyolojik çeşitlilik, rekreasyonel özellikleri ve hidrolojik döngüde sahip oldukları görevleri ile önemli doğal alanlardır. Göllerde yaşayan canlıların büyüme, beslenme ve üreme gibi doğal ihtiyaçları su ortamının fiziko-kimyasal parametrelerinin onların yaşamsal aktivitelerini yapabilecekleri sınırlar içinde olması gerekir. Su kalitesindeki olumsuz değişimler hem su içinde yaşayan canlı yaşamını negatif etkileyecek hem de bu suyu içme ve değişik aktivitelerde kullanmakta olan insanları zor durumda bırakacaktır. İşte göllerdeki su kalitesinin araştırılmasında hem fiziko-kimyasal parametreler hem de makro-omurgasız çeşitliliği bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Yalnız fiziko-kimyasal ölçümler suyun ölçüm yapıldığı andaki su kalitesini belirtirken makro-omurgasız çeşitliliği ise söz konusu su kaynağına yapılan deşarjların uzun vadede suyun nasıl bir kirliliğe maruz kaldığı hakkında bilgilere sahip olunmasını sağlar.

5.1. Fiziko-Kimyasal Değerlendirme

Bu çalışmada, Bafa Gölü'nün Şubat-Aralık 2019 tarihleri arası fiziko-kimyasal parametreleri 2 aylık aralıklarla bir yıl süresince incelenmiştir. Bafa Gölü'nün yıllık sıcaklık ortalaması üç istasyonda da benzer olmuştur. Serçin istasyonunda 21,23 °C, Mened Adası istasyonunda 22,30 °C, Kapıkırı istasyonunda 21,83 °C olmuştur. En yüksek sıcaklık 29-30,5 °C arasında; en düşük sıcaklık 11-14,7 °C arasında görülmüştür.

Su canlıları için en uygun pH aralığı 6,5-8,5 arasında yer alır (Birici, 2017). Bafa Gölü'nde yıl içinde pH değişimi üç istasyonda da oldukça fazla olmuştur. Bu da göl suyunun kirliliğe maruz kaldığının göstergesidir. Serçin istasyonunda pH 8,21-9,21 aralığında; Mened Adası istasyonunda 8,30-8,74 arasında, Kapıkırı istasyonunda 7,98-9,13 aralığında değişmiştir.

Sularda canlılığın devamı için ÇO çok önemlidir. ÇO 0 °C'de 14,6 mg/L olurken 35 °C'de 7 mg/L'ye düşmektedir. Bafa Gölü'nde önemli değişimler olmuştur. ÇO yıl içinde Serçin istasyonunda 6,82-11,56, Mened Adası istasyonunda 7,57-10,57,

Kapıkırı istasyonunda 7,61-10,82 arasında dalgalanmıştır.

Elektrik iletkenliği de sulara kirliliğin bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Bafa Gölü'nde yıl içinde EC Serçin istasyonunda 14,83-28,95, Mened Adası istasyonunda 21,35-23,00, Kapıkırı istasyonunda 13,17-23,05 arasında değişmiştir.

Acı sulara tuzluluk 0,05-30 ppt arasında değişmektedir. Bafa Gölü'nde tuzluluk yıllık 12,40-14,04 arasında değiştiğinden acı su olarak değerlendirilmektedir. Yıl içinde Serçin istasyonunda 9,0-23,8, Mened Adası istasyonunda 12,6-16,2, Kapıkırı istasyonunda 7,5-14,7 arasında değiştiği görülmüştür. Tuzluluk Serçin istasyonunda çok değişkenlik göstermiştir. Bu da Menderes Nehri su girişinden kaynaklanmaktadır.

Toplam azot kirlilik göstergesi olan önemli bir parametredir. Toplam azot değeri Haziran-Ağustos ayları arasında yalnızca Kapıkırı istasyonunda pik yapmıştır (9,12 mg/L). Aralık ayında da üç istasyonda da değerler birden yükselmiştir. Serçin istasyonunda 3,48 mg/L, Mened Adası istasyonunda 4,14 mg/L, Kapıkırı istasyonunda 6,52 mg/L'ye çıkmıştır.

