



Değirmen Deresinin (Kastamonu) Üzerindeki Alabalık İşletmelerinin Bentik Makroomurgasızlara Etkisi

Hasan Yaman , Mine Kırkağaç*

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Ankara/Türkiye

*E-mail: kirkagac@agri.ankara.edu.tr

Makale Bilgisi

Alınış Tarihi:

04/11/2020

Kabul Tarihi:

03/12/2020

Anahtar Kelimeler:

Değirmen Deresi
Bentik makroomurgasızlar
Çeşitlilik indeksi
Su kalitesi

Öz

Bu çalışmada, Kastamonu ilinde yer alan Değirmen Deresi'nin makroomurgasız kompozisyonunun familya düzeyinde belirlenmesi ve karada kurulu iki gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) çiftliğinin (sırasıyla 50 ton/yıl ve 10 ton/yıl kapasiteli) çıkış sularının bentik makroomurgasız yapısına olası etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Çalışma, Mayıs 2016 - Ocak 2017 tarihleri arasında yürütülmüştür. Bentik makroomurgasız örnekleri dere üzerinde seçilen 5 istasyondan mevsimlik olarak (Mayıs, Ağustos, Kasım, Ocak) alınmıştır. İstasyonlarda aynı zamanda su sıcaklığı, çözülmüş 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. Bentik makroomurgasız kompozisyonu olarak, 12 takım içerisindeki 23 familyaya ait toplam 2517 birey tespit edilmiş, 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; 50 ton/yıl kapasiteli 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 itibarıyla, 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.

The Effect of Land Based Trout Farms on the Benthic Macroinvertebrates at Değirmen Brook (Kastamonu)

Article Info

Received:

04/11/2020

Accepted:

03/12/2020

Anahtar Kelimeler:

Değirmen Brook
Bentik macroinvertebrates
Diversity index
Water quality

Abstract

In this study, it is aimed to determine the macroinvertebrate composition at family level of Değirmen Brook in Kastamonu Province and to reveal how benthic macroinvertebrate composition have been affected from two land based rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) farms located in to the brook, 50 tons / year and 10 tons / year respectively. The study was conducted between May 2016 - January 2017. Samples of benthic macroinvertebrates were taken from 5 selected stations on the stream seasonally (May, August, November, January). At the stations, water temperature, dissolved oxygen, electrical conductivity and pH were measured. The results regarding water quality were evaluated according to the Surface Water Quality Regulation and except the water conductivity parameter of the brook it was determined that the stream was classified as "High Quality Water". A total of 2517 individuals belonging to 23 families in 12 orders were identified as the benthic macroinvertebrate composition and the most dominant group was "Gammaridae" family. The Shannon - Weiner diversity index (H) was found to be between (0-2,26), species diversity was found to be low in the first station in the source region and the last station in the 5th station. In the distribution of benthic macroinvertebrates, including the 2nd station as the effluents of the trout farm with a capacity of 50 tons / year is mixed; it was observed that individuals with low tolerance to pollution were generally found in the stations at the upper parts of the creek, and more tolerant species were identified at the last station following agricultural and animal husbandry activities and settlements. As a result, the findings related to benthic macroinvertebrate composition and water quality obtained from Değirmen Brook have provided a scientific database, as well as, it is recommended that benthic macroinvertebrates which are the water quality indicators of the brook should be examined for long term.

Atıf bilgisi/Cite as: Yaman, H. & Kırkağaç, M., (2020). Değirmen deresinin (Kastamonu) üzerindeki alabalık işletmelerinin bentik makroomurgasızlara etkisi. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6(2), 74-85.

GİRİŞ

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. Akuatik sistemlerde kirlenmenin her türü akarsularda fizikokimyasal ve biyolojik değişikliklere sebep olmaktadır (Kırkağaç ve Köksal, 2004).

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. Su kalitesinin belirlenmesinde biyolojik su kalitesi tayin metodları geliştirilmiş ve bakterilere, algere, yüksek yapılı su bitkilerine ve bentik makroomurgasızlara bağlı olarak değerlendirilmesi yapılmaktadır. Bu metodlar orta ve uzun vadedeki değerleri tespit etme amacına yöneliktir (Zeybek, 2007).

