

## DÜŞÜK OKSİJEN SEVİYESİNİN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) YAVRULARININ BAZI KAN PARAMETRE DEĞERLERİNE ETKİSİ

Gülizar Tuna Keleştemur\*, Yaşar Özdemir

Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Elazığ

### Özet:

Bu çalışmada,  $4.5 \pm 0.3$  mg/l çözülmüş oksijen konsantrasyonunda gökkuşağı alabalığı yavrularının kan kortizol, kolesterol, glikoz, üre, ürik asit, üre azotu (BUN) ve pH analizleri incelenmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre,  $4.5 \pm 0.3$  mg/l çözülmüş oksijen konsantrasyonunun da gökkuşağı alabalığı yavrularının kan kortizol, kolesterol, glikoz, ürik asit ve kan üre azotu değerlerinin,  $7.7 \pm 0.1$  mg/l çözülmüş oksijen konsantrasyonunda kontrol grubu değerlerine göre istatistiksel olarak önemli düzeyde yüksek olduğu belirlendi ( $p < 0.05$ ). Grupların üre ve pH değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edildi ( $p > 0.05$ ).

**Anahtar Kelimeler:** Gökkuşağı alabalığı, Sudaki düşük çözülmüş oksijen (mg/l), Kan parametreleri

### Abstract:

**Effect of low oxygen level on some blood parameter levels of fry rainbow trouts (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792)**

In this study, in  $4.5 \pm 0.3$  mg/l dissolved oxygen concentration blood cortisol, glucose, cholesterol, urea, uric acid, blood urea nitrogen (BUN) and pH analysis of fry rainbow trout were investigated. According to the results obtained from these analysis, it was determined that blood cortisol, glucose, cholesterol, urea, uric acid and urea nitrogen values of fry rainbow trout in  $4.5 \pm 0.3$  mg/l dissolved oxygen concentration are statistically significant higher ( $p < 0.05$ ) according to  $7.7 \pm 0.1$  mg/l dissolved oxygen concentration control group. It was determined that difference at the urea and pH values between of the groups is not important as statistically ( $p > 0.05$ ).

**Keywords:** Rainbow trout, Low dissolved oxygen in water (mg/l), Blood parameters

\* Correspondence to: Gülizar Tuna KELEŞTEMUR, Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 23119 Elazığ-TÜRKİYE

Tel: (+90 424) 237 00 00 - 4558 Fax: (+90 424) 2386287

E-mail: [gkelestemur@firat.edu.tr](mailto:gkelestemur@firat.edu.tr)

## Giriş

Balık yetiştiriciliğinde, kirlilik, stok yoğunluğu, elle yakalama, gürültü, boylama, nakil işlemleri, anestezi uygulamaları, sudaki ani fiziksel ve kimyasal değişimler, enfeksiyonlar önemli stres etkenleridir. Yetiştiricilik ortamlarında, özellikle yaz mevsiminde sıcaklığın artması, havuzların yenmeyen yemler ve metabolizma atıkları nedeniyle kirlenmesi ve buna bağlı olarak sudaki çözünmüş oksijen düzeyinin azalması, zaman zaman balıklar üzerinde stres oluşumuna yol açmakta ve gereken tedbirlerin alınmaması halinde toplu ölümler meydana getirebilmektedir (Conte, 2004; Moraes, 2004).

Stresin ilk belirtisi olan kortizol, stres oluşumu ile salgılanmaya başlar ve kandaki düzeyi 10 kata kadar yükselen değerlere ulaşabilir. Stresle beraber artan kortizol hormonu, hücrelerde metabolik aktiviteler üzerinde etkili olmaya başladığı zaman enerji gereksinimini de artırmaktadır (Tort ve ark., 2004; Boretto ve ark., 2006). Bu enerji, vücut depolarındaki protein ve yağların glikoza dönüşmesini sağlayarak karaciğerde glikoljen yapımını hızlandırır (Drew ve ark., 2007; Miller, 2006). Balıklarda herhangi bir nedenle oluşan stres faktörü, glikoz düzeyini etkileyerek kas aktivitesinin artmasına neden olmaktadır (Çelik ve ark., 2008).

Kolesterol, hayvanların vücut dokularındaki hücre zarında bulunan, bazı hormonların (kortizol, östrojen, testosteron, progesteron gibi) yapımında kullanılan ve kan plazmasında taşınan vücut için yararlı bir yağdır. Balıklarda kan kolesterol düzeyi, yem, stres, su kirliliği gibi nedenlerle değişebilmekle beraber, yüksek veya düşük kolesterol düzeyleri yağ metabolizmasının bozukluğunu göstermektedir (Prunet ve ark., 2008).

