

**T.C.  
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARAHİNDİBA (*Taraxacum officinalis*) VE SAKAL YOSUNU  
(*Usnea barbata*) İÇEREN YEMLERLE BESLENEN GÖKKUŞAĞI  
ALABALIĞI YAVRULARINDA (*Oncorhynchus mykiss*)  
ANTİOKSİDAN ENZİM AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

**Mohamed Omar Abdalla SALEM**

**Danışman  
Jüri Üyesi  
Jüri Üyesi**

**Yrd. Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ  
Yrd. Doç. Dr. Soner BİLEN  
Prof. Dr. Talet YANIK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**KASTAMONU – 2017**

## TEZ ONAYI

Mohamed Omar Abdalla SALEM tarafından hazırlanan "Karahindiba (*Taraxacum officinalis*) ve Sakal Yosunu (*Usnea Barbata*) İçeren Yemlerle Beslenen Gökkuşığı Alabalığı Yavrularında (*Onchorhynchus mykiss*) Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

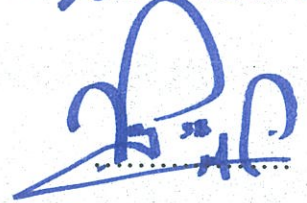
Danışman

Yrd. Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ  
Kastamonu Üniversitesi



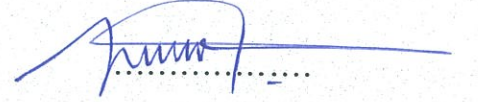
Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Soner BİLEN  
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Telat YANIK  
Atatürk Üniversitesi



03/03/2017

Enstitü Müdür V.

Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ



## TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

Mohamed Omar Abdalla SALEM



## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### KARAHİNDİBA (*Taraxacum officinalis*) VE SAKAL YOSUNU (*Usnea barbata*) İÇEREN YEMLERLE BESLENEN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI YAVRULARINDA (*Oncorhynchus mykiss*) ANTİOKSİDAN ENZİM AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Mohamed Omar Abdalla SALEM  
Kastamonu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ

Bu çalışmada, karahindiba (*Taraxacum officinalis*) ve sakal yosununun (*Usnea barbata*) gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) antioksidan etkileri belirlenmiştir. Bu amaçla, bitkilerin dört farklı dozdaki (0 % (Kontrol), % 0,1, %0,5 ve % 1)) sulu metanolik özütü yemlere eklenmiştir. Balıklar bu yemlerle 75 gün boyunca beslenmişlerdir. Çalışmanın her 15, 45 ve 75. günlerinde, tüm deneme gruplarından doku örnekleri (karaciğer ve beyaz kas) alınmıştır. Tüm bu örneklerden, antioksidan aktiviteyi belirlemek için, SOD, CAT, GPX, G6PDH ve lipid peroksidasyonu belirlenmiştir. Ayrıca çalışma sonunda büyüme performansları da belirlenmiştir. Çalışmada, SOD aktivitesi çalışmanın 15 ve 45. günlerinde % 0,1 K grubunda kontrol grubuna göre artış göstermiştir. Bununla birlikte, tüm liken gruplarında, 15. gün % 0,1 U grubu hariç, SOD aktivitesi düşüş göstermiştir. CAT, 75. gün % 0,1 K grubu hariç tüm gruplarda kontrol grubuna göre bir farklılık oluşturmamıştır ( $P>0,05$ ). GPX aktivitesi çalışmanın 15. gününde kontrol grubuna göre farklılık göstermemiştir. Bununla birlikte % 1 K ve % 1 U grubunda artış gözlenirken, % 0,1 U ve % 0,5 U gruplarında azalma gözlenmiştir ( $P<0,05$ ). G6PDH çalışmanın 15. gününde tüm karahindiba ve sakal yosunu gruplarında artış göstermiştir. Diğer tüm örnekleme zamanlarında, 75. gün % 0,5 K grubu hariç, G6PDH kayda değer oranda azalma göstermiştir. Lipid peroksidasyonu tüm karahindiba gruplarında kontrol grubuna göre azalmıştır. Bununla birlikte tüm sakal yosunu gruplarında azalma gözlenmiştir. Büyüme performansı açısından gruplar arasında bir farklılık tespit edilememiştir. Çalışma sonuçlarına göre, sakal yosunu antioksidan aktivite göstermezken, karahindiba antioksidatif karakter göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Gökkuşağı alabalığı, tıbbi bitki, antioksidan aktivite, *Taraxacum officinalis*, *Usnea barbata*.

2017, 43 sayfa  
Bilim Kodu: 1205

## ABSTRACT

MSc. Thesis

### INVESTIGATION OF ANTIOXIDAN ENZYME ACTIVITIES IN RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) JUVENILES FED DIETS SUPPLEMENTED WITH DANDELION (*Taraxacum officinalis*) and LICHEN (*Usnea barbata*)

Mohamed Omar Abdalla SALEM  
Kastamonu University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Aquaculture

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ

In this study, antioxidant effects of dandelion (*Taraxacum officinalis*) and lichen (*Usnea barbata*) in rainbow trout were investigated. With this aim, four different concentration of aqueous methanolic extract of plants (0 % (Control), % 0.1, %0.5 and % 1) were prepared and added to the feed. Fish were fed with the diet for 75 days. The tissue samples (liver and white muscle) were taken from each experimental groups at every 15th, 45th and 75th day of the study. From all samples, to determine antioxidant activity, SOD, CAT, GPX, G6PDH and lipid peroxidation were investigated. At the end of the study, growth performance was also determined. In the study, SOD activity was increased in group % 0.1 K on 15 and 45<sup>th</sup> day of the study compared to control. However, all lichen groups SOD activity were decreased compared to control in all sampling time except 15<sup>th</sup> day of the study in % 0.1 U group. CAT showed no activity compared to control ( $P>0.05$ ) in all experimental group's except % 0.1 K on 75th day. GPX activity showed no differences on 15<sup>th</sup> day of the study compared to control. There was an increasing activity in group % 1 K and % 1 U, and decreasing activity in group %0.1 U and % 0.5 U compared to control ( $P<0.05$ ). G6PDH was increased in all dandelion groups and lichen groups compared to control on 15<sup>th</sup> day of the study. All the other sampling time, G6PDH was significantly decreased compared to control except 75<sup>th</sup> day of the study in % 0.5 K group. Lipid peroxidation was significantly decreased in all dandelion groups compared to control. However, in lichen groups it was found that a significant increasing. No significant differences were determined amongs groups in terms of growth performance. According to the study results, dandelion showed an antioxidant character even though lichen showed no antioxidative activity.

**Key Words:** Rainbow trout, medicinal plant, antioxidane activity *Taraxacum officinalis*, *Usnea barbata*.

**2017, 43 pages**

**Science Code: 1205**

## TEŞEKKÜR

Tez çalışması boyunca yardımlarını esirgemeyen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ'e, saha ve laboratuvar çalışmalarındaki katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Soner BİLEN, Tarek A. Salem Altief ve Keriman Yürüten'e ve son olarak da bu süreçte manevi desteğini hiç eksik etmeyen sevgili aileme teşekkürü borç bilirim.

Mohamed Omar Abdalla SALEM  
Kastamonu, Mart, 2017



## İÇİNDEKİLER

|                                                         | Sayfa |
|---------------------------------------------------------|-------|
| ÖZET.....                                               | iv    |
| ABSTRACT.....                                           | v     |
| TEŞEKKÜR.....                                           | vi    |
| İÇİNDEKİLER .....                                       | vii   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                    | ix    |
| FOTOĞRAFLAR DİZİNİ .....                                | x     |
| GRAFİKLER DİZİNİ .....                                  | xi    |
| TABLolar DİZİNİ .....                                   | xii   |
| 1. GİRİŞ .....                                          | 1     |
| 1.1. Balıklarda Antioksidan Savunma Sistemi.....        | 2     |
| 1.2. Reaktif Oksijen Türleri ve Görevleri.....          | 3     |
| 1.2.1. Süperoksit Radikali .....                        | 3     |
| 1.2.2. Hidroksil Radikali .....                         | 4     |
| 1.2.3. Hidrojen Peroksit.....                           | 4     |
| 1.3. Karahindiba ( <i>Taraxacum officinalis</i> ) ..... | 4     |
| 1.4. Sakal yosunu ( <i>Usnea barbata</i> ).....         | 5     |
| 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....                             | 7     |
| 3. YÖNTEM.....                                          | 12    |
| 3.1. Materyal.....                                      | 12    |
| 3.1.1. Balık Materyali .....                            | 12    |
| 3.1.2. Deneme Yeri .....                                | 12    |
| 3.1.3. Çalışmada Kullanılan Bitkiler .....              | 12    |
| 3.2. Yöntem.....                                        | 13    |
| 3.2.1. Bitki Özütlерinin Çıkarılması .....              | 13    |
| 3.2.2. Antioksidan Enzim Aktiviteleri .....             | 13    |
| 3.2.2.1. Süperoksit Dismutaz Aktivitesi .....           | 13    |
| 3.2.2.2. Katalaz Aktivitesi .....                       | 14    |
| 3.2.2.3. Glutasyon Peroksidaz Aktivitesi.....           | 14    |
| 3.2.2.4. Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz Aktivitesi .....  | 14    |
| 3.2.2.5. Lipit Peroksidasyonu .....                     | 14    |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.3. Deneyin Kurgulanması .....                               | 14 |
| 3.2.4. Büyüme Performansı .....                                 | 15 |
| 3.2.5. İstatistiksel Analizler .....                            | 15 |
| 4. BULGULAR .....                                               | 17 |
| 4.1. Antioksidan Enzim Sisteminde Meydan Gelen Değişimler ..... | 17 |
| 4.1.1. Süperoksit Dismutaz Aktivitesi .....                     | 17 |
| 4.1.2. Katalaz Aktivitesi .....                                 | 20 |
| 4.1.3. Glutasyon Peroksidaz Aktivitesi .....                    | 23 |
| 4.1.4. Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz Aktivitesi .....            | 26 |
| 4.1.5. Lipit Peroksidasyonu .....                               | 29 |
| 4.2. Büyüme Performansı .....                                   | 32 |
| 5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....                                      | 34 |
| KAYNAKLAR .....                                                 | 39 |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                  | 43 |

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

|                               |                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| C                             | Santigrat                         |
| CAT                           | Katalaz                           |
| Dk                            | Dakika                            |
| DNA                           | Deoksiribonükleik asit            |
| FAO                           | Food and Agriculture Organization |
| g                             | Gram                              |
| Gr +                          | Gram Pozitif                      |
| G6PDH                         | Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz      |
| GR                            | Glutasyon Redüktaz                |
| GPX                           | Glutasyon Peroksidaz              |
| GSH                           | Glutasyon                         |
| GST                           | Glutasyon S Transferaz            |
| U                             | Unite                             |
| kg                            | Kilogram                          |
| EDTA                          | Etilen-diamin-tetra-asetat        |
| l                             | Litre                             |
| MDA                           | Malondialdehit                    |
| mg                            | Miligram                          |
| ml                            | Mililitre                         |
| POD                           | Peroksidaz                        |
| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | Hidrojen Peroksit                 |
| ·OH                           | Hidroksil                         |
| O <sub>2</sub>                | Oksijen                           |
| OH <sup>-</sup>               | Hidroksit                         |
| ROS                           | Reaktif Oksijen Türleri           |
| SOD                           | Süperoksit Dismutaz               |
| TAS                           | Toplam Antioksidan Durum          |
| TOS                           | Toplam Oksidan Durum              |
| TUİK                          | Türkiye İstatistik Kurumu         |
| µl                            | Mikrolitre                        |
| µg                            | Mikrogram                         |
| °                             | Derece                            |
| %                             | Yüzde                             |

## FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

|                                                                   | Sayfa |
|-------------------------------------------------------------------|-------|
| Fotoğraf 1.1. Karahindiba ( <i>Taraxacum officinalis</i> ). ..... | 5     |
| Fotoğraf 1.2. Sakal yosunu ( <i>Usnea barbata</i> ). .....        | 6     |



## GRAFİKLER DİZİNİ

|                                                                                                                         | Sayfa |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Grafik 4.1. Grupların kendi içlerinde farklı örnekleme zamanlarında meydana gelen SOD değişimleri .....                 | 19    |
| Grafik 4.2. Grupların kendi içlerinde farklı örnekleme zamanlarında meydana gelen CAT değişimleri .....                 | 22    |
| Grafik 4.3. Grupların kendi içlerinde farklı örnekleme zamanlarında meydana gelen GPX değişimleri. ....                 | 25    |
| Grafik 4.4. Grupların kendi içlerinde farklı örnekleme zamanlarında meydana gelen G6PDH değişimleri .....               | 28    |
| Grafik 4.5. Grupların kendi içlerinde farklı örnekleme zamanlarında meydana gelen lipit peroksidasyonu değişimleri..... | 31    |



## TABLÖLAR DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                             | Sayfa |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tablo 4.1.Karahindiba ve sakal yosunu ile 75 gün boyunca beslenen Alabalıkları karaciğer dokularında süperoksit dismutaz aktivitelerinde meydana gelen değişimler (U/ml). ....              | 17    |
| Tablo 4.2.Karahindiba ve sakal yosunu ile 75 gün boyunca beslenen Alabalıkların karaciğer dokularında katalaz aktivitelerinde meydana gelen değişimler (U/ml). ....                         | 21    |
| Tablo 4.3.Karahindiba ve sakal yosunu ile 75 gün boyunca beslenen Alabalıkları karaciğer dokularında glutatyon peroksidaz aktivitelerinde meydana gelen değişimler (U/ml). ....             | 23    |
| Tablo 4.4.Karahindiba ve sakal yosunu ile 75 gün boyunca beslenen alabalıkların karaciğer dokularında glukoz-6- fosfataz dehidrogenaz aktivitelerinde meydana gelen değişimler (U/ml). .... | 27    |
| Tablo 4.5.Karahindiba ve sakal yosunu ile 75 gün boyunca beslenen alabalıkların beyaz kas dokularında meydana gelen lipid peroksidasyonu (U/ml). ....                                       | 30    |
| Tablo 4.6.Karahindiba ve sakal yosunu ile 75 gün boyunca beslenen alabalıklar deneme sonunda büyüme performanslarında meydana gelen. ....                                                   | 33    |

## 1. GİRİŞ

Artan insan nüfusu doğal olarak ihtiyaçların da artmasına sebep olmaktadır. Özellikle hayvansal protein ihtiyacı olan talep her geçen gün artmaktadır. FAO (2016) verilerine göre 2030 yılında hayvansal protein tüketiminin kişi başına 40 kg olacağı tahmin edilmektedir.

Artan hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında su ürünleri üretimi önemli bir yer tutmaktadır. 2014 yılında su ürünleri tüketimi kişi başına 14 kg ile rekor kırmıştır (FAO 2016). Dolayısıyla su ürünleri üretiminde özellikle balık üretiminde yoğun kültür uygulamaları çok daha önem kazanmıştır. Gelinek teknoloji kullanımı ile birlikte birim alandan verim artışı da yükselmiştir (Bilen, Bilen ve Önal 2015). Bununla birlikte yoğun üretim koşulları ve çevresel etkiler balık sağlığını etkileyerek üretimde düşüşlere yada önemli ölçüde kayıplara sebep olmaktadır.

