

Kılıçkaya Baraj Gölü (Sivas-Türkiye)'nin Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin Gökkuşığı Alabalığı Yetiştiriciliği İçin Değerlendirilmesi

Seher DİRİCAN

Cumhuriyet Üniversitesi, Suşehri Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Bölümü, Sivas

Yayın Kodu (Article Code): 08-12A

Özet

Su ürünleri yetiştiriciliği, Dünya'da ve Türkiye'de son yıllarda büyük gelişme gösteren bir sektördür. Sivas ili zengin tatlı su ekosistemleriyle önemli bir su ürünleri yetiştiricilik potansiyeli içermektedir. Sivas ilinde, toplam 37 adet gökkuşığı alabalığı yetiştiricilik işletmesi mevcuttur ve bunların toplam üretim kapasitesi yaklaşık 770 ton/yıl'dır. Bu çalışma, Kılıçkaya Baraj Gölü'nün fiziko-kimyasal özelliklerinin gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği açısından değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, Kılıçkaya Baraj Gölü'nde 3 örnekleme noktasından ve her bir noktada farklı 3 derinlikten su örnekleri alınmıştır. Alınan su örneklerinde toplam 13 fiziko-kimyasal parametre analiz edilmiştir. Bu çalışma sonucunda, elde edilen fiziko-kimyasal veriler değerlendirildiğinde Kılıçkaya Baraj Gölü'nde kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliğinin yapılabileceği belirlenmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliğinin amacı, sucul ekosistemlere zarar vermeyen bir şekilde büyüektir. Bu nedenle, Kılıçkaya Baraj Gölü'nde tatlısu ekosistemlerinin korunması için gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliğinin çevresel etkilerinin izlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Alabalık yetiştiriciliği, fiziko-kimyasal özellikler, çevre, Kılıçkaya Baraj Gölü.

Evaluation of Physico-chemical Properties of Kılıçkaya Dam Lake (Sivas-Turkey) for Rainbow Trout Culture

Abstract

Aquaculture is a relatively recent sector in the World and Turkey, enjoying great potential for development. Sivas province is also endowed with rich freshwater ecosystems with aquaculture potential. Thirty seven rainbow trout culture farms are present in the Sivas and their total production capacity is about 770 ton/years in project base. This study was carried out to determine evaluation of physico-chemical properties of Kılıçkaya Dam Lake for rainbow trout culture. For this purpose, water samples were taken from 3 different depths and at 3 sampling points in Kılıçkaya Dam Lake. In the collected waters, totally 13 physico-chemical parameters were analyzed. According to this study result, by evaluating the physico-chemical datas, it is found that the Kılıçkaya Dam Lake was suitable for rainbow trout culture in cages. The goal of aquaculture is grow in a manner that does not harm to aquatic ecosystems. Therefore, monitoring of environmental impacts of rainbow trout culture is very important for aquatic ecosystems conservation in Kılıçkaya Dam Lake.

Key Words: rainbow trout culture, physico-chemical properties, environment, Kılıçkaya Dam Lake.

İletişim (Correspondence): sdirican@cumhuriyet.edu.tr

GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması nedeniyle günümüzde yaşanan en önemli sorun açlık, yetersiz ve dengesiz beslenmedir. Dünya’da insan nüfusu bugünkü hızıyla artmaya devam ederse, 2050 yılında yaklaşık 10 milyar olacağı tahmin edilmektedir [1]. Bu artış sürecine bağlı olarak, gıda ve hayvansal besin açığı da artacaktır. Bu açığın kapatılmasında, su ürünleri yetiştiriciliği önemli bir kaynak oluşturacaktır. Tarımın bir alt sektörü olan su ürünleri yetiştiriciliği, özellikle son 10 yılda önemli bir gelişime göstermiştir. Yetiştiricilikle üretilen su ürünleri miktarı 1980’de 7.4 milyon tondan, 1990’da 16.8 milyon tona ve 2002 yılında ise 40 milyon tona ulaşmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliği, dünya balıkçılık üretiminin yaklaşık olarak % 30’unu karşılamakta ve yılda % 10’dan daha fazla bir büyüme göstermektedir [2]. Dünya’da ve Türkiye’de, gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği önemli bir tarımsal faaliyet olarak yapılmaktadır. Doğal göller ve büyük baraj göllerinde özellikle kafesler içerisinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği her geçen gün artmaktadır. Düşük sermayeye ihtiyaç duyulması, balık hasadı ve yemlemenin kolay yapılması ve uygulamanın basit oluşu kafeslerde balık yetiştiriciliğini yaygınlaştırmaktadır. Su ürünleri sektörüne her geçen gün katılan güçlü yatırımlar sektörün gelişmesine neden olmaktadır [3, 4].

Ekonomik anlamda, Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliği 1970’li yılların başlarında tatlı sularda gökkuşağı alabalığı ile başlamıştır. Yaygın olarak Dünyada ve Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalığı Kuzey Amerika’nın önemli bir alabalık türüdür. Buradan, birçok kıta’ya yayılmıştır. Avrupa’ya 1880’li, Türkiye’ye ise 1970’li yıllarda getirilmiştir. Gökkuşağı

alabalığı, uzun yıllar *Salmo gairdneri* ismiyle bilinmiştir. Ancak, 1988 yılında Amerika Balıkçılık Derneği Balık İsimlendirme Komitesi, bütün Pasifik alabalık ve salmonlarını, Atlantik alabalık ve salmonlarından ayırt edilmesi için *Oncorhynchus* cins ismini kullanmayı kabul ettiklerini kararlaştırmışlardır. Ayrıca, gökkuşağı alabalığının aynı biyolojik türden geldiği kanıtlanmış ve böylece tür ismi olarak da *gairdneri* yerine *mykiss* seçilmiştir. Bu isim değişikliğinin milletlerarası düzeyde kabul edildiği, bundan sonra gökkuşağı alabalığı (*Salmo gairdneri* Richardson, 1836) yerine bütün formlarında *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792’nin kullanılacağı bildirilmiştir [5–7].

