



Alınış tarihi (Received): 23.01.2019

Kabul tarihi (Accepted): 02.05.2019

Ticari Yetiştiricilik Ortamında Gökkuşaağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yemine İlave Edilen Karayemiş Yaprağı (*Laurocerasus officinalis*) Ekstraktının Büyüme, Yaşama Oranı ve Karaciğer Katalaz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi

Ayşe PARLAK AKYÜZ², İsmihan KARAYÜCEL¹, Seval DERNEKBAŞI^{1*}

¹Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Anabilim Dalı, Aklıman, Sinop

²Kuzey Su Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti. Bafra, Samsun

ayseparlak83@yahoo.com 05458314636

ismihank@hotmail.com 05326729975

*Corresponding author: sevalyaman@hotmail.com 05422902325

ÖZET: Bu çalışmada, yüksek su sıcaklığının ekonomik kayba neden olduğu yaz döneminde, antioksidan özelliği bilinen karayemiş yaprağı (*Laurocerasus officinalis*) ekstraktının, ticari işletme koşullarında yemde kullanımının, gökkuşaağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) yaşama oranı, büyüme parametreleri, biyokimyasal özellikleri ve katalaz (CAT) enzim aktivitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, biri ön deneme olmak üzere iki deneme yürütülmüştür. Ön denemede yeme çeşitli konsantrasyonlarda (0, 1, 2.5, 5, 10 ve 15 g/kg) katılan karayemiş yaprağı ekstraktının, akvaryum koşullarında yüksek sıcaklıkta (21°C) gökkuşaağı alabalığının yaşama oranına etkisi araştırılmış ve en uygun konsantrasyonun 10 g/kg olduğu belirlenmiştir. Ticari yetiştiricilik ortamında yürütülen diğer denemede ise, elde edilebilirliğinin kolaylığı ve yemlerin elle hazırlanmasından dolayı uygun olduğu düşünülen miktarda (5 g/kg) yeme katılan karayemiş ekstraktının gökkuşaağı alabalığının yaşama oranı, büyüme parametreleri, biyokimyasal özellikleri ve karaciğerde CAT enzim aktivitesine olan etkileri incelenmiştir. Ancak bu konsantrasyonda yeme ilave edilen karayemiş yaprağı ekstraktının nem ve ham yağ hariç(p<0.05) incelenen parametreler üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi tespit edilemezken (p>0.05), deneme grubunda yaşama oranının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak ekonomik ve kolay bulunan bir bitki olan karayemiş ekstraktının, gökkuşaağı alabalığı yetiştiriciliğinde yaz aylarındaki sıcaklık artışı süresince yeme ilave edilmesiyle yaşama oranını artıran yeni bir antioksidan madde olma potansiyeline sahip olduğu bu çalışmaların sonuçlarına göre söylenebilir.

Anahtar kelimeler-Karayemiş, Gökkuşaağı alabalığı, yaşama oranı, büyüme, katalaz enzim aktivitesi

The Effect of Cherry Laurel (*Laurocerasus officinalis*) Leaf Extract on The Survival, Growth Ratio and Catalase Enzyme Activity in Liver of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Reared in Commercial Production Conditions

ABSTRACT: In this study, the effects of using cherry laurel (*Laurocerasus officinalis*) leaf extract, which has known antioxidant feature, in diet in commercial production conditions on the survival rate, growth parameters, biochemical composition and catalase enzyme activity in liver of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during the summer season causing economic loss since high water temperature were investigated. For this purpose, two studies, one of which was a preliminary study, were conducted. In the preliminary study, the effect of cherry leaf extract supplementation to the diet with different concentrations (0, 1, 2.5, 5, 10 and 15 g / kg) on the survival rate of rainbow trout at high temperature (21 ° C) in aquarium conditions was examined and the most appropriate concentration was determined as 10 g/ kg. In the other study carried out in a commercial company, the effect of cherry leaf extract supplementation into the diet with a more reasonable

concentration (5 g / kg) because of easily obtainable and manual preparation of the diets on the survival rate, growth parameters, biochemical composition and CAT enzyme activity in the liver of rainbow trout were searched. It was determined that cherry leaf extract supplementation to the diet with this concentration did not have any statistically significant effect on the parameters examined ($p > 0.05$), except for moisture and crude lipid ($p < 0.05$), on the other hand survival rate in the experimental group was higher than the control group. As a result, it can be said that extract of cherry laurel which is economic and easily obtainable plant has a potential as a new antioxidant substance that increases the survival rate in rainbow trout cultivation by supplementing to the diet during the temperature rise in summer months.

Keywords- Cherry laurel leaf extract, rainbow trout, survival, growth, catalase enzyme activity

1. Giriş

Su sıcaklığındaki değişiklik balık için en önemli stres etkenlerinden biridir (Newman 2000). Sıcaklık değişimi, canlının ölümüne neden olabilir, balığa dolaylı olarak zarar verebilir, metabolizma hızını ve gelişimini kontrol edebilir, aktiviteyi ve dağılımı sınırlayabilir, diğer çevresel faktörlerle etkileşime girerek onların potansiyel etkilerini maskeleyebilir ve duyuşsal algıyı uyarabilir (Coutant 1976). Özellikle salmonidler için yetiştiricilik ortamında su sıcaklığının yükselmesi yem alımında azalma, büyümede gerileme, hastalık görülme sıklığında artış ve yaşama oranında azalma ile sonuçlanabilir.

Herhangi bir stres etkeni nedeniyle, canlıda prooksidan–antioksidan dengesinin bozulması sonucunda ortaya çıkan oksidatif stresin etkileri, antioksidan savunma sistemini güçlendiren antioksidan maddeler yardımıyla ortadan kaldırılabılır. Enzimatik antioksidanların başlıcaları olan süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) aktivitelerindeki değişimler oksidatif stresin göstergesi olarak kullanılabilir (Ekambaram ve ark. 2014).

Son yıllarda araştırmacılar bitkisel ekstraktları; strese karşı, büyüme ve üremeyi teşvik edici, iştah açıcı, bağışıklık sistemini güçlendirici ve antipatojen olarak balık yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Bu doğal bağışıklık güçlendiriciler sentetik olanlara göre doğada daha fazla ayrıştırılabilir ve ilaç direnci oluşturmamaktadırlar (Zhou ve ark. 2009; Guardiola ve ark. 2016). Bu bitkiler balıklarda spesifik olmayan savunma mekanizmalarını erken aktive ederek immunostimulant olarak görev yapabilir (Govind ve ark. 2012).

Karayemiş (*Laurocerasus officinalis*) fenolik bileşikler bakımından oldukça zengin bir bitki olup yaprak, meyve ve çekirdekleri yüksek antioksidan içeriğine sahiptir. Ayrıca serbest radikal giderme aktivitesinin de yine yapraklarda daha yüksek olduğu bildirilmiş olup bunun sebebinin yapraklarda en yüksek miktar ve kompozisyonda bulunan fenolik bileşik içeriği olduğu gösterilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda karayemiş bitkisinin yüksek antioksidan aktivitesi bu bitkinin gıda, kozmetik ve ilaç sanayiinde doğal bir antioksidan madde olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Engin 2007). Bu bakımdan karayemiş balıklarda da stresin oluşturduğu etkiyi azaltarak, yaşama oranını artırabilir. Karayemiş ekstraktının büyüme parametreleri, yaşama oranı ve bazı antioksidan enzimler üzerine etkisinin incelendiği tek çalışma Akyüz ve ark. (2018) tarafından bildirilmiştir. Bu çalışmada yeme çeşitli konsantrasyonlarda (1, 5, 10 ve 15 g ekstrakt/kg) katılan karayemiş yaprağı ekstraktının ortalama ağırlığı 49.3 ± 0.38 g olan gökkuşaağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) büyüme, yaşama oranı ve bazı antioksidan enzimleri üzerine etkileri incelenmiş ve sonuçlar doğrultusunda uygun ekstrakt konsantrasyonu 15 g/kg yem olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada akvaryum ortamında yürütülen diğeri bir denemede ise 15, 19 ve 21°C olmak üzere 3 sıcaklık uygulaması ile oksidatif stres oluşturulan yavru gökkuşaağı alabalığında (ortalama ağırlık 6.05 ± 0.03 g) 15 g/kg konsantrasyonunda yeme ilave edilen karayemiş yaprağı ekstraktının yine aynı parametreler üzerine etkileri

