



Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences

Journal homepage: www.dergipark.org.tr/ejbc



Effect of bellis (fungicide) on total oxidant / antioxidant and total sialic acid levels in fishes

Omar Mahmood Mohammed MOHAMMED¹ , Hacı Ahmet DEVECİ^{2*} , Gökhan NUR³ 

¹ Department of Biochemistry Science and Technologies, Institute of Science and Technology, Gaziantep University, Gaziantep, Turkey

² Department of Nutrition and Dietetics, Faculty of Health Sciences, Gaziantep University, Gaziantep, Turkey.

³ Department of Biomedical Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Iskenderun Technical University, Hatay, Turkey.

*Corresponding author : h_ahmet_deveci@gantep.edu.tr

Orcid No: <https://orcid.org/0000-0002-3862-1991>

Received : 26/04/2022

Accepted : 20/05/2022

Abstract: In this study, it was aimed to investigate the effect of Bellis, a fungicide widely used in agriculture, on plasma total antioxidant level (TAS), total oxidant level (TOS) and total sialic acid (TSA) levels in *Cyprinus carpio*. A total of 30 (250-300 g) *C. carpio* were used, 10 in each group. Fish were divided into 3 groups as control group, Bellis I group (0.025 mg/L Bellis) and Bellis II group (0.050 mg/L Bellis). After 14 days of fungicide application to Bellis groups, blood samples were taken from the fish and their plasmas were obtained. TAS, TOS and TSA levels were measured in the obtained plasma samples. According to the findings obtained in the study, the TAS level in the control group was found to be statistically significantly higher ($p<0.001$) compared to the Bellis-I and Bellis-II groups. Similarly, TOS and TSA levels in the control group were found to be statistically significantly lower ($p<0.05$) compared to the Bellis-administered (Bellis I and Bellis II) groups. According to these results, it was concluded that Bellis, which has become widespread in agricultural areas in recent years, may disrupt the antioxidant/oxidant balance in fish in favor of oxidants, depending on the increasing dose. For this reason, it is important for public health to pay attention to the consumption of fish, which is an important link of the food chain, from aquatic environments close to agricultural areas where pesticides are used intensively.

Keywords: Bellis, *Cyprinus carpio*, Total sialic acid, Total oxidant/antioxidant level

Bellis (fungisit)'in balıklarda total oksidan / antioksidan ve total sialik asit seviyeleri üzerine etkisi

Özet: Bu çalışmada tarım alanında yaygın olarak kullanılan bir fungusit olan Bellis'in *Cyprinus carpio*'da plazma total antioksidan seviye (TAS), total oksidan seviye (TOS) ve total sialik asit (TSA) seviyelerine etkisinin araştırılması amaçlandı. Her grupta 10 adet olmak üzere toplam 30 adet (250-300g) *C. carpio* kullanıldı. Balıklar kontrol grubu, Bellis I grubu (0.025 mg/L Bellis) ve Bellis II grubu (0.050 mg/L Bellis) olarak 3 gruba ayrıldı. Bellis gruplarına 14 günlük fungusit uygulamasının ardından balıklardan kan örnekleri alınarak, plazmaları elde edildi. Elde edilen plazma örneklerinde TAS, TOS ve TSA seviyeleri ölçüldü. Çalışmada elde edilen bulgulara göre kontrol grubunda TAS seviyesinin Bellis-I ve Bellis-II grubuna göre istatistiki olarak anlamlı derecede ($p<0.001$) yüksek olduğu tespit edildi. Benzer şekilde kontrol grubunda TOS ve TSA seviyelerinin Bellis uygulanan (Bellis I ve Bellis II) gruplara göre istatistiki olarak önemli derecede ($p<0.05$) düşük olduğu tespit edildi. Elde edilen bu sonuçlara göre son yıllarda tarım alanlarında kullanımı yaygınlaşan Bellis'in artan doza bağlı olarak balıklarda antioksidan/oksidan dengesini oksidanlar lehine bozabileceği sonucuna varıldı. Bu nedenle besin zincirinin önemli bir halkası olan balıkların besin olarak tüketiminde, zirai ilaçlarının yoğun kullanıldığı tarım alanlarına yakın sucul ortamlardan yakalanıp yakalanmadığına dikkat edilmesi toplum sağlığı açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Bellis, *Cyprinus carpio*, Total sialik asit, Total oksidan/antioksidan seviye

