



Zebra Midye (*Dreissena polymorpha*)'de Malathionun Akut Toksisitesi (LC₅₀)'nin Belirlenmesi [¹]

Neşe AKÇANAL ÖDÜN^{1*} Osman SERDAR²

¹Aydın İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Aydın, Türkiye

²Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Tunceli, Türkiye

Geliş Tarihi: 13.05.2022

Kabul Tarihi: 30.06.2022

Basım Tarihi: 30.09.2022

Atıf yapmak için: Akçanal Ödün, N. & Serdar, O. (2022). Zebra Midye (*Dreissena polymorpha*)'de Malathionun Akut Toksisitesi (LC₅₀)'nin Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 269-273.

How to cite: Akçanal Ödün, N. & Serdar, O. (2022). Determination of Acute Toxicity (LC₅₀) of Malathion in Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 269-273.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-4495-184X>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-1744-8883>

*Sorumlu yazarın:
Neşe AKÇANAL ÖDÜN
Aydın İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Aydın,
Türkiye
✉: nese.akcanalodun@tarimorman.gov.tr

Öz: Sunulan çalışmada, zebra midye (*Dreissena polymorpha*) bireyleri, LC₅₀ değerlerinin belirlenmesi için, konsantrasyon düzeyleri farklı olan, malathion etken maddesini içeren pestisit bu organizma üzerindeki akut toksik etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla aralık belirleme ve deneysel tasarım kurgulanmıştır. Tüm deneyler (aralık belirleme dahil) 2 litre hacimli cam kaplar içerisine 1 litre su katılarak yapılmıştır. Her akvaryum içerisine, 10'ar adet *D. polymorpha* bireyi eklenerek, deneme çalışması hazırlanmıştır. LC₅₀ değerinin belirlenmesi için gözlem periyodu olarak, 24 saatlik zaman dilimindeki *D. polymorpha* bireylerinin canlılık durumları incelenerek kayıt altına alınmıştır. Canlılık özelliğini yitiren *D. polymorpha* bireyleri deneme ortamından çıkarılmıştır. Bu şekilde 3 tekrarlı olarak yürütülen çalışmada, malathion etken maddeli pestisit *D. polymorpha* için LC₅₀ değeri 120,11 ± 19,32 mg/l olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Letal konsantrasyon, malathion, pestisit, zebra midye.

Determination of Acute Toxicity (Lc₅₀) of Malathion in Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) [¹]

*Corresponding author:
Neşe AKÇANAL ÖDÜN
Aydın Provincial Directorate of Agriculture
and Forestry, Aydın, Turkey.
✉: nese.akcanalodun@tarimorman.gov.tr

Abstract: In the presented study, LC₅₀ values were determined from acute toxicity tests by exposing zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) individuals to different concentrations of pesticide containing malathion active ingredient. For this purpose, spacing and experimental design were established. All experiments (including determination of spacing) were carried out in 2 liter glass aquariums by placing 1 liter of water. For each concentration group, 10 zebra mussel *D. polymorpha* individuals were used. In order to determine the LC₅₀ value, the viability of the organisms was observed and recorded at 24-hour periods. *D. polymorpha* individuals that lost their vitality were removed from the aquarium and excluded from the study. The study was carried out in 3 replications and the LC₅₀ value of malathion active ingredient pesticide for *D. polymorpha* was determined as 120.11 ± 19.32 mg/l.

Keywords: Lethal concentration, malathion, pesticide, zebra mussel.

GİRİŞ

Tarım ve endüstriyel faaliyetler sonucu, ekosisteme zarar verecek düzeyde çevreye kimyasal salınımı gerçekleşmektedir. Pestisitler de bu kimyasallardan bir tanesini oluşturmaktadır. Pestisitler tarımda, birim alan verimliliğini maksimum düzeye çıkartmak için, zararlılarla (bitki, böcek, mantar vs.) mücadelede kullanılmaktadır.