Balık üretiminde, çevresel etkilerden kaynaklanan, balıkların nakil ve aşılama gibi üretim süreçlerine tabi tutulmaları yada farklı dönemlerde meydana gelen ani su sıcaklığı değişimi gibi etkilerden dolayı oluşan stresin bir sonucu olarak bağışıklık sistemi zayıflamakta yada antioksidan sistemde meydana gelen metabolik olumsuzluklar balık sağlığını ciddi şekilde tehlikeye sokmaktadır. Balık sağlığını korumak için hem bağışıklık uyarıcılar (Bilen, Altunoğlu, Ulu ve Biswas, 2016) hem de antioksidan içeriğe sahip ürünler (Sönmez, Bilen, Alak, Hisar, Yanık vd., 2015) balık yemleri içerisine katılarak kullanılmaya başlanmıştır. Her geçen gün, üretimi yapılan ürünlerin etik olarak yetiştirilmesi, sağlık sorunlarının aşılması gibi nedenlerden dolayı antioksidan içeriğe sahip ürünlerin kullanımı daha da önem kazanmaktadır.

Oksidatif paradoks olarak adlandırılan ve  $O_2$ 'nin doğal moleküler yapısından kaynaklanan en önemli çatışma oksijenin formuna bağlı olarak hem bağışıklık yanıtta önemli rol oynaması hem de antioksidan sistem ile olan doğrudan ilişkisidir (Martinez-Alvarez, Morales ve Sanz 2005). Bu paradoks bir yandan canlının yaşamsal fonksiyonlarını yerine getirmesi açısından son derece önemliyken, diğer bir yandan bağışıklık sisteminin de olumlu çalışması için son derece önemlidir. Oksijen

radikallerinin olağandan fazla serbest bırakılması hücrenin kendi sistemi açısında tehlikeliyken bir yandan da patojenik canlıların neden olduğu hastalıklarla mücadelede olumlu etkileri vardır. Bu dengenin canlının faydasına olacak şekilde dengede tutulması son derece önemlidir.

Bu çalışmada, temel olarak ülkemizde bol olarak bulunan karahindiba (*Taraxacum officinali*) ve sakal yosunu (*Usnea barbata*) bitkilerinin sulu metanolik özütlerinin gökkuşuğı alabalık yavrularının (*Onchorhynchus mykiss*) antioksidan sistemi üzerinde meydana getirdiğı değışimler ve büyüme performansı üzerindeki etkileri değıerlendirilmiştir. Çalışmadaki temel amaç, balık üretiminde kullanılabilecek, temini ve işlenmesi kolay ve aynı zamanda antioksidan özellik gösteren yeni ürünlerin ortaya çıkarılması ve su ürünleri sektörü içerisinde kullanılmasının sağlanmasıdır.

### **1.1. Balıklarda Antioksidan Savunma Sistemi**

Temel olarak oksijen ( $O_2$ ), anerobik canlılar hariç tüm canlıların metabolik işlemlerinin gerçekleşmesinde hayati önem taşımaktadır ve bu bağımlılık aynı zamanda son derece toksik olarak da ortaya çıkmaktadır (Ahmad, 1995). Yaşamsal döngü içerisindeki bu durum oksijen paradoksu yada oksijenli yaşam paradoksu olarak da adlandırılmaktadır (Davies, 2000).

Oksidatif stres, reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşum oranlarının artması ile oluşmaktadır (Sies, 1986). Bunun sonucu olarak, proteinlerin oksidasyonu, DNA ve steroid içeriklerin ve hatta hücre membranlarındaki doymamış yağların okside olmasına neden olarak hücre hasarlarının ortaya çıktığı gözlenmektedir.

Tüm aerobik canlılarda olduğu gibi balıklarda da oksijen serbest radikallerine karşı vücut içerisinde oluşturulmuş bir antioksidan sistemi mevcuttur. Vücut, antioksidan sistem içerisinde katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD) ve glutatyon enzimlerine bağılı (glutatyon peroksidaz (GPX), glutatyon redüktaz (GR)) bir savunma ortaya çıkarmıştır. Bu enzimlere ek olarak bazı enzim olmayan küçük moleküller de, örneğin, E, K ve C vitaminleri, antioksidatif işlemlerde görev alabilmektedir.

Balıklardaki antioksidatif yapı filogenetik açıdan değerlendirildiğinde balıklarda bulunan enzimlerden CAT, SOD ve GPX aktivitelerinin genel olarak kuş, ve memelilerdekine kıyasla daha az aktivite gösterdiği (Rocha-e-Silva vd. 2004), bununla birlikte antioksidan özelliği gösteren glutatyon gibi küçük moleküllerin kan içerisinde diğer canlılara oranla çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Dafre ve Reischl, 1990; Hardig ve Höglund, 1983). Bu durum küçük molekülü antioksidanların balıklarda enzimatik antioksidanlara oranla çok daha önemli rol aldığını göstermektedir.

## **1.2. Reaktif Oksijen Türleri**

Eletronlar atomların orbitallerinde çiftler halinde bulunur ve bu atomlardaki etkileşimlere bağlı olarak çekim gücü ile moleküller oluşmaktadır. Bu yapılardaki tekli olan elektron bölümlerine serbest radikal denmektedir. Başka moleküller ile kolay bir şekilde elektron alışverişine giren bu moleküller reaktif oksijen türleri olarak adlandırılır (ROS). ROS hem antioksidan sistem içerisinde hemde bağışıklık yanıtta önemli rol oynamaktadır.

ROS hücre içerisinde genel olarak mitokondri içerisinde, anabolik ve katabolik işlemlerin bu bölümde gerçekleşmesi nedeniyle daha yoğun şekilde oluşmaktadır. ROS genellikle süperoksit anyonlarından ( $O_2^-$ ), hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) ve hidroksil ( $\cdot OH$ ) radikallerinden meydana gelmektedir (Halliwell ve Gutteridge, 1999).

### **1.2.1. Süperoksit Radikali**

Süperoksit radikali ( $O_2^-$ ) tüm aerobik hücrelerde moleküler oksijenin ( $O_2$ ) bir elektron alarak indirgenmesi sonucu oluşur. Bu radikal oksijenin toksik yapısı içerisinde ana etmendir ve SOD tarafından bu radikale karşı savunma oluşturulmaktadır İndirgenmiş geçiş metallerinin otooksidasyonu süperoksit radikali meydana getirebileceği gibi oksihemoglobinin methemoglobine parçalanması da radikali oluşturabilir (Buechter 1988).

Süperoksit radikaline maruz kalan hücrelerde, protein degradasyonunu ve DNA hasarını hızlandırmakta (Imlay ve Linn, 1988) ve lipitlere (Aikens ve Dix 1991) zarar vermektedir.

### 1.2.2. Hidroksil Radikali

Hidroksil radikali ( $\cdot\text{OH}$ ), hidroksit iyonunun ( $\text{OH}^-$ ) doğal bir formudur. Hidroksil radikalleri yaşamın tüm alanlarında etkisini gösterdiği gibi farklı substratlarda farklı şekillerde oluşmaktadır. Hidroksil radikallerinin canlı içerisinde oluşumu x veya gama ışınına maruz kalma sonucu oluşmaktadır. Bununla birlikte hidroksil radikali canlı hücreler içerisinde bağışıklık yanıtın bir yan ürünü olarak da ortaya çıkabilmektedir. Özellikle makrofajlar bazı özel bakteri türlerine karşı bu radikali üretebilmektedirler (Reiter, Melchiorri, Sewerynek, Poeggeler, Barlow-Walden vd., 1995). Bununla birlikte yarılanma ömrü çok kısa olan bu radikal canlı sistemler içerisinde en aktif ROS olup hücre çeperindeki tekli ve çiftli doymamış yağ asitlerine zarar vererek geri dönüşü olmayan hasarlara neden olabilir (Auroma, 1999).

### 1.2.3. Hidrojen Peroksit

Hidrojen peroksit ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), oksijenin iki elektron ile enzimatik yollarla indirgenmesi yada süperoksitlerin dismutasyonu neticesinde oluşmaktadır. Eğer moleküler oksijenden yalnızca bir elektron indirgenirse, bu halde süperoksit radikali, iki elektron indirgenmesi halinde ise hidrojen peroksit ortaya çıkmaktadır.

Hidrojen peroksit canlı hücreleri içerisinde özellikli bağışıklık sistemi içerisinde yabancı amillerin bertaraf edilmesinde nötrofiller tarafından salgılanmaktadır. Yabancı amillerin hücre duvarlarının parçalanmasında görev alan hidrojen peroksit aşırı miktarda salgılandığında hücrenin kendisine de zarar vermektedir.

### 1.3. Karahindiba (*Taraxacum officinalis*)

Karahindibağ (*Taraxacum officinalis*), Asteraceae familyası içerisinde yer alan çiçekleri sarı, yaprakları yeşil olan bir bitki türüdür. Dünya genelinde yaygın olarak bulunan bu bitki, doğal olarak Avrasya ve Kuzey Amerika'da yayılım

göstermektedir. Yenebilen bir bitki türü olan karahindiba birçok yörede insan tüketiminde kullanılmaktadır.



Fotoğraf 1.1. Karahindiba (*Taraxacum officinalis*)

Karahindiba yüzyıllardır geleneksel tıpta kullanılan önemli bir bitki türüdür. Karahindibanın sulu etanolik özütünün diüretik özellikte olduğu ispatlanmıştır (Clare, Conroy ve Spelman, 2009). Ayrıca yine karahindiba sulu etanolik özütü ile deneysel olarak beslenen farelerde kan hematoljisinde olumlu artışlar tespit edilmiştir (Modaresi ve Resalatpour, 2012). Ayrıca bu bitkinin koloretik, anti-inflamatuar, anti oksiatif, anti karsinogenik, anljelik, anti-hiperglisemik, anti koagulatik ve prebiotik özellikleri belirlenmiştir (Schütz, Carle ve Schieber 2006). Tüm bu özellikleri karahindiba son derece önemli bir geleneksel tıp ürünü olarak göze çarpmaktadır.

#### **1.4. Sakal Yosunu (*Usnea barbata*)**

Sakal yosunu (*Usnea barbata*), ülkemizde geniş yayılım alanı gösteren sakal likeni olarak da bilinen Usneaceae familyasında çalımsı likenler grubunda yer almaktadır.

Sakal yosunu am, köknar, kayın ağacı yada meşe ağaçları üzerinde geniş yayılım gösterebilir.

Binlerce yıldır özellikle in geleneksel tıp uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu bitkinin en önemli özelliği içerisinde taşımış olduğu liken asitleri ile 60 kadar farklı antibiyotik türüne hammadde oluşturmaktadır. Özellikle Gr + patojenik bakterilere karşı etkili antimikrobiyal aktiviteye sahiptir (Madamombe ve Afolayan, 2003). Sakla yosunu ve türevlerinden elde edilen farklı özütlerin bir çok alanda kullanımı mevcuttur. Bu rnlerin antibiyotik, antimikotik, antiviral, antiinflamatuvar, anljezik, antiproliferatif ve sitotoksik etkileri belirlenmiştir (Lawrey, 1986; Boustie ve Grube, 2005; Shrestha ve Clair, 2013).



Fotoğraf 1.2. Sakal yosunu (*Usnea barbata*)

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Oksidatif stresin, özellikle balıkların çevre ile olan ilişkileri esnasında meydana gelmesi üzerine yapılan çalışmalar mevcuttur. Bununla birlikte enzim olmayan antioksidan ürünlerin balıkların antioksidan sisteminde meydana getirdikleri değişimler hakkında yapılan çalışmalar kısıtlıdır. Bu bağlamda yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Gülçin, Beydemir, Hisar, Köksal, ve Reiter (2009) yapmış oldukları çalışmada, melatoninin gökkuşağı alabalık eritrositlerindeki katalaz (CAT), peroksidaz (POD) ve glutatyon redüktaz (GR) gibi antioksidan enzimler ile lipid peroksidasyonu göstergesi olan malondialdehit (MDA) üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu maksatla gökkuşağı alabalıklarından alınan kan örnekleri melatonine maruz bırakılmıştır. Çalışma sonunda melatonin uygulamasının CAT, POD ve GR aktivitelerinin kayda değer oranda arttığını tespit etmişlerdir. Buna ek olarak melatonin uygulamasının MDA seviyesinin önemli derecede azaldığı belirlenmiştir.

Li, Li, ve Randak (2010), yaptıkları çalışmada, farmotik kalıntıların çevreye verdiği zararları belirlemek için karbamazepin içeren (1, 0.2, ve 2 µg/l.) ortamlarda gökkuşağı alabalıklarını 0, 60 ve 120 dakika maruz bırakarak balıkların beyinlerindeki antioksidan değişimlerinin incelemişlerdir. Çalışmada antioksidan aktiviteyi belirlemek için lipid peroksidasyonu, SOD, GR ve GPX enzim aktiviteleri tespit edilmiştir. Çalışma sonunda tüm ilgili dozlara maruz bırakılan alabalıkların enzim aktivitelerinde önemli derece azalmalar tespit edilmiştir. Özellikle glutatyon enzimlerindeki düşüş oksidatif stresin yüksek olduğu yönünde değerlendirilmiştir. Bu çalışma sonuçlarına bakılarak ilaç kullanımının çevreye verdiği zararların tespit edilmesinde gökkuşağı alabalığının ayrıca bir model balık olarak kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

Thirunavukkarasu, Ramkumar, Ramanathan ve Silambarasan (2010), beş farklı kıyı bitkisinin (*Citrullus colocynthis*, *Suaeda monica*, *Suaeda maritime*, *Ipomea pes caprae* ve *Sesuvium portulacastrum*) ethanol özütünün antioksidan aktivitelerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda SOD aktivitelerinin *Citrullus colocynthis* türünden

elde edilen özütlerde arttığını, *Suaeda maritime*'den elde edilen özütlerde ise azalma gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Kızak ve Çelik (2012), yaptıkları çalışmada çoruh alabalığını (*Salmo coruhensis*) farklı dozlarda (0, 10, 20 ve 40 g/kg yem) ve sürelerde (2 ay ve 3 ay) kefir uygulanarak beslemişler ve kan ve karaciğer dokusundaki antioksidan aktiviteleri tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonunda, yaşama oranları % 88.3'ten fazla bulunmuş olup deney ve kontrol grupları arasında fark gözlenmemiştir. SBO (Spesifik büyüme oranı), YDO (Yem değerlendirme oranı), KF (Kondisyon faktörü) bakımından 0, 10, 20 ve 40 g/kg kefir ile beslenen çoruh alabalıklarında önemli bir farklılık tespit edilememişken, 3 ay boyunca 20 ile 40 gr kefir uygulamasının balıkların kanındaki TOS'u (Total oksidan durum) ve TAS'ı (Total antioksidan durum) azalttığı tespit edilmiştir. Karaciğer MDA seviyeleri kontrol grubuna kıyasla azalma göstermiştir. GPX enzim aktivitesi tüm gruplarda artış gösterirken CAT aktivitesi azalmıştır. GSH (Glutasyon) düzeyi 2 aylık gruplarda değişiklik göstermezken, 3 aylık gruplarda artış göstermiştir.

Giannenas, Triantafillou, Stavrakakis, Margaronic, Mavridis vd. (2012), yapmış oldukları çalışmada karvakrol ve timol açısından zengin içeriklerle alabalıkları beslemişler ve balıkların büyüme performansı, bağırsak mikrobiotası ve antioksidan yanıtlardaki değişimleri incelemişlerdir. Çalışmada karvakrol ve timol yemlere 1g/kg olacak şekilde eklenmiştir ve çalışma 8 hafta sürdürülmüştür. Çalışma sonunda yem dönüşüm oranlarında ilgili ürünlerin kullanılması olumlu azalmalar göstermiştir. Bununla birlikte karvakrol ve timolün, büyüme performanslarında kayda değer bir değişim gözlenmemiştir. Toplam aneorob sayısı tüm deney gruplarının kontrol grubuna göre kayda değer düşüş göstermiş, bununla birlikte en düşük oran timol içeren yemlerle beslenen balıklarda gözlenmiştir. Her iki grup içinde glutasyon tabanlı enzimlerde artış gözlenmiştir. Malondialdehit formasyonu gruplarda düşüş göstermiştir.