1. Giriş

Dünyada hızlı nüfus artışı ve endüstrideki gelişmeler pek çok çevre sorununu da beraberinde getirmiştir. Meydana gelen bu çevre sorunlarının başında gelen su kirliliği, sucul ekosistemi ve insan sağlığını tehdit eder duruma gelmiştir. Suların kirlenmesine endüstriyel atıklar, deterjanlar, ilaçlar, ağır metaller, petrol ürünleri ve pestisitler neden olmaktadır (Özkan ve ark. 2009; Ahuja 2013; Deveci ve ark. 2021; Berber ve ark. 2021). Yirminci yüzyılın başlarından itibaren aşırı pestisit kullanımı doğal çevreyi ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilenmeye başlamıştır. Tarım zararlılarıyla mücadelede kullanılan pestisitler, toprakta uzun süre bozulmadan kalabilmekte ve çevredeki diğer canlılar üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir (Abdollohi ve ark. 2004; Deveci ve ark. 2017; Deveci ve ark. 2021). Toprakta bozunmadan kalan bu pestisitler besin zinciri yoluyla birçok canlıya geçerek biyokonsantrasyona neden olmaktadır. Besin zinciri aracılığıyla vücuda alınan pestisitler ve bunların yıkım ürünleri zamanla doku ve organlarda çeşitli olumsuzluklara neden olmaktadır (Deveci ve ark. 2015; Strungaru ve ark. 2019; Kayhan 2020)

Tarım alanlarında genellikle mısır, buğday, arpa, zeytin, Antep fıstığı, çeşitli sebze ve meyvelerde bitki hastalık etkeni mantarlara karşı sıklıkla fungusitler kullanılmaktadır (Chen ve ark. 2008; Avenot ve ark. 2008; Temiz 2019). Son yıllarda Türkiye’de özellikle Gaziantep ve çevresinde Antep fıstığı, zeytin ve nar zararlıları ile mücadelede kullanımı artan fungusitlerden biri de Bellis®’tir. Bellis® (%25.2 Boscalid + %12.8 Pyraclostrobin, WG), anilid ve strobilurin birleşiminden meydana gelmektedir. Boscalid, anilid fungusitlere ait yeni bir geniş spektrumlu fungusittir. Strobilurinlerden ve diğer çoğu fungusitten etki şekli ve etki alanı yönünden farklılık göstermektedir. Boscalid, mitokondriyal elektron taşıma zincirinde kompleks II’yi inhibe ederken, piraklostrobin, kompleks III’ü inhibe eder (Avenot ve ark. 2008; Lagunas-Allué ve ark. 2015; Özkılınç 2018; Aksakal 2020).

Balıklar sucul ekosistemdeki kirliliğin (pestisit, ağır metaller ve diğer kimyasallar) ve bu kirliliğin diğer canlılar üzerindeki etkilerinin tespit edilmesinde bir biyobelirteç olarak kullanılmaktadır (Van der Oost ve ark. 2003, Işık ve Celik 2008, Deveci ve ark. 2017, Nur ve Deveci 2018, Temiz 2019). Birçok çevresel faktör canlılarda reaktif oksijen türlerini (ROT) uyararak hücre ve dokularda oksidan moleküllerin sayısını arttırmaktadır (Li ve ark. 2011, Deveci ve ark. 2021). Pestisitlerin toksikasyonu sonucu hücre ve dokularda meydana gelen oksidan moleküller antioksidan savunma sistemini olumsuz yönde etkilemektedir. (Kaya ve ark. 2014; Deveci ve ark 2017; Nur ve Deveci 2018; Temiz 2019). Kanda ve diğer dokularda hem antioksidan hem de oksidan moleküllerin tek tek ölçümünden ziyade TAS ve TOS ölçümünün, organizmanın oksidan/antioksidan dengesinin belirlenmesinde daha uygun olabileceği bildirilmektedir (Erel 2004; Erel 2005).

