

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI
2020-YL-012

BÜYÜK MENDERES NEHRİ SU KALİTESİNİN
BENTİK MAKROOMURGASIZ FAUNA
ÇEŞİTLİLİĞİ KULLANILARAK TAHMİNİ

Taner BAYDAR

Tez Danışmanı:
Dr. Öğr. Üyesi Semra KÜÇÜK

AYDIN

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

Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Taner BAYDAR tarafından hazırlanan “Büyük Menderes Nehri Su Kalitesinin Bentik Makroomurgasız Fauna Çeşitliliği Kullanılarak Tahmini” başlıklı tez, 27.12.2019 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Semra KÜÇÜK	Aydın Adnan Menderes Üniv.	
Üye : Prof. Dr. Halit FİLİZ	Muğla Sıtkı Kocman Üniv.	
Üye : Prof. Dr. Deniz ÇOBAN	Aydın Adnan Menderes Üniv.	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans Tezi, Enstitü Yönetim KurulununSayılı kararıylatarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Gönül AYDIN

Enstitü Müdürü

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

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.

27/12/2019

Taner BAYDAR

ÖZET

BÜYÜK MENDERES NEHRİ SU KALİTESİNİN BENTİK MAKROOMURGASIZ FAUNA ÇEŞİTLİLİĞİ KULLANILARAK TAHMİNİ

Taner BAYDAR

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Semra KÜÇÜK
2020, 69 Sayfa

Bu çalışma, Kasım 2018-Eylül 2019 tarihleri arasında Büyük Menderes Nehri'nin iki önemli kolu olan Nazilli ve Bozdoğan hattı içinde 4 istasyonda nehrinin su kalitesini belirlemek amacıyla hem makroomurgasız çeşitliliğinin hem de fiziko-kimyasal parametrelerinin indikatörlüğünde yürütülmüştür. Her istasyondan ikişer adet su ve sediment örnekleri 2 aylık aralıklarda alınmıştır. Bazı su kalite parametrelerinin (sıcaklık, pH, ÇO, EC ve tuzluluk) arazide, bazıları (toplam azot, toplam fosfor, toplam sertlik, KOİ ve klorofil *a*) laboratuarda standart metodlarla ölçülmüştür. Sediment örnekleri Ekman Grab ile alınmıştır ve laboratuarda elekten eleklerden (4000-2000-500 µm) geçirilmiştir. Bulunan makroomurgasızlar familya bazında teşhisleri yapılmıştır. Ortalama makroomurgasız sayısı 8959'dur. Toplam takson (familya) sayısı 12'dir. Nazilli Çıkış istasyonunda en çok görülen takson Tubificidae (% 87,92), bunu takip eden Chironomidae (% 11,46) ve diğerleri (% 0,62); Nazilli Giriş istasyonunda Tubificidae (% 91,93), Chironomidae (% 7,01) ve diğerleri (% 0,57); Bozdoğan Akçay Kolu istasyonunda Tubificidae (% 30,55), Chironomidae (% 60,57), Hirudinidae (% 6,13) ve diğerleri (% 2,75); Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonunda Tubificidae (% 19,15), Chironomidae (% 80,68) ve Hirudinidae (% 0,17) belirtilmiştir. Tüm istasyonlarda bulunan makroomurgasızlar kirliliğe tolerans olan türlerdir. Bu nedenle, Büyük Menderes Nehri üzerinde belirlenmiş olan dört istasyonda kirlidir. Bu sonucu BMWP (Biological Monitoring Working Part), ASPT (Average Score Per Taxa) skorları tam olarak, fiziko-kimyasal parametre sonuçları ise kısmen desteklemektedir.

Anahtar Sözcükler: Su Kalitesi, Makroomurgasız Faunası, Büyük Menderes Nehri, BMWP, ASPT

ABSTRACT

ESTIMATION OF WATER QUALITY OF BÜYÜK MENDERES RIVER BY USING DIVERSITY OF BENTHIC MACROINVERTEBRATE FAUNA

Taner BAYDAR

M.Sc. Thesis, Department of Fisheries and Aquaculture

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Semra KÜÇÜK

2020, 69 pages

This study was conducted between October 2018 and September 2019 at 4 sites of 2 branches of Büyük Menderes River (direction between Nazilli and Bozdoğan) using both indicators of macroinvertebrate diversity and physicochemical parameters. From each site, water and sediment samples were taken twice in every two months. Some of water parameters (temperature, pH, DO, salinity, EC) were measured in the field. Some others (total nitrogen, total phosphate, hardness, COD, and chlorophyll a) were graded in the laboratory with standard methods. Sediment samples were taken by Ekman Grab and transferred by sieves (4000-2000-500 μm mesh). Found macroinvertebrates were identified to family names. Average of macroinvertebrates was 8,959 individuals/m². Total taxa (family) were 12. In the Nazilli Çıkış site, the most abundant taxa was Tubificidae (87.92%) followed by Chironomidae (11.46%), and others (0.62%); In the Nazilli Giriş site, Tubificidae was (91.93%), Chironomidae (7.01%), and others (0.53%); In the Bozdoğan Akçay Kolu site, Tubificidae (30.55%), Chironomidae (60.57%), Hirudinidae (6.13%), and others (8.75%); in the Kemer Barajı Akçay Kolu site, tubificidae (18.15%), Chironomidae (80.68%), and Hirudinidae (9.17%) were mentioned. Macroinvertebrates found in all sites were pollution tolerant species. As a result of that, Büyük Menderes River was polluted in 4 sites. BMWP (Biological Monitoring Working Part) and ASPT (Average Score Per Taxa) scores were exactly and physicochemical classification partially supported these results.

Key Words: Water Quality, Macroinvertebrate Fauna, Büyük Menderes River, BMWP, ASPT

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans öğrenimim boyunca laboratuvar çalışmalarım ve araştırmalarım sırasında maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi 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 yüksek lisans öğrenimim sırasında maddi ve manevi desteklerinden dolayı annem Necibe BAYDAR, babam Selahattin BAYDAR, abim Tangün BAYDAR, eşim Şeyda BAYDAR ve oğlum Barkın BAYDAR'a sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmasını ZFR-18023 numaralı proje ile destekleyen ADÜ BAP birimine teşekkür ederim.

Taner BAYDAR

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
1. GİRİŞ	1
1.1. Suyun Yapısı ve Özellikleri	1
1.2. Suyun Önemi.....	2
1.3. Su Tüketimi.....	3
1.4. Su Kalitesi	5
1.5. Bentik Makroomurgasızlar.....	6
1.6. Su Kalitesi Mevzutları.....	7
1.7. Biyolojik İndeksler.....	9
1.8. Büyük Menderes Nehri	10
2. KAYNAK ÖZETLERİ	13
2.1. Fiziko-Kimyasal Ölçümler.....	13
2.2. Biyolojik Ölçümler.....	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. Çalışma alanı.....	21
3.2. Fiziko-Kimyasal Ölçümler.....	21
3.2.1. Sıcaklık.....	24

3.2.2. pH.....	24
3.2.3. Çözünmüş Oksijen.....	24
3.2.4. Elektrik İletkenliği.....	25
3.2.5. Tuzluluk.....	25
3.2.6. Toplam Azot.....	25
3.2.7. Toplam Fosfor.....	25
3.2.8. Toplam Sertlik.....	26
3.2.9. Kimyasal Oksijen İhtiyacı.....	26
3.2.10. Klorofil- <i>a</i>	26
3.3. Biyolojik Ölçümler.....	26
3.4. Örnekleme Noktalarının Özellikleri.....	30
3.4.1. Nazilli Çıkış İstasyonu.....	30
3.4.2. Nazilli Giriş İstasyonu.....	31
3.4.3. Bozdoğan Akçay Kolu İstasyonu.....	31
3.4.4. Kemer Barajı Akçay Kolu İstasyonu.....	32
4. BULGULAR.....	33
4.1. Fiziko-Kimyasal Değerlendirme.....	33
4.1.1 Sıcaklık.....	34
4.1.2. pH.....	35
4.1.3. Çözünmüş Oksijen.....	36
4.1.4. Elektrik İletkenliği.....	36
4.1.5. Tuzluluk.....	37
4.1.6. Toplam Azot.....	38
4.1.7. Toplam Fosfor.....	38
4.1.8. Toplam Sertlik.....	39
4.1.9. Kimyasal Oksijen İhtiyacı.....	40

4.1.10. Klorofil- <i>a</i>	40
4.2. Biyolojik Değerlendirme.....	41
4.2.1. Makroomurgasızların Bolluk Olarak Değerlendirmesi	41
4.2.2. Makroomurgasızların Biyokütle Olarak Değerlendirmesi	45
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	49
5.1. Fiziko-Kimyasal Değerlendirme	49
5.2. Biyolojik Değerlendirme.....	51
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	69

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

°C : Santigrad derece

Å : Angstrom derece

mg : Miligram

km : Kilometre

km² : Kilometre kare

ha : Hektar

L : Litre

Ca⁺⁺ : Kalsiyum

Mg⁺⁺ :Magnezyum

Na⁺ :Sodyum

K⁺ : Potasyum

pH : pH değeri

BMWP : Biyolojik İzleme Çalışması (Biological Monitoring Working Part)

ASPT : Taksa başına düşen ortalama sayı (Average Score Per Taxa)

WQI : Water Quality Index

BOİ : Biyolojik Oksijen İhtiyacı

KOİ : Kimyasal Oksijen İhtiyacı

EC : Elektrik İletkenlik

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

MMIF : Makroomurgasızların Flander Çoklu İndeksi (Multimetric Macroinvertebrate Index Flanders)

EPT : Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera

WQI :Su Kalite İndeksi (Water Quality Index)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Suyun molekül yapısı.....	1
Şekil 1.2. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre sektörel su kullanımı	4
Şekil 1.3. Büyük Menderes Nehri Havzası	11
Şekil 3.1. Büyük Menderes Nehri ve çalışma yapılan istasyonların konumu.	22
Şekil 3.2. Su kalite parameterleri tayininde kullanılan hazır kitler.	23
Şekil 3.3. Klorofil- <i>a</i> tayin düzeneği.	23
Şekil 3.4. Ekman grap aleti	27
Şekil 3.5. Bentik çamur örnekleme elekleri	28
Şekil 3.6. Stereo mikroskop	28
Şekil 3.7. Hassas terazide.....	28
Şekil 3.8. Familya tayin aşaması.....	29
Şekil 3.9. Örneklerin saklanması.....	29
Şekil 3.10. Nazilli Çıkışı istasyonu saha görüntüsü	30
Şekil 3.11. Nazilli Giriş istasyonu saha görüntüsü.....	31
Şekil 3.12. Bozdoğan Akçay Kolu istasyonu saha görüntüsü.....	32
Şekil 3.13. Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonu saha görüntüsü.....	32
Şekil 4.1. Su sıcaklığının dört istasyonda yıllık değişimi	35
Şekil 4.2. pH'nın dört istasyonda yıllık değişimi.....	35
Şekil 4.3. ÇO'nin dört istasyonda yıllık değişimi.	36
Şekil 4.4. EC'nin dört istasyonda yıllık değişimi.....	37
Şekil 4.5. Tuzluluğun dört istasyondaki yıllık değişimi.....	37
Şekil 4.6. Toplam azotun dört istasyonda yıllık değişimi	38
Şekil 4.7. Toplam fosforun dört istasyonda yıllık değişimi	39
Şekil 4.8. Toplam sertliğin dört istasyonda yıllık değişimi.....	39

Şekil 4.9. KOI'in dört istasyonda yıllık değişimi.....	40
Şekil 4.10. Klorofil- <i>a</i> 'nın dört istasyonda yıllık değişimi.....	41
Şekil 4.11. Nazilli Çıkış istasyonu makroomurgasız bolluk değişimi.....	42
Şekil 4.12. Nazilli Giriş istasyonu makroomurgasız bolluk değişimi	43
Şekil 4.13. Bozdoğan Akçay Kolu istasyonu makroomurgasız bolluk değişimi ..	43
Şekil 4.14. Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonu makroomurgasız bolluk değişimi	44
Şekil 4.15. İki aylık aralıklarla 1 yıl boyunca Nazilli Çıkış istasyonu makroomurgasız biyokütle değişimi	45
Şekil 4.16. İki aylık aralıklarla 1 yıl boyunca Nazilli Giriş istasyonu makroomurgasız biyokütle değişimi	46
Şekil 4.17. İki aylık aralıklarla 1 yıl boyunca Bozdoğan Akçay Kolu istasyonu makroomurgasız biyokütle değişimi	46
Şekil 4.18. İki aylık aralıklarla 1 yıl boyunca Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonu makroomurgasız biyokütle değişimi	47

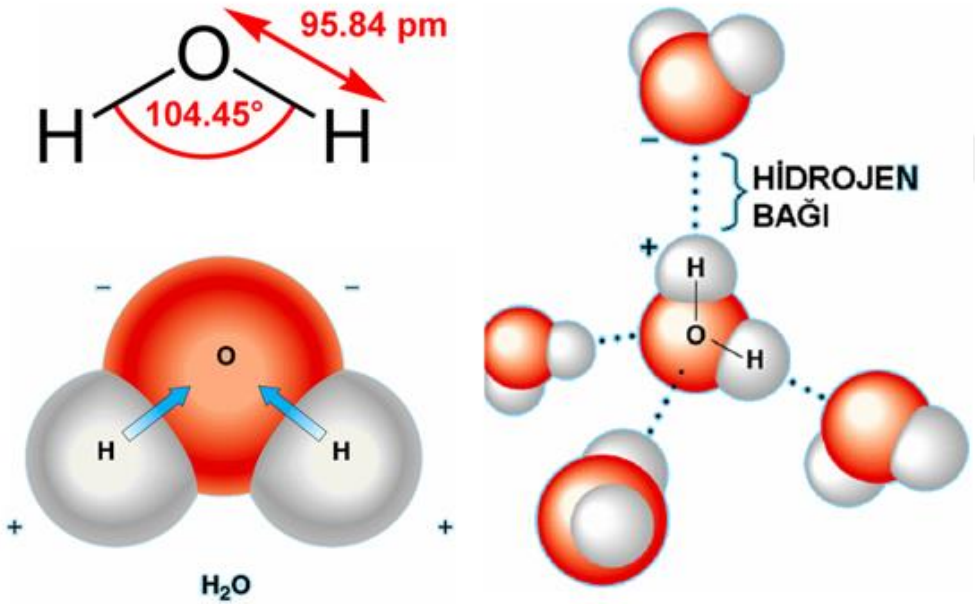
ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Kıtaıçi Yerüstü Sularının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri	8
Çizelge 1.2. Farklı ülkelerde kullanılan makroomuragasızların biyotik indeskleri...9	
Çizelge 3.1. Dört istasyonun coğrafik koordinatları	22
Çizelge 4.1. Nazilli Çıkış istasyonunun su kalite parametreleri.....	33
Çizelge 4.2. Nazilli Giriş istasyonunun su kalite parametreleri	33
Çizelge 4.3. Bozdoğan Akçay Kolu istasyonunun su kalite parametreleri	34
Çizelge 4.4. Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonunun su kalite parametreleri	34
Çizelge 4.5. İstasyonlara göre toplam bolluk, toplam biyokütle, takson sayısı, BMWP, ASPT	47
Çizelge 5.1 İstasyonlara göre toplam bolluk, toplam biyokütle, takson sayısı, BMWP, ASPT	52
Çizelge 5.2. BMWP ile ASPT skorlarının değer aralıkları	52

1. GİRİŞ

1.1. Suyun Yapısı ve Özellikleri

Su, bir oksijen iki hidrojen atomunun birleşmesiyle oluşur. Kimyasal formülü H_2O 'dur. İyonik şekli ise bir hidrojen iyonunun (H^+), bir hidroksil (OH^-) iyonu ile birleşmesidir. İki hidrojen atomu bir oksijen atomuna $104,5^\circ$ açı ile bağlanmıştır. Suyun oksijen tarafından negatif (-), hidrojen tarafı ise pozitif (+) yüklü olmasına rağmen suyun genel yükü nötrdür.



Şekil 1.1. Suyun molekül yapısı (<https://www.su.gen.tr/suyun-molekul-yapisi.html>)

Suyun özellikleri kısaca 4 madde halinde sıralanabilir (Egemen, 2011):

1. Suyun O-H arasında bulunan kovalent bağları suyun iki molekülü arasındada mevcuttur. Suyun buharlaşması için bu bağların kırılması gerekir. İşte bu kovalent bağların açılması için 110,6 kcal/mol enerjiye gerek vardır. Suyun buharlaşması için çok enereji gerekir. Bu ısıya suyun “buharlaşma ısısı” denir. Bu değer 9.720 kcal/mol’dür.

2. Suyun sıcaklığı düştüğünde su soğur ve + 4 °C'ye kadar "büzüşme özelliği" gösterir.

3. Su + 4 °C'den 0 °C'ye kadar soğumaya devam ederse "genleşme özelliği" gösterir. +4 °C'de su donar ve buz olur. O-H arasındaki bağ 0,96 Å'dan 1,10 Å'a dönüşür ve kristal bir yapı kazanır. Yani bağ uzunluğu % 14,6 artar. Doğadaki tüm canlılık suyun bu genleşme özelliğinden faydalanır. Şöyle ki kışın göl üzerinde oluşan buz kütleleri suyun genleşme özelliği olmasaydı. Suyun dibine çökecekti ve orada bulunan suyunda donmasına neden olup tüm gölün donmasına yol açacaktı. Bunun sonucunda tüm nehir, göl ve denizler kışın tamamen donacaktı ve sularda canlı yaşamı olmayacaktı.

4. Su iyi bir çözücüdür. Canlıların yapısındaki tüm fizyolojik olaylar su içinde meydana gelmektedir.

1.2. Suyun Önemi

Dünyanın $\frac{3}{4}$ 'lük kısmı sularla kaplı olmasına rağmen, tatlısu kaynakları dünyamızda bulunan su kaynaklarının sadece % 2,5'ini oluşturur. Bu % 2,5 kısmın yaklaşık olarak % 70'ini buzul ve kar kütleleri oluşturur. Tatlısu yer yüzeyinin sadece % 1'ini kaplamasına rağmen, burada yaşayan canlı türleri bilinen tüm hayvan türlerinin %10'unu içerir. Fakat bunlar 1970'den itibaren % 37 ile en fazla kayba maruz kalan ekosistemdir (Uyduranoğlu Ökten ve Aksoy, 2014).

Yeryüzünde tüm canlı yaşamı için su gereklidir. Zira suyun çok iyi bir çözücü olma özelliğinden dolayı tüm canlı vücudundaki biyokimyasal olayların ceryan etmesinde su kullanılmaktadır. İnsan ağırlığının % 60-80'i sudur. Örneğin 70 kg bir insan vücudunda 42 kg su bulunmaktadır. Bu suyun 25 L'si hücrelerde bulunmakta, 4 L'si kan içerisinde, 11 L'si hücreler arasında bulunmaktadır. Bu şekilde besin taşınımı sağlanabilmektedir (Özer, 2014).