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 bulunabilmelerinden, su kalitesi araştırmalarında sıklıkla indikatör organizma olarak tercih edilmektedirler (Sukatard vd., 2006).

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 çözülmüş azot ve fosfor gibi bileşikler akarsuların aşağı kısımlarına taşınmaktadır (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 çözülmüş oksijen miktarı ile su ve sediment kalitesinde değişikliklere yol açar. Bununla birlikte sediment kalitesinin biyolojik göstergesi olan bentik makroomurgasız 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 sayıda (Kırkağaç vd. 2009, Kırkağaç vd., 2004, Pulatsü vd., 2004).

Bu çalışma; Kastamonu İli'nde yer alan Değirmen deresinde bentik makroomurgasız kompozisyonunu aile düzeyinde 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 olası etkileri de ortaya konmuştur.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Alanı

Araştırma bölgesi olarak seçilen Değirmen deresi Aşağı Karadeniz Havzası içerisinde bulunmakta olup Kastamonu ili merkez ilçesi sınırlarında yer almaktadır. Kaynağı Kastamonu'ya 22 km uzaklıktadır (Şekil 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 1. Değirmen Deresi'nin lokalizasyonu ve örnek alma istasyonları

Çalışma; Mayıs 2016 – Ocak 2017 tarihleri arasında, çamur örnekleri seçilen istasyonlardan mevsimleri temsil edecek şekilde 4 kez (Mayıs, Ağustos, Kasım, Ocak) alınarak, yürütülmüştür.

İstasyonlar, Kastamonu ili Değirmen deresinin kaynağı ile Daday çayına karıştığı nokta arasında toplam 5 istasyon seçilmiştir. Birinci örnekleme istasyonu, alabalık yetiştiricilik tesislerinden önce, derenin kaynağından yaklaşık 1 km kadar üzeri kapalı şekilde gelip yeryüzüne çıktığı noktadır. İkinci istasyon, 50 ton kapasiteli alabalık yetiştiricilik tesisinden sonraki istasyon olup, çevresi ağaçlarla çevrili ve zemini %30 çakıl, %70 kumdur, çevresinde bitki örtüsü oldukça fazladır. Üçüncü istasyon, kapasitesi 10 ton olan alabalık üretim tesisinden sonraki istasyondur. Zemin yapısı kayalık olan istasyonun çevresinde bitki örtüsü daha azdır. Dördüncü istasyon, zemini çakıl ve kum olup, çevresinde bitki örtüsü fazladır ve alabalık tesislerinden yaklaşık 1 km sonra henüz tarım ve evsel atıkların yoğun olmadığı bir noktadır. Beşinci istasyon ise, tarım ve hayvancılık yapılan yerleşim birimlerinden sonra, organik ve kimyasal kirlenmeye maruz kalabilecek pozisyonda olan, Daday çayına karışmadan hemen önceki noktadır (Şekil 1, Çizelge 1).

Çizelge 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

Yöntem

İstasyonlarda örnekleme, standart dip kepçesi ve gerektiğinde Surber örnekleme aleti ile akarsuyun akıntılı, az akıntılı ve kenar bitkilenmesinin olduğu yerlerden 10-15 dk süre ile farklı habitatlardan örnekler alınmaya çalışılmıştır (Edmondson ve Winberg 1971). Toplanan çamur örnekleri 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. Toplanan dip çamur materyalleri 250-3000 µ göz açıklığına sahip bir seri elekten geçirilip, bentik makroomurgasız bireyleri seçilerek %4 lük formaldehit solüsyonu içerisinde saklanmıştır. Bentik makroomurgasızların teşhisleri Edmondson (1959), Macan (1975) ve Smith (2001)'e göre inverted mikroskop altında familya düzeyinde yapılmıştır. Teşhisi yapılan organizmalar sayılmış ve birim alanda birey sayısı olarak verilmiştir.

Çeşitlilik İndeksi Uygulaması

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

Shannon Weaver İndeks (H);

$$H = - \sum Ni/N \log_2 Ni/N$$

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.

