

**Alabalık Çiftlikleri Atık Sularının Bırakıldığı Akarsuyun Fizikokimyasal Su Kalitesine Etkileri Üzerine
Bir Durum Çalışması****Bülent VEREP^{1*} Huri HASANOĞLU¹ Tanju MUTLU²**¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Zihni Derin Kampüsü, 53100, Rize-Türkiye²Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Rize-Türkiye

Öz: Alabalık çiftlikleri atık sularının fiziko-kimyasal özellikleri ve akarsu ekosistemine etkilerini araştıran bu çalışmada farklı zamanlarda Çağlayan Alabalık Çiftliği ve Dört Mevsim Alabalık İşletmelerinden su örnekleri alınarak çiftlik atık suları fiziko-kimyasal su analizleri yapılmış ve çiftlik atık sularının bıraktığı akarsuya etkileri araştırılmıştır.

Çalışmada çiftlik içerisinde havuzlar ve akarsu üzerinde seçilen istasyonlardan alınan su örneklerinin analizleri ve bu analizlerin Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri ve Atık su Deşarj standartlarına göre değerlendirilmesi yapılmıştır. Değerlendirme sonuçlarına göre Çağlayan ve Dört Mevsim alabalık çiftlikleri atık suları KOİ, Nitrat, Nitrit, Fosfat ve AKM açısından standart değerleri zaman zaman aşabilmektedirler, ancak bu atık suların boşaldığı akarsuların su kalitesi üzerinde etkileri sadece nitrat ve fosfat açısından önemli olmaktadır.

Anahtar sözcükler: Su kalitesi, akuakültür, balık çiftliği, atık su, su kirliliği.

A Case Study on Physicochemical Water Quality Effects of River Discharged from Trout Farms Wastewater

Abstract: Physico-chemical water analyzes of farm wastewaters were carried out at Çağlayan Alabalık Farm and Four Seasons Trout Operations at different times in this finishing study which investigated the physico-chemical properties of the wastewaters of the trout farms and their effects on the river ecosystem. The effects of the farm wastewaters on the river were investigated at different times.

In the study, the analysis of the water samples taken from the selected stations on the pools and streams in the farm and the evaluation of these analyzes according to the Continental Surface Water Quality Criteria and the Waste Water Discharge standards were carried out. According to the evaluation results, Çağlayan and Four Seasons trout farm wastewaters can exceed the standard values in terms of COD, Nitrate, Nitrite, Phosphate and TSS from time to time, but the effects of these waters on the water quality are only important in terms of nitrate and phosphate.

Keywords: Water quality, aquaculture, fish farm, waste water, water pollution.

GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği sektörü dünyada ve Türkiye’de giderek gelişen bir alan olmuştur. Özellikle doğal stokların küresel ısınma ve çevre kirliliği nedeniyle azalmaya başlaması akuakültüre ilgiye artırmış, giderek doğal avcılıkla elde edilen ürünler karşısında artan bir trende sahip olmuştur (Anonim, 1993; Çelikkale et.al., 1994). Bu gelişim akuakültürün çevre ve sucul ortama bir çok istenmeyen etkileri de beraberinde getirmesini sağlamıştır (Haya, 2005; Barg, 1992). Bunlar başta metabolik ve yem artıkları nedeniyle su kalitesi bozulması, çeşitli hastalıkların yayılması, istenmeyen türlerin doğaya kaçması ve katı atıkların oluşturduğu etkilerdir (Yıldırım ve Korkut, 2004; Çakır, 1993; Çağırğan, 2008; Alvarado, 1997). Ülkemizde 1970’li yıllarda başlayan kültür balıkçılığı zaman içerisinde hızla gelişmiş, 2008 yılında yaklaşık 494 bin tonu avcılıkla, 152 bin tonu yetiştiricilikle olmak üzere toplam yaklaşık 646 bin ton su ürünleri üretilmiştir. 2008 yılındaki toplam su ürünleri üretiminin yaklaşık %61,22’i deniz balıklarından, %8,89’u diğer deniz ürünlerinden, %6,35’i iç su ürünlerinden ve %23,55’i yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir (TÜİK, 2007).

Avcılıkla yapılan üretim, 2008 yılında bir önceki yıla göre %21,87 azalırken, yetiştiricilik üretimi ise %8,8 oranında artmıştır. Yetiştiricilik üretimi artış oranı, dünya ortalamasına denktir. 1990’lardan 2000 yılına kadar gökkuşağı alabalığı, levrek ve çipura yetiştiriciliği hızlı şekilde büyümüş ancak 2000 yılından itibaren iki yıl içerisinde, Türkiye’nin

içine girdiği ciddi ekonomik kriz nedeniyle düşüş eğilimi göstermiştir. Yetiştiricilikle üretim 2003 yılında tekrar büyümeye başlamıştır. Bu büyümenin gerisinde, ekonominin toparlanmaya başlaması, Türkiye’nin AB üyeliği konusunda ilerleme kaydedilmesi ve devletin sektöre mali yardımda bulunması gibi nedenler etkili olmuştur (Çelikkale et.al., 1999; Anonim, 2009).

Yetiştiricilikle üretim son üç yıl boyunca %25 civarında büyümüştür. Mevcut üretim miktarı 120.000 tona yaklaşmış, 360,7 milyon Avro toptan satış değeri elde edilmiştir. Ekonomik kriz sonrasında gökkuşağı alabalığı üretimi yıllık %13’lük bir büyüme gösterirken, levrek ve çipura üretiminde yıllık %36 civarında artış sağlanmıştır. Yetiştiricilikle üretimin toplam su ürünleri üretimine katkısı 1986’da %0,5 iken bu oran 1996’da %6’ya, 2005 yılında ise miktar itibarıyla %22 ve değer itibarıyla %44’e yükselmiştir. 2008 yılında denizlerde ve iç sularda yetiştiricilik üretimi bir önceki yıla göre %8,8 oranında artarak yaklaşık 152 bin ton olmuştur. 2008 yılında yetiştiricilik üretiminin miktar olarak %43,73’ü iç sularda, %56,27’i ise denizlerde gerçekleştirilmiştir. 2008 yılı TÜİK verilerine göre, yetiştiricilik sektöründe 1748 adet yetiştiricilik yapan işletme bulunmaktadır; bu işletmelerden tatlı su ürünü üreten işletme sayısı 1398, gökkuşağı alabalığı üreten işletme sayısı 1342’dir. Deniz ürünlerinden levrek ve çipura üretimi yapan işletmelerin sayısı 305, orkinos büyüten işletmelerin sayısı ise 9’dur (TKB, 2007).

