

Van Gölü Suyuna Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792) Adaptasyonu Üzerine Bir Araştırma¹

Fazıl ŞEN²Osman ÇETİNKAYA²

ÖZET

Bu çalışmada, Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W.1792)'nin ortalama %0.18 tuzluluk ve 9.70 pH değerine sahip Van Gölü suyuna adaptasyonu araştırılmıştır. Denemelerde 15-26 cm boya ve 40-130 g ağırlığa sahip balıklar göl suyu pH'sına alıştırmaya çalışılmış, bu amaçla tatlı su ile göl suyu karıştırılarak pH değerleri göl suyu seviyesine yükseltilmiştir. Denemeler fiberglas tanklarda yapılmış, su sıcaklığı, pH, çözülmüş oksijen, tuzluluk, kondüktivite değerleri, balıklarda gözlenen davranış değişimleri, ölen balıklarda post-mortem morfolojik bulgular kaydedilmiştir.

Gökkuşığı alabalıkları Van Gölü suyu pH değerinde 4-12 gün yaşamışlar, sürekli bir adaptasyon sağlanamamıştır. Adaptasyonu olumsuz yönde etkileyen faktörler göl suyunda yüksek orandaki karbonat, bikarbonat iyonları ve pH değerinin 9.50'nin üzerinde olmasıdır. Deneme sisteminde kararlı sıcaklık ve pH düzenlemesinin, etkin su arıtımının yapılamayışı, balıkların yüksek ve düşük sıcaklıklara, pH değişimlerine maruz kalmaları da adaptasyonu olumsuz yönde etkileyen ikincil faktörlerdir.

Anahtar kelimeler: Gökkuşığı alabalığı, *Oncorhynchus mykiss*, Adaptasyon, Van Gölü, Yüksek pH

SUMMARY

A Study on Adaptation of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* W.1792) to Lake Van Water

In this study, adaptation possibilities of rainbow trout to Lake Van water which has 18 ppt salinity and 9.70 pH were investigated. Trials were conducted using fiberglass rearing tanks. The fishes, averaging 15-26 cm and 40-130 g were aimed to acclimatize to Lake water pH's. For this aim, the pH values of experiment water were raised to the level of lake water by mixing fresh and lake waters. During the trials, water temperature, pH, dissolved oxygen, salinity, conductivity were measured, behavior and post mortem morphological changes of fishes were recorded.

Rainbow trout had lived for 4-12 days at the Lake pH level, but continuous adaptation could have not been ensured. The factors effecting adaptation were carbonate and bicarbonate ions in the Lake water and pH values above 9.50. As secondary factors that preventing adaptation may be considered unstable and extreme temperatures, rapid and uncontrolled pH changes and ineffective water purification.

Key Words: Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, Adaptation, Lake Van, High pH.

GİRİŞ

Ülkemizde akarsu, göl ve baraj gölleriyle göletleri balıklandırma ve adaptasyon çalışmaları sürdürülmektedir. Gökkuşığı alabalığı ve sazan bu türler arasında en ön sırada gelmektedir. Bu çalışmalar türlerin ekolojik isteklerini karşılayan su kaynaklarında yapılmaktadır. Gökkuşığı alabalığının diğer alabalıklara göre sıcaklık, tuzluluk, pH gibi çevre şartlarına toleransı, büyüme hızının ve yemden yararlanma oranının yüksekliği, kolay yavru üretilebilmesi ve ekonomik değere sahip olması bu balığın tercihinde önemli faktörlerdendir.

Van Gölü plankton bakımından zengin, çözülmüş oksijen konsantrasyonu yüksek, yıllık su sıcaklığı 5-22 °C arasında değişmektedir, dünyanın en büyük sodalı gölü ve ülkemizin en büyük gölü olarak yüksek bir su potansiyeline sahiptir. (1). Van gölü sıcaklık ve çözülmüş oksijen (ÇO) açısından

alabalıklar için uygun durumdadır (2, 3, 4, 5). Ancak göl suyu alkali karakterde, pH sı oldukça yüksek (> 9.5) ve tuzluluğu binde 18-20 civarındadır (1). Gölde halen yüksek pH'ı ve mevcut tuzluluk seviyesini tolere edebilen tek bir balık türü, İnci kefali (*Chalcalburnus tarichi*) yaşamaktadır (6, 7). Yapılan bazı araştırmalar ekonomik değeri yüksek bazı türlerin de (Gökkuşığı alabalığı gibi) yüksek pH ya sahip sulara adapte olabileceğini göstermekte (8), ayrıca halen Gökkuşığı alabalığı deniz ortamına alıştıırılarak denizde büyütülmektedir (5,9).

Johnsson ve Clarke (10), juvenil Çelikbaş alabalık (*Salmo gairdneri irrideus*) ve ıslah edilmiş Gökkuşığı alabalığında (*Salmo gairdneri*) büyüklük arttıkça tuzluluğa toleransın arttığını; her iki ırk için salinite toleransının en yüksek 11 °C'de en düşük 17 °C'de gerçekleştiğini; küçük (7-15 g) Çelikbaş ve gökkuşığı alabalıklarının binde 17 ve 19 tuzlulukta aynı oranda

¹ Yrd.Doç.Dr. Osman Çetinkaya yönetiminde yapılan Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

² Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, Van.

iyi gelişmelerine rağmen, binde 24 tuzlulukta büyümenin her iki ırkta da azaldığını belirtmişlerdir.

