

T.C.  
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**MASERE SARIMSAK (*Allium sativum* LİMNE) VE TUNCELİ SARIMSAĞI  
(*Allium tuncelianum* KOLLMAN) YAĞLARININ YOĞUN STOKLANMIŞ SAZAN  
BALIKLARININ (*Cyprinus carpio*) BAZI KAN VE ANTİOKSİDAN  
PARAMETRELERİNE ETKİLERİ**

**Anıl POLAT**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**I. DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Önder AKSU**

**II. DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Başar ALTINTERİM**

**TUNCELİ – 2022**

T.C.  
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**MASERE SARIMSAK (*Allium sativum* LİMNE) VE TUNCELİ SARIMSAĞI  
(*Allium tuncelianum* KOLLMAN) YAĞLARININ YOĞUN STOKLANMIŞ SAZAN  
BALIKLARININ (*Cyprinus carpio*) BAZI KAN VE ANTİOKSİDAN  
PARAMETRELERİNE ETKİLERİ**

**Anıl Polat  
(10120300135)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**I. DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Önder AKSU**

**II. DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Başar ALTINTERİM**

**TUNCELİ – 2022**

**T.C.**  
**MUNZUR ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**MASERE SARIMSAK (*Allium sativum* LİMNE) VE TUNCELİ SARIMSAĞI**  
**(*Allium tuncelianum* KOLLMAN) YAĞLARININ YOĞUN STOKLANMIŞ SAZAN**  
**BALIKLARININ (*Cyprinus carpio*) BAZI KAN VE ANTİOKSİDAN**  
**PARAMETRELERİNE ETKİLERİ**

**Anıl POLAT**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 6/01/2022 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

**İmza:.....**

Prof. Dr. Mehmet KOCABAŞ  
(Karadeniz Teknik Üniversitesi)

**BAŞKAN**

**İmza:.....**

Doç.Dr. Önder AKSU  
(Munzur Üniversitesi)

**DANIŞMAN**

**İmza:.....**

Doç. Dr. Filiz Kutluyer  
KOCABAŞ  
(Munzur Üniversitesi)

**ÜYE**

Bu tez, Enstitümüz Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Murat KORUNUR  
Enstitü Müdürü

Bu çalışma, Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

**Proje No: YLMUB019-10**

**NOT:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı "Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu"ndaki hükümlere tabidir.

## **ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ**

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

**Anıl POLAT**

Danışman  
**Doç. Dr. Önder AKSU**

## TEŞEKKÜR

Bu tez alıŐması Munzur Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı'nda yürütülmüŐtür.

Tüm bu süreçte benden desteğini esirgemeyen ve her konuda yardımcı olan tez danışmanlarım Sayın Doç. Dr. Önder AKSU ve Doç. Dr. Başar ALTINTERİM'e teşekkür ederim.

**Anıl POLAT**  
Tunceli - 2022



## İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ .....	I
TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	IV
TABLOLAR LİSTESİ .....	V
RESİMLER LİSTESİ .....	VI
SEMBOLLER LİSTESİ .....	VII
KISALTMALAR LİSTESİ .....	VIII
ÖZET .....	IX
ABSTRACT .....	X
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>9</b>
2.1. Çalışmada kullanılan canlı materyal.....	9
2.2. Balıkların laboratuvar ortamına adaptasyonu.....	9
2.3. Deneme ortamının hazırlanması .....	10
2.4. Yemlerin hazırlanması.....	12
2.5. Deneme gruplarının oluşturulması .....	14
2.6. Kan alma işlemleri ve kanların analizleri .....	15
2.7. Yemlemenin ve denemenin sonlandırılması.....	17
2.8. Diseksiyon ve karaciğerin çıkarılması.....	18
2.9. Antioksidan işlemleri .....	19
2.9.1. Süpernatantların hazırlanması .....	19
2.9.2. Analizlerin yapılması.....	22
2.10. İstatistiksel analizler .....	24
<b>3. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>25</b>
3.1. Büyüme parametreleri .....	25
3.2. Kan analizleri.....	27
3.3. Antioksidan analizleri.....	30
<b>4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>37</b>
<b>5. KAYNAKLAR.....</b>	<b>38</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. SOD analiz sonuçları grafiği.....	30
Şekil 3.2. CAT analiz sonuçları grafiği .....	31
Şekil 3.3. MDA analiz sonuçları grafiği .....	32



## TABLÖLAR LİSTESİ

<b>Tablo 2.1.</b> Gümüşdoğa marka alabalık yemi içeriği .....	13
<b>Tablo 3.1.</b> 60 günlük besleme sonucu elde edilen büyüme değerleri .....	26
<b>Tablo 3.2.</b> Balıkların kan analiz sonuçları .....	28
<b>Tablo 3.3.</b> Antioksidan analiz sonuçları .....	31



## RESİMLER LİSTESİ

<b>Resim 2.1.</b> Balıkların adaptasyon sürecince tanklarda bekletilmesi .....	9
<b>Resim 2.2.</b> Deneme tankları, hava motoru ve hava hortumları.....	10
<b>Resim 2.3.</b> Su dinlendirme tankları.....	11
<b>Resim 2.4.</b> Sünger filtre .....	11
<b>Resim 2.5.</b> Biotoplar .....	12
<b>Resim 2.6.</b> Deneme grupları için hazırlanan yemler.....	13
<b>Resim 2.7.</b> Bayıltılan balıkların boy ve ağırlıklarının alınması .....	14
<b>Resim 2.8.</b> Tankların üzerine kapatılan fileler .....	15
<b>Resim 2.9.</b> Kanların tüp döndürme aleti üzerinde EDTA'ya bulaşması için çevrilmeleri .	16
<b>Resim 2.10.</b> Kanların PROCAN PE6800VET marka analiz cihazında okunması .....	17
<b>Resim 2.11.</b> Balıkların anestezi madde içerisinde ötenazi işlemleri.....	18
<b>Resim 2.12.</b> Balıkların karaciğerlerinin çıkarılması .....	19
<b>Resim 2.13.</b> Karaciğer parçasının tuz çözeltisi ile yıkama işlemi.....	20
<b>Resim 2.14.</b> Tamponlanmış tuz çözeltisinin pH ayarlaması .....	20
<b>Resim 2.15.</b> Homojenizasyon işlemi.....	21
<b>Resim 2.16.</b> Santrifüj işlemi.....	22
<b>Resim 2.17.</b> Antioksidan kit içeriği .....	23
<b>Resim 2.18.</b> Numunelerin plakaya yerleştirilmesi .....	23
<b>Resim 2.19.</b> Bilgisayara bağlı mikropilaka okuyucu .....	24

## SEMBOLLER LİSTESİ

<b>O<sub>2</sub></b>	: Oksijen
<b>mg</b>	: Miligram
<b>g</b>	: Gram
<b>kg</b>	: Kilogram
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>µM</b>	: Mikrometre
<b>n</b>	: Birey sayısı
<b>L</b>	: Litre
<b>ml</b>	: Mililitre
<b>w</b>	: Weight, ağırlık
<b>v</b>	: Volume, hacim
<b>pH</b>	: Power of Hydrogen, bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesi
<b>OH</b>	: Hidroksil iyonu
<b>rpm</b>	: Revolutions per Minute, dakikadaki devir sayısı
<b>dk</b>	: Dakika

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>PCR</b>	: Polymerase Chain Reaction
<b>KP</b>	: Kan Performansı
<b>ACTH</b>	: Adrenokortikotropik hormon
<b>CRH</b>	: Kortikotropin salgılatıcı hormon
<b>ROS</b>	: Reaktif oksijen türleri
<b>SOD</b>	: Süperoksit dismutaz
<b>MDA</b>	: Malondialdehit
<b>CAT</b>	: Katalaz
<b>GPx</b>	: Glutasyon peroksidaz
<b>GR</b>	: Glutasyon reduktaz
<b>EPA</b>	: Eikosa Pentaenoik Asit
<b>DHA</b>	: Dokosa Heksaenoik Asit
<b>WBC</b>	: Lökosit
<b>LYM</b>	: Lenfosit
<b>MID</b>	: Monosit
<b>RBC</b>	: Eritrosit
<b>HGB</b>	: Hemoglobin
<b>HCT</b>	: Hematokrit
<b>MCV</b>	: Ortalama Eritrosit Hacmi
<b>MCH</b>	: Hücre hemoglobin ortalaması
<b>MCHC</b>	: Ortalama Eritrosit Hacmi
<b>RDW-SD</b>	: Kırmızı kan hücresi dağılım genişliği-standart sapma
<b>RDW-CV</b>	: Kırmızı kan hücresi dağılım genişliği-varyasyon katsayısı
<b>PLT</b>	: Trombosit
<b>MPV</b>	: Ortalama trombosit hacmi
<b>PDW</b>	: Trombosit dağılım genişliği
<b>PCT</b>	: Trombosit yüzdesi
<b>P-LCR</b>	: Trombosit-hücre
<b>EDTA</b>	: Etilendiamin tetraasetik asit
<b>RGR</b>	: Nispi büyüme oranı
<b>SGR</b>	: Spesifik büyüme oranı
<b>FCR</b>	: Yem dönüşüm oranı
<b>EKP</b>	: Elma kabuğundan elde edilen pektin
<b>NBT</b>	: Nitroblue tetrazolium
<b>CPF</b>	: Clorpirifos

## ÖZET

Bu çalışmada da Tunceli sarımsağının (*Allium tuncelianum* Kollman) diğer sarımsaklara (*Allium sativum* L.) göre olabilecek farklı etkilerini tespit etmek için, yem katkı maddesi olarak verilen sarımsakların sazan balıklarının (*Cyprinius carpio*) kan ve antioksidan parametrelerine etkisinin incelenmesi amaç edinilmiştir.

Balıkların ilk tanklara bırakıldıkları günden sonra her 15 günde bir ölçümler alınmıştır. Rakamsal olarak en fazla ağırlık artışının masere Tunceli sarımsağı katkılı yemlerle beslenen grupta olduğu (20g), ikinci olarak onu kontrol grubunun (17 g), üçüncü olarak masere sarımsak yağı katkılı yem grubunun (15 g) ve son olarak da ayçiçeği yağı katkılı kontrol grubunun (12 g) sırasıyla takip ettiği belirlenmiştir. Gruplar arasında ağırlık artışında rakamsal olarak farklılıklar gözlenmiş olmakla beraber, istatistiksel olarak bir fark tespit edilememiştir ( $P>0,05$ ). FCR (yem dönüşüm oranı) değerlerinde de benzer şekilde 1.16 ile en yüksek değer Tunceli sarımsağı, 1,38 ile ikinci olarak kontrol, 1,67 ile üçüncü olarak sarımsak ve son olarak 2,13 ile ayçiçeği kontrol grubunda bulunmuştur.

Kan analizleri sonuçlarında, deneme grupları arasında LYM %, MID %, MID %, HGB, MCV, MCH, RDW-SD ve MPV değerlerinde istatistiksel olarak bir fark tespit edilememiştir ( $P>0,05$ ). WBC, LYM #, MID #, GRAN #, RBC, HCT, MCHC, RDW-CV, PLT, PDW, PCTY ve P-LCR değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür ( $P<0,05$ ).

Süperoksit Dismutaz (SOD) analiz sonuçları incelendiğinde, en yüksek değer sarımsak grubunda  $0,639\pm 0,057$  U/ml olduğu, bu grubu  $0,527\pm 0,024$  U/ml değeri ile Tunceli sarımsağının ikinci sırada,  $0,520\pm 0,059$  U/ml değeri ile kontrol ayçiçeği yağının üçüncü sırada ve en düşük  $0,456\pm 0,047$  U/ml değeriyle de kontrol grubunun son sırada izlediği görüldü. Kontrol ayçiçeği grubu ile Tunceli sarımsak grubu arasında istatistiksel bir fark görülmezken ( $P>0,05$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel bir farkın olduğu belirlendi ( $P<0,05$ ).

Katalaz (CAT) analiz sonuçlarına bakıldığında, en yüksek değer  $0,758\pm 0,055$  nmol/dk/ml ile Tunceli sarımsağı grubunun olduğu, sarımsak grubunun  $0,625\pm 0,032$  nmol/dk/ml değeri ile ikinci, kontrol ayçiçeği grubunun  $0,609\pm 0,031$  nmol/dk/ml değeri ile üçüncü ve kontrol grubunun  $0,453\pm 0,015$  nmol/dk/ml değeri ile son sırada yer aldığı tespit edildi. Ayçiçeği yağı kontrol grubu ile sarımsak grubu arasında istatistiksel bir fark ortaya çıkmazken ( $P>0,05$ ), diğer gruplar arasında önemli bir farkın olduğu tespit edildi ( $P<0,05$ ).

Malondialdehit (MDA) analiz sonuçlarında ise en düşük değer  $0,770\pm 0,017$   $\mu$ M ile Tunceli sarımsağında olduğu, onu  $1,133\pm 0,046$   $\mu$ M değeri ile sarımsak grubunun ikinci sırada,  $1,190\pm 0,025$   $\mu$ M değeriyle ayçiçeği kontrol grubunun üçüncü sırada ve  $1,351\pm 0,031$   $\mu$ M değeri ile de kontrol grubunun son sırada takip ettiği görüldü. Ayçiçeği kontrol grubu ile sarımsak grupları arasında istatistiksel bir fark bulunmaz iken ( $P>0,05$ ), diğer tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlemlendi ( $P<0,05$ ).

**Anahtar Kelimeler :** Tunceli sarımsağı, *Cyprinius carpio*, FCR, kan analiz, antioksidan

## ABSTRACT

### **Effects of Masere garlic (*Allium sativum* Limne) oil and Tunceli garlic (*Allium tuncelianum* Kollman) oils on some blood and antioxidant parameters of densely stocked carp (*Cyprinus carpio*)**

In this study, it was aimed to examine the effects of garlic given as a feed additive on blood and antioxidant parameters of carp fish (*Cyprinus carpio*) in order to determine the different effects of Tunceli garlic (*Allium tuncelianum* Kollman) compared to other garlics (*Allium sativum* L.).

Measurements were taken every 15 days after the fish were released into the first tanks. Numerically, the highest increase in weight was observed in the group fed with masere Tunceli garlic added feed (20 g), secondly the control group (17 g), thirdly the macerated garlic oil added feed group (15 g) and finally the sunflower oil added control group (12 g) respectively. Although numerical differences were observed in weight gain between the groups, no statistical difference was detected ( $P>0.05$ ). Similarly, in the FCR (feed conversion ratio) values, Tunceli garlic had the highest value with 1.16, control group with 1.38, garlic as the third with 1.67, and sunflower control group with 2.13.