Toplam fosfor da toplam azot gibi kirlilik göstergesi bir parametredir. Toplam fosfor üç istasyonda da yıl içinde sürekli artış göstermiş ve Ağustos ayında pik yapmıştır. Aralıkta üç istasyonda tekrar < 1 mg/L'ye inmiştir.

Toplam sertliğin yıllık ortalama değerleri Serçin istasyonunda 2066 mg/L, Mened Adası istasyonunda 2050 mg/L ve Kapıkırı istasyonunda 2683 mg/L arasında yer almıştır.

KOİ değeri de suların kirlilik göstergesi olarak kullanılır. Yıl içinde Serçin istasyonunda 145,5-472,0 mg/L, Mened Adası istasyonunda 150,0-235,0, Kapıkırı istasyonunda 106,0-240,0 mg/L arasında değişmiştir.

Klorofil *a* kirlilik göstergesi olarak kullanılan bir parametredir. Özellikle organik kirliliğin olduğunu vurgulamaktadır. Klorofil *a* yıllık olarak Serçin istasyonunda 3,21-16,27 µg/L, Mened Adası istasyonunda 1,66-2,41 µg/L ve Kapıkırı istasyonunda 0,63-6,28 µg/L arasında değişmiştir. Klorofil *a* değeri en yüksek Serçin istasyonunda yıl boyunca görülmüştür. Şubat ayında en yüksek iken yıl içinde yavaş yavaş düşmüştür.

Fiziko-kimyasal veriler Bafa Gölü'nün kirli olduğunu ve 4.sınıf su kalitesine sahip olduğunu göstermiştir. EC, toplam fosfor, KOİ ve klorofil *a* parametreleri Serçin istasyonunun en kirli istasyon olduğunu vurgulamıştır.

5.2. Biyolojik Değerlendirme

Bu çalışmada, bentik makro-omurgasızların aylara göre bolluk ve biyokütle miktarları Bafa Gölü'nün 3 istasyonda da kirli olduğunu vurgulamıştır. Tüm yıl boyunca bu üç istasyonda en çok görülen familyalar şu şekilde olmuştur. Serçin istasyonunda % 21,95 Nereididae, % 20,48 Corophidae, % 14,32 Tubificidae, % 11,98 Gammaridae, % 11,96 Chironomidae ve % 8,37 Lymnaeidae görülmüştür. Mened Adası istasyonunda % 27,39 Mytilidae, % 23,69 Tubificidae, % 19,68 Gammaridae, % 13,59 Enchytracidae, % 8,40 Chironomidae ve % 5,47 Sphaerotidae saptanmıştır. Kapıkırı istasyonunda % 30,11 Tubificidae, % 28,14 Mytilidae, % 26,19 Chironomidae ve % 5,75 Enchytracidae bulunmuştur. Bafa Gölü'ndeki üç istasyonda da Tubificidae oranı en çok kapıkırı istasyonunda sonra bunu Mened Adası ve Serçin istasyonları sırasıyla görülmüştür. Bu benzer tablo Büyük Menderes Nehri üzerinde belirlenen dört istasyonda da saptanmıştır (Baydar, 2020). Kirli sularda Tubificidae (takımı Oligochaeta) kan kurtlarının yaygın olduğunu bazı çalışmalarda da verilmiştir (Woodiwiss, 1964; Chandler, 1970; Hard vd., 1974; Kazancı ve Girgin, 1998). Ayrıca Oligochaeta grubu Tubificidae kurtlarının kanalizasyon atıklarının deşarj edildiği sularda yaygın olduğu belirtilmiştir (Seager ve Abrahams, 1990). Kirliliğin arttığı sularda Tubificidae familyasının bolluk sayısı artmakta ve bölgede bulunan makro-omurgasız biyoçeşitliliği azalmaktadır.. Çok kirli sularda Tubificidae, toplam makro-omurgasızlar içinde % ≥ 50 gibi bir orana kadar çıkıp en baskın familya olabilmektedir. 2018-2019 yılları arasında Büyük Menderes Nehri'nin 1. İstasyonu olan Nazilli Çıkışı istasyonunda tüm yıl boyunca Tubificidae familyası toplam makro-omurgasızlar içinde % 100 yakın olmuştur (Baydar, 2020). Ankara Kirmir Çay'ında yapılan çalışmada da en baskın familya Tubificidae (% 78) olmuştur (Küçük, 2006). İzmir Küçük Menderes Nehri'nde yapılan çalışmada oligochaeta grubu % 100 olarak bulunmuştur (Balık vd., 2006). Denizli Süleymanlı Gölü'nde yapılmış çalışmada da yine oligochaeta grubu ağırlık kazanmıştır ve tür sayısının azalmış olduğu belirtilmiştir (Duran ve Akyıldız, 2011).