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte; son zamanlarda kullanılan pestisitler, sucul canlılar ve insanlar başta olmak üzere birçok hedef dışı organizmalar üzerinde toksik etki etmektedir. Toprak yüzeyine temas eden zirai ilaçların; yağışlarla yıkanması, durgun ya da akarsulara; tarımsal ilaç endüstri atıklarının deşarjı ve atık zirai ilaç ambalajlarının su kaynakları ile temas etmesiyle pestisitler sulara girmektedir. Akuatik ekosisteme giren pestisitler, akuatik flora ve fauna üzerinde olumsuz etkiye yol açmaktadır (Amdur vd., 1991).

[¹] Bu makale, Neşe AKÇANAL ÖDÜN'ün doktora tezinin bir kısmından üretilmiştir.

This manuscript was produced from a part of Neşe AKÇANAL ÖDÜN's doctoral thesis.

Teknolojinin gelişmesinin yanında ekonomik, sosyal ve kültürel alanlardaki değişimler insanların hayatında etkili olmuştur. Bu değişimlerin süregelmesi ile birlikte hava, toprak ve su kirliliği problemleri de insanların etkisiyle hızla artmaktadır. Su kirliliğinin en büyük nedenleri arasında tarımsal kirleticiler, kanalizasyon deşarjları, sanayi atıkları ve diğer kirleticiler bilinçsiz olarak su ortamına bırakılması gösterilebilir. Akarsu kirliliğinin ise %50'lik bir kısmını zirai maddeler meydana getirmektedir (Cook vd., 1995; Alberdi vd., 1996; Çelikel, 2011).

Pestisitlerin su ortamına bulaşma yolları genellikle yağışlar, rüzgâr, yüzey akışları, drenaj ve sulama suları vasıtası ile gerçekleşmektedir. Bununla birlikte akuatik canlılara veya su kanallarında yaşayan bitkilere karşı yapılan ilaçlamalarla, yerleşim bölgelerinde kanalizasyon ve lağım sularına karışmasıyla ve pestisit üretim artıklarının deşarjı ile girdi oluşturmaktadır. Ayrıca doğrudan suya yapılan uygulamalar sonucunda (örneğin sivrisinek mücadelesinde) pestisitler su bitkileri veya dip çamurları tarafından tutulurlar (Atamanalp & Yanık, 2001).

Organik fosforlu bileşikler grubunda yer alan malathion; böcek ve haşereleri öldürmek için günlük ve zirai alanda kullanımı yaygın olan bir insektisittir. Yararları ile birlikte insanların yanı sıra tüm ekosistem üzerinde zehirlenme şeklinde istenmeyen tehlikeli etkisi de mevcuttur (Tuğyan vd., 2005).

Tüm çevresel kirleticiler sucül organizmalarda oksidatif stresi arttırabilmektedir. Ksenobiyotiklerin organizmaların hücrelerinde ve dokularında oksidatif stresi teşvik ettiği saptanmıştır (Campana vd., 2003), çevre kirleticileri ve oksidatif stresin artışı sonucu, organizmalarda doku hasarlarında artış gerçekleştiği belirtilmiştir. Organizmalardaki hastalık lezyonlarının olası kaynakları stres ve enzim düzeyindeki değişikliklerin olduğu belirtilmiştir (Isamah vd., 2000).

Toksikoloji, fiziksel veya kimyasal etmenlerin canlı organizmalar üzerindeki zarar ve tahrip edici etkilerini inceler. Bu bağlamda akuatik toksikoloji testlerinin amacı sucül canlılar üzerinde herhangi bir maddenin hangi konsantrasyonda organizmalara zarar verip vermediğini belirlemektir (Karataş, 2005).

Zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*)'nin dağılım alanları Doğu Avrupa, Kuzey Amerika ve Batı Asya'dır (Kinzelbach, 1992). Zebra midyesinin istilacı davranışı yaygın kullanımında dezavantaj olarak görülmektedir. Bu belirgin dezavantaj biyo-izleme ve toksik etki değerlendirmesi çalışmalarında hem istilacı, hem de çok sayıda ve geniş dağılım gösteren *D. polymorpha*'nın örneklenmesiyle yerli türlerin korunmasının sağlanabilmesi için önemli nedenlerden birini temsil edebilir (Binelli vd., 2015). Bu nedenle

çalışmanın canlı materyali olarak Zebra midyesi (*D. polymorpha*) seçilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Aralık Belirleme Deneyleri: Çalışmanın canlı materyalini oluşturan midyeler, Fırat Nehri (Keban Baraj Gölü çıkışı, koordinatlar: 38°48'11.2"K 38°43'42.5"D)'nden toplanmıştır. Model canlılar el yordamıyla toplanarak alınmıştır (Şekil 1). Toplanan model canlı, plastik bidonlarla hızlı bir şekilde ortamı ayarlanmış fiber tanklara yerleştirilmiştir.