İstatistik 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).

BULGULAR

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 2).

Çizelge 2. Değirmen deresinde teşhis edilen taksonlar

Sınıf	Takım	Familiya
Insecta	Trichoptera	Sericostomatidae
		Rhyacophilidae
		Phryganeidae
		Hydropsychidae
	Plecoptera	Capniidae
	Coleoptera	Elmidae
	Ephemeroptera	Baetidae
	Diptera	Simuliidae
		Tipulidae
		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

Değirmen deresinde tespit edilen bentik makroomurgasız gruplarının istasyonlarda bulunurluk durumu Çizelge 3’de verilmiştir. Insecta’dan Trichoptera, Plecoptera, Coleoptera ve Ephemeroptera üyelerine genel olarak 4. ve 5. istasyonlar dışında diğer istasyonlarda rastlanmıştır, 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 3. Değirmen deresinde teşhis edilen bentik makroomurgasızların istasyonlarda bulunma durumları

Bentik makroomurgasız grupları	Familiya	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		+			+

Bentik makroomurgasız ortalama toplam bolluk değerlerinin istasyonlara ve mevsimlere göre değişimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4). Ortalama bentik makroomurgasız bolluğu, sonbahar mevsiminde en yüksek 1. istasyonda 339 ± 19 adet/m² olarak belirlenmiştir. Bunu, 109 ± 4 adet/ m² ile 2. istasyon izlemiştir. 5. istasyonda bentik makroomurgasızlara rastlanmamıştır. Kış mevsiminde 2. istasyonda 294 ± 41 adet/m² ile ortalama en yüksek bolluk değerine ulaşılmıştır. En düşük değer ise sadece 1 ± 0 adet/m² 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.

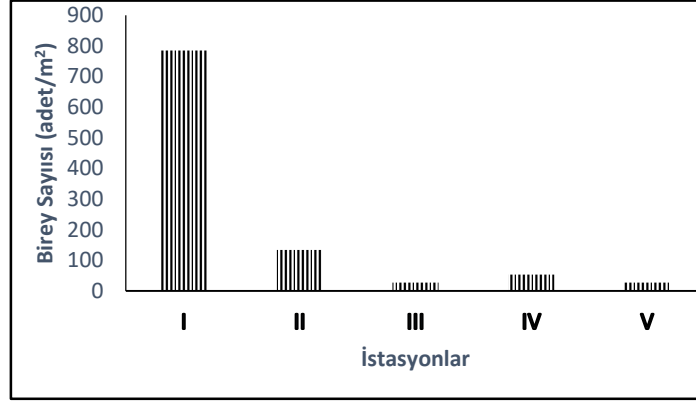
Çizelge 4. Tüm mevsimlerde ortalama bentik makroomurgasız toplam bolluk değerlerinin, istasyonlara ve mevsimlere göre değişiminin istatistiki olarak değerlendirilmesi

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

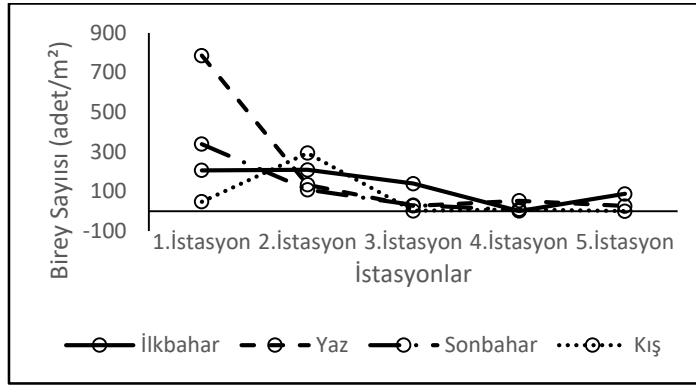
*Aynı sütunda farklı büyük harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$).

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

Araştırma süresince bentik makroorganizmaların istasyonlarda toplam bolluk değerlerinin değişimi Şekil 2’de, mevsimlere bağlı değişimi ise Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 2. Değirmen deresinde bentik makroorganizmaların toplam bolluklarının değişimi (adet/m²)



Şekil 3. Değirmen deresinde bentik makroorganizmaların mevsimlere göre istasyonlardaki değişimi (adet/m²)

Değirmen Deresi bentik makroorganizmalarının mevsimlere ve istasyonlara göre oransal değişimleri Çizelge 5’ de verilmiştir.

