**ANKARA ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

# DEĞİRMEN DERESİ (KASTAMONU) ÜZERİNDEKİ ALABALIK İŞLETMELERİNİN BENTİK MAKROOMURGASIZLARA ETKİSİ

**Hasan YAMAN**

**SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA**
**2019**

**Her hakkı saklıdır**

## TEZ ONAYI

Hasan YAMAN tarafından hazırlanan "**Değirmen Deresi (Kastamonu) Üzerindeki Alabalık İşletmelerinin Bentik Makroomurgasızlara Etkisi**" adlı tez çalışması 21/11/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Prof. Dr. Mine KIRKAĞAÇ

Ankara Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı

**Jüri Üyeleri:**

**Başkan:** Prof. Dr. Ali GÜL

Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Nilsun DEMİR

Ankara Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Mine KIRKAĞAÇ

Ankara Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı

**Yukarıdaki sonucu onaylarım.**

**Prof. Dr. Özlem YILDIRIM**
**Enstitü Müdürü**

## ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynaklara atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

21/11/2019



Hasan YAMAN

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DEĞİRMEN DERESİ (KASTAMONU) ÜZERİNDEKİ ALABALIK İŞLETMELERİNİN BENTİK MAKROOMURGASIZLARA ETKİSİ

HASAN YAMAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mine KIRKAĞAÇ

Bu çalışmada, Kastamonu İlinde bulunan Değirmen Deresinin makroomurgasız kompozisyonunun belirlenmesi ve karada kurulu iki gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*,Walbaum, 1792) çiftliğinin çıkış sularının bentik makroomurgasız yapısı üzerine etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışma, Mayıs 2016 - Ocak 2017 tarihleri arasında yürütülmüştür. Bentik makroomurgasız örnekleri dere üzerinde seçilen 5 istasyondan mevsimsel olarak alınmış; su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve pH ölçümleri yapılmıştır. Su kalitesine ilişkin sonuçlar Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiş ve derenin genel olarak "Yüksek Kaliteli Su" sınıfında olduğu belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen verilerin analizi için SPSS 22 paket programı kullanılmış, istatiksel değerlendirmeler için de tek yönlü varyans analizlerinden Duncan Testi uygulanmıştır. Bentik makroomurgasız kompozisyonu, 12 takım içerisindeki 23 familyaya ait toplam 2517 bireyden oluşmuş, en baskın grup Gammaridae familyası olmuştur. Bentik makroomurgasız ortalama toplam bolluğunun, istasyonlara ve mevsimlere göre değişimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Shannon- Weiner çeşitlilik indeksi (H), 0-2,26 arasında bulunmuş, tür çeşitliliğinin kaynak bölgesindeki 1. istasyonda ve son istasyon olan 5. istasyonda düşük olduğu tespit edilmiştir. Bentik makroomurgasızların dağılımında; alabalık işletmesinin çıkış suyunun karıştığı 2. istasyon da dahil, kirliliğe toleransı düşük bireylerin genellikle derenin üst kısımlarındaki istasyonlarda bulunduğu gözlemlenmiş, tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin ve yerleşimin olduğu bölgelerden sonra gelen son istasyonda ise daha toleranslı türler tespit edilmiş, aynı zamanda birey sayısı da azalmıştır. Sonuç itibariyle, Değirmen Deresinden elde edilen bentik makroomurgasız ve su kalitesine ilişkin sonuçlar bilimsel bir veri tabanı oluşturmakta ve dere üzerindeki alabalık işletmelerinin çıkış sularının henüz olumsuz etkisi görülmemekle birlikte, su kalitesi indikatörü olan bentik makroomurgasızlar açısından derenin uzun dönemli izlenmesi önerilmektedir.



**Kasım 2019, 62 Sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Değirmen Deresi, Bentik makroomurgasızlar, Çeşitlilik indeksi, Fiziksel parametreler

## ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECT OF LAND BASED TROUT FARMS ON THE BENTHIC MACROINVERTEBRATES AT DEĞİRMEN BROOK (KASTAMONU)

Hasan YAMAN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Fisheries and Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Mine KIRKAĞAÇ

In this study, it has been aimed that the determination of macroinvertebrate composition of Değirmen Brook in Kastamonu Province, and of the effects of two inland rainbow trout (Oncorhynchus mykiss, Walbaum, 1792) farm's discharge water on the benthic macroinvertebrate fauna. The study has been exercised between May 2016 - January 2017. The benthic macroinvertebrate samples were seasonally taken from 5 stations selected on the stream, and water temperature, dissolved oxygen, electrical conductivity and pH were measured. The results related to water quality has been evaluated according to the Regulation on Surface Water Quality and it has been determined that the stream was generally classified as "High Quality Water". SPSS 22 package program was used for the analysis of the data obtained in the study and Duncan one-way variance analysis was used for statistical analyses. Benthic macroinvertebrate composition has consisted of 2517 individuals belonging to 23 families in 12 orders, and the most dominant group is "Gammaridae" family. The variation of mean total abundance of benthic macroinvertebrates in terms of stations and season has been found statistically significant ($p < 0.05$). Shannon - Weiner diversity index (H) is between 0 and 2,26, and species diversity is low in the first station located in source region and the last station located in the 5th station. When taking into consideration distribution of benthic macroinvertebrates, it has been observed that low tolerated species for pollution is generally situated in stations at the upper parts of the brook, including second stations where located in a point into which discharge water of farm flows, and high tolerated species has been found in the last stations located following areas on which exists agricultural and animal husbandry activities and settlements. Consequently, the results related to macroinvertebrate and water quality obtained from Değirmen Brook provides a scientific database. It is also suggested that the brook should be monitored throughout long-term in terms of benthic macroinvertebrate that they are indicators of water quality, even though negative effect of discharge waters of the farms has not been seen yet.



**November 2019, 62 pages**

**Key words:** Degirmen Brook, Benthic macroinvertebrates, Diversity index, Physical parameters

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca engin bilgilerini benimle paylaşan, değerli deneyimlerinden yararlandığım, güler yüzünü, samimiyetini, çalışmamın her aşamasında destek ve ilgisini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Mine KIRKAĞAÇ'a; laboratuvar çalışmalarımdaki yardımlarından dolayı doktora öğrencisi değerli arkadaşım Abdolsaleh QARANJİKİ'ye; sahada ihtiyacım olan materyalleri temin etmemde yardımlarını gördüğüm Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi akademik personellerinden Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ ve Dr. Öğr. Üyesi Ali Eslem KADAK hocalarıma; sahadaki çalışmalarımda bana destek olan mesai arkadaşlarım Derya Yavuz SALCI ve Mehmet Veysel ŞAHİN'e; bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Görkem DALKIRAN'a ve her konuda bana destek olan sevgili eşim ve çocuklarıma teşekkürlerimi sunarım.

Hasan YAMAN

Ankara, Kasım 2019

## İÇİNDEKİLER

**TEZ ONAY SAYFASI**

**ETİK** ..... i

**ÖZET** ..... ii

**ABSTRACT** ..... iii

**TEŞEKKÜR** ..... iv

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ** ..... vii

**ŞEKİLLER DİZİNİ** ..... viii

**ÇİZELGELER DİZİNİ** ..... ix

**1. GİRİŞ** ..... 1

**2. KAYNAK ÖZETLERİ** ..... 4

**2.1 Akarsu** ..... 4

**2.2 Akarsu Tipleri ve Biyolojik Topluluklar** ..... 4

**2.3 Akarsularda Makroomurgasızların Önemi** ..... 6

**2.4 Akarsuların Bazı Fizikokimyasal Özellikleri** ..... 8

**2.4.1 Sıcaklık** ..... 8

**2.4.2 Çözünmüş oksijen** ..... 9

**2.4.3 Elektriksel iletkenlik** ..... 9

**2.4.4 pH** ..... 10

**2.5 Bentik Makroomurgasızların Çevresel Koşullara Karşı Tepkileri** ..... 10

**2.6 Çeşitlilik İndeksi** ..... 12

**2.7 Türkiye'de ve Dünya'daki İlgili Araştırmalar** ..... 13

**3. MATERYAL VE YÖNTEM** ..... 19

**3.1 Materyal** ..... 19

**3.1.1 Araştırma alanı** ..... 19

**3.1.2 Sahada ve laboratuvarda kullanılan malzeme ve araçlar** ..... 24

**3.2 Yöntem** ..... 25

**3.2.1 Bentik makroomurgasız örneklerinin alınması ve suyun bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi** ..... 25

**3.2.2 Bentik makroomurgasız örneklerinin incelenmesi** ..... 25

**3.2.3 Çeşitlilik indeksi uygulaması** ..... 25

**3.2.4 İstatistiki analizler** ..... **26**

**4. ARAŞTIRMA BULGULARI** ..... **27**

**4.1 Değirmen Deresinin Bentik Makroomurgasızları** ..... **27**

**4.1.1 Bentik makroomurgasız kompozisyonu** ..... **27**

**4.1.2 Değirmen Deresinde bentik makroomurgasızların istasyonlarda bulunurluk durumu** ..... **28**

**4.1.3 Değirmen Deresinde bentik makroomurgasız bolluklarının istasyonlarda mevsimsel değişimi** ..... **29**

**4.1.4 Çeşitlilik indeksi uygulamasına ilişkin sonuçlar** ..... **37**

**4.2 Değirmen Deresinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine İlişkin Bulgular** ..... **39**

**4.2.1 Su sıcaklığı** ..... **39**

**4.2.2 Çözünmüş oksijen** ..... **40**

**4.2.3 Elektriksel iletkenlik** ..... **41**

**4.2.4 pH** ..... **42**

**5. TARTIŞMA VE SONUÇ** ..... **44**

**KAYNAKLAR** ..... **50**

**EK 1 Değirmen Deresinde Belirlenen Tricoptera Takımına ait Bazı Familya Üyelerinin Fotoğrafları** ..... **55**

**EK 2 Değirmen Deresinde Belirlenen Ephemeroptera Takımına ait Bazı Familya Üyelerinin Fotoğrafları** ..... **56**

**EK 3 Değirmen Deresinde Belirlenen Plecoptera Takımına ait Bazı Familya Üyelerinin Fotoğrafları** ..... **57**

**EK 4 Değirmen Deresinde Belirlenen Diptera Takımına ait Bazı Familya Üyelerinin Fotoğrafları** ..... **58**

**EK 5 Değirmen Deresinde Belirlenen Amphipoda Takımına ait Bazı Familya Üyelerinin Fotoğrafları** ..... **59**

**EK 6 Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği eki** ..... **60**

**ÖZGEÇMİŞ** ..... **62**

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|---|---|
| *km* | Kilometre |
| *m* | Metre |
| *cm* | Santimetre |
| $m^2$ | Metrekare |
| $m^3$ | Metreküp |
| *mg/l* | Litrede 1 miligram |
| *ml* | Mililitre |
| µ | Mikron |
| µ*g/l* | Litrede 1 mikrogram |
| µ*S/cm* | Santimetrede mikrosiemens |
| *pH* | Hidrojen iyonu derişiminin 10 tabanında logoritması |
| *%* | Yüzde Oran |
| *°C* | Santigrat derece |
| *H* | Shannon-Weaver İndeksi |
| *S* | Tür zenginliği |
| *E* | Dengelilik |
| GPS | Global Positioning System |

# ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Değirmen Deresinin lokalizasyonu.....19

Şekil 3.2 Değirmen Deresi örnek alma istasyonları.....20

Şekil 3.3 Değirmen Deresi örnek alma istasyonları.....21

Şekil 3.4 Birinci örnekleme noktası.....23

Şekil 3.5 İkinci örnekleme noktası.....23

Şekil 3.6 Üçüncü örnekleme noktası.....23

Şekil 3.7 Dördüncü örnekleme noktası.....23

Şekil 3.8 Beşinci örnekleme noktası.....24

Şekil 4.1 Değirmen Deresinde bentik makromurgasızların toplam bolluklarının değişimi (adet/$m^2$).....33

Şekil 4.2 Değirmen Deresinde bentik makroomurgasızların mevsimlere göre istasyonlardaki değişimi (adet/$m^2$).....35

Şekil 4.3 Değirmen Deresinde bentik makroomurgasızların çeşitlilik değerlerinin mevsimlere göre istasyonlardaki değişimi .....38

Şekil 4.4 Değirmen Deresinde ortalama su sıcaklığının mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi.....39

Şekil 4.5 Değirmen Deresinde ortalama çözünmüş oksijenin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi.....40

Şekil 4.6 Değirmen Deresinde ortalama elektriksel iletkenlik değerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi.....41

Şekil 4.7 Değirmen Deresinde ortalama pH değerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi.....42

# ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Değirmen Deresi örnekleme istasyonlarının GPS koordinatları ve rakım değerleri.21

Çizelge 4.1 Değirmen Deresinde teşhis edilen taksonlar.....27

Çizelge 4.2 Değirmen Deresinde teşhis edilen bentik makroomurgasızların istasyonlarda bulunma durumları.....28

Çizelge 4.3 İlkbahar mevsiminde ortalama bentik makroomurgasız bolluk değerlerinin, istasyonlara göre değişimi.....30

Çizelge 4.4 Yaz mevsiminde ortalama bentik makroomurgasız bolluk değerlerinin, istasyonlara göre değişimi.....31

Çizelge 4.5 Sonbahar mevsiminde ortalama bentik makroomurgasız bolluk değerlerinin, istasyonlara göre değişimi.....32

Çizelge 4.6 Kış mevsiminde ortalama bentik makroomurgasız bolluk değerlerinin, istasyonlara göre değişimi.....33

Çizelge 4.7 Tüm mevsimlerde ortalama bentik makroomurgasız toplam bolluk değerlerinin, istasyonlara ve mevsimlere göre değişiminin istatistiki olarak değerlendirilmesi.....34

Çizelge 4.8 Değirmen Deresinde bentik makroomurgasız gruplarının mevsimlerde, istasyonlardaki oransal değişimleri (%).....36

Çizelge 4.9 Değirmen Deresinde bentik makroomurgasız bireylerinin istasyonlarda mevsimlere göre tür zenginliği (S) , Shannon-Weaver İndeks (H) ve Dengelilik (E) değerleri .....36

Çizelge 4.10 Değirmen Deresinin tüm mevsimlerdeki ölçümlerde istasyonlar arasındaki ortalama sıcaklık, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve pH değerleri ve istatistiki olarak değerlendirilmesi (ortalama değer ±standart sapma) (n=3) .....43

# 1. GİRİŞ

Su, canlıların hayatını sürdürmesi için gerekli olan ve bu sebeple hayati önem taşıyan, dünya üzerindeki en mucizevi maddedir. Dünyanın büyük bir kısmı sularla kaplı olsa da tatlı su kaynakları gezegenimiz üzerindeki su kaynaklarının yalnızca %2,5'ini oluşturmaktadır.

Günümüzde su kaynaklarının kullanılması ve korunması çok büyük bir öneme sahiptir. Giderek artan nüfusla birlikte içme ve kullanma, tarım, enerji, endüstri, su ürünleri yetiştiriciliği gibi faaliyetler için gerekli olan su ihtiyacı günden güne artmaktadır.

Yerleşim yerlerinin merkezlerini belirleyen akarsular canlı yaşamı için en önemli tatlı su kaynaklarındandır. Çünkü bu kaynaklar evsel kullanım, içme suyu kaynağı, tarım ve elektrik üretmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu faaliyetler sonucunda akarsular olumsuz yönde etkilenir. Nitekim akarsularda meydana gelebilecek ekosistem tahribatı, fiziksel habitat tahribatı ve su kalitesinin bozulması, türlerin dağılımlarının değişmesi veya türlerin yok olması ile biyolojik çeşitliliğin azalması gibi sonuçlar doğurur (Öz 2007).

Hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve doğal kaynakların sınırsız kullanımı ekolojik dengeyi etkilemekte olup, su kaynakları yoğun kirlilik etkisi altında kalmaktadır. Mevcut su kaynaklarından en fazla etkilenen ve bu etkiyi göl, baraj gölü ve deniz gibi diğer su ünitelerine taşıyan akarsulardır (Richards vd. 1997, Yıldız ve Kırkağaç 2001).

Gelişmekte olan ülkelerin hızlı nüfus artışı, kentleşme ve sanayi faaliyetleri sonucu su kaynaklarının orantısız kullanılmasına karşın arıtma tesislerinin yetersiz kalması ya da hiç bulunmaması, bu nedenle kanalizasyon ve endüstri atık sularının alıcı suya boşaltılması ve havzaya düşen yağmur suları ve tarım sulama sularının taşıdığı kirletici maddeler çevresel tehdit oluşturmaktadır. Akuvatik sistemlerde kirlenmenin her türü akarsularda fizikokimyasal ve biyolojik değişikliklere sebep olmaktadır (Kırkağaç ve Köksal 2004).

Akarsuların doğal yapısının zarar görmemesi için bozulmaya neden olabilecek faktörlerin değerlendirilmesi gerekir. Bu etkenler, kirlilik ve atık su kaynağı olabileceği gibi, sulama sistemleri, baraj yapımı ya da ıslah çalışmaları gibi nedenler de olabilir. Akarsu ekosistemini etkileyen bu faktörlerin değerlendirilmesinde bazı metotlar geliştirilmiştir.

Fizikokimyasal parametreler içme ve kullanma suyu açısından su kalitesini belirlemede sıklıkla kullanılmaktadır. Fakat akarsular çevreyle etkileşim içinde olan, biyotik ve abiyotik faktörlerden oluşan kompleks bir sistemdir. Gerek suyun fiziksel durumunun belirlenmesi gerekse fizikokimyasal analizlerle birlikte akarsuda yaşayan canlıların araştırılması akarsuyun yapısı hakkında daha detaylı ve sağlıklı bilgiler sunabilir (Dügel 1995).

Su kalitesinin tespiti için biyolojik yaklaşım, fizikokimyasal analizleri tamamlayıcı olarak geliştirilmiştir. Örnekleme noktasındaki su kalitesi ile ilgili olarak sucul ortamdaki bazı organizma topluluklarının bulunması; ya da söz konusu organizma kümelerinin yokluğu, periyodik kimyasal örneklemlerde gözden kaçabilecek atık deşarjlarını veya kirletici varlığını gösterebilir. Organizmaların çoğunluğu gerek insan gerekse doğa kaynaklı değişikliklere karşı oldukça hassastır. Meydana gelen değişimlere herbir organizmanın tepki verme şekli farklıdır. Kimi organizmalar tamamen yok olmaktayken diğerleri de yaşam ortamlarında değişikliğe giderler. Bazıları ise artık üreyemez duruma gelirler. Akuvatik ortamdaki makroomurgasızların bu değişimlere karşı tepkileri ortaya konursa, halihazırdaki su kalitesi de tespit edilmiş olmaktadır. Suyun kalitesinin biyolojik açıdan belirlenmesinde uzun yıllar devam eden çalışmaların bir sonucu olarak biyolojik su kalitesi tayin metotları geliştirilmiştir. Bu metotlar orta ve uzun vadedeki değerleri tespit etme amacına yöneliktir. Günümüzde su kalitesi fizikokimyasal yöntemlerle belirlenirken, biyolojik olarak da bakterilere, alglere, yüksek yapılı su bitkilerine ve bentik makroomurgasızlara bağlı olarak su kalite değerlendirmesi yapılmaktadır (Zeybek 2007).

Dünyada ve ülkemizde insan besininin önemli bir bölümünü kaliteli protein kaynağı olan su ürünleri oluşturmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliği; yüksek kaliteli protein içerdiğinden sağlıklı ve dengeli beslenme, doğal rezervler üzerindeki baskının azaltılması dolayısıyla avcılığın sürdürülebilir şekilde yapılabilmesi, gerek istihdama gerekse kırsal kalkınmaya katkı sağlaması bağlamında dünyadaki öneminin gittikçe artan bir üretim sektörü haline geldiği söylenebilir (Buhan vd. 2010).

Ülkemizde 1970'li yıllarda üretimine başlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) yetiştiriciliğine ait bugün bazı illerimizde 130' dan fazla üretim tesisi bulunurken, iç sularımızda kapasitesi 50 tona kadar olanların toplam sayısı 1384,

kapasitesi 50 tonun üzerinde olanların ise sayısı 566'dır. Gökkuşağı alabalığı, yıllık üretim miktarı 112.427 ton ile su ürünleri yetiştiriciliğinde lider tür konumuna gelmiştir. Karada kurulu tesislerdeki üretim miktarı ise toplam üretimin %92' i olan 103.192 tondur (TÜİK 2018).