Üre, aminoasitlerin yıkımlanması sonucu karaciğerde sentezlenen bir metabolik üründür. Balıklarda üre, amonyaktan sonra önemli bir atık üründür ve boşaltımı solungaçlar vasıtasıyla yapılır. Kanın üre konsantrasyonundaki artış solungaçların işlevini yapmadığını gösteren iyi bir indikatördür. Kan üre konsantrasyonunun, çevre şartlarındaki ani değişimlere, toksik maddelere, stok yoğunluğu gibi faktörlere bağlı olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir (Cataldi ve ark., 1998; Çelik ve Bilgin, 2007).

Ürik asit, plazmada sodyum urat olarak bulunur normal olarak böbreklerden atılır, asidik hale

geldiğinde ise urat kristalleri şeklinde depolanarak dokulara zarar verir (Çelik, 2006).

Kan üre nitrojeni (BUN), böbreğin uzaklaştırdığı azotlu artıkların miktarları ile ilgili olup, solungaç ve böbreklerin işlevlerini yapmadığının bir göstergesidir (Zhanga ve ark., 2007).

Kanda çözünmüş oksijen azaldığı zaman çözünmüş karbondioksit kanın pH değerini düşürmektedir. Kandaki pH düşüşü, canlıların hayati fonksiyonlarını sınırlandırarak ölümlerle sonuçlanan vakalara yol açabilmektedir (Çelik ve ark., 2008).

Yapılan araştırmalar, kan kortizol, kolesterol, glikoz, üre, ürik asit, BUN ve pH gibi parametre değerlerine; toksik maddelerin, tuzluluğun, sudaki amonyum düzeyinin, ağır metallerin, beslenmenin, mevsimlerin, stok yoğunluğu ve balık büyüklüğünün, sanayi atıkları ve kirliliğin, sudaki oksijen düzeyinin, su sıcaklığının ve üremenin etkili olduğunu göstermiştir (Çelik ve Bilgin, 2007, Lyytikainen ve ark., 2002; Parvez ve ark., 2006).

Yoğun yetiştiriciliğin yapıldığı kültür şartlarında, stok yoğunluğu, oksijen sarfiyatı, su sıcaklığındaki ani değişimler, elle müdahale, nakil gibi birçok olumsuz faktörün biri veya birkaçı bir araya gelip balıkta stres oluşturmakta ve balığın hastalıklara karşı savunma sistemini zayıflatmaktadır. Balıklarda stres oluşumu davranışsal olarak gözlenebilmekte ancak bilimsel çalışmalarda, metabolizmada oluşan bazı biyokimyasal değişimlerin belirlenmesinde ve daha sağlıklı verilerin elde edilmesinde kan serumu ve plazması önemli materyaller olarak kullanılmaktadır (Moeller ve Robert, 2001; Dönmez ve ark., 2006).

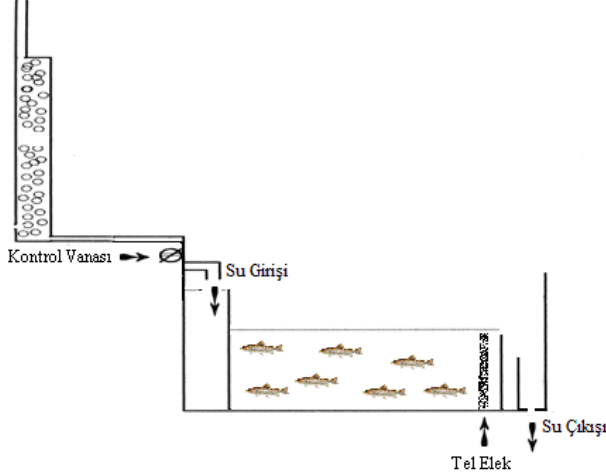
Bu araştırmada, gökkuşuğu alabalığı yavrularının, sudaki düşük oksijen (4.5 mg/l) düzeyinin, kortizol, kolesterol, glukoz, üre, ürik asit, kan üre azotu ve pH gibi kan parametrelere değerlerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