Yetiştiricilikle üretim son üç yıl boyunca %25 civarında büyümüştür. Mevcut üretim miktarı 120.000 tona yaklaşmış, 360,7 milyon

Avro toptan satış değeri elde edilmiştir. Ekonomik kriz sonrasında gökkuşağı alabalığı üretimi yıllık %13'lük bir büyüme gösterirken, levrek ve çipura üretiminde yıllık %36 civarında artış sağlanmıştır. Yetiştiricilikle üretimin toplam su ürünleri üretimine katkısı 1986'da %0,5 iken bu oran 1996'da %6'ya, 2005 yılında ise miktar itibariyle %22 ve değer itibariyle %44'e yükselmiştir. 2008 yılında denizlerde ve iç sularda yetiştiricilik üretimi bir önceki yıla göre %8,8 oranında artarak yaklaşık 152 bin ton olmuştur. 2008 yılında yetiştiricilik üretimini miktar olarak %43,73'ü iç sularda, %56,27'i ise denizlerde gerçekleştirilmiştir. 2008 yılı TÜİK verilerine göre, yetiştiricilik sektöründe 1748 adet yetiştiricilik yapan işletme bulunmaktadır; bu işletmelerden tatlı su ürünü üreten işletme sayısı 1398, gökkuşağı alabalığı üreten işletme sayısı 1342'dir. Deniz ürünlerinden levrek ve çipura üretimi yapan işletmelerin sayısı 305, orkinos büyüten işletmelerin sayısı ise 9'dur (TKB, 2007).

Ülkelerin nüfusu arttıkça sağlıklı hayvansal protein ihtiyacı da buna bağlı olarak artmaktadır. Bu konuda en önemli kaynak su kaynaklarında üretilen kültür balıklarındır. Üreticiler bu ihtiyacı karşılamak için devamlı olarak kapasite artışına giderken kullanılan su kaynaklarının özümleme kapasitesi başlangıçta hiç göz önüne alınmamıştır. Ancak zamanla kültür balıkçılığında kullanılan entansif balık yetiştiriciliği yöntemi nedeniyle yoğun stokların beslediği yem ve ilaç kullanımı nedeniyle buldukları tatlı suların ve kıyı, koy ve körfezlerin belirli düzeyde kirlendiği görüldüğü sektörlere arasında bir çok tartışmalar ortaya çıkmıştır. Buna bağlı olarak da ülkeler su kaynaklarını korumak amacıyla yeni düzenlemeler ve önlemler almaya başlamıştır.

Bu çalışmada da benzer bir konu ele alınmış olup tatlı su kaynakları üzerinde kurulan alabalık çiftliklerinin akarsu su kalitesine etkileri incelenecektir. Çalışmada çiftlik içerisinde bulunan havuz suyunda ve akarsu suyunda çiftlik atık sularının fizikokimyasal açıdan etkileri değerlendirilecektir.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada da benzer bir konu ele alınmış olup tatlı su kaynakları üzerinde kurulan alabalık çiftliklerinin akarsu su kalitesine etkileri incelenecektir. Çalışmada çiftlik içerisinde bulunan havuz suyunda ve akarsu suyunda çiftlik atık sularının fizikokimyasal açıdan etkileri değerlendirilecektir.

Çağlayan Alabalık Çiftliği: Doğu Karadeniz bölgesinde ilk kültür balıkçılığı faaliyetini gerçekleştirmiş olan Çağlayan Alabalık Çiftliği, 1974 yılında Rize Fındıklı'da Çağlayan deresi üzerinde kurulmuştur. Alabalık yavru üretimi, besleme ve büyüme faaliyetlerini yürüten çiftlik 24 besi, 32 yavru, 10 damızlık havuzlarından ve kuluçkahaneden oluşmakta olup aktif 80 ton, proje olarak ise 150 ton balık yetiştirebilme kapasitesine sahiptir. Çiftlik halen kapasite artırma çalışmalarına devam etmektedir. 100 litre/sn su kullanan çiftlikte Aralık 2013 itibariyle 200-250 gr ağırlıklarında 2,5-3 ton civarında yavru beslenmektedir. Çiftlik faaliyetlerinde ayda 15-20 ton hazır balık yemi kullanılmaktadır.

Dört Mevsim Alabalık İşletmesi: Doğu Karadeniz bölgesinde bulunan Rize ilinin Güneysu ilçesinde alabalık yavru ve besiciliği yapılmak üzere kurulmuştur. Dört Mevsim Alabalık İşletmesi, balık yetiştiriciliğini hem havuzlarda hem de kafeslerde gerçekleştirdiği için; çiftlikte 25 havuz ve kuluçkahanesi bulunmaktadır. Aktif olarak kullanılan baraj ve deniz tesisleri hariç 50 ton, deniz ve baraj tesislerindeki kafeslerde ise 1000 ton balık yetiştirebilme kapasitesine sahiptir. Çiftliğe giren su miktarı 350 lt/s olmakla beraber; 2500 anaç, 2-2,5 milyon yavru için kuyu suları kuluçkahane için ise arzeşen su kullanılmaktadır. Çiftlik faaliyetlerinde ayda 5-6 ton hazır balık yemi kullanılmaktadır.