When the Superoxide Dismutase (SOD) analysis results were examined, the highest value was  $0.639\pm 0.057$  U/ml in the garlic group, Tunceli garlic ranked second with  $0.527\pm 0.024$  U/ml and control sunflower oil ranked third with  $0.520\pm 0.059$  U/ml. and the control group followed in the last place with the lowest value of  $0.456\pm 0.047$  U/ml. While there was no statistical difference between the control sunflower group and the Tunceli garlic group ( $P>0.05$ ), there was a statistical difference between the other groups ( $P<0.05$ ).

Catalase (CAT) analysis results show that Tunceli garlic group has the highest value with  $0.758\pm 0.055$  nmol/min/ml, the garlic group has the second value with  $0.625\pm 0.032$  nmol/min/ml, and the control sunflower group has  $0.609\pm 0.031$  nmol/min/ml. and the control group was in the last place with a value of  $0.453\pm 0.015$  nmol/min/ml. While there was no statistical difference between the sunflower oil control group and the garlic group ( $P>0.05$ ), there was a significant difference between the other groups ( $P<0.05$ ).

In malondialdehyde (MDA) analysis results, Tunceli garlic had the lowest value with  $0.770\pm 0.017$   $\mu$ M, followed by garlic group with a value of  $1.133\pm 0.046$   $\mu$ M, sunflower with a value of  $1.190\pm 0.025$   $\mu$ M in the third place and control group with a value of  $1.351\pm 0.031$   $\mu$ M. group followed in the last place. While there was no statistical difference between the sunflower control group and the garlic groups ( $P>0.05$ ), there was a statistically significant difference between all other groups ( $P<0.05$ ).

**Keywords:** Tunceli garlic, *Cyprinus carpio*, FCR, blood analysis, antioxidant

## 1. GİRİŞ

Dünyada en yaygın olarak yetiştirilen balık türlerinden biri Cyprinidae familyasına ait sazandır (*Cyprinus carpio*) (Gorren ve ark., 1998) ve dünyada yaygın olarak kültürü yapılan ticari açıdan önemli tatlı su balık türlerinden biridir (FAO, 2013). *C. carpio*, Doğu Avrupa ve Orta Asya'ya özgü olmakla beraber Avrupa ve Kuzey Amerika'daki su ortamlarına da aşılmıştır. Su ortamı, sıcaklık, tuzluluk ve akış gibi çok çeşitli su kalitesi parametrelerine karşı toleransı yüksektir (Lushchak ve ark., 2005; Lushchak ve Bagnyukova, 2006). Doğal su kütlelerinde, bu tür çok düşük su sıcaklığında yaşayabilir ve çözünmüş oksijenin düşük konsantrasyonlarına ve aşırı doygunluğuna uyum sağlayabilir, oksijenin günlük ve mevsimsel değişimlerine de uyum sağlamaktadır (Banarescu ve Coad, 1991; Jastrzebska ve Kawczuga, 2011).

İç su balık üretiminin önemli bir bölümünü oluşturan en yaygın sazan türü olan sazan, farklı bölgelerdeki göller, baraj gölleri ve akarsular gibi iç sulara aşılmaktadır (Vilizzi ve Tarkan, 2015). Bu balık, mükemmel büyüme hızı, omnivor beslenme alışkanlığı, Hint ve Çin sazanlarının aksine kapalı sularda üremesi, tek başına veya diğer balıklarla birlikte dayanıklı olması, doğal ve yapay yemlere kolay uyumu nedeniyle Asya, Yakın ve Uzak Doğu'daki havuzlarda, yetiştirmek için çok tercih edilir. Çalışmalar, benzer beslenme alışkanlıklarına sahip Hint büyük sazanı olan *Cirrhinus mrigala*'dan çok daha yüksek bir büyüme oranına sahip olduğunu göstermiştir (Parameswaran ve ark., 1971).

Avrupa, Avustralya, Kuzey Amerika, Afrika ve Asya dâhil olmak üzere dünyadaki birçok su kütlesine sazan getirilmiştir. Sazanların geniş dağılımı ve başarılı aşılmaları, çoğunlukla değişken çevresel koşullara toleranslarından (Forester ve Lawrence, 1978) ve ayrıca erken cinsel olgunluk, hızlı büyüme (Koehn, 2004) ve değişken çevresel koşullara tolerans yeteneklerinden kaynaklanmaktadır (Mills ve ark, 1993). Veri tabanına göre, bu balık dünyada en sık aşılana en kötü 100 istilacı yabancı tür arasında üçüncü sırada yer almaktadır. Dünyanın tropikal ve subtropikal göllerinde ayrıca nehir sistemlerine de aşılmıştır (Lowe ve ark., 2000).

Türkiye'de yaygın bir yayılış alanına sahiptir olan *C. carpio*, balıkçılık faaliyetleri açısından Türkiye'de önemli bir konuma sahiptir. Birçok doğal gölde ve ayrıca gölet ve baraj göllerinde bulunur (Demirkalp, 2007).

Bazı ülkelerde sazanla ilgili etkiler hakkında halkın farkındalığını artırmak için düzenli olarak sazangiller ve sazan yakalama etkinlikleri düzenlenmektedir ve bazı Avrupa

ülkelerinde sazan spor balıkçılığı için oldukça değerlidir (Arlinghaus ve Mehner, 2003; Hickley ve Chare, 2004; Rapp ve ark., 2008).

Sazanlar, hayvansal (suda yaşayan böcekler, makro omurgasızlar ve zooplankton) ve bitki kökenli (fitoplankton, makrofitler) canlılar üzerinden beslenen omnivor balık türleridir (Rahman ve ark., 2008a, Rahman ve Meyer 2009; Weber ve Brown, 2009).

Çoğu balık türünün diyet aktiviteleri esas olarak gece ve gündüz değişikliklerle senkronizedir. Balıklar, ya görmeye dayalı günlük besleniciler ya da daha çok dokunsal, kimyasal veya elektriksel duylara dayanan gece besleniciler olarak sınıflandırılabilir. Bununla birlikte, beslenme faaliyetleri büyük ölçüde türe özgüdür. Bazı balıklar hem karanlık hem de aydınlık dönemlerde yiyecek arar, ancak gündüzleri daha aktiftir. Bu balıkların yem alma davranışı hem ışığa hem de yiyeceğin mevcudiyetine bağlıdır. Sazan hem gündüz hem de gece beslenen, ancak daha çok gündüzleri beslenmeyi tercih eden çok aktif bir balıktır (Rahman ve ark. 2008b; Rahman ve Meyer, 2009).

Çoğu balık sağlığı araştırması ve tıbbi geleneksel olarak su ürünleri yetiştiriciliğine ve gıda balık türlerine odaklanmıştır. Toplum, doğal kaynaklarını koruma ve koruma ihtiyacını kabul ettiğinden, halka açık akvaryum tesisleri, ticari süs balığı üreticileri, toplayıcılar ve hobiler, popüler teşhir balıkları için balık sağlığı uygulamalarını geliştirerek su ürünleri endüstrisinin eksikleri giderilmektedir. Son birkaç on yılda evcil hayvan tıbbının bir disiplin olarak büyümesi de balık tıbbını etkilemiştir. Balıklar da dâhil olmak üzere evcil hayvanlar genellikle ailenin üyeleri olarak kabul edilmekte ve sonuç olarak insanlar evcil hayvan ve balıklarının sağlığı konusunda daha fazla özel veteriner hekime danışmaktadır. Hematolojik veriler, numune almanın zorluğu, hemogramların değerlendirilmesindeki zorluklar ve yorumlamaya yardımcı olacak anlamlı referans aralıklarının olmaması nedeniyle balık sağlığının değerlendirilmesinde her zaman kullanılmamıştır. Hematolojik değerlendirme, hücrelerin görünümünü ve elde edilen kantitatif değerleri etkileyebilecek içsel ve dışsal faktörleri açıkladığı sürece, balığın sağlık durumunun izlenmesinde faydalı olabilir. Yayınlanmış birçok referans aralığı yaş, cinsiyet, su kalitesi ve mevsim gibi faktörlere atfedilen farklılıkları hesaba katmadığı için verileri karşılaştırırken dikkatli olunmalıdır. Balıklardan kan örneklerinin alınmasıyla ilgili yakalama, işleme ve anestezi bile hemogram üzerinde derin etkilere sahip olabilir (Tonya ve ark., 2008).

Balıktaki kan, besinler, hormonlar, mineraller, bağışıklık bileşenleri, mikroorganizmalar, su, gazlar, toksinler ve atık ürünler gibi çeşitli bileşenleri taşır. Kanın

en önemli işlevleri, hücre dokularına oksijen ve besin maddeleri (glikoz, amino asitler ve yağ asitleri dâhil) sağlamak, atıkların (karbondioksit, üre ve laktik asit gibi) uzaklaştırılması, immünolojik işlevler ve pıhtılaşma fonksiyonlardır (Ciesla, 2007). Kanın çeşitli kritik rolleri göz önüne alındığında, kan parametrelerinin ölçülmesi balık metabolizmasının ve sağlık durumunun daha güvenilir bir resmini sağlayabilir. Hematoloji, balık sağlığı, bağışıklık sistemi yanıtı, yetersiz çiftçilik koşullarının kısa vadeli ve uzun vadeli etkileri, su kalitesi, olası hastalık salgını ve beslenme durumu hakkında yararlı bilgiler sağlayabilir. Kan analizleri, nöroendokrin ve bağışıklık sisteminin aktivasyon durumu, olumsuz yetiştirme koşullarından kaynaklanan akut ve uzun vadeli etkiler, potansiyel hastalıklar ve genetik yatkınlıklar dahil olmak üzere, hayvan refahı değerlendirmesinin fizyolojik yönleri hakkında önemli bilgiler sağlar. Bununla birlikte, sağlık veya refahın değerlendirilmesi için araştırma veya su ürünleri yetiştiriciliğinde balık kanı hala rutin olarak analiz edilmemektedir. Yıllar geçtikçe, araştırma teknikleri, antikor bazlı veya PCR bazlı tek parametrelilik analizlerden, şimdi transkriptomik, metabolomik ve proteomik yaklaşımları içerecek şekilde ve hematolojik gözlemlerden yüksek verimli modlarda floresanla aktive olan kan hücresi sınıflandırmasına kadar gelişmiştir. Kan için oluşturulan test teknikleri yelpazesi, artık diğer biyojenik test materyallerinden daha geniştir. Balık kanının hücre bileşimi, farklı kan hücrelerinin çekirdeklenmesi veya belirli bağışıklık faktörlerinin çoklu izoformları gibi belirli özelliklerinin değerlendirilmesi, uyarlanmış protokoller ve deneysel tasarımlara ve verilerin yorumlanmasına özen gösterilmesini gerektirir. Balık kanının analizleri, tanımlanmış çevresel koşullar ve tedaviler altında endokrin, immünolojik, üreme ve genetik fonksiyonların entegre bir resmini sağlayabilir. Bu nedenle, balık fizyolojisi çalışmaları için bir test materyali olarak balık kanını kullanan yüksek verimli yaklaşımların azlığı şaşırtıcıdır (Seibel ve ark., 2021).

Balık sağlığının tekrarlanabilir ve doğru bir şekilde izlenmesi, su ürünleri yetiştiriciliğinin karlılığına ve sürdürülebilirliğine katkıda bulunabilir. Hematolojik ve kan biyokimya parametreleri, su ürünleri yetiştiriciliği çalışmalarında güçlü araçlar olmuştur ve giderek yaygınlaşmaktadır. Balıkların büyümesi, sağlık durumuyla yakından ilgilidir. Büyüme oranı daha yüksek olan bir balığın sağlıklı olma olasılığı daha yüksektir. Balıkların fizyolojik durumundaki kirlilikten beslenme stresine kadar herhangi bir değişiklik kan parametrelerinde değişikliğe neden olabilir. Çeşitli kültür balıkçılığı çalışmaları şu bileşenleri ölçmüştür: kırmızı kan hücreleri, beyaz kan hücreleri, hemoglobin, hematokrit ve toplam protein. Ancak, bu parametreler deneysel balıklarda her

zaman aynı eğilimi izlemediğinden, hangi parametrenin dikkate alınması gerektiği konusunda kesin bir sonuca varmak zordur. Bu nedenle, daha güvenilir bir gösterge olan Kan Performansı (KP) yeni bir formül olarak verilmiştir. Bu formül basittir ve yukarıda belirtilen beş parametrenin doğal logaritmasını özetler. Son altı yılda bu beş parametreyi ölçen 90'dan fazla hakemli makale, bu formülün güvenilirliğini ve geçerliliğini doğrulamıştır. Diyetlere hangi takviyelerin eklendiğine bakılmaksızın, daha yüksek büyüme oranına sahip balıkların da KP'si daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca 53 makalenin 44'ünde spesifik büyüme hızı ile KP arasında anlamlı bir pozitif korelasyonun olduğu belirlenmiştir. Kirlilikten termal strese kadar farklı stresli durumlar altında, stres altındaki balıkların kan basıncının kontrolden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Balık unu ve balık yağı yerine koyma çalışmaları bu formül için daha fazla kanıtı ve aşırı alternatif proteinlerin eklenmesinin KP ile birlikte büyümeyi azalttığını göstermiştir. Sonuç olarak, aynı deney veya çiftlikteki gruplar arasında karşılaştırıldığında KP, balık sağlığı ve büyümesinin güvenilir bir göstergesi olabilir. Spesifik büyüme oranı ile KP arasında pozitif bir korelasyon olmasına rağmen, KP'nin deneyler arasında karşılaştırılması önerilmez. Hematolojik testlerin standartlaştırılması, deneyler arasında KP'nin güvenilirliğini ve doğruluğunu artırabilir (Esmaili, 2021).

Hematolojik parametreler ve farklı türlerde, bireyler arası ve farklı çiftçilik koşullarında büyük farklılıklar gösterir. Bu varyasyonları izlemek için, çiftçilik koşullarındaki veya çevreden yakalanan farklı türler için referans aralığı yaygın olarak rapor edilmiştir (Esmaili, 2021).