Gökkuşağı alabalığı çevre koşullarına iyi uyum sağlaması, aktif yem alması, iyi bir et kalitesine sahip olması, strese ve hastalıklara karşı dayanıklı olması nedeniyle yaygın olarak yetiştirilmektedir [8, 9]. Alabalık yetiştiriciliğinde, kullanılan üretim sistemi ve yetiştiricilik uygulamaları birbirlerine çok benzemektedir. Yetiştiricilikte çoğunlukla beton havuzlar kullanılmaktadır. Az sayıdaki alabalık çiftliğinde, modern dairesel beton havuzlar veya fiberglass tanklar kullanılmaktadır. Son yıllarda ise baraj göllerinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde, ağ kafesler yaygın olarak kullanılmaktadır [10]. Kafeslerin yer seçiminde göl derinliği, kafes derinliğinin 3 katı olmalı ve en az derinlik 15m olarak tercih edilmelidir. Akıntılı ve dalga hareketi mevcut olan dinamik sahalar seçilmelidir. Suyun fiziko-kimyasal ve biyolojik özellikleri gökkuşağı alabalığının istemlerine uygun olmalıdır. Karada destek tesisinin kurulması imkânı bulunmalıdır. Mevcut tesislerden en az 1000m uzakta olmalıdır. Kafes şekli yuvarlak, kare veya dikdörtgen olabilmektedir. Kafes ölçüsü üretim yerinin büyüklüğüne, havalan-

dırmanın mevcudiyetine ve balığı hasat etme şekline bağlı olarak değişim göstermektedir [7]. Kafeslerde alabalık yetiştiriciliğinde amaç büyük ölçüde besiciliktir. Bu amaçla, 20–30g ağırlığındaki alabalıklar ağ kafeslere yerleştirilmektedir. Sonra 3.5–4 aylık bir bakım ve beslemeden sonra 200–300g ağırlığa getirilen alabalıkların pazarlaması yapılmaktadır [8].

Sivas ili, İç Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır. Sivas iline bağlı olan Suşehri ilçesi ise Türkiye'nin kuzeydoğusunda ve Karadeniz Bölgesi'nin iç kesimlerinde bulunmaktadır. Suşehri ilçesinin yer aldığı Kelkit Vadisi, bulunduğu konum nedeniyle İç Anadolu Bölgesi'nin karasal iklimi ile Karadeniz Bölgesi'nin yağışlı iklimi arasında bir geçiş alanı durumundadır. Yaz aylarında hava sıcak ve serin, yağış miktarı ise oldukça azdır. Günlük ve mevsimlik sıcaklık farkı 20°C civarındadır. Ağustos ayında sıcaklık en yüksek düzeye çıkmaktadır. Kış ayları ise oldukça soğuk olup, ortalama 0°C civarındadır. Kış aylarında yağış genellikle kar şeklinde olmaktadır. Bölgede en çok yağış ortalama 60cm ile ilkbahar mevsiminde gerçekleşmektedir. Sonbahar mevsiminde ise ortalama 50cm yağış gerçekleşmektedir. İlçenin su kaynakları oldukça fazladır ve Suşehri adını alma sebebi de bu su kaynaklarının bolluğudur. Suşehri'nin en önemli su kaynağı, Yeşilirmak'ın kollarından biri olan 320km uzunluğundaki Kelkit Çayı'dır. Gümüşhane ili topraklarından doğan Kelkit Çayı Suşehri ilçesi yakınlarında Sivas il sınırlarına girmektedir. Debisi oldukça yüksek, rejimi ise düzensiz olan Kelkit Çayı'nda en düşük su seviyesine yaz aylarında rastlanmaktadır. İlkbahar aylarında ise su seviyesinin oldukça fazlaştığı görülmektedir. Kelkit

Çayı üzerinde enerji ve taşkın koruma amacıyla yapılmış olan Kılıçkaya Baraj Gölü yer almaktadır [11].

Sivas ili su ürünleri yetiştiriciliği bakımından oldukça elverişli bir yapıya sahiptir. Dört adet doğal gölün yanı sıra Kızılırmak ve diğer akarsular ile bunların üzerine kurulan baraj gölleri ve göletlerde yapay balıklandırma çalışmaları yürütülmektedir [12]. Sivas ilinde, toplam 37 adet gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan işletme bulunmaktadır ve toplam üretim kapasitesi yaklaşık 770ton/yıl'dır. Suşehri ilçesinde ise toplam 2 tane alabalık yetiştiriciliği yapan işletme olup, toplam üretim kapasiteleri ise 14ton/yıl'dır [13].

Kılıçkaya Baraj Gölü'nde ise daha önceden su ürünleri ile ilgili herhangi bir yetiştiricilik faaliyeti yapılmazken, Nisan 2008 tarihinden itibaren yoğun olarak kafeslerde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapmak üzere bazı işletmeler izin almış bulunmaktadır. Bu güne kadar Kılıçkaya Baraj Gölü ile ilgili olarak Devlet Su İşleri Müdürlüğü'nün yaptığı çalışmalar haricinde gerçekleştirilmiş olan herhangi bir bilimsel çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma, Sivas ili Suşehri ilçesinden geçen Kelkit Çayı üzerinde kurulmuş olan Kılıçkaya Baraj Gölü'nün fiziko-kimyasal özelliklerinin gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği açısından uygun olup, olmadığını değerlendirmesi amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Kılıçkaya Baraj Gölü, Suşehri ilçesine 25km uzaklıkta olup, ilçenin matematiksel konumu 38.04 derece doğu boylamı ile 40.08 derece kuzey enleminin kesiştiği yerdir. Kılıçkaya Barajı inşaatı 1989 yılında bitirilmiştir. Kılıçkaya Barajı normal su kotunda gölalanı 64.4km² ve gölün Mak-

simum derinliği 100m civarındadır. Kılıçkaya Hidroelektrik Santrali'nin yıllık ortalama enerji üretimi ise 332GWh/yıl kadardır [11].