Su hayat demektir. Çünkü hayatın ilk oluşumu esnasında ilk hücrelerin su içinde oluşmuştur. Tarihte bütün medeniyetlere bakıldığında hep yerleşim yerlerinin suya yakın alanlar olduğu görülmüştür. Günümüzde de uzay araştırmalarında da su kaynağının olduğu yerler aranmaktadır. Zira bu alanlar hem yeni hayatların hem de yeni yerleşim yerlerinin keşifleri anlamına gelmektedir.

Su aynı zamanda pek çok canlı için ideal yaşam ortamı olup hayatını kısmen veya tamamen doğrudan sucul habitata bağlı olarak geçiren pek çok canlı türü bulunmaktadır. Bu nedenle, günümüzde suyun korunması, iyileştirilmesi ve sürdürülebilir bir şekilde yönetiminin sağlanması insanlığın en önemli sorunlarının başında gelmektedir (Çiçek ve Bircikligil, 2015).

Dünya nüfusu sürekli artmaktadır. Dünya üzerinde ulaşılabilir su miktarının dünyadaki toplam su miktarının sadece % 1'i olduğu düşünüldüğünde gelecek yıllarda dünya üzerinde su savaşlarının yaşanması çokta uzak görülmemektedir. Zira dünya nüfusunun > % 50'si susuzluk sıkıntısı çekmektedir ve yaklaşık % 70'i temiz su bulamamaktadır (Tekbaş, 2010).

Ülkemizin üç yanı denizlerle kaplı, 80.791 km² deniz alanı, 8.333 km kıyı şeridi, 10.000 km² doğal gölü, 15.000 ha göleti, 342.377 ha baraj gölü ve 177.714 km uzunluğunda akarsuları ile değerli kaynaklara sahiptir (Taş, 2006).

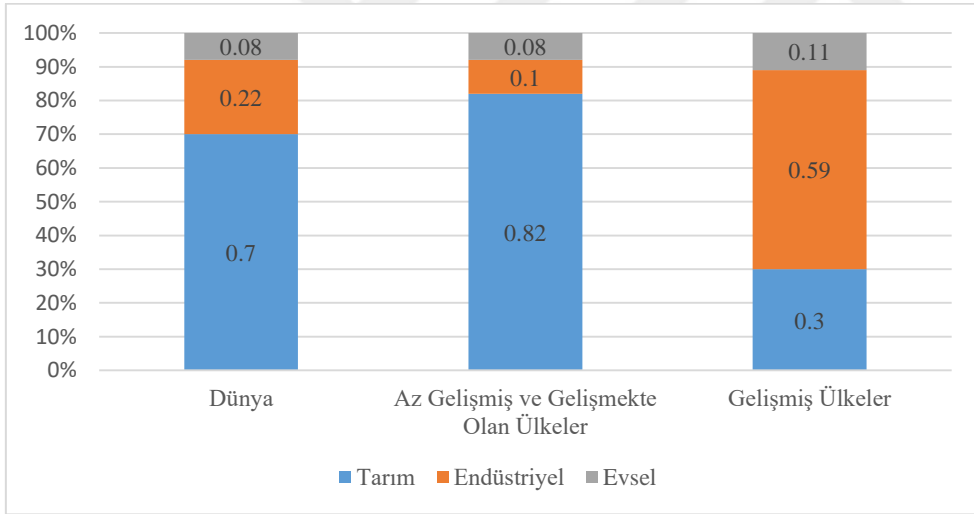
1.3. Su Tüketimi

Ülkeler yıllık olarak su tüketimlerine göre değerlendirilir. Buna göre, yıllık kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 2.000 m³ 'ten fazla ise su zengini, 1.000-2.000 m³ arasında su azlığı çeken ve 1.000 m³ 'ten az ise su fakiri ülkeler olarak nitelendirilirler (Akın ve Akın, 2007).

Ülkemizde yıllık yağış ortalaması 643 mm'dir. Bu yağışlardan 501 milyar m³ su sağlanmaktadır. Bu suyun kullanılabilir miktarı 95 milyar m³/yıl'dır ve tüketim miktarı 25 milyar m³'tür. Bu duruma bakarak Türkiye "su zengini" bir ülke gibi düşünülebilir. Fakat ülkemiz kişi başına düşen su miktarı (1519 m³) ile "su sıkıntısı çeken" bir ülke konumundadır. Bilhassa, 2030 yılında Türkiye nüfusunun 100 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Buna bağlı olarak kişi başına düşen su miktarı 1120 m³/yıl olması beklenmektedir. Ayrıca toplumun % 50'e yakın kısmı yeterli miktarda temiz suya ulaşma sorunu yaşamaktadır (Tekbaş, 2010).

Dünyada 1 milyar insan su sılıntısı çekmektedir. Yaklaşık 2,5 milyar insanda temiz su temininde zorluk yaşamaktadır. Tüm dünyada "sürdürülebilir su yönetimi" gündeme oturmuştur. Çünkü sağlıklı su temini gelişmişlikle doğru orantılıdır. Sağlıklı ve güçlü ekosistemlerin gelecekte sağlıklı su temininin temel taşlarıdır. Bu sebeple nehir havzaları, ormanlar, her türlü sulak alanların sağlıklı su temininde önemi büyüktür (Çiçek ve Bircikligil, 2015).

Suyun çok çeşitli alanlarda suya yönelik talep artışına sebep olmuştur. Günümüzde su, enerji ve gıda üretimi faaliyetlerinde kullanılan önemli bir girdi unsurudur. Dünya geneline bakıldığında suyun tarımsal, endüstriyel ve evsel kullanımı ile gelişmişlik arasında paralel bir ilişki olduğu Şekil 1.2’de de verilmiştir. Dünyada tarımsal su kullanımının % 73’lük bir orana tekabül ettiği görülmektedir. Çünkü tarımsal sulamanın çok büyük bir kısmı konvansiyonel yöntemlerle yapılmaktadır. Bu yöntemlerin yerine almaya çalışan modern sulama yöntemlerinin (damla ve yağmurlama) kullanımı ise çok sınırlıdır. Tarımsal sulamada su kaynaklarından aşırı su kullanılması ve suyun verimli bir şekilde kullanılmaması gibi nedenlerle birçok tatlısu ekosistemi ekonomik ve ekolojik zarara uğramaktadır (Uyduranoglu Ökten ve Aksoy, 2014).



Şekil 1.2. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre sektörel su kullanımı (Aküzüm vd., 2010)

Kişi başına su tüketimi L/gün olarak hesaplanır. Kişi başına su tüketimi veya evdeki su musluğu sayısında gelişmişlik ölçütü olarak kullanılmaktadır. Bir kişi günde sağlıklı yaşamak için 2,5 L su tüketmelidir. Besinlerle bunun ancak 600 ml’si karşılanmaktadır. Bir insan mecburiyet karşısında günlük 5L su ile ihtiyaçlarını karşılayabilir. Ancak temizlik işleri düşünüldüğünde bu miktar 30-40 L’ye çıkabilir. Taşıma su sağlanması durumunda 30-40 L su bir kişinin günlük ihtiyaçları için yeterli iken şebeke ile su sağlanması durumunda bu miktar 100 L’ye çıkmaktadır. Şehirlerde belediye hizmetleri ve sanayi kuruluşları düşünüldüğünde kişi başı su

tüketimi 200-500 L olarak hesaplanmaktadır. Dünyada son 300 yılda insanların su tüketimi 35 kat artmıştır. Yıllık temiz su talebi % 4-8 artmaktadır. Buda yılda 3.240 km³'lük bir artışa tekabül etmektedir (Tekbaş, 2010).

1.4. Su Kalitesi

Günümüzde endüstriyel gelişim ve nüfus artışı birçok çevre sorunlarına sebep olmaktadır. Bu çevre sorunlarında en önemlisi su kirliliğidir. Su kaynaklarının bilinçsizce hızlı bir şekilde tüketilmesi ve antropojenik olarak gün geçtikçe kirlenmesi sağlık, temiz ve içilebilir su kaynaklarının giderek yok olmasına sebep olmaktadır. Evsel ve endüstriyel atıkları, zirai gübre ve ilaçları, doğa spor aktiviteleri, kanalizasyon sızıntıları gibi atıklar su kalitesinin bozulmasına sebep olan başlıca faaliyetlerdir. Su kirliliği su içirişinde yaşayan tüm canlıları, bunların bulunduğu ekosistemleri ve insanları doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. İşte su alanları üzerindeki su kirliliğinin belirli zaman aralıklarında ne şekilde ve ne şekilde kirlendiğinin araştırılması gereken önemli bir konudur (Bulut vd., 2010).

Dünya ve Türkiye'de nüfus yoğun bulunduğu bazı bölgelerde su miktarı ile metrekareye düşen insan sayısı arasında bir dengesizlik bulunmaktadır. Örneğin Marmara Bölgesi'nde Türkiye nüfusunun % 28'i yaşarken buradaki havzaların su akış miktarı toplam havzaların su akış miktarının % 4'ünü teşkil etmektedir (Uyduranoğlu Ökten ve Aksoy, 2014).

Su kaynakları, evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklarla her geçen gün daha da kirlenmektedir. 2016 yılı rakamlarına göre Türkiye'deki 1397 belediyeden sadece 881'inin atık su arıtma tesisi bulunmaktadır (TÜİK). Kirlenen su kaynakları yalnız biyolojik çeşitliliği değil aynı zamanda geçim kaynakları suya bağlı olan çok sayıda insanı da doğrudan etkilemektedir. Büyük Menderes Nehri, Eğirdir Gölü, Bafa Gölü, Tuz Gölü, Gediz Deltası, Uluabat Gölü, Beyşehir Gölü, Eber Gölü, Burdur Gölü ve Göksu Deltası kirlilikten etkilenen sulak alanların sadece bir kaçıdır (Uyduranoğlu Ökten ve Aksoy, 2014).

Su kalitesi belirlenmesinde suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik değerlerini içermektedir. Bu sebepten dolayı su kalitesinin tespitinde suyun fiziksel (sıcaklık, pH, renk, tat, koku ve bulanıklık), kimyasal (toplam fosfor, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyokimyasal oksijen ihtiyacı) ve biyolojik parametrelerinin belirlenmesi gerekir. Bir suyun biyolojik su kalitesi, o suyun organik ve inorganik

kirlenmesinden dolayı o alanda bulunan indikatör türlerin çeşitliliğinin değişmesi olarak değerlendirmektedir (Zeybek, 2007).

Su kalitesinin belirlenmesi için biyolojik değerlendirme, kimyasal analizlerin değerlendirilmesinde tamamlayıcı bir unsur olarak kullanılmaktadır. Bir su kaynağında tespit edilen organizma grupları o su kaynağının örnekleme noktasında haftalık veya aylık su kalitesini verebilir. Hatta kimyasal ölçümlerde tespit edilemeyen atıksu deşarjlarının yapılmış olduğunu biyolojik analizlerle tespit etmek mümkündür. Birçok organizma yaşadıkları ortamdaki değişikliklere, ister örneğin antropojenik (endüstriyel, tarımsal ve evsel) veya doğal değişikliklere (depresyon, sel) farklı şekilde cevap verirler. Bazı organizmalar tamam yok olurken bazıları ise çevresel değişiklikleri tolere ederler. İşte bu organizmaların çevre değişimlerine verdikleri cevaplar mevcut su kalitesini belirtmiş olurlar. Su kaynaklarının kalitesinin belirlenmesinde kullanılan kimyasal parametrelerinin yanında biyolojik parametrelerinde değerlendirilmesi gerekir (Zeybek, 2007).

1.5. Bentik Makroomurgasızlar

Çıplak gözle görülen, 500 mikrondan büyük su kütlesinin tabanında yaşayan omurgasız organizmalar grubuna bentik makroomurgasızlar denilmektedir (Kıymaz, 2018).

Su kalitesinin tespitinde kullanılan fiziksel ve kimyasal analizler belli bir masraf gerektirmektedir. Bu duruma kıyasla biyolojik analizler daha az masrafla yapılabilmektedir. Örneğin suda yaşayan yüksek bitkilere göre biyolojik değerlendirme yapılabilmektedir. Fakat bu bitkiler su kalitesi yanında mevsimsel değişikliklerden etkilendiklerinden doğru sonucu vermemektedirler. Oysaki bentik makroomurgasızlar su kalitesi değişimini tam olarak yansıtan canlı gruplarıdır. Fiziksel ve kimyasal veriler su kaynağının ölçümünün andaki değerleri vermektedir. Biyolojik veriler ise daha uzun bir süreçteki su kalitesini ifade etmektedir (Zeybek, 2007).

Su kaynaklarının kalitesini belirlemede bentik makroomurgasızların biyolojik indikatör olarak kullanılması yaklaşık yüz kadar önce başlamıştır. Bu canlıların kirli sularda farklı türlerinin, temiz sularda farklı türlerinin yaşadığı görüldüğünde bu canlıların indikatör canlılar olarak kullanılmasına karar verilmiştir (Kalyoncu ve Zeybek, 2011).

Bir su kaynağı tabanında yaşayan bentik makroomurgasızların biyolojik analizde kullanılmasının birtakım avantajları vardır. Bunları şöyle belirtmek mümkündür. Makroomurgasızlar her yerde bulunurlar, hareket kabiliyeti sınırlıdır (az mekânsal değişiklik), uzun yaşam döngüsüne sahiptir, farklı kirlilik türlerine karşı farklı tolerans gösterirler, besin zincirinde önemli bir yer teşkil ederler (Kıymaz, 2018).

1.6. Su Kalitesi Mevzutları

AB adaylık sürecinde olan Türkiye, su konusunu 3 Ekim 2005 tarihinde başlayan katılım müzakereleri kapsamında Su Çerçeve Direktifi (SÇD)'ne uyumlaştırılması ve Türkiye'de yer alan 25 havza için nehir havza yönetim planlarının hazırlanması sürecine girmiştir. Bu kapsamda geçerli olan yönetmelikler řu şekilde verilir:

1. Su havzalarının korunması ve yönetim planlarının hazırlanması hakkında yönetmelik,
2. Yerüstü su kalitesi yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik,
3. Yüzeysel sular ve yeraltı sularının izlenmesine dair yönetmeliğin su kalite ve sınıfları Çizelge 1.1 verilmiştir

Çizelge 1.1. Kıtaıçi Yerüstü Sularının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Su Kirliliği Yönetmeliği)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları ^(a)			
	I (çok iyi)	II (iyi)	III (orta)	IV (zayıf)
Renk (m ⁻¹)	RES 436 nm: ≤ 1,5 RES 525 nm: ≤ 1,2 RES 620 nm: ≤ 0,8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2,4 RES 620 nm: 1,7	RES 436 nm: 4,3 RES 525 nm: 3,7 RES 620 nm: 2,5	RES 436 nm: > 4,3 RES 525 nm: > 3,7 RES 620 nm: > 2,5
pH	6-9	6-9	6-9	6-9
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	3000	> 3000
Yağ ve Gres (mg/L)	< 0,2	0,3	0,5	> 0,5
Çözünmüş oksijen (mg/L)	> 8	6	3	< 3
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	50	70	> 70
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) (mg/L)	< 4	8	20	> 20
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	< 0,2	1	2	> 2
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	< 3	10	20	> 20
Toplam kjeldahl-azotu (mg N/L) ^(b)	< 0,5	1,5	5	> 5
Toplam azot (mg N/L) ^(c)	< 3,5	11,5	25	> 25
Orto fosfat fosforu (mg o-PO ₄ -P/L)	< 0,05	0,16	0,65	> 0,65
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,08	0,2	0,8	> 0,8
Florür (µg/L)	≤ 1000	1500	2000	> 2000
Mangan (µg/L)	≤ 100	500	3000	> 3000
Selenyum (µg/L)	≤ 10	15	20	> 20
Sülfür (µg/L)	≤ 2	5	10	> 10

Kalite sınıflarına göre suların kullanım maksatları:

I. Sınıf - Yüksek kaliteli su ("çok iyi" su durumunu ifade etmektedir)

- 1) İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yerüstü suları,
- 2) Yüzme gibi vücut teması gerektirenler dâhil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su
- 3) Alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte su
- 4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su

II. Sınıf - Az kirlenmiş su ("İyi" su durumunu ifade etmektedir)

- 1) İçme suyu olma potansiyeli olan yerüstü suları
- 2) Rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikte su

3) Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su

4) Yeri mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu

III. Sınıf - Kirlenmiş su (“Orta” su durumunu ifade etmektedir)

Gıda, tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç olmak üzere, uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikte su ve sanayi suyu

IV. Sınıf - Çok kirlenmiş su (“Zayıf” su durumunu ifade etmektedir)

III. sınıf için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek ulaşabilecek yerüstü suları

1.7. Biyolojik İndeksler

Farklı akım koşullarının beraber değerlendirilmesiyle ortak bir biyotik indeksin kullanılması makroomurgasız türlerinin farklı coğrafi dağılımları ve akarsular arasındaki biyoçeşitlilik farklılıklarından dolayı imkânsızdır. Farklı ülkelerde kullanılan indeksler Çizelge 1.2’de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Farklı ülkelerde kullanılan makroomurgasızların biyotik indeksleri (Kıymaz, 2018)

Yaklaşım/Yöntem	Ülke
Saprobik Yaklaşım	
Saprobik İndeks	Avusturya
Almanya Saprobik İndeks	Almanya
Biyotik Yaklaşım	
Belçika Biyotik İndeksi (BBI)	Belçika, Fransa, Hollanda
Bulgaristan Biyotik İndeksi (BGBI)	Bulgaristan
Danimarka Biyotik İndeksi (DSFI)	Danimarka
BMWP, ASPT	Birleşik Krallık
IBMWP	İspanya
Familya Biyotik İndeks (FBI)	ABD, Avrupa
Çeşitlilik Yaklaşımı	
Shannon-Weaver Çeşitlilik İndeksi	Birçok ülke

BMWP Skoru (Biyolojik İzleme Skoru) [Biological Monitoring Working Party Score System] İngiltere akarsuları için oluşturulmuş ve değişik bölgelerin faunasının tespitinde kullanılan bir indekstir. Familya düzeyinde sınıflandırma yapılır. Bu indeks sığ ve hızlı akıntılı sularda kullanıldığı gibi derin ve yavaş akan sularda da kullanılabilir. BMWP indeksinin, bazı makroomurgasız ailelerin ilgili bölgeden yoksun olması ve farklı taksonlarla ikame edilmesi ile ailelerin bölgeden bölgeye farklı kirlilik toleransları gösterebilmeleri nedenleriyle farklı bölgelere göre uyarlanması gerekir. Öncelikle örneklemelerde tespit edilen taksonların hangi familyalara ait olduğu belirlenir. Familya gruplarına 1 ile 10 arasında bir puan verilir. Sonuçta, BMWP puanı, örnekte bulunan tüm familyaların değerlerinin toplamıdır. 100'den büyük değerler temiz akışlarla ilgili iken çok kirli akışların puanları 10'dan azdır (Kıymaz, 2018).