### Araştırmanın planlanması

Araştırma, Devlet Su İşleri 9. Bölge Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürlüğü Üretim Tesisi'nde yürütüldü. Çalışmada, 35.5±1.13 g ağırlığında ve 14.3±0.21 cm uzunluğunda toplam 60 adet gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kullanıldı. Araştırmada, sıcaklığı 7.9 °C, çözünmüş oksijen düzeyi 7.9 mg/l ve pH değeri 8.4 olan tesis suyu kullanıldı. Çalışmada, 7.7±0.1

mg/l çözülmüş oksijen konsantrasyonunda kontrol grubu (K),  $4.5 \pm 0.3$  mg/l çözülmüş oksijen konsantrasyonunda ise deneme grubu (D) oluşturuldu. Her iki grup 3 tekrarlı olmak üzere, kontrol ve deneme gruplarına ait 30' ar adet balık, 2 m uzunluğunda, 40 cm genişliğinde, 40 cm derinliğinde (Şekil 1.) olan 6 adet tekneye 10' arlı gruplar halinde stoklandı.



**Şekil 1.** Araştırmada kullanılan balık teknelerinin şematik görünümü

**Figure 1.** Schematic representation of fish tanks used in the study.

Teknelere gelen suyun çözülmüş oksijeninin bir kısmı balıklar tarafından tüketildiği için tekneden dakikada geçen su miktarının artırılıp azaltılması ile çözülmüş oksijenin istenilen düzeylerde kalması sağlandı (Pichavant ve ark., 2000). Kontrol ve deneme grupları için belirlenen debiler, Şekil 1'de şematik olarak gösterilen su girişi kontrol vanaları kullanılarak sabitlendi. Kontrol gruplarında, 1.52 l/dakika debiyle teknelerdeki suyun oksijen düzeyinin 7.7 mg/l'ye, deneme gruplarında ise 0.9 l/dakika debiyle teknelerdeki suyun oksijen düzeyinin 4.5 mg/l'ye ulaşılmasının ardından araştırma başlatıldı. Balıklar 20 gün süren araştırma süresince, Pınar Yem Sanayi ve Pazarlama A.Ş. tarafından üretilen % 47 ham protein içeren 2 numaralı yavru pelet yem ile vücut ağırlıklarının %3'ü oranında sabah, öğlen ve akşam yemlendi (Kiriş ve Dikel, 2002). Her yemleme öncesi ve sonrası suyun çözülmüş oksijen seviyeleri, sıcaklık düzeyleri ve pH değerleri 'YSI' model oksijen metre kullanılarak belirlendi.

### Kan örneklerinin alınması

Balıklardan kan alma işlemi, 20. günün sonunda yemleme işlemine son verilmesinden yaklaşık 12 saat sonra gerçekleştirildi. Kontrol grubundan 10 ve deneme grubundan 10 adet balık olmak üzere toplam 20 adet balıktan plazma örneği, aynı şekilde her iki gruptan 10' ar adet olmak üzere 20 adet balıktan ise serum örneği elde edebilmek amacıyla toplam 40 adet balıktan kan alındı. Balıkların kuyruk bölgesinden kan alınması sırasında, Quinaldin (25 mg/l) ile anestezi edildi (Kubilay ve Uluköy, 2002). Anestezi sonrası bir havlu ile kurulan balıkların kuyruk kısimları keskin bir bistüri ile tek bir darbeye kesilerek kuyruk venasından akmakta olan kan (1-1.5ml), plazma için EDTA'lı tüplere, serum için ise steril plastik tüplere alınmasının hemen ardından 3500 devir/dak'da 7 dakika santirfuj edildi. Ayrılan serum ve plazma örnekleri buz kaplarında buz kalıpları arasında yaklaşık 40 dakika içerisinde laboratuara getirilerek derin dondurucuya konuldu. Plazma ve serum örnekleri analiz süresine kadar derin dondurucuda  $-20^{\circ}\text{C}$ ' de saklandı (Atamanalp ve Bayır, 2003). Plazma glikoz ve kortizol düzeyleri ile serum kolesterol, üre, ürik asit, kan üre azotu (BUN) ve pH değerleri Fırat Tıp Merkezi' nin Biyokimya Laboratuvarında İmmulite 2000 ölçüm cihazı ile RIA (Radio Immuno Assay) tekniği kullanılarak belirlendi.

### İstatistiksel analiz

İncelenen parametrelere ait sonuçların ortalama ve standart sapmalarının hesaplanması ve gruplar arası farklılığın önem derecelerini tespit etmek amacıyla SPSS®11.0 paket programı kullanılarak One Way Anova Testi uygulandı.