Su ürünleri yetiştiriciliğine uygun kullanılabilir kaynakların azaldığı günümüzde, doğal kaynakların verimli kullanılması toplumsal bir görevdir. Kara üzerine kurulu tesislerde yapılan su ürünleri yetiştiriciliği ile su ortamına çeşitli miktarlarda atıklar bırakılmaktadır. Balık çiftliklerinin çıkış sularında bulunan tüketilmeyen yem, balık dışkısı, pulları, mukus gibi atıklar ve suda çözünmüş azot ve fosfor gibi bileşikler akarsuların aşağı kısımlarına taşınmaktadırlar (Cornel ve Whoriskey 1993). Su hareketleri ve değişiminin oldukça yüksek olduğu yerlerde, bu atıklar geniş bir alana yayılır ve artan azot ve fosfor gibi besin elementleri, azalan çözünmüş oksijen miktarı ile su ve sediment kalitesinde değişikliklere yol açar. Bununla birlikte sediment kalitesinin biyolojik göstergesi olan bentik makromurgasız toplulukları da etkilenir (Reynoldson ve Zarull 1989, Bulut ve Akçimen 2015).

İç sularda özellikle karasal kökenli balık çiftliklerinden çıkan suların akarsulara etkilerine ilişkin çalışmalar diğer ülkelerde ve ülkemizde sınırlı sayıdadır (Kırkağaç vd. 2009, Kırkağaç vd. 2004, Pulatsü vd. 2004).

Bu çalışma; Kastamonu İli'nde yer alan Değirmen Deresinde bentik makroomurgasız kompozisyonunu ortaya koyan ilk araştırma olması bakımından özgündür. Çalışmada; üzerinde gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) yetiştiriciliğinin yapıldığı farklı kapasitelerde karasal kökenli iki tesisten çıkan suların bentik makroomurgasız yapısı üzerine etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1 Akarsu

Akarsular; kaynak sularından veya yeryüzüne düşüp toprağa sızmayan ve buharlaşmayan yağışlardan oluşurlar. Vadi yataklarında, ovalarda akan bu sular denizlere ve göllere ulaşıncaya kadar çoğalarak dere, çay ve nehirlere dönüşürler. Akarsularda, kaynaklarından döküldükleri yere kadar değişik özellikteki farklı bölgeler bulunmaktadır. Geçirdiği evreler nedeniyle farklı kesimleri Krenon, Rhithron, Potamon olarak adlandırılırlar (Cirik ve Cirik 1991).

### 2.2 Akarsu Tipleri ve Biyolojik Topluluklar

**Kaynaklar:** Yeryüzünde geçirimli arazilere düşen yağışlar toprağa ve kayaçlara sızarak yeraltı sularını oluştururlar. Yerin altında geçirimsiz tabakalara rastlayınca biriken sular uygun bir ortamda bir çatlak veya yarıktan yeryüzüne çıkarlar. Bu sulara kaynak adı verilir. Kaynak sularında flora ve fauna fakirdir. Birkaç Insecta larvası ve Platyhelmintes türlerine rastlanır. Kaynaklar suların orijinine ve bulundukları toprağın yapısal özelliklerine göre farklı şekilde gruplandırılmıştır; dağlık bölgelerde yerin çatlaklarından fışkırarak çıkan ve taş ve toprakları birlikte sürükleyen fışkıran kaynaklar (rheokren), tektonik hareketlerin oluşturduğu çatlaklarla çıkan suyun çukurlarda toplanarak, su yoluyla akan çamur çukurlu kaynaklar (limnokren), ve son olarak küçük damarlardan sızan sular düz veya çukur arazilerdeki genellikle bataklıkları oluşturan bataklık kaynaklar' (helokren) dır (Cirik ve Cirik 1991).

Kaynaklar sıcaklıklarına göre de sınıflandırılabilir: 0-18 °C 'ye kadar hipoterm, 18-30°C arası hialoterm, 30-50°C arası euterm, 50-70°C arası akroterm ve 70 °C ve üstü hiperterm olarak sınıflandırılır (Güner 1985).

**Dereler:** Kaynaklar şeklinde yeryüzüne çıkan sular ve diğerleri birleşerek dereleri meydana getirir. Genellikle dağlık bölgelerde sıkça rastlanan derelerin suları soğuktur ve hızlı akar. Bunun sonucu erozyonla yer yer çukurluklar, şelaleler oluşur.

Bu tip serin sularda daha çok stenoterm canlılara rastlanır. Flora daha çok bentik türlerden meydana gelmiştir. Faunayı ise genellikle Insecta, Mollusca larvaları oluşturur. Dere sularında süspansiyon halde bol miktarda bulunan mineral maddeler göllere taşınır. Ayrıca hızlı akan bu sular iri malzemeyi de (çakıl, taş) taşırlar. Organik ve mineral

maddeleri durgun sulara taşıyan dereler bu suların zenginleşmesini sağlarlar. Deredeki hayvan türleri morfolojik olarak buradaki yaşama uyum göstererek adapte olmuşlardır. Örneğin birçokları yassılaşarak akıntıya olan direnci azaltmış, bazıları ise kayaçların çukurlarında koloni oluşturmuşlardır. Genellikle taşların altında barınan birkaç Mollusca ve Crustacea türü, Insecta larvaları ile birlikte derelerde rastlanan organizmalardır (Cirik ve Cirik 1991).

**Irmak ve Nehirler:** Yaylalarda ve ovalarda derelerin birleşmesi ile ırmaklar, daha sonra ırmakların birleşmesi ile nehirler meydana gelir. Bu sularda akıntı daha azdır. Ancak bazı nehirlerde derelerdeki gibi hızlı akıntıya rastlanır. Irmak ve nehirlerde sular derelere oranla daha az karışıma uğrar, su sıcaklığı ise değişkendir.

Su seviyesindeki değişimler akarsu havzasındaki değişimleri etkiler ve bu durum "akarsu rejimi" olarak ifade edilir. Normal rejimli akarsularda suların bol ve az olduğu dönemler vardır ve bunlar her yıl periyodik olarak birbirini takip eder. Buzul rejimli akarsularda ise yazın buzların eridiği dönemlerde su miktarı çoğalır, kışın ise her yer buzla kaplıdır. Ayrıca dağ ve yayla rejimli sular da benzer özelikler gösterirler. Ancak bu sularda ilkbahar sağanakları nedeniyle ani ve kısa süreli su artışları görülür. Akarsuların üst bölümleri bol oksijene gereksinim duyan alabalıkların yaşayabildiği alabalık zonudur. Bentik makroomurgasızlar ve bitkiler bulunur, ancak taşlar üzerinde yaşayan plankton dışında planktona rastlanmaz. Irmak ve nehirlerde görülen plankton türleri genellikle durgun sularda üreyen ve daha sonra geçici olarak akarsulara taşınan organizmalardır. Su miktarı ve yavaş akan nehirlerde planktonik organizmalar daha rahat gelişir. Alglerden daha çok Diatome ve koloni oluşturan Chlorophyceae (*Eudorina, Pediastrum, Scenedesmus*) türleri görülür. Ayrıca Chromophyta'dan *Ceratium, Dinobryon, Melosira, Cyclotella* türleri, Cyanopyta'dan ise *Anabaena* ve *Lyngbya* türleri yavaş akan nehirlerde görülen fitoplanktonik organizmalardır. Rotifera'dan *Branchionus, Keratella, Synchaeta*; Copepoda'dan *Eucyclops*; Cladocera'dan *Bosmina* türleri nehirlerde zooplanktonu oluşturan karakteristik canlılardır. Insecta grubundan derelerde görülenlerden farklı olarak yeni biotaya uyum gösteren düşük akıntı hızı ve yüksek sıcaklıkta yaşayabilenler yoğunluktadır. Mollusca'lar (Gastropoda ve Lamellibranchiata) bu kesimde oldukça boldur (Cirik ve Cirik 1991).

## 2.3 Akarsularda Makroomurgasızların Önemi

Bentik makroomurgasızlar sucul ortamın tabanında yaşamlarını sürdüren, gözle görülebilir, 0,5 mm'den büyük ve omurgası olmayan canlılar olarak tanımlanabilir. Ayrıca sediment yapısında bulunmakla birlikte, tatlı su ve deniz ekosistemlerinin dip yüzeylerinin üstünde veya içinde yaşamaktadırlar. Hareket kabiliyetleri sınırlıdır. Akarsu, deniz, nehir, göl, bataklık ve su birikintilerinde yaşamaktadırlar. Bazı üyeleri, alg ve bakteri gibi besin zincirinin altında yer alan canlılar ile beslenirken, bazıları da su ortamındaki bitki parçalarını, kırıntıları parçalayarak beslenmektedirler. Bentik makroomurgasızlar, ekosistemdeki besin zinciri içerisinde önemli bir yer tutar (Arslan 2015).

Son zamanlarda birçok ülke, su kalitesini gözlemlemede su ortamında bulunan organizmaların araştırılmasına dayanan biyolojik izleme yöntemlerine ilgi göstermektedir. Sucul ortamda kolayca seçilebilen ve makroomurgasız olarak isimlendirilen bu omurgasız hayvanlar, su kalitesi incelemelerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Çünkü bu canlılar olumsuz çevre koşullarında, birbirlerinden farklı ve hızlı tepki vermektedirler. Sınırlı hareket ettikleri için yaşadıkları bölgede indikatör organizma olurlar. Yaşam döngüleri uzun olduğu için çevresel stres koşullarının sebep olduğu mevsimsel ve yıllık farklılıkların izlenmesine imkan sağlamaktadır. Makroomurgasız bireyleri, arazi ortamında çıplak gözle ya da amatör bir büyüteçle incelenebilir ve çeşitli ekipmanlarla kolayca toplanabilirler (Fındık 2013).

Bentik makroomurgasızlar, gözle görülebilecek kadar büyük olmaları, yavaş hareket etmeleri, basit aletlerle örnekleme yapılarak yakalanabilmeleri, yaşam alanlarının sınırlı olması, su kalitesindeki herhangi bir değişimde tepki vermeleri ve tüm yıl boyunca akarsularda bulunabildiklerinden, su kalitesi araştırmalarında sıklıkla indikatör organizma olarak tercih edilmektedirler (Sukatar vd. 2006).

Bentik alanda yaşayan makroomurgasızlar bulundukları suyun kalitesini en iyi şekilde yansıtan önemli indikatörlerdir. Ağır metallerin, organik kirlenmenin, insektisitlerin birikiminin izlenmesinde kullanılırlar ve su kalitesindeki herhangi bir değişim makroomurgasızların sayı ve çeşitlerinde değişim olarak karşımıza çıkar. Biyolojik

izlemelerde indikatör tür olarak tercih edilen makroomurgasız gruplarından başlıcalarına aşağıda değinilmiştir (Hawkes 1979);

**Ephemeroptera**: Bu takımın topluluk yapısı, hem ekosistemin durumunun hem de akuvatik ortamın su kalitesinin belirlenmesinde önemli bir kıstas olarak kabul görmektedir. Ephemeroptera takımının üyeleri, kısa veya uzun zamanlı değişiklikleri belirleyerek ortamın su kalitesi açısından yorumlanmasında biyoindikatör olarak değerlendirilmeleri açısından çok uygun oldukları bilinmektedir. Bu takımın ekolojik çizgileri çok sınırlı olmakla birlikte, habitatlarında meydana gelen değişikliklere karşı duyarlıdırlar (Uzun 2018).

**Plecoptera**: Bu takım yüksek su kalitesi gereksinimine ihtiyaç duyar, düşük oksijen seviyelerine, siltasyona, yüksek sıcaklıklara ve organik zenginliklere maruz kalan habitatlarda çok az sayıda türden oluşur ve bu, çevresel bozulmanın biyolojik göstergeleri olarak etkili kullanımına yol açmıştır. Plecoptera, tatlı su ekosistemlerinin bentik faunasının ayrılmaz bir parçasıdır. Genellikle türlerine özgü çevresel gereklilikleri ve çevresel koşullardaki dar dalgalanma aralıklarının toleransı nedeniyle, bir topluluğu oluşturan türler çevrelerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik doğasını yansıtır. Görünüşte küçük değişiklikler bile, türlerin kompozisyonu, bolluğu ve dağılımındaki dengeleme değişikliklerini etkileyebilir (Surdick ve Gaufin 1978).

**Crustacea:** Bentik formda en çok rastlanılan Crustacea'lar *Gammarus pulex* ve *Asellus aquaticus* türleridir. *Gammarus pulex* organik kirlenmeye karşı toleransı azdır ve oksijen konsantrasyonu düşük olan sularda pek bulunmazlar. *Asellus aquaticus* türünün ise düşük oksijen konsantrasyonlarına toleransı daha geniştir.

**Diptera:** Sucul Diptera hem temiz hem de kirli sudaki birçok farklı ekolojik alanda bulunabileceği ve pek çok türü habitat seçiminde oldukça seçici olduklarından, en önemli indikatör organizma gruplarından birini oluşturur (Paine ve Gaufin 1956).

**Annelida:** Biyotik indeksler; sucul ortam koşullarının biyolojik bir göstergesi olarak Oligochaeta'yı, su kirliliğinin seviyesini değerlendirmek için uzun süredir kullanmaktadır. Oligochaeta'nın bolluğu organik zenginleşmenin bir göstergesi olarak düşünülmelidir. Oligochaeta içinde en toleranslı olan *Tubifex*'dir. Aynı şekilde sülüklerde uzun süre oksijensiz ortamlarda kalabilen, en toleranslı gruplardandır (Martins vd. 2008).

**Trichoptera:** Trichoptera üyeleri neredeyse tüm tatlı su ekosistemlerinde; taksonomik zenginlikleri, ekolojik çeşitlilikleri ve bollukları nedeniyle önemli bir su kalitesi gösterge grubunu oluşturur. Verilerin mevcut olduğu taksonların neredeyse %80 'inin organik kirlenmeye karşı duyarlı olduğu düşünülmektedir (Houghton 2004).

**Molluska:** Yumuşakçalar sıklıkla biyoindikatör organizmalar olarak kullanılmıştır. Tatlı su ekosistemlerinde kirletici etkiler konusunda araştırmalara olan ihtiyaç arttıkça, bu tür biyo-gözlemlemenin gelecekte daha da gelişmesi muhtemeldir. Yumuşakçalar, hem organik hem de inorganik kirletici maddelerin çalışmaları için etkili bir şekilde kullanılabilir (Elder ve Collins 1991).

## 2.4 Akarsuların Bazı Fizikokimyasal Özellikleri

### 2.4.1 Sıcaklık

Akarsularda sıcaklık; yüksekliğe, iklime, atmosfer şartlarına, akıntı hızına ve nehir yatağının yapısına göre değişir. Akarsuların sıcaklıkları belli koşullar altında stabil olabilir. Yeraltı suyu sıcaklığının yıllık ortalama hava sıcaklığı ile arasındaki fark genellikle 1ºC'dir ve yeraltı suyu girişinin önemli olduğu kaynaklarda ve akarsuyu besleyen kollarda, mevsimsel sıcaklık değişimi yavaştır. Akarsularda su sıcaklığındaki mevsimsel değişimler, aylık ortalama hava sıcaklığının mevsimsel değişimini takip eder (Allan 1995). Makroomurgasızlar, akarsuların kaynağa yakın yerlerinde Plecoptera gibi stenotermal canlılar dışında, çoğunlukla eurotermaldirler ve 30°C'ye kadar dayanabilirler. Fakat su sıcaklığının artmasıyla birlikte çevrede organik kirlenme bulunuyorsa, aynı zamanda oksijen yoğunluğunun azalması makroomurgasızlar açısından sorun teşkil etmektedir (Arslan 2015). Organizma gruplarının sıcaklığa hassasiyetleri farklıdır ve bazılarının indikatör özelliği vardır. Özellikle *Planaria* üyeleri ve yassı kurtlarda bu durum gözlenmiştir. Örneğin *Polycelis nigra* ırmakların aşağı, *Dugesia gonocephala* orta, *Polycelis felina* ise üst kesimlerinde bulunmaktadır. 1000 m'nin üstündeki yüksekliklerde sadece *Crenobia alpina* türü görülür. Yapılan araştırmalarda bu canlıların yaşamı için limit sıcaklıklar tespit edilmiştir. *Crenopia alpina* 12-14 °C, *Polycelis felina* 16-17 °C, *Dugesina gonocephala* 20-21 °C ve *Dugesia nigra* türünün 23-24 °C' de bulunduğu belirtilmektedir (Cirik ve Cirik 1991).

### 2.4.2 Çözünmüş oksijen

Allan ve Castillo (2007) ; metabolik olayların düzenleyicisi olan oksijenin, suda bulunan kimyasal maddelerin en önemlisi olduğunu bildirmektedir. Oksijenin suda eriyebilirliği düşük olduğundan sudaki oksijen miktarı havaya oranla daha azdır. Bir kaynaktan, yeraltı suyundan ya da sızıntılardan sağlanan sularda çözünmüş oksijen oldukça fakirdir. Bununla birlikte çözünmüş oksijen akarsularda biyolojik hareketliliği engelleyici değildir. Yüzey suyu hızlı ve kuvvetli aktığı zaman suyun oksijen içeriği artmaktadır. Ancak sıcaklığın artması ve akış miktarının düşük olması biyota açısından problem yaratabilir. Akarsuların oksijen döngüsü sıcaklıkla ilişkilidir. Kışın oksijen miktarı fazla, yazın da az olur. Tatlı sulardaki oksijenin çözünürlüğü, düşük atmosfer basıncı yüzünden de yükseklerde azalmaktadır. Kaynak sularında oksijen miktarı düşükken, akarsuların üst kesimlerinde oluşturdukları şelaleler nedeniyle yüksek, alt kesimlerde ise kirlenme nedeniyle yine düşük seyreder (Allan 1995).

### 2.4.3 Elektriksel iletkenlik

Suyun elektrik akımını iletebilme yeteneği olan elektriksel iletkenlik, ortamdaki çözünmüş iyon kompozisyonunu belirler. Elektriksel iletkenlik değeri 25°C'deki suyun elektrik akımını iletebilme yeteneği yani sudaki toplam çözünmüş inorganik iyon konsantrasyonudur (Tugaytimur 2013).

Akarsularda, jeolojik durum, yağış miktarı, yağış suyunun kompozisyonu ve denize yakınlık durumu elektriksel iletkenlik değerini etkiler. Elektriksel iletkenlik değeri, akarsularda çoğunlukla, sabit bir aralıktadır. Elektriksel iletkenlik değerlerindeki sapmalar, akarsuya karışabilecek çeşitli kirleticiler konusunda bilgi verir ve bu da ortamdaki organizmalar için önemlidir. Elektriksel iletkenliği düşük olan sularda yaşayan organizmalar, iyon konsantrasyonlarını ortamdakine yaklaştırırlar (Anonymous 2017).

### 2.4.4 pH

Çeşitli arazi ve laboratuvar araştırmaları ile pH'ın doğrudan fizyolojik etkileri olduğu ortaya konulmuştur. Buna göre pH' ın azalmasıyla ölüm oranı artmakta veya yumurta gelişimi durmaktadır. Arazi çalışmaları, Plecoptera, Trichoptera üyelerinin, düşük pH'lı sularda Ephemoroptera ve Diptera üyelerine göre daha dayanıklı olduğunu göstermiştir (Allan 1995). Çift kabuklular pH 5,6-8,3; Gastropodlar pH >7; Helmintler pH 4,5-8,5 değerleri arasında bulunurken, Coleoptera geniş tolerans aralığına sahiptir. Plecoptera, Trichoptera ve Hemiptera üyelerinin bazıları düşük, bazıları da yüksek pH' a toleranslıdır (Hawkes 1979).

Ayrıca akarsularda düşük pH, organizmaları besin varlığına bağlı olarak dolaylı etkiler. *Ephemerella ignita* (Ephemeroptera) ile yapılan bir araştırmada laboratuvar koşullarında pH 4,8'de, doğada ise pH'sı düşük akarsularda yetersiz alg gelişiminden dolayı aynı pH'da yaşamadığı belirtilmektedir (Willoughby ve Mappin 1988).