Bu çalışma, Sivas ilinde bulunan Devlet Su İşleri XIX. Bölge Müdürlüğü'ne gidilerek elde edilen Kılıçkaya Baraj Gölü limnolojik etüt çalışmaları kapsamında olan fiziko-kimyasal özelliklere ait mevcut verilerden yararlanarak gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, Kılıçkaya Baraj Gölü'nde 24 Ekim 2001 tarihinde 3 istasyon seçilmiş olup, 1 numaralı istasyonda su yüzeyi, 15m ve 50m derinlikten, 2 numaralı istasyonda su yüzeyi, 15m ve 40m derinlikten ve 3 numaralı istasyonda ise su yüzeyi, 15m ve 30m derinliklerden Nansen şişesi ile su örnekleri alınarak analizleri yapılmıştır. Su sıcaklığı ve pH değerleri HI8314 Hanna marka pHmetre ile, elektriksel iletkenlik değerleri WTW LF330 marka kondüktivimetre ile, ışık geçirgenliği değerleri Secchi diski ile, çözünmüş oksijen ve oksijen doygunluğu değerleri YSI 51 marka oksijenmetre ile arazide ölçülmüştür. Diğer parametreler ise bir litrelik polietilen kaplara alınan su örneklerinden laboratuvar ortamında standart metotlar kullanılarak analiz edilmiştir. Nitrat azotu salisilat metoduna

göre [14], nitrit azotu alfa-naftilamin kullanılarak [15], sülfat iyonu baryum klorür kullanılarak [16], ortofosfat fosforu amonyum molibdat kullanılarak spektrofotometrik metotla spektrofotometrik metotla [17], klorür iyonu Mohr metoduna göre [16], toplam sertlik, kalsiyum ve magnezyum ise EDTA kullanılarak titrimetrik metotla [14, 16] belirlenmiştir.

Elde edilen fiziko-kimyasal parametrelere ait verilere bağlı olarak Kılıçkaya Baraj Gölü'nün gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği açısından uygun olup, olmadığı değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede bazı kaynaklardan yararlanılmıştır [17–36].

BULGULAR

Kılıçkaya Baraj Gölü'nde seçilen 3 istasyondan su yüzeyi ile iki farklı derinlikten elde edilen fiziko-kimyasal özelliklerden olan su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, pH değeri, çözünmüş oksijen miktarı, oksijen doygunluğu, nitrat azotu, nitrit azotu, orto-fosfat fosforu, sülfat iyonu, klorür iyonu, toplam sertlik, kalsiyum ve magnezyum miktarı değerlerinin istasyonlara göre değişimi Tablo 1'de verilmiştir.

Parametreler / istasyonlar	1. istasyon			2. istasyon			3. istasyon		
	Yüzey	15m	50m	Yüzey	15m	40m	Yüzey	15m	30m
Su Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	17.8	17.7	7.5	17.9	17.8	7.8	17.8	17.8	8.4
E. iletkenlik ($\mu\text{mhos/cm}$)	344	346	409	350	352	405	364	365	399
pH Değeri	7.85	8.02	7.21	8.14	8.11	7.33	8.22	8.25	7.35
Çözünmüş Oksijen (mg l^{-1})	8.83	8.43	5.82	8.64	8.41	4.49	8.94	8.75	2.61
Oksijen Doymunluğu (%)	92.9	88.6	48.6	91.1	88.5	37.8	94.0	92.0	22.3
Nitrat Azotu (mg l^{-1})	0.30	0.44	0.90	0.50	0.40	1.0	0.66	0.66	1.20
Nitrit Azotu (mg l^{-1})	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.002
Orto-Fosfat Fosforu (mg l^{-1})	0.011	0.011	0.010	0.009	0.011	0.015	0.013	0.014	0.013
Sülfat iyonu (mg l^{-1})	40	40	56	43	43	56	44	44	46
Klorür iyonu (mg l^{-1})	6.6	6.6	7.64	6.25	6.25	7.64	6.95	7.29	7.64
Toplam Sertlik (mg l^{-1})	156	156	190	166	166	192	188	164	188
Kalsiyum (mg l^{-1})	32.5	32.5	42.9	34.5	33.5	39.7	32.5	35.5	44.9
Magnezyum (mg l^{-1})	18.4	18.4	20.2	19.6	20.2	22.7	25.9	18.4	18.4

Kılıçkaya Baraj Gölü'nde yapılan gözlemlerde ise havanın rüzgârlı, su yüzeyinin dalgalı, su renginin yeşil, Secchi disk derinliğinin 1 numaralı istasyonda 3.25m, 2 numaralı istasyonda 2.10m ve 3 numaralı istasyonda ise 1.75m olduğu belirlenmiştir. Kılıçkaya Baraj Gölü'nde 1 numaralı istasyonun maksimum derinliği 60m, 2 numaralı istasyonun maksimum derinliği 48m ve 3 numaralı istasyonun maksimum derinliği ise 35m olarak tespit edilmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Su, tüm canlıların yaşamını sürdürbilmesi için hayati öneme sahip olan, tatsız ve kokusuz bir bileşiktir. Dünya'da yaşamın sürdürülebilmesi için bulunan bileşiklerden hiçbiri su kadar önemli değildir. Canlıların yaklaşık %60-90'ı sudur. Canlılar, metabolik aktivitelerini sürdürebilmek için hücre ve dokularında belli oranda su bulundurmaları zorundadır. Bununla birlikte su; sucul canlıların barındıkları, yiyecek buldukları, üredikleri, yavrularına baktıkları ve çözünmüş gazlardan yararlandıkları bir ortam oluşturmaktadır [18].