incelenmiştir. Kullanılan karayemiş ekstraktının büyümeyi 15°C’de geriletmediği, 21°C’de ise olumlu yönde etkilediği bildirilerek, 19 ve 21°C’de karayemiş ilaveli yemle beslenen gruplarda, yaşama oranının kontrol gruplarına göre önemli oranda arttığı bildirilmiştir. Bu çalışmanın amacı ise, sözü edilen çalışmanın sonuçlarının ticari ortamda denenmesi olup, bu amaç için biri akvaryum diğeri ticari ortamda olmak üzere 2 farklı çalışma planlanarak, gökkuşaağı alabalığı yemine ilave edilen, karayemiş yaprağı ekstraktının yaşama oranı, büyüme özellikleri, biyokimyasal parametreler ve karaciğer dokusundaki katalaz enzim aktivitesine olan etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Deneme Ortamları: Akvaryum sisteminde yapılan ön çalışma, Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi’nde yürütülmüştür. Çalışmanın yürütülmesi amacıyla 18 adet akvaryum ve 6 adet sump filtre sisteminden oluşan kapalı devre sistemler kurulmuştur. Daimi su sirkülasyonu ve sump filtre sisteminde yer alan filtre malzemeleri sayesinde, mekanik, kimyasal ve biyolojik filtrasyon sağlanmıştır. Havalandırma, sump filtre sistemine yerleştirilen iki adet hava taşı vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir.

Ticari ortamda gerçekleştirilen deneme ise, Samsun ili Bafra ilçesinde bulunan Derbent Barajı’nda özel bir firmaya ait (Kuzey Su Ürünleri Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.) ağ kafeslerde yürütülmüştür. Denemede 5x5x5 m ebatlarında, 1 cm ağ göz açıklığına sahip 6 adet ağ kafes kullanılmıştır.

2.2. Balık Materyali ve Deneme Düzenleri: Denemelerde kullanılan gökkuşaağı alabalıkları özel bir firmadan (Kuzey Su Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti., Bafra, Samsun) temin edilmiştir.

Karayemiş yaprağı ekstraktı kullanılarak yürütülen çalışmalardan elde edilen veriler ışığında, bu bitki ekstraktının alabalıklarda yaşama oranını pozitif yönde etkilediği bildirilmiştir (Akyüz ve ark., 2018). Bu verilere dayanarak akvaryum ortamında, karayemiş yaprağı ekstraktının çeşitli konsantrasyonlarda [0 (KY0), 1 (KY1), 2.5 (KY2.5), 5 (KY5), 10 (KY10) ve 15 g/kg (KY15)] yeme ilavesinin yüksek sıcaklık stresi altındaki (21°C) gökkuşaağı alabalıklarında yaşama oranına etkisinin incelendiği bir ön çalışma planlanmış ve bu çalışma 7 hafta süre ile yürütülmüştür. Ön çalışma üç tekerrürlü altı grup halinde oluşturulmuştur. Ortalama ağırlığı 5.93±0.02 g olan 360 adet gökkuşaağı alabalığı rastgele seçilip her bir akvaryuma 20’şer adet stoklanmıştır. Deneme süresince su sıcaklığı günde iki, çözünmüş oksijen günde bir kez ölçülmüştür. Yapılan bu ön çalışma sonucunda 10 g/kg karayemiş ekstraktın yaşama oranı üzerinde en olumlu sonucu verdiği belirlenmiştir.

Ticari ortamda gerçekleştirilen ikinci çalışma için Derbent Baraj Gölü’nde bulunan özel bir firmadan alınan sıcaklık verileri incelenmiş, sıcaklığın temmuz-ağustos aylarında yükseldiği ve ekonomik kayba neden olduğu tespit edilmiştir. Bu verilerden yola çıkılarak, deneme yaz döneminde sıcaklığın kademeli olarak arttığı temmuz-ağustos ayları içerisinde 28 gün süreyle yürütülmüştür. Deneme üç tekerrürlü iki grup [kontrol (karayemiş yaprağı ekstraktı ilave edilmemiş) ve deneme (5 g/kg karayemiş yaprağı ekstraktı ilaveli)] halinde oluşturulmuştur. Ortalama ağırlıkları 30.52±0.056 g olan 3000 adet gökkuşaağı alabalığı rastgele seçilip her bir kafese 500’er adet stoklanmıştır. Deneme süresince su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen 2 günde bir kez, yüzeyden ve 3 metre derinliğinden ölçülmüştür.

2.3. Yemlerinin Hazırlanması ve Balıkların Yemlenmesi: Yapılan bu ön çalışma sonucunda 10 g/kg karayemiş ekstraktının yaşama oranı üzerinde en olumlu sonucu verdiği belirlenmiştir. Ancak ticari yetiştiricilik ortamında yürütülen çalışmada kullanılacak yaprağın kolay elde edilebilirliğinin yanında, yaprak kurutma, ekstrakt çıkarma ve yem hazırlama işlemlerinin gerektirdiği iş yükü nedeniyle bu çalışmada ekstrakt miktarı 5 g/kg'a düşürülmüştür.

Trabzon ilinden toplanan karayemiş yaprakları temizlenip tartıldıktan sonra, yapraklardaki nemin daha hızlı uçması için ağzı açık etüvde 72 saat süresince 45oC'de kurutularak, öğütücüde toz haline getirilmiştir. 50 gram toz yaprak 1000 ml'lik erlene konulmuş ve üzerine 500 ml metanol ilave edilerek erlenin tamamı alüminyum folyo ile kaplanmıştır. 24 saat karanlıkta manyetik karıştırıcıda karıştırılan toz yaprakten özüt çıkarılmıştır. Elde edilen çözelti filtre kağıdıyla (Whatman No.1) süzülerek, metanol rotary evaporatörde 45 oC'de vakumla uçurularak ekstrakt elde edilmiştir (Gökçe ve ark. 2007).

Denemelerde protein oranı %54 ve yağ oranı %20 olan ticari alabalık yemi kullanılmıştır (Sibal A.Ş., Sinop). Yemler püskürtme yöntemine göre hazırlanmıştır. Buna göre, elde edilen ekstrakt saf su içerisinde çözdürülerek ticari alabalık yemi üzerine püskürtülmüş (Lee vd., 2012) ve etüvde 18 saat süreyle 45°C'de kurutulmuştur. Kurutulan deneme yemleri poşetlenerek +4oC'de muhafaza edilmiştir.

Balıklar ön deneme süresince 08.00-16.00 saatlerinde, günde 2 kez olmak üzere haftanın 7 günü, bütün balıkların yem almasına özen gösterilerek görülebilir doygunluk sınırına ulaşıncaya kadar yemlenmiştir. Ticari yetiştiricilik ortamında yürütülen çalışmada ise balıklar ağırlıklarının % 2'si oranında ve işletmenin yemleme stratejisinde belirlenen yemleme rejimine uygun olarak haftanın altı günü yemlenmişlerdir. Her iki deneme de yüksek sıcaklıkta yürütülmüştür. Bu nedenle balıklar sıcaklık stresi altında yemlenmişlerdir. Bu yüzden de balıklar yemlenirken öğün sayısı azaltılmıştır.