Materyal

Çalışmada alabalık çiftlikleri atık suları su kalitesi ve bu atık suların akarsu ekosistemine etkilerini belirlemek üzere aylık periyotlarla çiftlik çevresinde belirlenen istasyonlardan temin edilen su örneklerinin fiziko kimyasal su analizleriyle gerçekleştirilmiştir. Çiftlik çevresinde belirlenen istasyonlardan alınan su numuneleri aylık periyotlarla fiziko kimyasal su analizleri yapılarak karşılaştırılmıştır. İstasyonlar dört adet olup Akarsu üzerinde çiftlik öncesi dere (1.istasyon) ve çiftlik sonrası dere (4.istasyon), çiftlik içerisinde ise çiftlik girişi havuzlar (2.istasyon) ve çiftlik çıkışı havuzlar (3.istasyon) olacak şekildedir. Su numuneleri üzerinde su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, askıda katı madde, BOİ₅ ve nütrientler gibi su kirliliği ve su kalite değişimlerini gösteren parametreler belirlenmek üzere fiziko kimyasal analizler yapılmıştır. Çiftliklerin yerleşim haritaları ve örnek alınan istasyonlar aşağıda gösterilmektedir.

Metot

Çiftliklerde seçilen istasyonların belirlenmesinde çiftliğin suyunu kullandığı olduğu akarsuya etkisini belirlemek amacıyla akış yönünde olmak üzere çiftlik öncesi akarsu kesimini temsil için 1. istasyon (Çiftlik Girişi); Çiftlik öncesi dere istasyonu olarak ve çiftlik atık sularının bırakıldığı noktadan sonraki kesimi temsil için ise 4.istasyon (Çiftlik çıkışı); Çiftlik sonrası dere istasyonu olarak belirlenmiştir. Ayrıca çiftlikte bulunan havuzlardaki balıkların atıkları ve kullanılan yem atıklarını izlemek için ise çiftliğe giren ve hiçbir çiftlik etkisi olmayan 2.istasyon (Havuz Girişi); Çiftlik girişi havuzlar istasyonu ve çiftlik içerisindeki her türlü üretim aşamasında kullanılmış olan balıkların içinde yaşadığı, dışkılarını bıraktığı, yem artıklarının ve diğer atıkların etkisini gösterebilecek 3.istasyon (Havuz Çıkışı); çiftlik atık suyunu temsil etmesi açısından ise çiftlik çıkışı havuzlar istasyonu tespit edilmiştir. Belirlenen bu istasyonlardan su numuneleri mevsimsel olarak alınmış, yerinde ve laboratuvarında bazı fiziko kimyasal ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Çiftliklerde belirlenen istasyonlarda su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, TDS, tuzluluk ve pH gibi su kalite parametreleri HACH Lange marka proba elektrometrik olarak ölçülmüştür. Kimyasal ve bazı fiziksel parametreler (CO₂, AKM, KOİ, Nitrit, Nitrat) ise alınan 1'er litrelik su numunelerinin laboratuvarında standart metotlara göre analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre çiftliklerin atık sularının Su kirliliği yönetmeliği atık su deşarj standartları tablolarında Gıda sanayi-Tarla balıkçılığı standartlarına uyumuna ve çiftliklerin üzerine veya yanına kurulmuş olduğu ve suyunu kullandığı oldukları akarsu su kalitesine etkilerini belirlemek amacıyla ise yine Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaçığı Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri bağlı olarak değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Su ürünleri yetiştiriciliğinin karasal tesislerdeki faaliyetlerinin akarsularla etkileşimi üzerine olan bu çalışmada Rize bölgesinde faaliyet gösteren iki alabalık üretim çiftliğinde çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı; alabalık çiftliklerinin atık sularının akarsu su kalitesine etkileri ve alabalık çiftlikleri atık sularının kimyasal özelliklerinin atık su deşarj standartlarına uygunluğunun kontrolü olduğundan iki alabalık çiftliği çalışma için seçilmiştir.

Çiftliklerden biri Fındıklı ilçesinde bulunan oldukça iyi bir su kalitesine sahip çağlayan deresi üzerinde kurulu olan Çağlayan alabalık üretim çiftliğidir. Diğeri ise Çağlayan deresine nispeten su kalitesi daha düşük olan Güneysu ilçe merkezinde kurulmuş Dört mevsim alabalık çiftliğidir. Çalışmada çiftliklerin atık sularının akarsu su kalitesi üzerine etkilerini belirlemek için çiftliğin dere üzerinde kullandığı suyu aldığı nokta çiftlik öncesi dere istasyonu ve çiftliğin atık sularını bıraktığı olduğu çiftlik çıkışı dere istasyonu üzerinde fiziko-kimyasal su parametrelerinin yanında BOİ₅, KOİ, nitrit, nitrat ve fosfat analizleri gerçekleştirilmiştir.

Diğer yandan çiftlik havuzlarını giren gerek dere suları ve gerekse kaynak sularının ve bu suların çiftlik faaliyetlerinde kullanıldıktan sonra bırakılan atık suları atık su deşarj standartlarına uyum sağlamadıkları kontrol etmek için çiftliğe giriş havuzlar ve çiftlikten çıkış havuzlar istasyonları belirlenerek yine fiziko-kimyasal ve diğer su kalite parametreleri incelenmiştir. Çalışma her çiftliğe kış (aralık, şubat), ilkbahar (mart, nisan) ve yaz başı (mayıs) olmak üzere üçer kez gidilerek gerçekleştirilmiştir.

Dört Mevsim Alabalık İşletmesi; Çiftlik sularının su değerlerine bakıldığında sıcaklık değerlerindeki değişimler mevsim normallerinde gözlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde mevsim normallerinin üzerinde ve anormal artışlar olmadığından çözünmüş oksijen değerlerinde de sıcaklığa, balık metabolizma hızına, balık atıklarına ve yem atıklarına bağlı olarak anormal farklılaşmalar söz konusu değildir. Yapılan çalışmalar sonucunda çiftlik öncesi dere istasyonu ile çiftlik sonrası dere istasyonunda şubat ayında pH değeri <7 olduğundan sular asidik özelliğe sahiptir. Diğer aylarda ise sular bazik özelliğe sahip olup en yüksek pH değeri 7,95 ile mayıs ayında görülmüştür. Türbitide en fazla 17,12 ile şubat ayında görülmüştür. 3 ayın sonunda yapılan çalışmalar sonucu ortalama türbitide 7,22 dir. Dört Mevsim alabalık çiftliğinde sadece çiftlik havuz girişi ve çiftlik havuz çıkışında ölçülen KOİ değerlerine bakıldığında en yüksek değer 54,6 ile şubat ayında görülmüştür. 3 ayın ortalama KOİ değeri ise 38,18'dir. Verilere göre 3 ay boyunca dört istasyonda da bakılan CO₂ değerleri suyun çiftliğe girmeden önce daha az havuz giriş ve çıkışında ise balıkların oksijen tüketimi nedeniyle daha fazla olduğu görülmüştür. Bu nedenle en fazla CO₂ miktarı 1,54 mg/L ile şubat ayında görülmüştür. Ortalama CO₂ miktarı ise 0,82 mg/L'dir. Ortalama askıda katı madde