### Bulgular ve Tartışma

Araştırmada kullanılan suyun sıcaklık, pH ve çözülmüş oksijen konsantrasyonuna ait değerler belirlenerek Tablo 1'de, araştırma gruplarının kortizol, kolesterol, glukoz, üre, ürik asit, kan üre azotu (BUN), pH değerleri ve balık sayıları Tablo 2'de verildi.

**Tablo 1.** Araştırmada kullanılan suyun sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen değerleri (mg/l)**Table 1.** The temperature, pH, dissolved oxygen values of water used in the study (mg/l)

Parametreler	Kontrol	Deneme
Sıcaklık ( $^{\circ}$ C)	7.9 $\pm$ 0.1	7.9 $\pm$ 0.2
pH	8.4 $\pm$ 0.2	8.3 $\pm$ 0.2
Çöz. oksijen düzeyi mg/l (O <sub>2</sub> )	7.7 $\pm$ 0.1	4.5 $\pm$ 0.3

**Tablo 2** Araştırma gruplarının kortizol, kolesterol, glukoz, üre, ürik asit, kan üre azotu (BUN), pH değerleri ve balık sayısı**Table 2.** Cortisol, cholesterol, glucose, urea, uric acid, blood urea nitrogen (BUN), pH values and fish number of the study groups

Parametreler	Kontrol	Deneme	P
<b>Kortizol (ng/ml)</b>	5.19 $\pm$ 1.52 <sup>b</sup>	9.05 $\pm$ 1.53 <sup>a</sup>	*
<b>Kolesterol (mg/dl)</b>	235 $\pm$ 9.13 <sup>b</sup>	352 $\pm$ 12.9 <sup>a</sup>	*
<b>Glikoz (mmol/l)</b>	1.76 $\pm$ 0.26 <sup>b</sup>	3.53 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	*
<b>Üre (mg/dl)</b>	2.09 $\pm$ 0.03	2.31 $\pm$ 0.05	-
<b>Ürik Asit (mg/dl)</b>	0.28 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	1.51 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	*
<b>Kan Üre Azotu (BUN) (mg/dl)</b>	0.42 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>	1.61 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	*
<b>pH</b>	7.25 $\pm$ 0.24	7.09 $\pm$ 0.02	-
<b>Balık Sayısı</b>	30	25	

<sup>a-b</sup> Aynı satırda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur. -:p> 0.05, \*: p<0.05

Tablo 2 incelendiğinde, deneme grubunun kortizol, kolesterol, glikoz, ürik asit, kan üre azotu (BUN) değerinin, kontrol grubundan istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde farklı olduğu belirlendi. Deneme grubu kortizol, kolesterol, glikoz, ürik asit ve kan üre azotu (BUN) değerlerinin (sırasıyla; 9.05  $\pm$ 1.53- 352  $\pm$ 12.9 mg/dl - 3.53  $\pm$  0.07 mmol/l- 1.51 $\pm$ 0.1 mg/dl - 1.61  $\pm$ 0.05 mg/dl) kontrol grubu, kolesterol, glikoz, ürik asit ve kan üre azotu (BUN) değerlerine (sırasıyla; 5.19 $\pm$ 1.52 ng/ml, 235  $\pm$ 9.13 mg/dl- 1.76  $\pm$ 0.26 mmol/l, 0.28  $\pm$ 0.04 mg/dl ve 0.42  $\pm$ 0.08 mg/dl) göre istatistiksel olarak farkın önemli olduğu (p<0.05) tespit edildi. Kontrol ve deneme gruplarının serum üre (sırasıyla; 2.09  $\pm$ 0.03 mg/dl- 2.31 $\pm$ 0.05 mg/dl) ve pH (sırasıyla; 7.25  $\pm$ 0.24 – 7.07  $\pm$ 0.02 ) değerleri arasındaki farkın ise ista-

tistiksel olarak önemli olmadığı (p>0.05) gözlemlendi.

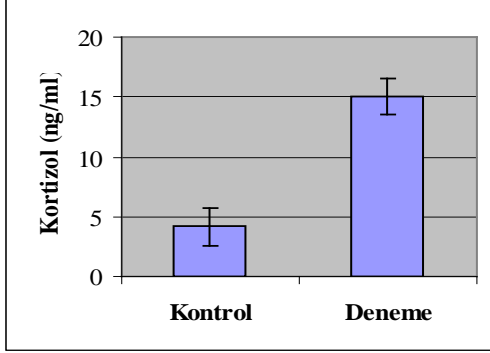
Araştırma süresince deneme grubunda toplam 5 balığın öldüğü gözlenirken, kontrol grubunda ölüm olayı gözlenmedi.