Murray ve Ziebell (11), ABD'deki bazı yüksek rakımlı göllerde yaz aylarında ani pH yükselmeleri ve alabalık ölümleri üzerine yaptıkları çalışmada, tedrici alıştırma deneylerinde, pH yı günlük 0.2-0.4 birim artırmışlar bu şartlarda Gökkuşığı alabalıkları 9.8 pH'ya almışlardır. 4. günün sonunda pH 9.9'a yükseldiğinde, balıkların total aktiviteleri azalmakla birlikte yem alımı devam etmiştir. 5. günün sonunda pH 10.0 ve üzerine çıkarıldığında beslemeye son verilmiştir. Bazı balıklarda denge kaybı, bazılarında ise gözün kornea tabakasında şeffaflık kaybı gözlenmiştir. Ölümler başlamadan önce tolere edilebilen maksimum pH değerinin 10.2 olduğu bildirilmiştir. Aynı araştırmacılar Gökkuşığı alabalıklarının pH 9.9 iken balıkçılar tarafından doğal ortamdan avlandığını ve aktif olarak beslendiğini bildirmiş, pH'sı nötre yakın su kullanan kuluçkahanelerde yetiştirilen Gökkuşığı alabalıklarının yüksek pH'lı göllerde stoklanması konusunda bir programı ortaya koymuşlardır (11). Campbell (12), alabalıkların doğal ortamda farklı pH değerlerine dayanıklılıkları ve farklı pH değerine sahip kaynaklardaki balıkların beslenme ve büyüme durumlarını incelemiştir.

Bu çalışmada, sıcaklık, pH ve tuzluluk özellikleri değerlendirilip, Van Gölü'nün ağ kafeslerde Gökkuşığı alabalığı kültürü için büyük bir potansiyel e sahip olduğu düşünülüp ayrıca gölde halen yaşayan bir balık türü olduğu göz önüne alınarak, göl suyuna

arasında değişen Gökkuşığı alabalıkları Van Tarım İl Müdürlüğü Yüzüncü Yıl Alabalık Üretim İşletmesi'nden ve Van-Gürpınar'daki özel bir işletmeden sağlanmıştır. Araştırmada 11-23 günlük periyotlar halinde 4 adet deneme yapılmıştır. I. deneme 2-22 Şubat. 1994; II. deneme 9-27. Ağustos. 1994; III. deneme 3-25 Ocak 1995 ve IV. deneme 14-24 Mayıs 1995 tarihleri arasında yapılmıştır. Balıklar denemeye alınmadan önce, ortama alışabilmeleri için, deneme ortamlarında 5-10 gün süreyle, bekletilmiştir.

Her denemede; suda tuzluluk, iletkenlik, sıcaklık, çözülmüş oksijen, pH ölçülmüş; kalsiyum, magnezyum, karbonat, bikarbonat, klorür analizleri yapılmıştır. Çözülmüş oksijen, YSI Model 51B oksijenmetre ile; pH, HANNA Model pH-metre, sıcaklık, pH-metre ile; tuzluluk ve kondüktivite ölçümleri ise, YSI Model SCT-metre ile sabah ve öğleden sonra olmak üzere günde ikişer defa yapılmıştır. Kalsiyum, magnezyum, karbonat, bikarbonat, total sertlik ve klorür tayinleri titrimetrik metotlarla yapılmıştır (13).

Denemelerde ölen balıklarda; ağırlık, boy, morfolojik görünüm, otopsi bulguları, renk değişiklikleri kaydedilmiştir. Canlı balıklarda ise; yem alma durumu (iştah), balık hareketleri, renk değişiklikleri gözlenmiştir. Sistem kurulduktan ve balıklar nakledilip ortama alıştırıldıktan sonra, tatlısu bulunan tanklara üç grup halinde yerleştirilmiş, birinci grup kontrol grubu olarak, ikinci ve üçüncü gruplar ise adaptasyon amacıyla kullanılmıştır. Deneme tanklarında pH arttırımı, tatlı

Tablo.1. Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Araştırma ve Uygulama İşletmesinde kullanılan suyun analiz değerleri

Analizi Yapılan Parametreler	Değerler
Çözülmüş Oksijen	6 mg/l
Tuzluluk	% 0,3
Kondüktivite	740 µmhos/cm
pH	8.01
Kalsiyum (Ca ⁺⁺)	37.05 mg/l
Magnezyum (Mg ⁺⁺)	52.39 mg/l
Klorür (Cl ⁻)	43 mg/l
Karbonat (CO ₃ ⁼)	0 mg/l
Bikarbonat (HCO ₃ ⁼)	528.67 mg/l
Total Sertlik	307.86 mg/l CaCO

Gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*)'nin adapte edilip edilemeyeceği ve böyle ekstrem özelliklere sahip bir içsu kaynağının tür üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Denemeler Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Uygulama ve Araştırma Tesisinde gerçekleştirilmiştir. Denemede 2,5x0,8x0,7 m; 3x0,9x0,7 m ebatlarında, fiberglas tanklar kullanılmıştır. Denemede kullanılan göl suyu Y.Y.Ü. Kampüsü kıyılarından; tatlısu ise kuyu suyundan sağlanmıştır. denemede kullanılan tatlı suyun analiz değerleri Tablo 1'de görülmektedir.

Denemelerde kullanılan ve ağırlıkları 40-120 g

suya kademeli olarak göl suyu ilave edilerek sağlanmıştır. IV. denemede tanklarda günde 6 saat boyunca 1 lt/dk tatlı su verilmiştir.