miktarı 0,2 g/L, en yüksek değere 0,24 g/L ile nisan ayında ulaşılmıştır. Değerler standartların oldukça üstünde olup su kalitesi açısından istenmeyen bir durumdur. Sulardaki nitrat miktarı en fazla 62,2 mg/L ile mayıs ayında görülmüştür. En düşük değer ise 0,9 mg/L ile mayıs ayının çiftlik çıkış sonrası dere istasyonunda görülmüştür. Ortalama nitrat miktarı ise; 7,2 mg/L'dir. Çiftlik havuz girişi ile çiftlik havuz çıkışı arasında mayıs ayında büyük bir fark görülmüştür. Çiftlikte ölçülen çözünmüş oksijen miktarı değerlerinin 3 aylık değişimi Tablo 1'de görülmekte olup çözünmüş

oksijen miktarı 10,92 mg/l ile 9,53 mg/L arasında değişmektedir. Ortalama çözünmüş oksijen miktarı 10,24 mg/L dir. Sudaki çözünmüş oksijen miktarını; balık metabolizma hızı, balık atıkları ve yem atıkları gibi faktörler etkiler. Dört Mevsim alabalık çiftliğindeki fosfat miktarı düşük düzeyde olup ortalama 0,15 mg/L'dir. En yüksek olduğu dönem 0,6 mg/L ile şubat ayıdır. Çalışma veri sonuçlarına göre nitrit; çiftlik öncesi ve sonrası istasyonları arasında en fazla fark mayıs ayında görülmektedir. Yine aynı şekilde en fazla artış mayıs ayında 0,398 mg/L olarak ölçülmüştür.

Tablo 1. Dörtmevsim ve Çağlayan Alabalık Çiftliklerinin su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH ve Askıda katı madde parametreleri değişimleri.
Table 1. Changes in water temperature, dissolved oxygen, pH and suspended solids parameters of Dörtmevsim and Çağlayan Trout Farms

Dörtmevsim Alabalık İşletmesi												
Aralık				Mart				Mayıs				
	°C	O ₂ mg/L	pH	AKM mg/L	°C	O ₂ mg/L	pH	AKM mg/L	°C	O ₂ mg/L	pH	AKM mg/L
Havuz Giriş	10,60	10,92	7,26	0,16	14	10,43	7,14	0,17	18,70	9,71	7,95	0,19
Havuz Çıkış	10	10,71	7,07	0,22	14,60	9,75	7,48	0,24	18,40	9,53	7,79	0,23
Çiftlik Giriş	10	10,88	6,52	0,18	14,50	9,94	7,74	0,19	18,50	10,20	7,87	0,17
Çiftlik Çıkış	10,10	10,63	6,96	0,21	13,90	10,08	7,17	0,20	18,70	10,13	7,73	0,21

Çağlayan Alabalık Çiftliği												
Aralık				Mart				Mayıs				
	°C	O ₂ mg/L	pH	AKM mg/L	°C	O ₂ mg/L	pH	AKM mg/L	°C	O ₂ mg/L	pH	AKM mg/L
Havuz Giriş	10,80	11,35	6,51	-	13,00	10,50	6,47	0,6	16,30	10,50	6,36	0,80
Havuz Çıkış	11,80	0,97	6,42	-	12,50	9,81	6,48	0,4	17,7	10,40	6,63	0,50
Çiftlik Giriş	11,40	11,29	7,10	-	12,50	9,90	6,75	0,30	16,14	10,81	6,81	1,00
Çiftlik Çıkış	11,20	0,93	6,68	-	13,00	9,94	6,96	0,60	17,13	10,60	6,62	0,80

Çağlayan Alabalık Çiftliği: Yapılan üç aylık çalışma sonucunda; en düşük sıcaklığa 10,8 °C ile aralık ayında, en yüksek sıcaklığa ise 17,7 °C ile mayıs ayında ulaşılmıştır. Üç ayın ortalama sıcaklığı çiftlik girişi öncesi dere istasyonu için; 11,95 °C, çiftlik çıkış sonrası dere istasyonu için; 13,83 °C'dür. İstasyonlara göre su sıcaklığı değişimleri Tablo 1'de görülebilir. Çiftlik sularının pH değeri 7,1 ile 6,36 arasında değişmekte olup ortalama 6,64 civarında olduğu görülmüştür. pH'nın en yüksek olduğu dönem Aralık ayıdır. Ortalama çözünmüş oksijen değeri bakımından en düşük değer 9,81 mg/L, en yüksek değer ise 11,3 mg/L olarak ölçülmüştür. Genel olarak çiftlik sularının çözünmüş oksijen değeri ortalama 10,58 mg/L düzeyindedir. Genel olarak çözünmüş oksijen açısından ideal seviyelerin tespit edildiği gözlenmektedir. Havuzlar girişi ve çıkışı, dere istasyonları çiftlik öncesi ve sonrası arasındaki farklılıkların düşük olması çiftlik faaliyetlerinin akarsu su kalitesinin menfi yönde etkilemediğini göstermektedir.