Kontrol ve deneme gruplarının kortizol değeri Şekil 2, kolesterol değeri Şekil 3, glikoz değeri Şekil 4, üre değeri Şekil 5, ürik asit değeri Şekil 6, BUN değeri Şekil 7 ve pH değeri Şekil 8 'deki grafiklerde görülmektedir.

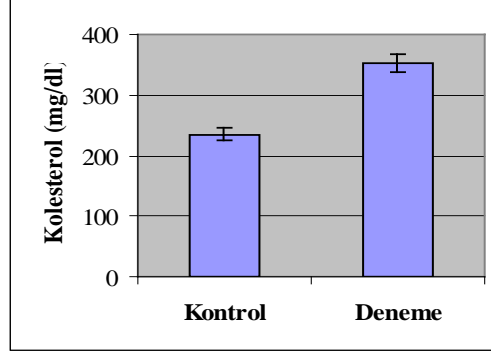
Bu çalışmada, 4.5  $\pm$ 0.3 mg/l oksijen konsantrasyonunda deneme grubu gökkuşuğu alabalığı yavrularının kan kortizol, kolesterol, glikoz, ürik asit ve BUN değerlerinin, 7.7 $\pm$ 0.1 mg/l oksijen konsantrasyonunda kontrol grubu gökkuşuğu alabalığı yavrularına göre önemli oranda arttığı belirlendi. Gruplarının kan üre ve pH değerlerinin birbirine yakın olduğu tespit edildi.

Kubilay ve Uluköy (2002), elle yakalama ile stres uygulanmış gökkuşuğu alabalıklarının, plazma kortizol seviyesinin 12.27  $\mu$ g/dl, stres uygulanmamış kontrol grubunda ise kortizol seviyesinin 3.2  $\mu$ g/dl olduğunu tespit etmişlerdir. Landman ve arkadaşları (2006), gökkuşuğu alabalıklarına çeşitli stres faktörleri uygulayarak yaptıkları bir çalışmada, kortizol seviyesinin stres uygulanan gruplarda 20.1  $\pm$ 8.4 ng/ml ve 29.4  $\pm$ 5.5 ng/ml, kontrol gruplarında ise, 12.2  $\pm$ 5.8 ng/ml ve 9.6  $\pm$ 3.6 ng/ml değerler arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, gökkuşuğu alabalıklarına stres uygulamasının, kan kortizol değerini artırdığı ve elde edilen değerler, araştırmacıların elde ettiği değerleri doğrular nitelikte olduğu tespit edildi.

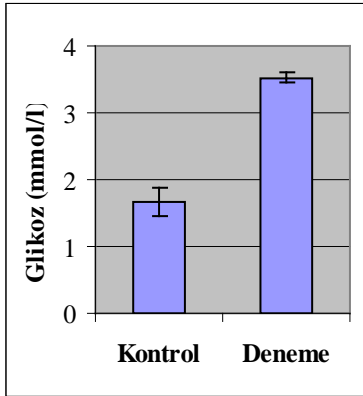
Melotti ve arkadaşları (2004), iki farklı stok yoğunluğunda (V1: 40 kg/m<sup>3</sup> ve V2: 20 kg/m<sup>3</sup>) stres oluşturulmuş gökkuşuğu alabalığında kolesterol seviyesinin V1 grubunda, 225  $\pm$ 22.13 mg/dL iken, V2 grubunda 202  $\pm$ 15.21 mg/dL düzeyinde olduğunu, stok yoğunluğuna bağlı stres oluşmuş balıklarda kolesterol seviyesinin arttığını belirlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada elde edilen kolesterol değerlerinin, araştırmacıların elde ettiği kolesterol değerlerine paralel olduğu gözlenmiştir.