2.4. Doku Örneklerinin Alınması ve Katalaz Enzim Analizi: Ticari yetiştiricilik ortamında yürütülen çalışma için karaciğer örnekleme deneme başı, 7. ve 28. gün olmak üzere, her kafesten 3'er balık alınarak boy ve ağırlık ölçümü yapıldıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Balıkların karın kısmı anüsten anteriyöre doğru makas yardımıyla kesilerek açılmıştır. Karaciğer dokusu kesilerek çıkarılmış ve -80oC'lik dondurucuda muhafaza edilmiştir. Katalaz enzim (CAT) analizi özel bir laboratuvarında (Bilim Sağ. ve Lab. Hiz. Tic. Ltd. Şti., İstanbul) kolorimetrik ölçüm prensibine göre gerçekleştirilmiştir.

2.5. Büyüme Performansı ve Biyokimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi: Besin madde bileşenleri analizi [ham protein (HP), ham yağ (HY), ham kül (HK) ve nem] için homojenizatörde homojen hale getirilen balık etleri, analizler yapılana kadar -80° C'de saklanmıştır. Analizler (AOAC 1995) standart metoda göre yapılmıştır. Denemeden elde edilen veriler, aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

Ham Protein (%) = {[Titrasyonda harcanan HCl miktarı (ml) x 0.0014 x 6.25] / Örnek miktarı (g)} x 100

Ham yağ (%) = {[Balon son ağırlık (g) – Balon dara (g)] / Örnek miktarı (g)} x 100

Ham kül (%) = {[Daralı kül (g) – Dara (g)] / [Daralı örnek (g) – Dara (g)]} x 100

Nem (%) = 100 – Kuru madde (%)

CAA (Canlı Ağırlık Artışı, g) = Deneme sonu vücut ağırlığı (g) – Deneme başı vücut ağırlığı (g)

SBO (Spesifik Büyüme Oranı, %)= $\{[\ln (\text{Deneme sonu ağırlık (g)}) - \ln (\text{Deneme başı ağırlık (g)})] / \text{Deneme süresi}\} \times 100$

YO (Yaşama Oranı, %)=(Deneme sonu canlı balık sayısı / Deneme başı balık sayısı) x 100

YDS (Yem değerlendirme sayısı)= Tüketilen yem miktarı (g)/ Toplam canlı ağırlık artışı (g)

HSI (Hepatosomatic indeks, %)= $[\text{Karaciğer ağırlığı (g)} / \text{Toplam vücut ağırlığı (g)}] \times 100$

VSI (Viserosomatic indeks, %)= $[\text{İç organ ağırlığı (g)} / \text{Toplam vücut ağırlığı (g)}] \times 100$

KF (Kondüsyon Faktörü)= $\{\text{Ağırlık (g)} / [\text{Uzunluk (cm)}]^3\} \times 100$

KV (Karkas Verimi, %)=(Temizlenmiş balık ağırlığı (g) / Toplam balık ağırlığı (g)) x 100

2.6. İstatistiksel Değerlendirme: Bütün veriler ortalama \pm SEM olarak ifade edilmiştir. Denemede gruplardan elde edilen verilerin normaliteleri Shapiro-Wilk normalite testi ile grupların varyans eşitliği ise Levene's testi ile kontrol edilmiştir. Gruplar arasında farklılık olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA, $p<0.05$) ile değerlendirilmiştir. Grupların ortalamalarının karşılaştırılmasında örneklemelerin eşit olması durumunda Tukey, örneklemelerin eşit olmaması durumunda ise Dunnet Post hoc test istatistiği kullanılmıştır. Normalite ve grupların varyans eşitliğinin sağlanmadığı verilerde non-parametrik test olan Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Yüzde olarak verilen verilerde arcsin transformasyonu yapılmıştır. İstatistiksel analizlerde SPSS-21 paket programı kullanılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Ön çalışmaya ait bulgular: YO bakımından %75.00 \pm 5.77 ile KY10 grubu ilk sırada yer almaktadır. KY1 grubunda ise tüm balıklar ölmüştür. KY0, KY2.5, KY5 ve KY15 grupları için YO değerleri sırasıyla %1.67 \pm 1.67, %1.67 \pm 1.67, %25.00 \pm 7.64 ve %71.67 \pm 3.33 olarak belirlenmiştir (Tablo 1). KY0, KY1 ve KY2.5 grupları ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca su sıcaklığı, oksijen çözünürlüğü ve pH değerleri bakımından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$; Tablo 2).

Tablo 1. Ön çalışmaya ait yaşama oranları (YO, %)

Table 1. Survival of the preliminary study

	YO (%)
KY0	1.67 \pm 1.67 ^a
KY1	0 ^a
KY2.5	1.67 \pm 1.67 ^a
KY5	25.00 \pm 7.64 ^b
KY10	75.00 \pm 5.77 ^c
KY15	71.67 \pm 3.33 ^c

Her değer ortalama \pm standart hatayı ifade etmektedir. Aynı satırda farklı üssel harflerle (a, b, c) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Tablo 2. Ön çalışmaya ait su parametrelerine ilişkin bulgular
Table 2. Water parameters of the preliminary study

Deneme Grupları	Sıcaklık °C	Oksijen mg/L	pH
Kontrol	20.89±0.08	7.25±0.15	8.35±0.08
KY1	20.99±0.03	7.30±0.13	8.32±0.03
KY2.5	20.92±0.02	7.29±0.12	8.30±0.02
KY5	20.93±0.04	7.20±0.14	8.30±0.04
KY10	20.93±0.05	7.22±0.15	8.35±0.05
KY15	20.99±0.04	7.29±0.14	8.36±0.04

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

3.2. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Yapılan Çalışmaya Ait Bulgular: Deneme sonunda CAA değeri kontrol ve deneme grupları için sırasıyla 32.49±4.44 ve 33.42±0.67 g olarak tespit edilmiş ve iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). YO kontrol ve deneme grupları için sırasıyla %88.00±3.90 ve %96.60±2.03 olup istatistiksel fark önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Deneme sonunda SBO kontrol ve deneme grupları için sırasıyla %2.48±0.25 ve 2.55±0.04 olarak tespit edilmiştir. SBO bakımından kontrol ve deneme grubu arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). YDS değerleri kontrol ve deneme grupları için sırasıyla 0.87±0.14 ve 0.76±0.01 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Ticari ortamda gerçekleştirilen çalışmaya ilişkin büyüme parametreleri
Table 3. Growth parameters related to study carried out in a commercial operating conditions

	Kontrol	Deneme
Deneme başı (g)	30.59±0.04 ^a	30.45±0.15 ^a
Deneme sonu (g)	63.08±4.44a	63.87±0.53 ^a
CAA (g)	32.49±4.44 ^a	33.42±0.67 ^a
SBO (%)	2.48±0.25 ^a	2.55±0.04 ^a
YO (%)	88.00±3.90 ^a	96.60±2.03 ^a
YDS	0.87±0.14 ^a	0.76±0.01 ^a

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı satırda farklı üssel harflerle (a, b, c) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$). CAA: Canlı Ağırlık Artışı, SBO: Spesifik Büyüme Oranı, YO: Yaşama Oranı.

