

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**TUNCELİ SARIMSAĞI (*Allium tuncelianum* KOLLMAN) MASERE
YAĞLARININ YOĞUN STOKLANMIŞ *Astacus leptodactylus* ESCHSCHOLTZ,
1823'DA ANTİOKSİDAN PARAMETRELERE ETKİSİ**

Fatih EFENDİOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

I. DANIŞMAN

Doç. Dr. Önder AKSU

II. DANIŞMAN

Doç. Dr. Yeliz Çakır SAHİLLİ

TUNCELİ – 2022

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**TUNCELİ SARIMSAĞI (*Allium tuncelianum* KOLLMAN) MASERE
YAĞLARININ YOĞUN STOKLANMIŞ *Astacus leptodactylus* ESCHSCHOLTZ,
1823'DA ANTİOKSİDAN PARAMETRELERE ETKİSİ**

Fatih EFENDİOĞLU
(190060003)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

I. DANIŞMAN

Doç. Dr. Önder AKSU

II. DANIŞMAN

Doç. Dr. Yeliz Çakır SAHİLLİ

TUNCELİ – 2022

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**TUNCELİ SARIMSAGI (*Allium tuncelianum* KOLLMAN) MASERE
YAĞLARININ YOĞUN STOKLANMIŞ *Astacus leptodactylus* ESCHSCHOLTZ,
1823'DA ANTİOKSİDAN PARAMETRELERE ETKİSİ**

Fatih EFENDİOĞLU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 7/01/2022 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza:.....	İmza:.....	İmza:.....
Prof. Dr. Volkan KIZAK (Munzur Üniversitesi)	Doç.Dr. Önder AKSU (Munzur Üniversitesi)	Doç. Dr. Başar ALTINTERİM (Malatya Turgut Özal Üniversitesi)
BAŞKAN	DANIŞMAN	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: YLMUB020-02

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.

Fatih EFENDİOĞLU

Danışman
Doç. Dr. Önder AKSU

TEŐEKKÖR

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

Tüm bu süreçte benden desteğini esirgemeyen ve her konuda yardımcı olan tez danışmanlarım Sayın Doç. Dr. Önder AKSU ve Doç. Dr. Yeliz akır SAHİLLİ'ye teşekkür ederim.

Fatih EFENDİOğLU

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
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE METOT	6
2.1. Çalışmada kullanılan canlı materyal.....	6
2.2. Kerevitlerin laboratuvar ortamına adaptasyonu	6
2.3. Deneme ortamının hazırlanması	7
2.4. Yemlerin hazırlanması.....	9
2.5. Deneme gruplarının oluşturulması	11
2.6. Yemlemenin ve denemenin sonlandırılması.....	11
2.7. Diseksiyon ve dokuların çıkarılması	11
2.8. Antioksidan işlemleri	12
2.8.1. Süpernatantların hazırlanması	12
2.8.2. Biyokimyasal analizler	15
2.9. İstatistiksel analizler	16
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	17
3.1. Biyokimyasal yanıt.....	17
3.1.1. Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi	17
3.1.2. Katalaz (CAT) aktivitesi.....	19
3.1.3. Glutatyon peroksidaz (GSH-PX) aktivitesi	21
3.1.4. Malondialdehit (MDA) aktivitesi	23
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	26
5. KAYNAKLAR.....	27
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Kerevitlerin avlanıldığı bölgeler (URL-1, 2017; URL-2, 2021).....	6
Şekil 3.1. Süperoksit dismutaz kas analiz sonuçları grafiği.....	18
Şekil 3.2. Süperoksit dismutaz hepatopankreas analiz sonuçları grafiği	19
Şekil 3.3. Katalaz (CAT) kas analiz sonuçları grafiği.....	20
Şekil 3.4. Katalaz (CAT) hepatopankreas analiz sonuçları grafiği	20
Şekil 3.5. Glutatyon peroksidaz (GSH-PX) kas analiz sonuçları grafiği	22
Şekil 3.6. Glutatyon peroksidaz (GSH-PX) hepatopankreas analiz sonuçları grafiği	22
Şekil 3.7. Malondialdehit (MDA) kas analiz sonuçları grafiği	24
Şekil 3.8. Malondialdehit (MDA) hepatopankreas analiz sonuçları grafiği.....	24



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Gümüşdoğa marka alabalık yemi içeriği	10
Tablo 3.1. Süperoksit dismutaz analiz sonuçları	17
Tablo 3.2. Katalaz (CAT) analiz sonuçları	19
Tablo 3.3. Glutasyon peroksidaz (GSH-PX) analiz sonuçları	22
Tablo 3.4. Malondialdehit (MDA) analiz sonuçları	23



RESİMLER LİSTESİ

Resim 2.1. Kerevitlerin adaptasyon sürecince tanklarda bekletilmesi.....	7
Resim 2.2. Deneme tankları, hava motoru ve hava hortumları.....	8
Resim 2.3. Su dinlendirme tankları.....	8
Resim 2.4. Biotoplar	9
Resim 2.5. Deneme grupları için hazırlanan yemler.....	10
Resim 2.6. Kerevitlerin hepatopankreasının çıkarılması	12
Resim 2.7. Tamponlanmış tuz çözeltisinin pH ayarlaması.....	13
Resim 2.8. Homojenizasyon işlemi.....	14
Resim 2.9. Santrifüj işlemi.....	14
Resim 2.10. Numunelerin mikropipetle alınması	15
Resim 2.11. Bilgisayara bağlı mikroplaka okuyucu	16



SEMBOLLER LİSTESİ

O₂	: Oksijen
mg	: Miligram
g	: Gram
kg	: Kilogram
mm	: Milimetre
µM	: Mikrometre
n	: Birey sayısı
L	: Litre
ml	: Mililitre
w	: Weight, ağırlık
v	: Volume, hacim
pH	: Power of Hydrogen, bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesi
OH	: Hidroksil iyonu
rpm	: Revolutions per Minute, dakikadaki devir sayısı
dk	: Dakika

KISALTMALAR LİSTESİ

BHT	: Bütillenmiş hidroksitoluen
ROS	: Reaktif oksijen türleri
SOD	: Süperoksit dismutaz
MDA	: Malondialdehit
CAT	: Katalaz
GSH-Px	: Glutasyon peroksidaz
GR	: Glutasyon reduktaz
EPA	: Eikosa Pentaenoik Asit
DHA	: Dokosa Heksaenoik Asit



ÖZET

Bu çalışmada da Tunceli sarımsağının (*Allium tuncelianum* Kollman) yoğunluk stresi altındaki kerevitler üzerinde (*Astacus leptodactylus*) antioksidan etkisinin incelenmesi amaç edinilmiştir.

Kas analiz sonuçlarında iki deneme grubunda birbirine çok yakın D1 23,176±0,112 U/ml ve D2 23,384±0,370 U/ml rakamsal değerlerde bulundu. Kontrol grubunun değeri ise 21,056±0,209 U/ml rakamsal olarak daha düşük seviyelerde bulundu. İki deneme grubu arasında istatistiksel bir farklılık bulunmazken ($P>0,05$), deneme grupları ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark vardı ($P<0,05$). Hepatopankreas analiz sonuçlarında da kasta elde edilen değerlerde olduğu gibi, deneme grupları arasında rakamsal olarak birbirine yakın (D1 30,804±0,110 ve D2 30,502±0,757U/ml), kontrol grubu daha düşük değerde (26,422±0,600 U/ml) tespit edildi. Gene kas grubunda olduğu gibi deneme grupları arasında istatistiki fark yoktu ($P>0,05$) fakat deneme grupları ile aralarındaki fark anlamlıydı ($P<0,05$).

Katalaz (CAT) analizleri de kasda ve hepatopankreasda ayrı ayrı yapıldı. Kas analiz sonuçlarında deneme grupları sonuçlarının birbirine rakamsal olarak çok yakın olduğu (D1; 15,556±0,349 ve D2; 15,266±0,178 nmol/dk/m), kontrol grubu değerinin (16,268±0,722 nmol/dk/m) ise daha yüksek olduğu gözlemlendi. Bununla birlikte gruplar arasındaki istatistiksel olarak bir fark bulunmadı ($P>0,05$). Hepatopankreas analiz sonuçlarında da hem kontrol ve hemde deneme grupları rakamsal olarak birbirine çok yakın (K; 23,694±0,455 nmol/dk/m, D1; 23,296±0,383 nmol/dk/m ve D2; 22,822±0,419 nmol/dk/m) olarak bulundu ve aralarında istatistiksel olarak da bir fark tespit edilmedi ($P>0,05$).

Glutasyon peroksidaz sonuçları SOD sonuçlarına benzer bir durum sergilemiştir. Kas analiz sonuçlarına bakıldığında, deneme gruplarının rakamsal olarak kontrol grubundan (K; 6,728±0,403 U/mg) daha yüksek ve birbirine çok yakın olduğu (D1; 8,560±0,167 U/mg ve D2; 8,950±0,086 U/mg) tespit edildi. Deneme grupları arasında istatistiksel olarak bir farka rastlanılmazken ($P>0,05$), kontrol grubu ile aralarındaki farkın anlamlı olduğu görüldü ($P<0,05$). Kas analizine benzer sonuçlar hepatopankreas sonuçlarında görüldü. Deneme grupları rakamsal olarak birbirine çok yakın (D1; 7,182±0,094 U/mg ve D2; 7,110±0,220 U/mg) ve kontrol grubu değerinden (K; 5,898±0,331 U/mg) yüksek oldukları tespit edildi. Dene grupları arasında istatistiki bir fark yoktu ($P>0,05$) ve deneme grupları kontrol grubundan istatistiksel olarak farklıydı ($P<0,05$).

MDA kas analizlerine bakıldığında en düşük değer D2 grubunda (2,088±0,089 μ M) olduğu, onu D1 grubunun takip ettiği (2,434±0,110 μ M) ve en yüksek değer kontrol grubunda (3,376±0,213 μ M) olduğu görüldü. Deneme grupları arasında istatistiksel olarak farkın olmadığı, kontrol grubundan ise istatistiksel olarak farklı oldukları tespit edildi. Hepatopankreas sonuçlarında da kas grubuna benzer durum görüldü. En düşük MDA değeri D2 grubunda (4,354±0,143 μ M), ikinci olarak D1 grubunda (4,696±0,192 μ M) ve en yüksek değer kontrol grubunda (6,768±0,112 μ M) olduğu gözlemlendi. Deneme grupları arasında istatistiki olarak bir fark olmazken, deneme grupları ile kontrol grubu arasında istatistiki bir farkın olduğu saptandı.

Anahtar Kelimeler: Tunceli sarımsağı, *Allium tuncelianum*, *Astacus leptodactylus*, antioksidan

ABSTRACT

Effect of Tunceli garlic (*Allium tuncelianum* Kollman) masere oils on antioxidant parameters in *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823

In this study, it was aimed to investigate the antioxidant effect of Tunceli garlic (*Allium tuncelianum* Kollman) on crayfish (*Astacus leptodactylus*) under density stress.