Hematoloji, organizmadaki çeşitli süreçler hakkında fikir vererek fizyolojik durumu belirlemenin nispeten basit ama güvenilir yöntemlerini sağlayan bilimdir. Bu şekilde balık refahı, sağlığı ve dolaylı olarak çevre koşullarının iyi bir göstergesidir. Bu nedenle hematolojik araştırmalar, balıklardaki patolojik tanıları da daha başarılı kılmaktadır (Ivanc ve ark., 2005).

Çoğu kan örnekleme tekniği, belirli bir boyutun üzerindeki balıklar için minimal invaziv olarak kabul edilir, ancak örnekleme dakikalar içinde birincil stres tepkilerini etkinleştirir. Deneysel manipülasyonlar sırasında, araştırmacı, örneklemenin kendisinin önceki tedavilere (stres) yanıtın ayırt edici özelliklerini gizleyebileceğinin ve böylece çıkarılan verilerin yorumunu önyargılı hale getirebileceğinin farkında olmalıdır. Genel olarak, kandan türetilen parametrelerin yorumlanması dikkatli olmayı gerektirir, çünkü belirli fizyolojik bozulmalar mutlaka belirli bir deneysel protokole bağlı değildir. Örneğin,

metabolik değişiklikler, kalıcı kronik rahatsızlıklardan veya nedensel olarak bağımsız olaylardan (örneğin, sirkadiyen ritimler, mevsimsellik, beslenme süreleri, benzer saldırganlıklar, su kalitesi, vb.) veya standart altı numune alma ve laboratuara özgü prosedürlerden kaynaklanabilir. Her bir balığın cinsiyeti ve vücut ağırlığı/boyutunun etkisi de hafife alınmamalıdır. Uygun olmayan yetiştirme koşullarını açıklamak ve balığın uyum kapasitesini aşan daha az belirgin veya önceden fark edilmemiş çevresel stres faktörlerini belirlemek için tercihen farklı analiz tekniklerinden birden fazla parametre aynı anda kaydedilmelidir. Bu yaklaşım, farklı bir stres etkeninin kapsamlı imzasının tanımlanmasını destekler ve böylece balık refahı yönleriyle ilgili geçerli sonuçların çıkarılmasına izin verir. Ne yazık ki, farklı bir stres etkeninin imzasını tespit etmek için hangi yöntemlerin kullanılması gerektiği sorusu, mevcut bilgi durumu göz önüne alındığında cevaplanamaz (Seibel ve ark., 2021).

Kandaki eritrosit konsantrasyonu, hematokrit veya kan hacmi başına kırmızı hücre sayısı olarak ifade edilebilir. Aktif olarak yüzen, yüzeyden beslenen türlerde balık kanının hematokrit değerleri neredeyse 0 ila %50 arasında değişir. Çoğu teleostta hematokrit %20 ila %40 arasındadır, ancak Chaenichthyidae ailesinin bazı üyeleri, kırılğan ve hemoglobin içermeyen çok az eritrosit içeren renksiz kana sahiptir. Olgun balık kırmızı hücreleri genellikle ovaldir ve kompakt bir çekirdeğe sahip disk şeklindedir. Lamprey'in eritrositleri, *Lampetra fluuiatilis*, memeli eritrositlerine oldukça benzer, neredeyse dairesel bir anahat ile çift içbükeydir. Gökkuşaağı alabalığındaki kırmızı hücrelerin olgunlaşması sırasında hücre uzaması, marjinal bir bant sisteminin görünümü ile ilişkilidir. Periferik mikrotübül demetleri muhtemelen eritrositlerin şeklini korur ve kılcal damarlardan geçiş sırasında kırmızı hücrelerin deformasyonunu engeller. Omurgalı kırmızı hücrelerinin metabolizması, hücre şeklinin korunması ve maddelerin hücre zarından taşınması için enerji üretir (Fänge, 1992).

Su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerinde balıkların stresle karşılaşması kaçınılmazdır ve bu nedenle stres izleme, su ürünleri yetiştiriciliğinin karlılığı ve sürdürülebilirliği için kritik olabilmektedir. Stres tepkisi sürecinde bir hiyerarşi değişikliği vardır. Adrenalin önce sempatik sinir sisteminin aktivasyonu ile üretilir, ardından glukoz ve ardından laktat gelir. Sonuç olarak, karaciğerde glikojenolizi uyararak enerji üretimi artar. Plazma kortizol, glukoz, laktat ve elektrolit konsantrasyonları gibi birçok parametre bu amaçla birincil ve ikincil stres tepkileri olarak kullanılmıştır. Plazma elektrolitlerindeki bozukluklar sadece stresli durumlarda veya uzun süreli stres altında meydana gelir (Davis, 2006).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde balık refahını değerlendiren birçok çalışma, olumsuz yetiştirme koşullarının çiftlik balıklarındaki stres hormonu seviyelerini değiştirdiğini ortaya koymuştur. Stresörler ve olumsuz koşullar, böbreğin kromaffin hücrelerini, noradrenalin/norepinefrin ve adrenalin/epinefrin gibi katekolaminleri hızla salması için tetikleyebilir. Bu reaksiyonlar ayrıca yakalama işlemine, müteakip anesteziye veya kan numunesine doğrudan yanıt olarak da ortaya çıkabilir, bu nedenle deneysel olarak indüklenen zorlukların değerlendirilmesini karmaşıktırır. Bununla birlikte, hipotalamus, daha sonra hipofiz bezini adrenokortikotropik hormon (ACTH) salması için uyaran kortikotropin salgılatıcı hormonun (CRH) paralel bir üretimini üretir (Barton ve Iwama, 1991; Barton, 2002).

Oksijen moleküler halindeki O<sub>2</sub>, aerobik yaşam için hayati önem taşıyan birçok metabolik süreç için gereklidir. Aerobik organizmalar oksijen olmadan var olamazlar, bu da doğaları gereği yaşamları için tehlikelidir. Tüm aerobik organizmalar gibi balıklar da reaktif oksijenin etkilerine karşı hassastır ve literatürde iyi tanımlanmış doğal ve etkili antioksidan savunmalara sahiptir. Balıklarda antioksidan aktivite çalışmaları, balık yetiştiriciliği ve yapay üretimin çeşitli yönlerine fayda sağlayacak olan balık fizyolojisi hakkında daha fazla bilgi sağlayan bir dizi yeni araştırma hattının kapısını aralamaktadır (Alvarez ve ark., 2005).

Reaktif oksijen türleri (ROS) dahil olmak üzere serbest radikaller organizmaları olumsuz etkileyebilir. Oksijen, aerobik yaşam için hayati önem taşıyan birçok metabolik süreç için gereklidir. Bununla birlikte, artan ROS seviyeleri hücre yapılarında önemli hasara neden olabileceğinden, oksijene bağımlılık, aerobik yaşamı önemli toksisitesine dayanmaya zorlar (Ahmad ve ark., 2004). ROS ve diğer prooksidanlar, süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz (GPx) ve küçük moleküler ağırlıklı serbest radikal süpürücüler dahil olmak üzere her iki antioksidan enzimi içeren bir antioksidan savunma sistemi tarafından hücrelerde sürekli olarak detoksifiye edilir ve uzaklaştırılır (Kock ve ark., 1996).

Su ürünleri yetiştiriciliği dünya çapında hızla büyüyen bir endüstridir. Gelecekte, geleneksel balıkçılıktan elde edilen balık arzının önemli ölçüde artması mümkün görünmemektedir ve bu nedenle, su ürünleri üretimi, artan dünya su ürünleri talebini karşılamaya yardımcı olmak için büyümelidir (FAO, 1997).

Yüksek değerli etçil balıkların yetiştirilmesi, arz ve talep arasındaki uçurumu kapatmak için hızla genişliyor. Doğal gıdaya dayalı yetiştiricilikten elde edilen balıklar,

düşük talep ve yavaş büyüme hızları nedeniyle ve kültürlenmelerinin zor olması nedeniyle düşük önceliğe sahiptir. Ancak etçil balıklar ürettiklerinden çok daha fazla balık proteini tüketirler (Rahman, 2015).

Etçil balıkların yetiştirilmesinde üretilenden beş kat daha fazla balık proteini kullanılır. Kültür balıkları tarafından tutulmayan protein ötrofikasyon ve hastalık salgınları gibi çeşitli çevresel sorunlara neden olur. Sulu yem proteininin ana kaynağı, çöp balıklarından, düşük değerli deniz balıklarından üretilen balık unudur. Bu nedenle, etçil balık yetiştiriciliğinin hızla yaygınlaşmasıyla bazı deniz balık stokları azalıyor olabilir (Naylor ve ark., 2000).

Genel olarak şefler, sarımsakları (*Allium sativum* L.) yiyeceklerin duyuşal niteliklerini artıran bir bileşen olarak kullanırlar. Bununla birlikte, son araştırmalar sarımsağın sağığına fayda sağılayan kükürt bileşikleri içerdiğini göstermiştir. Sarımsakta antimikrobiyal, antioksidan, antiinflamatuvar ve bazı durumlarda antikanser özelliklerinden sorumlu olan bileşenler bulunmaktadır. Sarımsağın besin içeriğinde, fonksiyonel özellikler (antioksidan, antimikrobiyal, antifungal ve immünolojik) ve antihipertansif, hipolipidemik, antiaterojenik, antikanserojenik, antitümör, antiagregan, fibrinolitik, immünomodülatör ve antianemik gibi birçok sağılık yararı bileşeni dâhil olmak üzere literatürde büyük bir değışkenlik ve çeşitlilik bulunmaktadır. Sarımsakta bulunan insan sağığına faydalı bileşiklerden bazıları arasında allisin ve ajoen tespit edilmiştir. Bunların miktarları soğan olgunluğına ve hasat yerine bağılı olarak değışir ve değıerler allisin için yaklaşık 1 mg/g ile 9 mg/g ve ajoene için 0,12 mg/g-0,22 mg/g masere sarımsak yağı arasında değışir (Tellez ve ark., 2020).

Özellikle halk arasında tıbbi amaçlı kullanılan bitkiler ile gıda sektöründe kullanılan bazı bitkiler antioksidan çalışmaların odak noktasını teşkil etmektedir. Ülkemizdeki endemik bitki türlerinin bazıları Tunceli yöresinde yetişmektedir. Bu endemik bitkilerden biri de Tunceli sarımsağı (*Allium tuncelianum* Kollman)'dır (Ağbaş ve ark., 2013). Tunceli sarımsağı, doğıal olarak yetişen tek diş sarımsak olarak da bilinen Tunceli-Ovacık yöresine ait bir sarımsak türüdür. Diğer sarımsak türlerine kıyasla daha az kokuya sahiptir. Sarımsak türlerinin hepsinin antioksidan kapasiteleri yüksektir. Özellikle ihtiva ettiğı allisin antioksidan kapasitenin büyük bir bölümünü oluşturur (Yumrutaş ve ark., 2009).

Tunceli, farklı bitki türlerine ve geniş bir biyoçeşitliliğe sahip, ayrıca daha fazla endemik ve yerel endemik türlerin bulunduğu bir ildir. Ayrıca doğıal olarak yetiştirilen

daha çok tıbbi ve aromatik bitkilerden oluşmaktadır (Babacan ve ark., 2018). Tunceli sarımsağı, doğal olarak yetişen tek diş sarımsak olarak da bilinen Tunceli-Ovacık yöresine ait bir sarımsak türüdür. Antioksidan parametrelere etki eden maddeler genellikle vücuttaki diğer sistemler üzerinde de etkiye sahiptir. Kan ve antioksidan analizleri de bu sistemler hakkında kısa sürede bilgi almada önemli bir göstergedir. Bu çalışmada da Tunceli sarımsağının diğer sarımsaklara göre olabilecek farklı etkilerini tespit etmek için, yem katkı maddesi olarak verilen sarımsakların sazan balıklarında kan ve antioksidan parametrelerine etkisinin incelenmesi amaç edinilmiştir.



## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Çalışmada kullanılan canlı materyal

Çalışmada kullanılan sazan balıkları (*Cyprinus carpio*) Elazığ Keban DSİ Su Ürünleri Şube Müdürlüğü'nden temin edildi. Balıklar büyük balık taşıma poşetlerine konulup, içlerine oksijen basılarak ağızları bağlandı ve araçla Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi Laboratuvarına getirildi.

### 2.2. Balıkların laboratuvar ortamına adaptasyonu

Canlı olarak taşınan balıklar Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne getirilerek yuvarlak tanklarda önceden dinlendirilmiş su içerisinde stoklanmış ve bir hafta süresince ortam şartlarına adapte olmaları sağlanmıştır (Resim 2.1). Tanklara balıklar konulmadan 5 gün önce tanklar suyla doldurulmuş ve tanklardaki su dinlendirilmiştir.



**Resim 2.1.** Balıkların adaptasyon sürecince tanklarda bekletilmesi

### 2.3. Deneme ortamının hazırlanması

Denemede laboratuvarında bulunan ebatlarındaki yuvarlak tanklar kullanıldı. Tanklarda havalandırma için hava motorlarına bağı hava hortumları çekilerek tankların havalandırılması ve balıklara gereken oksijen sağlandı (Resim 2.2). Tanklara verilen normal şebeke suyu öncelikle dinlendirme tanklarında bekletildikten sonra deneme tanklarına verildi (Resim 2.3). Balıkların metabolizma artıklarının suyun özelliklerini çok fazla bozmaması için büyük sünger filtreler (Resim 2.4) ve küçük yuvarlak biotoplar (Resim 2.5) kullanıldı. Tanklardaki su ve biotoplar 5 günde bir değiştirilirken, sünger filtreler ise dışarı çıkarılarak temiz su ile iyice yıkanıldı.



**Resim 2.2.** Deneme tankları, hava motoru ve hava hortumları



**Resim 2.3.** Su dinlendirme tankları



**Resim 2.4.** Sünger filtre



**Resim 2.5.** Biotoplar

#### **2.4. Yemlerin hazırlanması**

Deneme gruplarında Gümüşdoğa marka 3 mm. ticari alabalık pelet yemi kullanıldı (yem içerikleri Tablo 2.1’de verilmiştir). Çalışmada kullanılan sarımsak ve Tunceli sarımsağı Elazığ da yöresel bir satıcıdan temin edildi. Masere yağın elde edilmesi için sarımsaklar 15 gün boyunca ayçiçeği yağında (1/10 oranında) bekletildi. Elde edilen masere yağlar alabalıklarının yemlerine %2 oranında ilave edildi. Yemler eşit oranda hazırlanarak 2 kg’lık plastik kutulara kapakları kapalı olacak şekilde bırakıldı (Resim 2.6).