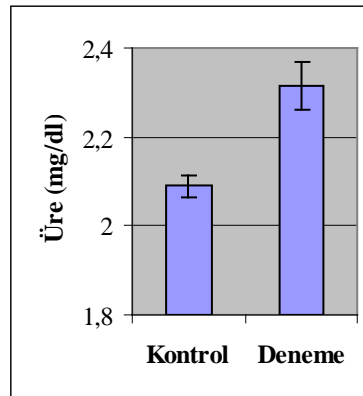
Şekil 2. Kortizol düzeyleri  
Figure 2. Cortisol levels



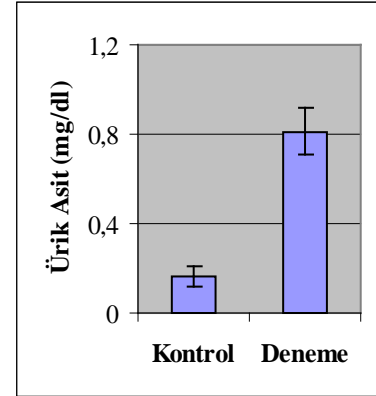
Şekil 3. Kolesterol düzeyi  
Figure 3. Cholesterol levels



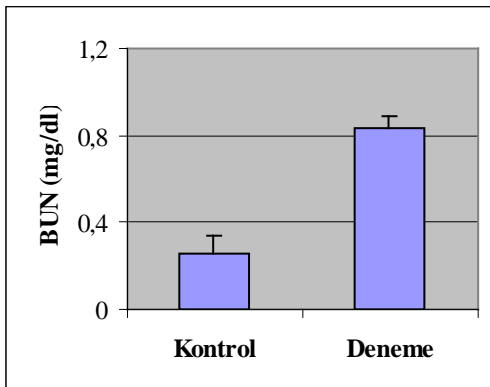
Şekil 4. Glikoz düzeyleri  
Figure 4. Glucose levels



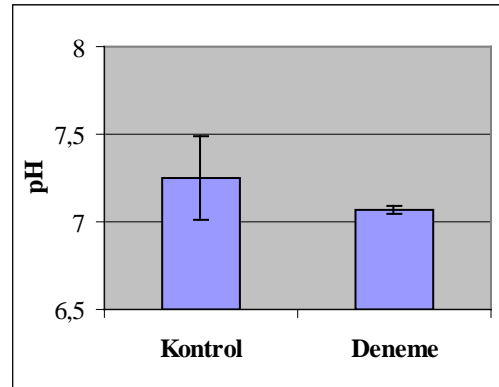
Şekil 5. Üre düzeyleri  
Figure 5. Urea levels



Şekil 6. Ürik asit düzeyleri  
Figure 6. Uric acid levels



Şekil 7. BUN düzeyleri  
Figure 7. BUN levels



Şekil 8. pH düzeyi  
Figure 8. pH levels

Landman ve arkadaşları (2006), gökkuşağı alabalıklarına oksijen stresi uygulayarak (5.5 mg/l-2.5 mg/l) yaptıkları bir çalışmada, kan glikoz düzeyinin stresli grupta  $2.46 \pm 0.17$  mmol/l, kontrol grubunda ise  $2.01 \pm 0.02$  mmol/l olduğunu, aynı araştırmacılar alabalıklara çeşitli stresler uygulandığında kan glikoz düzeyinin,  $6.87 \pm 0.52$  mmol/l, kontrol grubunda ise bu değerlerin  $4.37 \pm 0.27$  mmol/l olduğunu tespit etmişlerdir. Weil ve arkadaşları (2001), gökkuşağı alabalıklarında stres sonrasında ilk 1 saat içerisinde glikoz değerinin (39 mg/dl) yükseldiğini, 2. saat sonunda (29 mg/dl) düştüğünü belirlemişlerdir. Bu çalışmada da nakil işlemi sonrasında glikoz değerinin ( $3.07 \pm 0.3$  mmol/L), nakil işleminden 12 saat sonraki değerden ( $1.53 \pm 0.293$  mmol/l) ve kontrol değerinden ( $1.91 \pm 0.26$  mmol/l) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerler, Landman ve arkadaşları (2006)'nın elde ettiği değerlere benzerlik göstermektedir.

Çelik ve Çakıcı (2005), çeşitli balık türlerinde yaptıkları araştırmalarda kan üre değerinin  $5.33 \pm 4.05$  mg/dl olarak değiştiğini ve çeşitli stres faktörlerinin bu değerleri etkilediğini, alabalıkların kan ürik asit değerinin  $0.1$  mmol/l -  $1.2$  mmol/l arasında değiştiğini, toksik maddelerin ve stres faktörlerinin bu değerler üzerinde etkili olduğunu gözlemlemişlerdir. Araştırmada elde edilen değerlerin Çelik ve Çakıcı (2005)'nin elde ettiği değerlere yakın olduğu tespit edilmiştir.