Yapılan bu çalışmada, son yıllarda Gaziantep yöresinde tarım alanlarında mantar hastalıklarına karşı kullanımı artan fungusit Bellis’in *Cyprinus carpio*’da plazma total antioksidan seviye (TAS), total oksidan seviye (TOS) ve total sialik asit (TSA) seviyeleri üzerine etkisinin araştırılması amaçlandı.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada İslahiye Tahtaköprü Barajı’ndan yakalanan, 250-300 g ağırlığındaki toplam 30 adet *Cyprinus carpio* kullanıldı. Çalışmaya başlanılmadan önce kullanılan polietilen tanklar dinlendirilmiş su ile yıkanarak su doldurulmuş ve su dinlendirildikten sonra balıklar tanklara alınmıştır. Su kalitesini izlemek için her tanktaki su örnekleri günlük olarak analiz edildi. Balıklar daha sonra laboratuvara getirilerek polietilen tanklar içerisinde 5 gün boyunca yeni ortamlarına uyum sağlamaları için bekletildi. Yeni ortama uyum sağlamalarının ardından her bir grupta 10 balık olmak üzere 3 gruba ayrıldı. Kontrol grubundaki balıkların tanklarına hiçbir madde eklenmeksizin normal su konuldu. Bellis I grubu balıklar 0.025 mg/L, Bellis II grubu balıklar ise 0.050 mg/L oranında Bellis® (%25.2 Boscalid + %12.8 Pyraclostrobin, BASF TURK) uygulanan tanklarda bekletildi. Fungusitin balıklar tarafından absorpsiyonu ve buharlaşma faktörleri düşünülerek, her gün suyun değiştirilmesi (APHA, 1981) ve yeni doz uygulamalarının yapılması sağlandı. 14 günün sonunda balıklardan kan örnekleri kaudal venadan alındı. Alınan bu kan örnekleri 3000 rpm’de 10 dakika santrifüj edilmek suretiyle plazmaları elde edildi ve analizler başlayıncaya kadar -20 °C de muhafaza edildi. Plazma TAS ve TOS analizi ticari kitler (REL Assay Diagnostics, Gaziantep, Türkiye) kullanılarak spektrofotometrede yapıldı (Erel 2004; Erel 2005). Plazma TSA analizi ise Sydow (1985)’un metoduna göre yapıldı.

İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi SPSS 21.0 paket programıyla gerçekleştirildi. Gruplar arasında TAS, TOS ve TSA açısından farklılık olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) kullanıldı. Anlamlı farklılık olduğu görülen gruplarda hangi gruplar arasında farklılık olduğunu belirlemek için Post-Hoc (Tukey LSD) analizi yapıldı. Elde edilen sonuçlar ortalama \pm standart sapma ($X \pm SD$) şeklinde verildi. $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

3. Bulgular

Deneysel çalışma için yaşadıkları tanklara 0.025 ve 0.050 mg/L Bellis fungusit eklenen (Bellis I grubu, Bellis II grubu) ve herhangi bir şey eklenmeyen kontrol grubu balıklardan elde edilen plazma analiz sonuçları ve bunlara ait parametrelerdeki değişim Tablo 1.’de verilmiştir.

Tablo 1. Bellis uygulanan ve uygulanmayan *Cyprinus carpio*'da TAS, TOS ve TSA seviyelerinin karşılaştırılması.

PARAMETRELER	Kontrol grubu	Bellis I grubu	Bellis II grubu	p
TAS (mmol Trolox eq/L)	0.56±0.048 ^a	0.46±0.040 ^b	0.45±0.060 ^b	*
TOS (µmol H ₂ O ₂ eq /L)	4.93±0.33 ^a	5.84±0.58 ^b	6.17±0.60 ^b	*
TSA (mg/dL)	35.87±3.18 ^a	42.93±3.96 ^b	40.99±3.23 ^b	**

^{a, b} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (*: p<0.001, **: p<0.05).