Balık etindeki ham protein ve ham kül değerleri bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Balık etindeki ham yağ değeri deneme grubunda (%5.51±0.46) kontrol grubundan (%4.23±0.13) daha yüksek oranda belirlenmiştir. Deneme sonunda balık etindeki nem oranı ise, deneme başında belirlenen değerden daha düşük tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Tablo 4) . Ham yağ ve nem oranları bakımından deneme başı ve gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). HSI, VSI, KF ve KV bakımından kontrol ve deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 4. Ticari ortamda gerçekleştirilen çalışmaya ilişkin balık etinin biyokimyasal kompozisyonu ve bazı biyolojik parametreleri

Table 4. Biochemical composition of fish meat and some biological parameters related to study carried out in a commercial operating conditions

	Deneme Başı	Kontrol	Deneme
<i>Biyokimyasal Kompozisyon (%)</i>			
Nem (%)	76.56±0.02 ^c	75.77±0.05 ^b	75.02±0.08 ^a
Ham Protein (%)	18.59±0.78 ^a	18.49±0.23 ^a	18.85±0.28 ^a
Ham yağ (%)	3.14±0.12 ^a	4.23±0.13 ^b	5.51±0.46 ^c
Ham kül (%)	2.21±0.15 ^a	2.39±0.25 ^a	1.84±0.21 ^a
<i>Biyolojik Parametreler</i>			
HSI (%)	1.11±0.05 ^a	1.75±0.07 ^b	1.87±0.08 ^b
VSI (%)	10.26±0.30 ^a	14.28±0.58 ^b	14.24±0.69 ^b
KF	1.08±0.02 ^a	1.33±0.03 ^b	1.28±0.01 ^b
KV (%)	41.78±0.61 ^a	45.74±0.56 ^b	46.06±1.32 ^b

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı satırda farklı üssel harflerle (a, b, c) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çalışmanın 7. gününde örneklenen karaciğer dokusunda gerçekleştirilen CAT analizlerinin sonuçlarına bakıldığında, kontrol ve deneme grupları için CAT aktivitesi sırasıyla 36.58±2.84 ve 32.43±3.15 U/mg protein olarak tespit edilmiştir. CAT aktivitesi bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05) (Tablo 5). Deneme sonunda örneklenen karaciğer dokusundaki CAT aktiviteleri incelendiğinde ise kontrol ve deneme grupları için CAT aktivitesi sırasıyla 37.32±6.08 ve 37.25±3.33 U/mg protein olarak tespit edilmiş olup gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05).

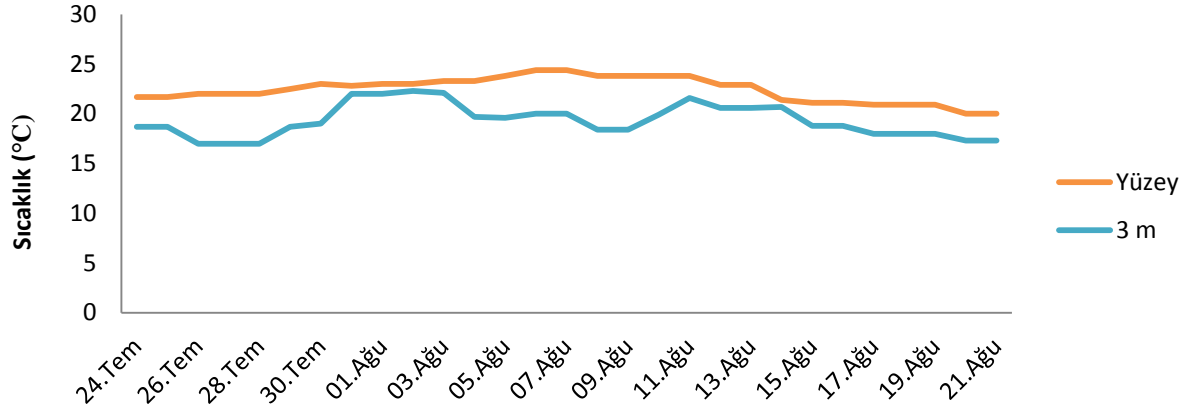
Tablo 5. Deneme gruplarındaki katalaz (CAT, U/mg protein) enzim aktivitesi değerleri

Table 5. Catalase (CAT, U / mg protein) enzyme activity values in the experimental groups

CAT	7. Gün	28. Gün
Kontrol	36.58±2.84aA	37.32±6.08aA
Deneme	32.43±3.15aA	37.25±3.33aA

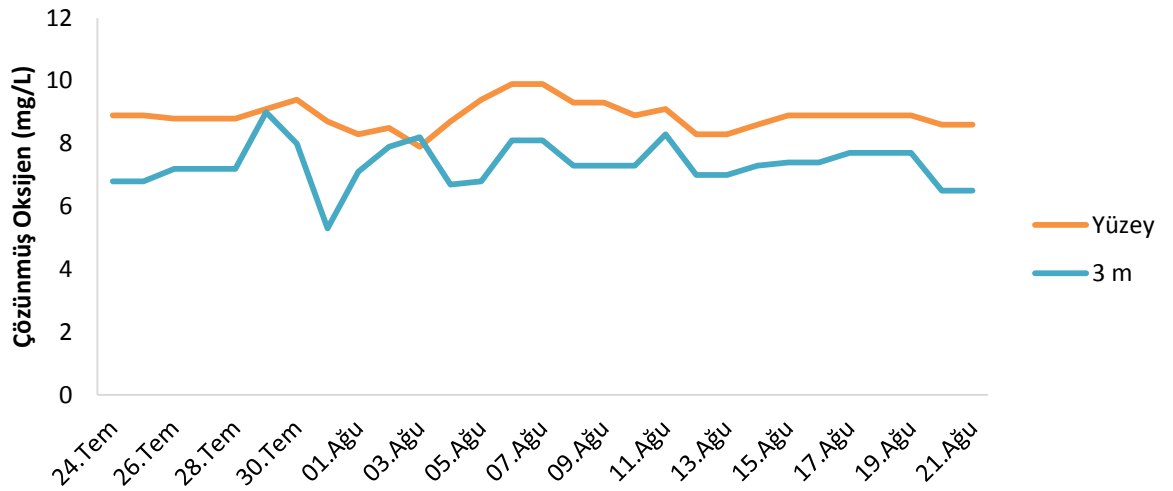
Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üssel harflerle (a, b) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı satırda farklı üssel harflerle (A, B) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). CAT: Katalaz.

Deneme süresince ortalama su sıcaklıkları ve çözünmüş oksijen miktarı yüzeyde 22.42 ± 0.24 °C ve 8.88 ± 0.08 mg/L ve 3 metrede 19.32 ± 0.31 °C ve 7.34 ± 0.13 mg/L olarak tespit edilmiştir. Çalışma süresince ölçülen su sıcaklık ve çözünmüş oksijen değerleri Şekil 1 ve Şekil 2 de gösterilmiştir.



Şekil 1. Ticari ortamda gerçekleştirilen çalışmaya ait yüzey ve 3 metredeki su sıcaklığının günlere göre değişimi

Figure 1. Water temperature changes related to study carried out in a commercial operating conditions



Şekil 2. Ticari ortamda gerçekleştirilen çalışmaya ait yüzey ve 3 metredeki çözünmüş oksijen konsantrasyonunun günlere göre değişimi

Figure 2. Dissolved oxygen changes related to study carried out in a commercial operating conditions

4. Tartışma ve Sonuç

Son yıllarda su ürünleri alanında araştırmacılar ve yetiştiriciler hastalıkları önlemek, büyüme performansını artırmak ve bağışıklık sistemini güçlendirmek amacıyla antioksidan özellik gösteren bitkisel katkı maddelerine yönelmeye başlamıştır. Araştırmalar bu maddelerin oldukça yararlı etkilerinin olduğunu göstermiştir. Bitkisel katkı maddesi kullanımının en büyük avantajı, bu maddelerin doğal içerikli olması ve balık, insan ya da çevreye zarar vermemeleridir (Gabor ve ark. 2012). Tıbbi bitkiler insanlar tarafından binlerce yıl boyunca ilaç ve bağışıklık güçlendirici olarak kullanılmıştır. Bitkisel ekstraktların çeşitli stres etkenleri altında balıkların yaşama oranı, büyüme performansı ve bağışıklık sistemini geliştirdiği bilimsel çalışmalar ile kanıtlanmıştır.