Bu çalışmada 3 istasyonda toplam 20 familya (taksa) bulunmuştur. Bunların 16'sı

Serçin ve Mened Adası istasyonlarında görülürken 10'u kapıkırı istasyonunda yer almıştır. Bu çalışmada BMWP ve ASPT değerleri sırasıyla 40-75 ve 4-4,7 arasında değişmiştir (Çizelge 5.1). Çizelge 5.2'de verilmiş BMWP ve ASPT skor aralıklarına bakıldığında BMWP indeksine göre Bafa Gölü "az kirlenmiş" ASPT indeksine göre ise "kirli" sınıfına girmiş olduğu görülmüştür. Değirmendere Çayı'nda yapılan çalışmada BMWP ve ASPT değerleri sırasıyla 82-128 ve 5,67-6,18 olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre "az kirli" olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. İstasyonlara göre toplam bolluk, toplam biyokütle, takson sayısı, BMWP, ASPT

Bolluk	İstasyon		
	Serçin	Mened Adası	Kapıkırı
T. Bolluk (birey/m ²)	70.156	105.800	92.133
T.Biyokütle (g/m ²)	611,78	2.801,77	2.694,98
Takson Sayısı	16	16	10
BMWP	75	70	40
ASPT	4,7	4,4	4

Çizelge 5.2. BMWP ile ASPT skorlarının değer aralıkları

BMWP Değeri	BMWP	ASPT	ASPT
	Kirlilik Düzeyi		Su Kalite Sınıfları
> 130	Kirlenmemiş	> 7	Kirlenmemiş
81 - 130	Çok Az Kirlenmiş	6.0 - 6.9	Az Kirlenmiş
51 - 80	Az Kirlenmiş	5.0 - 5.9	Orta Derece Kirlenmiş
50 - 11	Orta Derece Kirlenmiş	4.0 - 4.9	Kirli
0-10	Kirlenmiş	3.9 >	Aşırı Kirlenmiş

Sonuçta, Bafa Gölü'nün su kalitesinin belirlenmesinde kullanılan fiziko-kimyasal sonuçlar ve makro-omurgasızların bolluk ve biyokütle sonuçları ve BMWP ve ASPT değerleri Bafa Gölü'nün kirlenmiş olduğunu, özellikle Kapıkırı istasyonunun diğer iki istasyon olan Serçin ve Mened Adası'na göre en kirli istasyon olabileceğini göstermiştir.

Öneriler

1- Menderes nehrinden göle su verilmekte ve muhtelif zamanlarda da gölden su çekilmektedir. Göle su verme ve alma işlemi yapılırken ekolojik denge dikkate alınarak yapılmalıdır.

2- Gölde kirliliğe sebep olan çevredeki yerleşim alanlarından gelen atıklar kontrol

altına alınmalıdır (Serçin ve Kapıkırı köylerinden gelen hayvansal ve insan unsuru organik atıklar, çevrede bulunan zeytinyağı işletmelerinin atıkları, sosyal tesis ve restoran atıkları vb).