**Tablo 2.1.** Gümüşdoğa marka alabalık yemi içeriği

İçerik	Miktarı
Ham Protein	Min %45
Ham Yağ	Min %20
Ham Selüloz	Maks %3
Ham Kül	Maks. % 12
Nem.	Maks % 12
Fosfor	Min % 1.5
Kalsiyum	Min-Maks % 1-2
Lizin	Min. 1,6 %
MET+KİST	Min 1,6 %
Omega3	% 1
Omega6	% 1.5
EPA+DHA	%5
A Vitamini	5000 IU/kg
D3 Vitamini	30 IU/kg
E vitamini	30 mg/kg
C vitamini	125 mg/kg
Metabolik Enerji	4000 Kcal/kg
Sindirilebilir Enerji	4350 Kcal/kg



**Resim 2.6.** Deneme grupları için hazırlanan yemler

## 2.5. Deneme gruplarının oluşturulması

Çalışma başlamadan önce balıklar anestezi madde ile (Benzocaine 30 mg/L) bayıldıktan sonra boyları ölçüldü ve ağırlıkları tartıldı (Resim 2.7). Çalışmada ortalama canlı ağırlığı yaklaşık 166 g olan sazan balıkları (n: 160) kullanıldı ve çalışma üç tekrarlı olarak gerçekleştirildi. Yoğunluk stresi gruplarında; kontrol stres grubu: 50 balık, masere sarımsak yağı stres grubu: 50 balık, masere Tunceli sarımsağı yağı stres grubu: 50 balık ve normal kontrol grubunda: 10 balık, 200 litrelik tanklara yerleştirildi. Balıkların strese girmeleri ve tanklardan atlamalarına engel olmak amacıyla, tankların üzerleri yeşil fileler ile kapatıldı (Resim 2.8).

Tüm çalışma boyunca balıklar sabah ve akşam olmak üzere günde iki defa hazırlanan yemlerle 60 gün boyunca beslendi. Yemleme günlük olarak balıkların canlı ağırlıklarının ortalama % 2'si oranında planlanmakla birlikte, doyuncaya kadar (ad libitum) yemleme yapıldı.



**Resim 2.7.** Bayıltilan balıkların boy ve ağırlıklarının alınması



**Resim 2.8.** Tankların üzerine kapatılan fileler

## **2.6. Kan alma işlemleri ve kanların analizleri**

Kan alma işlemi balıklardan besleme yapılmadan gerçekleştirildi ve balıklar kan alma işleminden önce anestezi madde ile (Benzocaine 30 mg/L) bayıltıldılar. Denemeler etik kurallara uygun olarak gerçekleştirildi. Bayıltılan balıkların kuyruk venalarından enjektörle kan örnekleri alınarak içerisinde EDTA bulunan tüplere aktarıldı. WBC (Lökosit), LYM (Lenfosit), MID (Monosit), RBC (Eritrosit), HGB (Hemoglobin), HCT (Hematokrit), MCV (Ortalama Eritrosit Hacmi), MCH (Hücre hemoglobin ortalaması), MCHC (Ortalama Eritrosit Hacmi), RDW-SD (Kırmızı kan hücresi dağılım genişliği-standart sapma), RDW-CV (Kırmızı kan hücresi dağılım genişliği-varyasyon katsayısı), PLT (Trombosit), MPV (Ortalama trombosit hacmi), PDW (Trombosit dağılım genişliği), PCT (Tombosit yüzdesi), P-LCR (Trombosit-hücre genişliği oranı) parametrelerinin tespiti, Malatya Turgut Özal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde PROCAN PE6800VET marka tam otomatik hematoloji analiz cihazı ile gerçekleştirildi. Alınan tüpler Edtalı tüplere konularak yaklaşık 30 defa köpürtülmeden yukarı aşağı yapılarak EDTA çözeltisine iyice bulaşmaları sağlandı. Daha sonra kanlar soğuk zincir ile hemen Malatya Turgut Özal Üniversitesi laboratuvarlarına getirildi. Kanlar soğuk zinciden çıkarıldıktan sonra öncelikle tüp döndürme aleti üzerine konularak tekrar EDTA ile bulaşmaları sağlandı

(Resim 2.9). Bu sırada tüpler sırasıyla alınarak PROCAN PE6800VET marka tam otomatik hematoloji analiz cihazında okunmuştur (Resim 2.10).



**Resim 2.9.** Kanların tüp döndürme aleti üzerinde EDTA'ya bulaşması için çevrilmeleri



**Resim 2.10.** Kanların PROCAN PE6800VET marka analiz cihazında okunması

## **2.7. Yemlemenin ve denemenin sonlandırılması**

Balıklara yemleme günlük adlibitum olarak yapıldı. 60 günlük beslemenin sonunda deneme bitirildi. Balıklar ilk gün ve 60 gün boyunca her 15 günde bir tartılarak çatal boy uzunlukları ölçüldü. Tanklardaki balıklar kepçeler ile alınarak önce anestezi madde ile (Benzocaine 30 mg/L) bayıltıldılar ve daha sonra doz aşımı yapılarak ötenazi işlemleri gerçekleştirildi (Resim 2.11). Balıklardan kan alma ve ötenazi işlemleri Munzur Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulunun 211209-04 sayılı kararı gereğince yapıldı. Daha sonra balıklar üzerinde deneme gruplarının numarası yazılı poşet torbalara bırakıldıktan sonra diseksiyon ve antioksidan analiz işlemlerinin yapılmasına geçildi.



**Resim 2.11.** Balıkların anestezi madde içerisinde ötenazi işlemleri

### **2.8. Diseksiyon ve karaciğerin çıkarılması**

Diseksiyon ve dokuların analize hazırlanması işlemleri Munzur Üniversitesi Biyomühendislik Laboratuvarlarında yapıldı. Balıkların karınları anüsten sivri uçlu makasla girilerek, solungaçlara kadar kesildi. Hava kesesinin hemen altında bulunan karaciğer çıkarıldı ve buradan alınan küçük parça hassas terazide tartıldı (Resim 2.12).



**Resim 2.12.** Balıkların karaciğerlerinin çıkarılması

## **2.9. Antioksidan işlemleri**

### **2.9.1. Süpernatantların hazırlanması**

Kan örneklerinin antioksidan analizleri de Malatya Turgut Özal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde Elisa Okuyucu ile yapılacaktı ama literatür incelemeleri sonucu analizlerin kanda değil de karaciğer üzerinde yapılmasının daha iyi olabileceğine karar verildi.

Karaciğer çıkarıldıktan sonra 1/5 w/v oranında 7,4 pH değerine sahip fosfatla tamponlanmış tuz çözeltisi ile yıkama işlemi yapılarak üzerindeki kanın giderilmesi gerçekleştirildi (Resim 2.13). Çözeltinin pH ayarlamasında sulandırılmış glikoz kullanıldı (Resim 2.14).



**Resim 2.13.** Karaciğer parçasının tuz çözeltisi ile yıkama işlemi



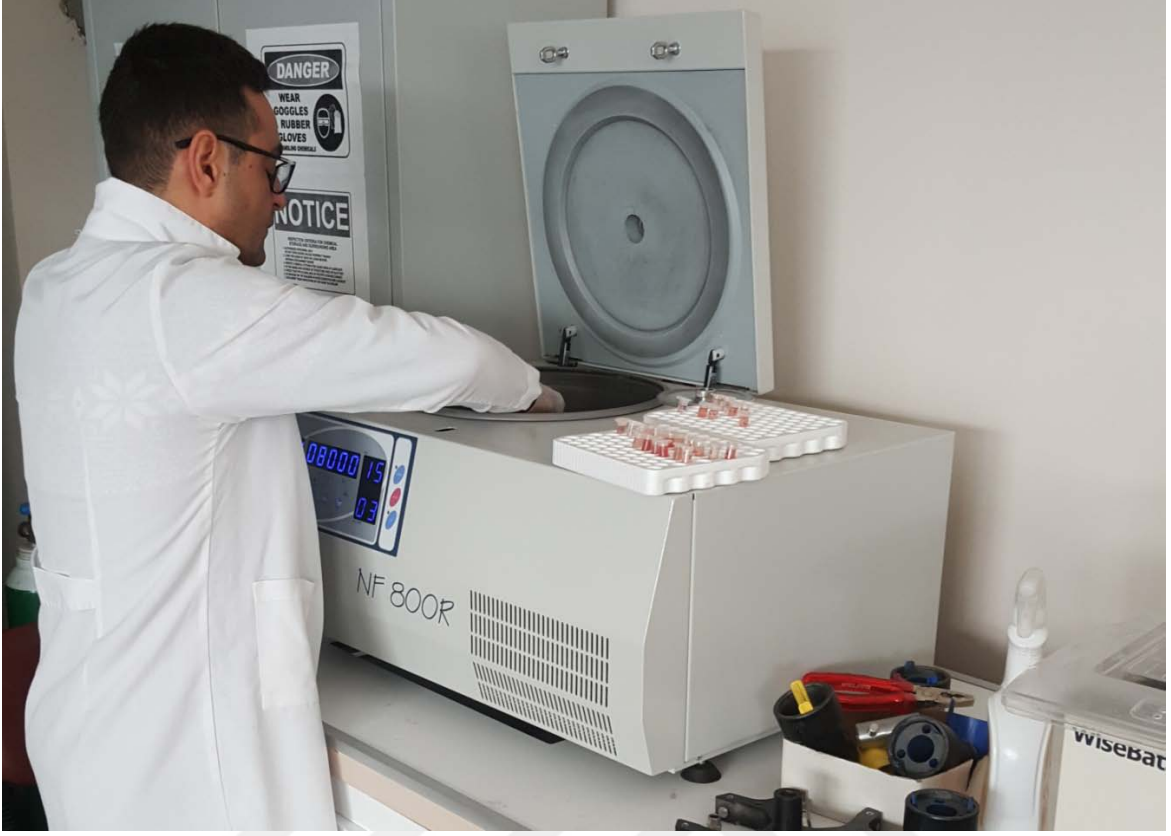
**Resim 2.14.** Tamponlanmış tuz çözeltisinin pH ayarlaması

Bu işlemden sonra homojenizasyon safhasına geçildi ve karaciğer parçaları eppendorf tüplere konuldu. Homojenizasyon aletinin devir ısıyla enzimlerin bozulmaması için buz kalıpları kullanıldı. Homojenizasyon işleminde CAT Unidrive homojenizatör aleti kullanıldı (Resim 2.15).



**Resim 2.15.** Homojenizasyon işlemi

Homojenizasyon işleminin ardından tüpler soğutmalı Nuve 800 R (Resim 2.16) santrifüje konularak, 17000 rpm devir, 15 dakika süre ile santrifüj yapılarak süpernatantlar oluşturuldu.



**Resim 2.16.** Santrifüj işlemi

### **2.9.2. Analizlerin yapılması**

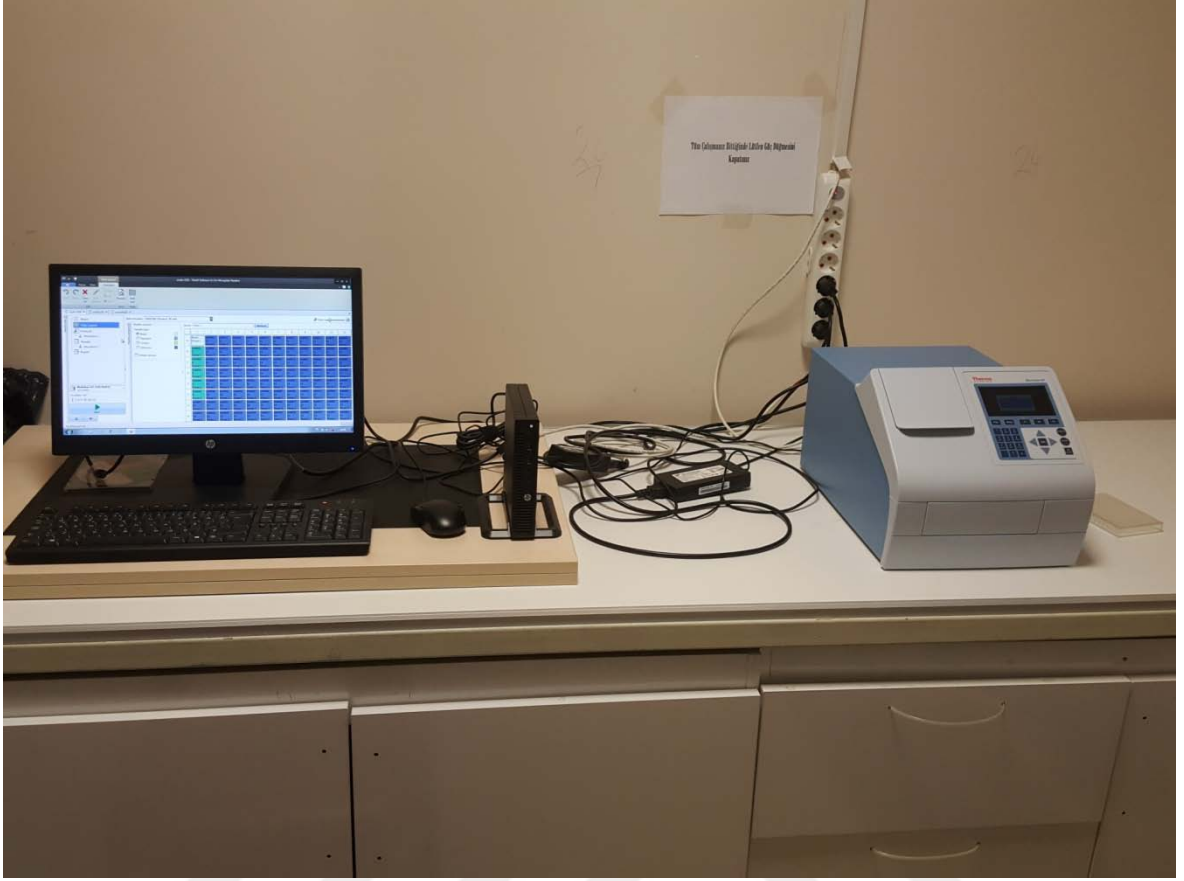
Hazırlanan süpernatantlar mikrolate reader cihazında okunmadan önce antioksidan kitler (Resim 2.17) ile işleme tabi tutuldu. SOD aktivitesi için BT-Lab, MDA ve CAT için ise Sunred marka kitler kullanıldı. Süpernatantlardan otomatik mikropipetler ile alınan numuneler (Resim 2.18) antioksidan kit kutusundan çıkan ve üzerinde 96 adet kuyucuk bulunan plakaya gruplar dikkate alınarak bırakıldı. Kitlerdeki prosedürler uygulandıktan sonra hazırlanan plakalar bilgisayara bağlı mikrolake okuyucuda okundu (Resim 2.19).