Keleştemur, ve Özdemir (2013), farklı oranlarda vitamin E ve A içeren yemlerle 12 hafta boyunca beslenen strese maruz bırakılan ve bırakılmayan gökkuşağı alabalıklarında serum içerisindeki SOD ve MDA seviyelerindeki değişimi

incelemişlerdir. Çalışmada farklı oranlarda vitamin içerikleri ile beslenen alabalık yavrularının A ve E vitamini içeren yemlerle beslenen gruplarda özellikle strese maruz bırakılmış grupta, MDA seviyelerinde artış tespit edilmiştir. SOD seviyeleri 30 ve 0 mg/kg E vitamini içeren gruplarda artış göstermiştir.

Sönmez vd. (2015), yapmış oldukları çalışmada, adaçayı, nane ve kekik bitkilerinin yağlarını 500, 1000 ve 1500 mg/kg içeren yemlerle alabalık yavrularını 60 gün boyunca beslemişler ve 30 ve 60. günlerde balıklardan örnekler alarak antioksidan enzim aktivitelerinde ve lipit peroksidasyonu değişimini incelemişlerdir. Ayrıca çalışmada ilgili bitkilerin büyüme performansı üzerine etkileri de değerlendirilmiştir. SOD, G6PDH ve GPX aktiviteleri tüm deneme gruplarında kontrol grubuna göre artış göstermiştir. Bununla birlikte, CAT, GST ve GR enzim aktiviteleri kontrol grubuna göre azalmıştır. Lipit peroksidasyonu aktivitesinde ise azalma gözlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre 500 mg/kg oranlarında kullanılan adaçayı ve kekik yağlarının hem büyüme açısından hem de antioksidan sistemi açısından verimli olacağı değerlendirilmiştir. Çalışma verilerine göre balıkların büyüme performansları adaçayı ve kekik yağı içeren yemlerle beslenen gruplarda yükselirken nane yağı ile beslenen gruplarda ise azalma gözlenmiştir.

Elgaml, Khalil, Hashish ve El-Murr (2015), *Oreochromis niloticus* balıklarını 10 hafta süresince selenyum (Se, 4 mg/kg yem) ve alfa-tokoferol (aT, 200 mg/kg yem) içeren yemlerle beslemişlerdir. Çalışma sonunda, SOD ve GSH değerlerinde bir azalma gözlenirken, MDA seviyeleri artış göstermiştir.

Yonar, Yonar, Pala, Silici ve Sağlam (2015), yapmış oldukları çalışmada, triklorfon (11, 22 mg/l) ve propolis (10 mg/kg canlı ağırlık) ile sazan balıklarını simultane uygulamaya tabi tutmuşlardır. Çalışma sonunda, solungaç, karaciğer ve böbreklerden örnekler alarak MDA, GSH, SOD, CAT ve GPX aktivitelerinde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Çalışma sonuçları antioksidan sistem üzerinde olumlu etkiler göstermiş olup triklorform uygulamasına karşı balıklarda oluşan oksidatif sitesini önlemiştir.

Zhang, Huang, Li, Wang, Song, vd. (2015), magnezyum ve E vitamini uygulanan japon levreklerinde (*Lateolabrax japonicus*) büyüme performansı, hepatik antioksidan kapasitesi ve serum biyokimyası üzerinde meydana getirdiği etkileri değerlendirmişlerdir. Bu maksatla balıklar 0, 520 ve 1570 mg/kg magnezyum ve 0,60 ve 200 mg/kg içeren yemlerle 8 hafta boyunca beslenmişlerdir. Çalışma sonunda 520 mg/kg magnezyum ve 60 mg/kg E vitamini içeren yemlerle beslenen balıkların en iyi büyüme performansını ve kas lipid içeriğine sahip olduklarını göstermiştir. SOD, CAT ve GPX aktiviteleri 520 mg/kg magnezyum ve 60 mg/kg E içeren yemlerle beslenen gruplarda en yüksek seviyelerine ulaşırken aynı gruplar içerisinde MDA seviyelerinde düşüş gözlenmiştir.

Zhao, Jiang, Kong, Di, Nie vd. (2017), hipoksi koşulları altında bırakılan japon balığının (*Carassius auratus*), böbrek ve dalaklarındaki antioksidan savunma mekanizmasında meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Çalışmada balıklar 1 ve 2mg/l oksijen içeren su içerisinde bekletilmiştir. Uygulamaya maruz bırakılan balıklarda MDA seviyesinin önemli derecede arttığı tespit edilmiştir. Oksijen seviyesinin 4 mg/l olduğu ortamda balıkların böbreklerdeki SOD ve CAT seviyeleri artarken dalakta GPX ve CAT seviyeleri artış göstermiştir. Çalışma sonuçlarına göre, hipoksik koşullarda tutulan japon balıklarının antioksidan sisteminin olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir.

Özlüer-Hunt, Yılmaz, Berköz, Engin, Gündüz vd. (2016), % 20, 40 ve 60 oranında maya nükleotidi protein ile beslenen alabalıkların antioksidan enzim aktiviteleri, bağışıklık yanıt ve kan parametreleri üzerinde meydana getirdiği değişimleri incelemişlerdir. Çalışma sonunda SOD ve CAT aktivitelerinde herhangi bir değişim gözlenmemiştir. MDA seviyeleri uygulama yapılan tüm gruplarda azalma göstermiştir. Lizozim, myeloperoksidaz ve nitrit oksit seviyeleri kayda değer oranda artmıştır.

Şahan, Özütok ve Kurutaş (2016), yaptıkları çalışmada doksan gün boyunca zencefille (*Zingiber officinale*) (%0,1; %0,5; %1,0) beslenen nil tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıklarının büyüme parametreleri ve oksidatif stres üzerine olan etkilerinin incelemişlerdir. Karaciğer, solungaç ve bağırsak dokularındaki SOD ve CAT enzim aktivitelerikontrol grubunda göre %0,5 ve %1,0'luk zencefil gruplarında artış

göstermiştir. Büyüme performansı açısından gruplar arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Amer (2016), yapmış olduğu çalışmada, tilapia balıklarını (*Oreochromis niloticus*), %0, 0,5, 1 ve %1,5 oranında *Spirulina platensis* içeren yemlerle 75 gün boyunca balık ağırlıklarının % 4 oranında beslemişlerdir. Çalışma sonunda balıkların büyüme performansları ve antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. %1 *S. platensis* ile beslenen balıkların FCR değerleri düşerken ağırlık kazanımları artmıştır. Yine *S. platensis* ile beslenen gruplarda, GR artarken MDA seviyelerinde azalma meydana gelmiştir. Benzer şekilde *S. platensis* ile beslenen grupların CAT aktivitelerinde de artış gözlenmiştir.

Şahan, Duman, Çolak, Çınar ve Bilgin (2017), gökkuşuğu alabalıklarını %10, 20 ve 30 oranında kuşburnu içeren yemlerle günde iki kere 50 gün boyunca beslemişlerdir. Çalışma sonunda balıkların karaciğer antioksidan enzim aktivitelerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. % 20 ve % 30 kuşburnu uygulanan grupların SOD ve CAT değerlerinde artış gözlenirken MDA seviyelerinde kontrol grubu ile herhangi bir farklılık tespit edilememiştir.

### **3. YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Balık Materyali**

Deneyde, 2015 yılında Germeçtepe İç Su ve Deniz Balıkları Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde üretimi yapılan ve ortalama ağırlıkları  $12,26 \pm 0,04$  g ve  $41,2 \pm 0,14$  olan toplam 1050 adet gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) yavrusu kullanılmıştır. Araştırma Birimi'nin yavru büyütme kafeslerinden rastgele seçilen balıklardan 21 adet  $1,5 \times 1,5$  m ebatlarındaki ağ kafeslere 50'şer adet yerleştirilmiştir.

##### **3.1.2. Deneme Yeri**

Deneme, Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İç Su ve Deniz Balıkları Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ait Germeçtepe baraj göletinde 12.10.2015-25.12.2015 tarihleri arasında ve toplam 75 günde tamamlanmıştır.

##### **3.1.3. Çalışmada Kullanılan Bitkiler**

Çalışmada, gökkuşağı alabalıklarının karaciğer antioksidan aktivitesi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi için karahindiba (*Taraxacum officinalis*) ve sakal yosunu (*Usnea barbata*) kullanılmıştır. Bu bitkiler Kastamonu ili civarındaki kırsal alanlardan toplandı ve Su Ürünleri Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'na getirilerek gölge ortamda kurutulmuştur. Kurutulan bitkiler yüksek hızlı bitki değirmeninde öğütülerek toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen bitkinin sulu metanolik özütü çıkarılmıştır (Bilen vd., 2016b).

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Bitki Özütünün Çıkarılması

Bu çalışmada kullanılan karahindiba (*Taraxacum officinalis*) ve sakal yosunu (*Usnea barbata*) bitkileri daha önce belirtildiği üzere Kastamonu İli arazilerden temin edilmiştir. Toz haline getirilmiş bitkilerin sulu methanolik özütleri çıkarılmıştır (Bilen, vd., 2016b). Bu işlemde % 40'lık methanol hazırlanmış 1 L karışım içerisine 100 g bitki tozu eklenmiş ve güneş görmeyen yerde günde iki defa ters yüz edilerek üç gün boyunca beklenmiştir. Daha sonra bu örnekler Whatman filtre kâğıdından (47 mm) geçirilerek iri partiküller ayrılmıştır. Son sıvı kısım vakum evaporatöre transfer edilmiş ve burada tüm sıvı kısım giderilinceye kadar bekletilmiştir. Çalışma sonunda özüt miktarını net olarak belirlemek için 50 g saf su 50 C°'de ısıtılmış, evaporatör balonu içindeki özüte eklenmiş ve çıkan örnek tartılarak toplam özüt miktarı belirlenmiştir. Daha sonra bu özütler kullanılacak doza göre PBS içerisinde hazırlanmış ve çalışmada kullanılıncaya kadar -20 C°'de saklanmış, çalışma müddetince de +4 C°'de tutulmuştur.

#### 3.2.2. Antioksidan Enzim Aktiviteleri

Antioksidan enzim analizleri balıkların karaciğer dokularından yapılmıştır. Balık kesildikten sonra alınan karaciğer dokuları saf suya batırılarak kanları temizlenmiş ve kurulandıktan sonra direk olarak sıvı azot tankına ependorf tüpler içinde atılmıştır. Analizler yapılmadan önce -80°C'de saklanmıştır.

Karaciğer dokularının analizlere hazırlanması için 0,1 g ağırlığında parçalara bölünmüş ve üzerlerine 1 ml EDTA'lı fosfat buffer eklenerek homojenizatörde parçalanmıştır. İyice parçalanan dokular 20000 g'de 45 dakika santrifüj edildikten sonra üstte kalan süpernatantlar analizler için kullanılmıştır.

##### 3.2.2.1. Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesi

SOD analizi SIGMA 19160-1KT-F SOD Assay Kit kullanılarak yapılmıştır.

#### **3.2.2.2. Katalaz (CAT) Aktivitesi**

Katalaz analizi Cayman 707002 kodlu Catalase Assay Kit kullanılarak yapılmıştır.

#### **3.2.2.3. Glutasyon Peroksidaz (GPX) Aktivitesi**

Glutasyon peroksidaz analizi Cayman 703102 kodlu Glutathione Peroxidase Assay Kit kullanılarak yapılmıştır.

#### **3.2.2.4. Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz Aktivitesi**

SPI-BIO 0112 kodlu G6PDH activity Assay Kit kullanılarak yapılmıştır.

#### **3.2.2.5. Lipit Peroksidasyonu**

Cayman 10009055 kodlu TBARS Assay Kit kullanılarak yapılmıştır.

#### **3.2.3. Deneyin Kurgulanması**

Çalışmada kullanılacak olan balıklar iki hafta boyunca aynı tip yemle beslenerek adaptasyon sürecine alınmış ve çalışma başlamadan önce ölen balıklar deneme ortamından uzaklaştırılmıştır. Denemede kullanılan kafeslerin her birine balıklar 50 şer adet olacak şekilde stoklanmıştır. Çalışma başlangıcında tüm gruplar üç tekerrürlü olarak dizayn edilmiştir. Karahindiba ve sakal yosunu sulu metanolik özütləri hazırlanıp yemlerin içerisine %0,1, %0,5 ve % 1 (%0,1 K, %0,5 K, %1 K, (%0,1 U, %0,5 U, %1 U) oranında katılarak 6 farklı deneme grubu ve kontrol grubu olmak üzere 7 çalışma grubu oluşturulmuştur. Balıklar çalışma boyunca doyan kadar olmak üzere günde iki kere yemlenmişlerdir. Çalışma normal gün uzunluğunda 75 gün boyunca sürdürülmüştür. Çalışmanın 15, 45 ve 75. Günlerinde balıkların karaciğer ve beyaz kas örnekleri alınarak antioksidan siteminde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

#### 3.2.4. Balıklardaki Büyüme Performansının Hesaplanması

Balıkların canlı ağırlıkları, deneme başlangıcında ve 15, 45 ve 75. günlerde örnek alınırken bütün balıklara anestezi (1,6 g Benzaquin + 10 ml aseton + 10 L su) uygulanarak 0,1 g'a duyarlı hassas terazi ile bireysel ağırlıkları tartılmıştır.

Balıkların spesifik büyüme oranı aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir.

$$SBO = 100 \times (\ln W_f - \ln W_i) / t \quad (3.1)$$

SBO : Spesifik büyüme oranı

$W_f$  : Periyot sonundaki bireysel ağırlık

$W_i$  : Periyot başındaki bireysel ağırlık

t : Zaman (gün olarak)

Deney grupları için periyodik olarak tüketilen yem miktarları ayrı ayrı hesaplanarak bulunmuştur. Her periyotta tüketilen toplam yem miktarı tanktaki balık sayısına bölünerek ortalama bireysel yem tüketim miktarı hesaplanmıştır. Yemden yararlanma oranı;

$$YDO = \text{Periyot süresince tüketilen yem miktarı (g)} / \text{Periyottaki CAA (g)} \quad (3.2)$$

YDO : Yemden yararlanma oranı

CAA : Canlı ağırlık artışı

şeklinde hesaplanmıştır.

#### 3.2.5. İstatistiksel Analizler

Deneyde elde edilen bütün verilerin ortalama ve standart sapma ( $\pm$ Std) değerleri Microsoft Office Excel programı yardımıyla hesaplanmıştır. Araştırmada elde edilen bulgular SPSS 22 paket programı kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Bu verilere Varyans Analizi (ANOVA) yapılmıştır. Farklı olan gruplara Fisher LSD

çoklu karşılaştırma testi uygulanarak değerler arasındaki farkın önemi % 95 doğruluk sınırları içinde değerlendirilmiştir.



## 4. BULGULAR

### 4.1. Antioksidan Enzim Sisteminde Meydana Gelen Değişimler

#### 4.1.1. Süperoksit Dismutaz Aktivitesi

Yetmiş beş gün süren bu çalışmada 15, 45 ve 75. günlerde balıklardan karaciğer örnekleri alınarak uygulama yapılan tüm grupların SOD aktivitelerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 4.1.'de ifade edilmiştir.