Tanklarda kullanılan su kalitesi balıkların toksik maddeye karşı geliştirdiği tepki üzerinde etkili fiziko-kimyasal bir parametre olduğundan günlük olarak izlenmiştir. Kullanılan tanklardaki su kalitesi incelendiğinde, su sıcaklığı ortalama 20±2 °C, çözülmüş oksijen 8.6±0.7 mg/L ve total sertlik 228±9.9 CaCO₃ mg/L olarak tespit edilmiştir.

Herhangi bir uygulama yapılmayan kontrol grubu balıklara ait plazma örnekleri, 0.025 mg/L Bellis fungusit uygulanan Bellis-I grup ve 0.050 mg/L Bellis fungusit uygulanan Bellis-II grup balıklara ait plazma örnekleri ile karşılaştırıldı. Buna göre kontrol grubu balıklarda TAS'ın diğer gruplara göre anlamlı derecede (p<0.001) yüksek olduğu, TOS ve TSA seviyelerinin ise istatistiki olarak önemli derecede (p<0.05) düşük olduğu belirlendi.

4. Tartışma

Dünya olduğu gibi ülkemizde de tarım sektöründe ürün kaybına yol açan zararlılarla mücadelede pestisitlerin kullanımını giderek yaygınlaştırmaktadır. Pestisitler tarım zararlılarıyla mücadele sonucu ürün miktarında artış sağlasalar da bunların uzun süreli ve bilinçsiz kullanımları sonucu ekosistem ve insan sağlığı olumsuz yönde etkilemektedir (Kaya ve ark. 2012; Deveci ve ark. 2021). Son yıllarda sucul ekosistemde toksisitenin belirlenmesinde ve tarımda kullanılan kimyasalların diğer canlılar üzerindeki olası etkilerinin öngörülmesinde balıklar yaygın olarak kullanılmaktadır (Selvi ve ark. 2004; Kaya ve ark. 2014; Yılmaz ve ark. 2017; Deveci ve ark. 2017).

Pestisite maruz bırakılan balıklarla yapılan bazı çalışmalarda, pestisit maruziyetinin balık hücre ve dokularında antioksidan moleküllerin miktarını azalttığı, oksidan moleküllerin miktarını arttırdığı ve oksidatif strese yol açtığı bildirilmektedir (Kaya ve ark. 2014; Mirvaghefi ve ark. 2016; Deveci ve ark. 2017; Yılmaz ve ark. 2017; Nur ve Deveci, 2018). Bellis'in etken maddesi olan boscalid'in kullanıldığı bir çalışmada, etken maddenin lipit peroksidasyonuna neden olduğu ve artan dozuna bağlı olarak malondialdehit (MDA) düzeyinin arttığı, antioksidan enzim aktivitelerinin ise azaldığı bildirilmiştir (Aksakal, 2020). Zang ve ark. (2017) zebra balığı üzerinde Bellis'in etken maddelerinden boscalid'in toksik etkisine baktıkları çalışmada katalaz, glutatyon peroksidaz, süperoksit dismutaz aktivelerinin ve MDA düzeylerinin boscalid konsantrasyonuna ve maruz kalma sürelerine göre değişiklik gösterdiğini bildirmiştir. Buna göre çalışmanın

7. gününde antioksidan enzimlerin aktivitelerinin artmasının nedenini meydana gelen oksidatif strese bir yanıt olduğunu, 21 günlük uygulamada ise oksidan molekül miktarında önemli bir artış olduğunu bildirmiştir. Farklı pestisitlere maruz bırakılan balıklarla yapılan oksidatif stres çalışmalarında balıkların kan ve farklı doku örneklerinde total oksidan seviyenin arttığı, total antioksidan seviyenin ise azaldığı bildirilmiştir (Kaya ve ark. 2014; Mirvaghefi ve ark. 2016; Yılmaz ve ark. 2017; Deveci ve ark. 2017; Azimzadeh ve Amniattalab 2017; Nur ve Deveci 2018; Şahinöz 2019). Yapılan bu çalışmada ise yukarıda farklı pestisitlerle yapılan balık çalışmalarına benzer şekilde farklı dozlarda Bellis fungusit uygulanan balıklarda total oksidan seviyenin arttığı, total antioksidan seviyenin ise azaldığı tespit edildi.