Resim 2.17. Antioksidan kit içeriği



Resim 2.18. Numunelerin plakaya yerleştirilmesi



**Resim 2.19.** Bilgisayara bağlı mikroplaka okuyucu

## **2.10. İstatistiksel analizler**

Bu tez çalışmasında elde edilen bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 20.0 paket programı kullanılarak, ANOVA oklu değişkenli Duncan's testi uygulanmıştır. Sonuçlar "a, b, c" harfleri ile ifade edilmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Büyüme parametreleri

Balıkların ilk tanklara bırakıldıkları günden sonra her 15 günde bir ölçümler alınmıştır (Tablo 3.1). Rakamsal olarak en fazla mutlak ağırlık artışının masere Tunceli sarımsağı katkılı yemlerle beslenen grupta olduğu (19,75g), ikinci olarak onu ek katkı maddesi olmayan sade alabalık pelet yeminin verildiği grupta (17,13g), üçüncü olarak masere sarımsak yağı katkılı yemlerle beslenen grupta (15,13 g) ve son olarak da ayçiçeği yağı katkılı kontrol grubunda (11,5 g) olduğu belirlenmiştir. Gruplar arasında ağırlık artışında rakamsal olarak farklı miktarda ağırlık artışları gözlenmiş olmakla beraber, istatistiksel olarak bir fark tespit edilememiştir ( $P>0.05$ ). Mutlak büyüme oranı Lugert ve ark. (2016)'ün belirttiği aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\Delta W = W_t - W_i \quad (3.1)$$

Her ne kadar ağırlık artışı gösterge olarak kullanılabilse de, gruptaki balıkların büyüklükleri ve diğer özellikleri tam olarak homojen bir dağılım göstermediği için nispi büyüme oranına (RGR) yüzde olarak bakmak daha belirleyici olmaktadır. Nispi büyüme oranı da ağırlık artışına paralel olarak en fazla Tunceli sarımsağı grubunda belirlenmiş (%12,39), ikinci sırada kontrol grubu (%10,56), üçüncü sırada sarımsak grubu (%9,24) ve son sırada ayçiçeği yağı kontrol grubu (%6,41) yer almıştır. Nispi büyüme oranı Lugert ve ark. (2016)'ün belirttiği aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$RGR = \frac{W_t - W_i}{W_i} \times 100 \quad (3.2)$$

Spesifik büyüme oranları (SGR) da diğer değerlere paralel olmuştur. En büyük değer %0,19 ile Tunceli sarımsağında, ikinci olarak %0,17 ile kontrol, %0,15 ile sarımsak ve %0,10 ile kontrol ayçiçeği grubunda ortaya çıkmıştır. Spesifik büyüme oranı Hoşsu ve ark. (2003)'ün belirttiği aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$SGR = \frac{\ln \text{Deneme Sonu Ağırlığı} - \ln \text{Deneme Başı Ağırlığı}}{\text{Deneme Süresi (gün)}} \times 100 \quad (3.3)$$

FCR (yem dönüşüm oranı) değerlerinde de benzer şekilde 1.16 ile en yüksek değer Tunceli sarımsağı grubunda, 1,38 ile ikinci kontrol grubunda, 1,67 ile sarımsak ve 2,13 ile ayçiçeği kontrol grubunda bulunmuştur. FCR (yem dönüşüm oranı) Hoşsu ve ark. (2003)'ün belirttiği aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$FCR = \frac{\text{Tüketilen Yem miktarı (g)}}{\text{Ağırlık Kazancı (g)}} \quad (3.4)$$

Balık diyetindeki en önemli diyet enerji kaynakları protein ve yağ içerikleridir; bununla birlikte, protein aynı zamanda en maliyetli yem bileşenidir. Artan bir diyet yağ içeriği, diyet bileşeninin birim ağırlığı başına en uygun maliyetli enerji verimini sağlayan ve diyet proteininin kullanımını iyileştiren oksidasyon yoluyla bir protein tasarrufu eylemini ikna edebilir. Ancak beslenme açısından bakıldığında, aşırı lipid seviyeleri balıkların organoleptik özelliklerini olumsuz etkileyebilir, verimi ve depolama stabilitesini değiştirebilir (Cowey, 1993).

**Tablo 3.1.** 60 günlük besleme sonucu elde edilen büyüme değerleri

	Kontrol	Kontrol Ayçiçek	Sarımsak	Tunceli Sarımsağı
0. Gün	162,25±14,128 <sup>a</sup>	179,50±20,170 <sup>a</sup>	163,75±16,209 <sup>a</sup>	159,38±24,514 <sup>a</sup>
60. Gün	179,38±13,516 <sup>a</sup>	191,00±21,533 <sup>a</sup>	178,88±16,061 <sup>a</sup>	179,13±24,939 <sup>a</sup>
Mutlak Büyüme (g)	17,13	11,5	15,13	19,75
Nispi Büyüme %	10,56	6,41	9,24	12,39
Tüketilen Yem Miktarı (g)	189	196	202	183
Spesifik Büyüme %	0,17	0,10	0,15	0,19
FCR	1,38	2,13	1,67	1,16

Hoseinifar ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada elma kabuğundan elde edilen pektin (EKP) diyetleriyle beslenen balıklarda gözlemlenen büyüme ve yem kullanım sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur. %1 ve %2 EKP ile beslenen balıklar, her bir diyet arasında önemli farklılıklar olmaksızın (P>0.05) en iyi büyüme parametrelerini göstermiştir. Ek olarak, %2 EKP grubu, diğer tüm gruplara kıyasla en iyi FCR'yi (P<0.05) göstermiştir.

Bu çalışmada Tunceli sarımsağı grubunda elde edilen sonuçlar yukarıdaki çalışmayla uyumludur, ancak normal sarımsak grubu büyüme parametrelerinde beklenen konumda olmayıp kontrol grubunun arkasında kalarak üçüncü yer almıştır.

Yarı kapalı sistemde sazanların büyüme parametrelerini araştırdıkları çalışmada Taher ve ark. (2018), 2,12'lik bir FCR değeri bulmuşlardır. Taher ve ark. (2014) ise yüzer

kafeste sazan için FCR'ı % 5 besleme oranı ile 2,63 olarak kaydetmişlerdir. Costa-Pierce ve Hadikusumah (1990), bir rezervuarda yetiştirilen sazan (başlangıç ağırlığı 90 g) için 2,13-2,15'lik bir FCR belirlediler. Pucher ve ark. (2012) rasyonda balık unu yerine solucan kullanıldığında FCR'ı 1,2-1,5 olarak bulmuşlardır. Piska ve Naik (2013), yüzen kafeslerde yetiştirilen sazan balığı için FCR'ın 2.0 olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı birincil olarak bir besleme çalışması olmaktan ziyade, sarımsak türlerinin sazan balığının kan ve antioksidan değerlerini araştırmaktır. Ancak yine de bir besleme çalışmasıyla canlıya verildikleri için bazı büyüme değerlerine de bakılmıştır. Her ne kadar besin içeriği bizim çalışmamız için birinci sırada olmasa da, Tunceli sarımsağının yukarıdaki çalışmalar içinde en iyi sonucu elde eden Pucher ve ark. (2012)'in çalışmalarına benzer derecede iyi bir FCR sonucu verdiği görülmektedir. Kontrol ve sarımsak grupları da Pucher ve ark. (2012) dışındaki diğer çalışmalardan iyi FCR değerleri sergilemiştir. Kontrol ayçiçeği yağı ise genel çalışmalardakine benzer bir FCR değeri vermiştir.

Burada elde edilen FCR değerlerini elbette sadece ek besin maddelerine bağlamamak gerekir, zira bu çalışmada normal bir sazan rasyonu yerine alabalık pelet yem rasyonu kullanılmıştır.

### **3.2. Kan analizleri**

Kan analizleri sonuçlarında, deneme grupları arasında LYM %, MID %, MID %, HGB, MCV, MCH, RDW-SD ve MPV değerlerinde istatistiksel olarak bir fark tespit edilememiştir ( $P>0,05$ ). WBC, LYM #, MID #, GRAN #, RBC, HCT, MCHC, RDW-CV, PLT, PDW, PCTY ve P-LCR değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür ( $P<0,05$ )(Tablo 3.2).

**Tablo 3.2.** Balıkların kan analiz sonuçları

Kan değerleri	Kontrol	Kontrol A	Sarımsak	Tunceli Sarımsak
WBC	18,54±1,884 <sup>a</sup>	22,64±1,245 <sup>a</sup>	24,20±0,940 <sup>b</sup>	22,00±0,686 <sup>ab</sup>
LYM %	94,62±0,309 <sup>a</sup>	93,24±1,209 <sup>a</sup>	92,60±0,819 <sup>a</sup>	94,48±1,277 <sup>a</sup>
MID %	2,42±0,156 <sup>a</sup>	2,70±0,234 <sup>a</sup>	3,60±0,234 <sup>b</sup>	2,42±0,384 <sup>a</sup>
GRAN %	2,98±0,407 <sup>a</sup>	4,06±0,977 <sup>a</sup>	3,80±0,723 <sup>a</sup>	2,22±0,107 <sup>a</sup>
LYM #	17,56±1,812 <sup>a</sup>	21,08±1,045 <sup>ab</sup>	22,44±0,892 <sup>b</sup>	20,82±1,909 <sup>ab</sup>
MID #	0,44±0,068 <sup>a</sup>	0,62±0,080 <sup>a</sup>	0,82±0,037 <sup>b</sup>	0,54±0,167 <sup>a</sup>
GRAN #	0,54±0,075 <sup>ab</sup>	0,56±0,093 <sup>ab</sup>	0,74±0,087 <sup>a</sup>	0,46±0,025 <sup>b</sup>
RBC	1,55±0,174 <sup>a</sup>	2,01±0,191 <sup>b</sup>	2,21±0,087 <sup>b</sup>	2,12±0,052 <sup>b</sup>
HGB	8,50±0,375 <sup>a</sup>	8,86±0,186 <sup>a</sup>	8,76±0,175 <sup>a</sup>	8,38±0,102 <sup>a</sup>
HCT	17,50±0,991 <sup>a</sup>	21,94±0,303 <sup>b</sup>	21,56±0,506 <sup>b</sup>	21,32±0,484 <sup>b</sup>
MCV	102,96±2,048 <sup>a</sup>	99,98±1,127 <sup>a</sup>	98,26±2,038 <sup>a</sup>	101,12±0,290 <sup>a</sup>
MCH	41,24±0,584 <sup>a</sup>	40,04±0,905 <sup>a</sup>	39,80±0,949 <sup>a</sup>	39,62±0,565 <sup>a</sup>
MCHC	41,12±0,530 <sup>a</sup>	40,10±0,519 <sup>ab</sup>	40,62±0,591 <sup>ab</sup>	39,30±0,446 <sup>b</sup>
RDW-SD	55,94±4,298 <sup>a</sup>	53,68±1,998 <sup>a</sup>	52,02±3,280 <sup>a</sup>	46,82±1,597 <sup>a</sup>
RDW-CV	12,67±1,342 <sup>a</sup>	12,58±0,859 <sup>a</sup>	11,22±0,594 <sup>ab</sup>	9,82±0,337 <sup>b</sup>
PLT	24,40±0,245 <sup>a</sup>	33,20±1,241 <sup>b</sup>	26,60±2,249 <sup>a</sup>	26,20±1,497 <sup>a</sup>
MPV	11,16±0,191 <sup>a</sup>	11,74±0,252 <sup>a</sup>	11,70±0,224 <sup>a</sup>	11,64±0,136 <sup>a</sup>
PDW	15,14±0,418 <sup>ab</sup>	16,28±0,136 <sup>b</sup>	14,72±0,537 <sup>a</sup>	15,80±0,306 <sup>ab</sup>
PCTY	0,022±0,002 <sup>a</sup>	0,032±0,002 <sup>b</sup>	0,028±0,002 <sup>ab</sup>	0,022±0,004 <sup>a</sup>
P-LCR	19,30±1,075 <sup>a</sup>	23,52±1,304 <sup>b</sup>	23,46±1,306 <sup>b</sup>	23,12±0,601 <sup>b</sup>

Esasen biyokimyasal, hematolojik ve bağışıklık parametreleri balıkların sağlık ve kondisyon durumunu yansıtır. Ayrıca balıklardaki kanın temel biyokimyasal profili beslenme durumunu, doku hasarını, lipid metabolizma aktivitesini ve stresi gösterir (Wagner ve Congleton, 2004).

Bu çalışmada, bağışıklık sisteminin parametrelerinden Lökosit (WBC), Lenfosit (LYM), Monosit (MID) ve Granülosit (GRA) değerlerinde strese bağlı olarak artan değerler Tunceli sarımsağı tarafından tolere edilerek stres faktörünün neden olduğu olumsuz durumu ortadan kaldırıp negatif feedback'i gerçekleştirdiği tespit edilmiştir.

Balığın vücudu, ortamdaki yoğunluğa bağlı olarak azalan oksijen seviyesi ile baş edebilmek için kan yapımını artırmaya yönelmektedir. Bundan dolayı stres gruplarında Eritrosit (RBC), Hematokrit (HTC), Hemoglobün (Hg) değerlerinde artış gözlenmiştir. Ancak Tunceli sarımsağı grubu oksijene ihtiyacı azaltma eğilimine giderek aynı stres seviyesini diğer stres gruplarına göre daha az hücre üretimi ile gerçekleştirmiştir.

Strese bağlı olarak Trombosit (PLT) seviyesinde görülen artışın her iki uygulama grubunda özellikle Tunceli sarımsağında daha düştüğü tespit edilmiştir. Bu durumun ise sarımsakların antiplatelet (pıhtılaşmayı önleyici) etkisinin ortaya çıktığını göstermektedir.