In the muscle analysis (SOD) results, D1 23.176 ± 0.112 U/ml and D2 23.384 ± 0.370 U/ml numerical values were found very close to each other in the two experimental groups. The value of the control group, on the other hand, was found to be numerically lower at $21,056 \pm 0,209$ U/ml. While there was no statistical difference between the two experimental groups ($P > 0.05$), there was a significant difference between the experimental groups and the control group ($P < 0.05$). In the hepatopancreas analysis results, as in the values obtained in the muscle, numerically similar values were found between the experimental groups (D1 30.804 ± 0.110 and D2 30.502 ± 0.757 U/ml), while the control group had a lower value (26.422 ± 0.600 U/ml). As in the muscle group, there was no statistical difference between the experimental groups ($P > 0.05$), but the difference between the experimental groups and the experimental groups was significant ($P < 0.05$).

Catalase (CAT) analyzes were also performed in muscle and hepatopancreas separately. In muscle analysis results, it was observed that the results of the experimental groups were very close to each other numerically (D1; 15.556 ± 0.349 and D2; 15.266 ± 0.178 nmol/min/m), while the control group value (16.268 ± 0.722 nmol/min/m) was higher. However, there was no statistical difference between the groups ($P > 0.05$). In the hepatopancreas analysis results, both control and experimental groups were numerically very close to each other (F; 23.694 ± 0.455 nmol/min/m, D1; 23.296 ± 0.383 nmol/min/m and D2; 22.822 ± 0.419 nmol/min/m). were found and there was no statistical difference between them ($P > 0.05$).

GSH-PX muscle results were examined, it was determined that the experimental groups were numerically higher than the control group (F; 6.728 ± 0.403 U/mg) and were very close to each other (D1; 8.560 ± 0.167 U/mg and D2; 8.950 ± 0.086 U/mg). While there was no statistical difference between the experimental groups ($P > 0.05$), the difference between the control group and the control group was significant ($P < 0.05$). Results similar to muscle analysis were seen in hepatopancreas results. It was determined that the experimental groups were numerically very close to each other (D1; 7.182 ± 0.094 U/mg and D2; 7.110 ± 0.220 U/mg) and higher than the control group (F; 5.898 ± 0.331 U/mg). There was no statistical difference between the experimental groups ($P > 0.05$) and the experimental groups were statistically different from the control group ($P < 0.05$).

When MDA muscle analyzes were examined, it was seen that the lowest value was in the D2 group (2.088 ± 0.089 μ M), followed by the D1 group (2.434 ± 0.110 μ M), and the highest value was in the control group (3.376 ± 0.213 μ M). It was determined that there was no statistical difference between the experimental groups, but they were statistically different from the control group. A similar situation was observed for the muscle group in the hepatopancreas results. The lowest MDA value was observed in the D2 group (4.354 ± 0.143 μ M), secondly in the D1 group (4.696 ± 0.192 μ M), and the highest value was observed in the control group (6.768 ± 0.112 μ M). While there was no statistical difference between the experimental groups, there was a statistical difference between the experimental groups and the control group.

Keywords: Tunceli garlic, *Allium tuncelianum*, *Astacus leptodactylus*, antioxidant

1. GİRİŞ

Tatlı su kerevitleri, Kuzey Yarımküre 'de güney doğu Appalachian Dağları'nda ve Güney Yarımküre 'de güneydoğu Avustralya'da çeşitli merkezler ile Hindistan ve Antarktika kıtaları dışında her yere dağılmıştır. Hâlihazırda 640'ın üzerinde tatlı su kereviti türü tanımlanmıştır ve her yıl ortalama 5-10 tür hala tanımlanmaktadır. Tatlı su kerevitleri, su habitatlarında kilit türler olarak hizmet edebilir, ancak birkaç tür de önemli ölçüde istilacıdır ve kırılğan tatlı su habitatına etkileyici zarar verebilir. Kerevitler mağaralarda, oyuklarda, akarsularda, göllerde ve derin oyuklarda yaşar, hatta su tablasına yuva kurdukları veya gerekli nemi sağlamak için yağışın yeterince bol olduğu karasal habitatlarda bile bulunabilir. Tatlı su kerevitleri, karşılaştıkları habitatlar gibi genellikle bir dereceye kadar tehlike altındadır ve koruma çabalarının tatlı su ekosisteminin temel unsurları olarak onlara odaklanması iyi olacaktır (Crandall ve Buhay, 2008).

Kerevitler (tatlı su ıstakozu) ekolojik, ekonomik ve sosyal açıdan önem taşımaktadır. Genel olarak lüks bir gıda maddesi olarak tüketilmeleriyle birlikte bazı ülkelerde de özel günlerde geleneksel bir gıda maddesi olarak tüketilmektedirler (Hogger, 1988; Momot, 1995; Harlıoğlu ve Holdich, 2001). Bununla birlikte, düşük kaloriye sahip bir protein kaynağı olup, B vitamini, sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum yönünden de zengin bir besindir. Ayrıca, kerevit etinin C vitamini ve karoten içeriği birçok ticari balık türünden daha yüksektir (Harlıoğlu ve Köprücü, 2000).

Kerevitlerin yetiştirilmesi (astaciculture) esas olarak ABD'nin güney eyaletlerinde, Avustralya ve Avrupa'da yapılmaktadır. Üretim seviyeleri iklime göre değişir ancak yılda 40 000 ila 60 000 ton aralığındadır. Ayrıca, özellikle Kuzey Amerika, Çin, Avustralya, Kenya, Türkiye ve Avrupa'da vahşi doğadan en az eşdeğer miktarda hasat edilmektedir. Kerevit yetiştiriciliği genellikle ya geniş kapsamlı (çiftlik) ya da yarı-yoğun bir yapıya sahiptir; yavruların stoklanması (veya kerevitlerin tükendiği doğal suların yeniden stoklanması) için yetiştirilmesi dışında yoğun yöntemler nadirdir. Kerevitlerin larvaları olmadığından ve politrofik olduklarından, üremeleri diğer kabuklularla karşılaştırıldığında çok daha düşük olmasına rağmen, üremeleri nispeten kolaydır (Holdich, 1993).

Astacus leptodactylus, Türkiye'de bulunan yerli bir tatlı su kerevit türüdür. Türkiye'nin birçok yerinde göllerde, göletlerde ve nehirlerde yaygın olarak yayılış göstermektedir. Bu tür Türkiye'de ticari öneme sahiptir ve 1986 yılına kadar bir dizi Avrupa ülkesine ihraç edilmiştir. *A. leptodactylus*'un 1985 yılından sonra üretimi, aşırı

avlanma, su kirliliği ve tarımsal sulama için su çekilmesinin yanında kerevit vebasının bir sonucu olarak Türkiye'deki göllerin çoğunda önemli ölçüde azalmıştır (yıllık 5000 tondan 200 tona), (Harlıoğlu ve Barım, 2004; Barım, 2005). Bu nedenlerle kerevitlerin, özellikle anaçların büyüme, üretim ve üremeleri için kaliteli yemlerle beslenmeleri gerekmektedir. Bu kaliteli beslenme için *A. leptodactylus* popülasyonlarının çiftleşme döneminde biyokimyasal ve fizyolojik sistemlerin nasıl değiştiğinin bilinmesi gerekmektedir (Barım, 2009).

Kabuklular, diğer birçok su organizması gibi, doğal ortamlarında yiyecek kıtlığına ve uzun süreli açlığa maruz kalırlar. Ayrıca kabuk değişimi sırasında, hemen öncesinde ve sonrasında periyodik olarak aç kalırlar. Sonuç olarak, normal fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerinde bazı değişikliklere uğrarlar ve bu beslenmeme dönemlerinde durumları değişir (Hochachka ve Somero, 1984; Mazlum ve ark., 2011).

Diyet besin kaynağı, karasal ve suda yaşayan organizmaların sağlığını ve performansını etkiler. Diğer raporlar, diyetteki lipid ve protein düzeylerinin serbest radikal üretimini ve oksidatif hasar göstergelerini artırdığını göstermektedir. Çoklu doymamış yağ asitleri gibi spesifik yağ asitlerinin tüketilmesi, O_2^- üretiminde (Mercier ve diğerleri, 2006) ve serbest radikal aracılı lipid peroksidasyonunda (Tocher ve diğerleri, 2002) önemli bir rol oynar. Metabolik amino asit gereksinimlerinden fazla diyet proteininin tüketilmesi, mitokondride ROS üretimini artırarak oksidatif strese ve lipid peroksidasyonuna neden olur (Harper, 1994; Benzie, 1996; Zenteno-Savín, 2008).

Reaktif oksijen türleri (ROS), hem fizyolojik hem de patofizyolojik sinyal iletimine aracılık etmedeki rolleriyle iyi bilinmektedir. Tipik olarak ROS üreten enzimler ve hücre altı bölmeleri, metabolik düzenleme ile ilişkilidir ve metabolik işlev bozukluğu ile ilişkili hastalıklar, redoks dengesindeki değişikliklerden etkilenebilir. Oksidatif sinyalleşmeyi hedefleyen tedaviler geliştirmek için, hem fizyoloji hem de patofizyolojide ROS sinyalinin oynadığı dengeyi ve bu dengenin manipülasyonunun ve ROS'un kimliğinin hücresel ve doku homeostazını nasıl etkileyebileceğini anlamak hayati önem taşır. ROS üretiminin spesifik kaynaklarının daha iyi anlaşılması ve ROS'un hücresel metabolizmayı nasıl etkilediğinin takdir edilmesi, hastalıkları tedavi etme çabasında rehberlik edebilir (Forrester ve ark., 2018).

Reaktif oksijen türleri (ROS), moleküler oksijenden türetilen çeşitli molekülleri ve serbest radikalleri (bir eşleşmemiş elektronlu kimyasal türler) tanımlamak için kullanılan bir ifadedir. Temel haldeki moleküler oksijen, dış kabukta (üçlü durum olarak da bilinir)

iki eşleşmemiş elektron içeren bir çift radikaldir. İki tek elektron aynı dönüşe sahip olduğundan, oksijen aynı anda yalnızca bir elektronla reaksiyona girebilir ve bu nedenle kimyasal bir bağda iki elektronla çok reaktif değildir. Öte yandan, iki eşleşmemiş elektrondan biri uyarılır ve spinini değiştirirse, ortaya çıkan tür (yalnız oksijen olarak bilinir) güçlü bir oksidan olur, çünkü zıt spinlere sahip iki elektron diğer elektron çiftleriyle, özellikle de çift elektronlarla hızla reaksiyona girebilir (Turrens, 2003).