Çizelge 5. Değirmen deresinde bentik makroorganizma gruplarının mevsimlerde ve istasyonlardaki oransal değişimleri (%)

Mevsim	Bentik Makroorganizma 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	-	-
	Ephemeroptera	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	-

Amphipoda'dan Gammaridae üyelerine genelde tüm istasyonlarda özellikle de kaynak 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.

Çeşitlilik İndeksi Uygulamasına İlişkin Sonuçlar

Değirmen deresinde tespit edilen bentik makroomurgasızlara ilişkin verilere çeşitlilik indeksi uygulanmıştır (Çizelge 6 ve Şekil 4). 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 dağılımlarının homojen olmadığını göstermektedir.

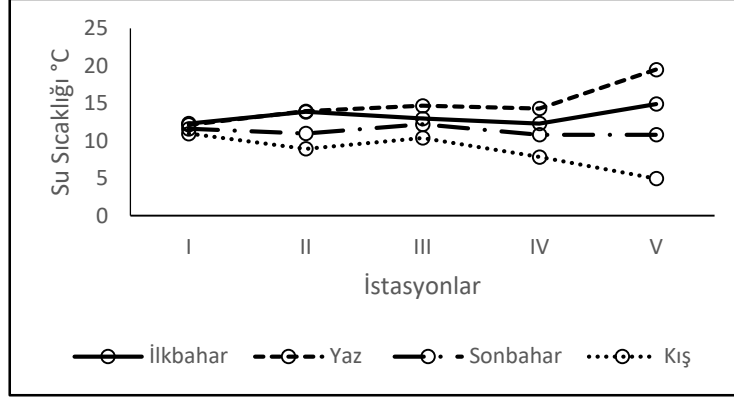
Çizelge 6. Değirmen deresinde bentik makroomurgasız bireylerinin istasyonlarda mevsimlere göre tür zenginliği (S), Shannon-Weaver İndeksi (H) ve Dengelilik (E) değerleri

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

Değirmen Deresi'nin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine İlişkin Bulgular

Su sıcaklığı

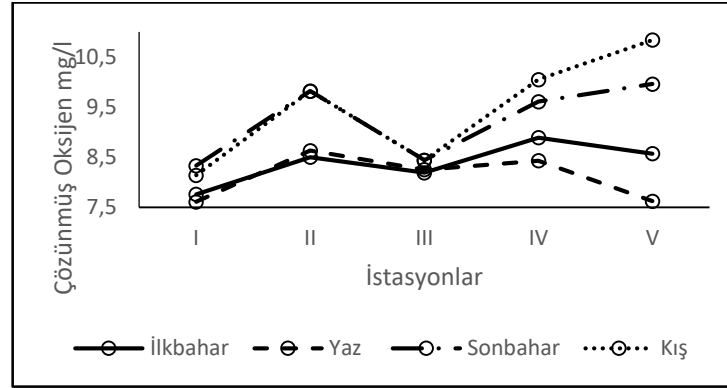
Değirmen deresinde araştırma süresince ortalama su sıcaklığı değerlerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 4). Araştırma süresince ortalama sıcaklık değerleri $4,96 \pm 0,01$ ile $19,49 \pm 0,25$ °C arasında 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. Değirmen deresinde ortalama su sıcaklığının mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi (°C)