Kılıçkaya Baraj Gölü'nde, tüm istasyonlarda elde edilen su sıcaklığı değerleri yüzeyde 17.8–17.9°C ile 15m, 30m ve 50m derinlikte ise 7.5–17.8°C arasında yer almaktadır (Tablo 1). Su sıcaklığı, hava sıcaklığına bağlı olarak değişim göstermekte olup, Kılıçkaya Baraj Gölü yüzey sularında ölçülen su sıcaklığı değerleri homojenlik göstermektedir. Kılıçkaya Baraj Gölü'nde en düşük su sıcaklığı ise 1 numaralı istasyon 50m derinlikte 7.5°C olarak ölçülmüştür. Bunu nedenin, 1 numaralı istasyonun Kılıçkaya Baraj Gölü'nde seçilen en fazla derinliğe sahip olmasıdır. Gökkuşluğu alabalıklarının,

oldukça geniş su sıcaklığı değişimlerine toleranslı olduğu bildirilmektedir. Fakat sıcaklığın 12°C'nin altına düşmesi ve 17°C'nin üzerine çıkması gökkuşluğu alabalıklarının gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Su sıcaklığındaki yükselme balığın metabolik aktivitesini arttırmaktadır. Buna paralel olarak sudaki karbondioksit miktarı yükselmekte ve oksijen tüketimi artmaktadır [19, 20, 21]. Edwards [22], gökkuşluğu alabalığı için optimum su sıcaklığının 15–18°C, lethal sınırın 5°C'nin altında ve 24–27°C arasında olduğunu bildirmektedir. Gökkuşluğu alabalıklarında 4°C'de büyümenin durduğu, 25°C'nin üzerindeki su sıcaklıklarında ise balıkların kısa bir süre canlı kalabildiği ve 15–16°C'nin optimum su sıcaklık olduğu bildirilmektedir [23, 24]. Kafeslerde alabalık yetiştiriciliği yapılacak göllerde su sıcaklığının 20°C'nin altında ve en uygun su sıcaklığının ise 12–18°C arasında olduğu bildirilmektedir [8]. Alabalıklar 22°C'nin altındaki sularda yaşar fakat optimum su sıcaklığı 15–17°C arasındadır. Su sıcaklığı 26°C'ye yükseldiğinde ise alabalıkların %50'sinde ölüm görülmektedir [17]. Bu değerlere göre, Kılıçkaya Baraj Gölü'nde elde edilen su sıcaklığı değerlerinin gökkuşluğu alabalığının gelişimi için kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu sonucuna varılabilmektedir. Fakat, özellikle yaz aylarında su sıcaklığı artışına dikkat edilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Araştırma alanında, tüm istasyonlarda elde edilen elektriksel iletkenlik değerleri yüzeyde 344–364µmhos/cm ile 15m, 30m ve 50m derinlikte ise 346–409µmhos/cm arasında yer almaktadır (Tablo 1). Elektriksel iletkenlik, suda bulunan tuzların veya çözünebilir maddelerin miktarlarının toplamıdır. Suyun elektriksel iletkenliği, hem jeolojik etkenlere hem de dışarıdan

gelen etkilere bağlıdır. Elektriksel iletkenlik, tuzluluk ve sıcaklık artışına paralel olarak artış göstermektedir [25]. Sulardaki kirlilik arttıkça elektriksel iletkenlik değeri $1000\mu\text{mhos/cm}$ değerini aşmaktadır [26]. Kılıçkaya Baraj Gölü'nde, ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri bu sınır değerinin altında kalmaktadır. Su canlıları açısından kabul edilebilir elektriksel iletkenlik değeri $250\text{--}500\mu\text{mhos}\times 10/\text{cm}$ ve en fazla $2000\mu\text{mhos}\times 10/\text{cm}$ olarak bildirilmiştir [27]. Buna göre, Kılıçkaya Baraj Gölü'nün, suda yaşayan canlılar ve gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği açısından kabul edilebilir elektriksel iletkenlik değerlerine sahip olduğu söylenebilir.

Kılıçkaya Baraj Gölü'nde, tüm istasyonlarda elde edilen pH değerleri 7.21–8.25 arasında değişim göstermektedir (Tablo 1). Bu pH değerlerine göre, Kılıçkaya Baraj Gölü'nün hafif alkali özellikte olduğu söylenebilir. Alkali suların verimliliği yüksek, asidik suların ise verimliliği düşüktür [28]. Buna bağlı olarak da, Kılıçkaya Baraj Gölü'nün hafif alkali özellikte olmasından dolayı verimli olduğu sonucuna varılabilmektedir. Sucul bir ekosistemin pH değerinin canlı yaşamını tehlikeye sokmaması ve bu su ortamının su ürünleri yetiştiriciliği amacıyla kullanılabilir olması için 6.5–8.5 sınır değerleri arasında olması gereklidir [8, 17, 29, 30, 31, 32]. Bu değerlere göre, Kılıçkaya Baraj Gölü sularının pH değerleri hem sucul canlılar için hem de su ürünleri yetiştiriciliğine uygun bir yaşam ortamı oluşturduğu söylenebilir.