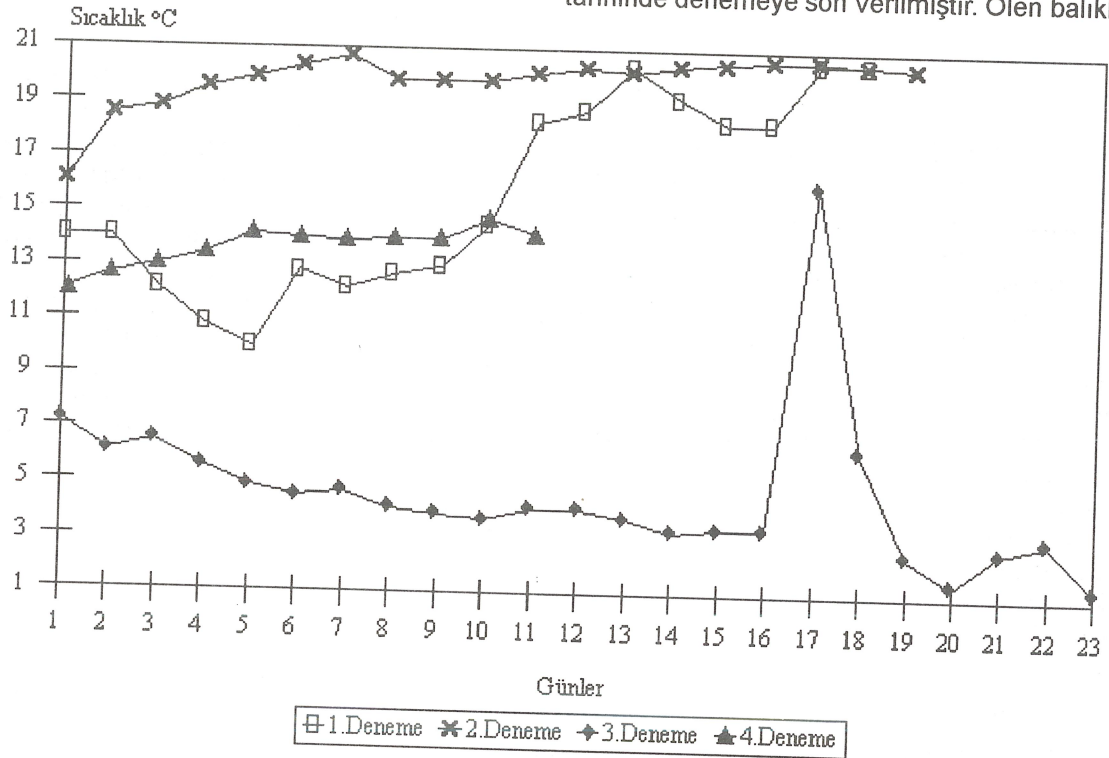
Gökkuşığı alabalıkları üzerine, pH'sı ve tuzluluğu değiştirilmemiş olan göl suyunun etkisini belirlemek amacıyla, balıklar içinde tatlısu bulunan bekletme tanklarından alınarak aynı sıcaklıktaki göl suyuna direkt olarak konulmuş, balıkların davranışları ve ölen balıklarda post-mortem değişiklikler kaydedilmiştir. Benzer şekilde göl suyunun karbonatları kısmen çöktürülüp, pH değeri düşürülerek, balıkların bu ortamdaki davranışlarının belirlenmesi için ayrı bir deneme yapılmıştır.

BULGULAR

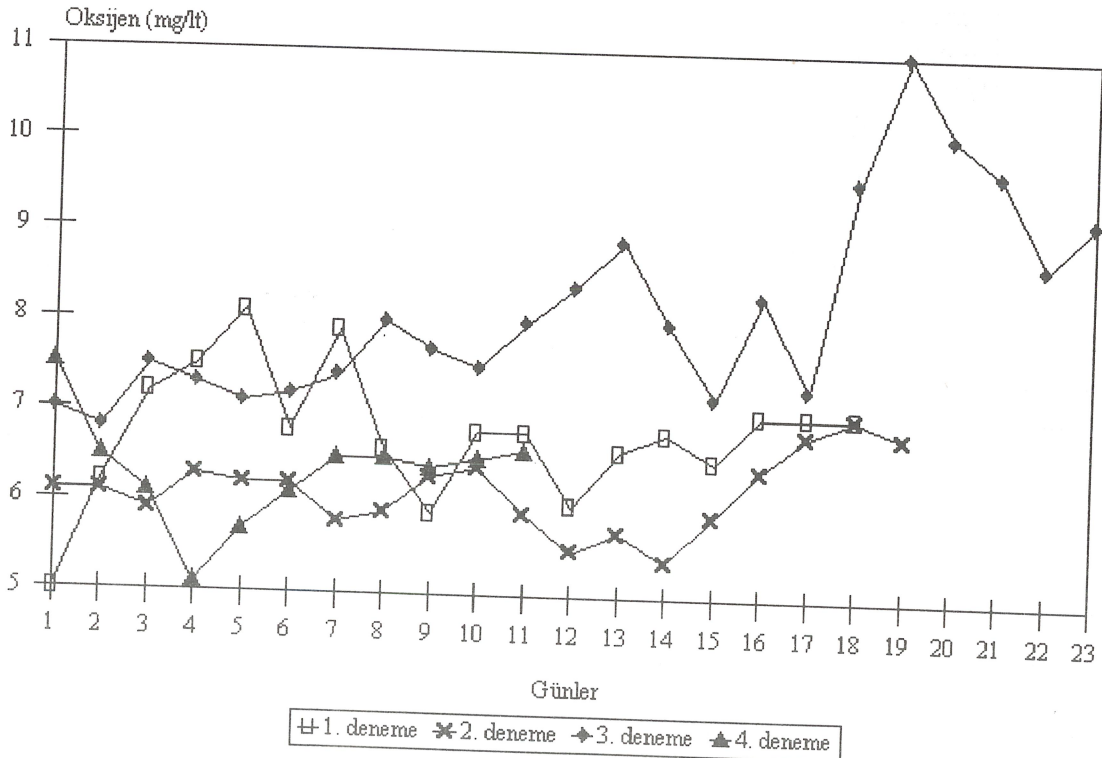
2-22. Şubat.1994; 9-27. Ağustos.1994; 3-25. Ocak.1995 ve 14-24. Mayıs.1995 tarihleri arasında yapılan I.; II.; III. ve IV. denemelerden elde edilen sıcaklık değerleri Şekil.1'de; oksijen değerleri ise Şekil.2'de gösterilmiştir.

2-22. Şubat.1994 tarihleri arasında yapılan I.