Samsun ilinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin önemli bir kısmı baraj göllerinde, ağ kafeslerde gerçekleştirilmektedir. Ancak yaz aylarında (temmuz-ağustos) su sıcaklığının yükselmesiyle birlikte, gökkuşağı alabalığı strese girmekte, hastalık gözlenmekte, yem alımı azalmakta ve yetiştiriciler yoğun balık ölümleriyle karşı karşıya kalmaktadır (Akyüz ve ark. 2018).

Bu çalışmada, halk arasında yüzyıllardır tıbbi amaçlı olarak kullanılan bir bitki olan karayemiş yaprağı, yüksek antioksidan içeriği ve Karadeniz Bölgesi'nde bol bulunması nedeniyle tercih edilmiştir. Karayemiş yaprağının sıcaklık stresi altındaki gökkuşağı alabalığında büyüme, yaşama oranı ve karaciğerde katalaz enzim aktivitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla, çalışma ticari bir alabalık yetiştiricilik tesisinde yürütülmüştür.

Ön denemede, farklı konsantrasyonlarda (0, 1, 2.5, 5, 10 ve 15 g/kg) yeme katılarak kullanılan karayemiş yaprağı ekstraktının alabalıklar üzerinde toksik etkisi olmadığı ve 10 g/kg yem karayemiş yaprağı ekstraktının en uygun konsantrasyon olduğu belirlenmiştir. Buna göre, karayemiş yaprağı ekstraktının balıklarda direnci ve dolayısıyla yaşama oranını arttırdığı söylenebilir. Yaşama oranı bakımından ticari yetiştiricilik ortamında yürütölen çalışma sonucunda, kontrol (%88.00±3.90) ve deneme (%96.60±2.03) grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ancak yaşama oranının deneme grubunda kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Mevcut çalışmamızda istatistiksel olarak fark görölmese de yaşama oranının deneme grubunda kontrol grubuna oranla daha yüksek çıkması, karayemiş yaprağının 5 g/kg konsantrasyonunda kullanıldığında dahi yaşama oranını arttırabileceğini göstermektedir. Daha önce yapılan araştırmalara göre zeytinyağı yaprağı ekstraktının (*Olea europea* L.) *Yersinia ruckeri* enfeksiyonuna karşı gökkuşağı alabalığında (Baba ve ark., 2018), raventin (*Rheum rhabarbarum*) *Megalobrama amblycephala* fingerlinglerinde *A. hydrophila* patojenine karşı (Liu ve ark. 2012), propolis ve sarısabır (*Aloe barbadensis*) ekstraktı karışımının Nil tilapyasında (*Oreochromis niloticus*) *A. hydrophila* patojenine karşı (Dotta ve ark. 2018), sineolun gökkuşağı alabalığında (Hoseini ve ark. 2018), morsalkım (*Withania somnifera*) ve vitamin C karışımının su kaynaklı demir toksisitesi ve düşük pH'a karşı rohu (*Labeo rohita*) fingerlinglerinde (Laltlanmawia ve ark. 2018), moringo bitkisinin (*Moringa oleifera*) *A. hydrophila* patojenine karşı Mozambik tilapyasında (*Oreochromis mossambicus*) (Mbokane ve Moyo 2018a), yavşan (*Artemisia afra*) bitkisinin *A. hydrophila* patojenine karşı Mozambik tilapyasında (Mbokane ve Moyo 2018b), sarmısağın (*Allium sativum*) Nil tilapyasında (Metwally 2009), sineolun yüksek stok yoğunluk stresinde gökkuşağı alabalığında (Mirghaed ve ark. 2018), kadife fasülyesinin (*Mucuna pruriens*) *A.*

hydrophila patojenine karşı Mozambik tilapyasında (Musthafa ve ark. 2018), Java eriğinin (*Syzygium cumini*) *Vibrio parahaemolyticus* patojenine karşı Pasifik beyaz karidesinde (*Litopenaeus vannamei*) (Prabu ve ark. 2018), tarçının (*Cinnamomum zeylanicum*) hipoksi stresi altında Nil tilapyasının (Abdel-Tawwab 2018), karayemişin gökkuşağı alabalığında (Akyüz ve ark. 2018) ve kekiğin (*Origanum heracleoticum*) *A. hydrophila* patojenine karşı kanal yayın balığında (*Ictalurus punctatus*) (Zheng ve ark. 2009) yaşama oranında artış yaptığı bildirilmiştir.

Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışması sonucunda, canlı ağırlık artışı spesifik büyüme oranı ve yem değerlendirme sayısı bakımından kontrol ve deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Bu durumda düşük konsantrasyonda kullanılan karayemiş ekstraktının yem alımını ve dolayısıyla büyümeyi etkilemediği görülmektedir. Dadras ve ark., (2016) mersin morinasında (*Huso huso*) kuşburnunun (*Rosa canina*) çeşitli konsantrasyonlarda (10 ve 20 g/kg) büyüme üzerine etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, canlı ağırlık artışının deneme gruplarında kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Ancak spesifik büyüme oranı bakımından gruplar arasında fark bulunmadığı bildirilmiştir. Moringo ve yavşan bitkilerinin çeşitli konsantrasyonlarda toz formundaki yapraklarının Mozambik tilapiyası yemlerinde kullanımının ağırlık artışı, yem dönüşüm oranı ve spesifik büyüme oranı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Mbokane ve Moyo 2018a; Mbokane ve Moyo 2018b). Bunun aksine Yılmaz ve Ergün (2013) Mazambik tilapiyası yemlerinde civciv otu (*Stellaria media*) yaprağı ununun çeşitli konsantrasyonlarda kullanımının doz artışı ile birlikte final ağırlığı, ağırlık kazancı, yem dönüşüm oranı, vücut protein ve yağ seviyelerini negatif etkilediğini bildirmişlerdir. Tan ve ark., (2018) mabet ağacı (*Ginkgo biloba*) yaprağının çeşitli konsantrasyonunda kullanımının hybrid orfozun (*Epinephelus lanceolatus*♂ × *Epinephelus fuscoguttatus*♀) büyüme performansını ve yem kullanımını etkilemediğini bildirmişlerdir. Pitaksong ve ark. (2012) termal ve asidik stres altındaki hibrid kedi balığında (*Clarias gariepinus*♀ x *Heterobranchus bidorsalis*♂) C ve E vitaminlerinin büyüme üzerine etkilerini inceledikleri çalışmaları sonucunda, antioksidan özelliğe sahip bu vitaminlerin ilave edildiği yemlerle beslenen gruplarda, yem değerlendirme sayısı bakımından önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir. 15 g/kg konsantrasyonunda yeme ilave edilen karayemiş yaprağı ekstraktının farklı sıcaklıklarda kullanımının gökkuşağı alabalığında büyümeyi 15°C’de geriletmediği, 21°C’de ise olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Akyüz ve ark. 2018). Aynı araştırmacılar kısa süreli ve sıcaklık stresi altındaki gökkuşağı alabalıklarında karayemiş yaprağı ekstraktının spesifik büyüme oranını olumlu yönde etkileyebileceğini ancak uzun vadede ve yüksek konsantrasyonda bunun büyümede gerilemeye neden olabileceğini ifade etmişlerdir. Birçok durumda, tıbbi bitkiler içeren yemlerle beslenen balıklarda görülen düşük büyüme performansının, bu bitkilerde bulunan saponin ve tanen gibi biyoaktif anti besinsel bileşenlerin bulunmasına ve bunların yüksek konsantrasyonlarda hayvanlar için toksik etkisinden kaynaklandığı bilinmektedir. Bu bileşenlerin yüksek dozları sindirim işleminde enzimler ve besinlerin kullanılabilirliğini azaltır. Bu bileşenler aynı zamanda yeme acı bir tat vererek yem alma isteğini azaltır ve sonuç olarak büyüme negatif olarak etkilenir (Gabriel ve ark. 2015). Karayemiş yapraklarının da yüksek miktarda tanen içerdiği bildirilmiştir (Robinson 1929). Bu nedenle, bu çalışmada kullanılan karayemiş konsantrasyonunda anti besinsel bileşenlerin çok düşük konsantrasyonlarda olduğu ve balıklara zarar vermediği görülmektedir.