Sialik asit (SA), nöraminik asitin açılmiş türevi olup biyolojik membranların önemli yapıtaşlarından. Sialik asit akut faz proteini olarak da görev yapmaktadır. Total sialik asit (TSA) ise serbest, proteine ve lipide bağlı sialik asidin toplamı olarak ifade edilmektedir (Karapehlivan ve ark. 2007; Merhan ve Özcan 2004). Oksidatif stresin hücre yüzeyindeki oligosakkaritlerden sialik asit salınımını başlatabileceği, bunun da TSA düzeylerini arttıracığı bildirilmektedir (Eguchi ve ark. 2005; Kaya ve ark. 2014). Yılmaz ve ark. (2017) pestisit (Dimethoate) maruziyetine bıraktıkları balıklarla yaptıkları bir çalışmada, pestisit maruziyetine kalan balıklarda kontrol grubu balıklara oranla TSA seviyelerinin önemli derecede arttığını, askorbik asitin ise artan TSA seviyelerini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Benzer şekilde pestisite maruz kalmış balıklarla yapılan birçok çalışmada pestisit maruziyetinin oksidatif strese neden olabileceği, bunun da balıklarda TSA seviyelerini arttırabileceği bildirilmiştir (Kaya ve ark. 2012; Deveci ve ark. 2016; Azimzadeh ve Amniattalab 2017).

5. Sonuç

Tarımsal alanlarda yoğun olarak kullanılmakta olan Bellis'in balıklarda TAS, TOS ve TSA seviyelerinde önemli değişiklikler meydana getirebileceği, bu yeni fungusitin balıklardaki oksidatif stres parametrelerini etkilemesi sonucu bu balıkları tüketen diğer canlıların antioksidan savunma sistemini zayıflatabileceği gözlemlenmiştir. Buna göre pestisitlerin sık kullanıldığı tarım alanlarına yakın dere, göl, ırmak ve barajlardan yakalanan balıkların tüketiminin insan sağlığını tehdit edebileceği sonucuna varıldı. Yapılan geniş literatür taramasına rağmen önemli bir fungusit olan Bellis'in balıklarda TAS, TOS ve TSA seviyelerini araştırarak herhangi bir çalışmaya rastlamadık. Bu yönüyle bu çalışmanın daha sonra yapılacak olan çalışmalara önemli bir referans olacağını düşünmekteyiz.

Yazar katkıları

Tüm yazarların makaleye katkısı eşit olup, yazarlar makalenin son halini okuyup incelemiştir.

Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

- Abdollahi M, Mostafalou S, Pournourmohammadi S, Shadnia S. 2004. Oxidative stress and cholinesterase inhibition in saliva and plasma of rats following subchronic exposure to malathion. *Comp Biochem Physiol Part - C: Toxicol.* 137(1): 29-34.
- Ahuja S. 2013. Monitoring water quality: Pollution assessment, analysis, and remediation. Oxford: Elsevier 379 p.
- Aksakal FI. 2020. Evaluation of boscalid toxicity on *Daphnia magna* by using antioxidant enzyme activities, the expression of genes related to antioxidant and detoxification systems, and life-history parameters. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, Volume 237, 108830.
- APHA. 1980. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (21. ed). Washington, DC: American Public Health Association.
- Avenot H, Morgan DP, Michailides TJ. 2008. Resistance to pyraclostrobin, boscalid and multiple resistance to Pristine® (pyraclostrobin + boscalid) fungicide in *Alternaria alternata* causing *Alternaria* late blight of pistachios in California. *Plant Pathol.* 57: 135-140.
- Azimzadeh K, Amniattalab A. 2017. Total sialic acid, oxidative stress and histopathological changes in rainbow trout saprolegniasis (*Oncorhynchus mykiss*). *Kafkas Univ Vet Fak. Derg.* 23(1): 55-62.
- Berber AA, Emre N, Güneş M, Yalcin B, Pak F, Aktaş Ö, Bulut C, Aksoy H, Emre Y, Kaya B. 2021. Uluabat Gölü su kirliliğine bağlı olarak *Cyprinus carpio* ve *Silurus glanis*'teki genetik hasar düzeyinin belirlenmesi. *J Limnol Fish Res.* 7(3): 219-232.
- Chen PJ, Moore T, Nesnow S. 2008. Cytotoxic effects of propiconazole and its metabolites in mouse and human hepatoma cells and primary mouse hepatocytes. *Toxicology in Vitro.* 22.1476-1483.
- Deveci HA, Karapehlivan M, Kaya I, Kükürt A, Alpay M. 2015. Akut klorprifos-etil zehirlenmesine karşı kafeik asit fenetil ester'in koruyucu etkisi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg.* 62:255-260.
- Deveci HA, Kükürt A, Nur G, Kaya I. 2016. *Cyprinus carpio* (L. 1758)'da Klorprifos-etil uygulamasının sialik asit, malondialdehit ve nitrik oksit düzeylerine etkisi. *Kafkas Üniversitesi Fen Bil. Enst. Derg.* 9(2): 46-51.
- Deveci HA, Ünal S, Karapehlivan M, Ayata MK, Gaffaroğlu M, Kaya İ, Yılmaz M. 2017. Effects of glyphosate (herbicide) on serum paraoxonase activity, high density lipoprotein, total antioxidant and oxidant levels in Kars Creek Transcaucasian Barbs (*Capoeta capoeta* [Guldenstaedt, 1773]). *Fresenius Environ Bull.* 26(5): 3514-3518.
- Deveci HA, Karapehlivan M. 2018. Chlorpyrifos-induced parkinsonian model in mice: Behavior, histopathology and biochemistry. *Pestic Biochem Physiol.* 144: 36-41.
- Deveci HA, Nur G, Kılıç PA. 2021. Subakut malathion uygulamasının oksidatif stres biyobelirteçlerine etkisi. *J Adv VetBio Sci Tech.* 6(3): 193-201.
- Deveci HA, Nur G, Deveci A, Kaya İ, Kaya MM, Kükürt A, Gelen V, Başer, ÖF, Karapehlivan M. 2022. An Overview of the Biochemical and Histopathological Effects of Insecticides. In book: *Insecticides*, Publisher: Intechopen. DOI:10.5772/intechopen.100401.
- Eguchi H, Ikeda Y, Ookawara T, Koyota S, Fujiwara N, Honke K, Wang PG, Taniguchi N, Suzuki K. 2005. Modification of oligosaccharides by reactive oxygen species decreases sialyl lewis x-mediated cell adhesion. *Glycobiology.* 15:1094-1101.
- Erel O. 2004. A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clin Biochem.* 37: 277-85.
- Erel O. 2005. A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clin Biochem.* 38: 1103-1111.
- Işık I, Celik I. 2008. Acute effects of methyl parathion and diazinon as inducers for oxidative stress on certain biomarkers in various tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Pestic Biochem Physiol.* 92(1): 38-42.