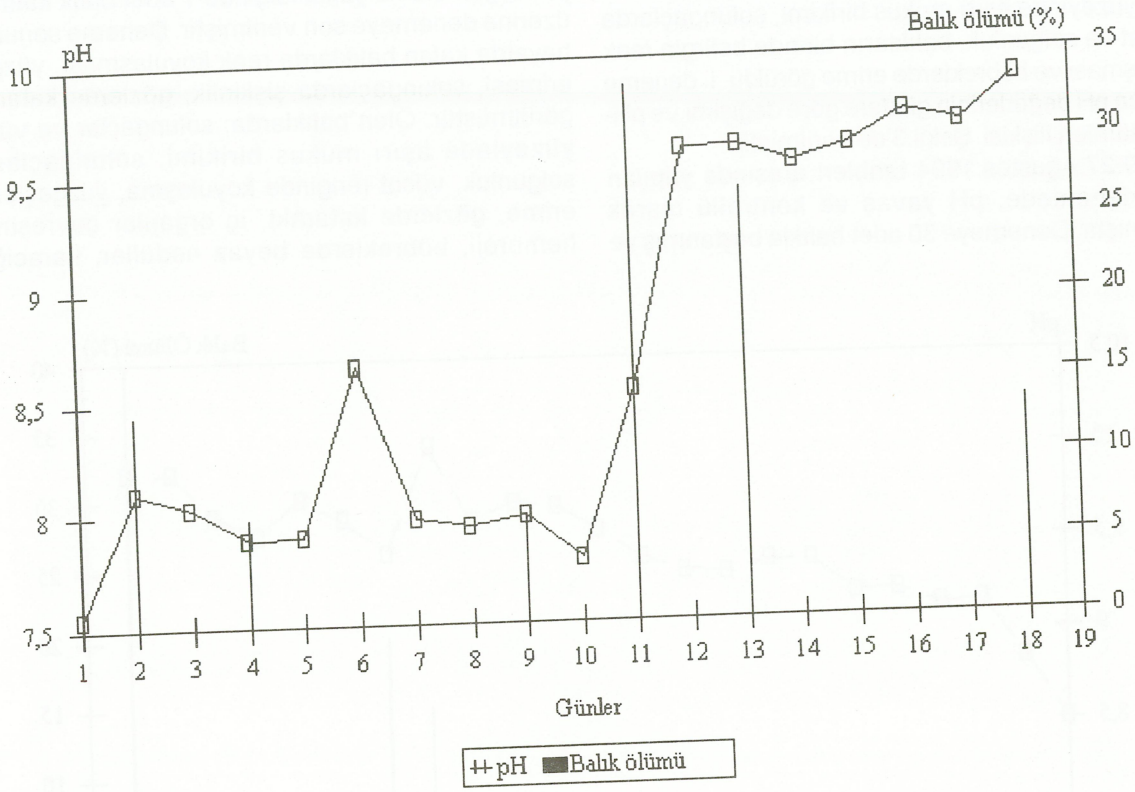
denemede , pH artırımı için, göl suyu ilave edildiğinde yükselen pH değeri, tatlısu sirkülasyonu nedeniyle düşerek, pH değerlerinde dalgalanma meydana geldiğinden sirkülasyon kesilerek denemeye devam edilmiştir. Bu denemeye 15 balıkla başlanmış, pH ve sıcaklık yükseldikçe balıklarda yüzgeç ve deride erimeler, daha sonra da ölümler görülmüş, 22.02. 1994 tarihinde denemeye son verilmiştir. Ölen balıklarda;



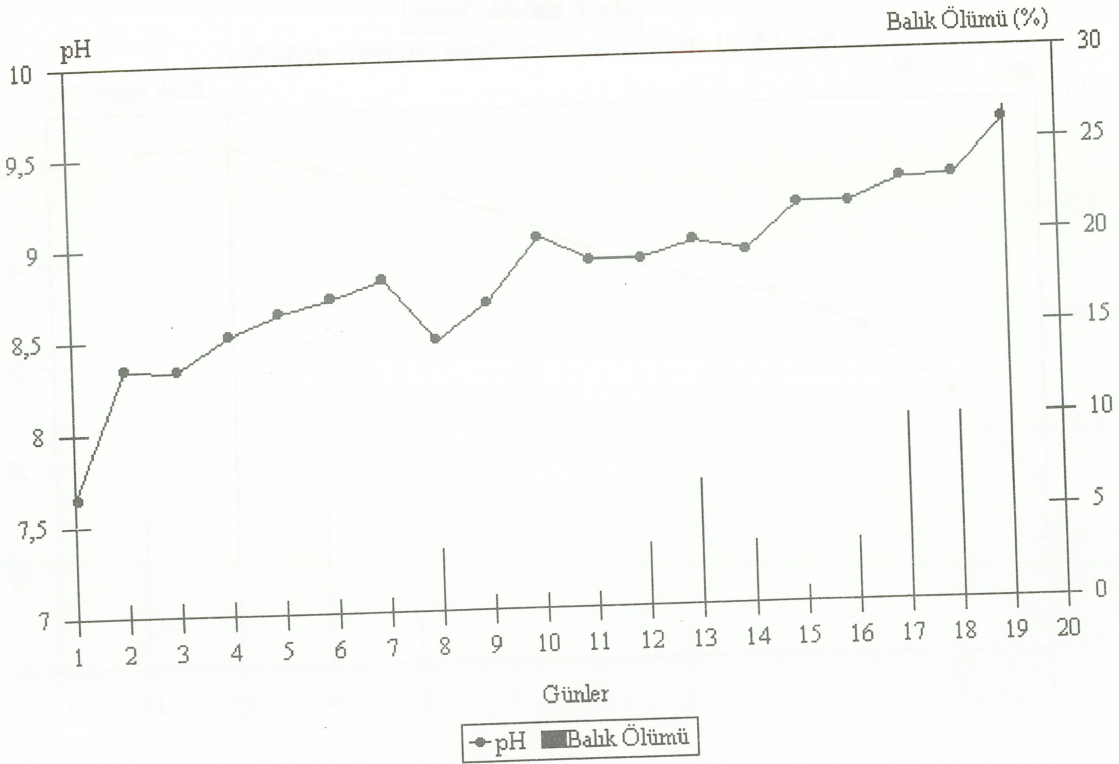
Şekil.1. Denemelerde elde edilen sıcaklık değerlerinin günlere göre değişimi