Çiftlik sularının deşarj standartları açısından uyması gereken değerleri vardır. Burada çiftlik sularının kirlilik göstergesi sayılabilen turbidite değerleri dere istasyonları ve havuz istasyonları olarak karşılaştırılmıştır. Buna göre 3 aylık çalışma sonucunda istasyonlar arasında farklılık gözlenmiştir. Bulanıklığın en fazla olduğu dönem 4,95 NTU ile mayıs ayıdır. Askıda katı madde miktarı sadece mart ve mayıs aylarında ölçülmüş olup ortalama miktar 0,625 g/L'dir. En fazla olduğu ay 1 g/L ile mayıs ayıdır. 3 aylık dönemde ölçülen ortalama nitrat miktarı 4,44

mg/L'dür. En fazla olduğu dönem ise 23,2 mg/L ile aralık ayında görülmüştür. Yapılan çalışmalarda Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)'nin sadece havuz girişi ve çıkışı istasyonlarında bakılmıştır. Giriş ve çıkış istasyonları arasında oldukça belirgin farklar görüldüğü gibi havuz çıkışında KOİ daha fazladır. KOİ'nin en fazla olduğu dönem 63 mg/L ile mayıs ayıdır. 3 aylık veriler sonucu ortalama KOİ değeri 47,38 mg/L dir. Atık su deşarj standartlarına göre Aralık ve Mayıs aylarındaki KOİ değerleri kritik sınırları aşmış olduğu tespit edilmiştir (Kritik sınır 50 mg/L).

Yapılan çalışmalar sonucunda ortalama CO₂ miktarı 1,57 mg/L'dir. CO₂'nin en yüksek olduğu dönem 5,5 mg/L ile aralık ayıdır. En az olduğu dönem ise 0,22 mg/L ile mayıs ayıdır. Sularda ötrofikasyonun oluşmasında önemli olan su kalite parametrelerinden fosfat miktarı aralık ayı dışında normal istenilen düzeydedir. Ortalama fosfat miktarı 0,61 mg/L'dir. En düşük değerler ise 0,1-0,2 mg/L civarında diğer aylarda söz konusudur. Nitrit miktarına bakıldığında çiftlik öncesi ve sonrası dere istasyonlarında sadece mayıs ayında önemli bir fark görülmektedir. En fazla olduğu dönem 21,52 mg/L ile Mayıs ayında tespit edilmiştir. Havuz girişi ve çıkışlarında da sadece Mayıs ayında önemli bir fark görülmektedir. Dolayısıyla çiftlik faaliyetlerinin akarsu su kalitesine etkisi nitrit açısından oldukça önemli görülmektedir.

Tablo2. Dörtmevsim ve Çağlayan Alabalık Çiftliklerinin KOI, Nitrat, Karbondioksit ve Fosfat parametreleri değişimleri.

Table 2. Changes in COD, Nitrate, Carbon Dioxide and Phosphate Parameters of Dörtmevsim and Çağlayan Trout Farms

Dörtmevsim Alabalık İşletmesi												
mg/L	Aralık				Mart				Mayıs			
	KOI	CO ₂	NO ₃	PO ₄	KOI	CO ₂	NO ₃	PO ₄	KOI	CO ₂	NO ₃	PO ₄
Havuz Giriş	51,40	0,88	1,30	0,10	18,0	0,88	2,20	0,10	32,70	0,88	2,2	0,10
Havuz Çıkış	54,60	1,54	3,30	0,10	18,20	1,00	3,40	0,10	54,20	1,20	62,2	0,10
Çiftlik Giriş	-	0,44	1,90	0,10	-	0,44	2,2	0,10	-	0,66	0,9	0,10
Çiftlik Çıkış	-	0,44	2,40	0,20	-	0,66	2,2	0,60	-	0,88	2,2	0,10

Çağlayan Alabalık Çiftliği												
mg/L	Aralık				Aralık				Aralık			
	KOI	CO ₂	NO ₃	PO ₄	KOI	CO ₂	NO ₃	PO ₄	KOI	CO ₂	NO ₃	PO ₄
Havuz Giriş	50,80	2,64	2,20	0,70	38	1,76	2,20	0,10	38	0,44	2,20	0,20
Havuz Çıkış	52,50	3,30	8,10	0,60	42	1,00	2,20	0,10	63	0,88	2,20	0,10
Çiftlik Giriş	-	1,00	2,20	0,40	-	0,66	2,20	0,10	-	0,22	2,20	0,10
Çiftlik Çıkış	-	5,50	2,20	4,8	-	0,88	2,20	0,10	-	0,66	2,20	0,10

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar iki farklı alabalık üretim çiftliği için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çağlayan Alabalık Çiftliğinde; Su sıcaklığı değerlerinde havuz giriş ve çıkış arasında Aralık ayında 1°C, Mart ayında sıcaklık önemli olmamakla beraber Mayıs ayında 1,4°C sıcaklık farkı görülmüştür. Çiftlik dere öncesi ve sonrasında ise Mart ayında 0,5°C, Mayıs ayında 1,16°C artış olmuştur. Aralık-Mart aylarında farklılık görülmezken Mayıs ayında belirgin bir fark görülmektedir.

Bu çalışmadaki pH değerlerine bakıldığında çiftlik öncesi ve sonrası arasında Aralık ayında 0,42, Mart ayında 0,21, Mayıs ayında ise 0,19'lık bir fark görülmekle birlikte Aralık ayında çıkışa doğru düşme Mart ayında yükselme Mayıs ayında ise azalma görülmekte olup önemli bir fark görülmektedir. Diğer taraftan havuz istasyonlarında ise Aralık ayında giriş-çıkış arasında 0,09, Mart ayında 0,01, Mayıs ayında ise 0,27'lik fark gözlenmiş olup Aralık ayında azalma, Mart ve Mayıs ayında ise artış gözlenmiştir. Buna rağmen giriş-çıkış arasındaki farkların önemsiz olduğu tespit edilmiştir. pH açısından genel olarak bakıldığında 6,36-7,10 arasında bir değişimin sucul yaşam açısından ideal koşullara sahip olduğunu gösterir. Dolayısıyla hem sıcaklık hem de pH açısından Alabalık çiftlik faaliyetlerinin akarsu su kalitesinin etkisi söz konusu değildir.