ROS, DNA, karbonhidratlar veya proteinler gibi biyolojik makromoleküllere zarar verebilir, böylece bir organizmayı tehlikeye atabilir (Halliwell ve Gutteridge, 1989). Mitokondride ROS oluşumundan kaynaklanan zararlı etkiler, çeşitli antioksidan sistemler tarafından büyük ölçüde engellenmektedir. Süperoksit, süperoksit dismutaz SOD adı verilen bir metalloenzim ailesi tarafından enzimatik olarak H₂O₂'ye dönüştürülür (Fridovich, 1995; Turrens, 2003). Canlı hücreler, O₂⁻ ve H₂O₂ gibi reaktif oksijen türlerine karşı SOD haricinde de çok aktif enzim savunma mekanizmalarına sahiptir. Buna katalaz ve glutatyon peroksidaz dâhildir. Enzim aktivitesinin seviyesi türe ve kas tipine göre değişir (Decker ve Xu, 1998).

Metal içeren bir enzim olan katalaz CAT, redoks reaksiyonunu destekleyen etkili enzimdir: Süperoksit Dismutaz (SOD), süperoksit anyonunun (O₂⁻) H₂O₂ ve O₂'ye dönüşümünü katalize ederek birincil önleyici inhibitör olarak görev yapan bir metalloenzimdir. Glutatyon peroksidaz (GSH-px), iskelet kası hücrelerinin mitokondri ve sitozolünde bulunan balık kasının sulu fazındaki bir başka yayılma inhibitörüdür. GSH-px, indirgenmiş glutatyon (GSH) ile lipid peroksidlerin (LOOH) hidrojeninin indirgenmesini katalize eden selenyum içeren bir enzimdir (Symons ve Gutteridge, 1998). Glutatyon peroksidaz, hem lipid hem de hidrojen peroksidlerle reaksiyona girebilmesi bakımından katalazdan farklıdır (Halliwell ve Gutteridge, 1989).

Bitkilerden elde edilen doğal biyoaktif bileşikler, insan sağlığını iyileştirmek için spesifik biyolojik aktiviteler gerçekleştirir ve farklı fizyolojik fonksiyonları değiştirir (Niaz ve ark., 2020). Yetişkinlerde yaygın bulaşıcı olmayan hastalıkların oluşumunu en aza indirmek için bu bileşiklerin kullanımı yaygınlaştı. Bitki bazlı gıdalar proteinler, yağlar, karbonhidratlar, vitaminler ve mineraller gibi besinlerin yanı sıra birçok fitokimyasal bileşik içerir. Bitki fitokimyasalları, reaktif oksijen türlerine karşı güçlü antioksidanlardır ve çeşitli sağlık yararları vardır (Narzary ve ark., 2016). Bitki besinlerinde çok sayıda fitokimyasal tanımlanabilir ve tek bir bitkide binden fazla farklı fitokimyasal bulunabilir (Chipurura ve ark., 2013). Farklı ticari, yerli ve az kullanılan bitkilerdeki fitokimyasalların

seviyesi farklıdır. Farklı ülkelerden bildirilen, özellikle yeterince kullanılmayan bitkilerin, bunların, farklı türde sağlığı geliştirici biyoaktif bileşiklerin potansiyel kaynakları olduğuna inanılmaktadır (Keyata ve ark., 2021).

Sarımsak (*Allium sativum* Linnaeus), birçok pişmiş yemeğin zorunlu bir parçası olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüzyıllardır insanoğlunda en önemli beslenme ve tıbbi rollerden birini oynayan antik bitkilerden biridir (Ourouadi ve ark., 2017). Antibiyotiklerin ve diğer eczane ürünlerinin olmadığı zamanlarda, geniş etki spektrumu nedeniyle bir sarımsak ampulünün kendisi bütün bir eczacılık endüstrisini temsil ediyordu. Bu bitkiyle ilgili birçok farklı varsayımdan söz edilmektedir; bazıları o kadar anlamsızdı ki zamanla ortadan kaybolmuş, bazıları ise günümüze kadar gelebilmiştir. Sarımsağa Rus penisilinİ, doğal antibiyotik, bitkisel viagra, bitki tılsımı, rustik theriac, yılan otu vb. gibi farklı isimler verildi (Petrovska ve Cekovska, 2010).

Birçok çalışma, sarımsağın bileşimlerini ve terapötik değerini değerlendirdi. Sarımsağın başlıca fizyolojik rolü, antimikrobiyal, antikanser, antioksidan, antidiyabetik, kolesterol düşürücü, antiinflamatuvar ve kardiyovasküler hastalıkları önlemedeki potansiyel rolüdür. Veriler, sarımsağın ana farmakolojik etkilerinin, bitkiler kesildiğinde veya ezildiğinde kokusuz öncülerden enzimatik olarak oluşturulan tiyosülfınatlar gibi organosülfür bileşiklerine ve ilgili bileşiklere atfedildiğini göstermiştir. Kararsızlıkları nedeniyle, sarımsak kalitesine erişmek için organosülfür bileşiklerinin profilinin analiz edilmesi gerekir (Ourouadi ve ark., 2017).

Sarımsağın enzim sistemleri üzerindeki etkileri, sitokrom P-450 redüktazın glutatyon S-transferaz inhibisyonunun yükselmesini ve laktat dehidrojenaz aktivitesinin yükselmesini içerir. Son araştırmalar, sarımsağın lipid peroksidasyonuna karşı koruma sağladığını göstermiştir, bu da ateroskleroz gelişimini azaltabileceğini düşündürmektedir. Bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve probukol gibi sarımsak ve diğer lipofilik antioksidanların da düşük yoğunluklu lipoproteinlerin lipid bileşenlerinin oksidasyonunu önlediği gösterilmiştir (Chung, 2006).

Bitkiler balıklara genellikle farklı yöntemler ile direk olarak verilir veya suyun özelliklerini değiştirerek balığa etki ettirmek üzere su ortamına bırakılır (Altınterim ve ark., 2012). Yapılan bir çalışmada masere sarımsak yağının, su buharı distilasyonuna ve taze sarımsağa göre içerdiği maddeler açısından en zengin ürün olduğunu tespit etmiştir. Özellikle tiyosülfınatlar, vinilditiinler, sülfıtlar ve ajoene geçişleri en yüksek seviyede elde edilmiştir. Özellikle allisin (dialiltiyosülfat) sarımsağın en dikkat çekici maddesidir.

Allisin, antimikrobiyal özelliği, bağışıklık hücrelerinin fagositoz fonksiyonu kolaylaştırdığı ve bakterisit aktivitelerini arttırdığı, ek olarak, doğal öldürücü hücreleri uyardığı, lizozim ve antikor cevaplarını arttırdığı bildirilmektedir (Lee ve Gao, 2012; Talpur ve Ikhwanuddin, 2012).

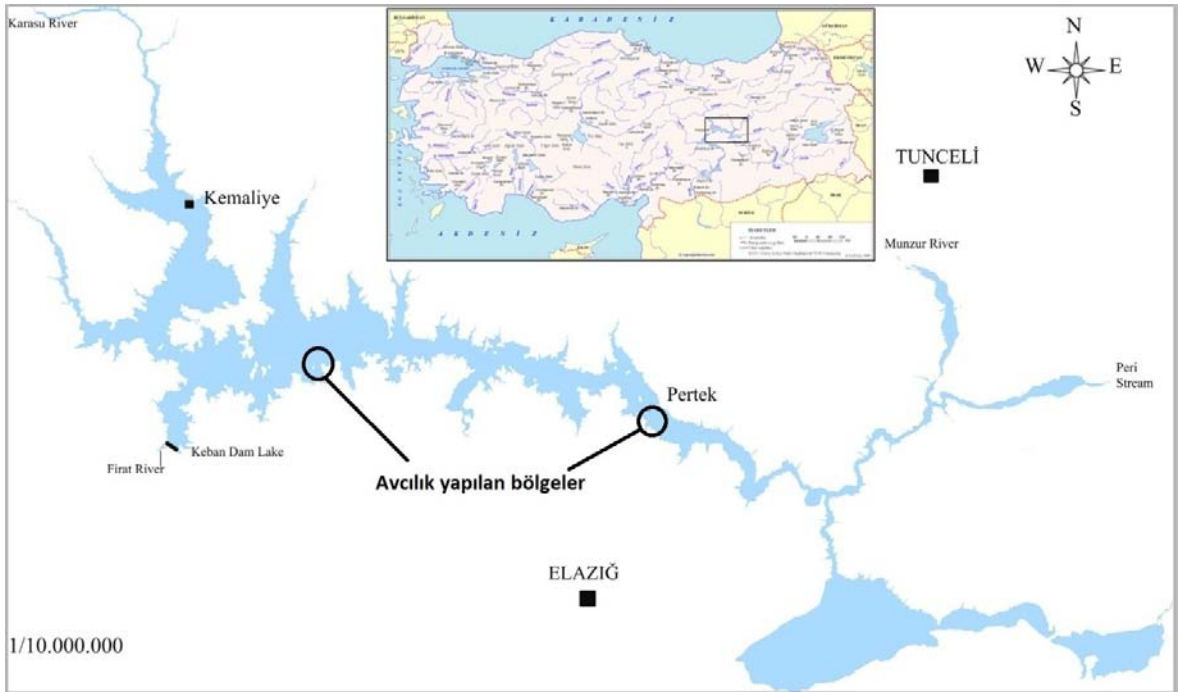
Allium tuncelianum, Tunceli ili Munzur Dağları eteklerinde yer alan Ovacık ve Pülümür ilçelerinde, yaygın olarak yetişen endemik bir bitki türüdür (Özhatay, 2002). Tunceli Sarımsağı olarak bilinen bu endemik sarımsak türünün kimyasal yapısının, kültür sarımsağına (*A. sativum*) benzer olması nedeniyle yöre halkı tarafından dağlardan toplanıp tamamlayıcı tıp alanlarında kullanılmaktadır. Yapılan literatür taramalarında Elazığ ve Tunceli bölgesinde endemik bir bitki olarak yetişen Tunceli Dağ Sarımsağı (*A. tuncelianum*) yapısında bulunan fitokimyasal bileşiklerin antibakteriyel ve antikanser etkilerinin önemli oranda olduğu bildirilmiştir (Kasım, 2015). *A. tuncelianum*, monocotyledonea (tek çenekliler) sınıfının, Liliflore takımında ve Liliaceae familyasının *Allium* cinsi içerisinde yer almaktadır. *A. tuncelianum* endemik bir bitki türü olup ilk kez *Allium macrochaetum*'un bir alt türü olarak tanımlanmıştır. Ancak daha sonra yapılan çalışmalarda; bunun farklı bir tür olduğu anlaşılmış ve tür düzeyine yükseltilerek *A. tuncelianum* adı verilmiştir. *A. tuncelianum*; tek dişlidir, kabuk sayısı kültür sarımsağından azdır (1-2 adet) ve başları 18-20 °C'de uzun süre saklanabilir. Bu özellikleri sayesinde, taze tüketim ve endüstride kullanım şansına sahip bulunmaktadır (Hirschegger ve ark., 2010; Kasım, 2015).