Pala ve ark. (2018), klorpirifosa maruz kalan sazanlarda (*C. carpio*) Tunceli sarımsağının (*A. tuncelianium*) hemoglobin (Hb) düzeyi, nötrofillerin oksidatif radikal üretimi (Nitoblue tetrazolium assay-NBT aktivitesi) ve toplam immünoglobulin (TI) içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. *C. carpio* üzerindeki CPF'nin 96 saatlik LC50 değeri 0,230 mg/L olarak hesaplanmıştır. Balıklara öldürücü olmayan konsantrasyonda klorpirifos (1/8 LC50 değeri: 0,029 mg/L) maruz bırakılmış ve 21 gün boyunca Tunceli sarımsağı (20 ve 40 g/kg diyet) eş zamanlı olarak uygulanmıştır. CPF'ye maruz bırakılan balıkların Hb seviyesinde, NBT aktivitesinde ve TI içeriğinde önemli bir düşüş olmuştur. Ancak Tunceli sarımsağı Hb seviyesini, NBT aktivitesini ve TI içeriğini tersine çevirmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma, CPF'nin balıkların immünolojik değerleri üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu göstermiştir. Tunceli sarımsağının eşzamanlı uygulanması, CPF'nin neden olduğu toksisiteyi nötralize etmiştir.

Bu çalışmada da yukarıdaki çalışmadakine benzer hemoglobin düzeylerine rastlanılmıştır. Her ne kadar stres oluşturan faktörler farklı olsalar da, Tunceli sarımsağının olumlu etkileri her iki çalışmada da görülmüştür.

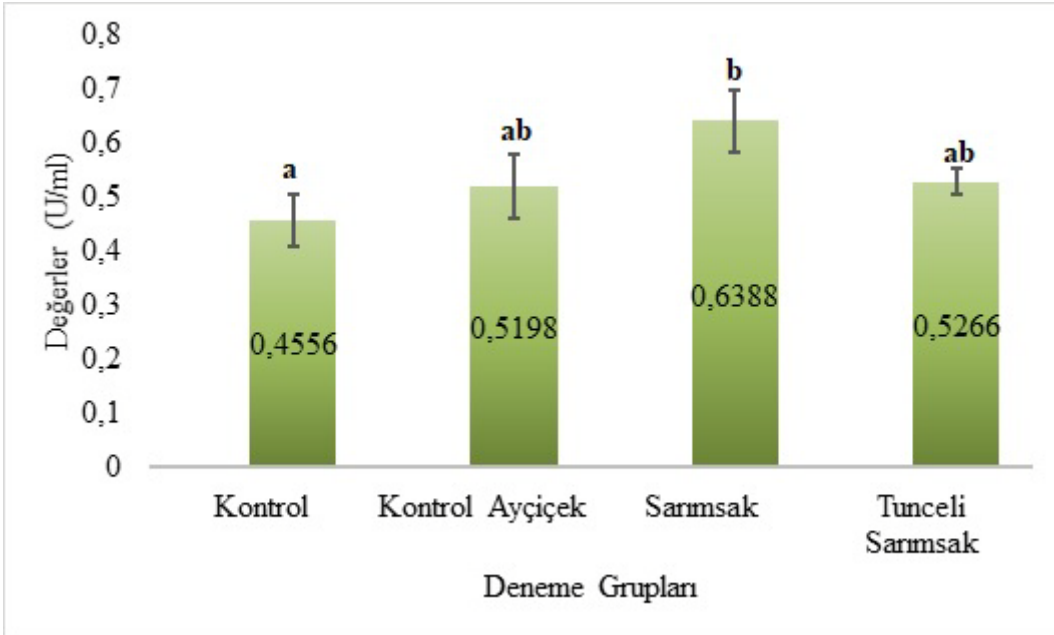
Bej ve ark. (2021), akut toksisite çalışması sırasında sazanların kanında toplam serum protein konsantrasyonu, toplam eritrosit sayısı, hemoglobin, hücre hacmi, ortalama alyuvar hacmi, ortalama alyuvar hemoglobini, ortalama alyuvar hemoglobin konsantrasyonu ve toplam lökosit sayısı önemli ölçüde azaldığını bulmuşlardır ( $p < 0,05$ )

Stres ve hastalık durumlarında kan değerlerinde değişimlerin olması normal bir durumdur. Yukarıdaki çalışmada toksik madde etkisi ile kan değerleri düşerken, bu çalışmada her deneme grubunun kontrol grubuna göre farklı bir oranda kan değerlerini yükselttiği görülmektedir.

Hematolojik parametreler farklı türlerde, bireyler arası ve farklı yetiştiricilik koşullarında büyük farklılıklar gösterir. Bu varyasyonları izlemek için, çiftlik koşullarındaki veya çevreden yakalanan farklı türler için referans aralığı yaygın olarak rapor edilmiştir. Bununla birlikte, hematoloji verilerini biyolojik göstergeler olarak balık türleri veya hatta farklı deney koşullarında yetiştirilen aynı türler arasında karşılaştırmak imkânsız değilse de son derece zordur. Çevresel değişkenlerden numune toplama sürecine kadar çok sayıda faktörün kan verileri üzerinde etkisi vardır ve bu verilerin referans aralığının dışında kalmasına neden olur (Esmaeili, 2021).

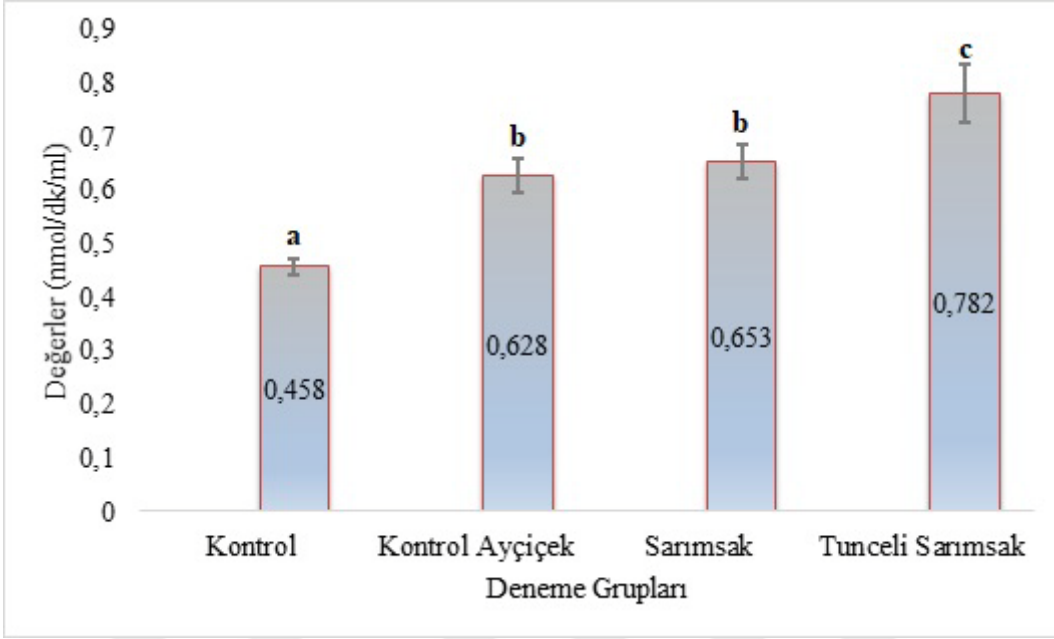
### 3.3. Antioksidan analizleri

Süperoksit Dismutaz (SOD) analiz sonuçları incelendiğinde, en yüksek değer in sarımsak grubunda  $0,639\pm0,057$  U/ml olduğu, bu grubu  $0,527\pm0,024$  U/ml değeri ile Tunceli sarımsağının ikinci sırada,  $0,520\pm0,059$  U/ml değeri ile kontrol ayçiçeği yağının ve en düşük  $0,456\pm0,047$  U/ml değeriyle de kontrol grubunun son sırada izlediği görüldü. Kontrol ayçiçeği grubu ile Tunceli sarımsak grubu arasında istatistiksel bir fark görülmezken ( $P>0,05$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel bir farkın olduğu belirlendi ( $P<0,05$ )(Şekil 3.1).



Şekil 3.1. SOD analiz sonuçları grafiği

Katalaz (CAT) analiz sonuçlarına bakıldığında, en yüksek değer in  $0,758\pm0,055$  nmol/dk/ml ile Tunceli sarımsağı grubunun olduğu, sarımsak grubunun  $0,625\pm0,032$  nmol/dk/ml değeri ile ikinci, kontrol ayçiçeği grubunun  $0,609\pm0,031$  nmol/dk/ml değeri ile üçüncü ve kontrol grubunun  $0,453\pm0,015$  nmol/dk/ml değeri ile son sırada yer aldığı tespit edildi. Ayçiçeği yağı kontrol grubu ile sarımsak grubu arasında istatistiksel bir fark ortaya çıkmazken ( $P>0,05$ ), diğer gruplar arasında önemli bir farkın olduğu tespit edildi ( $P<0,05$ )(Şekil 3.2).

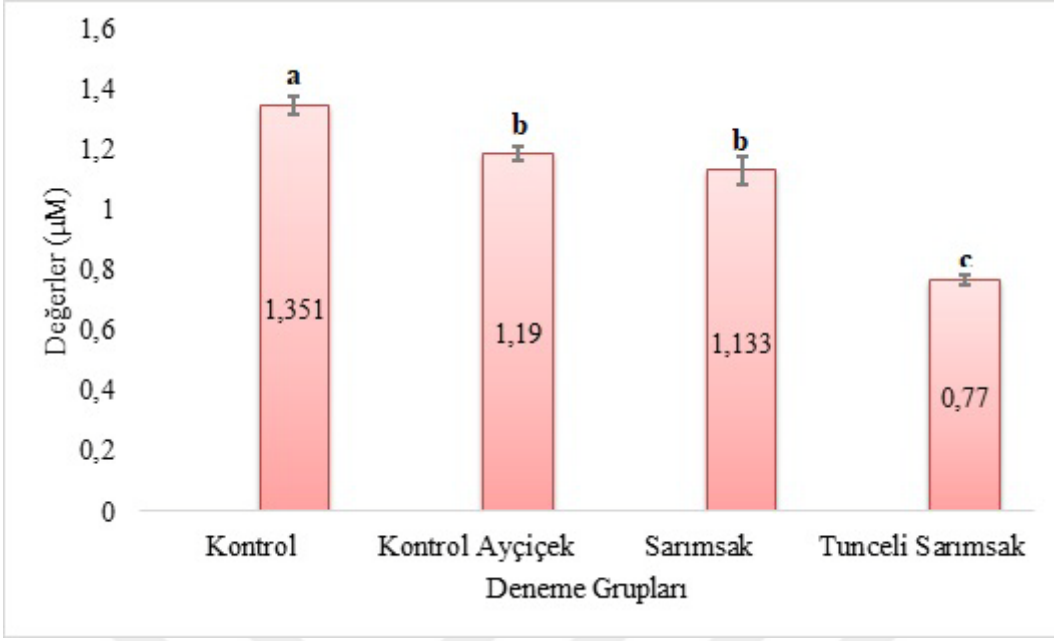


Şekil 3.2. CAT analiz sonuçları grafiği

Malondialdehit (MDA) analiz sonuçlarında ise en düşük değerin  $0,770 \pm 0,017 \mu\text{M}$  ile Tunceli sarımsağında olduğu, onu  $1,133 \pm 0,046 \mu\text{M}$  değeri ile sarımsak grubunun ikinci sırada,  $1,190 \pm 0,025 \mu\text{M}$  değeriyle ayçiçeği kontrol grubunun üçüncü sırada ve  $1,351 \pm 0,031 \mu\text{M}$  değeri ile de kontrol grubunun son sırada takip ettiği görüldü. Ayçiçeği kontrol grubu ile sarımsak grupları arasında istatistiksel bir fark bulunmaz iken ( $P > 0,05$ ), diğer tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlemlendi ( $P < 0,05$ ) (Şekil 3.3).

Tablo 3.3. Antioksidan analiz sonuçları

	Kontrol	Kontrol A	Sarımsak	Tunceli Sarımsak
SOD	$0,456 \pm 0,047^a$	$0,520 \pm 0,059^{ab}$	$0,639 \pm 0,057^b$	$0,527 \pm 0,024^{ab}$
CAT	$0,453 \pm 0,015^a$	$0,609 \pm 0,031^b$	$0,625 \pm 0,032^b$	$0,758 \pm 0,055^c$
MDA	$1,351 \pm 0,031^a$	$1,190 \pm 0,025^b$	$1,133 \pm 0,046^b$	$0,770 \pm 0,017^c$



Şekil 3.3. MDA analiz sonuçları grafiği

Hoseinifar ve ark., (2016) farklı prebiyotiklerin (galakto, fruktooligosakkarit ve inülin) *C. carpio* yavrularının bağışıklık tepkisi ve oksidatif stresi üzerindeki etkilerini moleküler düzeyde incelemiştir. Sonuçlar, prebiyotiklerin diyetle uygulanmasının bağışıklıkla ilgili genlerin ekspresyonunu modüle ettiğini ve ekspresyon derecesinin prebiyotiklerin türünden ve analizler için kullanılan organdan etkilendiğini ortaya koydu. Ayrıca antioksidan gen ekspresyonunun değerlendirilmesi, sazanların prebiyotiklerle beslenmesi sonucunda GSTa ve GR expression seviyelerinin arttığını göstermiştir. Bu bulgulara göre farklı prebiyotiklerle beslenmenin bağışıklık ve antioksidanla ilişkili genlerin ekspresyonunu değiştirdiği sonucuna varılabilir. Wang ve ark., (2021) *Lactococcus lactis* Z-2 kullanılarak *C. carpio*'nun karaciğeri üzerinde farklı preparatların etkisini araştırdıkları çalışmada, SOD düzeyleri önemli derecede artarken, MDA düzeylerinin ise önemli ölçüde azaldığını tespit etmişlerdir. Hoseini ve ark., (2021) sazanlarda amonyak maruziyetine karşı diyetle fitol takviyesinin büyüme performansı, immünolojik parametreler, antioksidan ve stres tepkileri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Fitol eklenmiş diyet, amonyak maruziyetinden önce plazma kortizol, alanin aminotransferaz ve aspartat amino transferaz ve hepatik malondialdehit seviyelerinde hiçbir değişikliğe neden olmamış; hepatik süperoksit dismutazı, katalazı, glutatyon peroksidazı, plazma toplam antioksidan kapasitesini artırırken, malondialdehit ve plazma glukozunu düşürmüştür. Amonyak maruziyeti plazma malondialdehit ve hepatik antioksidan enzimlerin seviyelerinde yükselmelere yol açmıştır. Diyetle alınan fitol,

plazma kortizol, glukoz, malondialdehit, alanin aminotransferaz, aspartat aminotransferaz ve hepatic malondialdehit seviyelerindeki değişiklikleri, özellikle 125 ve 250 mg kg<sup>-1</sup> seviyelerinde hafifletmiştir. Öte yandan, fitol ile muamele edilmiş balıklar, amonyak maruziyetinden sonra hepatic antioksidan enzimlerde kontrol grubuna kıyasla daha fazla bir yükselme sergilemiştir. Sonuç olarak, mevcut sonuçlar, fitolün sazan balığında bir bağışıklık uyarıcısı olduğunu ve amonyak maruziyetinin neden olduğu oksidatif strese karşı balıkları korumak için antioksidan sistemi uyarabildiğini göstermektedir.