Tablo 4.1. *Karahindiba ve sakal yosunu ile 75 gün boyunca beslenen alabalıkların karaciğer dokularında süperoksit dismutaz aktivitelerinde meydana gelen değişimler (U/ml).*

| Gruplar        | 15. gün                   | 45. gün                    | 75. gün                    |
|----------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Kontrol</b> | 79,57±10,04 <sup>aA</sup> | 75,43±12,20 <sup>aA</sup>  | 126,92±18,79 <sup>aB</sup> |
| <b>% 0,1 K</b> | 102,43±9,59 <sup>bA</sup> | 105,66±12,27 <sup>bA</sup> | 118,00±20,84 <sup>aA</sup> |
| <b>% 0,5 K</b> | 80,39±10,37 <sup>aA</sup> | 103,07±11,27 <sup>bB</sup> | 93,63±10,27 <sup>bC</sup>  |
| <b>% 1 K</b>   | 78,21±3,03 <sup>aA</sup>  | 64,00±14,29 <sup>cB</sup>  | 57,42±6,79 <sup>dB</sup>   |
| <b>% 0,1 U</b> | 91,36±1,32 <sup>cA</sup>  | 31,62±7,83 <sup>dB</sup>   | 84,50±8,28 <sup>bA</sup>   |
| <b>% 0,5 U</b> | 13,08±8,19 <sup>dA</sup>  | 21,84±8,81 <sup>eA</sup>   | 100,72±8,45 <sup>cB</sup>  |
| <b>% 1 U</b>   | 46,50±9,33 <sup>eA</sup>  | 11,41±4,32 <sup>eB</sup>   | 109,58±13,35 <sup>cC</sup> |

Tüm verilerin ortalamaları ve standart sapmaları verilmiştir (n= 3). K: Karahindiba; U: Sakal yosunu. Küçük üst harfler grupların aynı örnekleme günü kendi aralarındaki, büyük üstel harfler ise grupların kendi içlerinde farklı günlerdeki farklılığı ifade eder.

Bu çalışmada elde edilen SOD aktivitesi verilerine göre çalışmanın 15. gününde en yüksek SOD aktivitesi % 0,1 K grubunda (102,43±9,59 U/ml) tespit edilmiştir (P<0,05). %0,5 ve % 1 K grupları ile kontrol grubu arasında önemli bir farklılık tespit edilememiştir (P>0,05). Bunlardan farklı olarak % 0,1 U içeren yemlerle beslenen alabalık yavrularının SOD aktivitesi (91,36±1,32 U/ml) çalışmanın 15. günü kontrol grubuna kıyasla kayda değer artış göstermiştir. % 1 U grubunun SOD aktivitesi kontrol grubuna kıyasla düşük tespit edilmiştir (P<0,05). Çalışmanın 15. gün verilerine göre en düşük SOD aktivitesi % 0,5 U içeren grupta (13,08±8,19

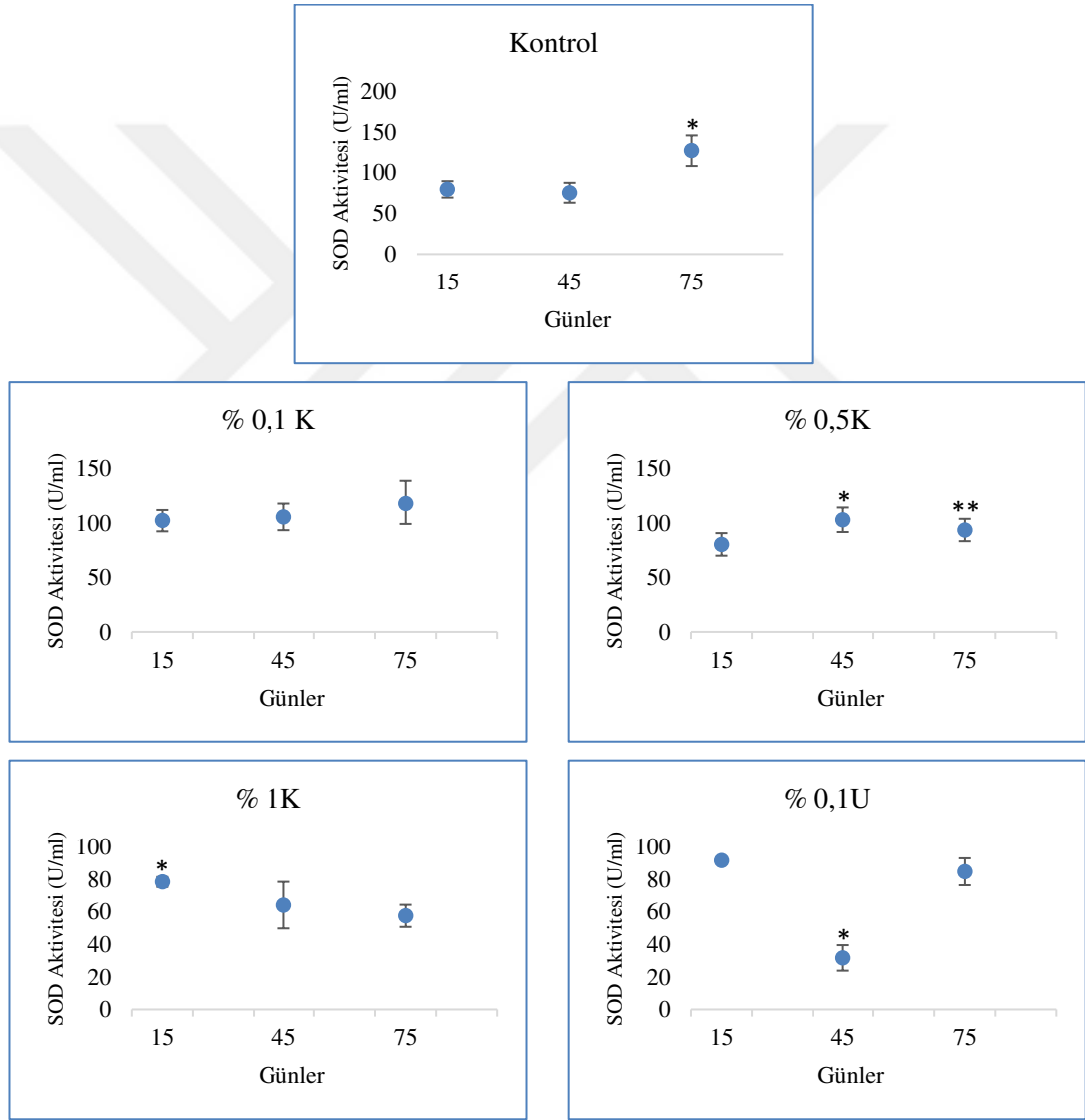
U/ml) gözlenmiştir ( $P<0,05$ ). Tüm bu 15. gün verileri değerlendirildiğinde uygulama yapılan gruplarda dozla bağlantılı olarak bir değişim olduğu gözlenmektedir. % 0,1 K ve % 0,1 U uygulanan grupların SOD aktiviteleri kayda değer oranda kontrol grubuna kıyasla artış göstermiştir. Sakal yosununu % 0,5 ve % 1 oranında kullanıldığında enzim aktivitelerinde düşüş gözlenirken karahindiba grubunda % 0,5 ve % 1 grupları kontrol grubu ile benzer olmuştur.

Çalışmanın 45. gününde gruplar kendi içerisinde değerlendirildiğinde % 0,1 K ve %0,5 K gruplarının SOD aktiviteleri kontrol grubuna kıyasla kayda değer oranda artış göstermiştir ( $P<0,05$ ). Bununla birlikte diğer tüm grupların SOD aktiviteleri kontrol grubuna göre önemli derecede azalmıştır ( $P<0,05$ ). bu gruplar içerisinde % 1 K grubu diğer gruplardan daha yüksek ir SOD aktivitesi gösterirken en düşük SOD aktivitesi % 0,5 U (21,84+8,81 U/ml) ve %1 U (11,41+4,32 U/ml) gruplarında gözlenmiştir. % 0,5 U grubu SOD aktivitesi % 1 U grubunun kinde yüksek olarak belirlenmiş olsa da bu artış istatistiksel açıdan farklılık göstermemiştir ( $P>0,05$ ).

Çalışmanın 75. gün verileri değerlendirildiğinde en yüksek SOD değeri kontrol (126,92+18,79 U/ml) ve % 0,1 K (118+ 20,84 U/ml) grubunda tespit edilirken ( $P<0,05$ ) bu gruplar arasında farklılık tespit edilememiştir ( $P>0,05$ ). Diğer tüm deneme grupları SOD değerleri kontrol grubuna kıyasla azalma göstermiştir ( $P<0,05$ ). 15 ve 45. gün sonuçlarından farklı olarak bu gruplar içerisinde % 0,5 U (100,72+8,45 U/ml) ve % 1 U (109,58+13,35 U/ml) grubu en yüksek seviyelere ulaşmıştır. Çalışma verilerine göre % 0,1 U ve % 0,5 K grupları arasında farklılık oluşmazken ( $P>0,05$ ), en düşük SOD değeri % 1 K grubunda tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ).

Grupların kendi içlerinde gösterdiği farklı örnekleme günlerinde SOD aktivitesi değişimleri Grafik 4.1’de verilmiştir. Bu bağlamda kontrol grubunun 15, 45 ve 75. günlerde SOD aktivitelerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde 15 ve 45. Günlerde kontrol grubu SOD değerleri arasında bir farklılık gözlenmezken bu durum 75. gün örneklemesinde değişmiş, kayda değer oranda artış göstermiştir ( $P<0,05$ ). % 0,1 K grubunun farklı örnekleme günlerinde meydana gelen SOD aktivitelerine göre hiçbir örnekleme gününde kayada değer bir değişiklik gözlenememiştir ( $P>0,05$ ). %

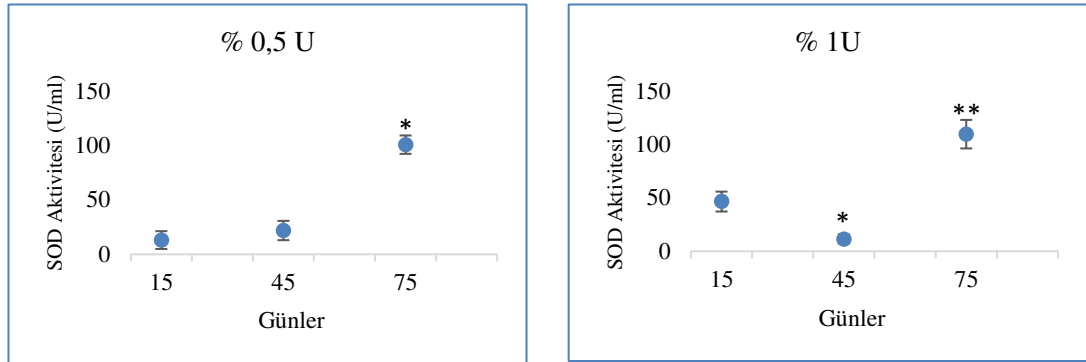
0,5 K grubunun SOD aktiviteleri 45 ve 75. günlerde çalışmanın 15. gününde elde edilen SOD değerlerine oranla artmıştır ( $P>0,05$ ). Bununla birlikte 45 ve 75 günler arasında bir farklılık tespit edilememiştir. % 1 K grubunun farklı örnekleme günlerindeki SOD değişimleri incelendiğinde 15. güne kıyasla 45 ve 75. Günlerde kayda değer bir aktivite azalması söz konusudur. 45 ve 75. günler arasında ise bir farklılık tespit edilememiştir.



\* İfadeleri gruplar arasındaki farklılıkları ifade eder.

Grafik 4.1. Grupların kendi içlerinde farklı örnekleme zamanlarında meydana gelen SOD değişimleri.

Grafik 4.1'in devamı



Sakal yosunu ile beslenen grupların SOD aktivitelerindeki değişimler incelendiğinde % 0,1 U grubu içerisine 15. gün verileri ve 75. gün verileri benzer olarak tespit edilmiştir ( $P>0,05$ ). Bunlardan farklı olarak 45. gün SOD aktivitesi önemli derecede azalmıştır. % 0,5 U grubunda 15 ve 45. günlerde elde edilen SOD aktivitelerinde önemli değişiklik göze çarpmazken ( $P>0,05$ ), bunlardan farklı olarak % 0,5 75. günde bu örnekleme günlerinde farklı olarak önemli derece arttığı gözlenmiştir ( $P>0,05$ ). % 1 U grubunda da % 0,5 U grubuna benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu bağlamda 15 ve 45. günlerde grupların SOD değerleri benzerlik gösterirken 75. gün verilerinde bir farklılık tespit edilememiştir.

#### 4.1.2. Katalaz Aktivitesi

Yetmiş beş gün süren bu çalışmada 15, 45 ve 75. günlerde balıklardan karaciğer örnekleri alınarak uygulama yapılan tüm grupların CAT aktivitelerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 4.2.'de ifade edilmiştir.

15. gün verileri dikkate alındığında gene olarak gruplar arasına herhangi bir farklılık gözlenmezken bunlardan farklı olarak % 0,5 U grubunun katalaz aktivitesi ( $0,97\pm0,17$ ) önemli ölçüde artış göstermiştir ( $P<0,05$ ). 45. Günde yapılan analizler sonucunda elde edilen verilere göre kontrol, % 0,1 K, % 0,5 K, % 1 K, ve % 1 U gruplarının katalaz aktiviteleri arasında önemli derecede bir farklılık gözlenmemiştir. Bunlardan farklı olarak % 0,1 U değeri ( $1\pm0,18$ ) kontrol grubuna kıyasla azalma gösterirken gruplar arasında en düşük katalaz aktivitesi % 0,5 U ( $0,88\pm0,18$ ) uygulanan grupta gözlenmiştir ( $P<0,05$ ).