Sarımsak yağı uzun yıllardır pek çok araştırmada canlılar üzerinde kullanılmıştır. Bununla birlikte kerevitler üzerinde kullanımına pek rastlanılmamıştır. Ayrıca çalışmalarda genellikle soğuk sıkım yağlar kullanılmakta ve masere yağlar kullanılmamaktadır. Bu çalışma ile yoğun stoklanmış kerevitler üzerinde Tunceli sarımsağının antioksidan etkilerini araştırmayı amaç edinmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışmada kullanılan canlı materyal

Çalışmada kullanılacak kerevitler (*Astacus leptodactylus*) Keban Baraj Gölü Çemişgezek (38°52'25" K, 38°55'10" D) ve Pertek (38°49'44" K, 39°16'32" D) Avlak Sahalarından pinter ağları vasıtasıyla avcılık yoluyla elde edilmiştir (Şekil 2.1, Resim 2.1)



Şekil 2.1. Kerevitlerin avlanıldığı bölgeler (URL-1, 2017; URL-2, 2021)

2.2. Kerevitlerin laboratuvar ortamına adaptasyonu

Canlı olarak avlanılan kerevitler Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne getirilerek tanklarda stoklanmış ve bir hafta boyunca ortama adapte olmaları beklenmiştir. Tanklara kerevitler bırakılmadan 3 gün önce tanklar suyla doldurulmuş ve su dinlendirilmiştir. Kerevitler tanklara bırakılmadan önce barınak olarak kullanmaları için 10 cm uzunluğunda ve 3 cm çapında PVC borular kerevitlere barınak olması amacıyla tanklara konulmuştur (Resim 2.1).



Resim 2.1. Kerevitlerin adaptasyon sürecince tanklarda bekletilmesi

2.3. Deneme ortamının hazırlanması

Denemede laboratuvarında bulunan ebatlarındaki yuvarlak tanklar kullanıldı. Tanklarda havalandırma için hava motorlarına bağlı hava hortumları çekilerek tankların havalandırılması ve kerevitlere gereken oksijen sağlandı (Resim 2.2). Tanklara verilen normal şebeke suyu öncelikle dinlendirme tanklarında bekletildikten sonra deneme tanklarına verildi (Resim 2.3).

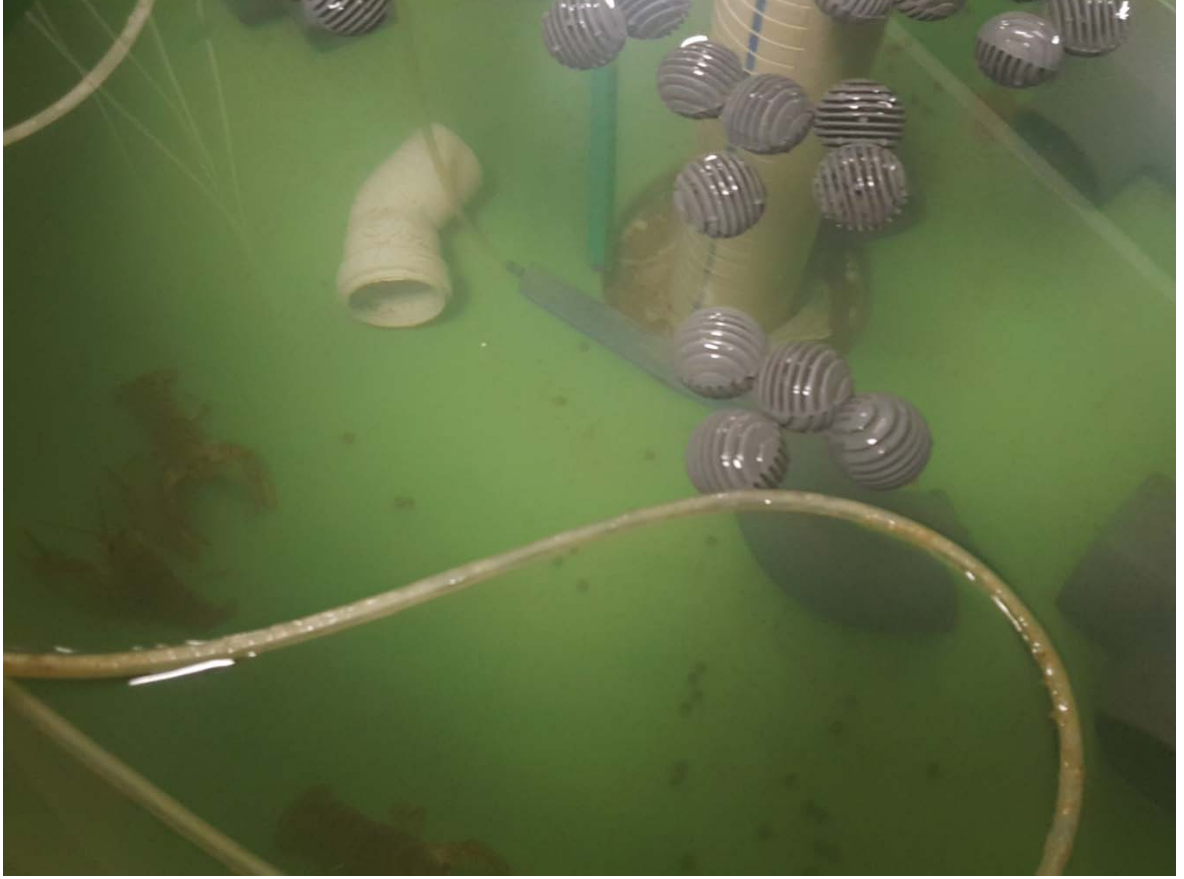


Resim 2.2. Deneme tankları, hava motoru ve hava hortumları



Resim 2.3. Su dinlendirme tankları

Deneme tanklarındaki yem artıklarının ve kerevitlerin metabolizma artıklarının suyun özelliklerini bozmaması için, suyu bir çeşit filtreleme yapan biotoplar tanklara bırakıldı.



Resim 2.4. Biotoplar

2.4. Yemlerin hazırlanması

Deneme gruplarında Gümüşdoğa marka 3 mm. ticari alabalık pelet yemi kullanıldı ve 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 2.5. Deneme grupları için hazırlanan yemler

2.5. Deneme gruplarının oluşturulması

Çalışma başlamadan önce boyları ölçüldü ve ağırlıkları tartıldı. Çalışmada ortalama canlı ağırlığı yaklaşık 20 g olan erkek kerevitler (n: 180) kullanıldı ve çalışma üç tekrarlı olarak gerçekleştirildi. Kerevitlerin strese girmeleri ve tanklardan dışarıya çıkmalarına engel olmak amacıyla, tankların üzerleri yeşil fileler ile kapatıldı (Resim 2.8).

Tüm çalışma boyunca kerevitler sabah ve akşam olmak üzere günde iki defa hazırlanan yemlerle 30 gün boyunca beslendi. Yemleme günlük olarak balıkların canlı ağırlıklarının ortalama % 2'si oranında uygulandı.

Deneme grupları;

1. Sade pelet yem verilecek normal stok yoğunluğundaki kontrol grubu
2. D1: Pelet yeme % 1 oranında masere sarımsak yağı eklenmiş yemlerin verileceği yoğun stok grubu
- 3.D2: Pelet yeme % 2 oranında masere sarımsak yağı eklenmiş yemlerin verileceği yoğun stok grubu

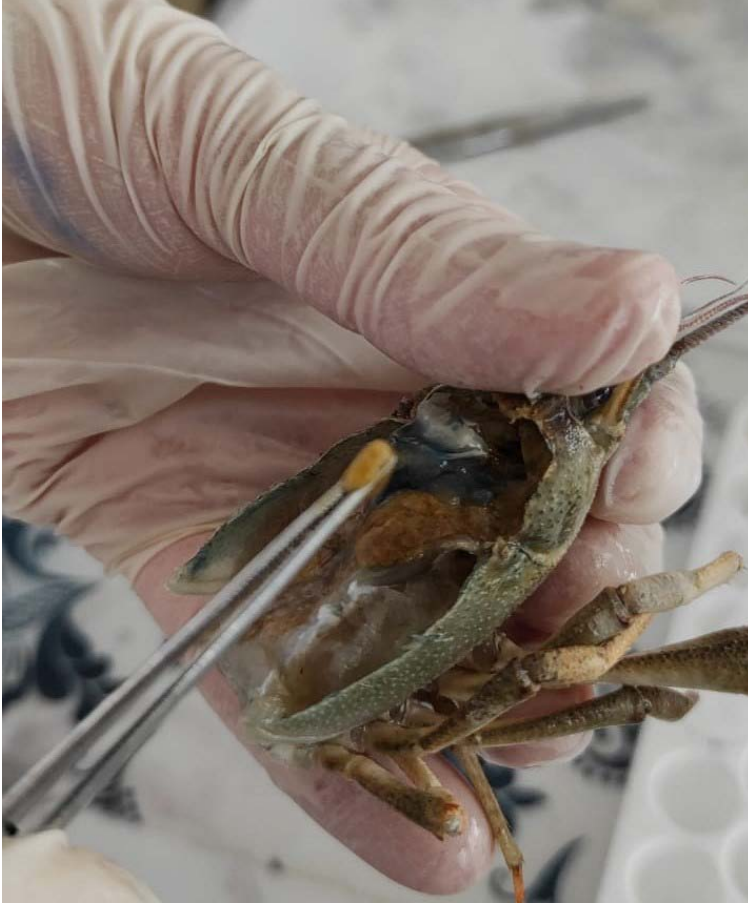
2.6. Yemlemenin ve denemenin sonlandırılması

30 günlük beslemenin sonunda çalışma sonlandırılmıştır. Tanklardaki kerevitler kepçeler ile alınarak üzerinde deneme gruplarının numarası yazılı poşet torbalara (Resim 2.8) bırakıldıktan sonra diseksiyon işlemleri yapılincaya kadar -85 C'lik soğutma özelliğindeki soğutuculara bırakılmışlardır.

2.7. Diseksiyon ve dokuların çıkarılması

Diseksiyon ve dokuların analize hazırlanması işlemleri Munzur Üniversitesi Biyomühendislik Laboratuvarlarında yapıldı. Kerevit dokularındaki enzim faaliyetlerinin belirlenmesine yönelik -85 °C'lik derin dondurucuda bir gün tutulan kerevitler çıkarılarak 5 saat içinde buzlarının çözünmesi amacıyla bekletildi. Kerevitler karapaks ile abdomenin birleştiği yerden ortadan ikiye kesilerek gövde ve abdomen ayrılmış oldu. Daha sonra kerevit karapaksının alt tarafları kesilerek hepatopankreaslar çıkarıldı ve buradan alınan hepatopankreaslar hassas terazide tartıldı (Resim 2.10). Aynı şekilde abdomenin kabuğu

kesilerek içinden kas dokuları çıkarıldı. Daha sonra 1/5 w/v oranında 7,4 PH değerine sahip fosfatla tamponlanmış tuz solusyonu eklendi.