1.8. Büyük Menderes Nehri

Büyük Menderes havzası (Şekil 1.2), Büyük Menderes Nehri sularının Ege Deniz'ine döktüğü alanı kapsar. Kuzeyinde Samsun Dağı, Cevizli Dağı, Elma Dağı ve Murat Dağının, doğusunda Sandıklı Dağları, Barla Dağı ve Söğütlü Dağı, güneyinde Gökbel Dağı, Madran Dağı, Baba Dağı ve Bozdağlar, batısında Ege Deniz'i bulunur. Büyük Menderes Havzası 2.479.600 ha'dır. Türkiye yüzölçümü % 3,19'unun oluşturmaktadır. Yıllık su kapasitesi $3,30 \cdot 10^9$ m³'dür. Toplam su hacmi %1,6'sına tekabül etmektedir (Munsuz vd. 1999).



Şekil 1.3. Büyük Menderes Nehri Havzası

Büyük Menderes Havzası içinde bulunan önemli yerleşim yerleri Aydın, Denizli, Afyon, Uşak illeri ve Söke, Çine, Yatağan, Nazilli, Tavas, Buldan, Eşme, Banaz, Çal, Dinar, Sandıklı ilçeleridir. İklim özelliklerine bakacak olunursa kaynak kısmında karasal iklime geçiş ve Ege bölgesinde denizsel iklim hakimdir. a) Denizsel bölümde: en çok yağış alan aylar Aralık ve Ocaktır. En az yağış alan ay ise Temmuz 'dur. Yıllık sıcaklık ortalaması 17,3 °C'dir. Yıllık buharlaşma 1.578 mm'dir. Yıllık yağış ortalama 685mm'dir.b) Karasal bölümde: Her mevsim yağış görülmekte olup en fazla yağış Aralık ve Ocak'ta, en az yağış Ağustos'tadır. Yıllık yağış ortalaması 520 mm'dir. Yıllık sıcaklık ortalaması 12,3 °C'dir. Yıllık buharlaşma ortalama 1.241 mm'dir.

Büyük Menderes Nehri 584 km'lik yol kat ederek Dilek yarımadasında Ege Deniz'ine dökülür. Nehir Afyon'un Sandıklı ilçesinin Sandıklı Dağlarında Pınarbaşı Düden'inden doğar. Daha sonra güney batıda konglomeralarda kaybolur. Sonrasında Çivril-Çal bölgesinden geçip Banaz Çayı ile birleşir. Horsunlu'da sonra Akdağ'dan gelen Karacasuyu ve Yenipazar'daki Sandıras Dağı'ndan gelen Ak Dere'yi alır. Aydın ovasında menderesler oluşturur. Güneyde Bafa Gölü ve Millet (Balat) yakınlarında geçip Eşek Adası'nın karşı yönünde Akköy'de Ege Deniz'ine dökülür. Bu bölge bataklıklar ile kaplıdır. Menderes getirmiş olduğu alüvyonlarla doldurmuş ve yılda 12 m uzaklaşarak Bafa Gölü'nü 25 km denizden uzaklaştırmıştır. Nehir yılda getirdiği alüvyon miktarı 3.136.000 ton'dur. Büyük Menderes Nehri, Ege bölgesinde kar yağışından en fazla etkilenen akarsudur. Sarayköy yakınlarındaki jeotermalden nehre bor, arsenik ve soda içeren sıcak su karışımı olmaktadır. Büyük Menderes Nehri'nin önemli kolları Küfi (Haman), Emir, Çine (Sarı), İsabey, Malkaç, Karadirek, Karpuz, Madran, Dandalas, Cılımbız, Işıklı Çayları, Çürük, Dinar, Karpuzlu suları, Ak, Karlı, Yalkı, Elkiris, Delice, Söke, İkiz, Tabakhane, Moralı, Köşk, Hayırlı, Bencik Dereleri oluşturmaktadır.

Büyük Menderes Havzası'nda Azap, Derin, Bafa, Işıklı, Çapalı, Dil (Karine), Alparslan, Serçim, Koca Gölleri olup ayrıca Kemer ve Topçam Baraj gölleride bulunmaktadır.

Büyük Menderes Havzası'nın Çamaşırılık, Alangüllü (Uzgun), Kavakbaşı, Kayadibi, Gümüş, Pamukkale, Yenice, Çizmeli, Kızılleğen, Aksan kaplıcaları; Aydın İmamköy, Germencik, Kemer, Açık, Kamara, Karşıyaka, Gölemez, Karahayıt, Ortakçı, Göz suyu, Kızıldere, Tekkeköy (Kabağaç), İnaltı, Babacık, Hamamboğazı ılıcaları ve Buldan madensuyu kaynakları mevcuttur. Büyük Menderes Nehri kollarında sazan, turna, karabalık, çapak, yazın tatlısı kefali, yılan balığı ve inci kefali bulunmaktadır (Munsuz vd. 1999).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Fiziko-Kimyasal Ölçümler

Tüm dünyada su kaynakları yoğun şekilde kirletilmeye devam etmektedir. Sular kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyolojik ve ekolojik olarak kirletilmektedir. Neticede bu kirlilik unsurları su içinde yaşayan canlıların yaşamını, suyu direkt ve indirekt olarak kullanan insanların sağlığını olumsuz etkilemektedir (Kucuk ve Alpbaz, 2008).

Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde 7816 km kıyı uzunluğu, 120 adet doğal göl, 706 adet baraj gölü, 178.000 km uzunluğunda 36 adet akarsuyu bulunmaktadır (Anonim 1; Cirik ve Cirik, 2012). Bu su kaynaklarımızın kirletilmeden gelecek nesillere aynen taşınması, bu kaynaklarımızın sürdürülebilir su ürünleri üretimi yapılarak değerlendirilmesi ve tarımsal arazilerin sulanmasında ve gıda, tekstil gibi kaliteli su isteyen sanayi dallarında kullanılabilen 1. ve 2. sınıf su kalitesinde sularımızın muhafazasının sağlanmasına gayret etmemiz gerekmektedir (Küçük, 2007). İşte, sularımızın kalitesinin korunması için su kalite parametrelerinin belli zaman aralıklarında ölçülmesi ve üzerlerinde oluşan kirlenme noktalarının belirlenip bu alanda faaliyet gösteren kuruluşların belli önlemleri almaları önerilebilir.

Kalyoncu vd. (2005) Akdeniz'e dökülen Aksu Nehri'nin su kalite parametrelerinin (sıcaklık, pH, EC, ÇO, BOI, toplam sertlik, amonyum azotu, nitrat azotu, toplam fosfor, klorür, sülfat, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺) değişimini Şubat 2000-Ocak 2001 tarihleri arasında 6 istasyonda incelemiştir. Organik kirlilik açısından 1 istasyon 1. Sınıf; 2. ve 3. İstasyonlar 3. Sınıf; 4. ve 5. İstasyonlar 1.-2. Sınıf ve 6. İstasyon 2. Sınıf su kalitesinde çıkmıştır.

Örneki vd. (2014) Elazığ ile Bingöl arasında yer alan Özlüce Baraj Gölü'nün fiziko-kimyasal parametrelerini (sıcaklık, pH, ÇO, oksijen doygunluğu, EC, lityum, amonyum, Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺) 3 istasyonda mevsimsel olarak Nisan 2003-Şubat2004 tarihleri arasında incelemiştir. Bu parametreler kıta içi yüzeysel su kaynaklarının sınıflandırma kriterlerine göre değerlendirildiğinde Özlüce Baraj Gölü 1.-2. Sınıf su kalitesine sahip olduğu saptanmıştır.

Mutlu vd. (2014) Sivas ilinde bulunan Delice Göleti'nin su kalite parametreleri (sıcaklık, ÇO, pH, tuzluluk, askıda katı madde, KOI, BOI, toplam alkalinite, toplam

sertlik, toplam amonyak azotu, nitrit, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, sülfid, serbest klor, Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Fe, Pb, Cu, Cd) aylık ve mevsimsel olarak 3 istasyonda Nisan 2012-Mart 2013 tarihleri arası incelemiştir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğinin kıtaçi yüzey su kaynakları sınıflandırma kriterlerine göre Delice Göleti'nin su kalitesi 3. Sınıf bulunmuştur.

Birici vd. (2017) Çoruh Nehri'ni su kalite parametrelerine (sıcaklık, pH, CO_2 , çözülmüş oksijen doygunluğu, EC, askıda katı madde, toplam sertlik, Ca sertliği, toplam alkalinite, BOI, KOI, amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, klorür, fosfat, sülfat, nitrit, nitrat, Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , amonyum, klorofil a) göre sınıflandırmıştır. Araştırma 2 istasyonda 2012-2014 yılları arasında mevsimsel olarak nehrin fiziko-kimyasal değişkenlerini incelemiştir.

2.2. Biyolojik Ölçümler

Günümüzde su alanlarında yaşayan canlılardan makroomurgasızlar biyoindekatör 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 (Biological 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 bazı çalışmalar mevcuttur (Kucuk ve Alpbaz, 2008; Varnosfaderany vd., 2010; Lock vd., 2011; Zeybek vd., 2014).

Barlas ve Kiriş (2004) Akçay'ın Muğla-Denizli hattı üzerinde Haziran 2001-Eylül 2002 tarihleri arasında 6 istasyonda olmak üzere fiziko-kimyasal ve bentik makroomurgasız çeşitliliğini mevsimsel olarak incelemiştir. Sonuçta, Akçay'ın su kalitesini 1.-2. sınıf arasında olduğunu bildirmiştir.

Dügel ve Kazancı (2004) 1998-1999 tarihleri arası bir yıl boyunca Büyük Menderes Nehri üzerinde belirlediği 17 istasyondan fiziko-kimyasal parametreleri ölçerek ve

bentik makroomurgasız çeşitliliğini belirleyerek nehrin su kalitesini sınıflandırmıştır. Nehrin istasyonlarını üç farklı kirlilik (az, orta ve kirli) bulmuştur.

Czerniawska-Kusza (2005) 2001-2002 yılları arasında Güney Polonya'da bulunan Nysa Klodzka Nehri'nin aşağı kısmında 26 istasyon belirleyerek nehrin bentik makroomurgasız çeşitliliğinden yararlanarak modifiye edilmiş BMWP indeksini hesaplamış ve su kalitesini sınıflandırmıştır.

Duran (2006) Eylül 1998-Eylül 2002 tarihleri arasında Tokat bölgesindeki Behzat Çayı'nın 5 istasyonda fiziko-kimyasal parametrelerini ve bentik makroomurgasızlarını belirleyerek çayın su kalitesini sınıflandırmıştır. Toplamda 52 takson belirlemiştir. Çayın üst kısımlarının aşağı kısımlara göre daha temiz olduğunu ve çayın aşağı kısımlarının andropojenik kirliliğe maruz kaldığını bildirmiştir.

Balık vd. (2006) Mayıs 2003-Nisan 2004 tarihleri arasında Küçük Menderes Nehri'nin 6 istasyonda bentik makroomurgasız çeşitliliği kullanılarak su kalitesini saptamıştır. Toplamda 44 takson (Mollusca, Atropoda ve Annelida) bulmuştur. BBI göre Küçük Menderes Nehri'ni aşırı kirli, yani 5 sınıf kalitede olduğunu bildirmiştir.

Küçük (2006) Ankara Kirmir Çayı'nın bentik makroomurgasız çeşitliliğini 3 istasyonda araştırmıştır. Toplamda 14 takson bildirmiştir. Takson baskınlık oranlarını istasyon 1'de % 75 Tubificidae, % 15 Chironomidae, % 5 Physidae ve % 5 Sphaeridae; istasyo 2'de % 78 Tubificidae, % 8 Chironomidae, % 5 Physidae ve % 9 diğer; istasyon 3'de % 78 Tubificidae, % 9 Chironomidae, % 7 Unionidae ve % 11 diğer olarak rapor etmiştir.

Duran ve Suiçmez (2007) Şubat 2002-Ocak 2003 tarihleri arasında 10 istasyonda fiziko-kimyasal ve makrobentik omurgasız çeşitliliği kullanılarak Tokat, Çekerek Nehri'nde su kalitesi tahmini yapmıştır. Toplamda 55 takson saptamıştır. ETBI (Extended Trent Biotic Index), CS (Chandler Score) ve Gammarus:Asellus oranı(G:A) göre ilk 3 istasyonda su kalitesi 1.-2. sınıf, yani çok temiz- temiz kalitede olduğunu bulmuştur. Ama fosfor, amonyak, nitrit ve nitrat değerleri yüksek çıkmıştır.

Kazancı vd. (2008) Yeşilirmak Nehri'nin kollarından biri olan Kelkit Çayı'nın fiziko-kimyasal değişkenleri ve bentik makroomurgasızların çeşitliliği 14-31 Temmuz 2008 tarihleri arasında 9 istasyon belirlenerek çayın su kalitesi tahmini

yapılmıştır. Kelkit Çayı'nın üst kısımlarının alt kısımlara göre daha temiz olduğunu bildirmiştir. Ayrıca Hilsenhoff indeksine (HFI), EPT indeksine, takson zenginliğine ve baskın familya katkısına göre su kalitesi değerlendirmesi yapmıştır.

Kucuk ve Albaz (2008) Ankara Kirmir Çayının su kalitesini tahmin için çayın makroomurgasız topluluğunu 1 yıl süresince 3 istasyonda analiz etmiştir. Sonuçta, çayın 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 vurgulamıştır.

Yıldız vd. (2008) Aralık 2004-Kasım 2005 tarihleri arasında Kemer Barajı-Aydın'ı 5 istasyonda olmak üzere fiziko-kiyasal ve bentik makroomurgasız çeşitliliğine göre su kalitesi tahmini yapmıştır. Ekman grafin bentik örneklemede kullanmıştır. Oligochaeta'da 10, Chironomidae familyasında 2 olmak üzere 12 takson belirlemiştir. Ortalama 536 birey/m² tespit etmiştir. En baskın familya Tubificidae olduğunu bildirmiştir. (% 92,7). Gölün kantitatif açıdan fakir-oligotrof karakterde olduğunu rapor etmiştir.

Kalyoncu ve Zeybek (2009) Eylül 2006-Ağustos 2007 tarihleri arasında Ağlasun ve Isparta Derelerinin 6 istasyonda fiziko-kimyasal verilere ve bentik makroomurgasız çeşitliliğine göre (BBI) su kalitesini sınıflandırmıştır. Toplamda 41 takson teşhis etmiştir. Ağlasun Deresi'ni 1. ve 2. sınıf su kalitesinde olduğunu belirlerken Isparta Deresi'ni 4. sınıf kalitede (aşırı kirli) bulmuştur.

Türkmen ve Kazancı (2010) Haziran 2007'de Bolu, Yedigöller Ulusal Park'ı üzerinde 10 istasyonda makrobentik omurgasız çeşitliliğini göre su kalitesini tespit etmiştir. Toplamda 137 takson bulmuştur. 5. ve 7. istasyonlar hariç diğer istasyonlarda su kalitesinin 1.-2. sınıf kalitede olduğunu bildirmiştir.

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

Duran ve Akyıldız (2011) Denizli ilinde bulunan Süleymanlı Gölü'nün Ekim 2006-Nisan 2008 tarihleri arasında mevsimsel olarak bentik makroomurgasız çeşitliliği

ve fiziko-kimyasal değişkenlerine göre su kalitesini orta derecede kirli olduğunu saptamıştır.

Kırkağaç vd. (2011) Mayıs-Ekim 2007 tarihleri arasında Eskişehir Porsuk Çayı'nın bentik makroomurgasız faunasını 5 istasyonda incelemiştir. Porsuk Çayı'nın bentik makroomurgasız çeşitliliğine göre mesosaprbik-kirli olduğunu tespit etmiştir.

Lock vd. (2011) Bulgaristan'da İskar nehrinin makroomurgasız topluluğunu 15 istasyonda analiz ederek su kalitesi tespiti yapmıştır. 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) Filipinlerin Cepu bölgesindeki Mananga Nehrinin su kalitesi parametreleri ve bentik makroomurgasız çeşitliliğini Şubat-Aralık 2006 tarihleri arasında incelemiştir. Nehrin üst kısımlarında biyoçeşitlilik fazla çıkmasına rağmen orta kirlilikte yer almıştır. Nehrin alt kısımları ise orta kirlilik ile aşırı kirlilik arasında bir seyir göstermiştir.

Zeybek vd. (2012) Antalya Köprüçay Nehri'nin bentik makroomurgasız faunasını Şubat 2008-Ocak 2009 tarihleri arasında incelemiştir. Ortalama 21,318 birey/m tespit edilmiştir. Toplamda 85 takson bulunmuştur. Sonuç olarak, Ephemeroptera 26, Plecoptera 6, Tricoptera 23, Diptera 11, Odonata 8, Coleoptera 4, Hemiptera 1, Hirudinea 1, Gastropoda 2, Malacostraca 3 takson içerdiği saptanmıştır.

Zeybek ve Kalyoncu (2012) Şubat 2008-Ocak 2009 tarihleri arasında Köprüçay Nehri'nin 7 istasyonunda makrobentik çeşitliğine göre su kalitesi tayini yapmıştır. BMWP ve ASPT indekslerine göre 7. İstasyon en kirli, 3. İstasyon ise en temiz istasyon olduğunu tespit etmiştir. Toplamda 85 takson belirlemiştir.

Kartikasari vd. (2013) Mayıs 2012-Nisan 2013 tahrihleri arasında Endonezya'daki 3 sulama kanalında makrobentik çeşitliliğe göre su kalitesi tespiti yapmıştır. Toplam 27 takson bulmuştur. ASPT indeksine göre sulama kanallarını orta kirlilikten çok kirliye kadar sınıflandırmıştır.

Kazancı vd. (2013) Temmuz 2009 tarihinde Artvin'in Camılı bölgesindeki akarsularda üzerinde belirlediği 9 istasyondan su ve sediment örnekleri alınarak bölgenin fiziko-kimyasal değişkenleri (EC, sıcaklık, pH ve ÇO) ve BMWP, BBI, ASPT, EPT-takson, EP-takson oranları hesaplanmıştır. Toplamda 48 takson

belirlemiştir. Sonuç olarak, 6 istasyonun temiz, 2 istasyonun hafif kirli olduğunu bildirmiştir. İstasyonların BMWP skorunu 31-139 arasında bulmuştur. ASPT değerini 5,16-7,50 arasında olduğunu belirtmiştir.