Tablo 4.2. *Karahindiba ve sakal yosunu ile 75 gün boyunca beslenen alabalıkların karaciğer dokularında katalaz aktivitelerinde meydana gelen değişimler (U/ml).*

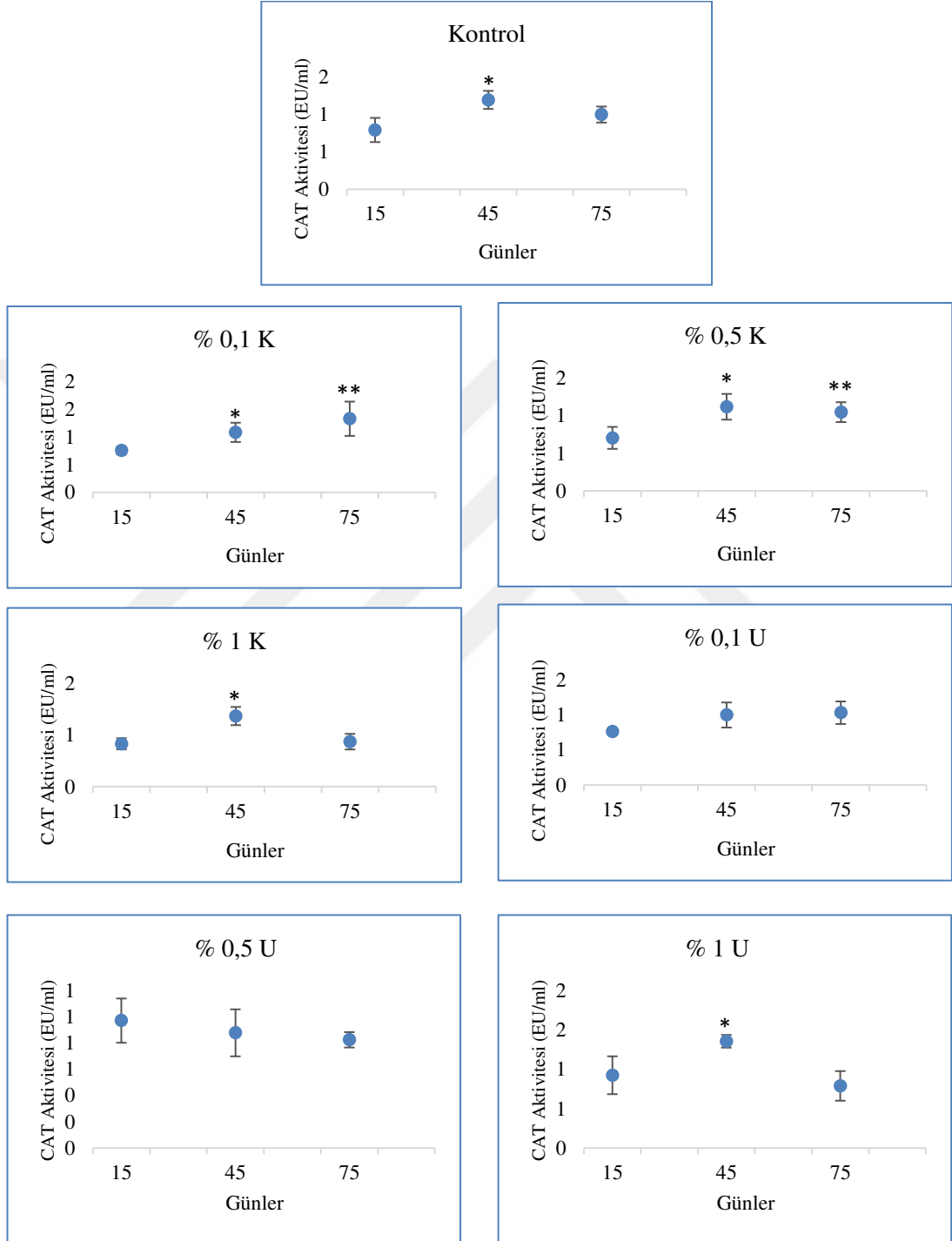
| Gruplar        | 15. gün                 | 45. gün                 | 75. gün                  |
|----------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <b>Kontrol</b> | 0,79±0,16 <sup>aA</sup> | 1,19±0,12 <sup>aB</sup> | 0,99±0,11 <sup>aA</sup>  |
| <b>% 0,1 K</b> | 0,76±0,07 <sup>aA</sup> | 1,08±0,17 <sup>aB</sup> | 1,33±0,31 <sup>bC</sup>  |
| <b>% 0,5 K</b> | 0,71±0,15 <sup>aA</sup> | 1,12±0,17 <sup>aB</sup> | 1,05±0,13 <sup>aC</sup>  |
| <b>% 1 K</b>   | 0,83±0,11 <sup>aA</sup> | 1,36±0,18 <sup>aB</sup> | 0,87±0,15 <sup>aA</sup>  |
| <b>% 0,1 U</b> | 0,76±0,04 <sup>aA</sup> | 1,00±0,18 <sup>bA</sup> | 1,03±0,16 <sup>aA</sup>  |
| <b>% 0,5 U</b> | 0,97±0,17 <sup>bA</sup> | 0,88±0,18 <sup>cA</sup> | 0,82±0,06 <sup>aA</sup>  |
| <b>% 1 U</b>   | 0,92±0,24 <sup>aA</sup> | 1,35±0,08 <sup>aB</sup> | 0,79±0,19 <sup>acA</sup> |

Tüm verilerin ortalamaları ve standart sapmaları verilmiştir (n= 3). K: Karahindiba; U: Sakal yosunu. Küçük üst harfler grupların aynı örnekleme günü kendi aralarındaki, büyük üstel harfler ise grupların kendi içlerinde farklı günlerdeki farklılığı ifade eder.

Denemenin son örnekleme zamanında yapılan analizlere göre, gruplar arasında kontrol grubuna göre genel olarak bir farklılık gözlenmezken bunlardan farklı olarak sadece % 0,1 K grubunun katalaz aktivitesinde artış gözlenmiştir (p<0,05).

Tüm gruplar farklı örnekleme zamanlarında kendi içlerinde değerlendirildiklerinde elde edilen verilen Grafik 4.2’de verilmiştir. Bu veriler ışığında değerlendirme yapıldığında kontrol grubunda 45. gün elde edilen katalaz aktivitesinin 15 ve 75. günde elde edilen katalaz aktivitesine kıyasla arttığı gözlenmektedir. Bununla birlikte 15 ve 75. günlerdeki elde edilen veriler arasında bir farklılık gözlenmemiştir. % 0,1 K grubu kendi içerisinde incelendiğinde uygulama devam ettikçe örnekleme zamanlarına bağlı olarak bir artıştan söz edilebilir. Gruplar tamamen birbirinden farklı olarak tespit edilmiştir. % 0,5 K grubu incelendiğinde çalınmanın 45. gününde diğer örnekleme günlerine göre bir artış söz konusu iken 17. gün azalma olmuştur. Bununla birlikte her iki örnekleme zamanında elde edilen katalaz aktivitesi 15. gün verilerine göre artış göstermiştir. Benzer sonuçlar %1 K grubunda elde edilmiştir. Çalışmanın 45. gününde artan katalaz aktivitesi, diğer günlerde farklılık göstermemiştir. Sakal yosununu ile beslenen alabalıkların katalaz aktiviteleri

değerlendirildiğinde % 0,1 U ve % 0,5 U gruplarının katalaz aktivitelerinde zamana bağlı bir değişim gözlenmemiştir.



\* İfadeleri gruplar arasındaki farklılıkları ifade eder.

Grafik 4.2. Grupların kendi içlerinde farklı örnekleme zamanlarında meydana gelen CAT değişimleri.

Tüm örnekleme dönemlerinde elde edilen veriler kayda değer değişmemiştir ( $P>0,05$ ). Bununla birlikte % 1 U grubunda 45. gün örneklemeinde ( $1,35\pm0,08$ ) elde edilen katalaz aktivitesi kayda değer yüksek olarak tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ).

#### 4.1.3. Glutasyon Peroksidaz

Yetmiş beş gün süren bu çalışmada 15, 45 ve 75. günlerde balıklardan karaciğer örnekleri alınarak uygulama yapılan tüm grupların GPX aktivitelerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 4.3.'de ifade edilmiştir.

Tablo 4.3. *Karahindiba ve sakal yosunu ile 75 gün boyunca beslenen alabalıkların karaciğer dokularında glutasyon peroksidaz aktivitelerinde meydana gelen değişimler (U/ml).*

| Gruplar        | 15. gün             | 45. gün             | 75. gün             |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Kontrol</b> | $16,16\pm1,19^{aA}$ | $19,56\pm1,72^{aB}$ | $15,25\pm1,19^{aA}$ |
| <b>% 0,1 K</b> | $21,60\pm6,92^{aA}$ | $22,45\pm5,47^{aA}$ | $22,01\pm0,53^{bA}$ |
| <b>% 0,5 K</b> | $11,15\pm1,46^{aA}$ | $15,54\pm2,07^{aA}$ | $30,50\pm1,46^{cB}$ |
| <b>% 1 K</b>   | $12,39\pm1,98^{aA}$ | $28,96\pm1,94^{bB}$ | $18,62\pm2,60^{dC}$ |
| <b>% 0,1 U</b> | $11,95\pm1,41^{aA}$ | $12,13\pm1,61^{cA}$ | $14,70\pm0,84^{aA}$ |
| <b>% 0,5 U</b> | $15,12\pm2,32^{aA}$ | $14,94\pm1,53^{cA}$ | $24,30\pm0,74^{bB}$ |
| <b>% 1 U</b>   | $13,48\pm3,07^{aA}$ | $26,36\pm0,39^{bB}$ | $14,91\pm1,09^{aC}$ |

Tüm verilerin ortalamaları ve standart sapmaları verilmiştir ( $n= 3$ ). K: Karahindiba; U: Sakal yosunu. Küçük üst harfler grupların aynı örnekleme günü kendi aralarındaki, büyük üstel harfler ise grupların kendi içlerinde farklı günlerdeki farklılığı ifade eder.

GPX verilerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde 15. günde elde edilen veriler tüm grupların kontrol grubuna benzer şekilde bir değişim göstermediğini ortaya koymuştur. Gruplar arasında en yüksek değer % 0,1 K ( $21,60\pm6,92$ ) grubunda elde edilmiş bundan farklı olarak en düşük değer % 0,5 K ( $11,15\pm1,46$ ) grubunda elde edilmiş olmakla birlikte, bu farklılıklar istatistiksel açıdan farklılık oluşturmamıştır ( $P>0,05$ ).

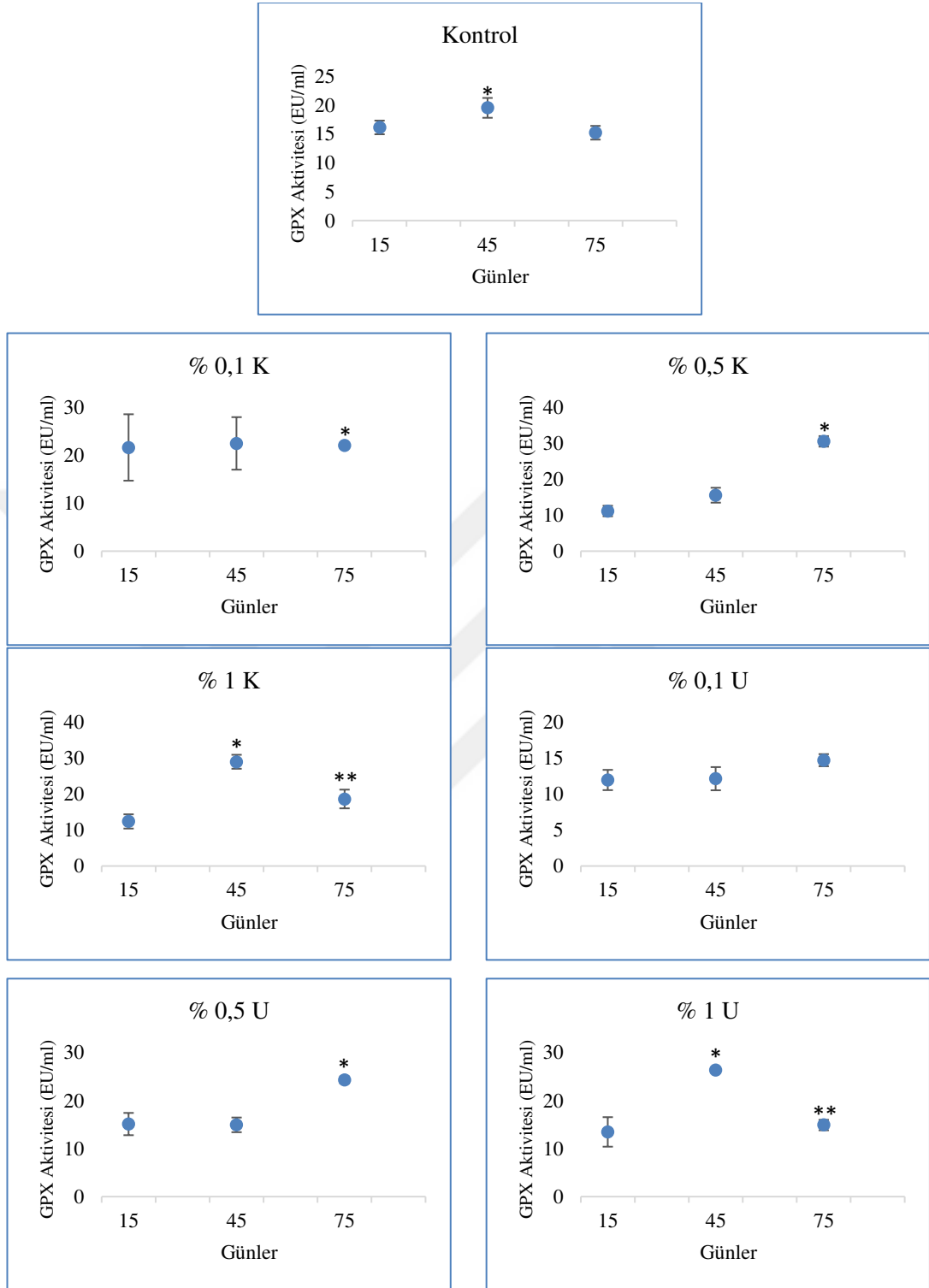
45. gün verilerine göre, kontrol, % 0,1 K ve % 0,5 K grupları arasında bir farklılık tespit edilememiştir. % 1 K grubu ( $28,96\pm1,94$ ) ve % 1 U grubu ( $26,36\pm0,39$ )

bunlardan farklı olarak en yüksek GPX aktivitesi gösterirken ( $P<0,05$ ), bu gruplar kendi içlerinde farklılık oluşturmamıştır ( $P>0,05$ ).

45. gün verileri incelendiğinde, % 0,1 K ( $22,45\pm 5,47$ ) ve % 0,5 K ( $15,54\pm 2,07$ ) grubu kontrol grubuna kıyasla bir farklılık oluşturmamıştır ( $P>0,05$ ). Bununla birlikte % 0,1 U ( $12,13\pm 1,61$ ) ve % 0,5 U ( $14,94\pm 1,53$ ) grupları ise kontrol grubuna göre azalma göstermiştir ( $P<0,05$ ). GPX aktivitesi 45. Gün örneklemeğinde en yüksek değerlerine % 1 K ( $29,96\pm 1,94$ ) ve % 1 U ( $26,36\pm 0,39$ ) gruplarında ulaşmıştır. Bu iki grup birbiri ile kıyaslandığında kayda değer bir farklılık tespit edilememişken, bunlardan farklı olarak kontrol grubuna göre önemli derece yüksek olmuştur ( $P<0,05$ ). % 0,1 U ve % 0,5 U gruplarında ise GPX aktivitesi kontrol grubuna göre azalma göstermiştir ( $P<0,05$ ).

Çalışmanın son örnekleme denemesi olan 75. günde kontrol grubu ile kıyaslandığında GPX aktivitesi, % 0,1 U ( $14,7\pm 0,84$ ) ve % 1 U ( $14,91\pm 1,09$ ) gruplarında benzerlik göstermiştir ( $P>0,05$ ). Diğer tüm grupların GPX aktiviteleri kontrol grubuna kıyasla artış gösterirken en yüksek artış % 0,5 K ( $30,5\pm 1,46$ ) içeren yemlerle beslenen grupta gözlemlenmiştir ( $P<0,05$ ). % 0,1 K ( $22,01\pm 0,53$ ) ve % 0,5 U ( $24,3\pm 0,74$ ) grupları kontrole kıyasla artış göstermişken bu iki grubunun GPX aktiviteleri % 0,5 K grubundan düşük olarak belirlenmiştir. Bu iki grup arasında bir farklılık tespit edilememiştir. Kontrol grubuna kıyasla en düşük artış ise % 1 K grubunda tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ).