## 2.5 Bentik Makroomurgasızların Çevresel Koşullara Karşı Tepkileri

Makroomurgasızlar değişen fizikokimyasal koşullara karşı duyarlıdırlar. Alıcı ortama deşarj edilen bir kirleten sebebiyle ya da hidromorfolojik değişimler yaratabilecek hidroelektrik santrali veya baraj kurulması gibi suyun yapı ve kalitesinde bozulma meydana getirebilecek etmenler bulunuyorsa, makroomurgasız bireyleri nicel ya da nitel değişiklik göstererek reaksiyon gösterirler. Böylelikle sucul ortamda bulunan makroomurgasız kommünitelerinin kompozisyonundaki çeşitlilik, o ortamın su kalitesinin tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca makroomurgasızların çevresel etkilere tepkileri; özellikle şehirleşme, sanayi atıkları, tarımsal atıklar ve evsel kirleticilerin akarsular üzerindeki etkilerinin yorumlanmasında fayda sağlamaktadır.

Makroomurgasız kompozisyonunda farklılaşmaya neden olan çevresel etmenlerin başlıcaları; ortamdaki inorganik ve organik maddelerde artış, akarsu zemin yüzeyindeki değişimler ve toksik kimyasal kirlilik olarak sıralanabilir.

Öte yandan organik kirlilik genellikle, sucul ortamdaki makroomurgasız üyelerinin sonunda en dayanıklı türler kalana kadar azalmaya ve kirliliğe toleranslı olanların yoğunluğunun bu azalmayla paralel olarak artmasına sebep olur. Bu sonuç çoğunlukla

düşük konsantrasyondaki çözünmüş oksijen seviyesi ile ilgilidir. Bazen yoğun oranda inorganik ve organik kirlenme, siltasyon veya toksik kimyasal kirlilik; bu durumdan etkilenen bir bölgedeki bentik makroomurgasız yapısında azalmaya, hatta kominitenin tümüyle ortadan kalkmasına bile neden olabilir (Arslan 2015).

Bentik makroomurgasızlarla yapılan çalışmalar iki türlü değerlendirilebilir. Birincisi sucul ortama etki edeceği düşünülen bir çalışmanın veya projenin öncesi ve sonrasındaki değişiklik izlenir. Örneğin kirletici olabilecek atıklar doğaya bırakılmadan önce ve bırakıldıktan sonra akarsuda bulunan bentik makroomurgasızların yapısı belirlenerek çevresel etki değerlendirilir. Bentik makroomurgasızların biyolojik izlemede kullanılmasındaki ikinci yöntem; bu canlıların çevreye verdiği cevap olarak ortamda bulunup bulunmamaları ya da sayılarındaki değişimlerle su kalitesi standartlarının belirlenmesidir (Dügel 2001).

Arslan (2015)'a göre; karasal ekosistem bazlı materyallerin büyük çoğunluğunun besin zinciri sistemine katılımı nehir ekosisteminde gerçekleşmekte olup aşırı miktarda organik madde, fosfat ve nitrat gibi inorganik besin tuzlarının nehir ekosistemine zarar verdiği belirtilmektedir. Bununla birlikte akarsularda organik kirlilik sonucu oksijen eksikliği meydana gelebilir. Ayrıca oksijen dengesinin bozulmasında inorganik madde artışı (ötrofikasyon) önemli bir faktör olup, bu durum aşırı bitki ve alg gelişimine sebep olmaktadır. Kirlilik olarak tanımlanan bu olayın bentik makroomurgasızlar üzerinde ciddi etkisinin olduğu ifade edilmektedir.

Sucul ortamda Plecoptera takımı organik kirlenmeye karşı en hassas grup olarak bilinirken, Oligochaeta üyeleri ise kirlenmenin yoğunlaştığı bölgelerde sayıca artarak hakim duruma gelmekte ve dolayısıyla en dayanıklı topluluk halini almaktadır. Bunların dışındaki takımlarda tolerans durumları tür seviyesinde farklılık gösterir. Çoğu sülükler organik kirliliğe toleranslı olup, oksijensiz ortamlarda uzun süre dayanabilirler. Fakat, kirliliği artmış sularda makroomurgasızların dağılımlarını belirleyen en önemli unsur, konakçı veya besinlerinin ortamda bulunmasıdır. Örneğin, bir balık paraziti olan *Piscicola geometra,* balıksız su ortamında hayat bulamaz. Beslenme rejimlerine ilişkin olarak da şunlar ifade edilebilir: *Glossiphonia complanata* türünün besinini su sümüklüleri, *Helopdella stagnalis'*in ana gıdasını *Asellus aquaticus*, *Erpobdella octoculata* türünün besinini ise Oligochaeta ve Chironomid larvaları oluşturur.

Kabuklular sınıfından *Gammarus pulex* ve *Asellus aquaticus* organik kirlenmenin arttığı, nehirlerin yalnız hızlı akan ve sığ kısımlarında bulunabilirken, *Asellus aquaticus* oksijeni düşmüş ortamlarda da bulunabilir. Bir diğer grup olan Ephemeroptera (Ephemerallidae ve Caenidae dışında) ve Trichoptera organik kirlenmeye karşı hassastırlar. Yavaş akan nehirlerde bulunan Odonata üyelerinin ise organik kirlenmeye karşı toleransları yüksektir. Organik kirliliğe karşı Hemiptera, Coleoptera, Diptera takımlarının hassasiyetleri tür seviyesinde değişkenlik göstermektedir. Düşük oksijen ortamlarında yaşayabilen Mollusklardan *Lymnaea* ve *Physa* 'nın en toleranslı türler arasında olduğu söylenebilir. Neticede, akarsularda oluşan kirlilik sonucunda kommünite çeşitliliği azalır ve hassas türlerin yerine kirlilik seviyesi yükselmesine bağlı olarak daha dayanıklı türlerin görüleceği belirtilebilir (Hawkes 1979).

Duyarlılık düzeyleri bakımından makroomurgasız türlerinin durumu organik kirliliğe hassasiyetlerine göre farklılık göstermektedir. Yüksek düzeyde çözünmüş oksijene ihtiyaç duyan Plecoptera, Ephemeroptera, ve Coleoptera gibi bazı makroomurgasızların çok sayıda bulunması su kalitesinin yüksek olduğunun bir işaretidir. Bunun dışındaki makroomurgasızların ise, daha düşük çözünmüş oksijen düzeylerinde yaşayabildikleri bildirilmektedir (Demir 2005).

### 2.6 Çeşitlilik İndeksi

Bir komünitedeki farklı türlerin değişkenliğinin bir ölçüsü olarak tanımlanabilecek olan çeşitlilik; kirlenme, doğal afetler, süksesyon gibi nedenlerle ekolojik değişimler durumunda türlerin birbirleri ile ya da yeni türlerle yer değiştirmesini izlemek ve karşılaştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Bireyler aynı türden ise düşük, farklı türden ise yüksek değerlere ulaşır (İmamoğlu 2000).

Tür çeşitliliği indeksi, yalnızca toplam tür sayısı ve birey arasındaki ilişkiyi değil, toplanan her bir türün nispi önemine işaret eder. Bununla birlikte, çeşitlilik indeksi, su kalitesi karşılaştırmaları yapıldığında göz önünde bulundurulması gereken mevcut hız, akıntı ve substrat yapısı gibi diğer faktörlerden etkilenebilir (Zischke vd. 1992).

Çeşitlilik indeksi, örnek alınan istasyonları karşılaştırmak ve istasyonlardaki bentik makroomurgasızların çevre kalitesine tepkilerini ortaya koymak için bentik makroomurgasızların nitel ve niceliğine ilişkin veriler kullanılarak hesaplanır.

Matematiksel bir ifadedir. Buna göre Zenginlik (S) tür adedini göstermekte, E türe ilişkin üyelerin veya familyaların bolluklarının dengelilik-benzerlik durumunu ifade etmektedir. Bolluk (N) ise organizma sayısını belirtmektedir (Zischke vd. 1992, Kırkağaç ve Köksal 2004). Shannon Weaver indeks az olan türlere karşı, Simpson tipi indeks ise yaygın olan türlere karşı duyarlıdır (Beals vd. 1999).

## 2.7 Türkiye'de ve Dünya'daki İlgili Araştırmalar

Üst Rio Tajuna'da (Orta İspanya) bulunan bir alabalık çiftliğinin bentik makroomurgasızlara etkisinin incelendiği araştırmada, tür zenginliği ve Shannon çeşitliliğinin, alabalık çiftliğinden sonraki nehrin alt kısımlarında azaldığı, balık çiftliği atıklarından en çok etkilenen makroomurgasızların ise; amfipodlar, plecopteralar ve plenarialar olduğu tespit edilmiştir. En yüksek çevresel etki, alabalık çiftliğinin çıkışının hemen altında bulunmuştur (Camargo 1992).

Köyceğiz Gölü'ne dökülen Yuvarlakçay, Namnam ve diğer küçük derelerde fiziksel, kimyasal ve biyolojik verileri kullanarak su kalitesi sınıflarının belirlendiği araştırmada, makroomurgasızlardan Platyhelminthes, Mollusca, Annelidae, Arthropoda filumlarına ait cins düzeyinde 119 takson teşhis edilmiştir. Ayrıca, Yuvarlakçay üzerinde kurulu olan alabalık üretim çiftliğinin bentik makroomurgasızların dağılımı üzerine etkili olduğu ve alabalık üretim çiftliğinin akarsu üzerinde kirlilik baskısı oluşturduğu gözlemlenmiştir. En yüksek Shannon-Weaver indeksi değeri alabalık çiftliği öncesi örnek alınan istasyonda bulunmuştur. Alabalık çiftliği sonrası seçilen istasyondan alınan örneklerde ise kirlilik indikatörü olan Hirudinea üyelerinin popülasyon ve tür sayısında artış görülmüştür (Dügel 1995).

San Marcos Nehri'nde (Teksas), balık kuluçkahanesi çıkış suyunun kalitesi ve bentik makroomurgasız toplulukları incelenmiştir. Çıkış suyunda genel olarak akış yönündeki alanlarda su kalitesi üzerindeki etkisinin düşük olduğu ancak nehrin üst kısımları ile karşılaştırıldığında toplam askıda katı madde ve klorofil-*a* miktarının yükseldiği bildirilmiştir. Bentik makroomurgasızları açısından ise örnekleme istasyonları dikkate alındığında bir farklılık gözlenmemiş olup, tür kompozisyonu, tür zenginliği ve fonksiyonel beslenme grubu açısından önemli ölçüde örtüşmüştür. Bu çalışmada,

kuluçkahane çıkış suyunun su kalitesini veya bentik makroomurgasız topluluk yapısını önemli ölçüde etkilemediği sonucuna varılmıştır (Fries ve Bowles 2002).

Semenyih Nehri'nin (Malezya) üst kısımlarındaki örnekleme istasyonlarından alınan örneklerde belirlenen Crustacea, Ephemeroptera, Odonata, Gastropoda, Trichoptera, Coleoptera, Diptera üyeleri ve temiz bir ekosistem göstergesi olan *Microstenum similior* ve *Amphipsyche meridiana* gibi bazı evcikli makroomurgasız türleri, nehrin aşağı kısımlarında alınan örneklerde saptanmamışlar, yerlerini baskın bir şekilde Hirudinea ve Oligocheata üyeleri almıştır. Nehrin alt kısımlarındaki düşük tür çeşitliliği ve dirençli solucan türleri su kalitesindeki bozulmanın göstergesi olmuştur. Malezya'da hızlı nüfus artışının, sanayileşmenin ve tarımsal faaliyetlerin ekotoksikolojik etkileri biyoindikatörler olan bentik makroomurgasızlar ile ortaya konmuştur (Yap vd. 2003).

Kırkağaç vd. (2004), üzerinde 5 adet gökkuşağı alabalığı işletmesi bulunan Karasu Deresinde bir çalışma yürütmüşlerdir. Yapılan çalışmaya göre işletmelerin tahliye sularının, alıcı ortam olan Karasu Deresinde bulunan makroomorgasızların yapısı ve suyun fizikokimyasal parametreleri üzerine etkileri incelenmiş, tür çeşitliliği Shannon-Weaver indeksi ile hesaplanmıştır. Bunun sonucunda çalışmada incelenen türlerin çeşitliliğinin dengeliliği ortaya konmuştur. Bu değerler kaynak istasyonunda, son istasyona göre daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçla, düşük çeşitlilik durumunun genellikle çevredeki tahribatı gösterdiğini ve tür çeşitliliğinin iyi durumun göstergesi olduğunu vurgulamışlardır.

Adıyaman Eğri Çayı'nda fiziksel ve kimyasal analizlerin yanı sıra bentik makroomurgasızların su kalite indikatörü olarak kullanıldığı biyolojik değerlendirmeler yapılmıştır. Alınan örneklerdeki bentik makroomurgasızlar sınıflandırılıp sayılmış ve örnekleme noktalarının su kalitesini gösteren puanlar hesaplanmıştır. İstasyonlardan alınan örneklerde (toplam 5 istasyon), son istasyonlarda toleranslı türlere rastlandığı için kirliliğin arttığı bildirilmiştir. Örneğin 1. istasyonda Ephemeroptera cinsleri bulunmaktayken, son noktada Oligochaeta bireylerine rastlanmıştır (Demir 2005).

Küçük Menderes Nehri'nin (Selçuk İlçesi) aşağı havzasında 6 istasyondan makrobentik omurgasız örneklemeleri yapılmış, toplanan örnekler kalitatif ve kantitatif açıdan değerlendirilmiş ve kantitatif analizlerde frekans ve baskınlık indeksleri kullanılmıştır. Mollusca, Artropoda ve Annelida'ya ait toplam 44 takson saptanmıştır. Yapılan kimyasal

ve biyolojik analizler sonucunda Küçük Menderes Nehri'nin su kalitesi seviyesinin "Aşırı Kirli Sular" grubuna girdiği tespit edilmiştir (Balık vd. 2006).

Sukatar vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada Menemen ilçesindeki Emiralem Deresinin bazı biyolojik ve fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Buna göre sekiz takımın içinde yer alan cinslerin tayini yapılmış ve fizikokimyasal parametreler tespit edilmiştir. Bununla birlikte tespit edilen bireylerden indikatör nitelikte bulunanlar sayesinde Emiralem Deresinin su kalitesi biyolojik yönden ortaya konulabilmiştir. Sonuç olarak derenin henüz yoğun bir kirlilik yükü taşımadığı belirtilmiştir.

Düzce, Bolu, Karabük, Kastamonu ve Sinop illerinde Batı Karadeniz akarsularının bentik makroomurgasız faunası araştırılmış ve toplam 15 istasyon belirlenmiştir. İstasyonlardan makroomurgasız örnekleri toplanmış ve fizikokimyasal değişkenler ölçülmüştür. Ölçülen fizikokimyasal değerler ve bentik makroomurgasızlar kullanılarak istasyonların su kalite sınıfları belirlenmiştir. Örneklere ilişkin sayısal analiz olarak Shannon- Weaver çeşitlilik indeksi, baskınlık ve sıklık analizleri uygulanmıştır. Belçika Biyotik İndeksi su kalitesinin biyolojik olarak belirlenmesini sağlamıştır. Biyotik indeks, çeşitlilik indeksi ve fizikokimyasal parametrelere göre istasyonlar; çok hafif kirli, hafif kirli, orta kirli ve kirli düzeylerinde tespit edilmiştir (Öz 2007).

Isparta ilinden doğup Antalya ilinde Akdeniz'e dökülen Aksu Çayı'nın su kalitesinin belirlenmesi ve fizikokimyasal parametrelerinin makroomurgasız çeşitliliği üzerine olan etkilerinin değerlendirildiği çalışmada biyolojik su kalitesi tayin yöntemine göre üç, fizikokimyasal verilere göre yapılan su kalitesi değerlendirmesinde dört farklı su kalitesi sınıfının bulunduğunu belirlemişlerdir. Aksu Çayı'nda seçilen I. Örnekleme noktasının iyi su kalitesinde olduğu, II. ve III. örnekleme noktalarının kirlilik yükü taşıdığı belirtilmiş, istatistiki yöntem sonuçlarına göre fizikokimyasal etkilerin makroomurgasız çeşitliliği üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Kalyoncu vd. 2008).

Roberts vd. (2009), Virginia'daki Middle Nehri'nde yaptıkları örneklemede, nehirde organik zenginleştirme ile büyük ölçüde değiştirilmiş bir makroomurgasız topluluğunu görmüşler, saha ve laboratuvar değerlendirmeleri sonuçlarında alabalık çiftliklerinden çıkan atıkların; özellikle de daha hızlı akımlarda yaşayan, dış solungaçları olan ve tortullarda hayata adapte olamayan bentik makroomurgasızlara orta derecede toksik olduğu ortaya çıkmıştır. Örneklemenin sonuçları, organik zenginleşme ile büyük ölçüde

etkilenen bir makroomurgasız topluluğunu göstermiştir. Hem doğrudan deşarjın altındaki bölümlerde hem de daha büyük nehirlerle birleştiği yerdeki çeşitliliğin düşük olduğunu görmüşlerdir. Çalışmada organik artık ve omurgasızlar üzerindeki partiküllerin toksisitenin en muhtemel nedenleri olduğu belirlenmiştir. Numunelerde bulunan kayalar ve omurgasızlar üzerinde kalın, yeşil renkli bir film oluştuğu tespit edilmiş, yetiştirilen balıklardan oluşan dışkı ve yem parçacıkları da makroomurgasızların bacaklarının arasında dış solungaçları üzerine toplandığı görülmüştür. Bu; çoğu EPT taksonu (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) gibi dış solungaçlı organizmalar için önemlidir, çünkü solunum engellenebilir. Bulunan bozulmamış ve ölü makroomurgasızların tümünün vücutlarında toplanan katı maddelere gömüldüğü rapor edilmiştir.

Akman M. (2011), Köyceğiz Gölü üzerinde belirlediği 7 istasyonda mevsimsel periyotlarla su örneklerini fizikokimyasal açıdan incelemiş ve makroomurgasız örnekleri toplamıştır. Toplanan örnekler tür veya cins seviyesinde teşhis edilerek bunlardan sıklık, baskınlık, çeşitlilik ve benzerlik analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda Köyceğiz Gölü'nün II. sınıf su kalitesinde ve ötröfik göl olduğunu belirlemiştir.

Ajuzie (2012), Nijerya'daki iki tropik rezervuardaki (Lamingo ve Liberty rezervuarları) makroomurgasız topluluklarını araştırmıştır. Bentik makroomurgasızları familya düzeyinde tanımlamıştır. Lamingo rezervuarında, gastropodlar ve bivalvler bulunmuş, ancak Liberty rezervuarında bulunmamıştır. Liberty rezervuarında kaydedilen daha az taksonun, insan faaliyetlerinin olumsuz etkilerinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Fransa'da, karaya kurulmuş 8 alabalık çiftliğinin bentik makroomurgasızlara etkisi yaz döneminde alınan örneklerle incelenmiştir. Alabalık çiftliklerinin çıkış sularından alınan örneklerde bentik makroomurgasızların toplam bolluğu artmıştır ve örnekleme tarihinde su ürünleri tesislerinde balıkların biyokütlesi ile pozitif bir korelasyon gözlemlenmiştir. Nehrin üst kısmından alınan örneklerde bulunan Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera üyelerinin yerini, çıkış sularında Oligoketler ve Chironomid'lerin aldığı ve bolluklarının arttığı tespit edilmiştir (Guilpart vd. 2012).