Akaahan (2014) Nijerya'nın Makurdi bölgesinin Benue Nehri'nin Temmuz 2011-Haziran 2013 tarihleri arası 5 istasyonda makroomurgasız çeşitliliğini belirlemiştir. Sediment örneklemede Van Veen grafiği kullanmıştır. Ortalama 4451 birey/m² tespit etmiştir. Toplamda 21 takson bulmuştur. İstasyon 2 ve 3'ün kirli olduğunu rapor etmiştir. Zira bu istasyonlarda biyolojik çeşitliliğin çok az olduğunu ve nehrin insan yoluyla organik kirliliğe maruz kaldığını bildirmiştir.

Akay vd. (2014) Nisan-Aralık 2013 tarihleri arasında aylık olarak Yalakdere-Yalova'nın 4 istasyonda makroomurgasız çeşitliliğine göre su kalitesi tahmini yapmıştır. BMWP skoruna göre 1. İstasyon 1. sınıf kalitede iken diğer istasyonlar 3. ve 4. sınıf kalitede tespit edilmiştir.

Zeybek vd. (2014) Isparta Değirmendere Çayı'nın Mart 2011-Şubat 2012 tarihleri arasında 6 istasyonda bentik makroomurgasız çeşitliliğine ve fiziko-kimyasal parametrelere göre su kalitesini belirlemiştir. Toplamda 59 takson saptamıştır. Gastropoda'larda, 1 takson Bivalvia, 1 takson Oligochaeta, 1 takson Hirudinea, 2 takson Crustacea 4 takson ve 50 takson Insecta sınıfında bulmuştur. ek için 1 yıl süresince makroomurgasız organizma topluluğunu tespit etmiştir. BMWP ve ASPT indeksleriyle makroomurgasız fauna çeşitliliğini kullanmıştır. Su kalitesi sonuçlarına göre Değirmendere Çayı'nı çoğunlukla 1. sınıf kalitede bulmuştur. BMWP indeksine göre 1. Sınıf ve ASPT indeksine göre ise 1.-2.sınıf olduğunu rapor etmiştir.

Yorulmaz vd. (2015) Haziran 2003-Haziran 2005 tarihleri arasında Batı Akdeniz'de yer alan Eşen Nehri'nin 7 istasyonunda fiziko-kimyasal ve bentik makroomurgasız çeşitliliğine göre su kalitesi tahmini yapmıştır. Yedi istasyonda su kalitesi BMWP indeksine göre iyiden kirliye kadar değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Belal vd. (2016). Mısır'da bulunan Batı Lagünü (3 istasyon) ve Timsah Gölü (10 istasyon)'nü fiziko-kimyasal parametreleri ve bentik makroomurgasız çeşitliliği göz 2014- yaz 2015 tarihleri arası incelemiştir. Timsah Gölü'nde tür sayısı 42 ve ortalama birey sayısı 167.649 birey/m²'dir. Batı Lagünü'nde tür sayısı 16 ve

ortalama birey sayısı 12.008 birey/m² saptanmıştır. Timsah Gölü Batı Lagünü'nden daha temiz çıkmıştır. Zira Timsah Gölü'nde biyoçeşitlilik daha fazla bulunmuştur.

Ojija ve Laizer (2016) Tanzanya'daki Nzovwe Nehri'ni Kasım 2015-Şubat 2016 tarihler arasında 2 hafta aralıklarla bentik örnekler alarak incelemiş ve nehrin su kalitesini belirlemiştir. Toplamda 584 birey/m² tanımlamıştır. Bulunan familya sayısı 22'dir. En fazla bulunan takson % 35,6 Odonata, % 25,51 Hemiptera, % 18,49 Coleoptera ve % 12,84 Diptera ulmuştur. BMWP indeksini 115 bulmuştur. Nzovwe Nehri'ni orta derecede kirli olduğunu ve dağılım noktası belli olmayan birçok kaynak tarafından kirletildiğini bildirmiştir. Yetkili kuruluşlar tarafından nehrin sürekli izlenmesi ve kirletici kaynakların kontrol edilmesini önermiştir.

Bhat vd. (2017) Hindistan'ın Himalaya bölgesindeki Asan Bataklık alanındaki su kalitesini makrobentik omurgasız çeşitliliğine bakarak araştırmıştır. Toplamda 20 takson bulmuştur. Asan Bataklığının orta kirlilikte olduğunu bildirmiştir.

Zeybek (2017) Temmuz 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında Antalya'da bulunan Kargı Nehri üzerinde belirlenen 7 istasyonda fiziko-kimyasal parametreler ve makrobentik omurgasız çeşitliliğine göre su kalitesi tespiti yapmıştır. Toplam 126 takson bulmuştur. BMWP ve ASPT indekslerine göre Kargı Nehri'nin su kalitesinin temiz olduğunu bildirmiştir.

Patang vd. (2018) Endonezya'nın Doğu Kalimantan bölgesindeki 3 akarsuda bentik makroomurgasız çeşitliliğine göre su kalitesini saptamıştır. ASPT ve WQI indekslerine göre Karang Mumus ve Jembayan Nehirleri orta derecede kirli, Pampang Nehri ise en temiz su kalitesine sahip olduğunu rapor etmiştir.

Topkara vd. (2018) 2012-2013 yılları arasında İzmir bölgesinde Karagöl'de bentik makroomurgasız faunasını tespit etmiştir. Toplamda 17 takson bulmuştur. 6 takson Coleoptera ve 3 takson Hemiptera sınıfında saptamıştır.

Bu çalışmanın amacı, Büyük Menderes Nehri'nin su kalitesini Nazilli ve Bozdoğan hattı üzerinde fiziko kimyasal parametrelere ve bentik makroomurgasız çeşitliliğine göre tahmin etmektir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

Türkiye'nin Batı Anadolu'da bulunan Büyük Menderes Nehri, Afyon il sınırları içinde bulunan Suçkiran mevkisinden doğan, çeşitli kaynak sularının birleşmesiyle oluşup ve yaklaşık 548 km yol kat ettikten sonra Ege Denizi'ne dökülmektedir. Başlıca kaynak kolları, İçbatı Anadolu'da Dinar İlçesi yakınlarında Suçkiran Mevkii ile Işıklı ve Küf'i Çayları'dır. Kaynak kolları Işıklı Barajı'ndan birleştikten sonra Çivril, Çal ve Baklan Ovaları'nı geçer ve Çal'ın doğusundan kuzeye dönerek, Bekilli ve Güney ilçesi'ne doğru derin bir yatakta akar. Uşak'tan gelen ve Büyük Menderes'in en büyük kollarından biri olan Banaz Çayı ile birleşerek, Sarayköy Ovası'na iner. Denizli hudutları içindeki Çürüksu ve Gökpınar Çayları ile beslenerek batı yönünde ilerler. Nazilli, Aydın ve Söke Ovaları'nı besleyip yolculuğunu Söke Dipburun Mevkii'nde Ege Denizi'ne dökülerek tamamlar. Havza, kuzeyden Samsun Dağı, Cevizli Dağı, Elma Dağı ve Murat Dağı, doğudan Sandıklı Dağları, güneyden Madran Dağı, Babadağ ve Bozdağları su bölüm çizgisiyle ve batıda Ege Denizi ile çevrilidir. Havza alanı yaklaşık olarak 2.600.967 ha'dır. Havzadaki başlıca akarsu Büyük Menderes Nehri ve kollarıdır. Nehrin önemli kolları Çine, Akçay, Emir, Banaz, Kufi, Dandalaz ve Madran Çaylarıdır. Havzadaki önemli durgun sular Dinar yakınlarında Çapalı Göl, Çivril'in güneyinde Işıklı Göl, mansapta Bafa Gölü ve Akçay üzerinde Kemer Barajı yapay gölüdür. Ayrıca mansapta en önemlisi Karine Gölü olan birçok alüvyon-set gölleri vardır. Büyük Menderes nehrini besleyen en önemli 3 adet akarsu kaynağı bulunmaktadır. Bunlar Uşak ilinden gelen Banaz Çayı, Aydın ilinden gelen Akçay ve Çine çaylarıdır.

3.2. Fiziko-Kimyasal Ölçümler

Cografî koordinatları Çizelge 3.1.'de verilmiş olan 4 istasyondan Kasım-Eylül ayları arasında 2 aylık sürelerle fiziko-kimyasal parametrelerin (sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen (ÇO), elektrik iletkenliği (EC), tuzluluk (salinite), toplam azot, toplam fosfor, toplam sertlik, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve klorofil-*a*) ölçümleri yapılmıştır. Örnekleme yapılan 4 istasyon Şekil 3.1.'de harita üzerinde gösterilmiştir. Su örnekleri 5 l'lik plastik şişelere alınmıştır. Sıcaklık, pH, ÇO, EC ve tuzluluk ölçümleri *in situ* olarak multiple parameter cihazı (WTW Multi 3420 set G) ile ölçülmüştür. Toplam azot, toplam fosfor, toplam sertlik ve kimyasal oksijen

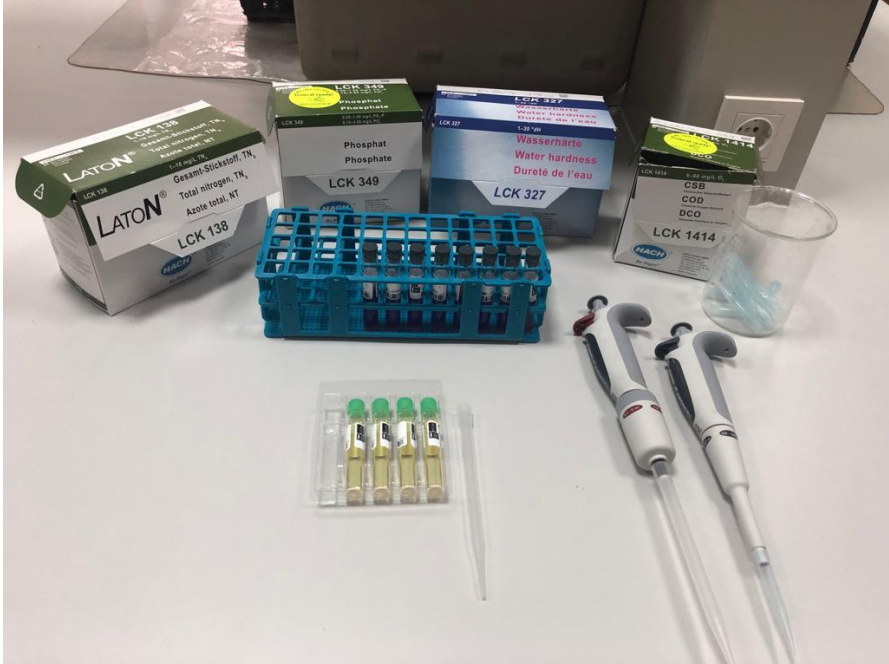
ihtiyacı (KOİ) değerleri hazır test kitleri ile laboratuvarında ölçülmüştür. Toplam azot spektrofotometre (Hach Lange DR3900) ve Hach marka LCK 138 nolu kit; toplam fosfor Hach marka LCK 349 nolu kit; toplam sertlik Hach marka LCK 327 nolu kit; kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) Hach marka LCK 1414 nolu kit kullanılarak ölçülmüştür (Şekil 3.2). Klorofil-*a* (Özacar vd., 1999) ile tayin edildi (Şekil 3.3). Bu çalışma verilerine göre her istasyon ait fiziko-kimyasal parametrelerinin grafikleri oluşturulmuştur.

Çizelge 3.1. Dört istasyonun coğrafik koordinatları

İstasyon Numarası	İstasyon Adı	Koordinatlar
1	Nazilli Çıkış	37°52'02.2"N 28°18'08.8"E
2	Nazilli Giriş	37°52'35.6"N 28°21'35.7"E
3	Bozdoğan Akçay Kolu	37°47'40.9"N 28°18'56.8"E
4	Kemer Barajı Akçay Kolu	37°34'56.9"N 28°30'56.9"E



Şekil 3.1. Büyük Menderes Nehri ve çalışma yapılan istasyonların konumu



Şekil 3.2. Su kalite parametreleri tayininde kullanılan hazır kitler



Şekil 3.3. Klorofil-*a* tayin düzeneği

3.2.1. Sıcaklık

Su canlıları sıcaklık değişimlerine karşı hassasiyet gösterirler. Su sıcaklık, önemli ve nispeten ölçümü en kolay su kalite parametresidir. Su sıcaklığı günlere ve aylara göre değişim göstermektedir. Ancak, su sıcaklığı antropojenik faaliyetler sonucu değişmektedir ve sudaki canlı yaşamı olumsuz etkilemektedir. Örneğin, su sıcaklığındaki 10°C'lik bir artış su canlıların oksijen tüketimini 2 kat arttırmaktadır. Aynı şekilde sudaki 10°C'lik düşme canlıların metabolizma hızını düşürmektedir. Diğer taraftan, su sıcaklığının değişmeside çok önemli olan bazı elemenlerin şekli (amonyumun iyonlaşması gibi) veya konsantrasyonu (çözünmüş oksijen gibi) da değişmektedir. Özellikle, su sıcaklığı yükseldikçe suyun oksijen çözünürlüğü düşmektedir. Çok yüksek sıcaklıklar ve ani sıcaklık değişimleri balıklar üzerine olumsuz etkilere sahiptir. Bu nedenle, alıcı ortama sıcak su değarjlarının izlenmesi gerekmektedir (Doğanay, 2014).

3.2.2. pH

Bir çözeltildeki hidrojen iyonu konsantrasyonunun (-) logaritmasıdır ($pH = -\log [H]$). Bu değer çözeltilin asit veya baz olduğunu gösterir. Suyun pH değeri 7 olduğunda su nötr olup, 7'den küçük olduğunda asidik, 7'den büyük olduğunda bazik özelliğe sahiptir. pH sucul organizmaların fizyolojik aktivitelerini etkiler. pH daki küçük bir değişim dahi suyun normal tamponluk sistemini önemli derecede değiştirir. Suda karbondioksit dengesizliğini ortaya çıkarır.

3.2.3. Çözünmüş Oksijen (ÇO)

Suda çözünmüş olarak bulunan oksijen su bitkilerinin fotosentezi ve atmosferden difüzyon ile sağlanmaktadır. Sudaki hayvansal organizmalar ve bakteriler çözünmüş oksijeni solunumlarında kullanırlar. Su akış hızına bağlı olarak göllerde akarsulara kıyasla daha az çözünmüş oksijen bulunur. Su canlıları için gerekli olan çözünmüş oksijen miktarı ≥ 5 mg/l olmalıdır. Çözünmüş oksijen su kirlenmesi ile ilgili en önemli parametrelerden birisidir. Doğal sularda oksijen, azot ve karbondioksit gibi gazlar da erimiş halde bulunurlar. Suyun sıcaklık ve tuzluluğu artıkça oksijenin çözünürlüğü azalmaktadır (Doğanay, 2014).

3.2.4. Elektrik İletkenliği (EC)

Suyun elektrik iletkenliği, elektriği iletme kabiliyetinin sayısal bir ifadesidir. Bu iletkenlik sudaki toplam iyon konsantrasyonuna, hareketliliğine, değerliğine ve ölçüm sıcaklığına bağlıdır. İletkenlik değerinin 0,55-0,70 ile çarpımı suyun tuzluluğu hakkında bir fikir edinilebilir. Birçok inorganik asit, baz ve tuz çözeltileri iyi iletkenlerdir. Organik bileşiklerin sulu çözeltileri iyi iyonlaşmadıklarından çok zayıf iletkenlerdir. İletkenlik birimi Siemens/cm'dir. ($S=Siemens=Ohm^{-1}$).

3.2.5. Tuzluluk (Salinite)

Tuzluluk bir litre sudaki çözülmüş iyonların toplam konsantrasyonudur. Suda çözülmüş ana iyonlar sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, bikarbonat, klor, karbonat ve sülfattır. Tuzluluk binde bir olarak ifade edilir (‰) veya g/L olarak verilebilir. Tatlı suların tuzluluğu < 2-3 g/L iken deniz suyunun tuzluluğu ortalama 34 g/L'dir. Acısuların tuzluluğu ise < 34 g/L'dir. Suyun tuzluluk derecesi sucul canlıların morfolojisi, yaşam aktivitesi ve dağılımı ile çok yakından ilgilidir.

3.2.6. Toplam Azot

Azot atmosferde en fazla oranda bulunur. Protein, aminoasit ve nükleik asitler biyolojik olarak azot içeren bileşiklerdir. Doğada bitkiler ve bakteriler azotun farklı formlarını kullanarak azot döngüsünde yer alırlar. En önemli azot formları nitrat iyonu (NO_3^{-1}), nitrit iyonu (NO_2^{-2}), amonyak (NH_3) ve amonyum (NH_4^{+}) iyonlarıdır. Doğal sulardaki toplam azot organik azot ve inorganik azot oksidasyon şekillerinin toplamıdır. Toplam azot; toplam Kjeldahl azotu (organik azot ve amonyak azotu), amonyum azotu, nitrat azotu ve nitrit azotunun toplamıdır (Doğanay, 2014).

3.2.7. Toplam Fosfor

Doğal sularda fosfor organik ve inorganik fosfatlar şeklinde bulunur (PO_4^{-3}). Bitki veya hayvan hücrelerinde bulunan fosfat organik fosfordur. Organik maddelerle ilgisi olmayan fosfat ise inorganik fosfattır. Su ve sediment içinde bulunan fosfatın her iki hali de askıda (sudaki partiküllere yapışmış biçimde) veya çözülmüş olarak bulunmaktadır. Fosfor canlı vücudunun %2'sini oluşturduğundan ototrof ve heterotrof organizmaların büyümesini sınırlar. Fosfor, bitki büyümesi için çoğu zaman sınırlayıcı (ortamda yeterli miktarda bulunmadığında biyolojik gelişmeyi sınırlayan madde) besin maddesidir (Polatsü ve Topçu, 2012).

3.2.8. Toplam Sertlik

Suyun toplam sertliği yol açan metal iyonların mg/L cinsinden kalsiyum karbonat eşdeğeri olarak ifadesidir. Suyun sertliği kalıcı ve geçici olarak ikiye ayrılır. Geçici sertlik karbonat ve bikarbonat iyonlarında gelirken, kalıcı sertlik klorür ve sülfat iyonların ileri gelmektedir. Geçici sertlik suyun kaynatılması ile giderilebilir. Oysa kalıcı sertlik çöktürme ve iyon değişimi ile bertaraf edilmektedir.