Kılıçkaya Baraj Gölü'nde tüm istasyonlarda elde edilen çözünmüş oksijen miktarı değerleri yüzeyde $8.64\text{--}8.94\text{mg l}^{-1}$ ile 15m, 30m ve 50m derinlikte ise $2.61\text{--}8.94\text{mg l}^{-1}$ arasında bulunmaktadır (Tablo 1). Bütün canlıların yaşamları için oksijene ihtiyaçları vardır. Tatlı sularda akuatik

hayat için en az 5mg l^{-1} çözünmüş oksijen miktarı olmalıdır [17]. Buna göre, Kılıçkaya Baraj Gölü yüzey sularının çözünmüş oksijen miktarının akuatik hayat için uygun olduğu söylenebilir. Kılıçkaya Baraj Gölü'nde 2 numaralı istasyon 40m'de çözünmüş oksijen miktarı değeri 4.49mg l^{-1} ve 3. istasyon 30m'de çözünmüş oksijen miktarı değeri 2.61mg l^{-1} ölçülmüş olup, bu değerler tatlı sulardaki akuatik hayat için bildirilen en az değer olan 5mg l^{-1} 'nin altında kalmaktadır. Anonim [33] yani Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre suda çözünmüş oksijen miktarı 8mg l^{-1} ise I. sınıf yüksek kaliteli su, 6mg l^{-1} ise II. sınıf az kirlenmiş su, 3mg l^{-1} ise III. sınıf kirli su ve $<3\text{mg l}^{-1}$ ise IV. sınıf çok kirlenmiş su sınıfına girmektedir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre Kılıçkaya Baraj Gölü'nde yüzeyde ölçülen çözünmüş oksijen miktarı değerleri I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında yer almaktadır. Kılıçkaya Baraj Gölü'nde 1 numaralı istasyon 50m'de ölçülen çözünmüş oksijen miktarı değeri 5.82mg l^{-1} ile II. sınıf yani az kirlenmiş su sınıfında yer almaktadır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre Kılıçkaya Baraj Gölü'nde 2 numaralı istasyon 40m'de ölçülen çözünmüş oksijen miktarı değeri 4.49mg l^{-1} ile II-III sınıf yani az kirlenmiş su-kirli su sınıfları arasında yer almaktadır. Kılıçkaya Baraj Gölü'nde 3 numaralı istasyon 30m'de ölçülen çözünmüş oksijen miktarı değerinin ise 2.61mg l^{-1} ile IV. sınıf yani çok kirlenmiş su sınıfında bulunduğu belirlenmiştir. Sudaki çözünmüş oksijen miktarı belli bir değer altına düştüğünde balıklarda boğulma nedeniyle ölümler başlamaktadır. Bu ölüm daha çok çözünmüş oksijen miktarı ihtiyaçları olan alabalıklarda önce olmaktadır. Alabalık yetiştiriciliğinde gerekli olan çözünmüş oksijen miktarı $6\text{--}7\text{mg l}^{-1}$ olmalıdır [17, 30]. Kılıçkaya Baraj

Gölü, yüzey sularında elde edilen çözülmüş oksijen miktarı değerleri $6-7\text{mg l}^{-1}$ üzerinde olması nedeniyle alabalık yetiştiriciliği için uygun olduğu söylenebilir. Fakat, Kılıçkaya Baraj Gölü'nde 1 numaralı istasyon 50m, 2 numaralı istasyon 40m ve 3 numaralı istasyon 30m derinlikte elde edilen çözülmüş oksijen miktarı değerleri $6-7\text{mg l}^{-1}$ 'nin altında olması nedeniyle kontrollü olarak alabalık yetiştiriciliği yapılmalıdır.

Araştırma alanında, tüm istasyonlarda elde edilen oksijen doygunluğu değerleri yüzeyde %91.1–94.0 ile 15m, 30m ve 50m derinlikte ise %22.3–94.0 arasındadır (Tablo 1). Anonim [33] yani Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre suda oksijen doygunluğu yüzde değerleri 90 ise I. sınıf yüksek kaliteli su, 70 ise II. sınıf az kirlenmiş su, 40 ise III. sınıf kirli su ve <40 ise IV. sınıf çok kirlenmiş su sınıfına girmektedir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre Kılıçkaya Baraj Gölü'nde yüzeyde ölçülen oksijen doygunluğu değerleri I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında yer almaktadır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre Kılıçkaya Baraj Gölü'nde 1 numaralı istasyon 50m ve 2 numaralı istasyon 40m'de ölçülen oksijen doygunluğu değerleri %37.8–48.6 ile III sınıf yani az kirlenmiş su sınıfında yer aldığı söylenebilir. Kılıçkaya Baraj Gölü'nde 3 numaralı istasyon 30m'de ölçülen oksijen doygunluğu değeri %22.3 ile IV. sınıf yani çok kirlenmiş su sınıfında bulunmaktadır. Bu durum dikkate alınarak kontrollü bir şekilde alabalık yetiştiriciliği yapılmalıdır.

Kılıçkaya Baraj Gölü'nde tüm istasyonlarda elde edilen nitrat azotu değerleri hem yüzeyde hem de diğer derinliklerde $0.30-1.20\text{mg l}^{-1}$ arasında bulunmaktadır (Tablo 1). Temiz sularda nitrat çok az miktarda bulunur. Çevresel şartların etkisi

altında, özellikle sel zamanı ve organik kirlenme nitrati önemli ölçüde arttırabilmektedir [18]. Anonim [33] yani Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre suda nitrat 5mg l^{-1} ise I. sınıf yüksek kaliteli su, 10mg l^{-1} ise II. sınıf az kirlenmiş su, 20mg l^{-1} ise III. sınıf kirli su ve $>20\text{mg l}^{-1}$ ise IV. sınıf çok kirlenmiş su sınıfında yer almaktadır. Buna göre, Kılıçkaya Baraj Gölü'nde yapılan bu çalışmada, ölçülen nitrat değerleri 5mg l^{-1} altında olduğundan dolayı I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfına yer almaktadır.