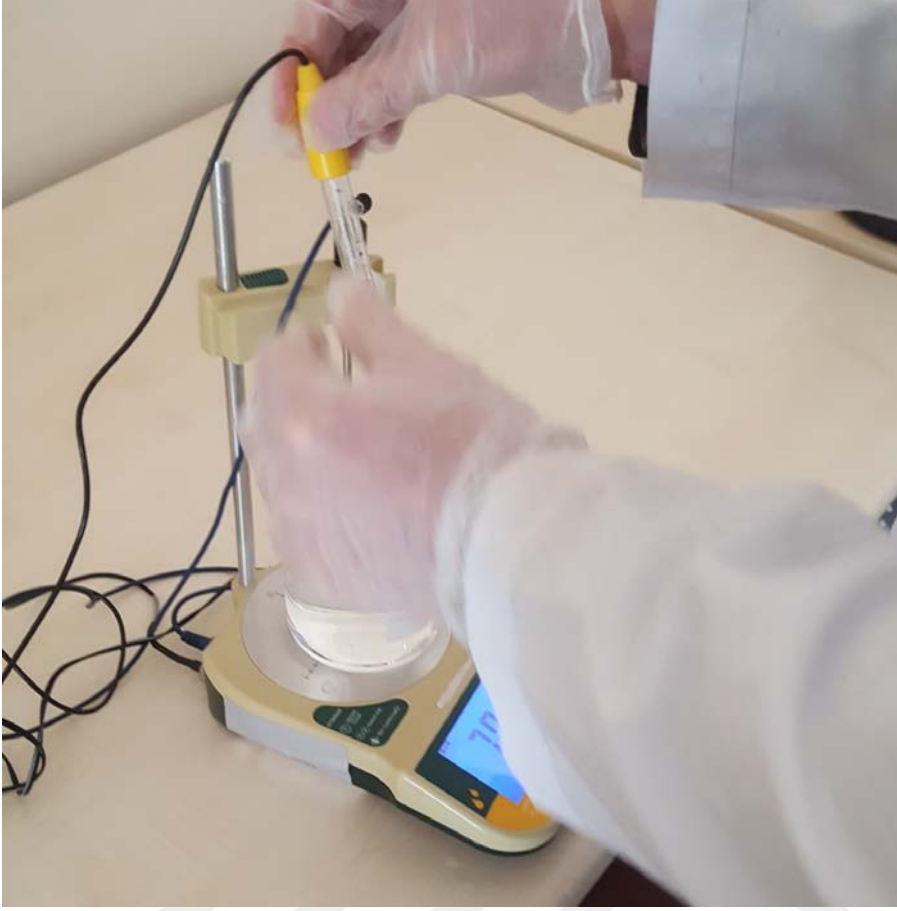


Resim 2.6. Kerevitlerin hepatopankreasının çıkarılması

2.8. Antioksidan işlemleri

2.8.1. Süpernatantların hazırlanması

Hepatopankreas çıkarıldıktan sonra 1/5 w/v oranında 7,4 pH değerine sahip fosfatla tamponlanmış tuz çözeltisi ile yıkama işlemi yapılarak üzerindeki dokuların giderilmesi gerçekleştirildi (Resim 2.11). Çözeltinin pH ayarlamasında sulandırılmış glikoz kullanıldı (Resim 2.12).



Resim 2.7. 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 2.13).



Resim 2.8. Homojenizasyon işlemi

Homojenizasyon işleminin ardından tüpler soğutmalı Nuve 800 R (Resim 2.14) santrifüje konularak, 17000 rpm devir, 15 dakika süre ile santrifüj yapılarak süpernatantlar oluşturuldu.



Resim 2.9. Santrifüj işlemi

2.8.2. Biyokimyasal analizler

Hazırlanan süpernatantlar mikrolate reader cihazında okunmadan önce antioksidan kitler ile işleme tabi tutuldu. SOD, MDA, CAT ve GSH-PX analizleri için BT-Lab marka kitler kullanıldı. Süpernatantlardan otomatik mikropipetler ile alınan numuneler (Resim 2.15) 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 2.16).



Resim 2.10. Numunelerin mikropipetle alınması



Resim 2.11. Bilgisayara bağlı mikroplaka okuyucu

2.9. 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. Biyokimyasal yanıt

3.1.1. Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi

Süperoksit dismutaz (SOD) analizleri kasta ve hepatopankreasda ayrı ayrı yapıldı. Kas analiz sonuçlarında iki deneme grubunda birbirine çok yakın D1 23,176±0,112 U/ml ve D2 23,384±0,370 U/ml rakamsal değerlerde bulundu. Kontrol grubunun değeri ise 21,056±0,209 U/ml rakamsal olarak daha düşük seviyelerde bulundu (Tablo 3.1). İki deneme grubu arasında istatistiksel bir farklılık bulunmazken ($P>0,05$), deneme grupları ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark vardı ($P<0,05$, Şekil 3.1).

Hepatopankreas analiz sonuçlarında da kasta elde edilen değerlerde olduğu gibi, deneme grupları arasında rakamsal olarak birbirine yakın (D1 30,804±0,110 ve D2 30,502±0,757U/ml), kontrol grubu daha düşük değerde (26,422±0,600 U/ml) tespit edildi. Gene kas grubunda olduğu gibi deneme grupları arasında istatistiki fark yoktu ($P>0,05$) fakat deneme grupları ile aralarındaki fark anlamlıydı ($P<0,05$, Şekil 3.2).

Hem kas ve hem de hepatopankreas analiz sonuçları farklı oranlarda eklenen Tunceli sarımsağının kerevitlerin SOD mekanizmalarında olumlu sonuçlar verdiğini göstermiştir.

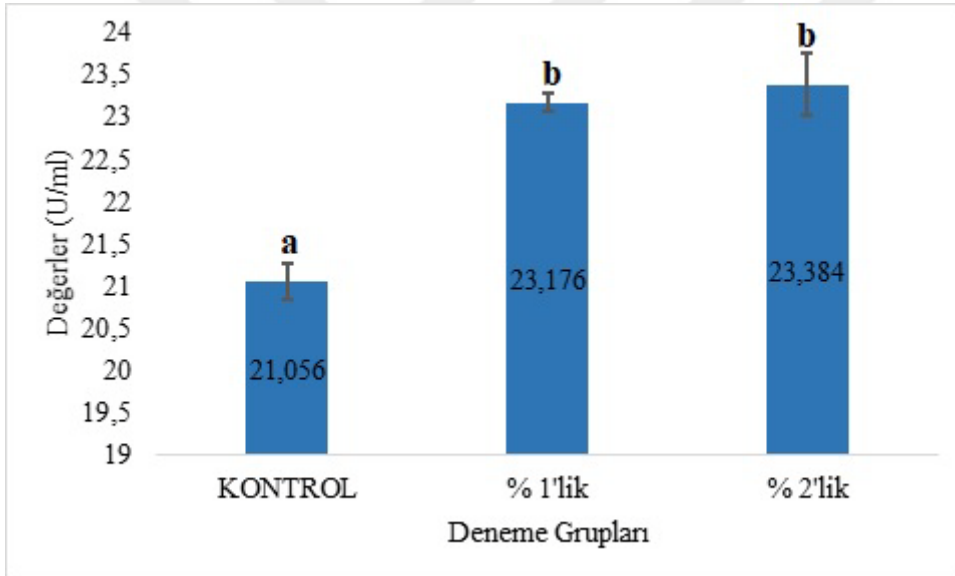
Tablo 3.1. Süperoksit dismutaz analiz sonuçları

	Kontrol	D1	D2
SOD-KAS	21,056±0,209 ^a	23,176±0,112 ^b	23,384±0,370 ^b
SOD-HEPATO	26,422±0,600 ^a	30,804±0,110 ^b	30,502±0,757 ^b

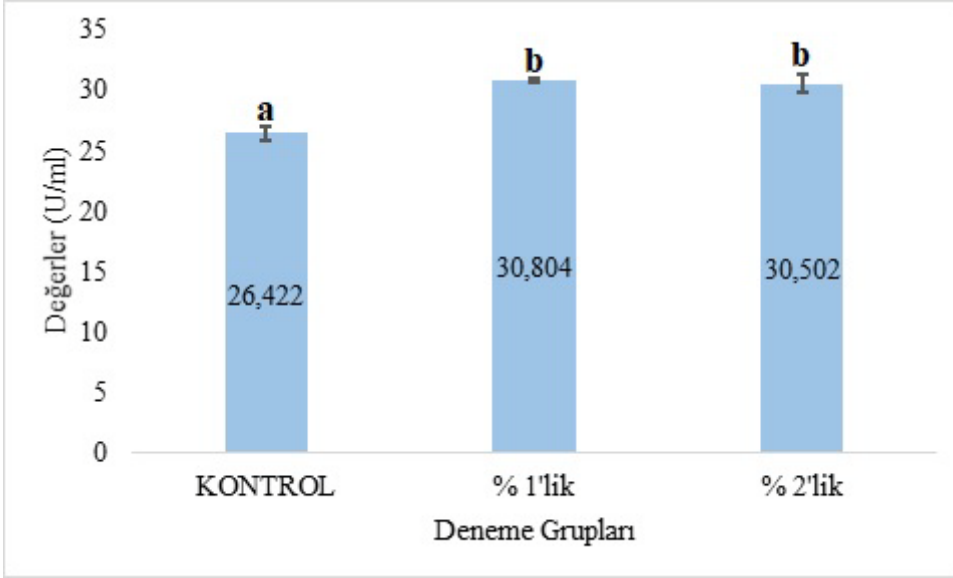
DMBA ile indüklenmiş rat dokularında SOD enzim aktivitesinin düşmesi anlamlı azalma olarak kabul edilmiştir. DMBA ile indüklenmiş ratlara verilen antioksidatif maddelerin SOD enzim düzeylerini artırmaları da anlamlı bir artış olarak ifade edilmiştir (Kutlu ve ark., 2018; Singh ve Shukla, 1998). Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre; tıpkı katalaz aktivitesinde olduğu gibi, *A. tuncelianum*'un düşük dozunun verildiği grupta, kontrol grubu ve sadece DMBA verilen hasta gruba göre istatistiksel olarak anlamlı artış ($P<0,01$) olduğu gözlemlendi. Ayrıca TDS yüksek dozu verilen grup; E vitamini verilen gruba kıyaslandığında ise, istatistiksel olarak anlamlı artışın ($P<0,05$) var olduğu görüldü. Bu

sonuca göre; *A. tuncelianum*'un düşük dozu iyi bir antioksidan özellik gösterirken, yüksek dozu ise prooksidan aktivite gösterdiği görülmektedir. *A. tuncelianum*'un düşük dozunun verildiği grup, E vitamini verilen grupla kıyaslandığında; *A. tuncelianum*'un düşük dozunun, standart bir antioksidan olan E vitamininden daha yüksek SOD aktivitesi gösterdiği anlaşılmaktadır (Kasım ve Kutlu, 2019).