3.2.9. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) sudaki yükseltgenbilir maddelerin kimyasal yolla oksitlenmeleri için gerekli oksijen miktarını ifade eder. Evsel ve endüstriyel atıksuların (özellikle endüstriyel) kirlilik derecesini belirlemede kullanılan önemli parametrelerden birisidir. BOİ (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı)'den farkı organik maddenin biyokimyasal reaksiyonlarla değilde redoks reaksiyonlarıyla oksitlenmesi temeline dayanmaktadır. Elektron transferinin olmadığı reaksiyonlara giren maddelerin kimyasal oksijen ihtiyacı ölçülemez (Doğanay, 2014).

3.2.10. Klorofil-a

Fitoplanktonlar deniz ve iç su kütlelerinin ışık veren üst tabakada yüzer durumda bulunan tek ve çok hücreli yapıda olan sudaki inorganik maddelerden besin yapabilen organizmalardır. Örnek olarak alg ve yeşil yapraklı bitkiler verilebilir. Bitkisel canlıların fotosentezinde kullanılan ve alg ve yeşil bitkilere renk veren boya maddesine (pigment) klorofil-a denir. Bu pigmentin konsantrasyonu su içinde bulunan mikroskobik bitkisel canlıların biyokütlesinin büyüklüğünü değerlendirmek için kullanılır. Fitoplanktonların kuru ağırlığının yaklaşık %1-2'sini oluşturan klorofil-a ve türevleri içerir.

3.3. Biyolojik Ölçümler

Bu çalışmada biyolojik ölçümler Büyük Menderes Nehrinin iki kolu üzerinde yer alan 4 istasyondan taban çamur örnekleri alınarak yapılmıştır. Dört istasyonun konumları şekil 3.1'de harita üzerinde işaretlenmiştir ve istasyonların coğrafik konumları izelge 3.1.'de verilmiştir. 1. ve 2. istasyon Nazilli ilçesinin giriş ve çıkışından olmak üzere, 3. istasyon Büyük Menderes Nehrinin bir kolu olan Akçay üzerinden (Bozdoğan ilçesi yakınlarından) 4. istasyon Kemer Barajı yol üzerinden

belirlenmiştir. Örneklemeler kıydan 30-50 cm derinlikten olacak şekilde yapılmıştır.

Dört istasyondan Kasım-Eylül ayları arasında 2 aylık sürelerle bentik örneklemeler Ekman Grab (15 x 15 cm) (Şekil 3.4) aletiyle her istasyondan ikişer olmak üzere bir yıl boyunca yapılmıştır. Ekman grab ile alınan bentik çamur örneklerin üzeri etiketlenerek plastik poşetlere konulmuştur. Alınan örnekler hemen laboratuvara getirilip +4 °C'de eleme aşamasına kadar 1-2 gün muhafaza edilmiştir. Bentik çamur örnekleri 4000-2000-500 µm'lik göz açıklığına sahip 3 adet çelik elekden geçirilmiştir (Şekil 3.5). Sonrasınca organizma örnekleri sürekli muhafazası için % 5'lik formaldehit solüsyonu içeren küçük saklama şişelerinde konulmuştur. Her şişe üzeri bulunan organizmanın familya adı, örnekleme tarihi ve istasyon numarasını içeren bilgilerle etiketlenmiştir. Toplanan örnek organizmalar büyüteç ve stereo mikroskop altında incelenerek familya bazında taksonomik sınıflandırması yapılmıştır (Şekil 3.6). Daha sonrasında bu organizmaların nitel ve nicel değerlendirme için istasyonlara ve aylara göre organizma sayıları ve ağırlıkları tespit edilmiştir. Organizmaların ağırlıkları hassa terazide (0,0001 g) ölçülmüştür (Şekil 3.7). Taksonomik sınıflandırma Macan (1959), Edmondson (1959) ve Red List-IUCN (2018)'a göre yapılmıştır (Şekil 3.8). Teşhisi yapılan örnekler Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Laboratuvarında saklanmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.4. Ekman grab aleti (15 x 15 cm)



Şekil 3.5. Bentik çamur örnekleme elekleri (4000-2000-500 μm)



Şekil 3.6. Stereo mikroskop (Novex)



Şekil 3.7. Hassas terazi (Kern)



Şekil 3.8. Familya tayin aşaması



Şekil 3.9. Örneklerin saklanması

Ekman grap ağız açıklığı kadar yüzey alanından toplanan makroomurgasız organizmaların sayı ve ağırlıklarından orantısal olarak m²'deki bollukları (birey sayısı) ve biyokütleri hesaplanmıştır. Sonrasında bu sonuçlar üzerinden her familya için istasyonlara ve aylara göre bolluk ve biomass değerlerini gösteren grafikler çizilmiştir.

3.4. Örneklemeye Noktalarının Özellikleri

3.4.1. Nazilli Çıkış İstasyonu

Nazilli çıkış istasyonu, Aydın-Nazilli yönünde Nazilli ilçesi girişinde yer alır. Suyu az bulanık, taban siyah-kahve renkli ve balçık çamurlu yapıya sahiptir. Ayrıca nehir kıyısı okaliptüs, söğüt ve su kamışları ile sıkı bir şekilde kaplıdır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Nazilli Çıkışı istasyonu saha görüntüsü

3.4.2. Nazilli Giriş İstasyonu

Nazilli Giriş istasyonu, Nazilli-Denizli yönünde Nazilli ilçesi çıkışında yer alır. Suyu az bulanıktır. Taban siyah renkli çamurlu-kumlu yapıya sahiptir. Nehir kıyısı su kamışları ile örtülüdür (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Nazilli Giriş istasyonu saha görüntüsü

3.4.3. Bozdoğan Akçay Kolu İstasyonu

Bozdoğan Akçay Kolu istasyonu, Nazilli-Bozdoğan yönünde Akçay kolu üzerinde yer alır. Suyu durağan, berrak, yeşil renkli ve su bitkileriyle kaplıdır. Taban kahverengi renkli, çakıllı-kumlu yapıdadır. Nehir kıyısı okaliptüs, söğüt ağaçlarıyla örtülüdür (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Bozdoğan Akçay Kolu istasyonu saha görüntüsü

3.4.4. Kemer Barajı Akçay Kolu İstasyonu

Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonu, Nazilli-Kemer barajı yönünde Akçay kolu üzerinde yer alır. Suyu berrak, yeşil renkli ve bitkisizdir. Taban kahverengi renkli, çakıllı-kumlu yapıdadır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonu saha görüntüsü

4. BULGULAR

4.1. Fiziko-Kimyasal Değerlendirme

Bu çalışmada, Büyük Menderes Nehri'nin Nazilli- Bozdoğan bölgesinde iki kolu üzerinde belirlenen 4 istasyonda su kalitesini tahmin etmek için bazı fiziko-kimyasal parametreler (sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen-ÇO, elektrik iletkenliği-EC, tuzluluk-salinite, toplam azot, toplam fosfor, toplam sertlik, kimyasal oksijen ihtiyacı-KOİ ve klorofil-*a*) yıllık olarak 2 aylık aralıklarla ölçülmüştür. Bu 10 fiziko-kimyasal parametrenin Kasım 2018 - Eylül 2019 tarihleri arası 4 istasyon için zamana bağlı Çizelge (Çizelge 4.1, 4.2., 4.3. ve 4.4) ve grafikleri oluşturulmuştur.

Çizelge 4.1. Nazilli Çıkış istasyonu su kalite parametreleri

Aylar	Sıcaklık	pH	ÇO	EC	Tuzluluk	T.Azot	T.Fosfor	T.Sertlik	KOİ	Klorofi- <i>a</i>
Kasım	16,1	7,78	4,12	2,89	1,5	5,32	1,92	785	18,7	0,37
Ocak	16,7	7,61	5,05	2,47	1,2	8,82	2,35	753	31,7	1,19
Mart	19,0	7,72	6,53	2,90	1,5	8,82	2,94	800	37,6	4,76
Mayıs	26,8	7,67	5,08	2,12	1,3	8,15	1,29	762	26,2	1,60
Temmuz	25,6	7,69	5,75	2,04	1,0	5,76	2,55	739	24,7	0,38
Eylül	22,8	7,93	5,40	2,46	1,1	4,90	2,55	792	28,6	0,39
Yıllık Ort	21,16± 4,57	7,73± 0,11	5,32± 0,80	2,48± 0,37	1,27± 0,21	6,96± 0,83	2,26± 0,58	771,33± 24,09	27,88± 6,43	1,45± 1,70
Sınıf	1	1	3	3	2	2	4	4	2	1

Çizelge 4.2. Nazilli Giriş istasyonu su kalite parametreleri

Aylar	Sıcaklık	pH	ÇO	EC	Tuzluluk	T.Azot	T.Fosfor	T.Sertlik	KOİ	Klorofi- <i>a</i>
Kasım	17,1	7,79	4,73	2,54	1,5	7,08	1,31	805	20,3	0,60
Ocak	19,3	7,62	5,99	2,25	1,1	6,25	1,91	720	35,4	1,40
Mart	22,2	7,89	8,47	3,36	1,8	12,20	1,85	828	46,1	11,72
Mayıs	30,6	7,73	6,78	2,35	1,2	4,89	0,69	754	26,2	0,73
Temmuz	30,7	7,90	8,36	2,13	1,1	2,96	0,90	775	13,6	1,07
Eylül	23,2	7,93	6,65	2,14	1,1	1,80	1,03	793	13,7	0,74
Yıllık Ort	23,83± 5,67	7,81± 0,12	6,83± 1,43	2,46± 0,46	1,29± 0,27	5,86± 3,68	1,28± 0,51	778,83± 38,46	25,84± 12,87	2,71± 4,42
Sınıf	1	1	2	3	2	2	4	4	2	2

Çizelge 4.3. Bozdoğan Akçay Kolu istasyonu su kalite parametreleri

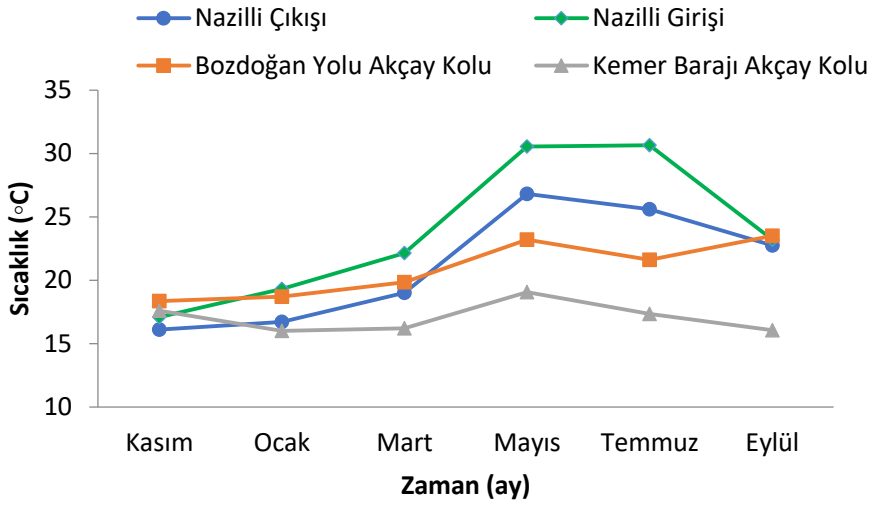
Aylar	Sıcaklık	pH	ÇO	EC	Tuzluluk	T.Azot	T.Fosfor	T.Sertlik	KOİ	Klorofi- <i>a</i>
Kasım	18,4	7,81	9,54	0,81	0,3	3,13	0,15	438	7,0	0,22
Ocak	18,7	8,23	11,61	0,69	0,3	3,60	0,21	360	13,7	1,38
Mart	19,9	7,90	9,65	0,81	0,3	4,66	0,29	434	9,4	0,48
Mayıs	23,2	7,97	10,20	0,59	0,2	3,71	0,07	319	25,7	0,20
Temmuz	21,6	8,03	10,41	0,59	0,2	2,32	0,10	596	13,0	0,12
Eylül	23,5	8,21	9,10	0,76	0,3	1,62	0,16	494	13,3	0,18
Yıllık Ort	20,87±	8,02±	10,08±	0,71±	0,27±	3,17±	0,16±	439,67±	13,67±	0,43±
Sınıf	1	1	1	2	1	1	2	3	1	1

Çizelge 4.4. Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonu su kalite parametreleri

Aylar	Sıcaklık	pH	ÇO	EC	Tuzluluk	T.Azot	T.Fosfor	T.Sertlik	KOİ	Klorofi- <i>a</i>
Kasım	17,6	8,15	10,37	0,62	0,2	0,43	0,03	336	1,2	1,25
Ocak	16,0	8,15	11,40	0,54	0,2	2,37	0,09	292	10,6	0,30
Mart	16,2	7,99	11,04	0,54	0,2	3,08	0,13	302	7,1	0,12
Mayıs	19,1	7,99	8,87	0,55	0,2	2,76	0,03	297	26,1	0,40
Temmuz	17,4	8,05	7,50	0,57	0,2	1,85	0,11	555	11,1	0,31
Eylül	16,1	7,96	6,06	0,58	0,2	0,98	0,05	531	10,9	0,33
Yıllık Ort	17,04±	8,04±	9,20±	0,56±	0,20±	1,91±	0,07±	385,25±	11,15±	0,45±
Sınıf	1	1	1	2	1	1	2	3	1	1

4.1.1. Sıcaklık

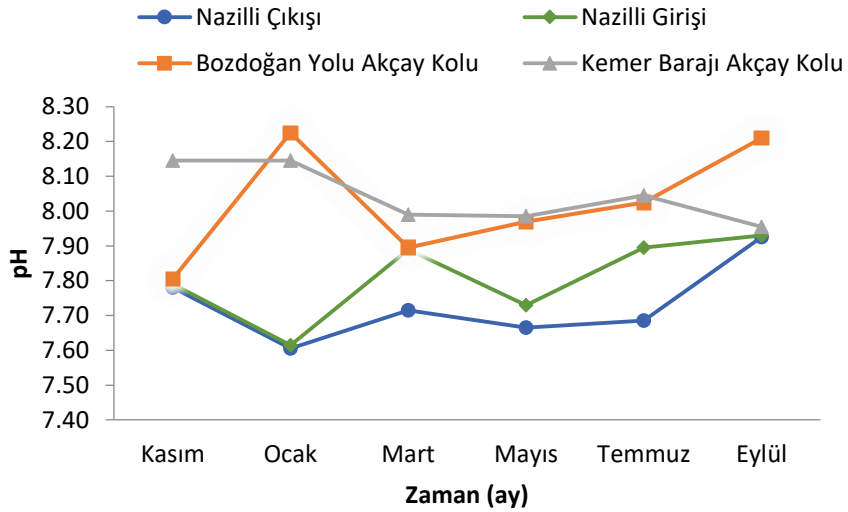
Su sıcaklığı yaz-kış Bozdoğan Akçay Kolu ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonlarında 15-20 °C arasında bulunurken kışın Nazilli Çıkış ve Nazilli Giriş istasyonlarında 15-20 °C’de iken yazın ≥ 25 °C’lerde değişim göstermiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Su sıcaklığının dört istasyonda yıllık değişimi

4.1.2. pH

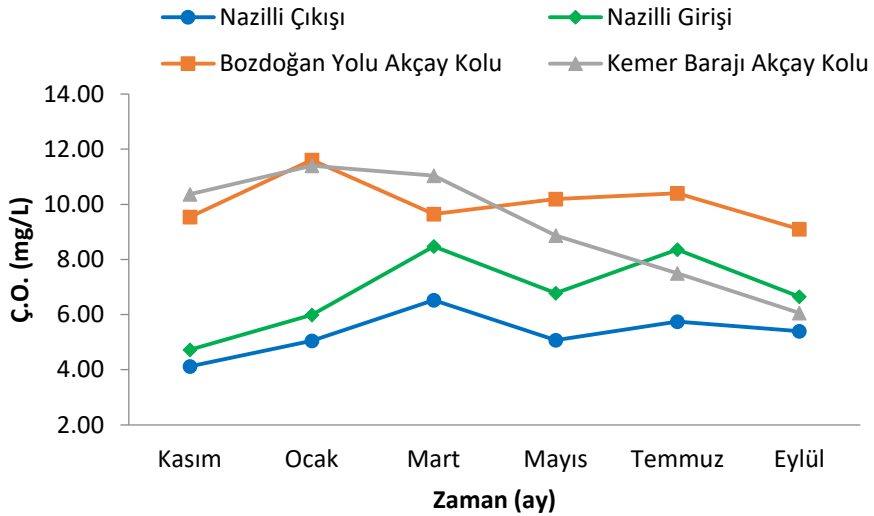
pH dört istasyonda yıl boyunca 7.60-8.23 arasında değişmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. pH'nın dört istasyonda yıllık değişimi

4.1.3. Çözünmüş Oksijen

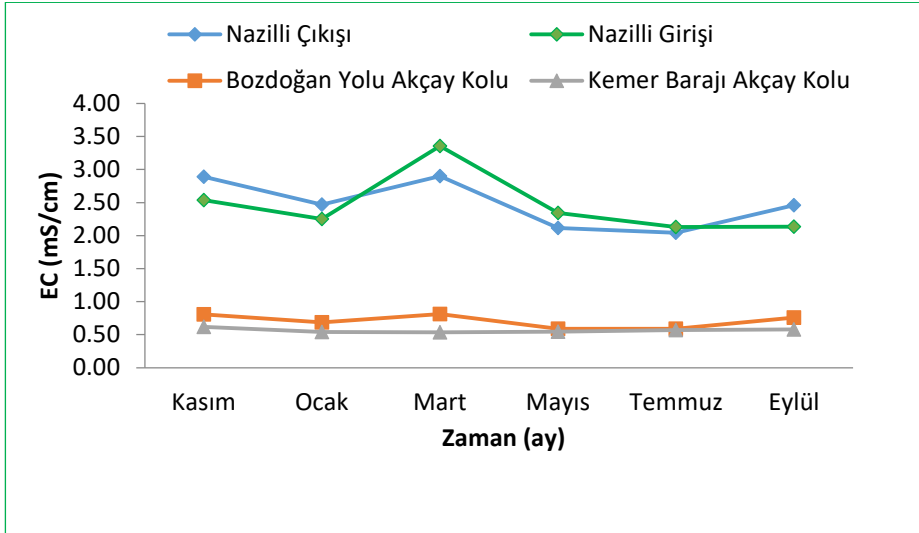
Çözünmüş oksijen (ÇO) Nazilli Çıkış ve Nazilli Giriş istasyonlarında 4,12-8,47 mg/L arasında değişirken Bozdoğan Akçay Kolu ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonlarında 6,06-11,61 mg/L arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. ÇO'nin dört istasyonda yıllık değişimi