Kılıçkaya Baraj Gölü'nde elde edilen nitrit azotu değerleri hem yüzeyde hem de diğer derinliklerde $0.002-0.004\text{mg l}^{-1}$ arasında ölçülmüştür (Tablo 1). Anonim [33] yani Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre suda nitrit azotu 0.002mg l^{-1} ise I. sınıf yüksek kaliteli su, 0.01mg l^{-1} ise II. sınıf az kirlenmiş su, 0.05mg l^{-1} ise III. sınıf kirli su ve $>0.05\text{mg l}^{-1}$ ise IV. çok kirlenmiş su sınıfında yer almaktadır. Kılıçkaya Baraj Gölü'nde elde edilen nitrit azotu değerleri incelendiğinde I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında bulunmaktadır. Nitrit, amonyumdan nitrata ulaşan biyolojik oksidasyonda ara üründür. Nitrit temiz sularda hiç bulunmaz veya eser miktarda bulunur. Fakat, organik kirliliğin olduğu ve çözülmüş oksijen miktarının düşük olduğu yerlerde nitrit azotu yüksek konsantrasyonlara ulaşabilmektedir. Nitrit, çoğunlukla doğal sularda ve balık çiftliklerinde düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır.

Alabalık yetiştiriciliği için geçerli su kalite kriterlerinden olan nitrit değeri yumuşak sularda 0.01mg l^{-1} ve sert sularda ise 0.06mg l^{-1} 'den az olmalıdır [17, 30]. Buna göre, Kılıçkaya Baraj Gölü sularında nitrit değerlerinin alabalık yetiştiriciliği için uygun olduğu belirlenmiştir.

Kılıçkaya Baraj Gölü'nde tüm istasyonlarda elde edilen orto-fosfat fosforu değerleri hem yüzeyde hem de diğer derinliklerde 0,009–0,015mg l⁻¹ arasındadır (Tablo 1). Fosforun tatlı sulardaki miktarı sınırlıdır. Fosfor miktarını etkileyen en önemli kaynaklar atık sular ve gübrelerdir. Fosfor miktarının aşırı artması bitkisel üretimi hızlandırır ve suların kalitesini değiştirerek ötrofikasyona neden olmaktadır. Sulardaki orto-fosfat fosforunun normal değerleri 0.05–0.3mg l⁻¹ arasındadır [34]. Buna göre, Kılıçkaya Baraj Gölü sularındaki orto-fosfat fosforu değerlerinin normal olduğu söylenebilir.

Kılıçkaya Baraj Gölü'nde tüm istasyonlarda elde edilen sülfat iyonu değerleri hem yüzeyde hem de diğer derinliklerde 40–56mg l⁻¹ arasında bulunmaktadır (Tablo 1). Sülfat iyonun doğal sulardaki ekolojik önemi çok çeşitlidir. Bunlardan birisi bitki büyümesi için gereklidir. Bir suda sülfat iyonunun yeterince bulunmaması fitoplankton gelişimini engeller. Dolayısıyla da biyolojik verim düşer. Ayrıca, oksijensiz şartlarda sülfat iyonu, kükürlü hidrojene indirgenirken sülfür bakterileri tarafından kemosentetik olaylarda kullanılmaktadır [18]. Anonim [33] yani Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre suda sülfat iyonu 200mg l⁻¹ altında ise I. sınıf yüksek kaliteli su, 200mg l⁻¹ ise II. sınıf az kirlenmiş su, 400mg l⁻¹ ise III. sınıf kirli su ve >400mg l⁻¹ ise IV. sınıf çok kirlenmiş su sınıfına girmektedir. Kılıçkaya Baraj Gölü suları sülfat iyonu değerleri bakımından I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında bulunmaktadır.

Kılıçkaya Baraj Gölü'nde tüm istasyonlarda elde edilen klorür iyonu değerleri hem yüzeyde hem de diğer derinliklerde 6.25–7.64mg l⁻¹ arasındadır (Tablo 1). Anonim [33] yani Su Kirliliği Kontrol

Yönetmeliğine göre suda klorür iyonu 25mg l⁻¹ ise I. sınıf yüksek kaliteli su, 200mg l⁻¹ ise II. sınıf az kirlenmiş su, 400mg l⁻¹ ise III. sınıf kirli su ve >400mg l⁻¹ ise IV. sınıf çok kirlenmiş su sınıfına girmektedir. Buna göre, Kılıçkaya Baraj Gölü klorür iyonu bakımından I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında yer almaktadır.

Araştırma alanında, tüm istasyonlarda elde edilen toplam sertlik değerleri hem yüzeyde hem de diğer derinliklerde 156–190 mg l⁻¹ arasındadır (Tablo 1). İçme ve kullanma sularının sertliklerine göre sınıflandırılması birçok ülkede ayrı kabul edilen temel esaslara göre yapılmaktadır. Toplam sertlik mg l⁻¹ biriminde CaCO₃ eşdeğeri bakımından sınıflandırıldığında 0–50 arası yumuşak, 50–100 arası orta yumuşak, 100–150 arası az sert, 150–250 arası orta sert, 250–350 arası sert ve 350'den fazla çok sert su sınıfına girmektedir [17]. Buna göre, Kılıçkaya Baraj Gölü sularının “Orta Sert Su” sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Kılıçkaya Baraj Gölü'nde tüm istasyonlarda elde edilen kalsiyum değerleri hem yüzeyde hem de diğer derinliklerde 32.5–44.9mg l⁻¹ arasındadır (Tablo 1). Kalsiyum, göllerdeki flora ve faunanın gelişmesini ve büyümesini hızlandırmaktadır. Tatlı sularda, bütün canlılar kalsiyumla metabolik ilişki içindedir. Alglerin ve yüksek bitkilerin gelişimini hızlandıran kalsiyum yoğunluğu diğer organizmaların dağılımları üzerine de etkilidir. Kalsiyum özellikle Mollusca'nın kabuk, omurgalıların bilhassa balıkların iskelet yapısında önemlidir. Verimli sularda kalsiyum miktarı 25mg l⁻¹'dir [34]. Buna göre, Kılıçkaya Baraj Gölü sularının kalsiyum değeri bakımından verimli olduğu sonucuna varılabilmektedir.