Tüm gruplar farklı örnekleme zamanlarında kendi içlerinde değerlendirildiklerinde elde edilen verilerin benzerlik gösterdiği ve GPX aktivitesi üzerinde olumlu yada olumsuz etkilerin oluşmadığı tespit edilmiştir. % 0,1 K grubu da kontrol grubuna benzerlik göstermiştir. 15. gün artan GPX aktivitesi tüm örnekleme dönemlerinde benzer şekilde artış göstermiş ve bu artış gruplar arasında farklılık oluşturmamıştır.



\* İfadeleri gruplar arasındaki farklılıkları ifade eder.

Grafik 4.3. Grupların kendi içlerinde farklı örnekleme zamanlarında meydana gelen GPX değişimleri.

% 0,5 K grubu, ilk örnekleme döneminde azalma gösterirken bu azalma 45. gün örneklemeğinde de devam etmiştir. Bununla birlikte 75. gün örneklemeğinde GPX aktivitesi en yüksek değerine ulaşmıştır.

% 1 K grubu kendi içerisinde değerlendirildiğinde, 15. gün değeri diğer 45 ve 75. gün değerlerine kıyasla azalma göstermiştir. 45. gün GPX aktivitesi ( $28,96 \pm 1,94$ ) en yüksek değer ulaşırken bundan farklı olarak 75. gün GPX aktivitesinde azalma gözlemlenmiştir. Bununla birlikte 75. gün GPX aktivitesi 15. gün aktivitesinde kayda değer yüksek tespit edilmiştir ( $P < 0,05$ ).

Sakal yosunu ile farklı dozlarda beslenen alabalıkların GPX aktiviteleri % 0,1 U grubunda azalma göstermiş ve bu tüm gruplarda benzer olarak tespit edilmiştir. Tüm örnekleme dönmeleri içerisinde bir farklılık tespit edilememiştir. % 0,5 U grubu için de 15 ve 45. gün verileri benzerlik göstermiştir. Bununla birlikte 75. gün elde edilen veriler bunlardan farklı olarak artmıştır ( $P < 0,05$ ). % 1 U grubu değerlendirildiğinde 15 ve 75. gün verileri benzerlik göstermiştir. Bunlardan farklı olarak 45. gün elde edilen GPX aktivitesi kayda değer oranda artış göstermiştir ( $P < 0,05$ ).

#### **4.1.4. Glukoz-6- Fosfat Dehidrogenaz Aktivitesi**

Yetmiş beş gün süren bu çalışmada 15, 45 ve 75. günlerde balıklardan karaciğer örnekleri alınarak uygulama yapılan tüm grupların G6PDH aktivitelerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 4.4.'te ifade edilmiştir.

Çalışmanın 15 gün verileri değerlendirildiğinde % 0,1 U grubu ( $49,38 \pm 2,15$ ) hariç diğer tüm grupların G6PDH aktiviteleri kontrol grubuna kıyasla artış göstermiştir ( $P < 0,05$ ). % 0,5 U grubu ile kontrol grubu arasında farklılık tespit edilememiştir ( $P > 0,05$ ). En yüksek G6PDH aktivitesi % 1 U grubunda ( $87,32 \pm 2,5$ ) ele edilirken ( $P < 0,05$ ), % 0,1 K, % 0,5 K ve % 1 K grupları kontrol grubunda yüksek tespit edilmiş, bununla birlikte bu gruplar arasında farklılık tespit edilememiştir ( $P > 0,05$ ).

45 gün verileri değerlendirildiğinde tüm grupların G6PDH aktiviteleri kontrol grubuna kıyasla azalma göstermiştir ( $P < 0,05$ ). En düşük G6PDH aktivitesi % 0,1 U grubunda tespit edilmiştir. Tüm Karahindiba grupları birbirileri ile benzerlik

gösterirken %0,5 U grubu ve %1 U grubunun G6PDH aktiviteleri % 0,1 U grubundan yüksek tespit edilmiştir.

Çalışmanın 75. gün verileri değerlendirildiğinde kontrol, % 0,1 K, %1 K, ve tüm sakal yosunu grupları kontrol ile benzerlik göstermiştir. Bunlardan farklı olarak % 0,5 K grubu G6PDH aktivitesi kontrol grubu ve diğer tüm deneme gruplarından farklı olarak artmıştır ( $P<0,05$ ).

Tablo 4.4. *Karahindiba ve sakal yosunu ile 75 gün boyunca beslenen alabalıkların karaciğer dokularında glukoz-6- fosfataz dehidrogenaz aktivitelerinde meydana gelen değişimler (U/ml).*

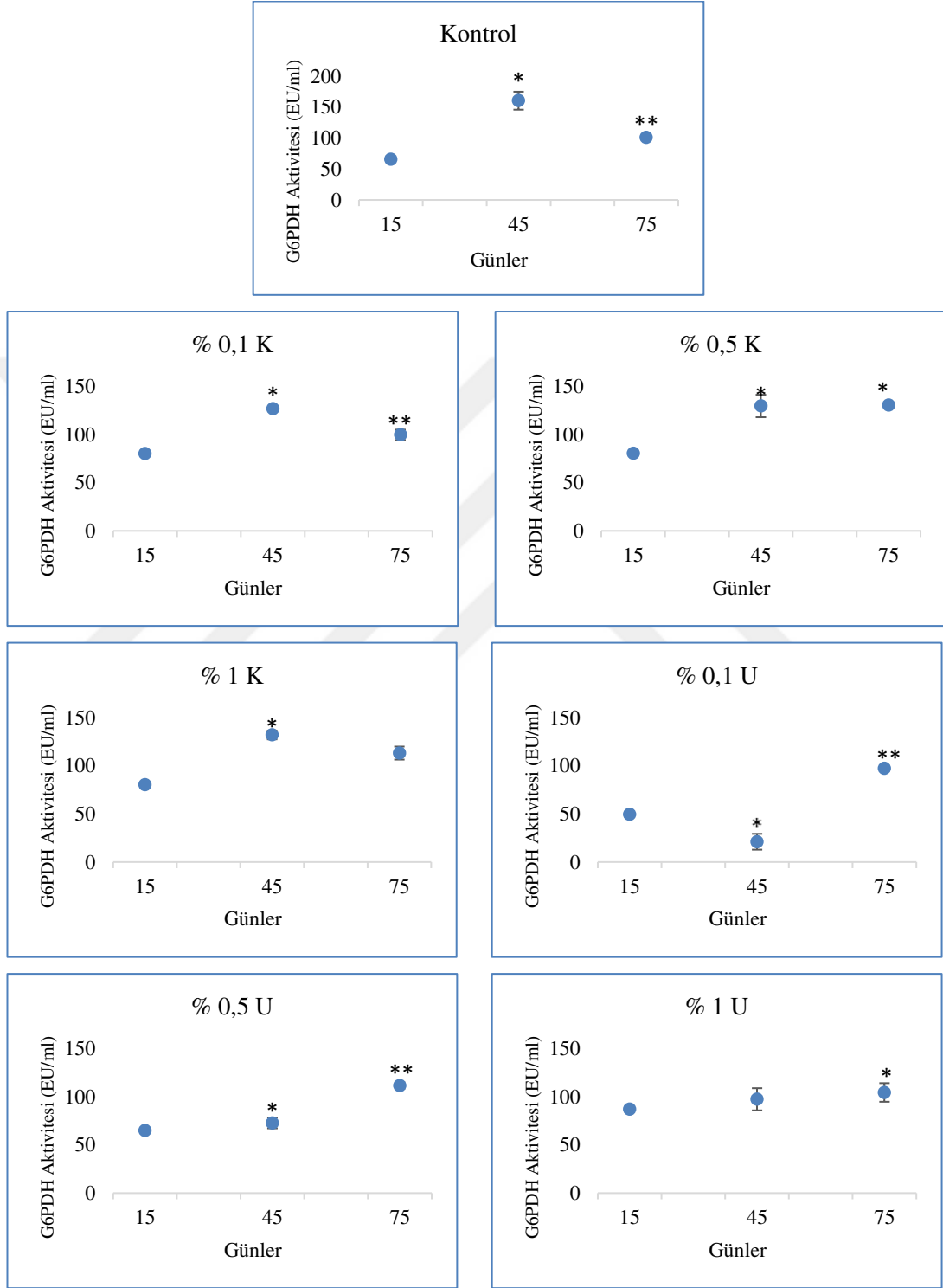
| Gruplar        | 15. gün                  | 45. gün                    | 75. gün                   |
|----------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|
| <b>Kontrol</b> | 65,58±0,65 <sup>aA</sup> | 160,34±14,51 <sup>aB</sup> | 101,03±3,32 <sup>aC</sup> |
| <b>% 0,1 K</b> | 80,18±0,86 <sup>bA</sup> | 126,98±1,35 <sup>bB</sup>  | 99,75±5,38 <sup>aA</sup>  |
| <b>% 0,5 K</b> | 80,65±1,58 <sup>bA</sup> | 129,71±11,66 <sup>bB</sup> | 130,63±0,42 <sup>bB</sup> |
| <b>% 1 K</b>   | 80,16±1,60 <sup>bA</sup> | 131,99±4,58 <sup>bB</sup>  | 113,14±6,78 <sup>aC</sup> |
| <b>% 0,1 U</b> | 49,38±2,15 <sup>cA</sup> | 21,03±8,23 <sup>cB</sup>   | 97,23±2,62 <sup>aC</sup>  |
| <b>% 0,5 U</b> | 65,01±2,20 <sup>aA</sup> | 72,87±5,56 <sup>dB</sup>   | 111,68±3,44 <sup>aC</sup> |
| <b>% 1 U</b>   | 87,32±2,50 <sup>dA</sup> | 97,50±11,51 <sup>dA</sup>  | 104,57±9,67 <sup>aB</sup> |

Tüm verilerin ortalamaları ve standart sapmaları verilmiştir. K: Karahindiba; U: Sakal yosunu. Küçük üst harfler grupların aynı örnekleme günü kendi aralarındaki, büyük üstel harfler ise grupların kendi içlerinde farklı günlerdeki farklılığı ifade eder.

Gruplar kendi içlerinde değerlendirildiğinde elde edilen veriler Grafik 4.4'te ifade edilmiştir. Bu bağlamda kontrol grubunun 15 gün G6PDH aktivitesi diğer gruplardan farklı olarak düşük tespit edilmiştir. En yüksek aktivite 45. gün örnekleme tarihinde tespit edilirken 75. gün elde edilen G6PDH aktivitesi 15. gün verilerinde yüksek 45. gün verilerinde düşük tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ).

Deneme gruplarından % 0,1 K' nın farklı örnekleme günlerinde elde edilen G6PDH aktivitesi 15 ve 75. günlerde benzerlik gösterirken bundan farklı olarak 45. gün örnekleme tarihinde (126,98±1,35) diğer iki örnekleme zamanına göre artmıştır. % 0,5 K

uygulanan gruplar kendi içlerinde değerlendirildiğinde, en düşük G6PDH aktivitesi 15. gün örneklemesinde ( $80,65 \pm 1,58$ ) tespit edilmiştir.



\* İfadeleri gruplar arasındaki farklılıkları ifade eder.

Grafik 4.4. Grupların kendi içlerinde farklı örnekleme zamanlarında meydana gelen G6PDH değişimleri.

45 ve 75 gün örneklemelerinden elde edilen sonuçlar 15. gün verilerinde kayda değer oranda yüksek tespit edilirken bu iki örneklem döneminde farklılık tespit edilememiştir ( $P>0,05$ ).

% 1 K grubunda 15 ve 75. gün verileri arasında farklılık tespit edilmezken, bunlardan farklı olarak 45. gün G6PDH aktivitesinde artış tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ).

% 0,1 15. Gün ve 45. gün örneklemeleri değerlendirildiğinde 45. gün örneklem sonuçları ( $21,03\pm 8,23$ ) 15. gün ( $49,38\pm 2,15$ ) verilerine göre azalma göstermiş bununla birlikte bu farklılık istatistiksel açıdan farklılık oluşturmamıştır ( $P>0,05$ ). Bunlardan farklı olarak 75. gün verileri bu iki gruptan kayda değer oranda artış göstermiştir. % 0,5 U grubunda, tüm grupların G6PDH aktiviteleri uygulama sürelerine bağlı olarak artış göstermiştir. % 1 U grubunda se 15 ve 45. gün verileri benzerlik gösterirken 75. gün verileri bunlardan farklı olarak artmıştır ( $P<0,05$ ).

#### **4.1.5. Lipit Peroksidasyonu**

Yetmiş beş gün süren bu çalışmada 15, 45 ve 75. günlerde balıklardan beyaz kas örnekleri alınarak uygulama yapılan tüm grupların lipit peroksidasyonu aktivitelerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 4.5.'te ifade edilmiştir.

Çalışmanın 15. gününde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tüm grupların lipit peroksidasyonu aktiviteleri kontrol grubuna kıyasla azalmıştır ( $P<0,05$ ). Tüm gruplar birbirleriyle kıyaslandıklarında gruplar arasında bir farklılık tespit edilememiştir. Kontrol grubu, % 0,1 K% 1K, % 0,1 U ve %,1 U gruplarından elde edilen lipit peroksidasyonu aktiviteleri benzerlik göstermiştir. En düşük lipit peroksidasyonu % 0,5 K ( $54,32\pm 3,13$ ) grubunda tespit edilmiştir. 75. gün elde edilen veriler değerlendirildiğinde, kontrol grubu, %0,1 K ve % 0,5 K grupları arasında farklılık gözlenmezken, tüm sakal yosunu grupları bunlardan farklı olarak kontrol grubuna kıyasla artış gözlenmiştir ( $P<0,05$ ). En yüksek lipit peroksidasyonu aktivitesi % 1 K ( $96,65\pm 3,97$ ) grubunda tespit edilmiştir.