4.1.4. Elektrik İletkenliği

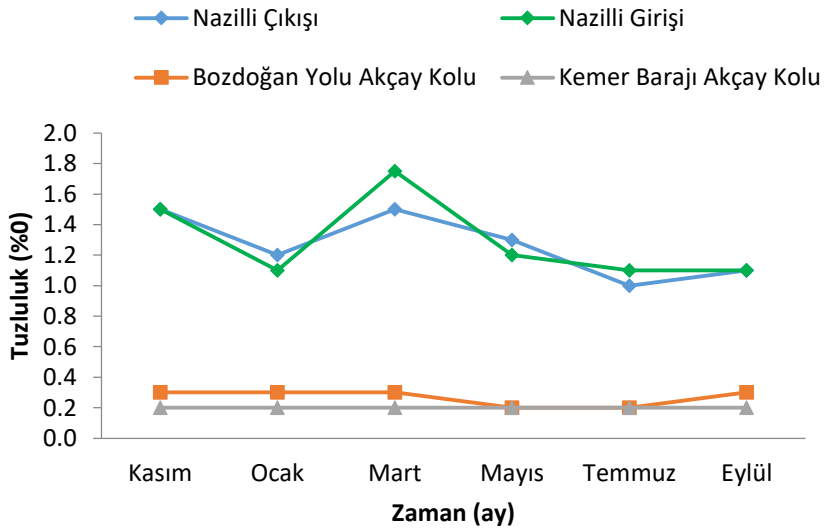
Elektrik iletkenliği (EC) Nazilli Çıkış ve Nazilli Giriş istasyonlarında 2.04-3.36 mS/cm arasında değişirken Bozdoğan Akçay Kolu ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonlarında 0.54-0.81 mS/cm arasında değişmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. EC'nin dört istasyonda yıllık değişimi

4.1.5. Tuzluluk

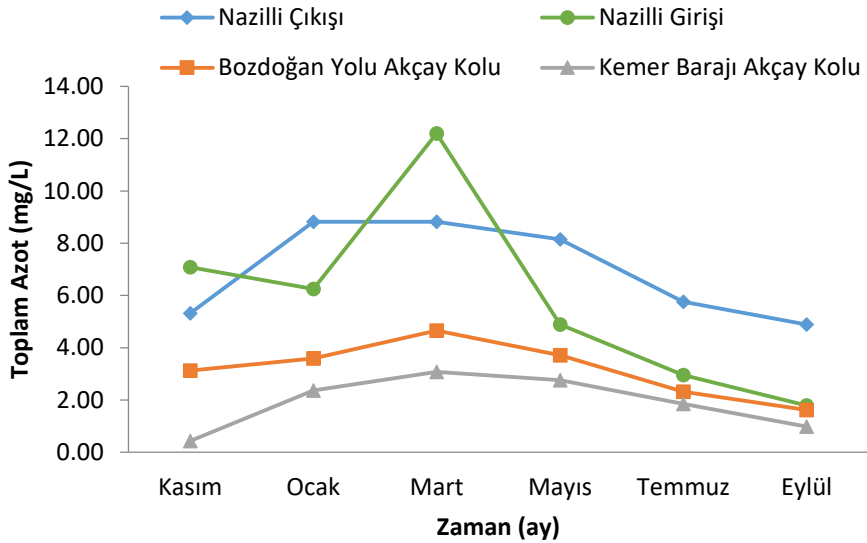
Tuzluluk Nazilli Çıkışı ve Nazilli Girişi istasyonlarında 1.0-1.8 arasında değişirken Bozdoğan Akçay Kolu ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonlarında 0.2-0.3 arasında değişmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Tuzluluğun dört istasyondaki yıllık değişimi

4.1.6. Toplam Azot

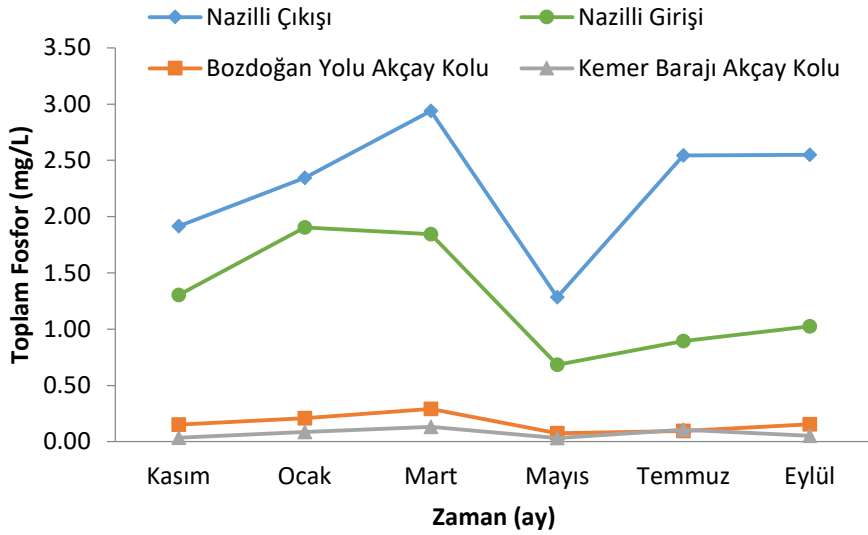
Toplam azot Nazilli Çıkış ve Nazilli Giriş istasyonlarında 1.80-12.20 mg/L arasında değişirken Bozdoğan Akçay Kolu ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonlarında 0.43-4.66 arasında değişmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Toplam azotun dört istasyonda yıllık değişimi

4.1.7. Toplam Fosfor

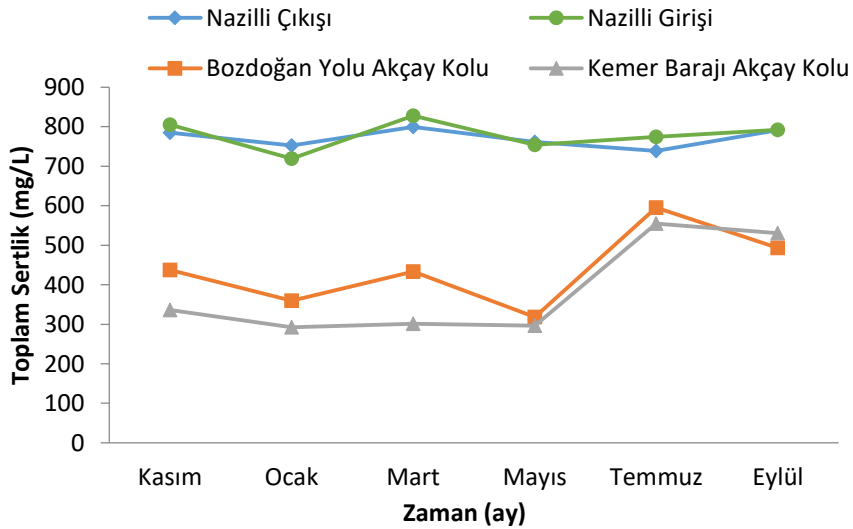
Toplam fosfor Nazilli Çıkış ve Nazilli Giriş istasyonlarında 0,69-2,94 mg/L arasında değişirken Bozdoğan Akçay Kolu ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonlarında 0,03-0,29 mg/L arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Toplam fosforun dört istasyonda yıllık değişimi

4.1.8. Toplam Sertlik

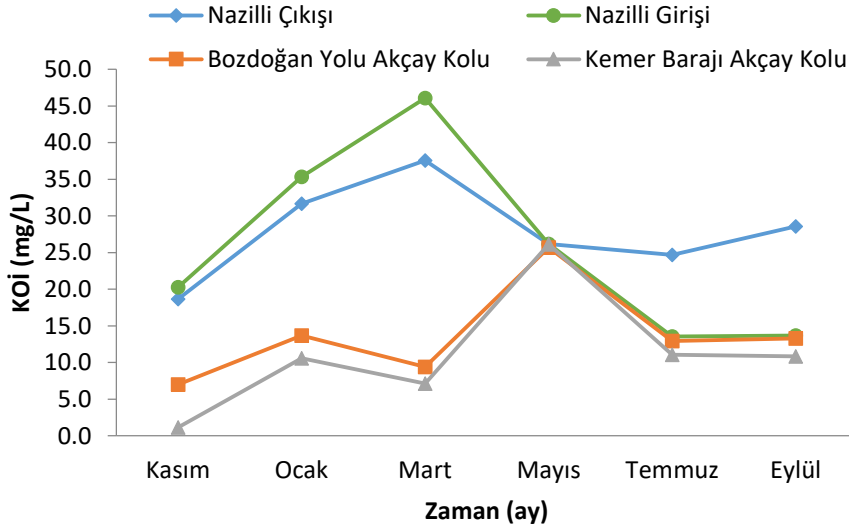
Toplam sertlik Nazilli Çıkış ve Nazilli Giriş istasyonlarında 720-828 mg/L CaCO_3 arasında değişirken Bozdoğan Akçay Kolu ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonlarında 292-596 mg/L CaCO_3 arasında değişmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Toplam sertliğin dört istasyonda yıllık değişimi

4.1.9. Kimyasal Oksijen İhtiyacı

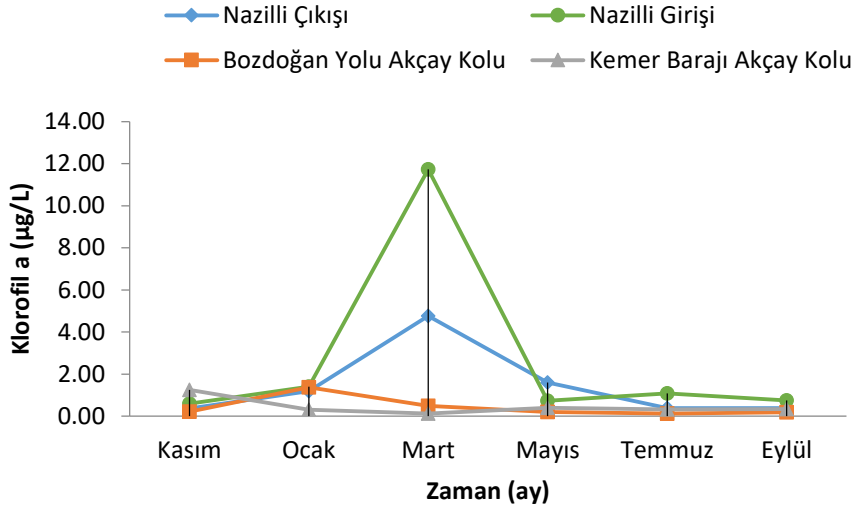
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) Nazilli Çıkış ve Nazilli Giriş istasyonlarında 13,6-46,1 mg/L arasında değişirken Bozdoğan Akçay Kolu ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonlarında 1,2-26,1 mg/L arasında değişmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. KOİ'in dört istasyonda yıllık değişimi

4.1.10. Klorofil-a

Klorofil-a Nazilli Çıkış ve Nazilli Giriş istasyonlarında 0,37-11,72 $\mu\text{g/L}$ arasında değişirken Bozdoğan Akçay Kolu ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonlarında 0,12-1,38 $\mu\text{g/L}$ arasında değişmiştir (Şekil 4.10).

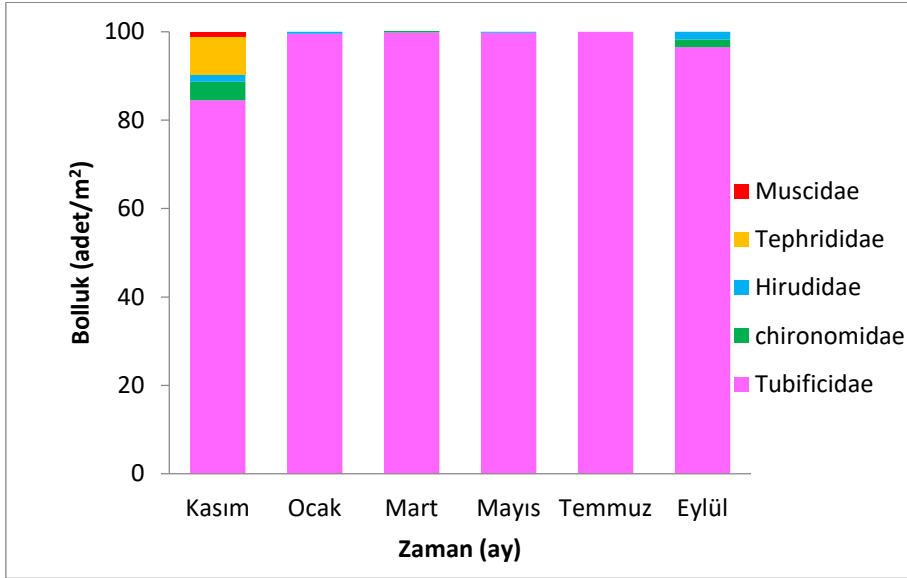


Şekil 4.10. Klorofil-*a*'nın dört istasyonda yıllık değişimi

4.2. Biyolojik Değerlendirme

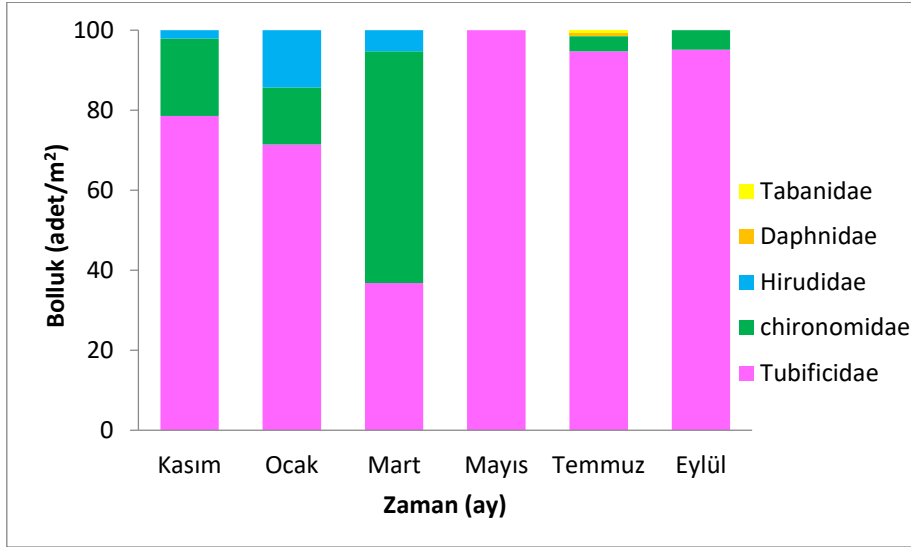
4.2.1. Makroomurgasızların Bolluk Olarak Değerlendirmesi

Her istasyondaki bulunan bentik omurgasızların m² düşen birey sayısının verilmesi nehrin taban alanına düşen bolluk miktarını vermektedir.



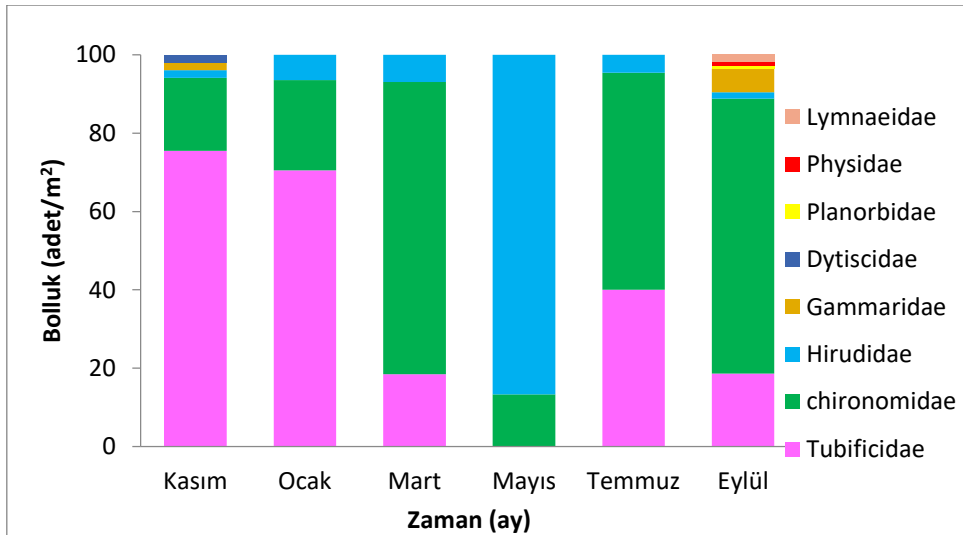
Şekil 4.11. Nazilli Çıkış istasyonu makroorganizmalar bolluk değişimi

İstasyonlarda bulunan makroorganizmalar bolluk (adet/m^2) olarak değerlendirildiğinde Nazilli Çıkış istasyonunda 5 familya tespit edilmiştir (Şekil 4.11). Bu istasyonda bulunan canlıların büyük çoğunluğunu 1. sırada Tubificidae familyası, 2. sırada Chironomidae familyası, 3. sırada Hirudinidae familyası ve diğer familyaları Tephridae ve Muscidae oluşturmuştur. Kasım ve Eylül ayları haricinde Ocak ile Temmuz arasında tüm yıl boyunca Tubificidae familyası % 100 yakın bir oranda baskınlık göstermiştir.



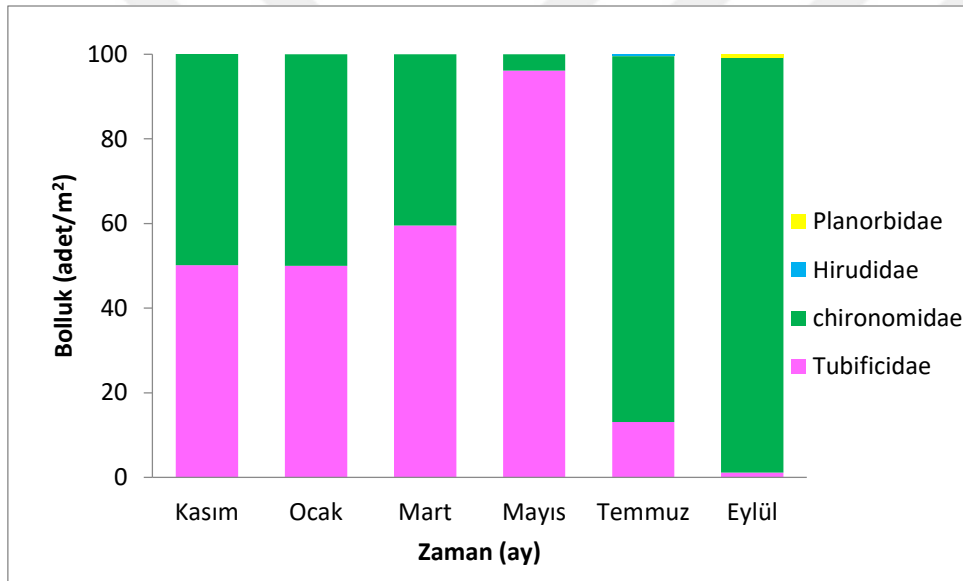
Şekil 4.12. Nazilli Giriş istasyonu makroomurgasız bolluk değişimi

Nazilli Giriş istasyonunda da 5 familya tespit edilmiştir. Bu istasyonda bulunan canlıların büyük çoğunluğunu yine 1. sırada Tubificidae familyası, 2. sırada Chironomidae familyası, 3. sırada Hirudinidae familyası ve diğer familyaları Daphnidae ve Tabanidae oluşturmuştur (Şekil 4.12). Bu istasyonda 3 familya Mayıs ayı hariç tüm yıl boyunca birlikte bulunmuştur. Ama yine Nazilli Çıkış istasyonunda olduğu gibi en baskın familya Tubificidae olmuştur.