Bu çalışmada kullanılan antioksidan sarımsaklar da fitol benzeri bir şekilde SOD ve CAT enzimlerinin yükselmesini sağlamışlardır. Kontrol grubunda bu antioksidanlar bulunmadığı için deneme gruplarından oldukça küçük değerlerde kalmıştır. Lipidperoksidasyonun yani yağlardaki bozulmanın göstergesi olarak da MDA değerleri kontrol grubunda benzer şekilde artmıştır, katkı maddesi olarak verilen sarımsaklar ise diğer çalışmalara benzer şekilde deneme gruplarındaki MDA seviyelerini düşürmüştür.

Karaciğer, kirleticilerin neden olduğu homeostaz ve detoksifikasyonda zorunlu bir rol oynayan metabolik olarak aktif bir organdır (Hinton ve ark., 2001). Jastrębska ve Kawczuga (2011) Mevsimsel ve antropojenik kirleticilerin sazanlarda antioksidan durumu ve lipid peroksidasyonu üzerindeki etkisini incelemişlerdir. SOD 0.91-5.01 Umg<sup>-1</sup> HGB ve MDA 0,39-2,21 nmol mg<sup>-1</sup> HGB değerlerini bulmuşlardır. Kolešová ve ark., (2018) *C. carpio* ve *Oncorhynchus mykiss* balıklarının üreme dönemlerinde seminal plazmalarında (SP) reaktif oksijen türlerinin ve süperoksit dismutaz, glutatyon redüktaz ve glutatyon peroksidaz içeren antioksidan enzim savunma sisteminin neden olduğu oksidatif stres düzeylerini araştırmışlardır. En yüksek TBARS ve CP seviyeleri sezonun sonlarında kaydedilmiştir. SOD, her iki türde de önemli ölçüde değişmemiş ve GR'nin aktivitesi, yumurtlamanın sonlarında sazan SP'de diğer zamanlara kıyasla daha yüksek bulunmuştur (P<0,05). Gökkuşaağı alabalığı SP'de yumurtlama mevsiminin başlarında önemli ölçüde daha düşük bir GPx aktivitesi (9,18±1,32 mU/mg protein) bulunmuştur, ancak sazanda sezon boyunca GPx'te önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Bu sonuçlar, balık SP antioksidanlarının rolünün daha iyi anlaşılmasını sağlamakta ve yumurtlama mevsimi boyunca SP'deki oksidan ve antioksidan dengesi hakkında teleost türlerinin yapay üremesi için yöntemlerin geliştirilmesinde değerli olabilecek yeni veriler sunmaktadır. Yılmaz ve ark., (2006) Karakaya Baraj Gölü'nde Mart-Temmuz 1999 tarihinde yaptıkları çalışmada, *C. carpio*'nun karaciğerindeki CAT ve SOD gibi antioksidan enzimlerin aktiviteleri incelemiştir. Hasırcılar'dan alınan *C. carpio* karaciğerlerinde SOD aktivitesi Boran ve

İmikuşağı'ndan alınan örneklerle göre göre daha yüksek bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Boran ve Hasırcılar'da nispeten kontamine olmayan Imikuşağı'nda CAT aktiviteleri daha düşük bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Vinodhini ve Narayanan (2009) metal toksisitesine maruz kalan *C. carpio* karaciğer dokusunda malondialdehit (MDA) seviyesini ağır metal maruziyetinin ilk ve 32. gününde  $1,340\pm 0,020$  ila  $2.540\pm 0,025$  aralığında, Süperoksit dismutaz antioksidan enzim aktivitelerini  $6.239\pm 0,004$  ila  $7,334\pm 0,004$  aralığında ve Katalaz (CAT) aktivitesini  $0,949\pm 0,004$  ila  $1,293\pm 0,002$  aralığında bulmuşlardır. Sevcikova ve ark., (2016) bakır bazlı pestisitlerin bir yaşındaki *C. carpio* üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Antioksidatif enzimler arasında, başlıca katalaz ve glutatyon-S-transferaz aktivitesinde önemli değişiklikler ortaya çıkmıştır ( $P<0,05$ ). Karaciğer ve solungaçlarda toplam glutatyon içeriğinde önemli bir değişiklik ( $P<0,05$ ) kaydedilmiş, ancak indirgenmiş/oksitlenmiş oran etkilenmemiştir. Tuteja ve ark., (2021) *C. Carpio*'ya arsenik uyguladıkları çalışmada, öldürücü olmayan konsantrasyonlara arsenik maruziyetinin ardından antioksidan enzim aktivitesinde (SOD, CAT, GR, GPx ve GST) azalma gözlemlenmiştir. Oksidatif stres, reaktif oksijen türlerinin üretimi, antioksidan enzimlerin süpürme kabiliyetinin ötesine geçtiğinde meydana gelen bir olgudur ve arseniğe maruz kalan balıklarda yukarıda bahsedilen enzimlerin antioksidan aktivitesinde azalma, enzimlerin temizleme yeteneğinin çok ötesinde olan arsenik maruziyeti nedeniyle hücreler tarafından aşırı serbest radikal üretimine bağlanabilir (Adeyemi ve ark., 2015).

Bu çalışma ile diğer çalışmalar arasında antioksidan katkı maddelerinin benzer etkileri görülmektedir. Diğer taraftan denemede kullanılan balık türleri aynı olmasına rağmen rakamsal değerlerin aynı olmadığı ortaya çıkmaktadır. Bunun nedenlerinden birisi örneklerin alınması, analizlerde kullanılan kimyasallar ve analiz yöntemleri de olabilir. Yukarıdaki çalışmalar ise bize örneğin alındığı yerinin ve örnekleme zamanının da bu değerlerdeki farklılık üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Ayrıca ortamda bulunan stres unsurunun canlı üzerindeki etki derecesi de elde edilen sonuçların rakamsal büyüklükleri üzerinde etkili olmaktadır.

Hoseinifar ve ark., (2021) elma kabuğundan elde edilen pektinin (EKP) *C. carpio*'nun rasyonuna eklenmesiyle antioksidan enzimlerin durumunu araştırmışlardır. EKP'nin katalaz ve süperoksit dismutaz aktiviteleri gibi serum antioksidan üzerindeki etkileri gruplar arasında önemli farklılıklar göstermemiştir ( $P>0,05$ ). Deri mukus antioksidan enzim aktivitesi, katkılı yemle beslenen balıkların (%1 veya %2 APDP), kontrol grubuna kıyasla mukus katalaz aktivitesinin en yüksek değerlerini ( $P<0,05$ )

göstermiştir. Bunun yanı sıra deri mukus süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin de önemli ölçüde daha yüksek değerlere sahip olduğu saptanmıştır ( $P<0,05$ ).

Ağbaş ve ark., (2013) Tunceli sarımsağı ile diğer sarımsakların ekstralarını karşılaştırmışlardır. Ekstrelerin DPPH, ABTS<sup>+</sup> ve OH radikali yok edici özelliklere sahip olduğu belirlendi ve Tunceli sarımsağı etanol ekstresinin standart bir antioksidan olan BHT'den daha yüksek antiradikal aktivite gösterdiği saptandı. Bunlara ek olarak toplam kuru madde miktarlarının karşılaştırılması sonucunda mineral içeriklerinin birbirine yakın olduğu tespit edildi. Sonuç olarak, bu sarımsak türlerinin, özellikle Tunceli sarımsağının doğal bir antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceği önerilmektedir.

Bu çalışmada da her iki sarımsak türünün de olumlu antioksidan özellikleri görülmüş olmakla beraber, özellikle Tunceli sarımsağının diğer sarımsağa oranla çok daha iyi antioksidan etkiler gösterdiği belirlenmiştir.

Kutlu ve ark., (2018) Tunceli sarımsağının antioksidan enzim düzeylerine etkisini belirlemek için Wistar albino tipi dişi sıçanlar kullanmışlardır. *A. tuncelianum*'un su ekstraktının kalp dokusu üzerine antioksidan ve oksidatif stres markırı olan; katalaz (CAT) ve süpeoksit dismutaz (SOD), malondialdehit (MDA) ve total glutasyon (GSH) parametreleri incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda *A. tuncelianum*'un su ekstraktının fenolik bileşik çeşitliliği açısından fakir ancak diğer bazı bileşenler (pirokatekol, kainik asit, fumarik asit ve malik asit) açısından oldukça zengin bir içeriğe sahip olduğu bulunmuştur. Kalp dokusunda antioksidan enzim (CAT, SOD) düzeylerinin oksidatif stres oluşturulan gruplarda, kontrol gruplarına göre anlamlı bir şekilde ( $p<0,05$ ) azaldığı belirlenmiştir. *A. tuncelianum* ekstraktı verilen gruplarda; CAT enzim aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0,05$ ) azalma, SOD enzim aktivitesinde 7,12-DMBA verilen gruba göre istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0,05$ ) artma gözlenmiştir. Ayrıca 7,12-DMBA verilen gruba göre MDA düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0,05$ ) azalma görülmüştür. Bu sonuçlar; *A. tuncelianum*'un su ekstraktlarının, SOD enzim aktivitesini artırarak ve MDA düzeyini azaltarak oksidatif stresi önleyebileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada yukarıdaki çalışmadan farklı bir hayvan türü kullanılmış ve ayrıca bu çalışmada karaciğer dokusunda inceleme yapılırken, yukarıdaki çalışmada kalp dokusunda çalışma yapılmıştır. Farklı hayvan türleri üzerinde çalışılmış olmasına rağmen iki çalışmada birbirine benzer sonuçlar bulunmuştur.

Altınterim ve Aksu (2020) yaptıkları çalışmada, sarımsak (*A. sativum*, Linne) masere yağı, Tunceli sarımsak (*A. tuncelianum*) masere yağı ve soğan (*Allium cepa*,

Limne) masere yağının diyet takviyesinin, gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss* L.)'nın antioksidan aktiviteleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. En yüksek CAT ve GR aktiviteleri soğan yağı maserasyon grubunda gözlenmiş ve en yüksek GPx aktivitesi sarımsak yağı maserasyon grubunda saptanmıştır. En düşük MDA seviyesi ise soğan yağı grubunda tespit edilmiştir.

Yukarıdaki çalışmada bu çalışmada kullanılan farklı bir balık türü kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılmayan soğan yağı üç parametrede ve bu çalışmada kullanılan normal sarımsak ise bir parametrede en iyi sonucu vermiştir. Tunceli sarımsağı verileri diğer iki yağ kadar etkili olmasa da kontrol grubuna göre daha iyi sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Yapılan çalışmada stres faktörünün bulunmaması, türün farklı olması ve farklı dokular üzerinde yapılmış olması sonuçlardaki farklılığın nedeni olabilir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı birincil olarak bir besleme çalışması olmaktan ziyade, sarımsak türlerinin sazan balığının kan ve antioksidan değerlerini araştırmaktır. Ancak yine de bir besleme çalışmasıyla canlıya verildikleri için bazı büyüme değerlerine de bakılmıştır.

Büyüme değerlerinde özellikle Tunceli sarımsağı ağırlık artışı ve yem değerlendirme oranlarında çok iyi sonuçlar vermiştir.

Bu çalışmada, bağışıklık sisteminin parametrelerinde strese bağlı olarak artan değerler Tunceli sarımsağı tarafından tolere edilerek stres faktörünün neden olduğu olumsuz durumu ortadan kaldırıp değerlerin düzelmesine neden olmuştur.

Özellikle antioksidan analizler iki sarımsak türünün pozitif etkilerini göstermiştir. Süperoksit Dismutaz sonuçlarında en iyi sonuç sarımsak deneme grubunda ve ikinci olarak da Tunceli sarımsağı deneme grubunda elde edilmiştir. Katalaz ve Malondialdehit analiz sonuçlarında ise Tunceli sarımsağı ilk sırada ve sarımsak ikinci sırada yer almış ve çok iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Bu çalışmada Tunceli sarımsağı deneme grubunda elde edilen kan ve antioksidan analiz sonuçları ile balıkların büyüme parametreleri paralel yükselme göstermiştir. Sarımsak grubunda da kan ve antioksidan değerlerde iyi sonuçlar elde edilmiş olmakla birlikte, büyüme parametrelerinde paralel bir artış görülmemiştir. Bu durum Tunceli sarımsağının sağlık üzerine olumlu etkilerinin yanında, besleyici değerinde de farklılıkların olduğu anlamına gelebilir.