Çözünmüş Oksijen

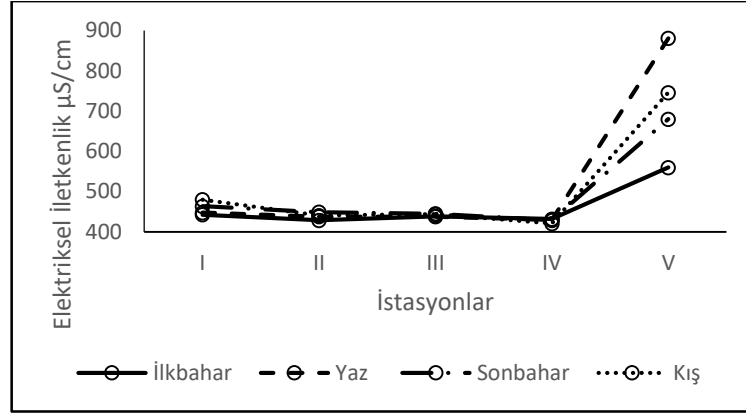
Değirmen deresinde araştırma süresince ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonlarında mevsimlere ve istasyonlara göre değişimler arasındaki farklılıklar 3. istasyon dışında ($p > 0,05$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 5). Araştırma süresince ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonları $7,61 \pm 0,01$ 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 5. Değirmen deresinde ortalama çözünmüş oksijen değerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi (mg/l)

Elektriksel iletkenlik

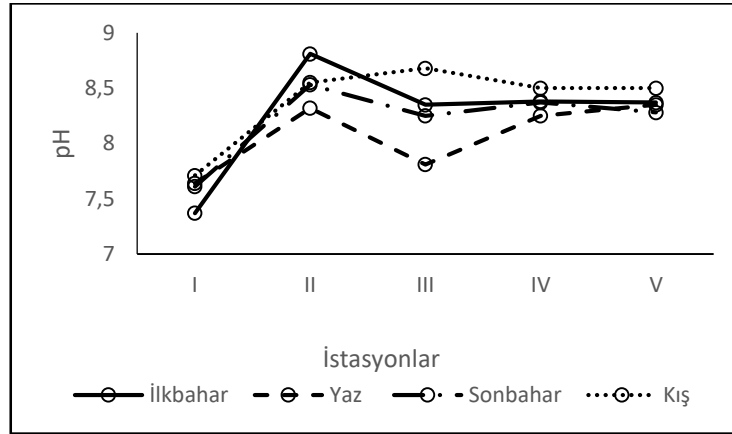
Değirmen deresinde araştırma süresince ortalama elektriksel iletkenlik değerleri mevsimlere ve istasyonlara göre değişimler arasındaki farklılıklar 2., 3. ve 4. istasyonlar dışında ($p > 0,05$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 6). Araştırma süresince ortalama elektrik iletkenlik değerleri $421 \mu\text{S/cm} \pm 11,00$ ile $881 \mu\text{S/cm} \pm 61,39$ arasında değişmiştir. En yüksek değer 5. istasyonda yaz mevsiminde gerçekleşirken, 5. istasyon dışındaki istasyonların elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimler içerisinde çok fazla değişmediği gözlemlenmiştir.



Şekil 6. Değirmen deresinde ortalama elektriksel iletkenlik değerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi (µS/cm)

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 ($p<0,05$) (Şekil 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 7. Değirmen deresinde ortalama pH değerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi

TARTIŞMA

Üzerinde iki adet gökkuşağı alabalığı yetiştiricilik işletmesinin bulunduğu Değirmen deresinde bir yıl süreyle mevsimlik örneklerin alındığı araştırmada, derenin bentik makroorganizasız kompozisyonu aile düzeyinde ortaya konmuştur.

Bentik makroorganizasız kompozisyonu içinde takım ve aile düzeyinde en fazla üyeye Insecta sınıfında rastlanmıştır. Trichoptera takımına ait Sericostomatidae, Rhyacophilidae, Phryganeidae ve Hydropsychidae familyaları dere ve nehirlerin çözülmüş 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 aile 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 duyarlıdır 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 rastlanmıştır. Aynı bölgede yapılan bu çalışmada 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. istasyonlarda daha yüksek bulunmuştur. Chironomidae üyelerinin temiz ve kirlenmiş suları içeren farklı habitat tiplerinde bulunabildiği, Hazar Denizi havzasında bulunan bir derede Chironomidlere bütün istasyonlarda rastlanıldığı bildirilmiştir (Ghasemi ve Kamali, 2014). Karasu deresi (Bozüyük) üzerinde kurulu olan beş alabalık işletmesinin makroorganizasız topluluklarına etkilerini araştırıldığı bir başka çalışmada, organik kirliliğin göstergesi olan Tubificidae ve