Şekil 4.13. Bozdoğan Akçay Kolu istasyonu makroomurgasız bolluk değişimi

Bozdoğan Akçay Kolu istasyonunda 8 familya tespit edilmiştir. Bu istasyonda bulunan canlıların büyük çoğunluğunu yine 1.sırada Tubificidae familyası, 2. sırada Chironomidae familyası, 3. sırada Hirudinidae familyası ve diğer familyaları Gammaridae, Dytiscidae, Planorbidae, Physidae ve Lymnaeidae oluşturmuştur (Şekil 4.17). Bu istasyonda tüm yıl boyunca familya çeşitliliği fazla olmuştur. Kasım ve Ocak aylarında Tubificidae familyası baskın iken Mayıs'ta Hirudinidae sonrasında Temmuz ve Eylül aylarında Chironomidae baskın familya olmuştur.

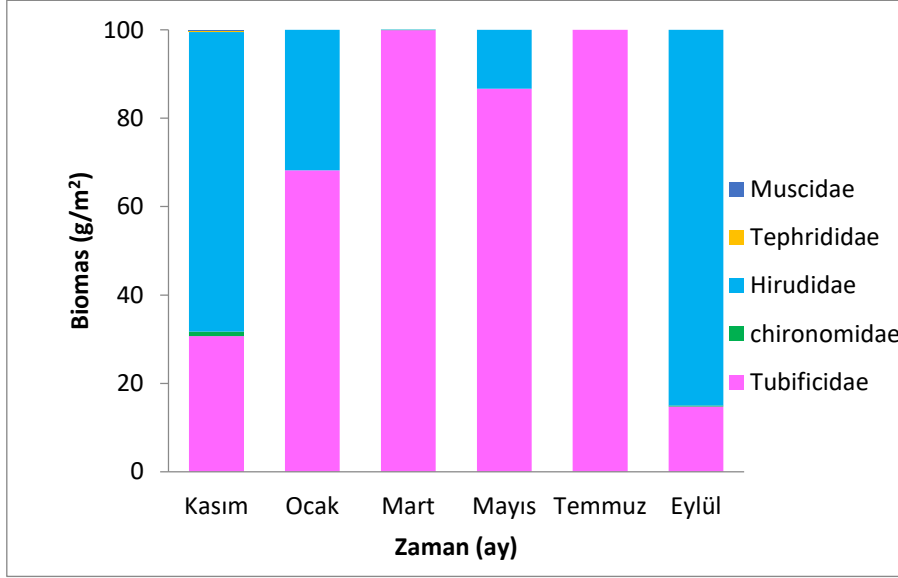


Şekil 4.14. Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonu makroomurgasız bolluk değişimi

Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonunda 4 familya tespit edilmiştir. Bu istasyonda bulunan canlıların büyük çoğunluğunu yine 1.sırada Tubificidae familyası, 2. sırada Chironomidae familyası, 3. sırada Hirudinidae familyası ve diğer familyayı Planorbidae oluşturmuştur (Şekil 4.18). Bu istasyonda Kasım ve Ocak aylarında Tubificidae ve Chironomidae familyaları yarıyarıya tüm organizmaları oluştururken Mart ayından itibaren Tubificidae baskın olmaya başlamış ve Mayısta % 96 oranında baskın organizma olarak görülmüştür. Ama Temmuz ayından itibaren % 86 oranı ile en baskın familya Chironomidae yer almıştır ve Eylül'de oranı % 98'e çıkmıştır.

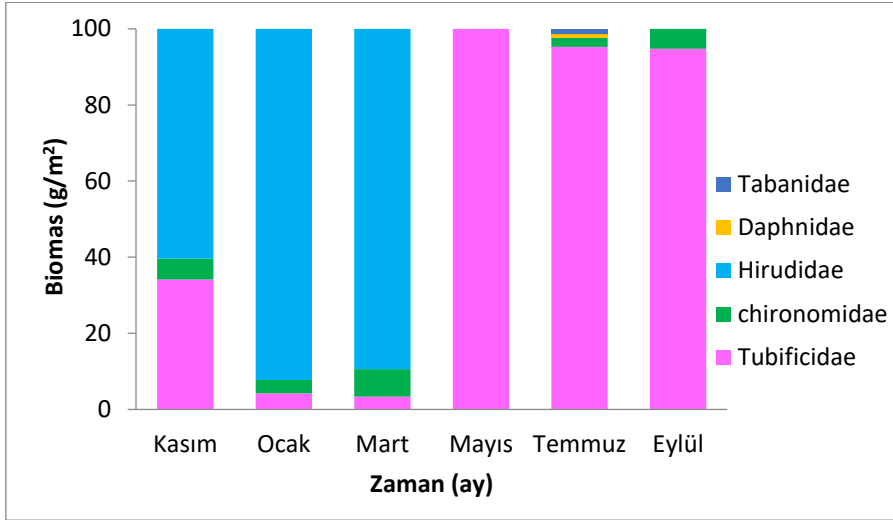
4.2.2. Makroomurgasızların Biyokütle Olarak Değerlendirmesi

Her istasyondaki bulunan bentik omurgasızların m² düşen ağırlıklarının gram cinsinden verilmesi nehrin taban alanına düşen biyokütle vermektedir.



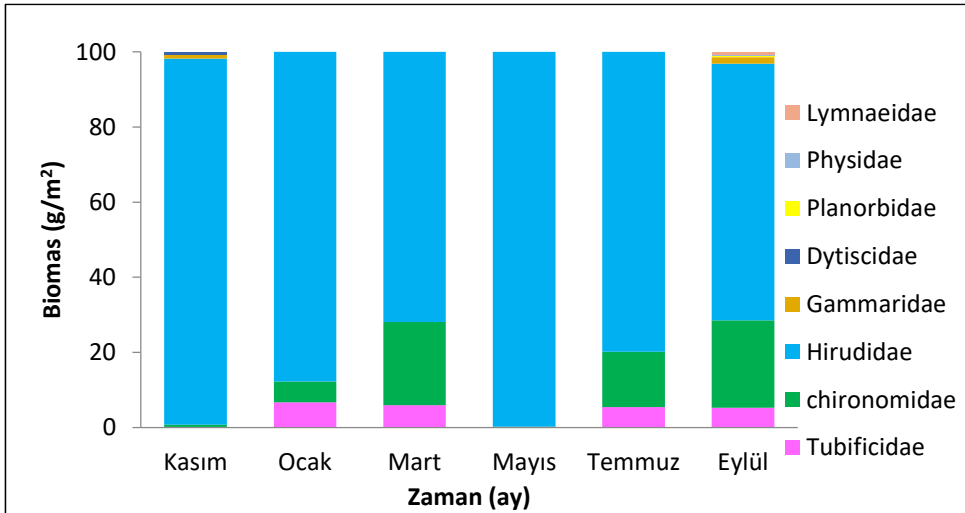
Şekil 4.15. İki aylık aralıklarla 1 yıl boyunca Nazilli Çıkış istasyonu makroomurgasız biyokütle değişimi

İstasyonlarda bulunan makroourgasızlar biyokütle (g/m²) olarak değerlendirildiğinde Nazilli Çıkış istasyonunda Kasım ayında Hirudinidae familyası baskın (% 67) iken Ocak ayında Tubificidae familyası baskın olmuştur (% 68) (Şekil 4.15). Mart ayında bu familya %100, Mayıs ayında % 86 ve Temmuz ayında % 100 olmuştur. Eylül ayında Hirudinidae familyası tekrar % 85 oran ile en baskın familya olmuştur.



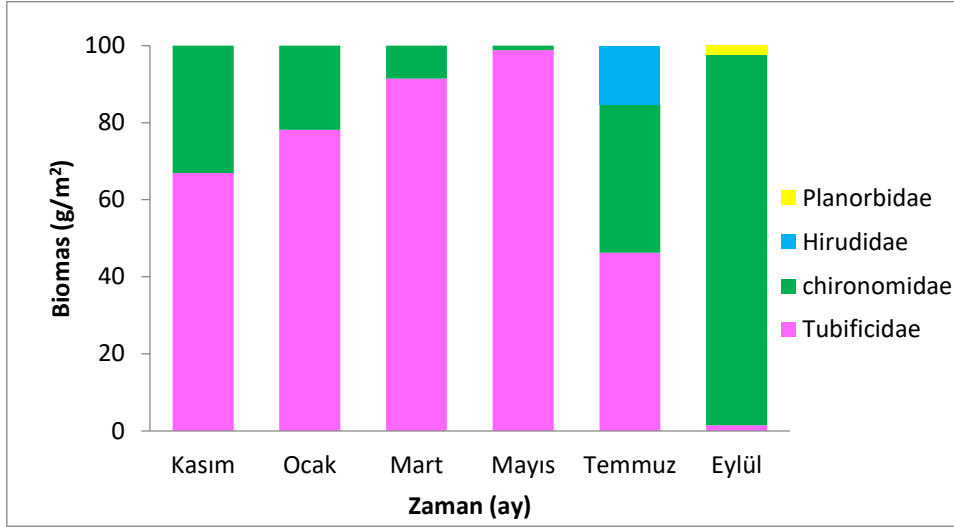
Şekil 4.16. İki aylık aralıklarla 1 yıl boyunca Nazilli Giriş istasyonu makroomurgasız biyokütle değişimi

Nazilli Giriş istasyonunda Kasım ayından itibaren Hirudinidae familyası baskın olaya başlamış (% 60) iken Ocak'ta % 92 ve Mart'ta % 89 oranla en baskın olmuştur (Şekil 4.16). Mayıs ile Eylül arasında % 100'e yakın oranda en baskın familya Tubificidae olmuştur.



Şekil 4.17. İki aylık aralıklarla 1 yıl boyunca Bozdoğan Akçay Kolu istasyonu makroomurgasız biyokütle değişimi

Bozdoğan Akçay Kolu istasyonunda tüm yıl boyunca %68-100 oranları arasında en baskın familya hep Hirudinidae olmuştur (Şekil 4.17).



Şekil 4.18. İki aylık aralıklarla 1 yıl boyunca Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonu makroomurgasız biyokütle değişimi

Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonunda, Kasım ayından başlayarak artan oranlarda (%67-99) Tubificidae en baskın familya olmuştur. Fakat Temmuz'da Tubificidae %46, Chironomidae %38, Hirudinidae %15 iken Eylül'de en baskın familya Chironomidae olmuştur (%96) (Şekil 4.18).

İstasyonlara göre toplam bolluk, toplam biyokütle, takson sayısı, BMWP, ASPT değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. İstasyonlara göre toplam bolluk, toplam biyokütle, takson sayısı, BMWP, ASPT

Bolluk	İstasyon			
	1	2	3	4
T. Bolluk (birey/m ²)	308.622	27.267	36.511	25.733
T. Biyokütle (g/m ²)	635.994,2	7.006,3	878,7	114,9
Takson Sayısı	5	5	8	4
BMWP	6	10	23	9
ASPT	1,2	2	2,88	2,25

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bentik makroomurgasızlar nehir, çay, dere, göl ve bataklık gibi sulak alanlarda sediment kısmında yaşanan sucul organizmalardır. İsminden de anlaşıldığı gibi omurgaları olmayan ve çıplak gözle görülebilen canlılardır. Bu canlılar mikroskobik olan sivrisinek larvalarından gözle görülen dobson sineği larvalarına (*Corydalis cornutus*) ve kerevitlere kadat değişen boyutta bulunurlar. Su tabanında yaşanan bu bentik omurgasızlar suyun kalitesine göre çeşitlilik gösterirler. Yani iyi bir su kalite indikatörü canlılarıdır.

5.1. Fiziko-Kimyasal Değerlendirme

Bu çalışmada, Büyük Menderes Nehri'nin Kasım 2019-Eylül 2019 tarihleri arası fiziko-kimyasal parametreleri 2 aylık aralıklarla bir yıl boyunca incelenmiştir. Akarsularda su sıcaklığının suyun akış hızına, hacmine, derinliğine, taban yapısına ve kimyasına ve hava sıcaklığına değiştiğini Wetzel (2001) bildirmiştir. Büyük Menderes Nehri'nde yıllık sıcaklık ortalamaları Nazilli Çıkış istasyonunda 21,16 °C; Nazilli Giriş istasyonunda 23,83 °C; Bozdoğan Akçay Kolu istasyonunda 20,87 °C; Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonunda 17,04 °C olmuştur. En yüksek sıcaklık Nazilli Çıkış istasyonunda Mayıs ve Temmuz'da 30,6 ve 30,7 °C'ye çıkmıştır. En düşük sıcaklık Kasım'da Nazilli Çıkış istasyonunda, Eylül'de Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonunda olmuştur.

pH suyun asitik ya da bazik olduğunu gösterendeğerdir. Sudaki canlılar için çok önemli bir faktördür. Su canlıları için en iyi pH aralığı 6,5-8,5'dur (Birici, 2017). pH Nazilli Çıkış ve Nazilli Giriş istasyonlarında 7,73 ve 7,81 iken Bozdoğan Akçay Kolu ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonlarında 8 civarında olmuştur. En yüksek pH Ocak'ta Bozdoğan Akçay Kolu istasyonunda olmuştur.

Su canlıları için diğer bir önemli su parametresi çözünmüş oksijendir. Temiz sularda ÇO'nun 10 mg/L civarında olurken 5 mg/L'nin altındaki sular canlılar için problem oluşturduğu Şişli (1999) tarafından bildirilmiştir. ÇO Nazilli Çıkış istasyonunda 5,32 mg/L, Nazilli Giriş istasyonunda 6,83 mg/L, Bozdoğan Akçay Kolu istasyonunda 10,08 ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonunda 9,20 mg/L olduğu görülmüştür. En yüksek ÇO Ocak'ta Bozdoğan Akçay Kolu ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonlarında olmuştur.

Elektrik iletkenliği ise sudaki iyon miktarını gösterir. Elektrik iletkenliği Nazilli ıkış istasyonunda 2,48 mS/cm; Nazilli Giriş istasyonunda 2,46 mS/cm; Bozdoğan Akçay Kolu istasyonunda 0,71 mS/cm ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonunda 0,56 mS/cm olmuştur.

Toplam azot suyun kirli olduğunu gösteren bir değerdir. Toplam azot Nazilli ıkış istasyonunda 6,96 mg/L; Nazilli ıkış istasyonunda 5,86 mg/L; Bozdoğan Akçay Kolu istasyonunda 7,17 mg/L; Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonunda 1,91 mg/L olmuştur. En yüksek değer Nazilli Giriş istasyonunda Mart'ta çıkmıştır.

Toplam fosfor da toplam azot gibi suyun kirlilik göstergesidir. Suyun evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklarla kirletildiğinin bir göstergesidir. Toplam fosfor Nazilli ıkış istasyonunda 2,26 mg/L; Nazilli Giriş istasyonunda 1,28 mg/L; Bozdoğan Akçay Kolu istasyonunda 0,16 ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonunda 0,07 mg/L'dir. En yüksek Mart ayında ve en düşük Mayıs ayında çıkmıştır.

Toplam sertlik Nazilli ıkış ve Nazilli Giriş istasyonlarında 770 mg/L iken Bozdoğan Akçay Kolu ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonlarında 350 mg/L civarında değişmiştir. Görüldüğü gibi 2 farklı su tipi oluşmuştur. Toplam sertlik açısından Nazilli ıkış ve Nazilli Giriş istasyonları 4. sınıf; Bozdoğan Akçay Kolu ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonları 3. sınıf su kalitesinde çıkmıştır.

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)'da toplam sertlik gibi 2 tipte su oluşturmuştur. KOİ Nazilli ıkış istasyonunda 27,88 mg/L, Nazilli Giriş istasyonunda 25,84 mg/L, Bozdoğan Akçay Kolu istasyonunda 13,67 mg/L ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonunda 11,15 mg/L'dir. En yüksek Mart'ta Nazilli ıkış istasyonunda 37 mg/L ve Nazilli Giriş istasyonunda 46 mg/L ıkmıştır.

Klorofil-*a* değerleri de suyun organik olarak kirlendiğini göstermektedir. Bu değerler Nazilli ıkış istasyonunda 1,45 μ g/L; Nazilli Giriş istasyonunda 2,71 μ g/L, Bozdoğan Akçay Kolu istasyonunda 0,43 μ g/L ve Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonunda 0,45 μ g/L olmuştur. En yüksek Nazilli Giriş istasyonunda Mart'ta çıkmıştır. Diğer istasyonlarda yıl boyu çok düşüktür.

5.2. Biyolojik Değerlendirme

Bu çalışmada, bentik makroomurgasızlar biyokütle, bolluk ve mevsimsel değişiminde Büyük Menderes Nehri'nin kirli olduğunu görülmüştür. Bu çalışmada bulunan bentik omurgasızlar familya isimlerine göre sınıflandırılmıştır. En çok görülen familyalar Tubificidae, Chironomidae ve Hirudinidae olmuştur.

Büyük Menderes Nehri'nde en yaygın görülen familya Tubificidae'dir. Bu sonuç nehirin kirli olduğunu göstermiştir (Woodiwiss, 1964; Chandler, 1970; Hart vd., 1974, Kazancı ve Girgin, 1988). Şehirsiz alanlarda kanalizasyon atıklarının deşarj edildiği sulara Oligochaeta (Tubificidae)'ların kronik etkisinin söz konusu olduğunu bildirmiştir (Seager ve Abrahams, 1990). Çünkü böyle alanlarda bentik makroomurgasızların biyoçeşitliliği azalmakta ve Tubificidae familyasının bolluk ve biyokütlesi artmaktadır. Aynı durum bu çalışmadaki 4 istasyon içinde geçerlidir.