Namin vd. (2013), balık çiftliği çıkış sularının Tajan Nehri'nin su kalitesi ve makro-omurgasız toplulukları üzerindeki etkisi, biyolojik ölçütler ve endekslere dayalı olarak uygun makroomurgasızlarla değerlendirilerek incelenmiştir. Bentik makroomurgasız toplulukları bir yıllık bir süre boyunca mevsimsel olarak analiz edilmiştir. 50 km'lik

çalışma alanı boyunca beş örnekleme istasyonu seçilmiş, referans alan olarak balık çiftliğinden yukarıda bulunan istasyon kullanılmıştır. Diğer istasyonlar daha aşağıda konumlanmıştır. Genel olarak Tajan Nehri'nin bentik makro-omurgasız topluluklarına Chironomus larvaları (% 39) hâkim olduğu, ikinci baskın taksonun ise Baetis olduğu (% 22) tespit edilmiştir. Tüm örnekleme istasyonlarında Chironomidae, Simuliidae, Tubificidae, Naididae ve Lumbricidae olmak üzere beş aile kaydedilmiştir. Su kalitesi ile ilgili çeşitlilik ve zenginlikteki değişiklikleri değerlendirmek için, makroomurgasız topluluklar arasındaki benzerlikten yararlanılmıştır. Sonuç olarak, balık çiftliklerinin üstünde ve altında bulunan istasyonlar arasında su kalitesi parametrelerinde önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymuş, akarsu sistemlerinde su kalitesi ve kirliliğin değerlendirilmesinde, nehirlerde yaşayan yüksek çeşitlilikteki bentik makroomurgasızlar nedeniyle, makroomurgasız bazlı biyolojik endekslerin kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

İkizdere ve Çağlayan Dereleri'nde (Doğu Karadeniz Bölgesi), antropojenik etkilerin bentik makroomurgasız ve suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkilerinin sadece sonbahar ve kış aylarında kaynaktan itibaren her dereden seçilen 5 istasyonda alınan örneklerin incelendiği ön araştırmada, Çağlayan Deresi ve Fırtına Deresi için sırasıyla su sıcaklığı değerleri 6,20-13,20$^{o}$C ve 2,4-12,30$^{o}$C; çözünmüş oksijen 10.08-12,14 mg/l ve 10,19-12,76 mg/l; pH değerleri 6,8-7,9 ve 7,2-8,1; elektriksel iletkenlik değerleri ise 27,9-41,7 µS/cm ve 35,7-102,4 µS/cm arasında ölçülmüştür. İkizdere ve Çağlayan Dereleri'nde bentik makroomurgasızlar Trichoptera, Ephemeroptera, Diptera, Hemiptera, Plecoptera ve Amphipoda takımlarının üyelerinden oluşmuştur. Derelerin kaynaklarından aşağı kısımlarına doğru, makroomurgasız grupları ve bollukları, dereler üzerinde bulunan hidroelektrik santrallerinin ve balık çiftliklerinin çıkış suları, turistik tesislerin atıkları, ve taş kırma yerleri ve evsel atıklar gibi antropojenik etkilerle değiştiği bildirilmiştir (Kırkağaç vd. 2014).

Karrouch vd. (2017), Fas'taki Boufekrane Nehri'nde yürüttükleri çalışmada antropojenik aktivitelerin; su kalitesi, biyolojik çeşitlilik ve bentik makroomurgasızların dağılımını etkilediğini ortaya koymuşlardır. Nehrin üst bölgelerine göre, bentik makroomurgasızların toleranslı türlerinin zayıf ve düşük su kalitesine sahip, çeşitlilik indeksi düşük olan nehrin alt bölgelerinde bulunduğu görülmüştür. Oligochaeta takımından Tubificidae 12 örnekleme ayı boyunca 2 alt istasyonda tutarlı bir şekilde

görülmüş, puanlama sistemine göre, 12 örnekleme ayı için yukarıdaki istasyonlar "iyi su kalitesi", aşağıda kalan istasyonlar ise "düşük su kalitesi" olarak sınıflandırılmıştır.

Fırtına Deresi (Doğu Karadeniz Havzası) bentik makroomurgasız çeşitliliğinin değerlendirildiği bir yıl süreyle mevsimlik olarak çamur ve su örneklerinin alındığı araştırmada, bentik makroomurgasız çeşitliliğini, Insecta sınıfından *Ecydonorous* (Ephemeroptera, Heptaginiidae), *Sericostoma* (Trichoptera, Sericostomatidae), *Tipula, Tabanus* ve *Chironomus* (Diptera, Tipulidae, Tabanidae, Chironomidae) cinslerinin oluşturduğu ve familya düzeyinde sıralama ise Sericostomatidae (%83), Tipulidae (%14), Heptaganiidae (%2) ve Tabanidae (%1) olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, bollukları yüksek olmayıp, bu organizmaların kirlenmemiş ve hafif kirli sularda bulundukları belirtilmiştir. Shannon-Weaver indeksi (H) değeri, 0-0,68 olup, düşük bulunmuştur. Ayrıca Fırtına Deresinin su sıcaklığı, pH, çözünmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik değerleri arazide, amonyum azotu, nitrat azotu, nitrit azotu, ortofosfat, toplam fosfor, klorofil *a* ve askıda katı madde konsantrasyonları laboratuvarda ölçülmüş, elde edilen değerlerin, Yerüstü Su Kalite Yönetmeliğine göre, Fırtına Deresinin yüksek kaliteli su sınıfında olduğu belirlenmiştir. Bu sonucun esasen su akışının yüksek olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Cılız 2018).

Rai vd. (2018), alabalık yetiştiriciliğinin su kalitesi üzerindeki etkilerini biyolojik göstergeler olarak makroomurgasızları kullanarak değerlendirmek amacıyla Nepal'deki bir nehir üzerinde araştırma yapmışlardır. Makroomurgasızların toplandığı ve fizikokimyasal parametrelerin ölçüldüğü her alabalık çiftliğinde referans ve etkilenen alanlar seçilmiştir. Çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik değerleri, her iki alabalık çiftliğinde referans ve etki alanları arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($p < 0.05$). (Oksijen 8,8 – 11,2 mg/l) Su kalitesi sınıfları da makroomurgasızlar kullanılarak hesaplanmış, araştırılan iki çiftliğin beş örnekleme bölgesinden 10 taksona ait toplam 27 familyaya ait makroomurgasızlar tespit edilmiş; referans bölgeleri, makroomurgasızların çeşitliliği arttıkça daha yüksek puanlar göstermiştir. Puanlar NEPBIOS/ASPT Skor analizine göre 4 – 6,42 arasında bulunmuştur. Sonuç olarak her iki çiftliğin de alabalık için uygun su kalitesine (çözünmüş oksijen ve sıcaklık) sahip olduğu ve fizikokimyasal parametrelerin çoğunun, muhtemelen küçük ölçekli operasyon ve üretim nedeniyle pH ve bulanıklık dışında önemli farklılıklar göstermediği tespit edilmiştir.

# 3. MATERYAL VE YÖNTEM

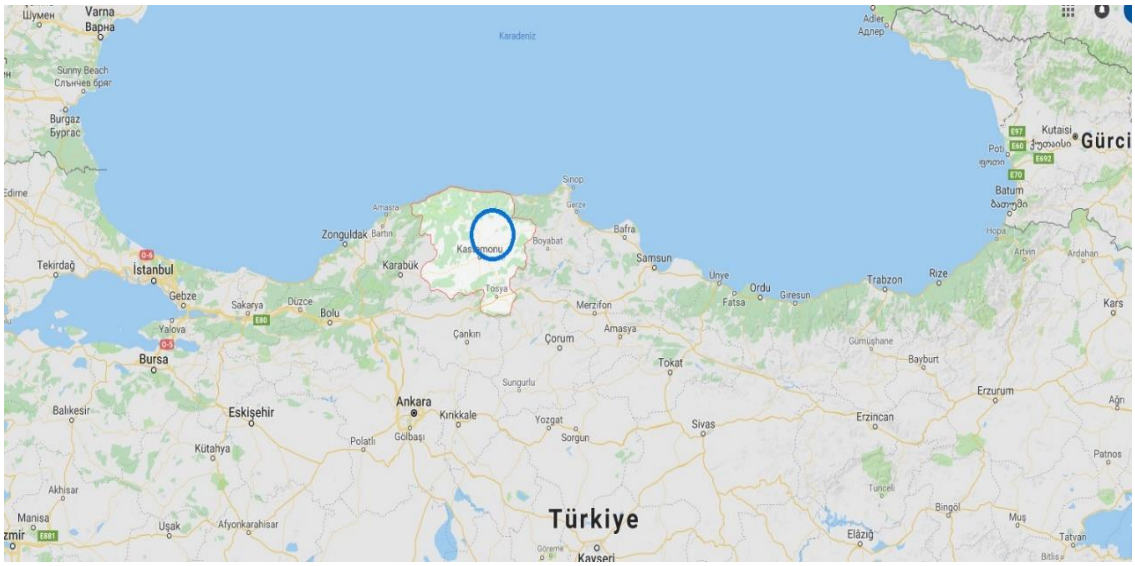
## 3.1 Materyal

### 3.1.1 Araştırma alanı

Araştırma bölgesi olarak seçilen Değirmen Deresi Aşağı Karadeniz Havzası içerinde bulunmakta olup Kastamonu ili merkez ilçesi sınırlarında yer almaktadır. Kaynağı Kastamonu'ya 22 km uzaklıktadır (Şekil 3.1). Toplam uzunluğu 10400 m olup Daday Çayı ile birleşerek Gökırmak 'a karışmaktadır.

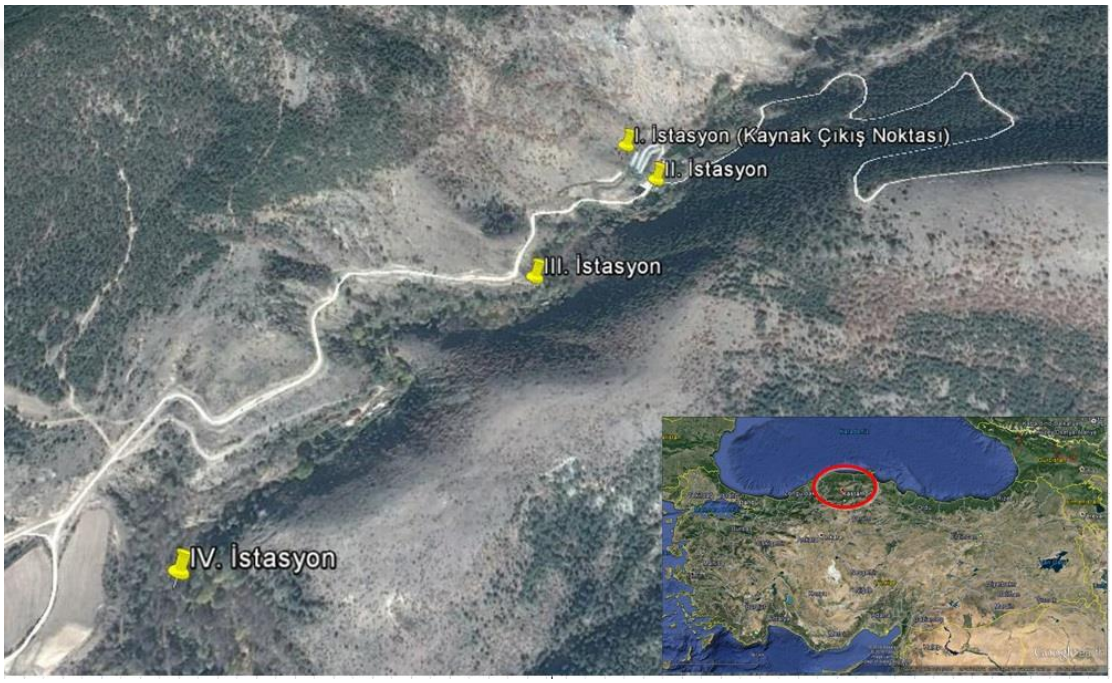
Debisi aylara göre mevsimsel değişiklikler göstermekle birlikte 30 yıl ortalaması 202 l/sn'dir. En düşük debi Kasım ayında ort. 120 l/sn, en yüksek debi ise Mayıs ayında ort. 290 l/sn'dir. Dere, yıl boyunca kurumamaktadır (DSİ 23. Bölge Müdürlüğü, Sözlü Görüşme, 2018).

Kaynağından hemen sonra konumlanmış ve biri işlevsel olmayan toplam üç adet karasal kökenli alabalık yetiştiricilik işletmesi bulunmaktadır. İşletmelerin yıllık üretim kapasiteleri sırasıyla 50 ton ve 10 ton dur.

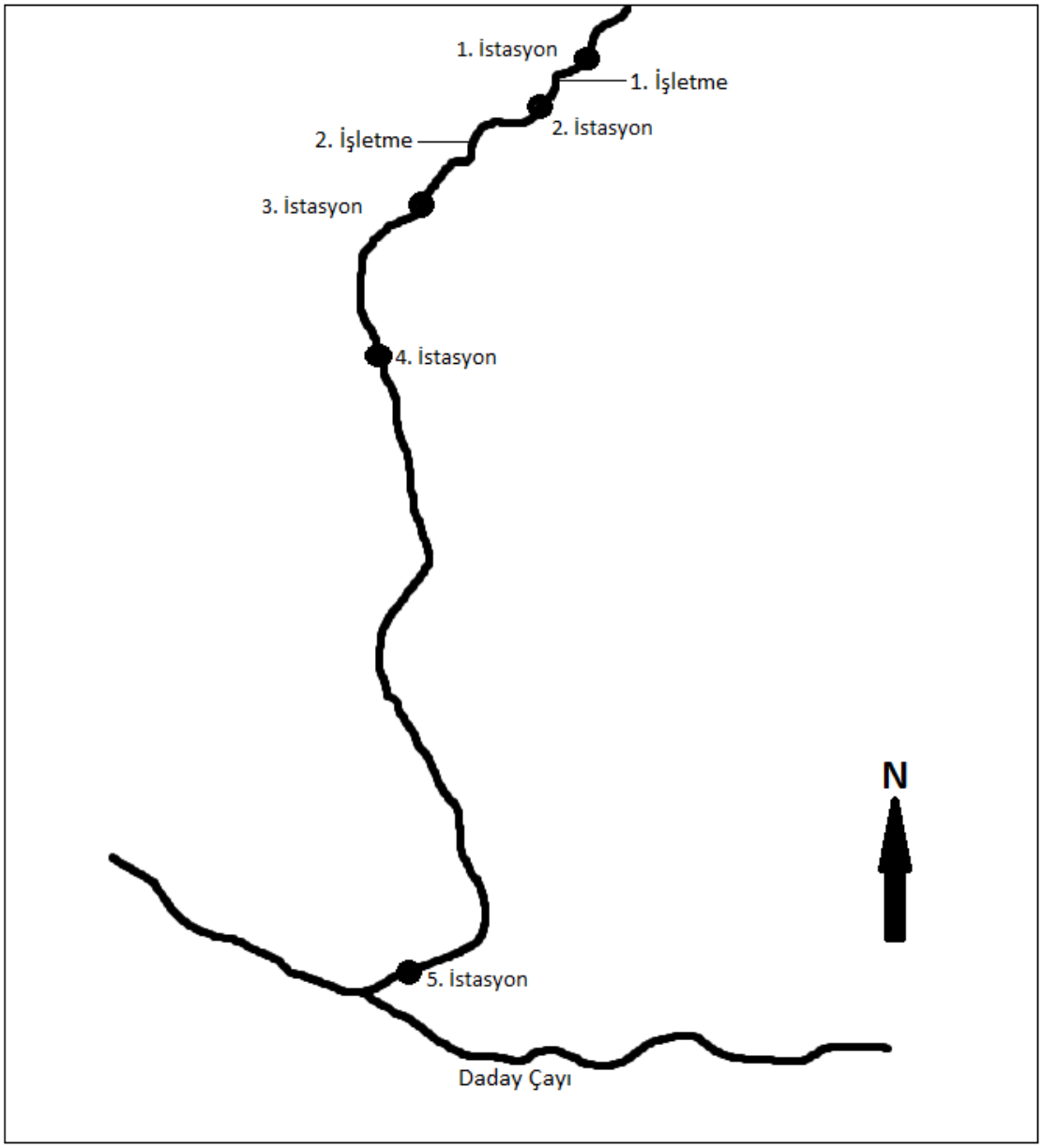



Şekil 3.1 Değirmen Deresinin lokalizasyonu.

Çalışma; Mayıs 2016 – Ocak 2017 tarihleri arasında, Kastamonu İli Değirmen Deresinin kaynağı ile Daday Çayı'na karıştığı nokta arasındaki 5 adet istasyondan alınan örneklerle yürütülmüştür. İstasyonlar; çayın kaynağına yakın bir noktası, kaynaktan sonra derenin iki kola ayrılması ile her bir kolun üzerindeki farklı kapasitelerdeki işletmelerin çıkış suları, ilerde kolların birleştiği kısım ve Dere'nin Daday Çayı'na karışmadan hemen önceki istasyondur. Örnekler bir yıl süreyle, mevsimleri temsil edecek şekilde 4 kez (Mayıs, Ağustos, Kasım, Ocak) alınmıştır. Örnek alma noktaları Şekil 3.2 ve Şekil 3.3 'de, koordinat noktaları Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.




Şekil 3.2 Değirmen Deresi örnek alma istasyonları




Şekil 3.3 Değirmen Deresi örnek alma istasyonları.

Çizelge 3.1 Değirmen Deresi örnekleme istasyonlarının GPS koordinatları ve rakım değerleri

| Örnekleme İstasyonlarının GPS Koordinatları ve Rakımları | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **1. İstasyon** | **2. İstasyon** | **3. İstasyon** | **4. İstasyon** | **5. İstasyon** |
| 41°31'55" K | 41°31'44" K | 41°31'34" K | 41°31'30" K | 41°26'31" K |
| 33°47'17" D | 33°47'10" D | 33°46'57" D | 33°46'50" D | 33°47'44" D |
| Rakım: 1022 | Rakım: 1005 | Rakım: 985 | Rakım: 967 | Rakım: 705 |

Birinci örnekleme istasyonu, alabalık yetiştiricilik tesislerinden önce, derenin kaynağından yaklaşık 1 km kadar üzeri kapalı şekilde gelip yeryüzüne çıktığı noktadır. Şekil 3.4'de istasyonun görüntüsü verilmiştir.




Şekil 3.4 Birinci örnekleme noktası

İkinci örnekleme noktası, 50 ton kapasiteli alabalık yetiştiricilik tesisinden sonraki istasyondur. Çevresi ağaçlarla çevrili ve zemini %30 çakıl, %70 kumdur. Akıntının yüksek olduğu istasyonun çevresinde bitki örtüsü oldukça fazladır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 İkinci örnekleme noktası

Üçüncü örnekleme noktası, kapasitesi 10 ton olan alabalık üretim tesisinden sonraki istasyondur. Zemin yapısı kayalık olan istasyonun çevresinde bitki örtüsü daha azdır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Üçüncü örnekleme noktası

Dördüncü örnekleme noktası, alabalık tesislerinden yaklaşık 1 km sonra henüz tarım ve evsel atıkların yoğun olmadığı bir noktadır. Zemini çakıl ve kum olan istasyonun çevresinde bitki örtüsü oldukça fazladır (Şekil 3.7).




Şekil 3.7 Dördüncü örnekleme noktası

Beşinci örnekleme noktası, tarım ve hayvancılık yapılan yerleşim birimlerinden sonra, organik ve kimyasal kirlenmeye maruz kalabilecek pozisyonda olan, Daday Çayı'na karışmadan hemen önceki istasyondur (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Beşinci örnekleme noktası

### 3.1.2 Sahada ve laboratuvarda kullanılan malzeme ve araçlar

Multiparametre Ölçüm Cihazı (Hach Marka HQ-40d Model), su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve pH ölçebilen,

Standart dip kepçesi , 30 x 30 cm boyutlarında, 250 µ göz açıklığında,

Surber örnekleme aleti, 30 x 30 cm boyutlarında, 250 µ göz açıklığında,

GPS Cihazı (Macellan Marka Explorist 110 Model), konum belirleyici,

Çamur elekleri, göz açıklıkları 250-3000 µ arasında olan bir seri elek,

Leica Marka DMi1 Model Kameralı Inverted Mikroskop, bentik organizmaların teşhisinde kullanılan, fotoğraf-video çekebilen.

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Bentik makroomurgasız örneklerinin alınması ve suyun bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi

İstasyonlarda örnekleme, standart dip kepçesi ve gerektiğinde surber örnekleme aleti ile akarsuyun akıntılı, az akıntılı, kenar bitkilenmesinin olduğu yerlerden 10-15 dk süre ile yapılmış, böylece farklı habitatlardan örnekler alınmaya çalışılmıştır (Edmondson ve Winberg 1971). Toplanan numuneler kavanozlara konulup istasyon adı ve tarih bilgileri ile etiketlenerek, aynı gün Ankara Üniversitesi Su Ürünleri Mühendisliği Laboratuvarı'na getirilmiştir.

Bentik makroomurgasız örneklerinin alımı sırasında, istasyonlarda suyun sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH ve elektriksel iletkenlik değerleri, çamur örneklerin alımı sırasında, istasyonlarda multiparametre ölçüm cihazı ile yerinde ölçülmüştür.

### 3.2.2 Bentik makroomurgasız örneklerinin incelenmesi

Toplanan dip çamur materyalleri 250-3000 µ göz açıklığına sahip bir seri elekten geçirilip, makroomurgasız bireyleri seçilerek %4 lük formaldehit solüsyonu içerisinde saklanmıştır.

Bentik makroomurgasızların teşhisleri Edmondson (1959), Macan (1975) ve Smith (2001)'e göre Leica Marka dahili kamerası bulunan inverted mikroskop altında familya düzeyinde teşhis edilmiştir. Teşhisi yapılan organizmalar sayılmış ve birim alanda birey sayısı olarak gösterilmiştir.