- Karapehlivan M, Atakisi E, Citil M, Kankavi O Atakişi. 2007. Serum Sialic Acid Levels in Calves with Pneumonia. *Vet Res Commun.* 31: 37-41.
- Kaya İ, Karapehlivan M, Yılmaz M, Ersan Y, Koç E. 2012. Investigation of effects on plasma nitric oxide, malondialdehyde and total sialic acid levels of glyphosate in Kars creek transcaucasian barb (*Capoeta capoeta* [Guldenstaedt, 1773]) in Turkey. *Fresenius Environ Bull.* 21(1A): 123-126.
- Kaya İ, Yılmaz M, Koç E, Deveci HA, Ersan Y, Karapehlivan M. 2014. Tebukonazol (Fungisit) Uygulanan *Cyprinus carpio* (L. 1758)'da Serum Total Antioksidan, Oksidan ve Sialik Asit Düzeylerinin İncelenmesi. *Journal of FisheriesSciences.com,* 8(3): 214-219.
- Kayhan FE. 2020. İnekisitlerin Doğadaki Döngüsü ve Sucul Çevreye Etkileri. *SU Fen Fak. Fen Derg.* 46(2): 29-40.
- Lagunas-Allué L, Sanz-Asensio J, Martínez-Soria MT. 2015. Mobility and distribution of eight fungicides in surface, skin and pulp in grapes. An application to pyraclostrobin and boscalid. *Food Control.* 51: 85-93.
- Li ZH, Zlabek V, Velisek J, Grabic R, Machova J, Kolarova J, Li P, Randak T. 2011. Antioxidant responses and plasma biochemical characteristics in the freshwater rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, after acute exposure to the fungicide propiconazole. *J Anim Sci.* 56: 61-69.
- Merhan O, Özcan A. 2004. Kazlarda serum seruloplazmin ve total sialik asit düzeylerinin araştırılması. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 10(2): 139-142.
- Mirvaghefi A, Ali M, Poorbagher H. 2016. Effects of vitamin C on oxidative stress parameters in rainbow trout exposed to diazinon. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* 33(2): 113-120.
- Nur G, Deveci HA. 2018. Histopathological and biochemical responses to the oxidative stress induced by glyphosate-based herbicides in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J Cell. Neurosci Oxidative Stress.* 10(1): 656-665.
- Özkan O, Gül S, Keleş O, Aksu P, Kaya TÖ, Nur G. 2009. The Investigation Mutagenic Activity of Kars River Sediments on *Orthrias angorae* (Steindachner, 1897). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi,* 15(1): 35-40.
- Özkılınç H, Kurt Ş. 2017. Screening Fungicide Resistance of *Alternaria* Pathogens Causing *Alternaria* Blight of Pistachio in Turkey. *YYÜ Tar Bil Derg.* 27(4): 543-549.
- Selvi M, Sarıkaya R, Erkoç F. 2004. Acute behavioral changes in the guppy (*Poecilia reticulata*) exposed to temephos. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi.* 17: 15-19.
- Strungaru SA, Plavan G, Ciobica A, Nicoara M, Robea MA, Solcan C, Petrovici A. 2019. Toxicity and chronic effects of deltamethrin exposure on zebrafish (*Danio rerio*) as a reference model for freshwater fish community. *Ecotoxicol Environ Saf.* 171: 854-862.
- Şahinöz E, Aral F, Doğu Z, Koyuncu İ, Yüksekdağ Ö. 2019. Protective effect of curcumin on different tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) against exposition to chlorpyrifos. *Appl Ecol Environ Res.* 17(2): 3371-3385.
- Temiz Ö. 2019. *Oreochromis niloticus*'un Karaciğerinde Fungisit Propiconazole'un Oksidatif Stres Parametreleri ve

- Antioksidan Sistem Enzimleri Üzerine Etkileri. Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 4(1): 43-47.
- Van der Oost R, Beyer J. Vermeulen NPE. 2003. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. Environ Toxicol Pharmacol. 13: 57-149.
- Yılmaz M, Kaya İ, Koç E, Tanrıverdi EA, Kaya MM, Ersan Y. 2017. Efficiency of ascorbic acid against oxidative stress-induced dimethoate toxicity in fish, *Capoeta capoeta* [Guldenstaedt, 1773]. Journal of Environmental Biology, 38: 829-833.
- Zang X, Ji M, Wang, K, Li X, Zhang Y, Li X, Tian H, Zhu H, Du F. 2017. Effects of Boscalid on the Antioxidant Enzyme System of Adult Zebrafish (*Danio rerio*). Agricultural Science & Technology, Animal Science and Feeds. 18(2): 287-293.