Bu çalışma, Büyük Menderes Nehri bentik makroomurgasız faunasının belirlenmesi amacıyla Kasım 2019 ve Eylül 2019 tarihleri arasında bir yıllık periyotta gerçekleştirilmiştir. Toplanan örnekler içerisinde en fazla birey sayısı Oligochaeta takımı Tubificidae familyasında oluşmuştur. Küçük (2006) Ankara Kirmir Çayı'nda yaptığı çalışmasında 3 istasyonda da en fazla birey bulunan familyanın Tubificidae olduğunu bildirmiştir (% 78). Bu çalışmada, dört istasyonda toplam 12 takson bulunmuştur. Bunlardan 5 familya Nazilli Çıkış istasyonunda, 5 familya Nazilli Giriş istasyonunda, 8 familya Bozdoğan Akçay Kolu istasyonunda, 4 familya Kemer Barajı Akçay Kolu istasyonda yer almıştır. Bu çalışmaya benzer çalışmalar Ankara Kirmir Çayı'nda (Küçük, 2006; Küçük ve Alpbaz, 2008), Kelkit Çayı'nda (Kazancı, 2008), Kemer Baraj Gölü'nde (Yıldız vd., 2009), Süleymanlı Gölü'nde (Duran ve Akyıldız, 2011), Porsuk Çayı'nda (Kırağaç vd., 2011), İskar Nehri'nde (Lock vd., 2011), Mananga Nehri'nde Batı Lagünü ve Timsah Gölü'nde (Flores ve Zafaralla, 2012), Nzovwe Nehri'nde (Ojija ve Laizer, 2016), Endonezya'da 3 farklı akarsuda (Patang vd., 2018) ve Karagöl'de (Topkara vd., 2018) yapılmıştır.

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

Bolluk	İstasyon			
	1	2	3	4
T. Bolluk (birey/m ²)	308.622	27.267	36.511	25.733
T. Biyokütle (g/m ²)	635.994,2	7.006,3	878,7	114,9
Takson Sayısı	5	5	8	4
BMWP	6	10	23	9
ASPT	1,2	2	2,88	2,25

Çizelge 5.2. 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

Bu çalışmada BMWP ve ASPT skorları sırasıyla 6-23 ve 1,2-2,88 arasında değişmiştir (Çizelge 5.1.). Zeybek vd. (2014) Değirmendere Çayı'nda BMWP ve ASPT değerlerini sırasıyla 82-128 ve 5,67-6,18 arasında bulmuştur. Bu değerler Büyük Menderes Nehri'nin değerlerinden çok farklı çıkmıştır. Çünkü Büyük Menderes Nehri çok kirli çıkarken Değirmedere Çayı temiz su kalitesine sahip olmuştur. Aynı şekilde, Balık vd. (2006) İzmir Küçük Menderes Nehri'nde yaptığı kirlilik çalışması sonucunda Oligochaeta grubunun baskınlık oranlarını aylara ve istasyonlara göre % 100 çıktığı ve değerlendirme sonucunda Küçük Menderes Nehri'nin aşırı kirli olduğunu bildirmiştir. Duran ve Akyıldız (2011) Denizli Süleymanlı Gölü'nde yaptığı 3 yıllık biyolojik değerlendirme sonunda Oligochaeta oranının yıllara bağlı olarak arttığını ve tür sayısının azaldığını göstermiştir. 2006 ve 2007 yıllarında orta kirlilikte olan gölün 2008'de kirli olduğunu vurgulamıştır.

Sonuç olarak, Büyük Menderes Nehri'nin su kalitesini belirlemede kullanılan fiziko-kimyasal sonuçlar 4 istasyonda da iyi kalitede su bulunduğuna işaret etmiştir.

Fakat, bentik makroomurgasız bolluk ve biyokütle sonuçlarına ve ayrıca BMWP ve ASPT değerlerinin BMWP ve ASPT sınıflandırmasına göre 4 istasyonunda çok kirli olduğunu bulunmuştur (Çizelge 5.2.).

Öneriler

1. Büyük Mendereste kirlilik oluşturabilecek atıksu kaynakların denetlenmesi ve izlenmesi yetersiz kalmaktadır. Bu durum Büyük Menderes'te kirliliğin bu hale gelmesinin en önemli sebebidir. Bundan dolayı denetleme ve izleme işlemleri sadece yasal mevzuatlarda yerini almamalı bunun yanında saha uygulamalarına yeterli bir şekilde yer verilmelidir.
2. Büyük Menderes havzasında yoğun şekilde bulunan jeotermal elektrik santrallerinin canlı ekosistemine zarar verebilecek etkilerine çözüm bulunmalıdır.
3. Büyük Menderes havzasına evsel ve endüstriyel nitelikli atıksularını deşarj etmeden önce uygun arıtma sistemleri ile arıtıldıktan sonra alıcı ortama verilmelidir.
4. Havzadaki Tarımsal kaynaklı kirlenmeyi önlemek için çiftçi bu konuda bilinçlendirilmeli ve buna uygun politika yürütülmelidir.
5. Kentleşmenin artmasından dolayı oluşan sorunları gidermek için uygun su kaynaklarının özellikleri irdelenerek planlanma yapılmalıdır.
6. Havzada oluşan atıksuların uygun arıtma metodları kullanılarak tekrar kullanımı sağlanmalıdır.
7. Artan nüfus ve endüstriyel faaliyetlerin havzadaki su kaynaklarında meydana getirdiği veya getirebileceği yükü planlayarak sürdürülebilir su yönetim politikaları benimsenmeli ve uygulanmalıdır.
8. Türkiye'de su yönetimi konusunda çok sayıda kurum ve kuruluş yetki ve sorumluluk sahibidir. Bu kurumların, suyun korunması ve kullanılması ile ilgili görev, yetki ve sorumlulukları, ilgili yasal düzenlemelerde tanımlanmıştır. Bu durum, su ile ilgili hizmetlerin etkin yürütülmesini ve

aynı zamanda katılımcılık ilkesinin sağlanmasını zorlaştırmaktadır. Su sektöründeki bu dağınık yapılanma ve farklı sorumluluklar, hizmetlerde maliyetin yükselmesine ve ölçek sorununa sebep olmaktadır.

9. Tarımsal faaliyetler su kaynaklarının içinde en fazla tüketim oluşturduğundan sulama yöntemlerinde geleneksel yöntemlerden vazgeçilerek modern yöntemler kullanılmalıdır.

10. Yapılmış olan bentik makroomurgasızlar ile su kalitesinin belirlenmesi çalışmaları her yıl düzenli olarak yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akaahan, T.J.A. 2014. Studies on bentik fauna as bio indicators of pollution in river Benue at Makurdi, Benue State, Nigeria. **International Research Journal of Environment Sciences**, 3(7): 33-38.
- Akay, E., Dalkıran, N., Hasret, S., Karacaoğlu, D., Dere. Ş. 2014. Yalacdere (Yalova)'de bentik makroomurgasızlar kullanılarak su kalitesinin belirlenmesi. **VI. Ulusal Limnoloji Sempozyumu 25-28 Ağustos 2014, Bursa.**
- Akın, M., Akın, G. 2007. Suyun önemi, Türkiye'de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği. **Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi**, 47(2): 105-118.
- Aküzüm, T., Çakmak, B., Gökalp, Z. 2010. Türkiye'deki su kaynakları yönetiminin değerlendirilmesi. **Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi**, 3(1): 67-74
- Anonim1. Toprak ve Su Kaynakları. <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> Erişim Tarihi: 12.11.2019.
- Barlas, M., Kiriş, E. 2004. Akçay(Muğla-Denizli)'in fiziko-kimyasal ve bentik makroinvertebrate yönünden incelenmesi. **Muğla Üniversitesi Yayınları**, 49(29): 1-116.
- Balık, S., Ustaoglu, M.R., Özbek, M., Yıldız, S., Taşdemir, A., İlhan, A. 2006. Küçük Menderes Nehri'nin (Selçuk, İzmir) aşağı havzasındaki kirliliğin makro bentik omurgasızlar kullanılarak saptanması. **Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi**, 23(1-2): 61-65.
- Belal, A.A.M, El-sawy, M.A., Dar, M.A. 2016. The effect of water wuality on the distribution of macro-benthic fauna in Western Lagoon and Timsah Lake, Egypt. **Egyptian Journal of Aquatic Research**, 42: 437-448.
- Birici, N., Karakaya, G., Şeker, T., Küçükyılmaz, M., Balcı, M., Özbey, N., Güneş, M. 2017. Çoruh Nehri (Bayburt) su kalitesinin su kirliliği yönetmeliğine göre değerlendirilmesi. **International Journal of Pure and Applied Sciences**, 3(1): 54-64.

- Bhat, G.A., Jauhari, R.K., Paray, M.A., Devi, N.P. 2017. Study the wetland water quality using biotic indexes: A case study of Asan wetland of central Himalaya. **Internatinal Journal of Zoology studies**, 2(6): 233-238.
- Bulut, C., Atay, R., Uysal, K., Köse, E., Çınar, Ş. 2010. Ulubant Gölü yüzey suyu kalitesinin değerlendirilmesi. **İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi**, 25(1):9-18.
- Cirik, S., Cirik, Ş. 2012. Limnoloji. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Chandler, J.R. 1970. A biological approach to water quality management, **Water Pollution and Control**, 69: 415-422.
- Czerniawska-Kusza, I. 2005 Comparing modified biological monitoring working party score system and several biological indices based on macroinvertebrates for water-quality assessment. **Limnologica**, 35: 169-176.
- Çiçek, E., Birecikligil, S. 2015. Yüzeysel sularda su kalitesinin değerlendirilmesi ve izlenmesi için biyolojik bütünlük indeksi: balık indekslerinin kullanılması. **Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi**, 4(1): 45-56.
- Doğanay, E. 2014. AB su çerçeve direktifine göre ülkemiz sularının fizikokimyasal parametreler açısından izlenebilmesi için kullanılacak alaniz metotlarının değerlendirilmesi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Uzmanlık Tez, Ankara.
- 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.
- Duran, M., Suiçmez, M. 2007. Utilization of both benthic macroinvertebrates and physicochemical parameters for evaluating water quality of the stream Çekerek (Tokat, Turkey). **Journal of Environmental Biology**, 28(2): 231-236.
- Duran, M., Akyıldız, G.K. 2010. Evaluation benthic macroinvertebrate fauna and water quality of Suleymanlı lake (Buldan-denizli) in Turkey. **ACTA Zoologica Bulgarica**, 63(2): 169-178.
- 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, W.T. 1959. *Freshwater Biology*. John Wiley and Sons, New York.
- Egemen, Ö. 2011. *Su Kalitesi*. Ege Üniversitesi Yayınları, Su Ürünleri Fakültesi 14. 7 baskı, İzmir.
- Flores, M.J.L., Zafaralla, M.T. 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.
- Hart, C.W., Jrye, S., Fuller, L.H., (eds.) 1974. *Pollution ecology of freshwater invertebrates*, 1974, Academic Press, New York.
- IUCN. 2018. Rest list of threatened species. <https://www.iucnredlist.org/> Erişim tarihi. 15.11.2018
- Kalyoncu, H., Zeybek, M. 2009. Ağlasun ve Isparta Derelerinin bentik faunası ve su kalitesinin fiziko-kimyasal parametrelere ve Belçika biyotik indeksine göre belirlenmesi. **Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi**, 2(1): 41-48.
- Kalyoncu, H., Zeybek, M. 2011. An application of different biotic and diversity indices for assessing water quality: A case study in the Rivers Çukurca and Isparta (Turkey). **African Journal of Agricultural Research**, 6(1): 19-27.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, Ö.O., Çavuşoğlu, K. 2005. Aksu Çayı'nın su kalitesi değişimi üzerine bir araştırma. **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 9(1): 5-13.
- Kartikasari, D., Retnaningdyah, C., Arisoelaningsih, E. 2013. Application of water quality and ecology indices of benthic macroinvertebrate to evaluate water quality of tertiary irrigation in Malang District. **The Journal of Tropical Life Science**, 3(3): 193-201.
- Kazancı, N. and Girgin, S., 1998. Distribution of Oligochaete species as bioindicators of organic pollution in Ankara Stream and their use in biomonitoring. **Turkish Journal of Zoology**, 22: 83–87.
- Kazancı, N., Türkmen, G., Ertunç, Ö., Gültutan, Y., Ekingen, P., Öz, B. 2008. A research on water quality of Kelkit Stream using bentic macroinvertebrates and physicochemical variables. **Review of Hydrobiology**, 2: 145-160.

- Kazancı, N., Başören, Ö., Türkmen, G., Öz, B., Ekingen, P., Bolat, H.A. 2013. Assessment of macroinvertebrate community structure and water quality of running waters in Camili (Artvin, Turkey): a part of Caucasus biodiversity hotspot, by using water framework directive (WFD) methods. **Review of Hydrobiology**, 6(2): 91-102.
- Kırkağaç, M.U., Demir, N., Topçu, A., Fakıoğlu, Ö., Zencir, Ö. 2011. Porsuk Çayı'nda (Eskişehir) sucul makrofitler, zooplankton ve bentik makroomurgasızların incelenmesi. **Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi**, 3(1): 65-72.
- Kıymaz, G. 2018. Aşağı Gediz Havzası nehir sularının kalitesinin değerlendirilmesi ve fizikokimyasal parametrelerin makroomurgasız üzerine etkilerinin incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Küçük, S. 2006. Macroinvertebrate community structure of the Kirmir Creek-Sakarya River. **Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 3(2): 35-40.
- Küçük, S. 2007. Büyük Menderes Nehri su kalite ölçümlerinin su ürünleri açısından incelenmesi. **Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 4(1-2): 7-13.
- 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.
- Lock, K., Asenova, M., Goethals, P.L.M. 2011. Benthic macroinvertebrates as indicators of the water quality in Bulgaria: A case-study in the Iskar River basin. **Limnologica**, 41: 334-338.
- Macan, T.T. 1959. A guide to freshwater invertebrate animals. Logman, London.
- Munsuz, N., Ünver, İ., Çaycı, G. 1999. Türkiye Suları. Ankara Üniversitesi **Ziraat Fakültesi**, Ankara.
- Mutlu, E., Kutlu, B., Yanık, T., Sönmez, A.Y. 2014. Delice Göleti'nin (İmranlı-Sivas) su kalitesinin incelenmesi. **VI. Ulusal Limnoloji Sempozyumu 26-28 Ağustos 2014, Bursa.**

- Ojija F., Laizer, H. 2016. Macro invertebrates as bio indicators of water quality in Nzovwe Stream, in Mbeya, Tanzania. **International Journal of Scientific and Technology Research**, 5: 211-222.
- Örnekeci, G.N., Akgün, H., Küçükylmaz, M., Özbey, N., Şeker, T. 2014. Özlüce Baraj Gölü'nün (Bingöl) bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. **VI . Ulusal Limnoloji Sempozyumu 26-28 Ağustos 2014, Bursa**.
- Özacar, M., Sert, S., Bozathlı, A., Şengil, İ.A. 1999. Sapanca Glü'nün toplam fosfor ve klorofil-a miktarlarının mevsimsel değişimleri. **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 3(1): 66-68.
- Özer, K. 2014. Hangi Su İçilmeli. Hayykitap, İstanbul.
- Polatsü, S., Topçu, A. 2012. Balık Üretiminde Su Kalitesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Patang, F., Soegianta, A., Hariyanto, S. 2018. Benthic macroinvertebrates diversity as bioindicator of water quality of some rivers in East Kalimantan, Indonesia. **International Journal of Ecology**,
- Seager, J., and Abrahams, R.G., 1990. The Impact of Storm Sewage Discharges on the Ecology of a Small Urban River, **Water Science Technology**, 22(10-11): 163–171.
- Şişli, M.N. 1999. Çevre Bilimleri. Gazi Kitapevi, Ankara.
- Uyduranoğlu Ökten, A., Aksoy, A. 2014. Türkiye'nin Su Riskleri Raporu. Ofset Yapımevi, İstanbul.
- Taş, B. 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi. *Ekoloji*, 15(61): 6-15.
- Tekbaş, Ö.F. 2010. Çevre Sağlığı. Gülhane Askeri Tıp akademisi, Ankara.
- Topkara, E.T., Taşdemir, A., Yıldız, S. 2018. Karagöl (Dikili-İzmir)'ün bentikmakroomurgasız faunası üzerine bie araştırma. **Süleyman Deirel Üniversitesi Eğridir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi**, 14(1): 34-41.
- Türkmen, G., Kazancı, N. 2010. Applications of various biodiversity indices to bentic macroinvertebrate assemblages in streams of a national park in Turkey. **Review of Hydrobiology**, 3(2): 111-125.

- Varnosfaderany, M.N., Ebrahimi, E., Mirghaffary, N., Safyanian, A. 2010. Biological assessment of the Zayandeh Rud River, Iran, using benthic macroinvertebrates. **Limnologica**, 40: 226-232.
- Wetzel, G.r., Likens, G.E. 2001. Limnological Analyses. Third Edition.
- Woodiwiss, F.S., 1964. The biological system of stream classification used by the Trent River Board., **Chemistry and Industry**, 11: 443-447, 1964.
- Yıldız, S., Taşdemir, A., Balık, S., Ustaoglu, R. 2008. Kemer Baraj Gölü'nün (Aydın) makrobentik (Oligochaeta, Chironomidae) faunası. **Journal of Fisheries**, 2(3): 457-465.
- Yorulmaz, B., Sukatar, A., Barlas, M. 2015. Comparative analysis of biotic indices for evaluation of water quality of Esen River in South-West Anatolia, Turkey. **Fresenius Environmental Bulletin**, 24: 188-194.
- Zeybek, M. 2007. Çukurca Dere ve Isparta Deresi'nin Su kalitesinin makrozoobentik organizmalara göre belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Zeybek, M., Kalyoncu, H., Ertan, Ö.O., Çiçek, N.L. 2012. Köprüçayı Irmağı (Antalya) bentik omurgasız faunası. **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 16(2): 146-153.
- Zeybek, M., Kalyoncu, H. 2012. Köprüçay Nehri'nde biyotik indeksler ile çeşitlilik indekslerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. **Eğridir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi**, 8(1): 42-50.
- 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.
- Zeybek, M. 2017. Macroinvertebrate-based biotic indices for evaluating the water quality of Kargı Stream (Antalya, Turkey). **Turkish Journal of Zoology**, 41: 1-11.

EK 1.

Şekil 1.1. Tubificidae



Şekil 1.2. Chironomidae



Şekil 1.3. Hirudinidae



Şekil 1.4. Gammaridae



Şekil 1.5. Physidae



Şekil 1.6. Lymnaeidae



Şekil 1.7. Planorbidae



Şekil 1.7. Tabanidae

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Taner BAYDAR

Doğum Yeri ve Tarihi : Aydın, 25/07/1991

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi :Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Çevre Mühendisi, Denizli

Yüksek Lisans Öğrenimi :Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri
Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Aydın

Yabancı Diller : İngilizce

İLETİŞİM

E-Posta Adresi : taner.baydar@hotmail.com

Tarih :27/12/2019