Chironomidae üyelerinin bütün istasyonlarda yüksek bollukla bulunduğu belirtilmiştir (Kırkağaç vd., 2004). Bu çalışmada 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 çayında yapılan bir çalışmada Gammaridae üyeleri tespit edilmiş, bu familyanın hızlı yer değiştirdikleri, alabalıkların avlarını oluşturdukları aynı zamanda kirlenmemiş, temiz ve soğuk sulara bulunan indikatör canlılar oldukları belirtilmiştir (Fındık 2013). Bu çalışmada 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 çözülmüş 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 sulara özellikle de kaynak çıkışında tür çeşitliliğinin az olmasının nedeninin buradaki organik madde yükünün az olmasından kaynaklandığı bilinmektedir (Uyanık vd., 2005). Bu çalışmada, 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 olduğu, dolayısıyla sadece toleransı olan bireylerin bulunmasıyla açıklanabilir. Su kirliliğine toleransı düşük olan ve düşük bolluk miktarı ile rastlanılan bazı bentik makroomurgasız gruplarının son iki istasyonda görülebilmesi, yoğun yağış ve yüksek akış sebebiyle organizmaların sürüklenbilmesinden 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. Yukarıda da belirtildiği gibi yüksek kaliteli sulara, organik materyalin sınırlı olması, tür çeşitliliğinin düşük olmasına yol açmaktadır (Uyanık vd., 2005). Bu çalışmada 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 olduğu, 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 $4,96 \pm 0,01$ ile $19,49 \pm 0,25$ °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 çalışmada, bu çalışmadaki 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 25 °C'nin altında olduğundan; dere alabalık yetiştirilebilir ve içme suyu olarak kullanıma potansiyeli olan "Yüksek Kaliteli Su" sınıfındadır.

Akarsu kaynaklarında çözülmüş oksijen konsantrasyonunun düşük olduğu, akarsuların üst kesimlerindeki şelaleler nedeniyle çözülmüş oksijen konsantrasyonunun arttığı, ancak alt kesimlerde kirlenme nedeniyle azaldığı bilinmekle birlikte (Allan, 1995), Değirmen deresinde ortalama çözülmüş oksijen değerleri $7,62 \pm 0,01$ mg/l ile $10,84 \pm 0,00$ mg/l arasında değişmiştir. Araştırma süresince, kaynak bölgesi olan 1. istasyonda oksijen değerlerinin pek değişmediği görülmektedir. Su sıcaklığının mevsimsel değişimlerden etkilenmemesi ve kirleticilerin olmaması; çözülmüş oksijen değerlerinin bu istasyonda yıl boyunca değişiminin düşük olmasını açıklamaktadır. İstasyonlarda sıcaklık değerlerinin artması ile çözülmüş oksijen konsantrasyonları azalma eğilimi göstermiştir. Kastamonu Karaçomak deresinde yapılan çalışmada bazı istasyonlarda kış mevsiminde çözülmüş oksijen konsantrasyonunun $12,44$ mg/l'ye kadar yükseldiği, yaz mevsiminde ise en çok $5,15$ mg/l'ye kadar düştüğü bildirilmiştir (İspir, 2018) olup, bu çalışmada saptanan çözülmüş oksijen konsantrasyonlarının yüksek olması bakımından belirtilen araştırma ile benzerlik göstermektedir. Araştırma süresince, ilkbahar ve yaz aylarında 1. istasyonda çözülmüş oksijen konsantrasyonu 8 mg/l'ye çok yakın olmuş, diğer mevsim ve istasyonlarda ise 8 mg/l'nin üzerinde ölçülmüştür. Dolayısıyla çözülmüş 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 $7,37 \pm 0,02$ – $8,68 \pm 0,32$ arasında bulunmuştur. Araştırma süresince kaynak bölgesi olan 1. istasyon'da en düşük pH değerleri, en yüksek değerler ise 2. istasyona ölçülmüştür. Temiz sulara 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 $421 \pm 11,00$ $\mu\text{S/cm}$ ile $881 \pm 61,39$ $\mu\text{S/cm}$ 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 çalışmada da 5.istasyon için bu sapma görülmektedir. Akarsularda iç su balıkçılığı için elektriksel iletkenlik 150-500 $\mu\text{S/cm}$ olması gerekmektedir (Anonymous, 2017). Bu çalışmada 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 familya düzeyinde 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 itibarıyla, 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.