Çelik ve Bilgin (2007), alabalıklardaki BUN değerlerinin en düşük  $0.00$  mg/dl olduğunu ve stres faktörleriyle artarak  $3.90$  mg/dl değerine kadar ulaştığını, Çelik ve Çakıcı (2005) gökkuşağı alabalığının kan BUN değerinin stres faktörleriyle değişim gösterdiğini ve  $2.4 \pm 1.01$  mg/dl değerine kadar ulaştığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen değerlerin Çelik ve Bilgin (2007) ile Çelik ve Çakıcı (2005)'in bulgularına paralel olduğu gözlenmiştir.

Sammouth ve arkadaşları (2009), levrek balığı ile (*Dicentrarchus labrax*) 3 farklı stok yoğunluğunda (10, 40, 100) stres uygulayarak yaptıkları bir çalışmada, kan pH değerleri arasındaki farkın (sırasıyla;  $7.3 \pm 0.10$ ,  $7.4 \pm 0.10$ ,  $7.4 \pm 0.10$ ) istatistiksel olarak önemsiz ( $p > 0.05$ ) olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen pH değeri araştırmacının elde ettiği gibi gruplar arasında önemsiz ve değerlerin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir.

Gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde düşük oksijen konsantrasyonuna maruz kalan balıklarda oluşan stres, büyüme evresindeki yavrularda meydana gelebilecek metabolik bozukluklar sonucunda immun sistem başta olmak üzere birçok doku ve organda fonksiyonel bozukluklara neden olup ölümlere yol açabilmektedir. Gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde düşük oksijen konsantrasyonunun yavru gökkuşağı alabalığının sofralık büyüklüğe gelene kadar büyüme evrelerini, yem alımını, ürün kalitesini, hastalık ve enfeksiyonlara dayanımını etkilediği göz önünde bulundurularak oluşan stresin en kısa sürede ortadan kaldırılması gerekmektedir. Tedbirlerin zamanında alınması amacıyla stres faktörünün etki düzeyinin kolay ve hızlı bir şekilde belirlenmesi, hematolojik parametre değerinin tespit edilmesiyle mümkün olabilmektedir.

## Sonuç

Çalışmada düşük oksijen konsantrasyonuna maruz kalan gökkuşağı alabalığı yavrularının kortizol, kolesterol, glikoz, ürik asit ve BUN değerlerinin kontrol grubuna göre önemli oranda arttığı ve kandaki bu değerlerin artışının stres oluşumundan kaynaklandığı belirlenerek bu araştırmanın gökkuşağı alabalıkları için sınırlı sayıda olan hematolojik çalışmalara katkı sağlayacağı ümit edilmektedir.

## Kaynaklar

- Atamanalp, M., Bayır, A., (2003). Bir dezenfektanın (malahit yeşili) subletal dozlarının gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kan parametreleri üzerine etkileri, *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, **23**(3): 177-187.
- Borroto, K.E., Valpato, G.L., Pottinger, T.G., (2006). The effect of elevated blood cortisol levels on the extinction of a conditioned stress response in rainbow trout, *Hormones and Behavior*, **50**: 484-488.
- Cataldi, E., Marca, D.P., Mandich A., Catuadelle S., (1998). Serum parameters of Adriatic sturgeon (*Acipenser seriformes*) effect of temperature and stress, *Comparative Biochemistry and Physiology, Part, A*, **121**: 351-354.
- Conte, F.S., (2004). Stress and the welfare of cultured fish, *Applied Animal Behaviour Science*, **86**: 205-223.

[doi:10.1016/j.applanim.2004.02.003](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.02.003)