Magnezyum değerleri ise tüm istasyonlarda hem yüzeyde hem de diğer derinliklerde 18.4–25.9mg l⁻¹ arasında yer almaktadır (Tablo 1). Normal olarak tatlı sularda kalsiyum, magnezyumdan daha fazla bulunmaktadır [25]. Kılıçkaya Baraj Gölü'nde Tablo 1'de görüldüğü gibi kalsiyum değerleri magnezyum değerlerine göre yüksek bulunmuştur.

Kılıçkaya Baraj Gölü sularının renginin yeşil, secchi disk derinliğinin ise 1 numaralı istasyonda 3.25m, 2 numaralı istasyonda 2.10m ve 3 numaralı istasyonda 1.75m olduğu belirlenmiştir. Trofi sınıflandırma sistemindeki sınır değerlerine göre (0.8–1.5m) aralığındaki göller ötrofik, (1.4–2.4m) aralığındaki göller mezotrofik ve (3.6–5.9m) aralığındaki göller ise oligotrofik olarak sınıflandırılmaktadır [35, 36]. Buna göre, Kılıçkaya Baraj Gölü'nün "Mezotrofik Göl" sınıfında olduğu sonucuna varılabilmektedir.

Bu çalışmada elde edilen fiziko-kimyasal parametrelere ait veriler Anonim [33] yani Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde bildirilen kıta içi su kalite standartlarına göre değerlendirildiğinde, genel olarak Kılıçkaya Baraj Gölü sularının I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında yer aldığı sonucuna varılabilmektedir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde I. sınıfa dâhil olan suların yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar, alabalık üretimi, hayvan üretimi, çiftlik ihtiyacı ve diğer amaçlar için uygun olduğu bildirilmektedir. Fakat, sadece 2 numaralı istasyon 40m ve 3 numaralı istasyon 30m derinliklerde ölçülen çözünmüş oksijen miktarı ve oksijen doygunluğu değerlerine göre Kılıçkaya Gölü'nün dip sularının kirli olduğu söylenebilir. Kılıçkaya Baraj gölü'nde bu durum dikkate alınarak gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin yapıl-

masının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Folke ve Kausky [37], kafeslerde yoğun olarak balık yetiştiriciliğinin küresel, bölgesel ve yerel olarak bazı önemli çevresel etkilere sahip olduğunu bildirmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde son yıllarda birçok ülkede, çevresel kaygılarla ve sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla oldukça sıkı ve düzenleyici kurallar uygulanmaya başlanmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliği ile ilgili faaliyetler ekonomik olduğu kadar, çevre dostu da olmalıdır. Bu yeni yaklaşım, çevresel dengenin korunması açısından büyük önem taşımaktadır [38].

Kılıçkaya Baraj Gölü'nde Nisan 2008 tarihinden itibaren yoğun olarak kafeslerde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği söz konusu olacaktır. Bu nedenle, iyi bir su kalitesine sahip olan ve henüz önemli bir kirlilik problemi bulunmayan Kılıçkaya Baraj Gölü'nde, tatlı su ekosistemlerinin korunması, akılcı kullanılması ve sürdürülebilir gelişmenin sağlanabilmesi için kafeslerde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinden kaynaklanabilecek olan olası çevresel etkilerin daha detaylı olarak izleme çalışmalarının devam ettirilmesi büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

[1] **Olsen, Y.**, 2002. MARICULT Research Programme: Background, Status and Main Conclusions. *Hydrobiologia*, 484:1–10.

[2] **Davenport, J., Black, K., Burnell, G., Cross, T., Culloty, S., Ekaratne, S., Furness, B., Mulcahy, M., Thetmeyer, H.**, 2003. *Aquaculture: The Ecological Issues*, Blackwell Publ., USA, 89s.

[3] **Doğan, K.**, 2003. Türkiye’de Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Pazarlaması. Tarım İstanbul TKB İstanbul il Müdürlüğü Yayın Organı, 83: 12–21.

[4] **Hartavi, Ş.**, 1998. Atatürk Baraj Gölünde Mevsimsel Alabalık Yetiştiriciliği. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniv. Fen Bilimler Enstitüsü, Şanlıurfa, 41s.

[5] **Smith, G.R., Stearley, R.F.**, 1989. The Classification and Scientific Names of Rainbow and Cutthroat Trout. *Fisheries*, 14: 4–10.

[6] **Ağrağaç, C., Büyükhatipoğlu, Ş.**, 1998. Sinop Yöresinde Denizde Ağ Kafeslerde Farklı Yemlerle Yapılan Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792) Yetiştiriciliği Üzerine Bir Araştırma. Tr. *Journal of Veterinary and Animal Sciences* 22: 191–195.

[7] **Emre, Y.**, 2004. Alabalık Yetiştiriciliği. T.C. Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 17s.

[8] **Çelikkale, M.S.**, 1994. İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği. Cilt I, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Yayın No: 128, Trabzon, 460s.