ETİK STANDARTLARA UYUM

Yazar katkıları

HY ve MK, çalışmayı tasarladı. HY, arazi ve laboratuvar çalışmalarını yürüttü. MK istatistiksel analizleri gerçekleştirdi. MK makalenin ilk taslağını hazırladı. Tüm yazarlar son makaleyi okudu ve onayladı.

Çıkar çatışması

Çıkar çatışması: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ettiler.

Hayvanların Refahına İlişkin Beyan

Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

İnsan Hakları Beyanı

Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

KAYNAKLAR

- Allan, J.D. (1995). Stream Ecology Structure and Function of Running Waters. Kluwer Academic Publishers, USA, 388p.
- Anonim. (2015). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği. Resmi Gazete Sayısı: 29327.
- Anonymous. (2017). Water Conductivity in Stream Environments. [http:// www. dartmouth. edu/bio31/conductivity.htm](http://www.dartmouth.edu/bio31/conductivity.htm), 02.05.2019.
- Bulut, C. & Akçimen, U. (2015). Burdur Karamusa Deresi'nde Gökkuşuğu Alabalığı İşletmesinin Dere Üzerine Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Etkisi. *Yunus Araştırma Bülteni*, 45-58.
- Cornel, G.E. & Whoriskey, F.G. (1993). The effects of rainbow trout (*Oncorhynchus 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, Oxford, 523p.
- Edmondson, W.T. (1959). Freshwater Biology, 2nd Ed., New York, Wiley Publ., 1100p.
- Edmondson, W.T. & Winberg, G.G. (1971). A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 358p.
- Fındık, Ö. (2013). Araç Çayı Makroomurgasızları Üzerine Bir Ön Çalışma. *Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt 2(1): 41-45.

- Gasami, A.F. & Kamali, M. (2014). Benthic Macroinvertebrates along the Haraz Downstream in Southern Caspian Sea Basin: In Gradient of the Physicochemical Parameters. *International Journal of Zoology*, ID 45430.
- Hawkes, H.A. (1979). Invertebrates as Indicators of River Water Quality. In: Biological Indicators of Water Quality. James, A. and Evison, L. (eds), Wiley-Intersci.Publ., Great Britain, 27p.
- 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.
- 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 Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 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, Kastamonu.
- Keşir, Ü. E. (2016). Ceyhan Nehri Trichoptera Faunası. Yüksek Lisans Tezi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Nevşehir.
- Kırkağaç, M. U. & 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., & 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).
- Kocataş, A. (1999). Ekoloji, Çevre Biyolojisi. Ege Üniv. Su Ürünleri Fak.Yay. No.51, Ders Kitabı Dizini No: 20, Ege Üniv. Basımevi, İzmir,564 s.
- Macan, T.T. (1975). A Guide to Freshwater Invertebrate Animals. Longman, London, 116p.
- Pulatsu, 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.
- Reynoldson, T.B. & 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.
- Smith, D.G., (2001). Pennak's Freshwater Invertebrates of The United States. Porifera to Crustacea, 4th Edition. John Wiley and Sons Inc., United States, 1500 p.
- Sukatar, A., Yorulmaz, B., Ayaz, D. & Barlas, M. (2006). Emiralem Deresi'nin (İzmir-Menemen) Bazı Fizikokimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroomurgasızlar) Özelliklerinin İncelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10-3: 328-333.
- 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*, 14(4): 268 – 272.
- 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 Deresi'nin Su Kalitesinin Makrozoobentik Organizmalara Göre Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Isparta, 111.
- Zischke, J.A., Ericksen, G., Waller, D. & Bellig, R. (1992). Analysis of *Benthic Macroinvertebrate Communities in the Minnesota River Watershed*, St. Paul, 80s.