### 3.2.3 Çeşitlilik indeksi uygulaması

Araştırmadan elde edilen verilere, istasyonları karşılaştırmak ve istasyonlardaki makroomurgasızların kirliliğe karşı tepkilerini belirlemek amacıyla çeşitlilik indekslerinden en sık kullanılan Shannon-Weaver indeksi uygulanmıştır (Zischke vd. 1992).

Shannon Weaver İndeks (H);

H= - Σ Ni/N log2 Ni/N şeklinde hesaplanır. Bunlardan;

H = indeks değeri

N = toplanan tüm türlerin toplam birey sayısı

Ni = Türe ait toplam birey sayısını belirtir.

Dengelilik (E) ; E=H/ ln S, eşitliğinden hesaplanır.

H = Shannon-Weaver İndeks, S= Tür zenginliğini ifade eder.

### 3.2.4 İstatistiki analizler

Araştırma sonucu elde edilen veriler, tek yönlü (One-way Anova) varyans analizi ile SPSS 11.5 istatistik paket programı kullanılarak bolluk değerlerinin istasyonlar ve mevsimler arasındaki farklılıkları Duncan Testi ile incelenmiştir (Kesici ve Kocabaş 2007).

# 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

## 4.1 Değirmen Deresinin Bentik Makroomurgasızları

### 4.1.1 Bentik makroomurgasız kompozisyonu

Değirmen Deresinde makroomurgasız çeşitliliği, Insecta sınıfından Trichoptera, Plecoptera, Ephemeroptera, Coleoptera ve Diptera, olmak üzere 5 takım belirlenmiştir. Trichoptera takımından 4 familya, Diptera takımından 7 familya, diğer takımları ise birer familya ile temsil edilmiştir. Malacostraca sınıfı Amphipoda takımından bir familya, Annelida'dan Oligochaeta ve Hirudinea sınıflarına ait toplam 3 familya, Bivalvia sınıfından 2 familya ve Gastropoda sınıfından 2 familya ve Nematoda'dan bir familya teşhis edilmiştir (Çizelge 4.1).Teşhis edilen familya üyelerine ilişkin fotoğraflar EK 1-5'de yer almaktadır.

Çizelge 4.1 Değirmen Deresinde teşhis edilen taksonlar

| **Sınıf** | **Takım** | **Familya** |
|---|---|---|
| Insecta | Trichoptera | Sericostomatidae |
| | | Rhyacophilidae |
| | | Phryganeidae |
| | | Hydropsychidae |
| | Plecoptera | Capniidae |
| | Coleoptera | Elmidae |
| | Ephemeroptera | Baetidae |
| | Diptera | Simuliidae |
| | | Tipulide |
| | | Tabanidae |
| | | Pediciidae |
| | | Muscidae |
| | | Chironomidae |
| | | Chaoboridae |
| Malacostraca | Amphipoda | Gammaridae |
| Annelida | Oligocheata | Lumbricidae |
| | | Haplotaxidae |
| | Hirudinea | Hirudinidae |
| Bivalvia | Sphaeriida | Sphaeriidae |
| | Venerida | Veneridae |
| Gastropoda | Pulmonata | Lymnaeidae |
| | | Planorbidae |
| Nematoda | Ascaridida | Ascarididae |

### 4.1.2 Değirmen Deresinde bentik makroomurgasızların istasyonlarda bulunurluk durumu

Değirmen Deresinde tespit edilen bentik makroomurgasız gruplarının istasyonlarda bulunurluk durumu Çizelge 4.2'de verilmiştir. Insecta'dan Trichoptera, Plecoptera, Coleoptera ve Ephemeroptera üyelerine genel olarak 4. ve 5. istasyonlar dışında diğer istasyonlarda rastlanmış, Diptera üyelerinden Simuliidae ve Chironomidae genel olarak tüm istasyonlarda görülmüş, diğer üyeleri sadece 1. istasyonda görülmemiştir. Değirmen Deresinde teşhis edilen 23 familyadan oluşan makroomurgasızların Plecoptera, Coleoptera, Ephemeroptera, Chaoboridae, Hirudinea, Bivalvia ve Nematoda grupları hariç hepsi 2. istasyonda bulunmuşlardır.

Çizelge 4.2 Değirmen Deresinde teşhis edilen bentik makroomurgasızların istasyonlarda bulunma durumları

| **Bentik makroomurgasız grupları** | **Familya** | **İstasyonlar** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Trichoptera | Sericostomatidae | | + | | | |
| | Rhyacophilidae | | + | | | |
| | Phryganeidae | + | + | | + | |
| | Hydropsychidae | + | + | | | |
| Plecoptera | Capniidae | + | | + | | |
| Coleoptera | Elmidae | + | | + | | |
| Ephemeroptera | Baetidae | + | | + | | |
| Diptera | Simuliidae | + | + | | + | + |
| | Tipulide | | + | | | + |
| | Tabanidae | | + | | | |
| | Pediciidae | | + | + | + | |
| | Muscidae | | + | + | | + |
| | Chironomidae | + | + | + | + | + |
| | Chaoboridae | | | + | | |
| Amphipoda | Gammaridae | + | + | + | + | + |
| Oligochaeta | Lumbricidae | | + | | | |
| | Haplotaxidae | | + | | | |
| Hirudinea | Hirudinidae | | | | | + |
| Sphaeriida | Sphaeriidae | | + | | + | |
| Heterodonta | Veneridae | | + | | | |
| Gastropoda | Lymnaeidae | + | + | + | + | |
| | Planorbidae | + | + | | + | + |
| Nematoda | Ascarididae | | + | | | + |

### 4.1.3 Değirmen Deresinde bentik makroomurgasız bolluklarının istasyonlarda mevsimsel değişimi

Bentik makroomurgasız ortalama toplam bolluk değerleri Çizelge 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6'da gösterilmiş, istasyonlara ve mevsimlere göre değişimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.7).

Ortalama bentik makroomurgasız bolluğu, sonbahar mevsiminde en yüksek 1. istasyonda 339±19 adet/$m^2$ olarak belirlenmiştir. Bunu, 109±4 adet/ $m^2$ ile 2. istasyon izlemiştir. 5. istasyonda bentik makroomurgasızlara rastlanmamıştır. Kış mevsiminde 2. istasyonda 294±41 adet/$m^2$ ile ortalama en yüksek bolluk değerine ulaşılmıştır. En düşük değer ise sadece 1±0 adet/$m^2$ olarak 5. istasyonda kaydedilmiştir. İlkbahar mevsiminde 1. ve 2. istasyonlarda ortalama bolluk değerleri diğer istasyonlara göre yüksek olmuştur. Aynı şekilde kış mevsiminde de 1. istasyonda ortalama bentik makroomurgasız bolluğu diğer istasyonlara göre yüksek bulunmuştur. En düşük ortalama bolluk değeri ise ilkbahar hariç 5. istasyonda kaydedilmiş olup, ilkbaharda ise en düşük bolluk değeri 4. istasyonda tespit edilmiştir. Araştırma süresince bentik makroomurgasızlar içinde en yüksek bolluk miktarına sahip olan organizma grubu Amphipoda'dan Gammaridae üyeleri olup, genel olarak 1. ve 2. istasyonlarda yüksek miktarda bulunmuşlardır.

Çizelge 4.3 İlkbahar mevsiminde ortalama bentik makroomurgasız bolluk değerlerinin, istasyonlara göre değişimi

| MEVSİM | Makroomurgasız Grupları | İSTASYONLAR | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **Toplam** |
| İLKBAHAR | ***Diptera*** | | | | | | |
| | Chironomidae | 15 | | 60 | | | 75 |
| | ***Tabanidae*** | | | | | | |
| | Muscidae | | 1 | 3 | | | 4 |
| | Simuliidae | 19 | 1 | | 2 | 1 | 23 |
| | ***Amphipoda*** | | | | | | |
| | Gammaridae | 157 | 134 | 71 | | 83 | 445 |
| | ***Trichoptera*** | | | | | | |
| | Rhyacophilidae | | 2 | | | | 2 |
| | Phryganeidae | | 1 | | | | 1 |
| | ***Gastropoda*** | | | | | | |
| | Planorbidae | | 7 | | | 1 | 8 |
| | Lymnaeidae | | | 2 | | | 2 |
| | ***Plecoptera*** | | | | | | |
| | Capniidae | 8 | | 2 | | | 10 |
| | ***Epheromoptera*** | | | | | | |
| | Baetidae | 8 | | 2 | | | 10 |
| | ***Nematoda*** | | | | | | |
| | Ascarididae | | 11 | | | 3 | 14 |
| | ***Oligochaeta*** | | | | | | |
| | Haplotaxidae | | 35 | | | | 35 |
| | ***Bivalvia*** | | | | | | |
| | Sphaeriidae | | 16 | | | | 16 |
| | **Toplam Bolluk** | 207±9 | 209±22 | 140±15 | 2±0 | 88±7 | 646 |

Çizelge 4.4 Yaz mevsiminde ortalama bentik makroomurgasız bolluk değerlerinin, istasyonlara göre değişimi

| MEVSİM | Makroomurgasız Grupları | İSTASYONLAR | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **Toplam** |
| YAZ | ***Amphipoda*** | | | | | | |
| | Gammaridae | 697 | 104 | | 20 | | 821 |
| | ***Gastropoda*** | | | | | | |
| | Planorbidae | 2 | 3 | | 7 | | 12 |
| | Lymnaeidae | 5 | 4 | 2 | 17 | | 28 |
| | ***Trichoptera*** | | | | | | |
| | Phryganeidae | 5 | | | 2 | | 7 |
| | Hydropsychidae | | 2 | | | | 2 |
| | ***Diptera*** | | | | | | |
| | Chironomidae | 1 | 2 | 24 | 1 | 24 | 52 |
| | Muscidae | | | 1 | | 1 | 2 |
| | Pediciidae | | | 1 | | | 1 |
| | Tipulidae | | 1 | | | 1 | 2 |
| | ***Coleoptera*** | | | | | | |
| | Elmidae | 75 | | | | | 75 |
| | ***Bivalvia*** | | | | | | |
| | Sphaeriidae | | 18 | | 7 | | 25 |
| | ***Hirudinea*** | | | | | | |
| | Hirudinidae | | | | | 1 | 1 |
| | **Toplam Bolluk** | 785±20 | 134±8 | 28±3 | 54±4 | 27±5 | 1028 |

Çizelge 4.5 Sonbahar mevsiminde ortalama bentik makroomurgasız bolluk değerlerinin istasyonlara göre değişimi

| MEVSİM | Makroomurgasız Grupları | İSTASYONLAR | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **Toplam** |
| SONBAHAR | ***Diptera*** | | | | | | |
| | Chironomidae | 1 | 1 | 21 | 2 | | 24 |
| | ***Amphipoda*** | | | | | | |
| | Gammaridae | 335 | 12 | 8 | 4 | | 359 |
| | ***Trichoptera*** | | | | | | |
| | Hydropsychidae | 3 | | | | | 3 |
| | ***Gastropoda*** | | | | | | |
| | Planorbidae | | 22 | | | | 22 |
| | Lymnaeidae | | 19 | 1 | | | 20 |
| | ***Oligochaeta*** | | | | | | |
| | Lumbricidae | | 38 | | | | 38 |
| | ***Bivalvia*** | | | | | | |
| | Veneridae | | 17 | | | | 17 |
| | ***Coleoptera*** | | | | | | |
| | Elmidae | | | 2 | | | 2 |
| | **Toplam Bolluk** | 339±19 | 109±4 | 32±1 | 6±0 | - | 486 |

Çizelge 4.6 Kış mevsiminde ortalama bentik makroomurgasız bolluk değerlerinin, istasyonlara göre değişimi

| MEVSİM | Makroomurgasız Grupları | İSTASYONLAR | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **Toplam** |
| KIŞ | ***Amphipoda*** | | | | | | |
| | Gammaridae | 49 | 278 | | 6 | 1 | 334 |
| | ***Gastropoda*** | | | | | | |
| | Planorbidae | | 1 | | 1 | | 2 |
| | Lymnaeidae | | 2 | | 1 | | 3 |
| | ***Trichoptera*** | | | | | | |
| | Hydropsychidae | | 1 | | | | 1 |
| | Sericostomatidae | | 3 | | | | 3 |
| | ***Diptera*** | | | | | | |
| | Planorbidae | | 2 | | 1 | | 3 |
| | Chironomidae | | | 2 | | | 2 |
| | Chaoboridae | | | 1 | | | 1 |
| | ***Bivalvia*** | | | | | | |
| | Pisidiidae | | 7 | | 1 | | 8 |
| | **Toplam Bolluk** | 49±5 | 294±41 | 3±0 | 10±1 | 1±0 | 357 |

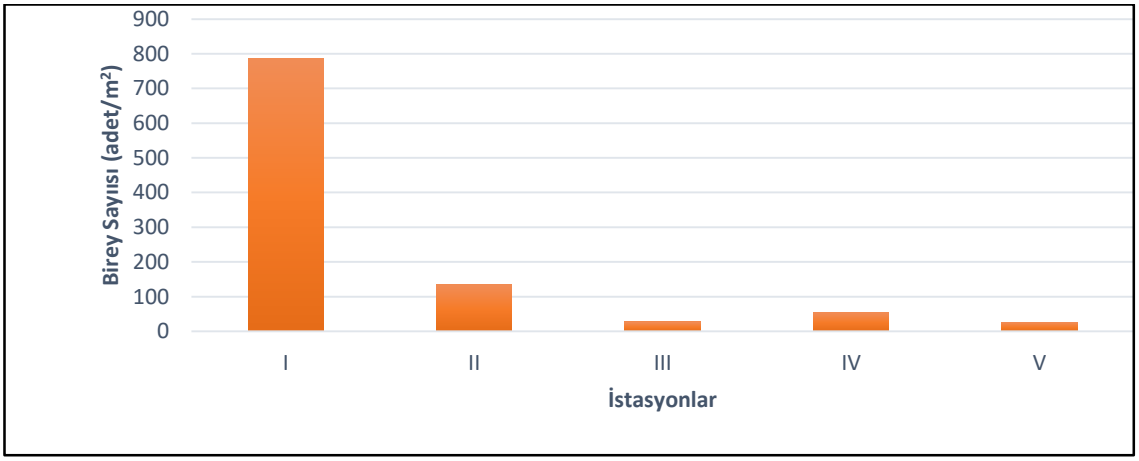
Çizelge 4.7 Tüm mevsimlerde ortalama bentik makroomurgasız toplam bolluk değerlerinin, istasyonlara ve mevsimlere göre değişiminin istatistiki olarak değerlendirilmesi

| MEVSİM | İSTASYONLAR | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Toplam Bolluk |
| İlkbahar | 207±9 C*a** | 209±22 Ba | 140±15 Ab | 2±0 Cd | 88±7 Ac | 646 |
| Yaz | 785±20 Aa | 134±8 Cb | 28±3 Bd | 54±4 Ac | 27±5 Bd | 1028 |
| Sonbahar | 339±19 Ba | 109±4 Cb | 32±1 Bc | 6±0 Cd | - | 486 |
| Kış | 49±5 Db | 294±41 Aa | 3±0 Cc | 10±1 Bc | 1±0 Cc | 357 |

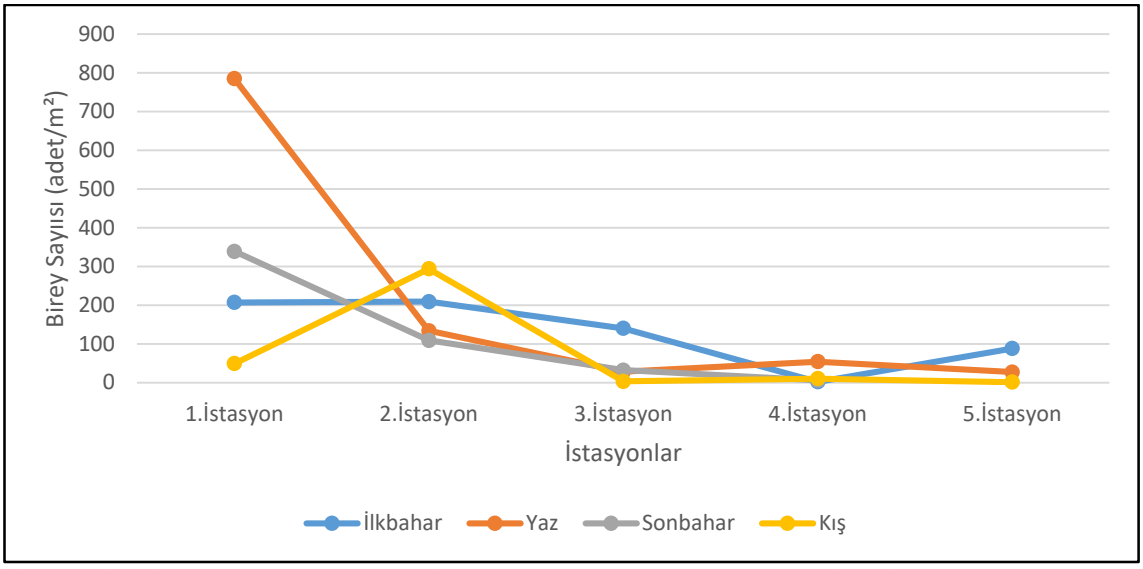
*Aynı sütunda farklı büyük harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$).

**Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$).

Araştırma süresince bentik makroomurgasızların istasyonlarda toplam bolluk değerlerinin değişimi Şekil 4.1'de, mevsimlere bağlı değişimi ise Şekil 4.2'de verilmiştir.




Şekil 4.1 Değirmen Deresinde bentik makroomurgasızların toplam bolluklarının değişimi (adet/$m^2$)




Şekil 4.2 Değirmen Deresinde bentik makromurgasızların mevsimlere göre istasyonlardaki değişimi (adet/$m^2$)

Değirmen Deresi bentik makroomurgasızlarının mevsimlere ve istasyonlara göre oransal değişimleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Amphipoda'dan Gammaridae üyelerine genelde tüm istasyonlarda özellikle de kaynağın bölgesi olan 1. istasyon ve alabalık tesisi çıkış suyu olan 2. istasyonda tespit edilmiş ve diğer bentik makroomurgasız gruplarına göre oransal değeri daha yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda diğer bentik makroomurgasızlar içinde en baskın grup olmuştur.