Tablo 4.5. *Karahindiba ve sakal yosunu ile 75 gün boyunca beslenen alabalıkların beyaz kas dokularında meydana gelen lipit peroksidasyonu (U/ml).*

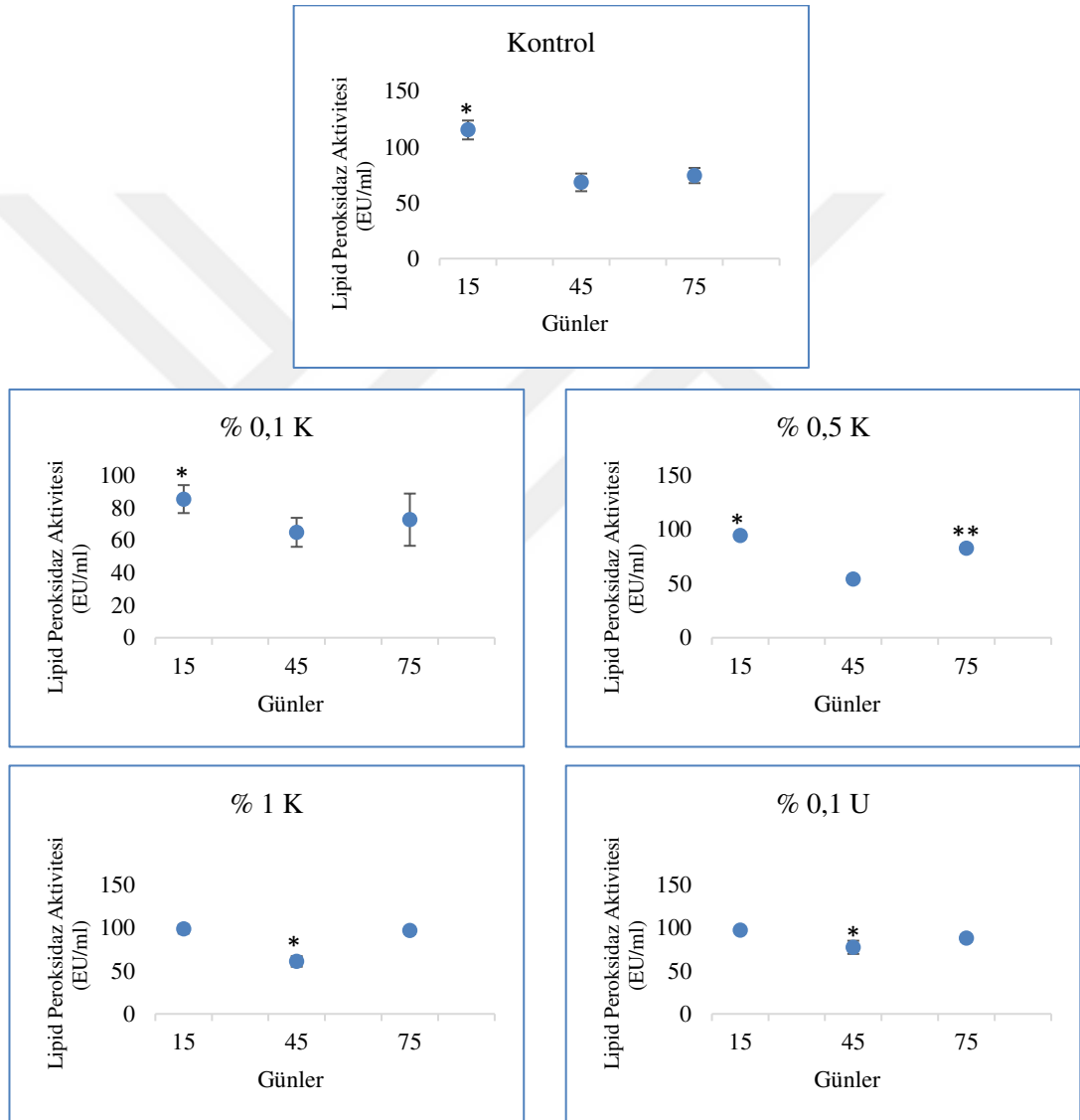
| Gruplar        | 15. gün                   | 45. gün                    | 75. gün                   |
|----------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| <b>Kontrol</b> | 115,29±8,47 <sup>aA</sup> | 68,33±7,91 <sup>aB</sup>   | 74,47±6,81 <sup>aB</sup>  |
| <b>% 0,1 K</b> | 85,41±8,61 <sup>bA</sup>  | 64,94±8,93 <sup>aB</sup>   | 72,73±16,09 <sup>aB</sup> |
| <b>% 0,5 K</b> | 94,38±3,37 <sup>bA</sup>  | 54,32±3,13 <sup>bB</sup>   | 82,75±3,24 <sup>aC</sup>  |
| <b>% 1 K</b>   | 98,28±5,07 <sup>bcA</sup> | 60,85±6,08 <sup>aB</sup>   | 96,65±3,97 <sup>bA</sup>  |
| <b>% 0,1 U</b> | 97,02±2,24 <sup>bcA</sup> | 77,22±7,63 <sup>acB</sup>  | 87,67±4,02 <sup>cA</sup>  |
| <b>% 0,5 U</b> | 82,75±8,13 <sup>bA</sup>  | 89,75±10,34 <sup>cdA</sup> | 86,12±5,40 <sup>cA</sup>  |
| <b>% 1 U</b>   | 85,17±12,12 <sup>bA</sup> | 76,82±5,27 <sup>acA</sup>  | 83,63±0,82 <sup>cA</sup>  |

Tüm verilerin ortalamaları ve standart sapmaları verilmiştir. Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı ifade eder (n= 3). K: Karahindiba; U: Sakal yosunu. Küçük üst harfler grupların aynı örnekleme günü kendi aralarındaki, büyük üstel harfler ise grupların kendi içlerinde farklı günlerdeki farklılığı ifade eder.

Gruplar kendi içlerinde farklı zaman aralıklarında meydana gelen lipit peroksidasyonu aktivitesi açısından değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar Grafik 4.5'te ifade edilmiştir.

Kontrol grubunun kendi içinde günlere bağlı meydana gelen değişimlere göre, 15. Günde lipit peroksidasyonu aktivitesi en yüksek seviyesine ulaşmıştır ( $P<0,05$ ). 45. ve 75. gün örnekleme döneminde bundan farklı olarak azalma gözlenmiş ve bu iki farklı örnekleme döneminde gruplar arasında bir farklılık tespit edilememiştir. % 0,1 K grubu, 15. gün örneklemede kontrol grubuna benzer sonuçlar göstermiştir. Bu bağlamda, 15. gün lipit peroksidasyonu seviyeleri artarken 45 ve 75. günlerde 15. güne nazaran azalmış bu örnekleme dönemleri arasında bir farklılık oluşmamıştır. % 0,5 K grubunda 15. gün örneklemede, lipit peroksidasyonu kayda değer oranda artış göstermiştir. Bundan farklı olarak 45. günde en düşük seviyesine ( $54,32\pm3,13$ ) ulaşmıştır. 75. günde ise 15. güne kıyasla yine düşük tespit edilirken ( $82,75\pm3,24$ ) bu oran 45. günden yüksek olmuştur. % 1 K grubu, 15 ve 74. gün örneklemlerinde benzerlik gösterirken ( $P>0,05$ ) bunlardan farklı olarak 45. gün de kayda değer oranda azalmıştır.

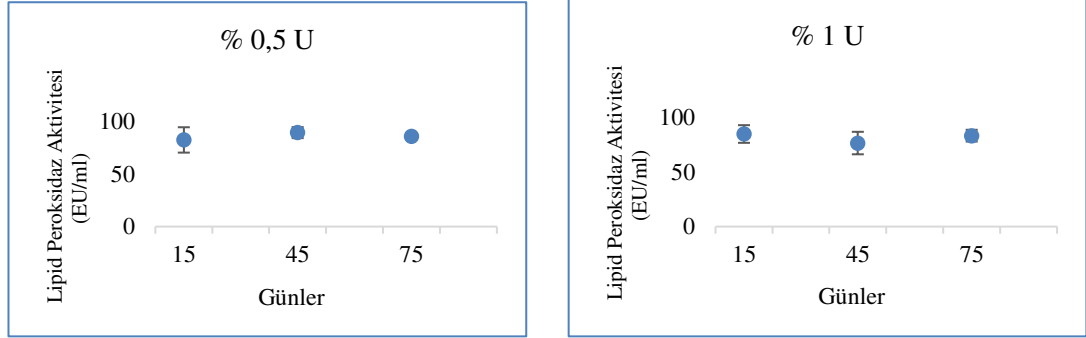
Sakal yosunu ile beslenen alabalık gruplarından % 0,1 U grubunda 15 ve 75. günlerde elde edilen veriler benzerlik göstermiştir. Bunlardan farklı olarak 45. günde lipit peroksidasyonu kayda değer oranda azalmıştır. % 0,5 U grubunda ise lipit peroksidasyonu aktivitesi açısından zamana bağlı bir değişim söz konusu değildir. Tüm gruplar birbirleri ile benzerlik göstermiştir. % 1 U grubunda da % 0,5 U grubunda olduğu gibi gruplar arasında zamana bağlı bir değişim gözlenmemiştir.



\* İfadeleri gruplar arasındaki farklılıkları ifade eder.

Grafik 4.5. Grupların kendi içlerinde farklı örnekleme zamanlarında meydana gelen lipit peroksidasyonu değişimleri.

Grafik 45'in devamı



#### 4.2. Büyüme Performansı

Yetmiş beş gün süren bu çalışmada çalışma sonunda balıkların büyüme performanslarından elde edilen veriler Tablo 4.6.'da verilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen bu veriler değerlendirildiğinde iki farklı deneme ortalaması ile başlayan balıkların ağırlık kazanımların açısından istatistiksel bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak balıkların SBO gruplar arasında değişkenlik göstermiştir. En yüksek SBO değeri % 0,5 K grubuna elde edilirken bu farklılık istatistiksel açıdan önemli olarak tespit edilememiştir. Benzer olarak YDO oranları da gruplar arasında değişkenlik göstermiştir. Buna bağlı olarak en düşük YDO değeri % 0,5 K grubunda belirlenirken, en yüksek değer  $1,34 \pm 0,17$  ile % 0,5 U grubundan elde edilmiştir. Bu bağlamda tüm grupların YDO % 0,5 K grubunda azalma gösterirken ( $P < 0,05$ ) diğer tüm gruplarda benzer olmuştur ( $P > 0,05$ )

Tablo 4.6. Karahindiba ve sakal yosunu ile 75 gün boyunca beslenen alabalıkların deneme sonunda büyüme performanslarında meydana gelen

|                | Başlangıç Ağırlığı | Bitiş Ağırlığı | Ağırlık Kazanımı | SBO       | YDO                    |
|----------------|--------------------|----------------|------------------|-----------|------------------------|
| <b>Kontrol</b> | 12,26±0,06         | 52,01±0,05     | 325,17±25,39     | 1,93±0,08 | 1,24±0,10              |
| <b>% 0,1 K</b> | 12,15±0,06         | 53,71±0,04     | 344,09±38,61     | 1,98±0,12 | 1,15±0,13              |
| <b>% 0,5 K</b> | 12,32±0,05         | 57,89±0,05     | 371,18±36,33     | 2,06±0,10 | 1,06±0,10 <sup>a</sup> |
| <b>% 1 K</b>   | 12,34±0,06         | 51,79±0,06     | 320,91±31,43     | 1,91±0,10 | 1,12±0,11              |
| <b>% 0,1 U</b> | 41,03±0,02         | 128,59±0,07    | 213,64±26,10     | 1,52±0,11 | 1,28±0,16              |
| <b>% 0,5 U</b> | 41,18±0,02         | 137,40±0,09    | 233,46±27,80     | 1,60±0,17 | 1,34±0,17              |
| <b>% 1 U</b>   | 41,38±0,02         | 143,35±0,08    | 246,51±28,74     | 1,65±0,11 | 1,30±0,15              |

Tüm verilerin ortalamaları ve standart sapmaları verilmiştir. K: Karahindiba; U: Sakal yosunu. Küçük üst harfler grupların aynı örnekleme günü kendi aralarındaki, büyük üstel harfler ise grupların kendi içlerinde farklı günlerdeki farklılığı ifade eder.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada farklı oranlarda karahindiba ve sakal yosunu ile beslenen alabalıkların antioksidan sistemlerinde meydana gelen değişimler SOD, CAT, GPX, G6PDH ve lipid peroksidasyonu aktivitelerinde meydana gelen değişimler 75 gün süren çalışmanın 15, 45 ve 75. günlerinde belirlenerek tespit edilmiştir.

Bir canlının yaşamsal faaliyetleri devam ettirebilmesi için reaktif oksijen türlerinin hızlı ve etkili bir şekilde hücre ve organlar içerisinde elemin edilmesi gerekmektedir. Bu hadise, antioksidan savunma sistemi içerisinde yer alan SOD gibi enzimlerin süperoksit anyonlarını temizlenmesi ile başlamaktadır. Ökaryotik canlılarda enzimatik olarak görev alan antioksidanlar içerisinde en önemlisi ve en iyi bilinen SOD enzimidir. SOD enzimi hücre içerisinde  $O_2^-$  'i ortamdan uzaklaştıran bir enzim türüdür. Bu bağlamda SOD aktivitesindeki artışları süperoksit radikallerinin artışı ile bağdaştırabiliriz. SOD aktiviteleri değerlendirildiğinde yüksek doz kullanımının SOD aktivitesini olumsuz yönde etkilediği göze çarpmaktadır. Sakal yosunu grubunda günler ilerledikçe artan bir SOD aktivitesinde bahsetmek mümkün olmakla birlikte bu artış kontrol grubunda da gözlenmiştir. Bu bağlam SOD etkinliği açısından en uygun bitki türünün % 0,1 K içeren grup olduğu söylenebilir. Sakal yosununun SOD aktivitesi açısından antioksidan özellik göstermediği söylenebilir. Bununla birlikte % 0,1 U grubunda elde edilen verilere göre bu 15 günlük kullanımın oksidatif stres üzerinde SOD aktivitesi açısından önemli etkileri olacağı söylenebilir. Gülçin vd. (2009) çalışmamızda karahindiba kullanılan gruplara benzer olarak melatonin içeren yemlerle besledikleri alabalıklarda SOD aktivitesinde artışlar tespit etmişlerdir. Li vd. (2010), karbamaepin uygulamasının alabalıkların SOD aktivitelerini kayda değer azalttığını tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar sakal yosunu uygulanan gruplarla örtüşmektedir. Thirunavukkarasu vd. (2010), çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak *Citrullus colcynthis* türünden elde edilen özütlerin SOD aktivitesinin arttığını, *Suaeda maritime*'den elde edilen özütlerde ise sakal yosunu gruplarına benzer olarak SOD aktivitesinde azalma meydana getirdiğini göstermişlerdir. Çalışmamıza benzer olarak A ve E vitamini katkıları ile beslenen gökkuşağı alabalıklarının SOD aktivitelerinde kayda değer artışlar tespit edilmiştir (Keleştemur ve Özdemir, 2013). SOD aktivitesinin adaçayı ve kekik uygulanan

alabalık yavrularında çalışmamızda karahindiba sonuçlarına benzer olarak artışı ve nane ile beslenen yavru alabalıklarda ise sakal yosununa benzer şekilde azaldığı tespit edilmiştir (Sönmez vd., 2015). Elgamlı vd. (2015), tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıklarını selenyum ve alfa-tokoferol içeren yemlerle besledikleri çalışmada SOD aktivitesinde azalma tespit etmişlerdir. Bir çok çalışmada farklı besleme uygulamalarına maruz bırakılan balıklarda SOD aktivitesinin arttığı gözlenmiştir (Yonar vd., 2015; Zhang vd., 2015; Zhao vd., 2017).

CAT hücre içerisinde peroksizomlarda bulunup, SOD enzimi vasıtasıyla ortamdan uzaklaştırılan süperoksit radikallerini  $H_2O_2$ 'ye dismutasyonunu katalizlemektedir. SOD aktivitesini yüksek olduğu durumlarda CAT aktivitesinin yüksek olması beklenebilir. Bununla birlikte CAT enziminin yağ asidi metabolizması ile ilişkilendirilmesi elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde zorluklar çıkarabilir. Bu çalışmada, CAT aktivitesi değerlendirildiğinde genel olarak tüm gruplar birbirine benzerlik göstermiştir. Örnekleme dönemlerinde elde edilen CAT aktiviteleri karahindiba ile beslenen alabalıklarda herhangi bir değişikliğe sebep olmazken bu durum sakal yosunu ile beslenen gruplardan genel olarak kontrol grubuna kıyasla bir azalma yada farklılık olmaması şeklinde tespit edilmiştir. CAT açısından verilere göre en makul olan kullanım karahindiba ile % 0,1 oranında 75 gün beslemenin uygun olacağı düşünülebilir. Bununla birlikte genel kanımız, CAT aktivitesinde çalışmada kullanılan bitkilerin önemli bir etki göstermediği yönündedir. Gülçin vd. (2009) çalışmamızda % 0,1 oranında karahindiba kullanılan gruplara benzer olarak melatonin içeren yemlerle besledikleri alabalıklarda CAT aktivitesinde artışlar tespit etmişlerdir. Kefir ile beslenen çoruh alabalıklarında (*Salmo coruhensis*) CAT aktivitesinde artış tespit edilmiştir (Kızak ve Çelik, 2012). Sönmez vd. kekik, adaçayı ve nane yağı kullanımının alabalıkların CAT aktivitesinde düşüşlere neden olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar sakal yosununda elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. Çalışmamızdan farklı olarak Zhang vd. (2015), magnezyum ve E vitamini ile zenginleştirilmiş yemlerle beslenen japon levreklerinde (*Lateolabrax japonicus*), Şahan vd. (2016), zencefil ile beslenen tilapia balıklarında, Amer (2016), *Spirulina platensis* ile beslenen tilapia balıklarında CAT aktivitelerinin arttığını tespit etmişlerdir. Çalışmamıza benzer olarak, Özlüer-Hunt maya nükleotidi proteini ile besledikleri alabalıklarda CAT aktivitesinde bir değişim tespit edememişlerdir.