3- Göl, balıkçılık alanında da oldukça önemli ve bölge halkının geçim kaynağı durumundadır. Serçin Su Ürünleri Kooperatifine kayıtlı 314 tane balıkçı bulunmaktadır. Aynı zamanda birçok kuş türünde doğal kışlama ve besleme alanıdır. Hem bölge halkının gelecek yıllarda gölden gelir elde etmeye devam etmesi hem de kuş türlerinin korunması için kaçak kara ve su ürünleri avcılığının önüne geçmek adına gölde devamlı koruma merkezi kurulmalıdır.

4- Gölde kefal balığının yanı sıra, çipura, levrek ve yurtdışına ihraç edilecek kadar da yılan balığı bulunmaktadır. Serçin Su Ürünleri Kooperatifinden “Kooperatif başkanı Abdullah Çamtepe” alınan verilere göre 2019 yılında gölden kayıtlı 84 ton balık çıkarılmıştır. Bunun 27-30 tonu yılan balığı(yurtdışına ihraç edilmiştir), yaklaşık 50 tonu kefal ve geri kalanı ise çipura ve levrek. Yöre halkının da önemli gelir kapısı olan bu balık türlerinde araştırma programları yapılmalıdır.

5- Gölün su kalitesi ölçümleri, fiziko-kimyasal ve biyolojik olarak, sürekli hale getirilmeli ve yıllık olarak raporlanmalıdır. Mevcut tehdit ve tehlikelere durumunda acil önlem alınmalıdır.

6- Eko Turizm olarak da oldukça değerli olan Bafa Gölü, doğal sit alanı ilan edilmiştir, buna rağmen suyu tam anlamıyla korunamamaktadır. Aynı hassasiyet su kalitesinin korunması anlamında da uygulanmalıdır.

7- Bafa gölünü kirleten unsurlardan biri serçin Köyü bölgesinden bağlantısı olan Büyük Menderes nehridir. Nehrin getirmiş olduğu kirli sular göle karışmakta ve bu göl eko sistemi için tehlike oluşturmaktadır. Menderes nehrinin kirliliği ise nehre dökülen fabrika atıkları, tarım arazisinden karışan gübreli sular vb. olarak bilinmektedir. Baydar T., 2020. Büyük Menderes Nehri Su Kalitesinin Bentik Makroomurgasız Fauna Çeşitliliği Kullanılarak Tahmini. ADÜ Ziraat Fakülte Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Aydın, Yüksek Lisan Tezini referans alarak, Büyük Menderes nehrini kirleten unsurlar önlenirse Bafa gölü içinde faydalı olacaktır.

8- Yaptığımız bir yıllık izle çalışması sonucunda, çevre köylerden gelen kirlenme

unsurları ve Büyük Menderes'in etkisi kirlenmenin gölün ortasında bulunan Menede adasına kadar ulaştığı görülmüştür. Yani gölde kirlenme geneldir ve önlemler acil ve hızlı şekilde alınmalıdır.

9- Gölde çıkan balık miktarında yıldan yıla azalma olduğu Su Ürünleri Kooperatifi başkanı ve Balıkçılar tarafından ifade edilmiştir. Buda gerekli önlemlerin hızlı şekilde alınmasına, aksi takdirde buradaki su ürünleri popülasyonunun zamanla yok olma tehlikesiyle karşı karşıya geleceği sonucunu çıkarmaktadır.