Çözünmüş oksijen açısından bakıldığında Çağlayan Alabalık çiftliğinin; çözünmüş oksijen aralığı 9,81 mg/L-11,3 mg/L arasında değişim söz konusudur. İstasyonlar arası değişimde, havuz istasyonlarında Aralık ayında 0,38 mg/l, Mart ayında 0,69 mg/l, Mayıs ayında ise 0,21 mg/l'lik sonrasında daha düşük oksijen miktarı ölçülmüştür. Bu açıdan bakıldığında kritik oksijen seviyesi olan 5 mg/l seviyesine yaklaşmamıştır bile; giriş-çıkış, çiftlik öncesi ve sonrası arasındaki farklar ise oldukça önemsizdir.

Bulanıklık değeri açısından bakıldığında çok düşük seviyelerin kaydedildiği görülür. 4,95 NTU ile en fazla Mayıs ayında bulanıklık görülmüştür. Havuzlarda giriş ve çıkış istasyonları arasında en fazla 0,14 NTU, dere istasyonlarında ise en fazla 0,83 NTU bulanıklık farkı söz konusudur. Bulanıklık açısından da hem dere hem havuzda ciddi bir problem yoktur.

Çiftlik faaliyetlerinin etkilerini gösteren en önemli parametrelerden biri olan Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) bu çalışmada sadece havuz istasyonlarında ölçülmüştür. Çünkü dere istasyonları oksijen bakımından yüksek veriler elde edilmektedir. Havuz istasyonlarına baktığımızda havuz giriş-çıkışlarında çıkış istasyonlarındaki KOİ miktarının her zaman yüksek olduğu görülmüştür. Nitekim çalışmamızda en yüksek KOİ Mayıs çıkış istasyonunda ölçülmüştür. Giriş ve çıkış istasyonları arasındaki farklara baktığımızda Aralık ayında 1,7 mg/l, Mart ayında 4 mg/l, en yüksek fark ise Mayıs ayında 25 mg/l ile tespit edilmiştir. Bu farklara baktığımızda su sıcaklığının artması ile balıkların yem taleplerinin de arttığından çiftlik atık sularının organik yükü artmıştır. Atık su deşarj su standartlarında anlık örneklemelerde KOİ'nin 50 mg/l'yi geçmemesi tavsiye edilir. Halbuki bizim çalışmamızda sadece Mart ayında 42 mg/l ile bu sınırın aşılmadığı; Aralık ayında 52,5 mg/l, Mayısta daha yüksek olup aşılmıştır. Bu açıdan çiftlik çıkış sularının organik yükünün yüksek olduğu dolayısıyla çevresel açıdan bir problemin olduğu görülmektedir. Yemleme ve havuz temizliğine dikkat edilmelidir.

Askıda Katı Madde (AKM) açısından bakıldığında; Çağlayan Alabalık çiftliğinin en yüksek AKM değeri 1 gr/l düzeyinde olup dere istasyonları giriş öncesi ve çıkış sonrası arasındaki fark 0,3 gr/l, havuz istasyonları ise giriş-çıkış arasında en fazla olarak 0,7 gr/l fark vardır. Genel manada sucul yaşam açısından AKM' de önemli bir problem görülmektedir. Nitekim 0,4 g/l üzerindeki AKM değerlerinin çevresel açıdan çok kirli koşulları temsil ettiği bilinmektedir. Dolayısıyla en düşük AKM değerleri bile kritik değerler olan 0,025 g/l'nin üzerinde olduğu için alabalık çiftlikleri atık sularının akarsu su kalitesine menfi etkisi olacaktır.

Nütrientlerden nitrat değerlerinin sonuçları incelendiğinde en yüksek değer Aralık ayında 23,2 mg/l olarak ölçülmüştür. Dere istasyonlarında çiftlik öncesi ve sonrası arasındaki fark açısından sadece Aralık ayında 21 mg/l' lik farklılık söz konusudur. Diğer aylarda ise fark tespit edilememiştir. Benzer durum havuz istasyonlarında tespit edilmiş olup Aralık ayında 6 mg/l 'lik fark söz konusudur. Kıta içi su kalite standartlarına göre nitrat açısından 20 mg/l'nin üzerindeki değerler IV. sınıf çok kirli sular olarak belirtilir. Bu açıdan bakıldığında Aralık ayında çiftlik atık sularının, dere sularının sadece Aralık ayında oldukça etkilediği diğer aylarda ise hiçbir etkileme söz konusu değildir. Havuz istasyonlarında ise havuz çıkışındaki nitrat değerleri II. sınıf su kalite sınıfını gösterir (az kirli).

CO₂ açısından veriler değerlendirildiğinde en yüksek değeri 5,5 mg/l ile Aralık ayında ölçüldüğü, dere istasyonlarında çiftlik öncesi ve

sonrası arasındaki en yüksek fark Aralık ayında 4,5 mg/l olarak belirlenmiştir. Diğer aylarda daha düşük seviye tespit edilmiştir. Havuz istasyonlarında ise en yüksek fark Aralık ayında 0,66 mg/l 'lik fark söz konusu iken Mart ayında 0,44 mg/l'dir. Dolayısıyla CO₂ açısından da gerek dere gerekse havuz istasyonlarında önemli bir problem yoktur. Ancak çıkış istasyonlarındaki CO₂'nin yüksek olması organik yükün fazla olmasından dolayı beklenen bir durumdur.

Su kaynaklarında ötrofikasyonu sınırlayan parametrelerden fosfat çalışmamızda sadece Aralık ayında önemli bir değişim göstermiştir. Nitekim dere istasyonları çiftlik öncesi ve sonrası arasında 4,4 mg/l 'lik bir çiftlik sonrası açısından artış söz konusudur. Aynı dönemde havuz istasyonlarında giriş ve çıkışta fark gözlenmemiştir. Diğer dönemlerde ise 0,1-0,2 mg/l düzeylerinde ölçülen fosfat değerleri dere istasyonları ve havuz istasyonları birbirinden ayrılmamıştır. Fosfat açısından EPA tarafından akarsular için 0,1 mg/l'nin aşılmaması gerektiği ileri sürülmektedir. Dolayısıyla fosfat açısından çiftlik faaliyetlerinin akarsu kalitesine önemli bir etkisi olacağı görülmektedir.