Bu çalışma ile yukarıdaki çalışma uyumlu değildir. Yukarıdaki çalışmada Tunceli sarımsağı katkı oranı arttıkça etkisi ters yönde azalmıştır. Bu çalışmada ise tam tersine katkı arttıkça SOD değeri de yükselmiştir. Bu durum farklı canlılar ve farklı stres faktörlerinin bulunmasından, hatta farklı organlar üzerinde inceleme yapılmış olmasından kaynaklanabilir. Diğer taraftan bu çalışmada kullanılan doz kerevitler için prooksidan seviyesinde olmayabilir.



Şekil 3.1. Süperoksit dismutaz kas analiz sonuçları grafiği



Şekil 3.2. Süperoksit dismutaz hepatopankreas analiz sonuçları grafiği

3.1.2. Katalaz (CAT) aktivitesi

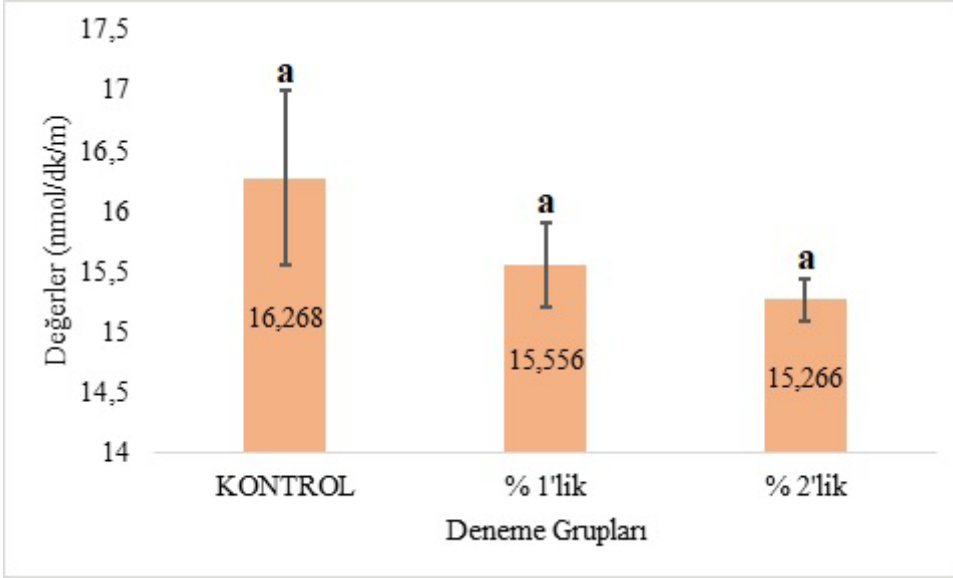
Katalaz (CAT) analizleri de kasda ve hepatopankreasda ayrı ayrı yapıldı. Kas analiz sonuçlarında deneme grupları sonuçlarının birbirine rakamsal olarak çok yakın olduğu (D1; $15,556 \pm 0,349$ ve D2; $15,266 \pm 0,178$ nmol/dk/m), kontrol grubu değerinin ($16,268 \pm 0,722$ nmol/dk/m) ise daha yüksek olduğu gözlemlendi (Tablo 3.2). Bununla birlikte gruplar arasındaki istatistiksel olarak bir fark bulunmadı ($P > 0,05$, Şekil 3.3).

Hepatopankreas analiz sonuçlarında da hem kontrol ve hemde deneme grupları rakamsal olarak birbirine çok yakın (K; $23,694 \pm 0,455$ nmol/dk/m, D1; $23,296 \pm 0,383$ nmol/dk/m ve D2; $22,822 \pm 0,419$ nmol/dk/m) olarak bulundu ve aralarında istatistiksel olarak da bir fark tespit edilmedi ($P > 0,05$, Şekil 3.4).

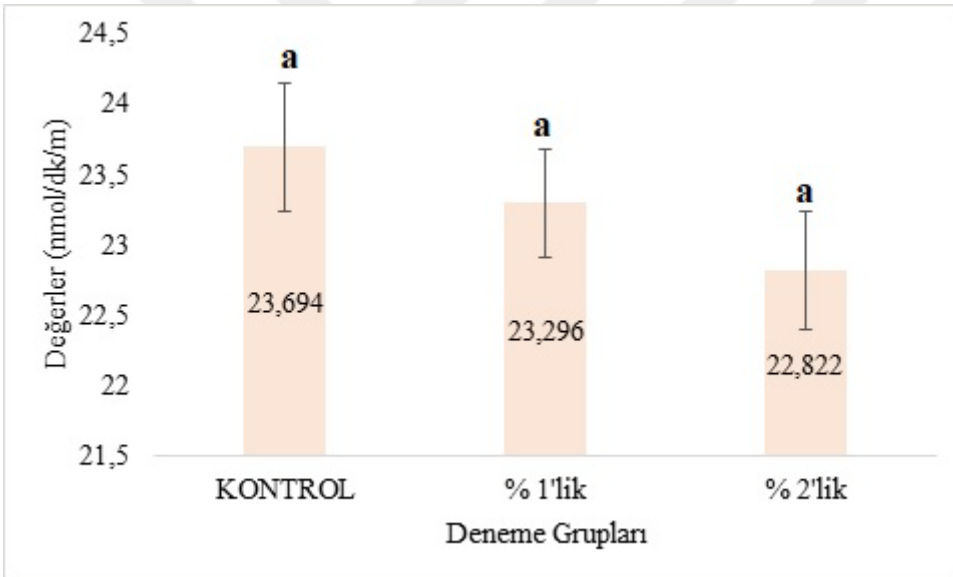
Hem kas ve hem de analiz sonuçları yeme eklenen Tunceli sarımsağı masere yağlarının katalaz aktivitesi üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Tablo 3.2. Katalaz (CAT) analiz sonuçları

	Kontrol	D1	D2
CAT-KAS	$16,268 \pm 0,722^a$	$15,556 \pm 0,349^a$	$15,266 \pm 0,178^a$
CAT-HEPATO	$23,694 \pm 0,455^a$	$23,296 \pm 0,383^a$	$22,822 \pm 0,419^a$



Şekil 3.3. Katalaz (CAT) kas analiz sonuçları grafiği



Şekil 3.4. Katalaz (CAT) hepatopankreas analiz sonuçları grafiği

Akpınar (2021) ışık stresine maruz kalan kerevitlere çörekotu katkılı yemler vererek yaptığı çalışmada, en kötü sonuç tamamen aydınlatılan ve çörek otu katısı verilmeyen yemle beslenen tam aydınlık grupta gerçekleşmiştir. CAT hepatopankreas değerlerinde 2 numaralı deneme grubunda en yüksek değerler elde edilir iken, CAT kas değerlerinde ise diğer sonuçlarda olduğu gibi 7 numaralı grup değerleri en yüksek çıktı.

Bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Hem Akpınar 2021'de hem de bu çalışmada kontrol gruplarında rakamsal olarak en kötü değerler katısız yem gruplarında çıkmış olmakla beraber, deneme grupları sonuçları da istatistiksel olarak farklı bir sonuç vermemiştir.

DMBA ile indüklenmiş rat dokularında katalaz enzim aktivitesinin düşmesi anlamlı azalma olarak kabul edilmiştir. DMBA ile indüklenmiş ratlara verilen antioksidatif maddelerin ise, azalan katalaz enzim aktivitesini yükseltmeleri anlamlı artma olarak rapor edilmiştir (Solmaz, 2011; Takım, 2015). Kasım ve Kutlu (2019) DMBA ile birlikte *A. tuncelianum*'un düşük dozunun verildiği grupta; sadece DMBA verilen hasta gruba göre, istatistiksel olarak anlamlı bir artma ($P<0.01$) belirlenmiştir. DMBA ile birlikte *A. tuncelianum*'un düşük dozunun verildiği grup, DMBA ile birlikte *A. tuncelianum*'un yüksek dozu verilen grupla kıyaslandığında, istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.01$) bir artış bulunmuştur. Yine DMBA ile birlikte *A. tuncelianum*'un düşük dozunun verildiği grup; DMBA ile birlikte E vitamini verilen grupla kıyaslandığında da istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.001$) bir artış söz konusudur. E vitamini grubunda ise; kontrol grubuna göre azalma anlamlı ($P<0.05$) olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre; *A. tuncelianum*'un düşük dozu antioksidan, yüksek dozu ise prooksidan aktivite göstermiştir denilebilir. *A. tuncelianum*'un düşük dozunun verildiği grup, E vitamini verilen grupla kıyaslandığında ise; *A. tuncelianum*'un, standart bir antioksidan olan E vitamininden daha yüksek aktivite gösterdiği görülmektedir.

Bu çalışmada tam tersi bir durum söz konusudur. İstatistiksel olarak farklı olmasa da, rakamsal olarak *A. tuncelianum* katkılı yemler ile beslenen kerevitlerin CAT değerleri yükselmek yerine düşmüştür. Bu farklılık farklı canlıların üzerinde farklı etkiye sahip olmasından veya farklı organlarda farklı etkiye sahip olmasından kaynaklanmış olabilir.

3.1.3. Glutasyon peroksidaz (GSH-PX) aktivitesi

Glutasyon peroksidaz (GSH-PX) sonuçları SOD sonuçlarına benzer bir durum sergilemiştir. Kas analiz sonuçlarına bakıldığında, deneme gruplarının rakamsal olarak kontrol grubundan (K; $6,728\pm 0,403$ U/mg) daha yüksek ve birbirine çok yakın olduğu (D1; $8,560\pm 0,167$ U/mg ve D2; $8,950\pm 0,086$ U/mg) tespit edildi (Tablo 3.3). Deneme grupları arasında istatistiksel olarak bir farka rastlanılmazken ($P>0,05$), kontrol grubu ile aralarındaki farkın anlamlı olduğu görüldü ($P<0,05$; Şekil 3.5).

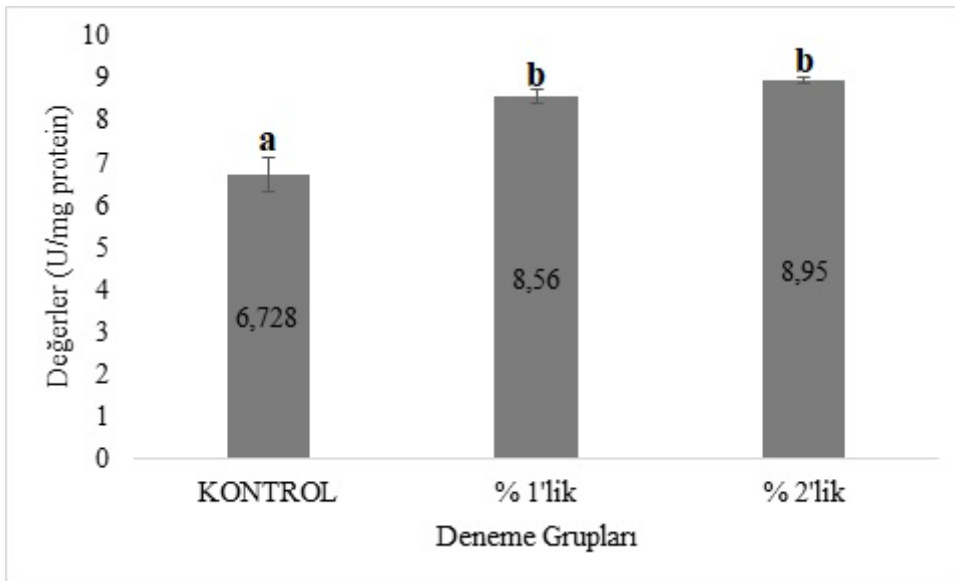
Kas analizine benzer sonuçlar hepatopankreas sonuçlarında görüldü. Deneme grupları rakamsal olarak birbirine çok yakın (D1; $7,182\pm 0,094$ U/mg ve D2; $7,110\pm 0,220$ U/mg) ve kontrol grubu değerinden (K; $5,898\pm 0,331$ U/mg) yüksek oldukları tespit edildi.