10- Göl etrafı doğal bir ekoturizm alanıdır, Bu bölgedeki eko turizm desteklenerek, bölge halkının bu alanda ekonomik gelir elde etmesi sağlanıp, ekonomik kaygılardan dolayı dönem aşırı avcılıkla karşı karşıya kalan gölün su ürünleri popülasyonunun normal seviyesine dönmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abhijna, U.G., Biju Kumar, A. 2015. Biomonitoring for pollution assessment: A case study in Veli-Akkulam and Vellayani Lakes South West coast of Kerala. **Journal of Aquatic Biology and Fisheries**, 3: 80-89.
- Adeogun, A.O., Fafioye, O.O. 2011. Impact of effluents on water quality and benthic macroinvertebrate fauna of Awha Stream and Reservoir. **Journal of Applied Science of Environmental Management**, 15(1): 105-113.
- Akaahan, TJA. 2014. Studies on benthic fauna as bio indicators of pollution in river Benue at Makurdi, Benue State, Nigeria. **International Research Journal of Environment Sciences**, 3(7):33-38.
- Anonim 2. ZMO Su ürünleri raporu, 2017. Erişim Tarihi: 10.02.2020. http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=27302&tipi=17&sube=0
- Anonim 3, 2011. MEB. Çevre Sağlığı-Suların Analiz Parametreleri, Ankara
- Anonim1. Toprak ve Su Kaynakları. Erişim Tarihi: 12.11.2019. <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>
- Baydar T., 2020. Büyük Menderes Nehri Su Kalitesinin Bentik Makroomurgasız Fauna Çeşitliliği Kullanılarak Tahmini. ADÜ Ziraat Fakülte Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Bayraktar A. A. 2015. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Su Çevre Direktifine Göre Biyolojik Kalite Unsuru: Bentik Makroomurgasız. Uzmanlık tezi, 7-15.
- Belal AAM, El-Sawy MA, Dar MA. 2016. The effect of water quality on the distribution of macro-benthic fauna in Western Lagoon and Timsah Lake, Egypt.. **Egyptian Journal of Aquatic Research**, 42:437-448.
- Bhat, G.A., Jauhari, R.K., Parey, S.H., Paray, M.A. 2017. Development of biomonitoring protocols for assessing the water quality of Dal Lake of Kashmir Himalaya (India). **International Journal of Scientific Research in Science and Technology**, 3(6):480-488.
- Buhan, E., Koçer, M.A.T., Polat, F., Doğan, H.M., Dirim, S., Neary, E.T. 2010. Almus Baraj Gölü su kalitesinin Alabalık yetiştiriciliği açısından değerlendirilmesi ve taşıma kapasitesinin tahmini. **GOÜ Ziraat Fakültesi**

Dergisi, 27(1): 57-65.

Cirik S, Cirik Ş. 2012. Limnoloji. Ege Üniversitesi Basımevi, 166 s.

Czerniawska-Kusza I. 2005. Comparing modified biological monitoring working part score system and several biological indices based on macroinvertebrates for water-quality assesment. **Limnologica**, 35:169-176.

Çamur-Elipek, B., Arslan, N., Kirgiz, T., Öterler, B., Güher, H., Özkan, N. 2010. Analysis of benthic macroinvertebrates in relation to environmental variables of Lke Gala, a National Park of Turkey. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 10: 235-243.

Doğanay, E. 2014. AB su çerçeve direktifine göre ülkemiz sularının fizikokimyasal parametreler açısından izleneblmesi için kullanılabilecek alaniz metotlarının değerlendirilmes. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Uzmanlık Tez, Ankara.

Döndü, M., Özdemir, N. 2019. Kadın Azmağı'nın (GökovaKörfezi-Muğla) su kalitesi yönünden mevsimsel incelenmesi. **ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi**, 16(2): 169-178.

Duran M, Akyıldız GK. 2011. Evatuating benthic macroinvertebrate fauna and water quality of Suleymanli Lake (Buldan-Denizli) in Turkey. **ACTA Zoologica Bulgarica**, 63(2):169-178.

Duran M, Suimez M. 2007. Utilization of both benthic macrinvertebrates and physicochemical parameters for evaluating water quality of the stream Cekerek (Tokat, Turkey). **Journal of Environmental Biology**, 28(2)231-236.

Duran M, Tüzen M, Kayım M. 2003. Exploration of biological richness and water quality of stream Kelkit, Tokat-Turkey. **Fresenius Environmental Bulletin**, 12(4):368-375.

Duran M. 2006. Monitoring water quality using benthic macroinvertebrates and physicochemical parameters of Behzat Stream in Turkey. **Polish Journal of Environmental Studies**, 15(5):709-717.