Nitrit miktarına bakıldığında çiftlik öncesi ve sonrası dere istasyonlarında sadece Mayıs ayında önemli bir fark görülmektedir. En fazla olduğu dönem 21,52 mg/l ile Mayıs ayında tespit edilmiştir. Havuz giriş ve çıkışlarında da sadece Mayıs ayında önemli bir fark görülmektedir. Dolayısıyla çiftlik faaliyetlerinin akarsu su kalitesine etkisi nitrit açısından oldukça önemli görülmektedir.

Dört Mevsim Alabalık İşletmesinde; Su sıcaklığı değerlerine havuz giriş ve çıkış arasında baktığımızda Şubat ayında 0,6°C, Mayıs ayında ise 0,3°C sıcaklık farkı görülmüştür. Çiftlik dere öncesi ve sonrasında ise Nisan ayında 0,6°C 'lik bir artış söz konusudur. Aylara baktığımızda istasyonlar arasında önemli bir fark görülmemektedir.

Çalışmadaki pH değerlerine bakıldığında çiftlik öncesi ve sonrası arasında Şubat ayında 0,44, Nisan ayında 0,57, Mayıs ayında ise 0,05'lik bir fark görülmektedir. Havuz istasyonlarında ise Şubat ayında giriş-çıkış arasında 0,19, Nisan ayında 0,34, Mayıs ayında ise 0,16'lik fark gözlenmiştir. pH değerindeki artış ve azalmalara rağmen giriş-çıkış arasındaki farkların önemsiz olduğu tespit edilmiştir. pH açısından genel olarak bakıldığında 6,52-7,95 arasında bir değişimin sucul yaşam açısından ideal koşullara sahip olduğunu gösterir. Dolayısıyla hem sıcaklık hem de pH açısından Alabalık çiftlik faaliyetlerinin akarsu su kalitesinin etkisi söz konusu değildir.

Çözünmüş oksijen açısından bakıldığında Dört Mevsim Alabalık çiftliğinin; çözünmüş oksijen aralığı 9,53 mg/L-10,92 mg/L arasında değişim söz konusudur. İstasyonlar arası değişimde, havuz istasyonlarında Şubat ayında 0,21 mg/l, Nisan ayında 0,68 mg/l, Mayıs ayında ise 0,18 mg/l fark tespit edilmiştir. Bu açıdan bakıldığında kritik oksijen seviyesi olan 5 mg/L'nin altına düşülmemiştir; giriş-çıkış, çiftlik öncesi ve sonrası arasındaki farklar ise oldukça önemsizdir.

Bulanıklık değeri açısından bakıldığında; 17,12 NTU ile en fazla Mayıs ayında bulanıklık görülmüştür. Havuzlarda giriş ve çıkış istasyonları arasında en fazla 6,32 NTU, dere istasyonlarında ise en fazla 2,41 NTU bulanıklık farkı söz konusudur. Bulanıklık açısından da hem dere hem havuzda ciddi bir problem yoktur.

Kimyasal oksijen ihtiyacı çiftlik faaliyetlerinin etkilerini gösteren en önemli parametrelerden biri olup bu çalışmada sadece havuz istasyonlarında ölçüm yapılmıştır. Çünkü dere istasyonlarında oksijen bakımından yüksek veriler elde edilmektedir. Havuz istasyonlarına baktığımızda havuz giriş-çıkışlarında çıkış istasyonlarındaki KOİ miktarının genel olarak yüksek olduğu görülmüştür. Nitekim çalışmamızda en yüksek KOİ Mayıs çıkış istasyonunda ölçülmüştür. Giriş ve çıkış istasyonları arasındaki farklara baktığımızda Şubat ayında 3,2 mg/L, Nisan ayında 0,2 mg/L, en yüksek fark ise Mayıs ayında 21,5 mg/L ile tespit edilmiştir. Atık su deşarj su standartlarında anlık örneklemelerde KOİ'nin 50 mg/L'yi geçmemesi tavsiye edilse de çalışmamızda bu değer aşıldığı gözlenmiştir.

Askıda Katı Madde (AKM) açısından bakıldığında; Dört Mevsim Alabalık çiftliğinin en yüksek AKM değeri 0,23 gr/l düzeyinde olup dere istasyonları giriş öncesi ve çıkış sonrası arasındaki fark 0,04 gr/L, havuz istasyonları ise giriş-çıkış arasında en fazla olarak 0,07 gr/L fark vardır. Genel olarak sucul yaşam açısından AKM'de önemli bir problem tespit edilmiştir. Çünkü kritik sınır 0,025 g/L iken çok kirli koşullar ise 0,4 g/L düzeyleridir.

Nütrientlerden nitrat değerlerinin sonuçları incelendiğinde en yüksek değer Mayıs ayında 62,2 mg/L olarak ölçülmüştür. Dere istasyonlarında çiftlik öncesi ve sonrası arasındaki fark açısından sadece

Mayıs ayında 60 mg/L' lik farklılık söz konusudur. Diğer aylarda ise geçerli bir fark söz konusu değildir. Kıta içi su kalite standartlarına göre nitrat açısından 20 mg/L'nin üzerinde değer elde ettiğimiz için IV. sınıf (çok kirli) sulara girmektedir. Diğer aylarda ise su kalitesi iyi durumdadır.

CO₂ açısından veriler değerlendirildiğinde en yüksek değeri 1,54 mg/L ile Şubat ayında ölçüldüğü, dere istasyonlarında çiftlik öncesi ve sonrası arasındaki en yüksek fark Nisan-Mayıs ayında 0,22 mg/L olarak belirlenmiştir. Havuz istasyonlarında ise Şubat ayında 0,66 mg/L 'lik fark söz konusu iken Nisan ayında 0,12 mg/L'dir. Dolayısıyla CO₂ açısından da gerek dere gerekse havuz istasyonlarında önemli bir problem yoktur.