Dene grupları arasında istatistiki bir fark yoktu ($P>0,05$) ve deneme grupları kontrol grubundan istatistiksel olarak farklıydı ($P<0,05$; Şekil 3.6).

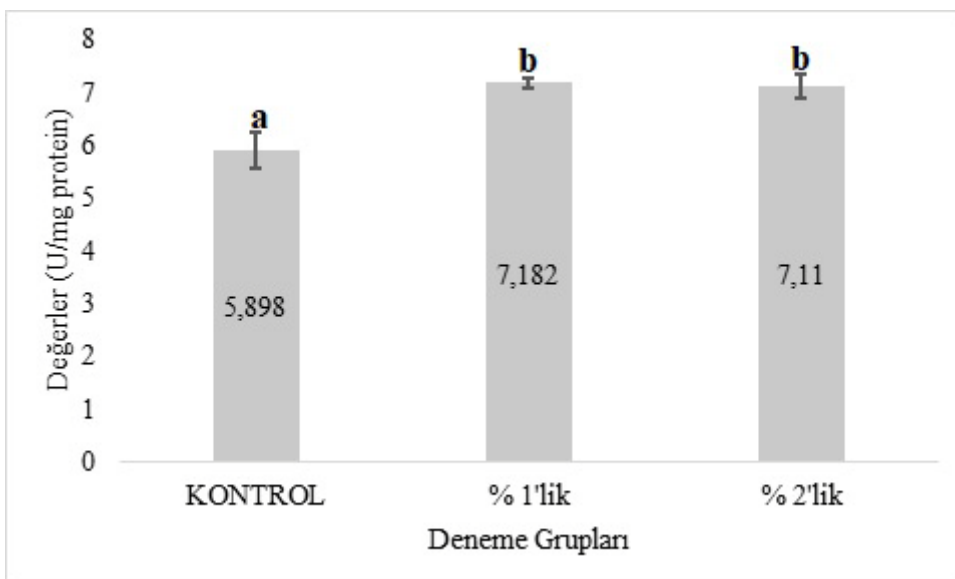
GSH-PX analiz sonuçları yeme eklenen Tunceli sarımsağının değerleri yükseltmek faydalı olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.3. Glutasyon peroksidaz (GSH-PX) analiz sonuçları

	Kontrol	D1	D2
GSH-PX-KAS	6,728±0,403 ^a	8,560±0,167 ^b	8,950±0,086 ^b
GSH-PX-HEPATO	5,898±0,331 ^a	7,182±0,094 ^b	7,110±0,220 ^b



Şekil 3.5. Glutasyon peroksidaz (GSH-PX) kas analiz sonuçları grafiği



Şekil 3.6. Glutasyon peroksidaz (GSH-PX) hepatopankreas analiz sonuçları grafiği

Barım (2009) E vitamini katkılı yemler ile kerevitlerde besleme çalışması yapmıştır. E vitamini takviyeli yemlerle beslenen kerevitlerin GSH-Px aktivitesi hepatopankreas ve kasta vitamin E ile anlamlı olarak yükselmiştir.

Bu çalışmada E vitamini yerine maşere Tunceli sarımsağı kullanılmakla birlikte, Barım (2009)'da olduğu gibi GSH-PX değerleri deneme gruplarında anlamlı bir şekilde yükselmiştir.

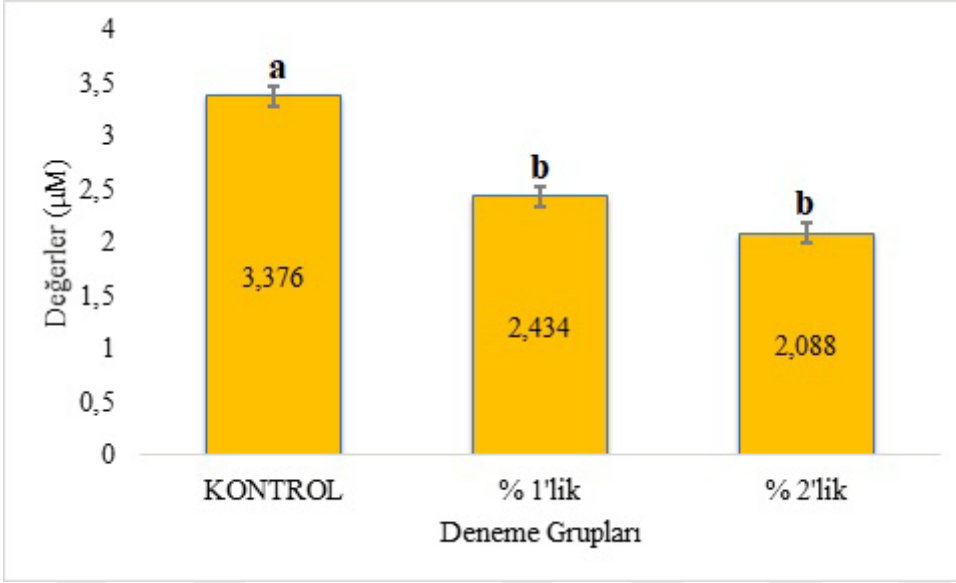
3.1.4. Malondialdehit (MDA) aktivitesi

MDA kas analizlerine bakıldığında en düşük değer D2 grubunda ($2,088 \pm 0,089$ μM) olduğu, onu D1 grubunun takip ettiği ($2,434 \pm 0,110$ μM) ve en yüksek değer kontrol grubunda ($3,376 \pm 0,213$ μM) olduğu görüldü (Tablo 3.4). Deneme grupları arasında istatistiksel olarak farkın olmadığı, kontrol grubundan ise istatistiksel olarak farklı oldukları tespit edildi (Şekil 3.7).

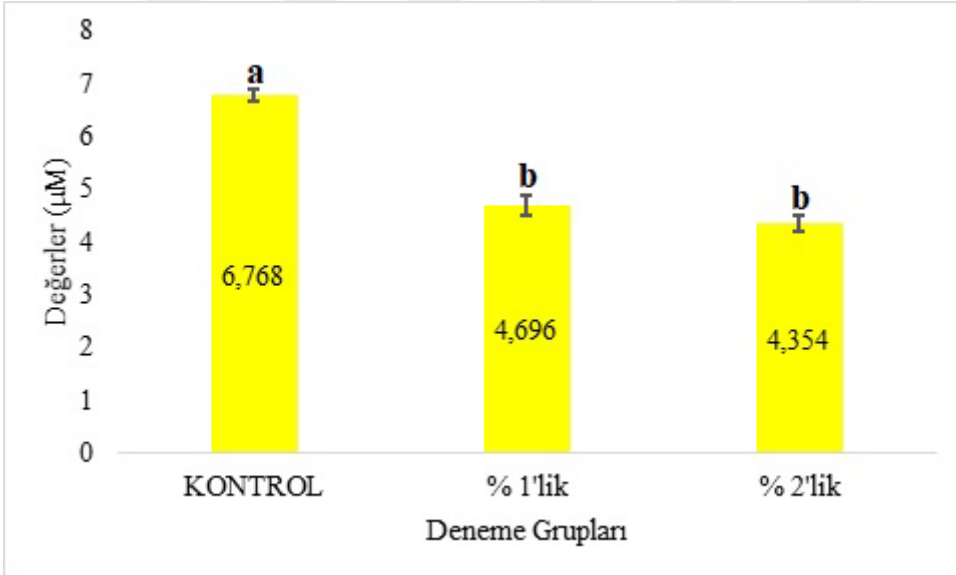
Hepatopankreas sonuçlarında da kas grubuna benzer durum görüldü. En düşük MDA değeri D2 grubunda ($4,354 \pm 0,143$ μM), ikinci olarak D1 grubunda ($4,696 \pm 0,192$ μM) ve en yüksek değer kontrol grubunda ($6,768 \pm 0,112$ μM) olduğu gözlemlendi (Şekil 3.8). Deneme grupları arasında istatistiksel olarak bir fark olmazken, deneme grupları ile kontrol grubu arasında istatistiksel bir farkın olduğu saptandı.

Tablo 3.4. Malondialdehit (MDA) analiz sonuçları

	Kontrol	D1	D2
MDA-KAS	$3,376 \pm 0,213^a$	$2,434 \pm 0,110^b$	$2,088 \pm 0,089^b$
MDA-HEPATO	$6,768 \pm 0,112^a$	$4,696 \pm 0,192^b$	$4,354 \pm 0,143^b$



Şekil 3.7. Malondialdehit (MDA) kas analiz sonuçları grafiği



Şekil 3.8. Malondialdehit (MDA) hepatopankreas analiz sonuçları grafiği

Akpınar (2021) ışık stresine maruz kalan kerevitlere çörekotu katkılı yemler vererek yaptığı çalışmada, en kötü sonuç tamamen aydınlatılan ve çörek otu katısı verilmeyen yemle beslenen tam aydınlık grupta gerçekleşmiştir. Lipid peroksidasyon seviyelerini düşürme açısından katkılı yemlerin ise olumlu sonuçlar verdiği ve özellikle %2'lik karışımlarda en etkili sonuçların alındığı görüldü.

Bu çalışmada da sonuçlar benzer olup, %2 oranında maşere sarımsak yağı eklenen grupta en iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Barım (2009) E vitamini katkılı yemler ile kerevitlerde besleme çalışması yapmıştır. E vitamini takviyeli yemlerle beslenen kerevitlerin hepatopankreas, yumurtalık ve kaslarında MDA aktivitesinin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür.

Bu çalışmada da benzer şekilde katkılı yemler ile beslenen kerevitlerin hem kas hem de hepatopankreas dokularında MDA seviyesi önemli ölçüde azalmıştır.

Kasım ve Kutlu (2019) 7,12-dimethyl benzantracene (DMBA) ile indüklenen ratlara Tunceli Dağ Sarımsağı (*A. tuncelianum*) ve vitamin E uygulamasının, rat bağırsak dokusundaki lipit peroksidasyon ve antioksidan enzim aktivitelerine etkisinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Sonuç olarak *A. tuncelianum*'un ratların bağırsak dokusunda, antioksidan enzim aktivitelerini ve lipit peroksidasyonunu olumlu bir şekilde değiştirdiği belirlendi. Böylece oksidatif hasara karşı, enzim aktivitelerini düzenleyerek ve lipit hasarını önleyerek katkı sağlayabileceği kanaatine varıldı.