Çizelge 4.8 Değirmen Deresinde bentik makroomurgasız gruplarının mevsimlerde ve istasyonlardaki oransal değişimleri (%)

| Mevsim | Makroomurgasız Grupları | İSTASYONLAR | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| İlkbahar | Diptera | 5,31 | 0,45 | 9,80 | 0,30 | 0,15 |
| | Amphipoda | 24,32 | 20,7 | 10,99 | - | 12,85 |
| | Trichoptera | - | 0,45 | - | - | - |
| | Gastropoda | - | 1,09 | 0,30 | - | 0,15 |
| | Plecoptera | 1,23 | - | 0,30 | - | - |
| | Epheromoptera | 1,23 | - | 0,30 | - | - |
| | Nematoda | - | 1,70 | - | - | 0,47 |
| | Oligochaeta | - | 5,41 | - | - | - |
| | Bivalvia | - | 2,50 | - | - | - |
| Yaz | Amphipoda | 67,8 | 10,01 | - | 1,95 | - |
| | Gastropoda | 0,68 | 0,68 | 0,17 | 2,23 | - |
| | Trichoptera | 0,49 | 0,17 | - | 0,19 | - |
| | Diptera | 0,09 | 0,27 | 2,42 | 0,09 | 2,42 |
| | Coleoptera | 7,29 | - | - | - | - |
| | Bivalvia | - | 1,36 | - | 0,68 | - |
| | Hirudinea | - | - | - | 0,09 | 0,09 |
| Sonbahar | Diptera | 0,20 | 0,20 | 4,32 | 0,40 | - |
| | Amphipoda | 68,9 | 2,46 | 1,64 | 0,82 | - |
| | Trichoptera | 0,61 | - | - | - | - |
| | Gastropoda | - | 8,42 | 0,20 | - | - |
| | Oligochaeta | - | 7,84 | - | - | - |
| | Bivalvia | - | 3,49 | - | - | - |
| | Coleoptera | - | - | 0,50 | - | - |
| Kış | Amphipoda | 13,73 | 77,87 | - | 1,68 | 0,28 |
| | Gastropoda | - | 0,84 | - | 0,56 | - |
| | Trichoptera | - | 1,12 | - | - | - |
| | Diptera | - | 0,56 | 0,84 | 0,28 | - |
| | Bivalvia | - | 1,96 | - | 0,28 | - |

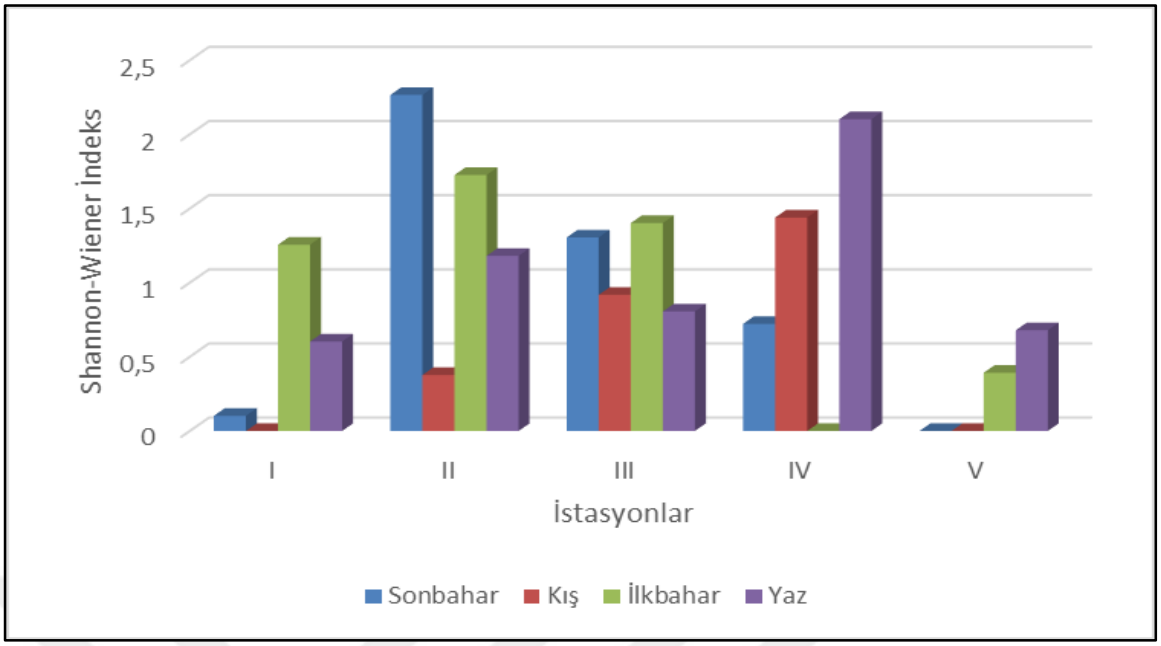
### 4.1.4 Çeşitlilik indeksi uygulamasına ilişkin sonuçlar

Değirmen Deresinde tespit edilen bentik makroomurgasızlara ilişkin verilere çeşitlilik indeksi uygulanmıştır (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.3). Mevsimsel olarak istasyonlarda tür zenginliği (S), Shannon-Weaver indeksi (H) ve dengelilik (E) değerleri belirlenmiştir.

Araştırma süresince, tür zenginliği (S) genel olarak 0-10 arasında değişmiştir. En yüksek tür zenginliği (S=10) ilkbaharda 2. istasyonda bulunmuştur. Bununla birlikte, araştırma süresince mevsimlerde 2. istasyonda tür zenginliği en yüksek, 5. istasyonda ise en düşük olmuştur. Araştırmada, H değeri 0 - 2,2659 arasında değişmiş, sonbaharda en yüksek değer 2. istasyonda, yine aynı mevsimde en düşük değer 1. istasyonda saptanmıştır. E değerleri ise mevsimlerde ve istasyonlarda 0,0175 ile 0,8358 arasında değişmiştir. Bu da istasyonlarda bulunan bentik makroomurgasız familyalarının bolluklarının yani dağılımlarının homojen olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.9 Değirmen Deresinde bentik makroomurgasız bireylerinin istasyonlarda mevsimlere göre tür zenginliği (S) , Shannon-Weaver İndeksi (H) ve Dengelilik (E) değerleri

| Mevsim | İndeks | İstasyonlar | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Sonbahar | S | 3 | 6 | 4 | 2 | - |
| | H | 0,10 | 2,27 | 1,31 | 0,72 | - |
| | E | 0,02 | 0,05 | 0,38 | 0,45 | - |
| Kış | S | 1 | 7 | 2 | 5 | 1 |
| | H | - | 0,38 | 0,92 | 1,44 | - |
| | E | - | 0,07 | 0,84 | 0,62 | - |
| İlkbahar | S | 5 | 10 | 6 | 2 | 4 |
| | H | 1,26 | 1,73 | 1,40 | - | 0,39 |
| | E | 0,24 | 0,32 | 0,28 | - | 0,09 |
| Yaz | S | 6 | 7 | 4 | 6 | 4 |
| | H | 0,60 | 1,18 | 0,81 | 2,10 | 0,68 |
| | E | 0,09 | 0,24 | 0,24 | 0,53 | 0,21 |



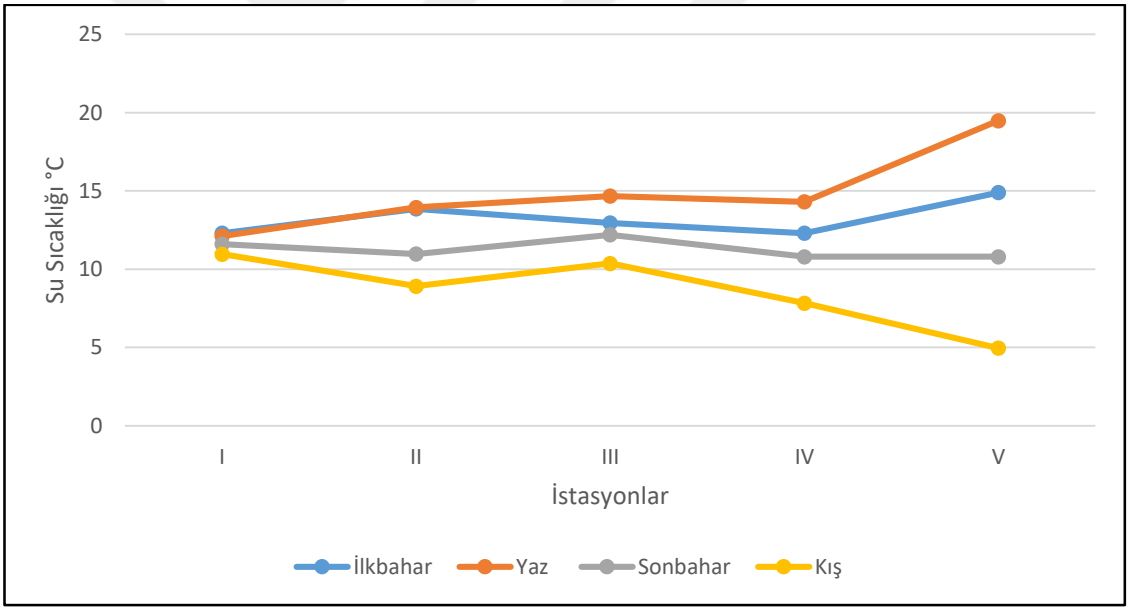

Şekil 4.3 Değirmen Deresinde bentik makroomurgasızların çeşitlilik değerlerinin mevsimlere göre istasyonlardaki değişimi

## 4.2 Değirmen Deresinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine İlişkin Bulgular

### 4.2.1 Su sıcaklığı

Değirmen Deresinde araştırma süresince ortalama su sıcaklığı değerlerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.4).

Araştırma süresince ortalama sıcaklık değerleri 4,96±0,01 ile 19,49±0,25 °C arasında değişmiştir. En düşük değer kış mevsiminde (Ocak) , en yüksek değer ise yaz mevsiminde (Ağustos) ölçülmüştür. Derenin kaynağının su sıcaklığı değerleri mevsimlerde benzer olup, sonraki istasyonlarda su sıcaklığı değerleri ise kış ayında azalma, yaz ayında ise nispeten artma eğiliminde olmuştur.

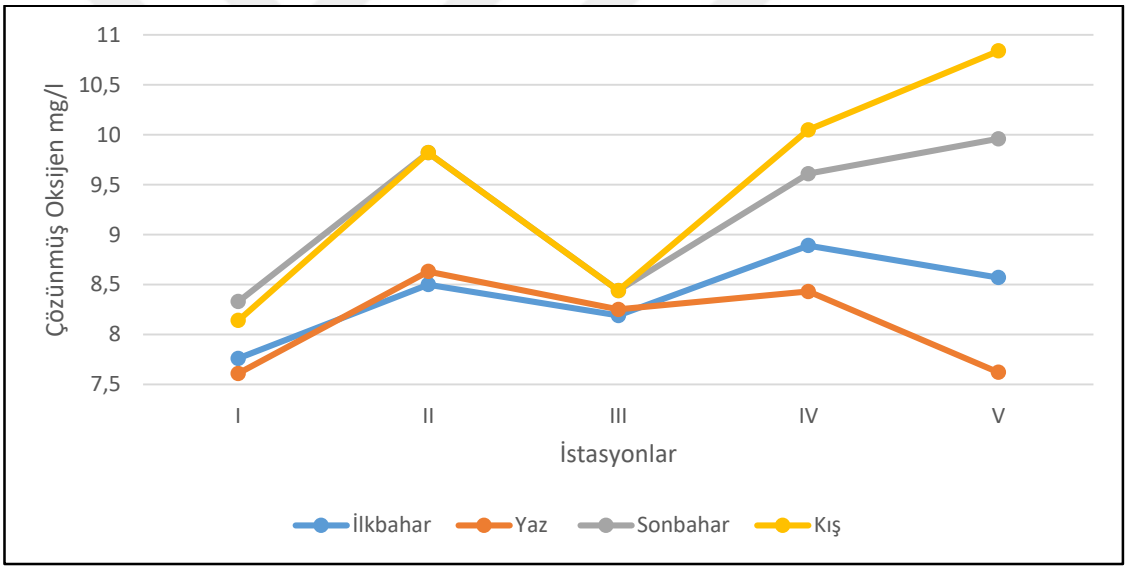



Şekil 4.4 Değirmen Deresinde ortalama su sıcaklığının mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi (°C)

### 4.2.2 Çözünmüş oksijen

Değirmen Deresinde araştırma süresince ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonlarında mevsimlere ve istasyonlara göre değişimler arasındaki farklılıklar 3. istasyon dışında ($p>0,05$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.5).

Araştırma süresince ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonları 7,61±0,01 mg/l ile 10,84 mg/l arasında ölçülmüştür. En düşük konsantrasyon değeri yaz ayında 1. istasyonda ve 5. istasyonda bulunmuştur. Bu mevsimde su sıcaklığının artması ve kaynak sularının oksijenden daha yoksun olması nedeniyle oksijen değeri düşüktür. En yüksek değer ise yine kış ayında 5. istasyonda ölçülmüştür.

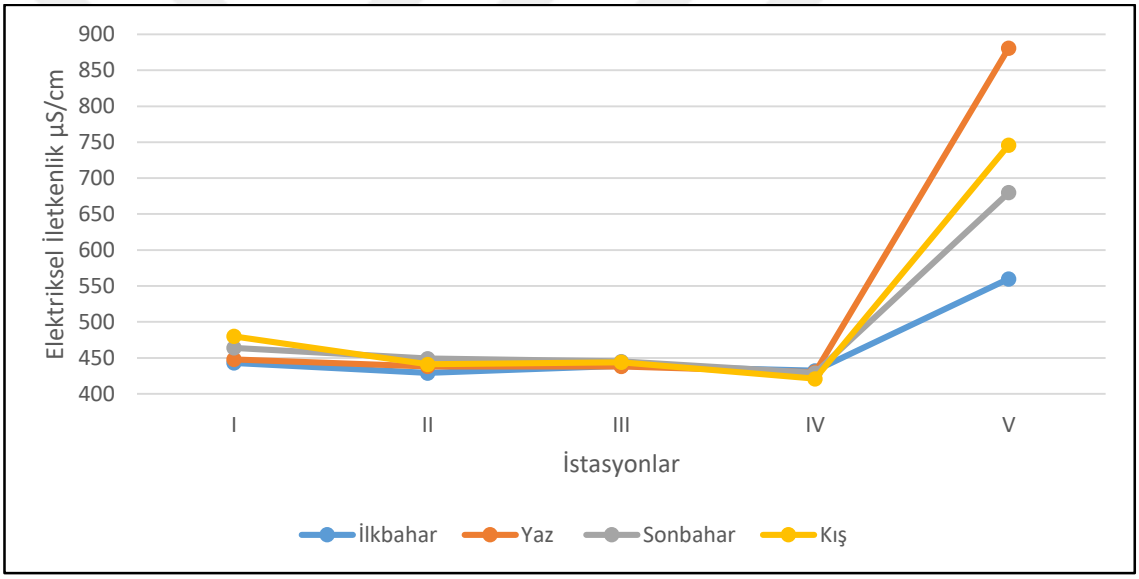



Şekil 4.5 Değirmen Deresinde ortalama çözünmüş oksijen değerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi (mg/l)

### 4.2.3 Elektriksel iletkenlik

Değirmen Deresinde araştırma süresince ortalama elektriksel iletkenlik değerleri mevsimlere ve istasyonlara göre değişimler arasındaki farklılıklar 2., 3. ve 4. istasyonlar dışında ($p>0,05$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.6).

Araştırma süresince ortalama elektrik iletkenlik değerleri 421 µS/cm±11,00 ile 881 µS/cm±61,39 arasında değişmiştir. En yüksek değer 5. istasyonda yaz mevsiminde gerçekleşirken, 5. istasyon dışındaki istasyonların elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimler içerisinde çok fazla değişmediği gözlemlenmiştir.

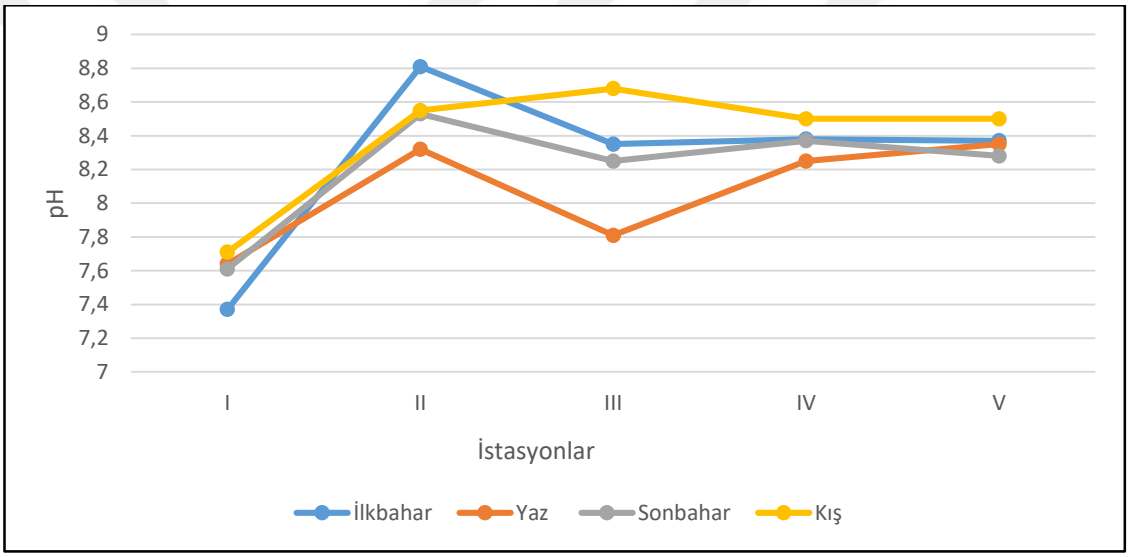



Şekil 4.6 Değirmen Deresinde ortalama elektriksel iletkenlik değerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi (µS/cm)

### 4.2.4 pH

Değirmen Deresinde araştırma süresince ortalama pH değerleri açısından ilkbaharda istasyonlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Bunun dışında ortalama pH değerleri açısından mevsimlere ve istasyonlara göre oluşan farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.7).

Araştırmada, ortalama pH değerleri 7,37±0,02 ile 8,81 arasında bulunmuştur. En düşük değerler araştırma süresince kaynağa yakın olan ilk istasyonda, en yüksek değer ise ilk alabalık işletmesinden sonraki istasyonda (2. istasyon) ölçülmüştür.




Şekil 4.7 Değirmen Deresinde ortalama pH değerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi

Çizelge 4.10 Değirmen Deresinin tüm mevsimlerdeki ölçümlerde istasyonlar arasındaki ortalama sıcaklık, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve pH değerleri ve istatistiki olarak değerlendirilmesi (ortalama değer ±standart sapma) (n=3)

| Parametre*** | İstasyonlar | Mevsimler | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | İlkbahar | Yaz | Sonbahar | Kış |
| Sıcaklık | 1 | 12,30±0,30 B*a** | 12,12±0,16 Ba | 11,60±0,10 ABab | 10,96±0,20 Ad |
| | 2 | 13,85±0,05 Cbc | 13,95±0,20 Cb | 10,97±0,53 Ba | 8,92±0,91 Abc |
| | 3 | 12,95±0,20 Bab | 14,67±0,10 Cc | 12,20±0,20 Bb | 10,37±0,30 Acd |
| | 4 | 12,30±0,30 Ca | 14,30±0,15 Dbc | 10,80±0,20 Ba | 7,83±0,65 Ab |
| | 5 | 14,90±0,45 Cc | 19,49±0,25 Dd | 10,80±0,20 Ba | 4,96±0,01 Aa |
| Çözünmüş Oksijen | 1 | 7,76±0,02 A*a** | 7,61±0,01 Aa | 8,33±0,33 Aa | 8,14±0,01 Aa |
| | 2 | 8,50±0,14 Abc | 8,63±0,01 Bc | 9,82±0,02 ABc | 9,82±0,03 Bb |
| | 3 | 8,19±0,10 Ab | 8,25±0,08 Ab | 8,44±0,20 Aab | 8,44±0,13 Aa |
| | 4 | 8,89±0,11 Ad | 8,43±0,20 Abc | 9,61±0,61 Abc | 10,05±0,10 Ab |
| | 5 | 8,57±0,00 Bcd | 7,62±0,01 Aa | 9,96±0,02 Cc | 10,84±0,00 Dc |
| Elektrik İletkenliği | 1 | 443±7,00 A*a** | 448±4,00 Aa | 464±6,00 ABa | 480±10,0 Ba |
| | 2 | 429±13 Aa | 438±20,00 Aa | 449±18 Aa | 441±16 Aa |
| | 3 | 439±26 Aa | 438±15,02 Aa | 445±5,00 Aa | 444±29 Aa |
| | 4 | 432±32 Aa | 430±15,16 Aa | 429±29 Aa | 421±11,00 Aa |
| | 5 | 560±20 Ab | 881±61,39 Cb | 680±13 Bb | 746±30 Ba |
| pH | 1 | 7,37±0,02 A*a** | 7,64±0,03 BCa | 7,61±0,00 Ba | 7,71±0,01 Ca |
| | 2 | 8,81±0,00 Ac | 8,32±0,01 Ad | 8,53±0,03 Ad | 8,55±0,18 Ab |
| | 3 | 8,35±0,00 Bb | 7,81±0,00 Ab | 8,25±0,01 Bb | 8,68±0,32 Cb |
| | 4 | 8,38±0,02 ABb | 8,25±0,01 Ac | 8,37±0,06 ABc | 8,50±0,01 Cb |
| | 5 | 8,37±0,00 Cb | 8,35±0,00 Bd | 8,28±0,01 Abc | 8,50±0,01 Db |

* Aynı satırda farklı büyük harfler taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$).

** Aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$).

*** Paramaetreler kendi içinde istatistiki olarak değerlendirilmiştir.

# 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Batı Karadeniz Havzası içerisinde yer alan ve Kastamonu İli'nde bulunan ve yer alan üzerinde iki adet gökkuşağı alabalığı yetiştiricilik işletmesinin bulunduğu Değirmen Deresinde bir yıl süreyle mevsimlik örneklerin alındığı araştırmada, derenin bentik makroomurgasız kompozisyonu ortaya konmuştur.