Şekil.2. Denemelerde elde edilen çözülmüş oksijen değerlerinin günlere göre değişimi



Şekil.3. I. denemeye ait pH ve balık ölümleri değerleri

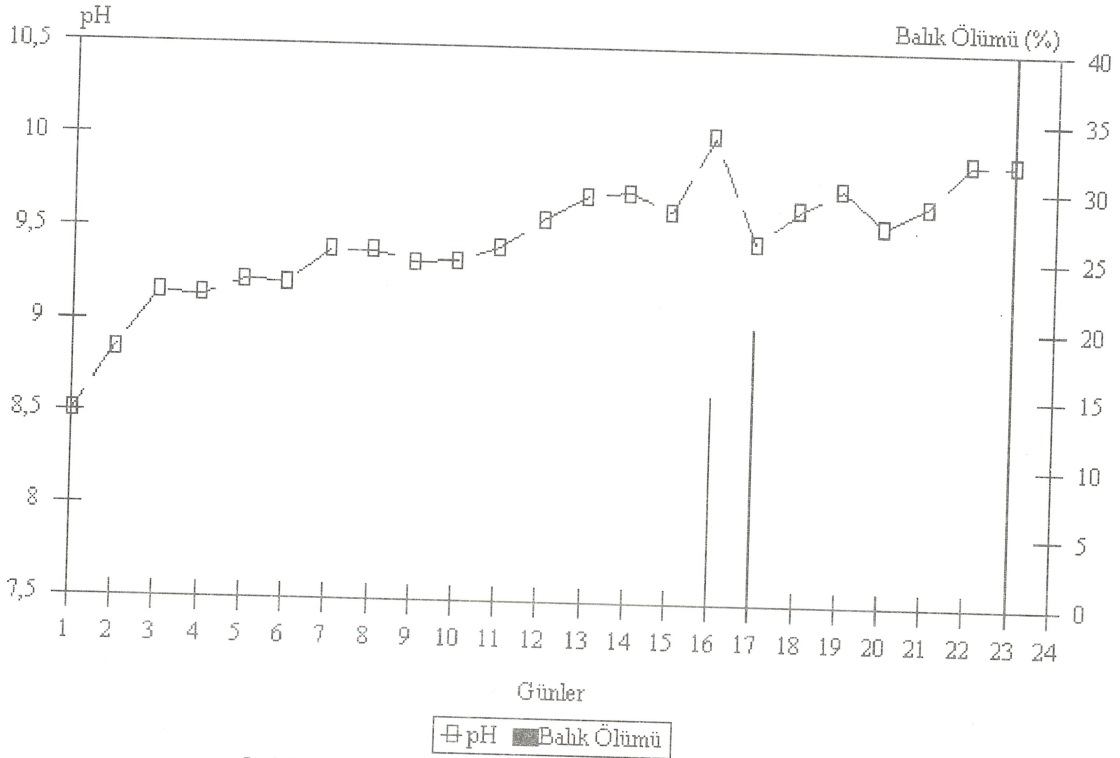


Şekil.4. II. Denemeye ait pH-balık ölümleri değerleri

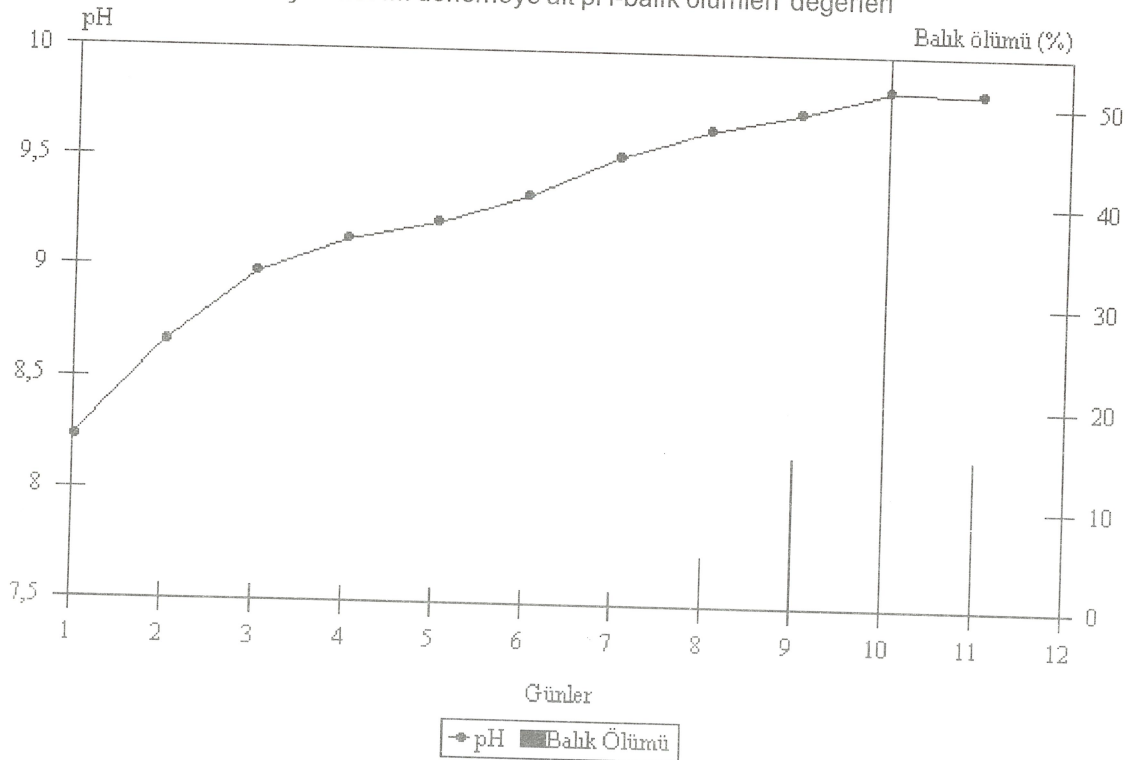
kuyruk ve sırt yüzgeçlerinde erime, solungaçlarda ve vücut yüzeyinde aşırı mukus birikimi, solungaçlarda tahribat ve solgunluk, balıkların birinde belirgin renk koyulaşması ve böbreklerde erime görüldü. I. deneme boyunca pH değerlerinin günlere göre değişimi ve pH-balık ölümleri ilişkisi Şekil.3'de verilmiştir.