Ticari yetiştiricilik ortamında yürütülen çalışma sonucunda, biyokimyasal parametrelerden ham protein ve ham kül bakımından deneme ve kontrol grupları arasındaki fark istatistiksel

olarak önemli bulunmazken, nem kontrol grubunda ham yağ deneme grubunda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bazı biyolojik parametrelerden hepatosomatik indeks, viserosomatik indeks, kondüsyon faktörü ve karkas verimi oranları açısından ise herhangi bir fark gözlenmemiştir. Dedi ve ark. (2016)'nin çeşitli oranlarda yeme katılan tarçın yaprağının sazanda (*Cyprinus carpio*) büyüme ve et kalitesine etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, protein miktarının yalnız %1 tarçın ilaveli yemle beslenen grupta artış gösterdiğini, yağ oranının ise artan tarçın konsantrasyonuna paralel olarak azaldığını ve yine nemin sadece en yüksek konsantrasyonda istatistiki olarak arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar yağ miktarındaki azalmanın nedeninin, besinlerin daha uzun sürede midede kalması bağlı olarak düşük kan şekereinden dolayı ve tarçının kolesterol ve trigliseridi düşürmesi ile sazanda yağ birikiminin ortaya çıkmasını engelleyebileceğini ifade etmişlerdir. Mushahida-Al-Noor ve ark. (2012)'nin farklı oranlarda E vitamini içeren yemlerle beslenen çizgili yayın balığında (*Pangasius hypophthalmus*) yağ oranının E vitamini ile beslenen gruplarda kontrol grubuna oranla artış gösterdiğini, ham kül bakımından ise gruplar arasında fark gözlenmediğini bildirilmiştir. Tan ve ark. (2018) mabet ağacı yaprağının çeşitli konsantrasyonlarda kullanımının hybrid orfozda nem ve ham yağ oranına etkisinin olmamasına rağmen ham protein ve kül oranını arttırdığını, ancak hepatosomatik indeks, viserosomatik indeks ve kondüsyon faktörü üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Sun ve ark. (2018) hybrid orfoz yeminde ginseng (*Panax notoginseng*) kullanımının bazı büyüme ve immün parametrelerine etkisini araştırdıkları çalışmada, ginsengin ham protein ve ham yağ oranının arttırdığını bildirmişlerdir. Kanal yayın balığı diyetinde kekik kullanımı hepatosomatik indeks, viserosomatik indeks ve kondüsyon faktörünü arttırsa bile, kontrol grubundan istatistiksel olarak fark göstermediği bildirilmiştir (Zheng ve ark. 2009). Tıbbi bitkisel bitki kullanımının balıklarda biyokimyasal kompozisyon ve biyolojik parametreler üzerine farklı etkiler göstermesi, bu bitkilerin balıklarda büyüme uyarım mekanizması üzerine etkilerinin tam olarak bilinmemesinden kaynaklandığını ve bu konuların gelecekte araştırılması gerektiğini göstermektedir.

CAT, yüksek eritrosit aktivitesi gösteren tüm omurgalıların dokularında bulunur. Çalışmalar hücre içi hidrojen peroksit (H_2O_2) konsantrasyonlarının yüksek olduğu durumlarda, CAT'ın oksidatif stresin kontrol edilmesinde daha etkili olduğunu göstermektedir. H_2O_2 atmosferik oksijene maruz kalan organizmalarda hücrel metabolizmanın bir ürünüdür ve oksidatif strese bağlı çeşitli patolojilerle ilişkilidir. Hücrelere toksik olan H_2O_2 hızla zararsız olan bir kimyasal türe dönüştürülmelidir. Bağışıklık sisteminin bazı hücreleri antibakteriyel ajan olarak kullanılmak üzere H_2O_2 üretir. CAT'lar çoğu hücrenin peroksizomlarında bulunduğu ve yağ asitlerinin metabolizmasında yer almalarından dolayı, aktivitelerindeki değişikliklerini de yorumlamak zor olabilir (Dotta et al., 2018). Bu nedenle, eritrositlerin katalitik aktiviteleri, oksidatif strese maruz kalan balıklarda daha uygun bir işaretçi olabilir. Ticari yetiştiricilik ortamında yürütülen uygulama çalışmasında, çalışmanın 7. ve 28. günlerinde örneklenen karaciğer dokusunda gerçekleştirilen CAT analizlerinin sonuçlarına bakıldığında, kontrol ve deneme grupları için CAT aktiviteleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. Ancak deneme grubunda 28. günde CAT aktivitesinin (37.25 ± 3.33) 7. güne oranla (32.43 ± 3.15) önemli oranda fazla olduğu da görülmektedir. Hisar ve ark. (2012)'nin düşük su sıcaklığı ($9^\circ C$) ile strese sokulan yavru gökkuşuğu alabalığında yeme ilave edilen diludin, karaciğer enzim aktivitelerine olan etkilerini inceledikleri 10 hafta süren çalışmaları sonucunda, CAT aktivitesi bakımından gruplar arasında fark gözlenmediği bildirilmiştir. Jiang vd., (2016)'nin farklı konsantrasyonlarda (0, 1, 5 g/kg) kurkumin ilaveli yemlerle beslenen Japon balığında antioksidan enzim