Değirmen Deresinde mevsimlik alınan örnekler familya düzeyinde teşhis edilmiştir; Insekta'dan, Seriocostomatidae, Rhyacophilidae, Phryganidae, Hydropsychidae (Takım: Trichoptera), Capniidae (Takım: Plecoptera) Elmidae (Takım: Coleoptera), Baetidae (Takım: Ephemeroptera), Simuliidae, Tipulidae, Tabanidae, Pediciidae, Muscidae, Chironomidae, Chaoboridae (Takım: Diptera), Malacostraca'dan Gammaridae (Takım: Amphipoda), Annelida'dan Lumbricidae, Haplotaxidae (Takım: Oligochaeta), Hirudinidae (Takım: Hirudinea), Bivalvia'dan Sphariidae (Takım: Sphariida), Veneridae (Takım: Venerida), Gastropoda'dan Lymneidae ve Planorbidae (Takım: Pulmonata), Nematoda'dan Ascarididae (Takım: Ascaridida) üyeleri belirlenmiştir.

Bentik makroomurgasız kompozisyonu içinde takım ve familya düzeyinde en fazla üyeye Insecta sınıfında rastlanmıştır. Trichoptera takımına ait Sericostomatidae, Rhyacophilidae, Phryganeidae ve Hydropsychidae familyaları dere ve nehirlerin çözünmüş oksijeni yüksek, nispeten soğuk ve temiz sularında bulunurlar. Çalışmada bu takıma ait bireylerin 1. ve 2. istasyonlarda yoğunlaştığı görülmektedir. Sonbaharda alınan örneklerde Trichoptera takımının Hydropsychidae familyasına ait türlerin sadece 1. istasyonda bulunduğu tespit edilmiştir. İlkbaharda ise sadece 2. istasyonda Trichoptera üyelerine rastlanılmıştır. Bununla birlikte, Ephemeroptera'dan tek familya sadece ilkbaharda yine 1. ve 3. istasyonlarda görülmüştür. Trichoptera'dan nispeten toleranslı olan Rhyacophilidae familyası dışında bulunan familyalar ve diğer Plecoptera ve Ephemeroptera gibi takımlara ait familyalar yaşadıkları ortamdaki değişikliklere karşı çok duyarlıdırlar ve temiz suların göstergesi olarak kabul edilirler (Hawkes 1979). Ceyhan nehri üzerinde yapılan bir çalışmada, Trichoptera takımına ait tür çeşitliliğinin, kirlilik yükünün az olduğu istasyonlarda daha fazla olduğu bildirilmiştir (Keşir 2016). Fındık (2013) Kastamonu Araç Çayı'nda yaptığı ön çalışmada kaynak noktasına çok yakın olan ve hızlı debiye sahip olan istasyonda en çok Trichoptera takımından

Hydropsychidae familyası üyelerine rastlamıştır. Aynı bölgede yapılan bu araştırmada da benzer sonuç elde edilmiş, kaynak noktası ve ilk alabalık tesisinin çıkış noktası olan istasyonlarda (1. ve 2. istasyon) Insecta'dan Diptera hariç diğer takımların bulunması özellikle de Trichoptera üyelerinin bol miktarda bulunması dikkat çekmiştir. Bu durum, ilk iki istasyonun su kalitesinin iyi olduğunu göstermektedir.

Diptera'dan Chironomidae türlerine neredeyse her mevsim ve her istasyonda rastlanılmıştır ancak bollukları genellikle 1. ve 2. istasyonda düşük, 3.,4. ve 5. istasyonda daha yüksek bulunmuştur. Chironomidae üyelerinin temiz ve kirlenmiş suları içeren farklı habitat tiplerinde bulunabildiği, Hazar Denizi Havzası'nda bulunan bir derede Chironomidlere bütün istasyonlarda rastlanıldığı bildirilmiştir (Ghasemi ve Kamali 2014). Karasu Deresi (Bozüyük) üzerinde kurulu olan beş alabalık işletmesinin makroomurgasız topluluklarına etkilerini araştırıldığı bir başka çalışmada, organik kirliliğin göstergesi olan Tubificidae ve Chironomidae üyelerinin bütün istasyonlarda yüksek bollukla bulunduğu belirtilmiştir (Kırkağaç vd. 2004). Bu araştırmada da özellikle son üç istasyonda Chironomidae üyelerinin bulunması ve artmış olması, dere üzerinde bulunan iki alabalık tesisi çıkışındaki atıkların su kalitesini etkileyebileceği ve özellikle çevredeki tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin ve yerleşim yerlerinin atıklarının dereye karışmış olabileceği düşünülmektedir.

Araştırma süresince bentik makroomurgasızlar içinde en yüksek bolluk miktarına sahip olan organizma grubu Amphipoda'dan Gammaridae üyeleri olup, her istasyonda görülmelerine rağmen genel olarak 1. ve 2. istasyonlarda yüksek miktarda bulunurken, sadece ilkbaharda ve yaz mevsimlerinde 5. istasyonda bulunma oranı yüksek olmuştur. Gammaridae türleri organik kirlenmeye farklı tepki verirler, bazı türleri düşük oksijen konsantrasyonuna tolerans göstermezken bazıları ise kirliliğe maruz kalmış akarsuların hızlı akan bölgelerinde yaşayabilirler (Cummins 1994). Kastamonu Araç Çayı'nda yapılan bir araştırmada Gammaridae üyeleri tespit edilmiş, bu familyanın hızlı yer değiştirdikleri, alabalıkların avlarını oluşturdukları aynı zamanda kirlenmemiş, temiz ve soğuk sularda bulunan indikatör canlılar oldukları belirtilmiştir (Fındık 2013). Bu araştırmada tüm istasyonlarda görülmelerine ve sayıca fazla olmalarına karşın, derenin alt kısmında kalan istasyonlarda bollukları, kış ve ilkbahar mevsimleri dışında, oldukça azalmıştır. Kış ve ilkbahar mevsimlerinde yağışlardan kaynaklanan akış miktarının

artmasına bağlı olarak 5. istasyonda çözünmüş oksijen konsantrasyonunun yüksek olması nedeniyle, Gammaridae üyelerinin bu istasyonlarda bulunduğu düşünülmektedir.

Yukarıda belirtilen bentik makroomurgasızların dağılımında kirliliğe toleransı düşük bireylerin genellikle; 50 ton/yıl kapasiteli alabalık işletmesinin çıkış suyunun karıştığı 2 istasyon dahil, derenin üst kısımlarındaki istasyonlarda bulunduğu gözlemlenmiş, tür çeşitliliğinin kaynak noktasında ve son istasyon olan 5. istasyonda düşük olduğu tespit edilmiştir. Yüksek kaliteli sularda özellikle de kaynak çıkışında tür çeşitliliğinin az olmasının nedeninin buradaki organik madde yükünün az olmasından kaynaklandığı bilinmektedir (Uyanık vd. 2005). Bu araştırmada, 5. istasyonun tür çeşitliliği ve bolluğunun az olması ise Değirmen Deresinin 4. istasyondan sonra birkaç köyün içinden geçmesi ile evsel atık oluşumu ve yoğun tarım uygulamaları nedeniyle organik kirlilik yükü oluştuğu, dolayısıyla sadece toleransı olan bireylerin bulunmasıyla açıklanabilir. Su kirliliğine toleransı düşük olan ve düşük bolluk miktarı ile rastlanılan bazı bentik makkroomurgasız gruplarının son iki istasyonda görülebilmesi, yoğun yağış ve yüksek akış sebebiyle organizmaların sürüklenebilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırma süresince, Shannon Weaver çeşitlilik indeksi (H) değeri, 0- 2,27 arasında değişmiştir. Ayrıca araştırma süresince istasyonlarda familya düzeyinde organizmaların dağılımı (E) homojen olmamıştır. Genel olarak, H değeri 3'ün üstü temiz, 1-3 arasında ise orta seviyede kirlenmiş, 1'in altında ise kirli sular olarak sınıflandırmaktadır (Maison 1983). Buna göre 1. ve 5. istasyonlar "kirli", diğer istasyonlar (2., 3. ve 4. istasyon) ise "orta seviyede kirlenmiş" sınıfına girmektedir. Ancak kaynak olan 1. istasyonda tür çeşitliliğinin az olmasına karşın temiz su indikatörü olan türler bulunmaktadır. Yukarda da belirtildiği gibi yüksek kaliteli sularda, organik materyalin sınırlı olması, tür çeşitliliğinin düşük olmasına yol açmaktadır (Uyanık vd. 2005). Bu araştırmada 5. istasyonun çeşitliliği ve bolluğunun az olması ise Değirmen Deresinin 4. istasyondan sonra birkaç köyün içinden geçmesi ile evsel atık oluşumu ve yoğun tarım uygulamaları nedeniyle organik kirlilik yükü oluştuğu, dolayısıyla sadece toleransı olan bireylerin az sayıda bulunmasıyla açıklanabilir. İlk üç istasyonda çeşitliliğinin daha fazla olmasının; bu bölgede alabalık işletmeleri bulunmasına rağmen, evsel ve tarımsal atıkların bu istasyonlara karışmamasından kaynaklandığı söylenebilir.

Değirmen Deresinde araştırma süresince ortalama sıcaklık değerleri 4,96±0,01 ile 19,49±0,25 °C arasında değişmiştir. Kaynak bölgesi olan 1. istasyonda, örnekleme süresi boyunca su sıcaklığı değerlerinde önemli değişiklikler yaşanmamış, meteorolojik koşullardan etkilenmemiştir. Kocataş (1999)'a göre akarsuların kaynağını oluşturan bölgelerde tüm yıl boyunca sabit bir sıcaklığa rastlanmaktadır. İstasyonlar arasında en düşük sıcaklık kış ayında 5. istasyonda (4,96 °C), en yüksek sıcaklığın da yaz ayında yine 5. istasyonda (19,49°C) tespit edilmiştir. Bu durum derenin sığ olması nedeniyle kış ayında hava sıcaklığının düşmesi ile kaynak ya da karıştıkları nehirlere oranla daha soğuk, yaz aylarında ise daha sıcak olmaları gösterilebilir (Kocataş 1999). Dipsiz ve Çine çaylarında (Muğla, Aydın) yapılan bir araştırmada, bu araştırmadaki verilerle benzer şekilde; en düşük su sıcaklığı kış ayında Büyük Menderes Nehri'ne karışmasından önceki son istasyonda, en yüksek sıcaklık IV. istasyonda tespit edilmiş, kaynak bölgesindeki sıcaklığın çok fazla değişmediği bildirilmiştir (İmamoğlu 2000). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne (Anonim 2015) göre, araştırma süresince Değirmen Deresinde su sıcaklığı 25ºC'nin altında olduğundan; dere alabalık yetiştirilebilir ve içme suyu olarak kullanılma potansiyeli olan "Yüksek Kaliteli Su" sınıfındadır.

Akarsu kaynaklarında çözünmüş oksijen konsantrasyonunun düşük olduğu, akarsuların üst kesimlerindeki şelaleler nedeniyle çözünmüş oksijen konsantrasyonunun arttığı, ancak alt kesimlerde kirlenme nedeniyle azaldığı bilinmekle birlikte (Allan 1995), Değirmen Deresinde ortalama çözünmüş oksijen değerleri 7,62±0,01 mg/l ile 10,84±0,00 mg/l arasında değişmiştir. Araştırma süresince, kaynak bölgesi olan 1. istasyonda oksijen değerlerinin pek değişmediği görülmektedir. Su sıcaklığının mevsimsel değişimlerden etkilenmemesi ve kirleticilerin olmaması; çözünmüş oksijen değerlerinin bu istasyonda yıl boyunca değişiminin düşük olmasını açıklamaktadır. İstasyonlarda sıcaklık değerlerinin artması ile çözünmüş oksijen konsantrasyonları azalma eğilimi göstermiştir. Kastamonu Karaçomak Deresinde yapılan çalışmada bazı istasyonlarda kış mevsiminde çözünmüş oksijen konsantrasyonunun 12,44 mg/l'ye kadar yükseldiği, yaz mevsiminde ise en çok 5,15 mg/l'ye kadar düştüğü bildirilmiş (İspir 2018) olup, bu çalışmada saptanan çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının yüksek olması bakımından belirtilen araştırma ile benzerlik göstermektedir. Araştırma süresince, ilkbahar ve yaz aylarında 1. istasyonda çözünmüş oksijen konsantrasyonu 8 mg/l'ye çok yakın olmuş, diğer mevsim ve istasyonlarda ise 8 mg/l'nin üzerinde ölçülmüştür. Dolayısıyla çözünmüş oksijen

konsantrasyonu değerleri bakımından Değirmen Deresi içsu balıkçılığına uygun olup, Yerüstü Su Yönetmeliği'ne (Anonim 2015) göre "Yüksek Kaliteli Su" niteliğindedir.

Değirmen Deresinde ortalama pH değerleri 7,37±0,02– 8,68±0,32 arasında bulunmuştur. Araştırma süresince kaynak bölgesi olan 1. istasyon'da en düşük pH değerleri, en yüksek değerler ise 2. istasyona ölçülmüştür. Temiz sularda pH değerlerinin 6,5-8,5 arasında olduğu ve gece bitkisel organizmaların oluşturduğu karbondioksit ve gündüz bu karbondioksitin sucul bitkiler tarafından kullanılmasıyla pH değerlerinde gün içerisinde iniş-çıkış olabilmektedir (Hem 1985). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne (Anonim 2015) göre, pH değerleri açısından tüm istasyonlar "Yüksek Kaliteli Su" sınıfındadır.

Değirmen Deresinde ortalama elektriksel iletkenlik değerleri 421±11,00 µS/cm ile 881±61,39 µS/cm arasında değişmiştir. Araştırma süresince en yüksek değerler 5. istasyonda ölçülürken, diğer istasyonlarda elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimler içerisinde çok fazla değişmediği gözlemlenmiştir. Akarsularda elektriksel iletkenlik değeri normal koşullarda belirli aralıktadır. Bu aralıktan sapmalar çeşitli kirleticilerinin suya karıştığına ilişkin uyarı verir. Bu araştırmada da 5.istasyon için bu sapma görülmektedir. Akarsularda iç su balıkçılığı için elektriksel iletkenlik 150-500 µS/cm olması gerekmektedir (Anonymous 2017). Bu araştırmada 5. istasyon dışında tüm istasyonlar elektriksel iletkenlik bakımından Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğine göre "Az Kirlenmiş Su" sınıfındadır (Anonim 2015).

Bu çalışma ile Değirmen Deresinde bentik makroomurgasız kompozisyonu ilk kez ortaya konmuş ve elde edilen veriler bilimsel bir veri tabanı oluşturmuştur. Dere'nin üzerinde bulunan farklı kapasitelerdeki alabalık çiftliği çıkış sularının karıştığı bölgelerden alınan örnekler ve kaynak bölgesi olan 1. istasyon da dikkate alındığında elde edilen veriler, bentik makroomurgasız kompozisyonunun genel olarak temiz su kalitesinin göstergesi olan organizmalardan oluştuğunu ortaya koymaktadır. Tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin ve yerleşim yerlerinin olduğu bölgelerde bulunan son iki istasyonda ise nispeten toleranslı türlere rastlanmıştır. Değirmen Deresinin suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri de Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği açısından değerlendirilmiş ve elektriksel iletkenlik dışında "Yüksek Kaliteli Su" sınıfında olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, ülkemiz için değerli bir kaynak olan Değirmen Deresinden elde edilen veriler ışığında, su kalitesinin yüksek olması nedeniyle alabalık yetiştiriciliğinin yapılıyor

olması, ülkemiz için ekonomiye ve insan beslenmesine katkıları açısından önemlidir. Sonuç itibariyle, Değirmen Deresinden elde edilen bentik makroomurgasız ve su kalitesine ilişkin sonuçlar bilimsel bir veri tabanı oluşturmakla birlikte, derenin su kalitesi indikatörü olan bentik makroomurgasızlarının uzun dönemli incelenmesi önerilmektedir.

## KAYNAKLAR


Ajuzie, C.C., 2012. Aspects of Biodiversity Studies in a Small Rural Tropical Reservoir (Lamingo Reservoir) in Jos, Nigeria. World Rural Observations 2012;4(1):23-33.

Akman M., 2011. Köyceğiz Gölü'nün Makro-Bentik Omurgasızlarının ve Su Kalitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, 133, Muğla.

Allan, J.D. 1995. Stream Ecology Structure and Function of Running Waters. Kluwer Academic Publishers,388, USA.

Allan, J.D., Castillo M.M., 2007. Stream Ecology Structure and Function of Running Waters Second Edition. Springer Publishers, 435, The Netherlands.

Anonim. 2015. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği. Resmi Gazete Sayısı: 29327.

Anonymous. 2017. Water Conductivity in Stream Environments. http:// www. dartmouth. edu/bio31/conductivity.htm, 02.05.2019.

Arslan, B.A. 2015. Su Çerçeve Direktifine Göre Biyolojik Kalite Unsuru: Bentik Makroomurgasız. Uzmanlık Tezi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 120, Ankara.

Balık, S., Ustaoğlu, M., Özbek, M., Yıldız, S., Taşdemir, A., İlhan, A., 2006. Küçük Menderes Nehri'nin (Selçuk, İzmir) Aşağı Havzasındaki Kirliliğin Makro Bentik Omurgasızlar Kullanılarak Saptanması. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, (1-2), 61-65.

Beals, M., Gross, L., and Harrel, S. 1999. Diversity indices: Simpson's D and E, www. Tiem.utk.edu/gross/bealsmodules/sim.

Buhan, E., Koçer M.A.T., Polat, F., Doğan, H.M., Dirim, S., Neary, E.T. 2010. Almus Baraj Gölü Su Kalitesinin Alabalık Yetiştiriciliği Açısından Değerlendirilmesi ve Taşıma Kapasitesinin Tahmini. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1), 57-65

Bulut, C., Akçimen, U. 2015. Burdur Karamusa Deresinde Gökkuşağı Alabalığı İşletmesinin Dere Üzerine Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Etkisi. Yunus Araştırma Bülteni, 45-58.

Camargo, J.A. 1992. Structural and Trophic Alterations in Macrobenthic Communities Downstream from a Fish Farm Outlet. Kluwer Academic Publishers Hydrobiologia, 242: 41-49.

Cılız, S. 2018. Doğu Karadeniz Havzası'nda Fırtına Deresinin Bentik Makroomurgasız Çeşitliliğinin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, 66, Ankara.

Cirik S. ve Cirik Ş. 1991. Limnoloji. Ege Üniversitesi Basımevi, 135, İzmir

Cornel, G.E. and Whoriskey, F.G. 1993. The effects of rainbow trout (Oncorynchus mykiss ) cage culture on the water quality, zooplankton, benthos and sediments of Lac du Passage Quebec. Aquaculture, 109,101-117

Cummins, K.W. 1994. Invertebrates. In: The Rivers Handbook. Calow, P and Petts, G.G.(eds.), Blackwell Sci.Publ., Vol.2,523, Oxford.

Demir, Ö., 2005. Sedimentteki Makroomurgasızlarla Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 90, Şanlıurfa.

Dügel, M., 1995. Köyceğiz Gölüne Dökülen Akarsuların Su Kalitesinin Fizikokimyasal ve Biyolojik Parametrelerle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 87, Ankara.

Dügel, M. 2001. Büyük Menderes Nehrinin Su Kalitesinin Biyolojik Ve Fizikokimyasal Yöntemlerle Belirlenmesi. Doktara Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 109 , Ankara.

DSİ 23. Bölge Müdürlüğü, Sözlü Görüşme, 2018

Edmondson, W.T. 1959. Rotifers, In: Freshwater Biology, 2nd Ed. Edmondson, W.T. (ed.)., Wiley Publ., 420-494.New York.

Edmondson, W.T. ve Winberg, G.G. 1971. A Manual on Methods for the Assesment of Secondary Productivity in Fresh Waters. Blackwell Scientific Publications, 358p., Oxford.

Elder, J.F., Collins, J.J., 1991. Freshwater Molluscs as İndicators of Bioavailability and Toxicity of Metals in Surface Water Systems. U.S. National Library of Medicine National Institutes of Health, 1991;122:37-79.

Fındık, Ö. 2013. Araç Çayı Makroomurgasızları Üzerine Bir Ön Çalışma. Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 2(1), 41-45.

Fries, L.T., Bowles, D.E. 2002. Water Quality and Macroinvertebrate Community Structure Associated with a Sportfish Hatchery Outfall. North American Journal of Aquaculture 64:257–266, 2002.