[9] **Aras, N.M., Kocaman, E.M., Aras, M.S.**, 2000. Genel Su Ürünleri ve Kültür Balıkçılığının Temel Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi, Ders Yayınları No:216. Erzurum. 295s.

[10] **Çelikkale, M.S.**, 1983. Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliğinde Değişik Stok

Düzeyleri ve Yemleme Tekniklerinin Karşılaştırılması. *Doğa Bilim Dergisi, Veterinerlik ve Hayvancılık*, 7, 283–297.

[11] **Aydoğar, Ş.İ.**, 2004. Türkiye’de İlçelerin İl Olma Çalışmaları Suşehri. Acar Matbaacılık A.Ş., İstanbul, 160s.

[12] **Anonim**, 2006. Sivas Tarım ve Kırsal Kalkınma Stratejisi, Sivas Valiliği, Sivas İl Tarım Müdürlüğü, Sivas, 64s.

[13] **Dirican, S., Musul, H., Çilek, S.**, 2008. Sivas İlinde Su Ürünleri Yetiştiricilik Potansiyeli ve Değerlendirilmesi. *Journal of Fisheries Sciences*, 2 (3): 510–515.

[14] **Anonim**, 1981. Su Analiz Metotları. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 263s.

[15] **APHA**, 1989. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. 17th. Ed., American Public Health Association, Washington D.C., 467s.

[16] **Madera, V., Allen, H.E., Minear, R.A.**, 1982. Non-Metallic Constituent Chapter III, in Examination of Pollution Control, Vol: 2, England, 169–357.

[17] **Egemen, Ö., Sunlu, U.**, 1999. Su Kalitesi (Ders Kitabı). Ege Üniv., Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 14, III. Baskı, Bornova, İzmir, 153s.

[18] **Tanyolaç, J.**, 2006. Limnoloji (Tatlısu Bilimi), Hatiboğlu Basım ve Yayımlar San., Tic., Ltd., Şti., 4. Baskı, Ankara, 237s.

[19] **Beveridge, M.**, 1988. Cage Aquaculture. Fishing News Books Limited, Farnham, Surrey, England, 352p.

[20] **Alkan, M.Z.**, 1997. Kaynak Alabalığının (*Salvelinus fontinalis*, Mitchell, 1814) Doğu Karadeniz Koşullarında Deniz Suyu ve Tatlı Suda Büyüme Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 87s.

- [21] **Gall, G.A.E., Crandel, P.A.**, 1992. The Rainbow Trout. *Aquaculture*, 100: 1–10.
- [22] **Edwards, D.J.**, 1994. Salmon and Trout Farming in Norway. Fishing News Books Limited, Farnham, Surrey, England, 195p.
- [23] **Stevenson, J.P.**, 1987. Trout Farming Manual. Second Edition, Fishing News Books Limited, Farnham, Surrey, England, 259p.
- [24] **Robert, R.J., Shepherd, C.J.**, 1986. Handbook of Trout and Salmon Disease. Fishing News Books Limited, Surrey, England, 156p.
- [25] **Barlas, M., İkiel, C., Özdemir, N.**, 1995. Gökova Körfezine Akan Tatlısu Kaynaklarının Fiziksel ve Kimyasal Açından İncelenmesi. Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. Su Ürünleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Atatürk Üniv., 14–16 Haziran 1995, Erzurum, 704–712.
- [26] **Polat, M.**, 1997. Akarsu ve Göllerde İzlenen Fiziksel ve Kimyasal Parametreler. Su Kalitesi Yönetimi Semineri Bildiri Kitabı, Ankara, 45–57.
- [27] **Yücel, A.**, 1990. Kırşehir-Seyfe Gölü Bentik Alg Florası. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara, 137s.
- [28] **Jens G.**, 1980. Die Bewertung der Fischgewässer, 2. Auflage, Verlag Paul Prey, Hamburg und Berlin, 156p.
- [29] **Goldman, C.R., Horne, A.J.**, 1983. Limnology. McGraw-Hill Inc., New York, 464p.
- [30] **Edmondson, J.**, 1991. Environment and Fish Health Water Quality for Aquaculture. MEDRAP-II Mediterranean Regional Aquaculture Project Basic Level Training Course on Disease, Diagnosis and Prevention for Aquatic Species. Bodrum, Turkey, 32p.
- [31] **Kara, C., Çömlekçioğlu, U.**, 2004. Karaçay (Kahramanmaraş)'ın Kirliliğinin Biyolojik ve Fiziko-kimyasal Parametrelerle İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv., Fen ve Mühendislik Dergisi, 7, 1, 1–7.
- [32] **Verep, B., Serdar, O., Turan, D., Şahin, C.**, 2005. İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi. Ekoloji Çevre Dergisi, 14, 57, 26–35.
- [33] **Anonim**, 1988. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği. 19919 sayılı Resmi Gazete, 04.09.1988, 965–1026.
- [34] **Cirik, S., Cirik, Ş.**, 2005. Limnoloji (Ders Kitabı). Ege Üniv., Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 21, Bornova, İzmir, 166s.
- [35] **Ryding, S.O., Rast, W.**, 1989. The Control of Eutrophication of Lakes and Reservoirs. UNESCO, Man and the Biosphere Series. Vol: I, The Parthenon Publishing, New Jersey, 134p.
- [36] **Altındağ, A., Yiğit, S.**, 2004. Beyşehir Gölü Zooplankton Faunası ve Mevsimsel Değişimi. Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 24, Sayı 3, 217–225.
- [37] **Folke, C., Kautsky, N.** 1989. The Role of Ecosystem For a Sustainable Development of Aquaculture. *Ambio* 18 (4): 234–243.
- [38] **Şahin, T.**, 2003. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Çevreye Etkisi, Sümme Yunus Araştırma Bülteni, 3(2): 8–10.