- Çelik, E.Ş., Çakıcı, H., (2005). Çanakkale Boğazi'ndeki iskorpit balığı (*Scorpaena percus* Linnaeus, 1758)'nın bazı biyokimyasal kan parametrelerinin belirlenmesi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **20**(2): 15-23.
- Çelik, E.Ş., (2006). Bazı balık türleri için kan elektrolitlerinin standardizasyonu, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **36**,C2(1-2): 245-255.
- Çelik, E.Ş., Bilgin, S., (2007). Bazı balık türleri için kan protein ve lipidlerinin standardizasyonu, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **23**(1-2): 215-299.
- Çelik, E.Ş., Aslan, A., Alparşlan, M., (2008). Balıklarda kan glikozunu etkileyen başlıca faktörler, *Erciyes Üniv. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **24**(1-2): 364-379.
- Dönmez, E.A., Kolay, M., Özkan, F., Koyuncu, C.E., (2006). FMC ve malaşit yeşili sağaltım dozlarının *Oreochromis niloticus* (L., 1758)'un bazı kan parametrelerinde meydana getirdiği değişimler, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **23**(1/1): 61-64.
- Drew, R.E, Schwabl, H., Wheeler, P., Thargoard G.H., (2007). Detection of qtl influencing cortisol levels in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, 272S1: 181-197. [doi:10.1016/j.aquaculture.2007.08.025](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.08.025)
- Kiriş, G.A., Dikel, S., (2002). Fiber tank ve beton havuza yerleştirilmiş ağ kafeslerdeki gökkuşuğu alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) besi performansları ve karkas kompozisyonları, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **19**(3-4): 371-380.
- Kubilay, A., Uluköy, G., (2002). The effects of acute stress on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Türk Journal of Zoology*, **26**: 249-254.
- Landman, J.M., Heuve, M.R., Finley, M., Bannon, J.H., Ling, N., (2006). Combined effects of pulp and paper effluent, dehydroabietic acid, and hypoxia on swimming performance, metabolism, and hematology of rainbow trout, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **65**: 314-322. [doi:10.1016/j.ecoenv.2005.10.010](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2005.10.010)
- Lyytikäinen L., Pylkkö, P., Ritola, O., Seppa, L., (2002). The effect of acute stress and temperature on plasma cortisol and ion concentrations and growth of Lake Inari Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, *Environmental Biology of Fishes*, **64**(1-3): 195-202. [doi:10.1023/A:1016017822700](https://doi.org/10.1023/A:1016017822700)
- Melotti, P., Roncarati, A., Angellotti, L., Dees, A., Magi, E.G., Mazini, C., Bianci, C., Casciano, R., (2004). Effect of rearing density on rainbow trout welfare, determined by plasmatic and tissue parameters, *Italian Journal of Animal Science*, **3**: 398-400.
- Miller, L.L., (2006). The Effect Of Selenium On The Physiological Stress Response in Fish, *Masters of Science*, Department of Biological Sciences University of Lethbridge, Canada.
- Moeller, J., Robert, B., (2001). Diseases of fish, California Animal Health and Food Safety, No:43, California, U.S.A.
- Moraes G., (2004). Metabolical Responses in Adaptation to Stress in Fish, *International Congress on the Biology of Fish*, 47, Brazil .
- Parvez, S., Raisuddin, S., (2006). Copper modulates non-enzymatic antioxidants in the freshwater fish *Channa punctata* (Bloch) exposed to deltamethrin, *Chemosphere*, **62**: 1324-1332. [doi:10.1016/j.chemosphere.2005.07.025](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.07.025)
- Pichavant, P., Ruyet, L.P., Bayon, L.N., Severe, A., Raux, L.A., Quemener L., Maxime V., Nonntte G., and Boeuf, G., (2000). Effects of hypoxia on growth and metabolism of juvenile turbot, *Aquaculture*, **188**: 103-114. [doi:10.1016/S0044-8486\(00\)00316-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00316-1)
- Prunet, P., Cairns, M.T., Winberg, S. and Pottinger, G.T., (2008). Functional genomics of stress responses in fish, *Fisheries Science*, **16**(S1): 157-166. [doi:10.1080/10641260802341838](https://doi.org/10.1080/10641260802341838)
- Sammouth, S., D'Orbcastel, E. R., Gasset, E., Lemarie, G., Breuil, G., Marino, G., Coeurdacier, J., Fivelstad, S., Blancheton, J., (2009). The effect of density on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) performance in a tank-based recirculating system, *Aquacultural Engineering*, **40**: 72-78. [doi:10.16/j.aquaeng.2008.11.004](https://doi.org/10.16/j.aquaeng.2008.11.004)
- Tort, L., Liarte, C. Acarete, L., Mackenzie S., (2004). Immune Suppression in Fish After Stress the Role of Cortizol, *International*

- Congress on the Biology of Fish.* Tropical Hotel Resort, Manaus Brazil.
- Weil, C.S., Baryy T.P., Halisan J.A., (2001). Fast growth in rainbow trout is corrected with a rapid decrease in post-stress cortisol concentrations, *Aquaculture*, **193**: 373-380. [doi:10.1016/S0044-8486\(00\)00482-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00482-8)
- Zhanga, X., Xiea, P., Lia, D., Shia, Z, (2007). Hematological and plasma biochemical responses of crucian carp (*Carassius auratus*) to intraperitoneal injection of extracted microcystins with the possible mechanisms of anemia, *Toxicon*, **49**: 1150–1157. [doi:10.1016/j.toxicon.2007.02.009](https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2007.02.009)