GPX enzimi, glutatyon redüktaz enziminin çalışması için gerekli olan NADPH ve GSSG oluşumunu katalizlemektedir. Bu bağlamda genel olarak yine karahindiba ile beslenen alabalıklarda GPX aktivitesinde bir artış söz konusudur. Sakal yosunu ile beslenen balıklarda ise % 1 U grubunun etkili olduğu söylenebilir. GPX aktivitesi zamana bağlı değişim göstermiş olmakla birlikte en istikrarlı değerler % 0,5 K grubunda gözlenmiştir. Bu bağlamda % 0,1 K ile alabalıkların beslenmesi GPX aktivitesinde olumlu etkiler oluşturacağı düşünülmekte, bununla birlikte 45 günlük % 1 oranında sakal yosunu sulu methanolik özütü kullanımının yada yine, 75 gün süreyle % 0,5 karahindiba kullanımının da alabalıkların GPX aktivitesi üzerinde önemli etkilerinin olacağı düşünülebilir. Li vd. (2010), karbamaepin uygulamasının alabalıkların GPX aktivitelerinde kayda değer azalmalara neden olduğunu tespit etmişlerdir. Japon levreklerinde uygulanan magnezyum ve E vitamini GPX aktivitesinde artışlara neden olmuştur (Zhang vd., 2015). Trikolofon kullanımı tilapiaalarda (Yanar vd., 2015), kekik, adaçayı ve nane yağı kullanımı alabalıklarda (Sönmez vd., 2015) GPX aktivitelerinde artışa neden olmuştur.

G6PDH enzimi NADPH üreterek pentoz fosfat yolunu katalizler. Dolayısıyla üretilen NADPH, glutatyon redüktaz ve CAT enzimleri için esansiyeldir. Bu bağlamda G6PDH enzimi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dekompozisyonu için hayati önem sahiptir. G6PDH aktivitesi genel olarak tüm sakal yosunu gruplarında bir azalma göstermiştir. En yüksek veriler % 1 K grubunda 75. günde tespit edilmiştir. Bu bağlamda % 1 oranında karahindiba ile balıkların 75 gün süreyle beslenmelerinin uygun olacağı kanaatine varılmıştır. G6PDH enziminin tespiti bu tür çalışmalar içerisinde önemli detayları oluşturmaktadır. Çalışma sonuçlarına göre karahindiba ile beslenen gruplardaki G6PDH artışı Sönmez vd.(2015)'nin alabalıklarda yaptıkları çalışma ile örtüşmektedir.

Malondialdehit (MDA), oksijen serbest radikallerinin sebep olduğu lipid peroksidasyonunun bir ürünüdür ve son derece önemli oksidatif stres belirtecidir. MDA seviyelerinin artması lipid peroksidasyonunun arttığına işaret olup hücrelerin zarar görmesinin işareti olarak değerlendirilmektedir (Yagi, 1984). Bu çalışmada lipid peroksidasyonu değerlendirildiğinde yüksek doz kullanımının lipid

peroksidasyonu olumsuz yönde etkilediği göze çarpmaktadır. Sakal yosunu grubunda günler ilerledikçe artan bir lipit peroksidasyonu aktivitesinde bahsetmek mümkündür. Bu bağlamda lipit peroksidasyonu etkinliği açısından en uygun bitki türünün % 0,5 K içeren grup olduğu söylenebilir. Sakal yosununun lipit peroksidasyonu açısından antioksidan özellik göstermediği söylenebilir. Keleştemur ve Özdemir (2013) çalışmamıza sakal yosunu kullanılan gruplara benzer olarak selenyum ve alfa-tokoferol kullanımının tilapialarda, benzer uygulamaların MDA seviyelerini arttırdığını tespit etmişlerdir. Bunlardan farklı olarak, Şahan vd. (2017), kuşburnu ile beslenen alabalıklarda, Amer (2016), spirulina ile beslenen tilapialarda MDA seviyelerinde düşüş tespit etmişlerdir. Gülçin vd. (2009) çalışmamızda karahindiba kullanılan gruplara benzer olarak melatonin içeren yemlerle besledikleri alabalıklarda lipit peroksidasyonunda azalma tespit etmişlerdir. Genel olarak yapılan çalışmalarda uygulanan ürüne bağlı olmakla birlikte MDA seviyelerinde düşüş gözlemlendiği tespit edilmektedir (Özlüer-Hunt vd., 2016; Sönmez vd., 2015; Yonar vd., 2015; Kızak ve Çelik 2012) seviyelerini arttırdığı tespit etmişlerdir.

Balıkların büyüme performansları değerlendirildiğinde, gruplar arasında ağırlıkça büyüme ve SBO açısından bir farklılık gözlenmezken, YDO % 0,5 K grubunda azalmıştır ve bu farklılık önemli bulunmuştur. Bilindiği üzere yem giderleri bir su ürünleri işletmesinde en önemli gider kalemlerini oluşturmaktadır. Dolayısıyla YDO oranlarındaki farklılıklar son derece önemlidir. Bu bağlamda % 0,5 K içeren yemlerin balıklara verilmesi uygun olacağı düşünülmektedir. Giannenas vd. (2012), karvakrol ve timol ile besledikleri alabalıkların oksidatif stresleri üzerinde meydana getirdiği değişimleri inceledikleri çalışmada büyüme performansı açısından bir farklılık tespit edememişlerdir. Yine çalışmamıza benzer olarak Kızak ve Çelik (2012), Çoruh alabalığı ile yaptıkları çalışmada kefir uygulamasının büyüme performansı üzerinde bir etki oluşturmadığını tespit etmişlerdir.

Tüm bu veriler ışığında alabalıkların oksidatif stres açısından sakal yosunu ile beslenmelerinin uygun olmayacağı kanaatine varılmıştır. Bunlardan farklı olarak genel bağlamda karahindibanın alabalıklarda oksidatif stres üzerinde etkili bir antioksidan özellik gösterdiği söylenebilir. % 0,5 K grubunda ele edilen düşük YDO verileri de değerlendirildiğinde alabalık üretiminde % 0,5 oranında karahindiba



## KAYNAKLAR

- Ahmad S. (1995) Preface. In: Oxidative stress and antioxidant defenses in biology. Chapman & Hall, NY.
- Aikens, J., Dix, T.A. (1991). Perhydroxyl radical ( $\text{HOO}\cdot$ ) initiated lipid peroxidation. The role of fatty acid hydroperoxides. *The Journal of Biologigal Chemistry*, 69(B), 893-896.
- Amer, S. A. (2016). Effect of *Spirulina platensis* as feed supplement on growth performance, immune response and antioxidant status of mono-sex Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Benha Veterinary Medical Journal*, 30(1), 1- 10.
- Auroma, O.I. (1999). Freeradicals, antioxidants and international nutrition. *Asia Pasific J. Clin. Nutr.*, 8(1), 53-63.
- Bilen, S., Bilen, A.M., Önal, U. (2015). The effects of oxygen supplementation on growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in different stocking densities. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 14(3), 538-545.
- Bilen, S., Altunoğlu, Ç.Y., Ulu, F., Biswas, G. (2016b). Innate immune and growth promoting responses to caper (*Capparis spinosa*) extract in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish and Shellfish Immunology*, 57, 206-212. DOI: 10.1016/j.fsi.2016.08.040
- Boustie, J., Grube, M. (2005). Lichens—A promising source of bioactive secondary metabolites. *Plant Genet. Resour.* 3, 273–278. doi: 10.1079/PGR200572.
- Buechter, D.D., 1988. Free radicals and oxygen toxicity. *Pharmaceutical Research*, 5 (5), 253-260
- Clare, B.A., Conroy, R.S., Spelman, K. (2009). The diuretic effect in human subjects of an extract of *Taraxacum officinale folium* over a single day. *J Altern Complement Med.* 15(8), 929-934.
- Dafre, A.L., Reischl, E. (1990). High hemoglobin mixed disulfide content in hemolysates from stressed shark. *Comp. Biochem. Physiol.* 96(B), 215–219.
- Davies, K.J.A., 2000. An overview of oxidative stres. *IUBMB Life.* 50, 241-244.
- Elgaml, S. A., Khalil, R., Hashish, E. A., El-Murr, A. (2015). Protective effects of selenium and Alpha-tocopherol against lead-induced hepatic and renal toxicity in oreochromis niloticus. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 6(1), 1.

- FAO, (2016). The state of World fisheries and aquaculture. Roma. ISBN 978-92-5-109185-2.
- Giannenas, I., Triantafyllou, E., Stavrakakis, S., Margaritis, M., Mavridis, S., Steinere, T., Karagounis, E. (2012). Assessment of dietary supplementation with carvacrol or thymol containing feed additives on performance, intestinal microbiota and antioxidant status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 350–353, 26–32.
- Gülçin, İ., Beydemir, Ş., Hisar, O., Köksal, E., Reiter, R. J. (2009). Melatonin administration increases antioxidant enzymes activities and reduces lipid peroxidation in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) erythrocytes. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 33(3), 241-245.
- Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C. (1999). Free Radicals in Biology and Medicine (3rd ed.) Clarendon Press, Oxford.
- Hardig, J., Hoglund, L.B. (1983). Seasonal and ontogenetic effects on methaemoglobin and reduced glutathione content in the blood of reared baltic salmon. *Comp. Biochem. Physiol.* 75(A), 27–34.
- Imlay, J.A., Linn, S. (1988). DNA damage and oxygen radical toxicology. *Science*, 240, 1302-1309.
- Keleştemur, G. T., & Özdemir, Y. (2013). Effects of dietary vitamin A and E on growth performance and antioxidant status in blood of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) exposed to flow rate stress. *JAPS, Journal of Animal and Plant Sciences*, 23(3), 821-827.
- Kızak, M. K., Çelik, H. T. (2012). The effects of different dosage of kefir with different durations on growth performances and antioxidant system in the blood and liver tissues of Çoruh trout (*Salmo coruhensis*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12, 1-2.
- Lawrey, J.D. (1986). Biological role of lichen substances. *Byrologist*, 86;89, 111–122. doi: 10.2307/3242751.
- Li, Z. H., Li, P., Randak, T. (2010). Effect of a human pharmaceutical carbamazepine on antioxidant responses in brain of a model teleost in vitro: an efficient approach to biomonitoring. *Journal of Applied Toxicology*, 30(7), 644-648.
- Madamombe, I.T., Afolayan, A.J. (2003). Evaluation of antimicrobial activity of extracts from South African *Usnea barbata*. *Pharmaceutical Biology*, 41(3), 199-202.

- Martinez-Alvarez, R.M., Morales, A.E., Sanz, A. (2005). Antioxidant defenses in fish: Biotic and abiotic factors. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15, 75–88.
- Modaresi, M., Resalatpour, N. (2012). The Effect of *Taraxacum officinale* Hydroalcoholic Extract on Blood Cells in Mice. *Advances in Hematology*, 2012, Article ID 653412, 4.
- Özlüer-Hunt, A., Özkan-Yılmaz, F., Berköz, M., Engin, K., Gündüz, S. G., & Yalın, S. (2016). Effects of dietary nucleotide yeast on immune responses and antioxidant enzyme activities of rainbow trout juveniles (*Oncorhynchus mykiss*). *Israeli Journal Of Aquaculture-Bamidgeh*, 68.
- Reiter, R.J., Melchiorri, D, Sewerynek, E, Poeggeler, B., Barlow-Walden, L., Chuang, J., Ortiz, G.G., Acuña-Castroviejo, D.J. (1995). A review of the evidence supporting melatonin's role as an antioxidant. *Pineal Res.*, 18(1),1-11.
- Rocha-e-Silva, T.A.A., Rossa, M.M., Rantin, F.T., Matsumura- Tundisi, T., Tundisi, J.G., Degterev, I.A. (2004). Comparison of liver mixed-function oxygenase and antioxidant enzymes in vertebrates. *Comp. Biochem. Physiol.* 137(C), 155–165.
- Schütz, K., Carle, R., Schieber, A. (2006). *Taraxacum*— A review on its phytochemical and pharmacological profile. *Journal of Ethnopharmacology*, 107 (3), 313–323.
- Shrestha G., St. Clair L.L. Lichens: A promising source of antibiotic and anticancer drugs. *Phytochem. Rev.* 2013;12:229–244. doi: 10.1007/s11101-013-9283-7.
- Sies, H. (1986) Biochemistry of oxidative stress. *Ang. Chem.-Int.*, 25, 1058–1071.
- 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.
- Şahan, A., Duman, S., Çolak, S. Ö., Çınar, E., Bilgin, R. (2017). Determination of some hematological and non-specific immune defences, oxidative stress and histopathological status in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed rosehip (*Rosa canina*) to *Yersinia ruckeri*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17,91-100.
- Şahan, A., Özütok, S., Kurutaş, E. B. (2016). Determination of some hematological parameters and antioxidant capacity in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*

- Linnaeus, 1758) fed ginger (*Zingiber Officinale* Roscoe) to *Aeromonas hydrophila*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16(1), 197-204.
- Thirunavukkarasu, P., Ramkumar, L., Ramanathan, T. ve Silambarasan D. (2010). Anti Oxidant activity of selected coastal medicinal plants. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 2(2), 134-137.
- Yagi, K. 1984. Assay for plasma lipid peroxidase. *Methods in Enzymology*, 109, 328-331. doi: 10.1016/S0076- 6879(84)05042-4.
- Yonar, M. E., Yonar, S. M., Pala, A., Silici, S., & Saglam, N. (2015). Trichlorfon-induced haematological and biochemical changes in *Cyprinus carpio*: ameliorative effect of propolis. *Diseases of aquatic organisms*, 114(3), 209-216.
- Zhang, C. X., Huang, F., Li, J., Wang, L., Song, K., & Mai, K. S. (2015). Interactive effects of dietary magnesium and vitamin E on growth performance, body composition, blood parameters and antioxidant status in Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*) fed oxidized oil. *Aquaculture Nutrition*. 22(3), 708-722.
- Zhao, Y., Jiang, X., Kong, X., Di, G., Nie, G., & Li, X. (2017). Effects of hypoxia on lysozyme activity and antioxidant defences in the kidney and spleen of *Carassius auratus*. *Aquaculture Research*. 48(1), 223-235.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mohamed Omar Abdalla SALEM  
Doğum Yeri ve Yılı : Libya – Baniwaleed – 1988  
Medeni Hali : Bekar  
Yabancı Dili : İngilizce, Türkçe  
E-posta : mhomar1988@gmail.com



### Eğitim Durumu

Lise : 17 Feb Lisesi  
Lisans : Baniwaleed Üniversitesi, Teme Bilimler Fakültesi  
Yüksek Lisans :

### Mesleki Deneyim

İş Yeri : Baniwaleed Üniversitesi