Dügel M, Kazancı N. 2004. Assessment of water quality of the Büyük Menderes River (Turkey) by using ordination and classification of macroinvertebrates and environmental variables. **Journal of Freshwater Ecology**, 19(4):605-

612.

- Edmondson WT. 1959. *Freshwater Biology*. John Wiley and Sons, New York, 1248 pp.
- FAO, 2014. Fisheries and Aquaculture Department, The State of World Fisheries and Aquaculture. Roma. Erşim Tarihi: 14.02.2020. <http://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2018/en/>
- FAO, 2018. Fisheries and Aquaculture Department, The State of World Fisheries and Aquaculture. Roma <http://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2018/en/>
- Fishar, M.R., El-Dambogy, K.A., Mola, H.R.A., Hegah, M.H., Abd El-Hameed, M.S. 2015. Applying some biotic indices of macrobenthic invertebrates to assess water quality of Lake Manzala, Egypt. **Egyptian Journal of Biology and Fisheries**, 19(2): 29-41.
- Flores MJL, Zafaralla MT. 2012. Macroinvertebrate composition, diversity and richness in relation to the water quality status of Mananga River, Cebu, Philippines. **Philippine Science Letters**, 5(2):103-113.
- Ghosh, D., Biswas, J.K. 2015. Macroinvertebrate diversity indices: A quantitative bioassessment of ecological health status of an Oxbow Lake in Eastern **Indian Journal of Advances in Environmental Health Research**, 3(2):78-90.
- Griba, J., Laadel, N., El Idrissi, H., Rhafouri, R., Serghini, A., Fekhaoui, M. 2017. Inventory of benthic macroinvertebrates as bio-indicators of Afenourir Lake (Morocco). **Journal of Materials and Environmental Sciences**, 8(11):3986-3992.
- Kalyoncu H, Barlas M, Ertan ÖÖ. 2009. Aksu Çayı'nın su kalitesinin biyotik indekslere (Diatomlara ve omurgasızlara göre) ve fiziko-kimyasal parametrelere göre incelenmesi, organizmaların su kalitesi ile ilişkileri. **Tübvav Bilim Dergisi**, 2(1):14-25.
- Kazancı N, Dügel M. 2000. An evaluation of the water quality of Yuvarlakçay Stream, in the Köyceğiz-Dalyan protected area, SW Turkey. **Turkish Journal of Zoology**, 24:69-80.
- Kucuk S, Alpbaz A. 2008. The impact of organic pollution on the Kirmir Creek and

- Sakarya River in Turkey. **Water Resources**, 35(5):591-597.
- Küçük S. 2006. Macroinvertebrate community structure of the Kirmir Creek-Sakarya River. **ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi**, 3(2):35-40.
- Küçük S. 2007. Büyük Menderes Nehri su kalite ölçümlerinin su ürünleri açısından incelenmesi. **ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi**, 4(1-2):7-13.
- Lock K, Asenova M, Goethals PLM. 2011. Benthic macroinvertebrates as indicators of the water quality in Bulgaria: A case-study in the Iskar River basin. **Limnologia**, 41:334-338.
- Macan TT. 1959. A guide to freshwater invertebrate animals. Logman, London.118 pp.
- Özdemir, N. 2007. Dalaman Çayı üzerinde kurulu bulunan Bereket Hes Baraj Gölleri üzerine limnolojik bir araştırma. Muğla üniversitesi.
- Özdemir, N., Barlas, M., Özdemir, N., 1999. Dalaman- Kapukargın Köyünde bulunan Kocagöl'ün limnolojik açıdan incelenmesi. Muğla Üniversitesi Araştırma Projesi.
- Rodrigues, V.M., de Arruda, E.P., dos Santos, A.C.A., Costa, M.J. 2016. Comparing two biological indexes using benthic macroinvertebrates: positive and negative aspects of water quality assessment. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 28: c25.
- Rosas, I., Mazari, M., Saavedra, J., Baez, A.P. 1985. Benthic organisms as indicators of water quality in Lake Patzcuaro. **Water, Air and Soil Pollution**, 25: 401-414.
- Sözen M, Yiğit S. 1999. Akşehir (Konya) Gölü bentik faunası ve bazı limnolojik özellikleri. **Turkish Journal of Zoology**, 23(3):829-847.
- Taşdemir A, Yıldız S, Topkara ET, Özbek M, Balık S, Ustaoglu MR. 2004. Yayla Gölü'nün (Buldan-Denizli) bentik faunası. **Turkish Journal of Aquatic Life**, 2:182-190.
- Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, S. 2008. Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 23(1): 119-127.
- Varnosfaderany MN, Ebrahimi E, Mirghaffary N, Safyanian A. 2010. Biological