Bu çalışmada kan ve doku yapısı tamamen farklı olan bir canlı ile çalışma yapılmıştır. Bu farka rağmen, Tunceli sarımsağının farklı canlılar üzerinde olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tunceli sarımsağı maşere yağının oksidatif stresin giderilmesinde kerevitler üzerinde de önemli rolünün olduğu ortaya çıkmıştır.

Elde edilen bu sonuçlara göre önerilerimiz;

Bitkilerin hayvan yem katkı maddesi olarak kullanılması önemlidir ve daha denenmiş pek çok bitki bu konularda denenmelidir.

Masere yağların etkilerinin oldukça faydalı olduğu görülmüştür. Masere yağların elde edilmesi soğuk sıkım yağlara göre çok daha kolay ve hem de daha ekonomiktir. Tüketiciler masere yağ konusunda bilgilendirilmeli ve önerilmelidir.

Tunceli sarımsağı kerevitler üzerinde ilk defa çalışılmıştır. Başka çalışmalarda farklı canlı türleri üzerinde de çalışılmaların yapılması faydalı olabilir.

Daha sık ve rahat bulunan bitki türlerinin çalışılması hem sektöre ve hem de ekonomiye büyük kazançlar sağlayacak, aynı zamanda bu canlıların insan gıdası olarak kullanımlarında sentetik antioksidanlara göre avantajlar sağlayacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Akpınar, M.** 2021. Işık stresine maruz kalan kerevitlerde (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) çörek otu katkılı yemlerin antioksidan parametrelere etkisi. *Doktora Tezi*, Munzur Üniversitesi, Tunceli, 62s.
- Altınterim, B., Güleç, A.K., Aksu, O.** 2012. Determination of safety dose of Eucalyptus camaldulensis hydrosol on mirror carp (*Cyprinus carpio*). *Fresenius Environmental Bulletin*, 21 (5a), 1219-1222.
- Barım, Ö.** 2005. Keban Baraj Gölü'nde yaşayan tatlısu istakozu (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823) rasyonuna farklı oranlarda ilave edilen vitamin E'nin etkileri. *Doktora Tezi*, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 84s.
- Barım, Ö.** 2009. the effects of dietary vitamin e on the oxidative stress and antioxidant enzyme activities in their tissues and ovarian egg numbers of freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(6):1190-1197
- Benzie, I.F.** 1996. Lipid peroxidation: a review of causes, consequences, measurement and dietary influences. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 47: 233-261.
- Chipurura, B., Muchuweti, M., Kasiyamhuru, A.** 2013. Wild leafy vegetables consumed in Buhera district of Zimbabwe and their phenolic compounds content. *Ecology of Food and Nutrition*, 52(2): 178-189.
- Chung, L.Y.** 2006. The antioxidant properties of garlic compounds: Allyl Cysteine, Alliin, Allicin, and Allyl Disulfide. *Journal of Medicinal Food*, 9(2): 205-213.
- Crandall, K.A., Buhay, J.E.** 2008. Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae—Decapoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 295–301.
- Decker, E.A., Xu, Z.** 1998. Minimizing rancidity in muscle foods. *Food Technology*, 52: 54-59.
- Fridovich, I.** 1995. Superoxide radical and superoxide dismutases. *Annual Review of Biochemistry*, 64: 97–112.
- Forrester, S.J., Kikuchi, D.S., Hernandez, M.S., Xu, Q., Griendling, K.K.** 2018. Reactive oxygen species in metabolic and inflammatory signalling. *Circulation Research*, 122(6): 877-902.
- Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C.** 1989. Free radicals in biology and medicine. 2nd Edition, Clarendon Press, Oxford, 85p.

- Harhoğlu, M.M., Köprücü, K.** 2000, An investigation on the vitamin A2, C, E and β -carotene contents of freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(2): 277-281.
- Harhoğlu, M.M., Holdich, D.M.** 2001, Meat yields in the introduced crayfish, *Pacifastacus leniusculus* and *Astacus leptodactylus*, from British waters. *Aquaculture Research*, 32: 411-417.
- Harhoğlu, M.M., Barım, Ö.** 2004. The effect of dietary vitamin E on the pleopodal egg and stage-1 juvenile numbers of freshwater crayfish *A. leptodactylus* (Eschscholtz, 1823). *Aquaculture*, 236: 267-276.
- Harper, A.E.** 1994. Sine concluding comments on emerging aspects of amino acid metabolism. *The Journal of Nutrition*, 124: 1529S-1532.
- Hirschegger, P., Jakše, J., Trontelj, P., Bohanec, B.** 2010. Origins of *Allium ampeloprasum* horticultural groups and a molecular phylogeny of the section *Allium* (*Allium*: Alliaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 54(2): 488-497.
- Hochachka, P.W., Somero, G.N.** 1984. Biochemical Adaptation. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 161p.
- Hogger, J.B.** 1988. Ecology, population biology and behaviour. In *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*, pp. 114-144, eds. Holdich, D.M. & Lowery, R.S., Croom-helm, Cambridge.
- Holdich D.M.** 1993. A review of astaciculture - freshwater crayfish farming. *Aquatic Living Resources*, 6(3): 307-317
- Kasim, T.** 2015. Measurement of in vitro antioxidant activity of Tunceli rural garlic (*Allium tuncelianum*), determination of its effect on the antioxidant enzyme activity and anticancer characteristics on rats. *Doktora Tezi*, Inonu Üniversitesi, Malatya, 113s.
- Kasim, T., Kutlu, T.** 2019. Dimetil benzantrasen uygulanan ratlarda tunceli dağ sarımsağı (*Allium tuncelianum*) ve vitamin E'nin bağırsak dokusundaki lipid peroksidasyonu ve antioksidan enzim aktivitelerine etkisi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 8(2): 191-197
- Kasim, T.** 2020. Tunceli dağ sarımsağı (*Allium tuncelianum*) farklı ekstraksiyonlarında LC-MS/MS ile fenolik bileşik miktarlarının karşılaştırılması. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Derg.*, 24(1): 44-52
- Keyata, E.O., Tola, Y.B., Bultosa, G., Forsido, S.F.** 2021. Phytochemical contents, antioxidant activity and functional properties of *Raphanus sativus* L, *Eruca sativa* L. and *Hibiscus sabdariffa* L. growing in Ethiopia. *Heliyon*, 7(1): e05939.

- Kutlu, T., Takım, K., Karaaslan, M.G., Yılmaz, M.A.** 2018. Effect of tunceli mountain garlic (*Allium tuncelianum*) on rat heart tissue antioxidant enzyme levels and characterization of phenolic components. *KSU J. Agric Nat*, 21(4): 632–43.
- Lee, J.Y., Gao, Y.** 2012. Review of the application of garlic, *Allium sativum*, in aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 43(4): 447-458.
- Mazlum, Y., Güner, Ö., Şirin, S.** 2011. Effects of feeding interval on growth, survival and body composition of narrow-clawed crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 Juveniles. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11: 283-289.
- Mercier, L., Palacios, E, Racotta, I.S.** 2006. Efectos de los ácidos grasos altamente insaturados sobre la susceptibilidad al estrés y el sistema de defensa del camarón blanco del pacífico (*Litopenaeus vannamei*). XLIX Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas; Querétaro, Qro. Septiembre 4-8.
- Momot, W.T.** 1995. Redefining the Role of Crayfish in Aquatic Ecosystems. *Reviews in Fisheries Science*, 3(1): 33-63.
- Narzary, H., Islary, A., Basumatary, S.** 2016. Phytochemicals and antioxidant properties of eleven wild edible plants from Assam, India. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 9(3): 191-201
- Niaz, K., Shah, M.A., Khan, F., Saleem, U., Vargas, C., Panichayupakaranant, P.** 2020. Bioavailability and safety of phytonutrients. *Phytonutrients in Food*, Woodhead Publishing.
- Ourouadi, S., Moumene, H., Zaki, N., Boulli, A., Ouattmane, A., Hasib, A.** 2017. Garlic (*Allium sativum*): a source of multiple nutraceutical and functional components (review). *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*, 7(1): 009-021.
- Özhatay, N.** 2002. Diversity of bulbous monocots in Turkey with special reference. Chromosome numbers. *Pure and Applied Chemistry*, 74(4): 547-555.
- Petrovska, B.B., Cekovska, S.** 2010. Extracts from the history and medical properties of garlic. *Pharmacognosy Reviews*, 4(7): 106–110.
- Singh, A., Shukla, Y.** 1998. Antitumour activity of diallyl sulfide on polycyclic aromatic hydrocarbon-induced mouse skin carcinogenesis. *Cancer Lett*, 131(2): 209-14.
- Solmaz, F.Ö.K.** 2011. 7.12-DMBA ile indüklenen rat karaciğer dokusunda çeşitli sarımsak ekstraktlarının koruyucu etkilerinin incelenmesi. *Doktora Tezi*, İnönü Üniversitesi, Malatya, 72s.
- Symons, M.C.R., Gutteridge, J.M.C.** 1998. Superoxide, peroxides, and iron in biological systems *In free radicals and iron: chemistry, biology, and medicine*, pp 113-137, eds. Symons, M.C.R. and Gutteridge, J.M.C., University Press, Oxford.

- Talpur, A.D., Ikhwanuddin, M.** 2012. Dietary effects of garlic (*Allium sativum*) on haemato-immunological parameters, survival, growth, and disease resistance against *Vibrio harveyi* infection in Asian sea Bass. *Lates calcarifer* (Bloch). *Aquaculture*, 364: 6-12.
- Tocher, D.R., Mourente, G., Van Der Eecken, A., Evjemo, J.O., Diaz, E., Bell, J.G., Geurden, I., Lavens, P., Olsen, Y.** 2002. Effects of dietary vitamin E on antioxidant defence mechanisms of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.), halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) and sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Nutrition*, 8(3): 195-207.
- Turrens, J.F.** 2003. Mitochondrial formation of reactive oxygen species. *The Journal of Physiology*, 15: (552): 335–344.
- URL-1,** 2017. <http://cografyaharita.com/haritalarim/2eturkiye-akarsular-haritasi.png>, 15 Eylül 2021.
- URL-2,** 2021. Türkiye Akarsular Haritası. <https://www.google.com.tr/maps/place/Keban+Baraj%C4%B1+ve+Hidroelektrik+Santrali/@38.8611252,38.9294658,10z/data=!4m5!3m4!1s0x40771f3437a51ff9:0x74c693e8ea5a974a!8m2!3d38.806449!4d38.7561418>, 15 Eylül 2021.
- Zenteno-Savín, T., Cortes-Jacinto, E., Vázquez-Medina, J.P., Villarreal-Colmenares, H.** 2008. Oxidative damage in tissues of juvenile crayfish (*Cherax quadricarinatus* von Martens, 1868) fed with different levels of proteins and lipid. *Hidrobiológica*, 18(2): 147-154.