9-27.Ağustos.1994 tarihleri arasında yapılan ikinci denemede, pH yavaş ve kontrollü olarak artırılmıştır. Denemeye 30 adet balıkla başlanmış ve

pH değeri 9.81'e yükseldiğinde 7 adet balık kalması üzerine denemeye son verilmiştir. Deneme sonunda hayatta kalan balıklarda renk koyulaşması, yüzgeç erimesi, solungaçlarda şişkinlik, gözlerde katarakt görülmüştür. Ölen balıklarda; solungaçlar ve vücut yüzeyinde aşırı mukus birikimi, solungaçlarda solgunluk, vücut renginde koyulaşma, yüzgeçlerde erime, gözlerde katarakt, iç organlar çevresinde hemoraji, böbreklerde beyaz nodüller, karaciğer



Şekil.5. III. denemeye ait pH-balık ölümleri değerleri



Şekil.6. IV. denemeye ait pH-balık ölümleri değerleri

renginde solma, safra kesesinde aşırı büyüme görüldü. II. denemede pH'nın günlere göre değişimi ve pH-balık ölümleri Şekil 4'de görülmektedir.

3-25 Ocak 1995 tarihleri arasında yapılan üçüncü denemede pH daha yavaş arttırılmıştır. pH arttırımı için göl suyu tatlı su karışımı hazırlanmış ve bu karışımla deneme tanklarının pH seviyeleri daha kontrollü olarak arttırılarak, ani pH yükselmelerinin önüne geçilmiştir. Bu denemeye 20 balıkla pH 8.5 iken başlanmıştır. Denemeye son verildiğinde suyun pH'sı 9.90 olarak belirlenmiştir. Bu denemede balıkların diğer denemelere göre daha yüksek pH'ya, daha uzun süre dayandıkları görülmüş, ancak su sıcaklığının alabalıklar için kritik sınır olarak kabul edilen 4°C'nin altında uzun süre seyretmesi nedeniyle denemeye son verilmiştir. Ölen balıklarda; solungaç renginde solma, solungaç ve vücut yüzeyinde aşırı mukus birikimi, vücut renginde kararma, gözlerde katarakt, safra kesesinde büyüme ve karaciğer renginde solma görüldü. III. denemedeki günlük pH değişimleri ve pH-balık ölümleri ilişkisi Şekil 5'de verilmiştir.

14-24 Mayıs 1995 tarihleri arasında yapılan IV. denemede pH arttırımı, günde 6 saat (1 lt/dk) tatlısu sirkülasyonu şartlarında sağlanmıştır. Deneme pH 8.20 iken başlatılmış ve pH 9.83'de I.-II. deneme gruplarında birer balık kaldığında kesilmiştir. pH'nın 9.65'e yükselmesiyle balıklarda % 5, 9.73'te % 15, 9.84'de % 55 ve son gün 9.83'de % 15 ölüm görülmesi ve deneme gruplarındaki balıkların % 90'ının ölmesi üzerine deneme kesilmiştir. Ölen balıkların asfeksi durumunda oldukları, vücut renginin koyulaştığı solungaç ve vücut yüzeyinde aşırı mukus biriktiği yüzgeçlerin eridiği ve karaciğerin solduğu görülmüştür. Kontrol grubunda pH 8.15-8.35 arasında değişmiş ve ölüm görülmemiştir. IV. denemedeki günlük pH değişimleri ve pH ile balık ölümleri arasındaki ilişki Şekil 6'da verilmiştir.

Denemelerde öncelik pH'ya alıştırılmaya verilmiş, pH değerleri göl suyu pH'sı düzeyine ulaştığında ve balıklarda etkili olarak ölümler görüldüğünde tuzluluk en çok ‰ 3.5 seviyesine ulaşmıştır. Göl suyunun tuzluluğunun ‰ 18 olduğu göz önüne alındığında tuzluluktaki artış çok az olmuştur.

Yapılan analizlerde deneme tanklarında 136.98 - 175.16 mg/lt Ca; 59.68- 65.68 mg/lt Mg ; 143.8 - 177.79 mg/lt Cl; 141.- 498 mg/lt CO₃ ; 228.13- 672.5 mg/lt HCO₃; göl suyunda ise 9.02 mg/lt Ca , 80.13 mg/lt Mg, 5995 mg/lt Cl , 3484 mg/lt CO₃ ve 1914 mg/lt HCO₃ bulunmuştur

pH ve tuzluluğu değiştirilmemiş göl suyunun etkisinin belirlenmesi için yapılan deneme tanklara depolanmış sıcaklığı 7°C olan göl suyu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu deneme sırasında balıklar 10 dakika kadar sakin olarak durduktan sonra, hızlı ve kesik soluma, yan yatma, su dışına kaçma ve kramp durumu gibi belirtiler göstermişlerdir. Bu denemede balıkların 22-25 dakika sonra öldükleri görülmüştür. Ölen balıklarda solungaç ve vücut yüzeyinde mukus birikimi görülürken, iç bakıda herhangi bir anormalliğe rastlanmamıştır.