assessment of the Zayandeh Rud River, Iran, using benthic macroinvertebrates. **Limnologia**, 40:226-232.

- Yavuzcan, H. 2016. Su Ürünleri Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, Ankara.
- Yıldız, S., Özbek, M., Taşdemir, A., Topkara, E.T. 2015. Assessment of shallow montane lentic ecosystem (Lake Golcuk, İzmir, Turkey) using benthic community diversity. **Ekoloji**, 24(97): 1-13.
- Yıldız, S., Taşdemir, A., Balık, S., Ustaoglu, M.R. 2008. Kemer Baraj Gölü'nün (Aydın) makrobentik (Oligochaeta, Chironomidae) faunası. **Journal of Fisheries Sciences**, 2(3): 457-465.
- Zeybek M, Kalyoncu H, Karakaş B., Özgül S. 2014. The use of BMWP and ASPT indices for evaluation of water quality according to macroinvertebrate in Değirmendere Stream (Isparta, Turkey). **Turkish Journal of Zoology**, 38:603-613.

EKLER

Ek 1. Bu çalışmada bulunan Makro-omurgasızların resimleri



Şekil 1.1. *Sphaeromatidae*



Şekil 1.2. Fanniidae



Şekil 1.3. *Leptocheliidae*



Şekil 1.4. Mytilidae



Şekil 1.5. Cardiidae



Şekil 1.6. Nereididae



Şekil 1.7. Lestidae



Şekil 1.8. Libellulidae



Şekil 1.9. Gammaridae



Şekil 1.10. Neritidae



Şekil 1.11. *Lymnaeidae*



Şekil 1.12. Tubificidae



Şekil 1.13. Chironomidae



Şekil 1.14. Tabanidae



Şekil 1.15. Corophidae



Şekil 1.16. Enchytrachidae



Şekil 1.17. Nemasomatidae



Şekil 1.18. Dolichopodidae



Şekil 1.19. Geophilidae



Şekil 1.20. Tipulinae

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ali TOMAY
Doğum Yeri ve Tarihi : Denizli, 14/03/1983

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : 1- Pamukkale Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü, Denizli(2001-2006)
2- Anadolu Üniversitesi Sosyoloji(2012-2016)
3-Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri
Mühendisliği Bölümü, Ankara(2013-2017)

Yüksek Lisans Öğrenimi : 1- Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi
Eğitim Yönetimi Denetimi Teftişi ve Ekonomisi ABD,
Aydın(2010-2011)
2- Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri
Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Aydın (2017-
2020)

Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Makaleler

-SCI

-Diğer

b) Bildiriler

-Uluslar arası

-Ulusal

c) Katıldığı Projeler,

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl :

- 1) Çözüm Dershanesi(İzmir/Selçuk), Türk Dili ve Edebiyatı Öğretmenliği(2007-2008)
- 2) Selçuk Belediyesi Efes Dershanesi(İzmir/Selçuk), Türk Dili ve Edebiyatı Öğretmenliği(2008-2011)
- 3) Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Eğitim ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı(Ankara), Redaktör(Matin yazarı ve metin düzenleyici) 2011-2018
- 4) Tarım ve Orman Bakanlığı, Aydın İl Müdürlüğü, Mühendis(2018 - ...)

İLETİŞİM

E-Posta Adresi : tomay_tomay83@hotmail.com

Tarih : 12/05/2020