Su kaynaklarında ötrofikasyonu sınırlayan parametrelerden fosfat çalışmamızda önemli bir değişim söz konusu olmamasına rağmen en yüksek fark; çiftlik öncesi ve sonrası arasında 0,5 mg/L olarak gözlenmiştir. Ölçümler sonucu değerler 0,1-0,6 mg/L düzeylerinde ölçülmüştür. Fosfat açısından kritik standart değer 0,1 mg/L olduğu düşünülürse çiftlik faaliyetlerinin akarsu kalitesine önemli bir etkisi söz konusu olacağı görülmektedir.

Çalışma veri sonuçlarına göre nitrit; çiftlik öncesi ve sonrası istasyonları arasında en fazla fark mayıs ayında görülmektedir. Yine aynı şekilde en fazla artış mayıs ayında 0,398 mg/l olarak ölçülmüştür.

Alabalık çiftlik faaliyetlerinin ve atık sularının aktıkları akarsu su kalitesine etkisi ve atık su deşarj standartları açısından değerlendirmelerin yapıldığı bu çalışmada bütün faktörlerin değerlendirilmesiyle aşağıdaki ana sonuçlar elde edilmiştir;

Alabalık çiftlikleri Türkiye Su ürünleri üretiminde tatlı su balıkları üretiminde önemli bir yer tutmakta olup sağladıkları ekonomik girdi ülke ekonomisi açısından kayda değerdir. Çevre ve üretim dengesi açısından bakıldığında karasal alabalık çiftliklerinin elbette bağlı oldukları akarsularına belirli düzeyde atık sular ve atık maddeler bırakmaktadırlar ve bu atık maddeler çevresel açıdan tolere edilebilir olabilirler. Tabii bu durum iyi bir mühendislik, çevresel hassasiyet ve bilinçle olabilir. Bu çalışmada üzerinde durulan iki çiftlik söz konusudur; Dört mevsim alabalık çiftliği ve Çağlayan alabalık işletmesidir. Bu iki çiftliğin buldukları konum itibarıyla Dört mevsim daha çok evsel atık sulara maruz kalabilecek yerleşim yerlerine çok yakın pozisyonda olduğu ve kullandığı akarsu su kalitesi daha düşük seviyededir. Hâlbuki Çağlayan alabalık çiftliği oldukça su kalitesi iyi olan yerleşim yerlerinden yeterince uzak mesafede, evsel suların etkilenmeyecek bir pozisyondadır. Dolayısıyla su kalitesi daha düşük seviyedeki akarsulara alabalık çiftlikleri atık sularının etkileri daha fazla olacaktır. Su kalite parametreleri açısından alabalık çiftlik faaliyetlerinin etkisiyle oluşan atık suların karakterizasyonuna bakıldığında genel olarak fiziksel faktörler açısından yani sıcaklık, iletkenlik, pH, çözülmüş oksijen ve bulanıklık değerleri havuzlara giriş ve çıkış arasında önemli bir fark gözükmezken çıkış istasyonlarında çok düşük düzeyde de olsa menfi yönde farklılaşmalar ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan yine çiftlik atık sularının dere su kalitesine etkileri ise fiziksel faktörler açısından önemli düzeyde olmadığı görülmektedir. Ancak nütrientler (nitrat ve fosfat), kimyasal oksijen ihtiyacı, karbondioksit gibi kimyasal faktörler açısından hem havuz giriş ve çıkış farkı hem de dere su kalitesine etki açısından karbondioksit hariç nütrientler (fosfat ve nitrat) ve KOİ değerleri açısından önemli çevresel problemlerin oluşabileceği görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Anonim, (1993).** Türkiye'de Yetiştiriciliğin Çevresel Etkisi ve Bunun Turizm, Rekrasyon ve Özel Koruma Alanları İle İlişkisi , TÜGEM, 1-185, Ankara.
- Anonim, (2009).** Türkiye İstatistik Kurumu Su Ürünleri Avcılığında Artış Yetiştiriciliğinde Azalış Haber Bülteni, Sayı:122, Ankara. <http://www.tuik.gov.tr/>.
- Alvarado JL., (1997).** Aquafeeds and the Environment. In A. Tacon and B. Basurco , Eds. Feding Tomorrow's Fish, s: 275-289.
- Barg UC., (1992).** Guideline For The Promotion Of Management Of Costal Aquaculture Development Of Coastal Aquaculture Development. *FAO Fisheries Technical Paper*. No:328, s:122.
- Çağrgan H., Değirmenci U., Nemli E., Balta F. ve Sanver F., (2008).** Yurdumuzda Balık Hastalıklarının Tedavisinde İlaçların Yasal Kullanımı. I. Ulusal Alabalık Sempozyumu. 14-16 Ekim 2008, Isparta.
- Çakır H., (1993).** Türkiye'de Yetiştiriciliğin Çevresel Etkisi ve Bunun Turizm, Rekrasyon ve Özel Koruma Alanları ile İlişkisi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü.
- Çelikkale MS., Düzgüneş E. ve Okumuş İ., (1999).** *Fisheries Sector in Turkey: Potential, Current State, Constraints and Recommendations* (in Turkish), İstanbul Ticaret Odası, Yayın No:1999(2): 414, Lebib A.S., İstanbul.
- Çelikkale MS., (1994).** İç Su Balıkları ve Yetiştiriciliği, Cilt I, KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Yayın No: 2.
- Haya K., (2005).** Environmental Impact of Chemical Wastes Produced by the Salmonoid Aquaculture Industry. <http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca>
- TKB, (2007).** Türkiye'de Su Ürünleri Yetiştiriciliği, www.tugem.gov.tr/db/sud/sudweb/dis.pdf
- TÜİK, (2007).** 2005 Yılı Su Ürünleri İstatistikleri, www.tuik.gov.tr
- Yıldırım Ö. ve Korkut AY., (2004).** Su Ürünleri Yemlerinin Çevreye Etkisi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 21 (1-2): 167 - 172.

Received date: 28.07.2017

Accepted date: 09.08.2017

*Corresponding author's:

Prof. Dr. Bülent VEREP

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, Zihni Derin Yerleşkesi, Fener Mah. 53100 Rize, Türkiye.

E-mail: bulent.verep@erdogan.edu.tr