aktivitelerini inceledikleri çalışmaları sonucunda, 5 g/kg kurkumin ilaveli yemle beslenen balıklarda CAT miktarında artış gözlemlendi ancak 1 g/kg kurkumin ilavesinin CAT aktivitesine etki etmediği bildirilmiştir. Bununla birlikte, Sönmez ve ark. (2015)'nin gökkuşuğu alabalığında yeme katılan adaçayı, nane ve bahçe kekiği yağlarının antioksidan enzimler üzerine etkisini inceledikleri 60 gün süreli çalışmaları sonucunda, yağ katkısı yapılan tüm gruplarda karaciğer dokusundaki CAT miktarının önemli oranda azaldığı bildirilmiştir. Sineolun yüksek stok yoğunluk stresinde gökkuşuğu alabalığında fizyolojik, immünolojik ve antioksidan enzimler üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, yemde artan sineol ile birlikte CAT aktivitesinin arttığı ancak stress sonrasında ise bu aktivitenin düştüğü bildirilmiştir (Mirghaed ve ark. 2018). Lygren ve ark. (2000)'nin hiperoksi stresi altındaki Atlantik somonu (*Salmo salar*) smoltlarında yeme çeşitli konsantrasyonlarda ilave edilen all-rac- α -tokoferil asetatın SOD, CAT ve GPx enzimleri üzerine etkilerini inceledikleri 12 hafta süren çalışmaları sonucunda, bu maddenin bu koşullar altında antioksidan enzimlere herhangi bir etkisinin bulunmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca El-Gawad ve ark. (2016)'nin farklı konsantrasyonlarda fruktooligosakkarit ilaveli yemlerle beslenen Nil tilapularında antioksidan enzim aktivitelerini inceledikleri 6 hafta süren çalışmaları sonucunda, SOD aktivitesinin azaldığı, CAT aktivitesinde değişim gözlenmediği ve GPx aktivitesinde azalma gözlemlendiği bildirilmiştir. Yeme çeşitli konsantrasyonlarda (1, 5, 10 ve 15 g/kg) katılan karayemiş yaprağı ekstraktının 13°C'de ve daha sonra yürütülen diğer bir çalışmada ise 3 farklı sıcaklık uygulaması (15, 19 ve 21°C) ile oksidatif stres oluşturulan gökkuşuğu alabalıklarında, incelenen antioksidan enzimler [süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx)] üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Akyüz ve ark. 2018). Yapılan bu çalışmanın ön çalışma sonucunda yeme katılacak en uygun karayemiş yaprağı ekstraktı konsantrasyonu 10 g/kg yem olarak belirlenmesine rağmen ticari yetiştiricilik ortamında yürütülen çalışmada yaprak kurutma, ekstrakt çıkarma ve yem hazırlama işlemlerinin gerektirdiği iş yükü ve kullanılacak yaprak bulmanın zorluğu nedeniyle ekstrakt miktarı 5 g/kg'a düşürülmüştür. Dolayısıyla ileride ticari ortamda yapılacak başka çalışmalarda ekstrakt miktarı artırılarak ve belki daha yüksek stok yoğunluğuna sahip ağ kafeslerde gökkuşuğu alabalığının yaşama oranı, büyüme performansı ve antioksidan enzimler üzerine etkileri tekrar incelenebilir. Aynı şekilde, CAT aktivitesi açısından elde edilen bu sonuçlar dikkate alındığında, ileride yapılacak daha detaylı çalışmalar ile yemlere ilave edilebilen karayemiş yaprağı ekstraktının, yalnızca yüksek sıcaklık stresi değil diğer stres etkenleri açısından ve sadece gökkuşuğu alabalığı değil diğer farklı türlerde de antioksidan etkileri değerlendirilebilir.

Sonuç olarak ekonomik ve kolay bulunan bir bitki olan karayemişin, su ürünleri yetiştiriciliğinde yaz aylarındaki sıcaklık artışı süresince yeme ilave edilerek yaşanan kayıpları engelleyen yeni bir antioksidan madde olma potansiyeline sahip olduğu bu çalışmaların sonuçlarına göre söylenebilir.

5. Teşekkür

Bu çalışma, Ayşe PARLAK AKYÜZ'ün Doktora Tezinden üretilmiş olup, Sinop Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Koordinatörlüğü (BAP) tarafından SÜF-1901-14-03 proje numarası ile desteklenmiştir. Denemede kullanılan balıkların temin edildiği ve denemenin yürütüldüğü Kuzey Su Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti.'nin sahibi Osman PARLAK ve enzim analizlerini yapan Bilim Sağ. ve Lab. Hiz. Tic. Ltd. Şti.'ne teşekkür ederiz.

6. Kaynaklar

- Abdel-Tawwab, M., Samir, F., El-Naby, A. S. A., Monier, M. N. 2018. Antioxidative and immunostimulatory effect of dietary cinnamon nanoparticles on the performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) and its susceptibility to hypoxia stress and *Aeromonas hydrophila* infection. *Fish and Shellfish Immunology*, 74:19-25. doi: 10.1016/j.fsi.2017.12.033.
- Akyüz, A.P., Dernekbaşı, S., Karayücel, İ. 2018. Yüksek sıcaklıkla oksidatif strese maruz bırakılan Gökkuşluğu Alabalığında (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792), Karayemiş yaprağı (*Laurocerasus officinalis* Roem.) ekstraktının büyüme, yaşama oranı ve bazı antioksidan enzimler üzerine etkisi. *Su Ürünleri Dergisi*, 35 (2):131-139. doi: 10.12714/egejfas.2018.35.2.05
- AOAC, 1995. *Animal Feed*. W. Horwitz (Ed.). Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists, 13th Edition 7, 125. USA
- Baba, E., Acar, Ü., Yılmaz, S., Zemheri, F., Ergün, S. (2018). Dietary olive leaf (*Olea europea* L.) extract alters some immune gene expression levels and disease resistance to *Yersinia ruckeri* infection in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Fish and Shellfish Immunology*, 79:28-33. Doi.org/10.1016/j.fsi.2018.04.063
- Coutant, C. 1976. Thermal effects on fish ecology. In: *Encyclopedia of Environmental Science and Engineering*. NY: Gordon and Breach Publishers. Page 891-896.
- Dadras, H., Hayatbakhsh, M.R., Shelton, W.L., Golpour, A. 2016. Effects of dietary administration of Rose hip and Safflower on growth performance, haematological, biochemical parameters and innate immune response of Beluga, *Huso huso* (Linnaeus, 1758). *Fish and Shellfish Immunology*, 59:109-114. doi: 10.1016/j.fsi.2016.10.033.
- Dedi, J., Hutama, A.A., Nurhayati, T., Vinasyiam, A. 2016. Growth performance and flesh quality of common carp, *Cyprinus carpio* feeding on the diet supplemented with cinnamon (*Cinnamomum burmannii*) leaf. *AACL Bioflux*, 9 (5): 937-943.
- Dotta, G., De Andrade, J.I.A., Garcia, P., Alves-Jesus, G.F., Mouriño, J.L.P., Mattos, J.J., Bairy, A.C.D., Martins, M.L. 2018. Antioxidant enzymes, hematology and histology of spleen in Nile tilapia fed supplemented diet with natural extracts challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Fish and Shellfish Immunology*, 79:175-180. doi: 10.1016/j.fsi.2018.05.024.
- Ekambaram, P., Narayanan, M., Jayachandran, T. 2014. Changes in oxidative stress and antioxidant status in stressed fish brain. *International Journal of Science and Research* 3, 5:164-170. Paper ID: 020131642
- El-Gawad, E.A.A., El-Latif, A.M.A., Shourbela, R.M. 2016. Enhancement of antioxidant activity, non-specific immunity and growth performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* by dietary fructooligosaccharide. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 7:427. doi: 10.4172/2155-9546.1000427
- Engin, M.S. 2007. Taflan (*Laurocerasus officinalis* Roem.) bitkisinin meyve, çekirdek ve yapraklarının mevsim değişikliğine göre antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi ve fenolik bileşik tayini. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı.
- Gabor, E.F., Ichim, O., Şuteu, M. 2012. Phyto-additives in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) nutrition. *Biharean Biologist*, 6 (2):134-139.
- Gabriel, N.N., Qiang, J., He, J., Ma, X.Y., Kpundeh, M.D., Xu, P. 2015. Dietary Aloe vera supplementation on growth performance, some haemato-biochemical parameters and disease resistance against *Streptococcus iniae* in tilapia (GIFT). *Fish and Shellfish Immunology*, 44:504-514. doi: 10.1016/j.fsi.2015.03.002.
- Govind, P., Madhuri, S., Mandloi, A.K. 2012. Immunostimulant effect of medicinal plants on fish. *International Research Journal of Pharmacy*, 3 (3):112-114.
- Gökçe, A., Whalon, M.E., Çam, H., Yanar, Y., Demirtaş, İ., Gören, N. 2007. Contact and residual toxicities of 30 plant extracts to Colorado potato beetle larvae. *Archives Of Phytopathology and Plant Protection*, 40: 441-450. doi:10.1080/03235400600628013
- Guardiola, F., Porcino, C., Cerezuela, R., Esteban, M.A. 2016. Impact of date palm fruits extracts and probiotic enriched diet on antioxidant status, innate immune response and immune-related gene expression of European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Fish and Shellfish Immunology*, 52:298-308. doi: 10.1016/j.fsi.2016.03.152.
- Hisar, O., Yanık, T., Kocaman, E.M., Arslan, M., Slukvin, A., Goncharova, R. 2012. Effects of diludine supplementation on growth performance, liver antioxidant enzyme activities and muscular trace elements of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles at low water temperature. *Aquaculture Nutrition*, 18:211-219. doi: 10.1111/j.1365-2095.2011.00890.x.