Karbonatları kısmen CaCl₂ ile çöktürülerek pH'sı 8.28 düşürülen ve sıcaklığı 7.8°C olan göl suyu

kullanılarak yapılan denemede ise, pH ve tuzluluğu değiştirilmemiş göl suyuna konulan balıklarda görülen belirtiler ve hareketler 30 dakika sonra görülmeye başlanmıştır. Bu balıklarda hızlı ve kesik soluma, yan yatma, su dışına kaçma ve kramp gibi davranışlar görülmesine rağmen 1 saat sürdürülen denemede ölüm görülmemiştir. Balıklar bir saat süren bu denemeden sonra tatlı suya konulmuş ve bu fertler normale dönerek ölüm görülmemiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

İlk üç denemede sıcaklıkla ilgili bazı problemler ortaya çıktığından ölümlerin nedenleri konusunda net bir sonuç elde edilememiştir. 14-24 Mayıs 1995 tarihleri arasında yapılan IV. denemede alabalıklar için adaptasyonda tavsiye edilen sıcaklıklarda (min. 12°C, max. 14.7°C) deneme yapma imkanı elde edilmiştir (5). Sudaki çözünmüş oksijen (ÇO) konsantrasyonu, alabalıklar için en önemli su kalitesi kriterlerinden biridir. Her dört denemede de, deneme suyu havalandırıldığı için, ÇO açısından herhangi bir problem ortaya çıkmamıştır. Ca, Mg ve Cl değerleri de alabalıkların tolere edebildikleri sınırlar içinde değişmiştir (2,5,8).

Van Gölü suyu hem yüksek pH (> 9.70) hem de tuzluluğa (>‰ 18) sahiptir. Ancak göl suyunun tuzluluğu oşinografik deniz tuzluluğundan farklılıklar göstermektedir. Deniz tuzluluğunu oluşturan başlıca klorürler iken, Van Gölü tuzluluğunda karbonat ve bikarbonatlar asıl rolü oynamaktadır (1, 14, 15). Deniz suyunla oranla 100 kat daha fazla konsantrasyondaki (14) karbonat ve bikarbonat, diğer anyon ve katyonlarla birlikte, bir yandan Van Gölü suyunun tuzluluğunu oluştururken öte yandan suyun pH'sı üzerinde etkili iyonlar durumundadır (16).

Bu çalışmada pH en önemli adaptasyon kriteri olarak kabul edildiğinden denemeler pH seviyelerine göre kurulmuştur. Van Gölü'nün pH değerleri mevsimsel ve bölgesel olarak 9.50-9.80 arasında değişmektedir (1, 14, 15) Gökkuşluğu alabalıklarının tolere edebildikleri maksimum pH değerlerinin 9.50-9.90 arasında değiştiği bildirilmektedir (5, 8, 11, 16, 17). İlk üç denemede sıcaklık ve yetersiz su arıtımı ölümler üzerinde etkili olmuşsa da denemelerin tümünde balık ölümleri ile pH arasında önemli bir ilişki vardır. Önemli pH oynamalarında ve pH'nın 9.50'nin üzerine çıktığı durumlarda ölüm görülmektedir (Şekil. 3,4,5,6). Ölen balıklarda yapılan post-mortem incelemelerde görülen tablo, Alabaster ve Lloyd (8), Murray ve Ziebell (11), Baur (16), Baur ve Rapp (17), tarafından kaydedilen bulgulara benzemektedir. Ölen balıklarda alkalosis belirtileri olarak yorumlanabilecek (17), renkte koyulaşma, yüzgeçlerde hafif erime solungaçlarda aşırı mukus birikimi, ölüm öncesi aşırı stress ve kaçınma davranışları ölüm sebepleri arasında yüksek pH'nın yer alabileceği kanısını güçlendirmektedir.

Ölüm görülen suda yapılan analizlerinde, ortama pH yükseltmek amacıyla ilave edilen göl suyunun CO₃ ve HCO₃ değerlerini yükseltmiş olması (498 mg/lt ve 672.5 mg/lt) ve göl suyunda bu anyonların 3000-5000 mg/lt düzeylerinde bulunması (1, 15)

denemelerdeki ölümler üzerinde karbonat ve bikarbonat iyonları ile bu iyonlardan kaynaklanan yüksek pH' nın etkili olduğunu ortaya koymaktadır (8, 11, 17). Ancak ölümlerin sadece karbonata bağlanabilmesi için, suda ve balık kanında kantitatif olarak karbonat-bikarbonat-karbondioksit konsantrasyonunun analizlenmesi ve ozmoregülasyon mekanizmasının aydınlatılması gerekmektedir. Yüksek karbonat ve bikarbonat konsantrasyonuna maruz kalmış balıkların tatlı suya konulduklarında normal durumlarına dönebilmeleri, Van Gölü suyunun yüksek pH'sını oluşturan karbonat ve bikarbonatların, dönüşümsüz bir bozukluğa yol açmadığı, ancak belirli bir konsantrasyonda ortamda bulunduğu balığı öldürdüğü kanaatini uyandırmaktadır. Karbonat ve bikarbonat iyonlarının solungaçtan emilerek pH'sı nötr olan balık kanına girdiklerinde kısmen karbondioksit dönüşümleri söz konusudur (16,17). Kandaki CO₂ birikimi, önce anestezi haline, konsantrasyon artışı ise ölüme yol açmaktadır. Nitekim karbonat ve bikarbonatın bu özelliklerinden yararlanılarak sodyum bikarbonat bir balık anesteziği olarak kullanılmaktadır (19). Denemelerde ölmek üzere olan balıklarda anestezi haline rastlanmakta ve ölen balıkların post-mortem muayenesinde belirgin semptomlardan birinin de "asfeksi" görüntüsü olması karbonat ve bikarbonat'ın ölüme yol açtığı fikrini desteklemektedir. Ancak ölümlerin tamamıyla bu iyonlara bağlanabilmesi için, suda ve balık kanında kantitatif olarak karbonat-bikarbonat-karbondioksit konsantrasyonunun analizlenmesi ve ozmoregülasyon mekanizmasının aydınlatılması gerekmektedir. Ayrıca Van gölünde yaşayan inci kefalinin yüksek pH, karbonat ve bikarbonat problemlerini nasıl aştığı bilinmemektedir.