Sonuç olarak bu çalışmada kullanılan sarımsak (*Allium sativum* L.) ve Tunceli sarımsağı (*Allium tuncelianum* Kollman) balık sağlığı üzerinde olumlu etkilere sahiptir. Sarımsak ile ilgili hayvan ve insan sağlığı üzerinde birçok çalışma bulunmaktadır. Diğer taraftan Tunceli sarımsağı üzerine yapılan çok çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda başka canlılar üzerinde de detaylı çalışmaların faydalı olacağı düşünülmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- Adeyemi, J.A., Da Cunha Martins-Junior, A., Barbosa Jr., F.** 2015. Teratogenicity, genotoxicity and oxidative stress in zebrafish embryos (*Danio rerio*) co-exposed to arsenic and atrazine. *Comp. Biochem. Physiol. Part C Toxicology Pharmacology*, 172-173: 7-12.
- Ağbaş, B., Karakuş, D., Adıgüzel, R.** 2013. Tunceli sarımsağının (*Allium tuncelianum*) toplam antioksidan özelliklerinin ve kuru madde içeriğinin normal sarımsak (*Allium sativum*) ile karşılaştırılması. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 1(2): 50-62.
- Ahmad, I., Pacheco, M., Santos, M.A.** 2004. Enzymatic and non-enzymatic antioxidants as an adaptation to phagocyte-induced damage in *Anguilla anguilla* L. following in situ harbour water exposure. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 57: 290-302.
- Alvarez, R.M.M., Morales, A.E., Sanz, A.** 2005. Antioxidant defenses in fish: Biotic and abiotic factors. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15: 75–88.
- Altınterim, B., Aksu, Ö.** 2020. Effects of macerate oil of garlic (*Allium sativum*, Limne), Tunceli garlic (*Allium tuncelianum*, Kollman) and onion (*Allium cepa*, Limne) on antioxidant enzyme activities of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* L.). *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(1): 61-65.
- Arlinghaus, R., Mehner, T.** 2003. Socio-economic characterisation of specialised common carp (*Cyprinus carpio* L.) anglers in Germany, and implications for inland fisheries management and eutrophication control. *Fisheries Research*, 61: 19–33.
- Babacan, E.Y., Doğan, G., Demirpolat, A., Bağcı, E.** 2018. Essential oil composition and pollen morphology of local endemic *Allium tuncelianum* from Munzur Valley in Turkey. *The Pharmaceutical and Chemical Journal*, 5(3): 72-79.
- Banarescu, P., Coad, B.W.** 1991. Cyprinids of Eurasia. *Cyprinid fishes: systematics, biology, and exploitation*, pp. 127–155, eds. Winfield, I.J. & Nelson, J.S., Chapman and Hall, London.
- Barton, B.A. Iwama G.K.** 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Review of Fish Diseases*, 1: 3-26.
- Barton, B.A.** 2002. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integrative and Comparative Biology*, 42: 517-525.
- Bej, S., Ghosh, K., Chatterjee, A., Saha, N.C.** 2021. Assessment of biochemical, hematological and behavioral biomarkers of *Cyprinus carpio* on exposure to a type-II pyrethroid insecticide Alpha-cypermethrin. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 87: 103717.

- Ciesla, B.** 2007. Hematology in Practice; FA Davis Company: Philadelphia, PA, USA,; p. 230.
- Costa-Pierce, A.B., Hadikusumah, H.Y.** 1990. Research on cage aquaculture systems in the Saguling Reservoir, West Java, Indonesia. *Reservoir fisheries and aquaculture development for resettlement in Indonesia*, pp. 112-217, Costa-Pierce, B.A. & Soemamoto, O., ICLARM Tech. Rep.
- Cowey, C.B.** 1993. Some effects of nutrition on flesh quality of cultured fish. *Fish nutrition in practice, proceedings of the IV international symposium fish nutrition and feeding, les colloques 61*, pp. 227–236, eds. Kaushik, S.J. & Luquet, P., INRA Editions, Paris.
- Davis, K.B.** 2006. Management of physiological stress in finfish aquaculture. *North American Journal of Aquaculture*, 68: 116-121.
- Demirkalp, F.Y.** 2007. Some of the growth characteristics of carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Çernek Lake (Samsun, Turkey). *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 35(1): 57-65.
- Esmaeili, M.** 2021. Blood performance: A new formula for fish growth and health. *Biology*, 10:1236.
- Fänge, R.** 1992. 1 Fish blood cells. *Fish Physiology*, 12: 1-54.
- FAO.** 1997. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. Review of the State of World Aquaculture, FAO Fisheries. Circular No. 886 FIRI/C886 (rev. 1)., Rome.
- FAO.** 2013 Fish state plus: Universal software for fishery statistical time series (available at [www.fao.org/fi/statist/fisoft/fishplus.asp](http://www.fao.org/fi/statist/fisoft/fishplus.asp)).
- Forester, T.S., Lawrence, J.M.** 1978. Effects of grass carp and carp on populations of blue gill and large mouth bass in ponds. *Transactions of the American Fisheries Society*, 107: 172–175.
- Gorren, A.C., Schrammel, A., Schmidt, K., Mayer, B.** 1998. Effects of pH on the structure and function of neuronal nitric oxide synthase. *Biochemical Journal*, 331: 801-807.
- Hickley, P., Chare, S.** 2004. Fisheries for non-native species in England and Wales: angling or the environment? *Fisheries Management and Ecology*, 11: 203-212.
- Hinton, D.E., Segner, H., Braunbeck, T.** 2001. Toxic responses of the liver. *Target organ toxicity in marine and freshwater teleosts*, pp. 224–68, eds. Schlek, D. & Benson, W.H., Taylor & Francis, Boca Raton.

- Hoseini, S.M., Gharavi, B., Mirghaed, A.T., Hoseinifar, S.H., Van Doan, H.** 2021. Effects of dietary phytol supplementation on growth performance, immunological parameters, antioxidant and stress responses to ammonia exposure in common carp, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture*, 545: 737151.
- Hoseinifar, S.H., Ahmadi, A., Khalili, M., Raeisi, M., Van Doan, H., Caipang, C.M.** 2016. The study of antioxidant enzymes and immune-related genes expression in common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings fed different prebiotics. *Aquaculture Research*, 48: 5447-5454.
- Hoseinifar, S.H., Jahazi, M.A., Mohseni, R., Yousefi, M., Bayani, M., Mazandarani, M., Van Doan, H., El-Haroun, E.R.** 2021. Dietary apple peel-derived pectin improved growth performance, antioxidant enzymes and immune response in common carp, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture*, 535: 736311.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., Fırat, A.** 2003. Balık besleme ve yem teknolojisi I (balık besleme fizyolojisi ve biyokimyası 3. Baskı. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Ivanc, A., Haskovic, E., Jeremic, S., Dekic, R.** 2005. Hematological evaluation of welfare and health of fish. *Praxis veterinaria*, 53(3): 191-202.
- Jastrzębska, E.B., Kawczuga, D.** 2011. Antioxidant Status and Lipid Peroxidation in Blood of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). *Polish Journal of Environmental Studies*, 20(3): 541-550.
- Kock, G., Triendl, M., Hofer, R.** 1996. Seasonal patterns of metal accumulation in Arctic char (*Salvelinus alpinus*) from an oligotrophic Alpine lake related to temperature. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 780-786.
- Koehn, J.D.** 2004. Carp (*Cyprinus carpio*) as a powerful invader in Australian waterways. *Freshwater Biology*, 49: 882–894.
- Kolešová, A.S., Rui, N., Ashtiani, S., Rodina, M., Cosson, J., Linhart, O.** 2018. Oxidative stress and antioxidant enzyme defence system in seminal plasma of common Carp (*Cyprinus carpio*) and Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) during spawning season. *Czech Journal of Animal Science*, 63(2): 78–84.
- Kutlu, T., Takım, K., Karaslan, M.G., Yılmaz, M.A.** 2018. Tunceli dağ sarımsağının (*Allium tuncelianum*) rat kalp dokusu antioksidan enzim düzeylerine etkisi ve fenolik bileşenlerinin karakterizasyonu. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(5):632-643.
- Lowe, S., M., Browne, S., Boudjelas, De Poorter, M.** 2000. *100 of the World's worst invasive alien species a selection from the global invasive species database*. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12p.

- Lugert, V., Thaller, G., Tetens, J., Schulz, C., Krieter, J.** 2016. A review on fish growth calculation: multiple functions in fish production and their specific application. *Reviews in Aquaculture*, 8: 30–42.
- Lushchak, V.I., Bagnyukova, T.V., Lushchak, O.V., Storey, J.M., Storey, K.B.** 2005. Hypoxia and recovery perturb free radical processes and antioxidant potential in common carp (*Cyprinus carpio*) tissues. *International Journal of Cell Biology*, 37(6): 1319-1330.
- Lushchak, V.I., Bagnyukova, T.V.** 2006. Temperature increase results in oxidative stress in goldfish tissues: 1. Indices of oxidative stress. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part C*, 143(1): 30-35.
- Mills, E.L., Leach, J.H., Carlton, J.T., Secor, C.L.** 1993. Exotic species in the Great Lakes: a history of biotic crises and anthropogenic introductions. *Journal of Great Lakes Research*, 19(1): 1-54.
- Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J., Kautsky, N., Beveridge, M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., Troell, M.** 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405: 1017-1024.
- Pala, A., Şeker, E., Yonar, M.E.** 2018. Effect of Tunceli garlic on some immunological parameters in *Cyprinus carpio* exposed to chlorpyrifos. *Cellular and molecular biology*, 64(4): 108-112.
- Piska, R.S., Naik, S.J.K.** 2013. Introduction to freshwater aquaculture. *Intermediate vocational course stateinstitute of vocational education and board of intermediate education*, pp. 1-12, eds. Piska, R.S., Dept. Zoology, Coll.Sciences, Univ. Osmania, Hyderabad.
- Pucher, J., Tuan, N.N., Yen, T.T.H., Mayrhofer, R., El-Matbouli, M., Focken, U.** 2012. Feeding fish without fishmeal: Earthworm meal as alternative animalprotein source in rural areas. *Conf. Tropentag*, Göttingen, September 19-21.
- Parameswaran, S., Radhakrishnan, S., Selvaraj, C., Bhuyan, B.R.** 1971. Fish yield from Assam ponds kept under different experimental conditions. *Indian Journal of Fisheries*, 18(1-2): 67-83.
- Rahman, M.M., Jo Q, Gong, Y.G, Miller, S.A., Hossain, M.Y.** 2008a. A comparative study of common carp (*Cyprinus carpio* L.) and calbasu (*Labeo calbasu* Hamilton) on bottom soil resuspension, water quality, nutrient accumulations, food intake, and growth of fish in simulated rohu (*Labeo rohita* Hamilton) ponds. *Aquaculture*, 285: 78–83.
- Rahman, M.M., Verdegem, M.C.J., Wahab, M.A., Hossain, M.Y., Jo Q.** 2008b. Effects of day and night on swimming, grazing and social behaviours of rohu *Labeo rohita* (Hamilton) and common carp *Cyprinus carpio* (L.) in simulated ponds. *Aquaculture Research*, 39: 1383-1392.

- Rahman, M.M., Meyer, C.G.** 2009. Effects of food type on diet behaviours of common carp *Cyprinus carpio* L. in simulated aquaculture pond conditions. *Journal of Fish Biology*, 74: 2269-2278.
- Rahman, M.M.** 2015. Role of common carp (*Cyprinus carpio*) in aquaculture production systems. *Frontiers in Life Science*, 8(4): 399-410.
- Rapp, T., Cooke, S.J., Arlinghaus, R.** 2008. Exploitation of specialised fisheries resources: the importance of hook size in recreational angling for large common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Fisheries Research*, 94: 79–83.
- Sevcikova, M., Modra, H., Blahova, J., Dobsikova, R., Plhalova, L., Zitka, O., Hynek, D., Kizek, R., Skoric, M., Svobodova, Z.** 2016. Biochemical, haematological and oxidative stress responses of common carp (*Cyprinus carpio* L.) after sub-chronic exposure to copper. *Veterinarni Medicina*, 61(1): 35–50
- Seibel, H., Baßmann, B. Rebl, A.** 2021. Blood will tell: What hematological analyses can reveal about fish welfare. *Frontiers in Veterinary Science*, 8: 194.
- Taher, M.M. Al-Dubakel, A.Y., Saleh, J.H.** 2014. Effects of feeding ratio on growth and food conversion rate of common carp *Cyprinus carpio* reared in floating cages. *Iraqi Journal of Aquaculture*, 11(1): 15-26.
- Taher, M.M, Al-Dubakel, A.Y., Muhammed, S.J.** 2018. Growth parameters of common carp *Cyprinus carpio* cultivated in semi-closed system. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, 1(1): 40-47.
- Tellez, T.M.E., Aguilar, E.S.V., Rojas, M.T.A., Guineo, D.O.D., Quevedo, R., Díaz, O., Montes, J.M.B.** 2020. Garlic (*Allium sativum* L) and Its beneficial properties for health: A Review. *Agroindustrial Science*, 10(1): 103-115.
- Tonya, C., D.V.M., Alistair, D., Arnold, J.** 2008. Hematologic disorders of fish. *Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice*, 11:445-462.
- Tuteja, C., Shanthanagouda, A.H., Hundal, S.S., Dhaliwal, S.S.** 2021. Antioxidative role of dietary ascorbic acid against arsenic induced haematological, biochemical and histomorphological alterations in *Cyprinus carpio*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C*, 241: 108973.
- Vilizzi, L., Tarkan, A.S.** 2015. Experimental evidence for the effects of common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) on freshwater ecosystems: a narrative review with management directions for Turkish inland waters. *LimnoFish*, 1: 123-149.
- Vinodhini, R., Narayanan, M.** 2009. Biochemical changes of antioxidant enzymes in common carp (*Cyprinus carpio* L.) after heavy metal exposure. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 33(4): 273-278.

- Wagner, T., Congleton, J.L.** 2004. Blood chemistry correlates of nutritional condition, tissue damage, and stress in migrating juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61: 1066-1074.
- Wang, J., Feng, J., Liu, S., Cai, Z., Song, D., Yang, L., Nie, G.** 2021. The probiotic properties of different preparations using *Lactococcus lactis* Z-2 on intestinal tract, blood and hepatopancreas in *Cyprinus carpio*. *Aquaculture*, 543: 736911.
- Weber, M., Brown, M.** 2009. Effects of common carp on aquatic ecosystems 80 years after “carp as a dominant”: ecological insights for fisheries management. *Reviews in Fisheries Science*, 17: 524–37.
- Yilmaz, H.R. Turkoz, Y., Yuksel, E., Orun, I.** 2006. An investigation of antioxidant enzymes activities in liver of *Cyprinus carpio* taken from different stations in the Karakaya Dam Lake. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 1: 1-6.
- Yumrutaş, Ö., Demirörs, Saygideğer, S., Doğan, M.** 2009. The in vitro antioxidant activity of *Allium tuncelianum*: An endemic. *Journal of Appliedbiological Sciences*, 3(3): 61-64.