Gasami, A.F., Kamali, M. 2014. Benthic Macroinvertebrates along the Haraz Downstream in Southern Caspian Sea Basin: In Gradient of the Physicochemical Parameters. Hindawi Publishing Corporation International Journal of Zoology, Volume 2014, Article ID 145430.

Guilpart, A., Roussel, J.M., Aubin, J., Caqueta, T., Marle, M., Le Bris, H. 2012. The Use of Benthic Invertebrate Community and Water Quality Analyses to Assess Ecological Consequences of Fish Farm Effluents in Rivers. Ecological Indicators Volume 23, December 2012, Pages 356-365.

Güner H. 1985. Hidrobotanik, Su Bitkileri, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No:91, Bornova/İzmir.

Hawkes, H.A. 1979. Invertebrates as Indicators of River Water Quality. In: Biological Indicators of Water Quality. James, A. and Evison, L. (eds), Wiley-Intersi.Publ., 27. Great Britain.

Hem, J.D. 1985. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. 3rd Edition, US Geological Survey Water-Supply Paper 2254, University of Virginia, Charlottesville, 263 p.

Houghton, D.C., 2004. Utility of Caddisflies (Insecta: Trichoptera) as Indicators of Habitat Disturbance in Minnesota. Journal of Freshwater Ecology, 19:1, 97-108.

İmamoğlu, Ö. , 2000. Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çayı'nın Su Kalitesinin Fizikokimyasal ve Biyolojik Yönden (Bentik Makroinvertebrat) Yönünden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Billimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 125, Muğla.

İspir, S. 2018. Karaçomak Deresinin Fizikokimyasal Parametrelerinin Mevsimsel Olarak Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sürdürülebilir Tarım Ve Tabii Bitki Kaynakları Anabilim Dalı, 38, Kastamonu.

Kalyoncu, H., Yorulmaz, B., Barlas, M., Yıldırım, M., Zeybek, M.,2008. Aksu Çayı'nın Su Kalitesi ve Fizikokimyasal Parametrelerinin Makroomurgasız Çeşitliliği Üzerine Etkisi, Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi, (1), 23-33.

Karrouch, L., Chahlaoui, A., Essahale, A. 2017. Anthropogenic Impacts on the Distribution and Biodiversity of Benthic Macroinvertebrates and Water Quality of the Boufekrane River, Meknes, Morocco. Journal of Geoscience and Environment Protection, 2017, 5, 173-195.

Kesici, T. ve Kocabaş, Z. 2007. Biyoistatistik. Ankara Üniversitesi Basımevi, 369, Ankara.

Keşir, Ü. E. , 2016. Ceyhan Nehri Trichoptera Faunası. Yüksek Lisans Tezi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 59, Nevşehir.

Kırkağaç, M. U. ve Köksal, G. 2004. Akarsularda Bentik Makromurgasızların Su Kirliliğine Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi: Biyotik ve Çeşitlilik İndekslerinin Kullanımı. Türk Sucul Yaşam Dergisi, 2 (3), 345-353.

Kırkağaç, M. U., Pulatsu, S., and Köksal, G. 2004. A Effects of Land-Based Trout Farms on the Benthic Macroinvertebrate Community in Turkish Brook. The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, 56(1), 59-67.

Kırkağaç, M. U., Pulatsu, S., Topçu, A. 2009. Trout Farm Effluent Effects on Water-Sediment Quality and Benthos. Clean,37 (4-5).

Kırkağaç, M., Cılız, S., Alkan, N. and Seyhan, K. 2014. The preliminary observation of anthropogenic effects on the benthic macroinvertebrate communities in the brooks of the Eastern Black Sea region of Turkey: Çağlayan and İkizdere. Scientific Annuals of the Danube Delta Institute, 57-60.

Kocataş, A. 1999. Ekoloji, Çevre Biyolojisi. Ege Üniv. Su Ürünleri Fak.Yay. No.51, Ders Kitabı Dizini No: 20, Ege Üniv. Basımevi, İzmir.

Macan, T.T. 1975. A Guide to Freshwater Invertebrate Animals. Longman, 116, London.

Martins, RT., Stephan, NNC., Alves, RG. 2008. Tubificidae (Annelida: Oligochaeta) as an indicator of water quality in an urban stream in southeast Brazil. Acta Limnol. Bras., 2008, vol. 20, no. 3, p. 221-226.

Namin, J.I., Sharifinia, M., A., Makrani, A.B. 2013. Assessment of fish farm effluents on macroinvertebrates based on biological indices in Tajan River (north Iran). Caspian J. Env. Sci. 2013, Vol.11, No.1, 29-39.

Öz, B. , 2007. Batı Karadeniz Bölgesi Akarsularında Bentik Makroinvertebrat Faunası Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı, 115, Ankara.

Paine, George H., Gaufin, Arden R. 1956. Aquatic Diptera as Indicators of Pollution in a Midwestern Stream. The Ohio Journal of Science. v56 n5 (September, 1956), 291-304.

Pulatsü, S., Rad, F., Köksal, G., Aydın F., Benli A.Ç.K., Topçu, A. 2004. The Impact of Rainbow Trout Farm Effluents on Water Quality of Karasu Stream, Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 4, 09-15, 2004.

Rai, A., Niraula,A., Ghimire, P., Pandey, A., Gurung,A., Sharma, C.M., Gurung, S. 2018. Assessment of the Impacts of Trout Farmıng on Water Quality Using Macro Invertebrates as Bioindicators. Journal of Institute of Science and Technology Volume 22, Issue 2, 175-182, 2018, Printed in Nepal.

Reynoldson, T.B. and Zarull, M.A. 1989. The Biological Assessment of Contaminated Sediments-The Detroit River Example. Hydrobiologica, 188/189,463-476.

Richards,S., Thome,J.,Williams,W.P.1997. The Response of Benthic Macroinvertebrates to Pollution in Developing Countries: A Multimetric System of Bioassessment, Freshwater Biol.,37, 671-686.

Roberts, L., Boardman, G., Voshell, G. 2009. Benthic Macroinvertebrate Susceptibility to Trout Farm Effluents. Water Environment Research, Vol. 81, No. 2 (February 2009), pp. 150-159.

Smith, D.G., 2001. Pennak's Freshwater Invertebrates of The United States. Porifera to Crustacea, 4th Edition. John Wiley and Sons Inc., 1500 p., United States.

Sukatar, A., Yorulmaz, B., Ayaz, D., Barlas, M. 2006. Emiralem Deresinin (İzmir-Menemen) Bazı Fizikokimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroomurgasızlar) Özelliklerinin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10-3 (2006),328-333.

Surdick, R.F., Gaufin, A.R., 1978. Environmental Requirements And Pollution Tolerance of Plecoptera. Environmental Monitoring and Support Laboratory Office of Research and Development U. S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, 600/4—78-062 ,October 1978.

Tugaytimur, T. 2013. Bolu İli'ndeki Bazı Akarsulardan Seçilen İstasyonlardaki Taban Büyük Omurgasız Topluluklarının Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi Kriterlerine Göre Limnolojik Yönden Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 74, Ankara.

TÜİK, "Su Ürünleri İstatistikleri Veri Tabanı", 2018, Kaynak: http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=696 (Erişim Tarihi: 15 Haziran 2019).

Uyanık,S., Yılmaz,G., Yeşilnacar, M.İ., Aslan, M., Demir, Ö. 2005. Rapid Assessment of River Water Quality in Turkey Using Benthic Macroinvertebrates. Fresenius Environmental Bulletin. Volume 14 – No 4. 2005 , 268 – 272.

Uzun,S.Ö., 2018. Alara Çayı' nın Ephemeroptera Faunası ve Su Kalitesi ile İlişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 109, Isparta.

Willoughby, L.G. and Mappin, R.G. 1988. The Distribution of Ephemeralla ignita (Ephemeroptera) in Streams: The Role of pH and Food Resources. Freshwater Biol., 19, 145-155.

Yap, C.K., Ismail, A.R., Ismail, A., Tan, S.G. 2003. Species Diversity of Macrobenthic Invertebrates in the Semenyih River, Selangor, Peninsular Malaysia. Pertanika J. Trap. Agric. Sci. 26(2): 139-146, 2003. Universiti Putra Malaysia Press.

Yıldız, H. Y., Kırkağaç, M.U. 2001. Ankara Çubuk Çayı'nın Bentik Makroomurgasız Yapısı. A.Ü.Tarım Bilimleri Dergisi, 7(3),9-12.

Zeybek, M. , 2007. Çukurca Dere ve Isparta Deresinin Su Kalitesinin Makrozoobentik Organizmalara Göre Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 111, Isparta.

Zischke, J.A., Ericksen, G., Waller, D. and Bellig, R. 1992. Analysis of Benthic Macroinvertebrate Communities in the Minnesota River Watershed, 80, St. Paul.

## EK 1

## Değirmen Deresinde Belirlenen Tricoptera Takımınına ait Bazı Familya Üyelerinin Fotoğrafları



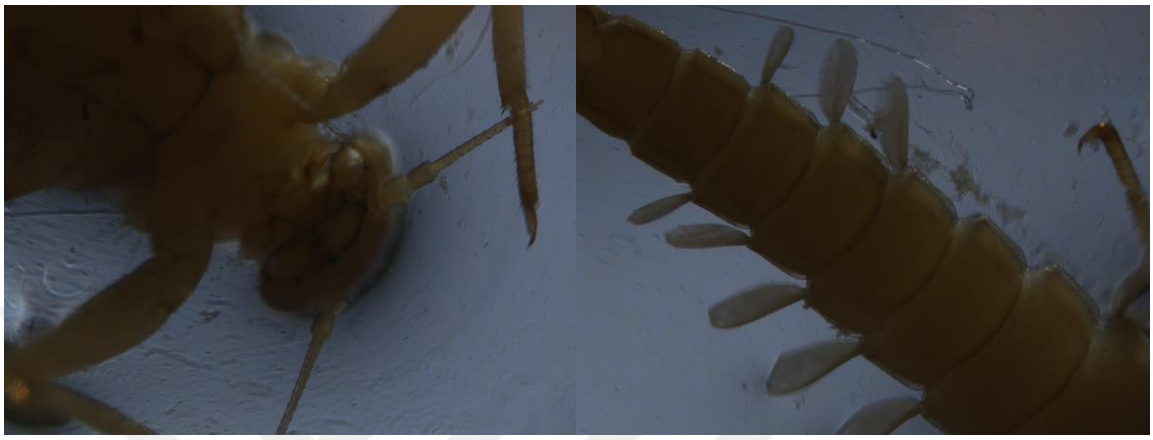
Şekil 1.Hydropsychidae familyasına ait birey (Orijinal)



Şekil 2. Sericostomatidae familyasına ait evcikli birey (Orijinal)

## EK 2

## Değirmen Deresinde Belirlenen Ephemeroptera Takımınına ait Bazı Familya Üyelerinin Fotoğrafları



Şekil 1. Baetidae familyasına ait bir tür (Orijinal)

## EK 3

## Değirmen Deresinde Belirlenen Plecoptera Takımınına ait Bazı Familya Üyelerinin Fotoğrafları



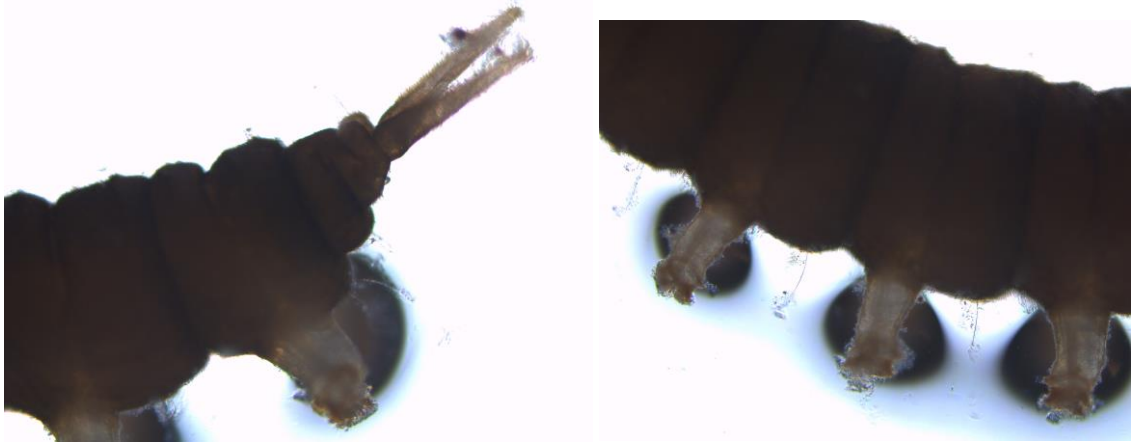
Şekil 1. Capniidae familyası üyesi bir birey (Orijinal)

## EK 4

## Değirmen Deresinde Belirlenen Diptera Takımınına ait Bazı Familya Üyelerinin Fotoğrafları



Şekil 1. Chironomidae familyasına ait bir birey (Orijinal)

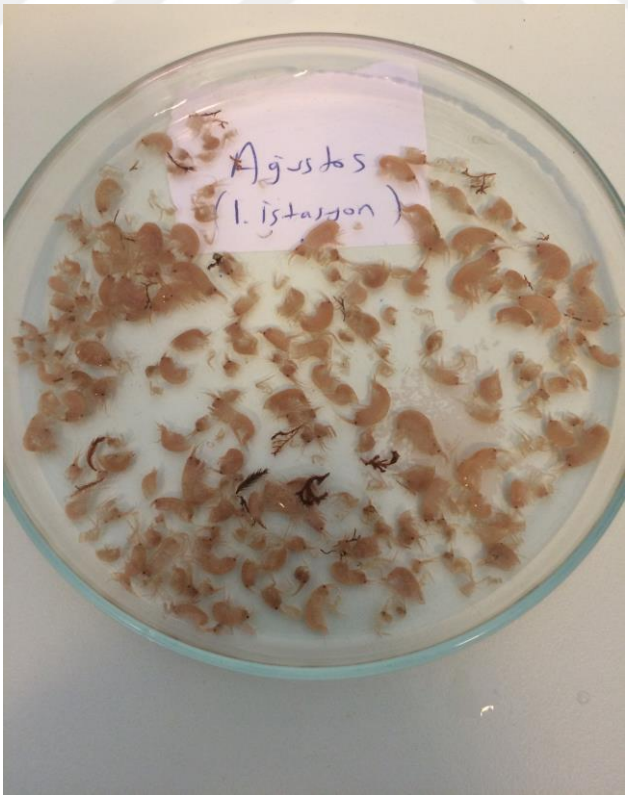


Şekil 2. Pediciidae familyasına ait bir üye (Orijinal)

## EK 5

## Değirmen Deresinde Belirlenen Amphipoda Takımına ait Bazı Familya Üyelerinin Fotoğrafları






Şekil 1. Gammaridae familyası üyesi bir tür (Orijinal)

## EK 6

## Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği eki)

| Su Kalite Parametreleri | Su Kalite Sınıfları [a] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV |
| ***Genel Şartlar*** | | | | |
| Sıcaklık (°C) | ≤ 25 | ≤ 25 | ≤ 30 | > 30 |
| Renk ($m^{-1}$) | RES 436 nm: ≤ 1,5<br>RES 525 nm: ≤ 1,2<br>RES 620 nm: ≤ 0,8 | RES 436 nm: 3<br>RES 525 nm: 2,4<br>RES 620 nm: 1,7 | RES 436 nm: 4,3<br>RES 525 nm: 3,7<br>RES 620 nm: 2,5 | RES 436 nm: >4,3<br>RES 525 nm: >3,7<br>RES 620 nm: >2,5 |
| pH | 6,5-8,5 | 6,5-8,5 | 6,0-9,0 | < 6,0 veya > 9,0 |
| İletkenlik (µS/cm) | < 400 | 1000 | 3000 | > 3000 |
| Yağ ve Gres | Yüzer halde yağ, katran gibi sıvı maddeler, çöp ve benzeri katı maddeler ile köpük bulunamaz. | | | - |
| ***(A) Oksijenlendirme Parametreleri*** | | | | |
| Oksijen doygunluğu (%) [b] | >90 | 70 | 40 | < 40 |
| Çözünmüş oksijen (mg $O_2$/L) [b] | > 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 |
| ***B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri*** | | | | |
| Amonyum azotu (mg $NH_4^+$-N/L) [c] | < 0,2 | 1 | 2 | > 2 |
| Nitrat azotu (mg $NO_3^-$-N/L) | < 5 | 10 | 20 | > 20 |
| Nitrit azotu (mg $NO_2^-$-N/L) | < 0,01 | 0,06 | 0,12 | > 0,3 |
| Toplam kjeldahl-azotu (mg N/L) | < 0,5 | 1,5 | 5 | > 5 |
| Toplam fosfor (mg P/L) | < 0,03 | 0,16 | 0,65 | > 0,65 |
| ***C) İz Elementler (Metaller) ve İnorganik Kirlilik Parametreleri*** [d] | | | | |
| Alüminyum (mg Al/L) | ≤ 0,3 | ≤ 0,3 | 1 | > 1 |
| Arsenik (µg As/L) | ≤ 20 | 50 | 100 | > 100 |
| Bakır (µg Cu/L) | ≤ 20 | 50 | 200 | > 200 |
| Baryum (µg Ba/L) | ≤ 1000 | 2000 | 2000 | > 2000 |
| Bor (µg B/L) | ≤ 1000 | ≤ 1000 | ≤ 1000 | > 1000 |
| Civa (µg Hg/L) | ≤ 0,1 | 0,5 | 2 | > 2 |
| Çinko (µg Zn/L) | ≤ 200 | 500 | 2000 | > 2000 |
| Demir (µg Fe/L) | ≤ 300 | 1000 | 5000 | > 5000 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Florür (µg $F^-$/L) | ≤ 1000 | 1500 | 2000 | > 2000 |
| Kadmiyum (µg Cd/L) | ≤ 2 | 5 | 7 | > 7 |
| Kobalt (µg Co/L) | ≤ 10 | 20 | 200 | > 200 |
| Krom (µg Cr+6/L) | Ölçülmeyecek kadar az | 20 | 50 | > 50 |
| Krom (toplam) (µg Cr/L) | ≤ 20 | 50 | 200 | > 200 |
| Kurşun (µg Pb/L) | ≤ 10 | 20 | 50 | > 50 |
| Mangan (µg Mn/L) | ≤ 100 | 500 | 3000 | > 3000 |
| Nikel (µg Ni/L) | ≤ 20 | 50 | 200 | > 200 |
| Selenyum (µg Se/L) | ≤ 10 | ≤ 10 | 20 | > 20 |
| Serbest klor (µg Cl2/L) | ≤ 10 | ≤ 10 | 50 | > 50 |
| Siyanür (toplam) (µg CN/L) | ≤ 10 | 50 | 100 | > 100 |
| Sülfür (µg S=/L) | ≤ 2 | ≤ 2 | 10 | > 10 |
| Tehlikeli maddeler | Tehlikeli maddeler ve bu tabloda verilmeyen diğer kirleticiler konuyla ilgili ülke envanteri (referans değerler) oluşturulduktan sonra, 1 Ocak 2016'den itibaren değerlendirilecektir. | | | |
| ***D) Bakteriyolojik Parametreler*** | | | | |
| Fekal koliform (Membran) | ≤10 | 200 | 2000 | > 2000 |
| Toplam koliform (Membran) | ≤100 | 20000 | 100000 | > 100000 |

(a) Kalite sınıflarına göre suların kullanım maksatları:

**I. Sınıf** - Yüksek kaliteli su (Tüm parametrelerin I. sınıf su kalitesi değerinde olması "Çok İyi" 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 (I. ve II. sınıf su kalitesi arasındaki değerler "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) Mer'i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu,

**III. Sınıf** - Kirlenmiş su (II. ve III. sınıf su kalitesi arasındaki değerler "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 (III. ve IV. sınıf su kalitesi arasındaki değerler "Zayıf" su durumunu ve tüm parametrelerin IV. Sınıf su kalitesi değerinde olması "Kötü" su durumunu ifade etmektedir.);

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

(b) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.

(c) pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0,02 mg $NH_3$-N/L değerini geçmemelidir.

(d) Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.

# ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hasan Yaman

Doğum Yeri : Eskişehir

Doğum Tarihi : 15.06.1984

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

**Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)**

Lise : Eskişehir Anadolu Teknik Lisesi (2002)

Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesi (2007)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı (2019)

**Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl**

Akuvatur Su Ürünleri A.Ş, Milas/Muğla, Üretim Mühendisi, 2007-2009

Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu Kastamonu İl Koordinatörlüğü, Uzman, 2012 – Halen