Gökkuşluğu alabalığı anadrom bir tür olduğundan deniz suyuna az bir kayıpla kolayca adapte edilip, denizde kafeslerde yetiştiriciliği yapılmaktadır (5,9,18). Denemelerde, pH yükseltme amacı ile ilave edilen göl suyunun tuzluluk artırıcı rolü önemsiz kalmıştır. Yüksek pH ile birlikte tuzluluğun etkileri konusunda elde yeterli bilgi mevcut değildir. Bununla birlikte Nilson ve Holmgren (19) tuzluluktaki artışın yüksek pH'nın toksik etkisini önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir.

Sonuç olarak; Van Gölü pH değerinde 4-12 gün yaşamakla birlikte Van Gölü suyuna Gökkuşluğu alabalığı adapte edilememiştir. Denemelerin daha kontrollü şartlarda yapılması, bazı detayların kantitatif olarak araştırılması, adaptasyon kabiliyetini artırıcı maddeler kullanılması adaptasyon için faydalı olabilir. Bu çalışmalara gölde yaşayan İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*) balığının fizyolojisinin incelenmesi de önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Tuğrul, S., Dumlu, G., Baştürk, Ö., İlhan, R. Balkaş, T.: Van Gölü Özümlene Kapasitesinin Saptanması ve Evsel Nitelikli Atıksu Arıtımı ve Deşarj Optimizasyonu, İller Bankası Gn. Md. ve TÜBİTAK Marmara Arş. Ens Ortak Projesi No: 0730018301. Yay. No: 145, Gebze, (1984).
2. Atay, D.: Alabalık Üretim Tekniği, Başbakanlık Basımevi, Ankara. 171 s. (1980).
3. Aras, M.S.: Balık Üretimi Esasları ve Genel Bilgiler (Ders Notu), Atatürk Ün. Ziraat Fakültesi Zootekni

Bölümü, Erzurum. 220 s. (1988).

4. Çelikkale, M.S.: İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği (Cilt 1). K. T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Y.O. Yay. No: 128, Trabzon. 460 s. (1988).
5. Laird, L.M., Needham, T.(Eds): Salmon and Trout Farming, Ellis Horwood Ltd., Chichester. 271 p. (1988).
6. Akgül, M.: Van Gölü Kapalı Havzasında Yaşayan İnci Kefalinin (*Chalcalburnus tarichi*, P., 1811) Biyo-Ekolojisi Üzerine Araştırmalar TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi Biyoloji Tebliğleri, s. 533-544, Aydın (1980).
7. Danulat, E., Selçuk, B., Life History and Environmental Conditions of the Anadromous *Chalcalburnus tarichi* (*Cyprinidae*) in the Highly alkaline Lake Van Eastern Anatolia, Turkey, Arch. Hydrobiol. 126:105-125, (1992)
8. Alabaster, J.S., Lloyd, R.: Water Quality Criteria for Freshwater Fish., FAO University Press. 361 p. Cambridge, (1982).
9. Hortle, M.: Sea water culture of Rainbow trout. Technical Report 2. Department of Sea. Fisheries, Tosmanic Marine Laboratories, 44 p. (1981).
10. Johnsson, J., Clarke, W.C.: Development of seawater adaptation in juvenile steelhead (*Salmo gairdneri irideus*) and domesticated rainbow trout (*Salmo gairdneri*) effects of size, temperature and photoperiod. Aquaculture, 71, 247-263. (1988).
11. Murray, C.A., Ziebell, C.D.: Acclimation Of Rainbow Trout To High pH To Prevnt Stocking Mortality In Summer. Prog. Fish. Cult. 46: 3, 176- 179. (1984).
12. Campbell, R.N.: . The growth of brown trout in acid and alkaline waters. Salm. Trout Mag. 161, 47-52. (1961)
13. Golterman, H.L., Claymo, R.S., Ohnstad, M.A.M: Methods for Physical and Chemical Analysis of Freshwaters, 2nd Ed. IBP Handbook No:3 Blackwell Sci. Publ. Oxford London, 215 p. (1978).
14. Kempe, S., Khoo, F., Güryelik, Y.: Hydrography of Lake Van and its drainage area In The Geology of Lake Van. (Eds. Degens, E.T. ve Kurtman, F.) MTA Yayınları No: 169, s. 30-44. (1978).
15. Savran, A., Ceylan, H.: Van Gölü Suyunun 1991 Yılı İçindeki Kimyasal Analizi. Y.Y.Ü. Fen Bil. Enst. Derg. 1(2), 21-30. (1992).
16. Baur, H.W.: Gesswasser Güte: Bestimmen und Beurteilen, Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin. 141 s. (1987).
17. Baur, H.W., Rapp, J.: Gesunde Fische Anleitung zum Vorbeugen, Erkennen und Behandeln von Fischkrankheiten. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin. 238 s. (1988).
18. Güner, Y.: Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792)'nın Tatlısudan Deniz Suyuna Adaptasyonu ve Geliştirilmesi Üzerine Bir Çalışma (Y. Lisans Tezi). Ege Ün. Fen Bil. Enst. Su Ürünleri Ana Bilim Dalı Bornova - İzmir, 82 s., (1991).
19. Booke, H.E., Hollender, B., Lutterbie, G.: Sodium Bicarbonate An Inexpensive Fish Anesthetic for Field Use Prog. Fish Cult. 40: 1, 11-13, (1978).
20. Nilson, S., Holmgren, S.: Fish Physiology Recent Advances, Croom Helm, London. 186 p. (1986).