- Hoseini, S.M., Mirghaed, A.T., Iri, Y., Ghelichpour, M. 2018. Effects of dietary cineole administration on growth performance, hematological and biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 495:766-772. doi:10.1016/j.aquaculture.2018.06.073
- Jiang, J., Wu, X.Y., Zhou, X.Q., Feng, L., Liub, Y., Jiang, W.D., Wu, P., Zhao, Y. 2016. Effects of dietary curcumin supplementation on growth performance, intestinal digestive enzyme activities and antioxidant capacity of crucian carp *Carassius auratus*. *Aquaculture*, 463: 174-180. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.05.040
- Laltlanmawia, C., Saha, R.K., Saha H., Biswas, P. 2018. Ameliorating effects of dietary mixture of *Withania somnifera* root extract and vitamin C in *Labeo rohita* against low pH and waterborne iron stresses. *Fish and Shellfish Immunology*, doi: 10.1016/j.fsi.2018.09.008.
- Lee, D.H., Ra, C.S., Song, Y.H., Sung, K., Kim, J.D. 2012. Effects of dietary garlic extract on growth, feed utilization and whole body composition of juvenile sterlet sturgeon (*Acipenser ruthenus*). *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25 (4):577-583. doi: 10.5713/ajas.2012.12012.
- Liu, B., Xie, J., Ge, X., Xu, P., Miao, L., Zhou, Q., Pan, L., Chen, R. 2012. Comparison study of the effects of anthraquinone extract and emodin from *Rheum officinale* Bail on the physiological response, disease resistance of *Megalobrama amblycephala* under high temperature stress. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12:905-916. doi: 10.4194/1303-2712-v12_4_18
- Lygren, B., Hamre, K., Waagbo, R. 2000. Effect of induced hyperoxia on the antioxidant status of Atlantic salmon *Salmo salar* L. fed three different levels of dietary vitamin E. *Aquaculture Research*, 31:401-407. doi:10.1046/j.1365-2109.2000.00459.x
- Mbokane, E. M., Moyo, N.A.G. 2018a. Alterations of haemato-biochemical parameters pre and post-challenge with *Aeromonas hydrophila* and survival of *Oreochromis mossambicus* fed *Moringa oleifera*-based diets. *Fish and Shellfish Immunology*, 83:213-222. doi: 10.1016/j.fsi.2018.09.017.
- Mbokane, E.M., Moyo, N.A.G. 2018b. A preliminary investigation into the potential effect of *Artemisia afra* on growth and disease resistance in sub-adults of *Oreochromis mossambicus*. *Aquaculture*, 482:197-202. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.09.047
- Metwally, M.A.A. 2009. Effects of garlic (*Allium sativum*) on some antioxidant activities in *Tilapia nilotica* (*Oreochromis niloticus*). *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 1: 56-64.
- Mirghaed, A.T., Hoseini, S.M., Ghelichpour, M. 2018. Effects of dietary 1,8-cineole supplementation on physiological, immunological and antioxidant responses to crowding stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish and Shellfish Immunology*, 81:182-188. doi: 10.1016/j.fsi.2018.07.027.
- Mushahida-Al-Noor, S., Hossain, D., Islam, A. 2012. The study of fillet proximate composition, growth performance and survival rate of striped catfish fed with diets containing different amounts of alpha-tocopherol (vitamin-E). *Journal of Bio-Science*, 20: 67-74. doi:10.3329/jbs.v20i0.17658
- Musthafa, M.S., Asgari, S.M., Kurian, A., Elumalai, P., Ali, A.R.J., Paray, B.A., Al-Sadoon, M.K. 2018. Protective efficacy of *Mucuna pruriens* (L.) seed meal enriched diet on growth performance, innate immunity, and disease resistance in *Oreochromis mossambicus* against *Aeromonas hydrophila*. *Fish and Shellfish Immunology*, 75:374-380. doi: 10.1016/j.fsi.2018.02.031.
- Newman, S.G. 2000. Management and prevention of stress in aquaculture with a focus on farmed shrimp. Fourth Latin American Aquaculture Congress and Seafood Trade Show, 2000- Oct 25-28.
- Pitaksong, T., Kupittayanant, P., Boonanutanasarn, S. 2012. The effects of vitamins C and E on the growth, tissue accumulation and prophylactic response to thermal and acidic stress of hybrid catfish. *Aquaculture Nutrition*, 19(2):148-162. doi:10.1111/j.1365-2095.2012.00950.x
- Prabu, D.L., Chandrasekar, S., Ambashankar, K., Dayal, S. J.,Ebenezar,S., Ramachandran, K., Kavitha, M., Vijayagopal, P. 2018. Effect of dietary *Syzygium cumini* leaf powder on growth and non-specific immunity of *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) and defense against virulent strain of *Vibrio parahaemolyticus*. *Aquaculture*, 489:9-20. doi:10.1016/j.aquaculture.2018.01.041
- Robinson, M.E. 1929. Methods for the determination of the nitrogenous constituents of a cyanoporic plant: *Prunus laurocerasus*. *Biochemical Journal*, 23 (5):1099-1113.
- Sönmez, A.Y., Bilen, S., Alak, G., Hisar, O., Yanık, T., Biswas, G. 2015. Growth performance and antioxidant enzyme activities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles fed diets supplemented with sage, mint and thyme oils. *Fish Physiology and Biochemistry*, 41:165-175. doi: 10.1007/s10695-014-0014-9.
- Sun, Z., Tan, X., Ye, H., Zou, C., Ye, C., Wang, A. 2018. Effects of dietary *Panax notoginseng* extract on growth performance, fish composition, immune responses, intestinal histology and immune related genes expression of hybrid grouper (*Epinephelus lanceolatus* ♂ × *Epinephelus fuscoguttatus* ♀) fed high lipid diets. *Fish and Shellfish Immunology*, 73: 234-244. doi: 10.1016/j.fsi.2017.11.007.
- Tan, X., Sun, Z., Liu, Q., Ye, H., Zou, C., Ye, C., Wang, A., Lin, H. 2018. Effects of dietary ginkgo biloba leaf extract on growth performance, plasma biochemical parameters, fish composition, immune responses, liver histology, and immune and apoptosis-related genes expression of hybrid grouper

- (*Epinephelus lanceolatus*♂ × *Epinephelus fuscoguttatus*♀) fed high lipid diets. *Fish and Shellfish Immunology*, 72:399-409. doi: 10.1016/j.fsi.2017.10.022.
- Yılmaz, S., Ergün, S. (2013). Chickweed (*Stellaria media*) leaf meal as a feed ingredient for tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Journal of Applied Aquaculture*, 25(4): 329-336. Doi: 10.1080/10454438.2013.851531
- Zheng, Z.L., Tan, J. Y.W., Liu, H.Y., Zhou , X.H., Xiang , X., Wang, K.Y. 2009. Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 292:214-218. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.04.025
- Zhou, Q., Li, K., Jun, X. & Bo, L. (2009). Role and functions of beneficial microorganisms in sustainable aquaculture. *Bioresource Technology*, 100:3780–3786. doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.037.