Şekil 1. Model canlıların araziden toplanması.
Figure 1. Collection of model organisms from the field.



Şekil 2. Model organizma stok tanklarına yerleştirilmesi.
Figure 2. Placement of model organisms in stock tanks.

Laboratuvar koşullarına en az 1 ay süre ile adapte edilen model canlı için çalışma kapsamında akut letal konsantrasyon (LC₅₀) değerleri için öncelikle aralık belirleme testleri yapıldı. Yapılan aralık belirleme testlerinde cam kapların her birine 10'ar adet *D. polymorpha* bireyi konulmuştur. Aralık belirleme deneyleri sonrasında malathion etken maddeli pestisit LC₅₀ deneylerinde uygulanmak üzere konsantrasyon aralıkları belirlenmiştir.

Letal Konsantrasyon (LC₅₀)'un Belirlenmesi:

Çalışmada denemeler için 2 litre hacimli cam akvaryumlar kullanılmıştır ve her akvaryuma 10 adet *D. polymorpha* konulmuştur. Aralık belirleme deneyleri sonuçlarına göre malathion etken maddeli pestisit için deneme dizaynı (C₀ (kontrol 0,0 mg/l) , C₁ (0,1 mg/l), C₂ (1,0 mg/l), C₃ (10,0 mg/l), C₄ (100,0 mg/l) ve C₅ (200,0 mg/l)) konsantrasyonları belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Malathion için belirlenen deney tasarımı ve konsantrasyonları.
Table 1. Experimental design and concentrations of determined for malathion.

Tekerrür	Uygulama Grupları (mg/l)					
	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
I	0,0	0,1	1,0	10,0	100,0	200,0
II	0,0	0,1	1,0	10,0	100,0	200,0
III	0,0	0,1	1,0	10,0	100,0	200,0

LC₅₀ deneyleri 96 saat sürede statik olarak yürütülmüştür (OECD, 2004) . Her deneyde 24 saatlik periyotlarda ölü bireyler sayılarak tespit edilmiş ve deney ortamından uzaklaştırılmıştır. Deney süresince canlılara yemleme yapılmamıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Letal konsantrasyon belirleme çalışmaları.
Figure 3. Lethal concentration determination studies.

İstatistiksel Analiz: Tüm deneysel çalışmalar 3 tekerrürlü olarak uygulanmıştır. LC₅₀ değerleri SPSS 24 paket programı Probit analizi ile belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Malathion pestisitinin *D. polymorpha*'da probit analiziyle belirlenen logaritmik verileri.
Figure 4. Logarithmic data of malathion pesticide as determined by probit analysis in *D. polymorpha*.

BULGULAR

Malathion İnektisitinin LC₅₀ Değeri: Yapılan çalışmada malathion etken maddeli pestisit *D. polymorpha* üzerindeki LC₅₀ değeri 3 tekrarlı olarak belirlenmiş olup ortalama değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Malathion etken maddeli pestisitine ait LC₅₀ ortalama değeri 120,11±19,32 mg/l, alt bant seviye ortalama değeri 90,63±17,12 mg/l ve üst bant seviye ortalama değeri ise 152,50±20,78 mg/l olarak bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Malathion etken maddeli pestisite maruz bırakılan *D. polymorpha*'ya ait LC₅₀ değerleri.

	LC ₅₀ Değerleri		
	LC ₅₀ (mg/l)	Alt Seviye (mg/l)	Üst Seviye (mg/l)
I.Tekerrür	135,36	104,51	168,40
II. Tekerrür	126,59	95,88	160,12
III. Tekerrür	98,39	71,50	128,97
Ortalama	120,11±19,32	90,63±17,12	152,50±20,79

TARTIŞMA VE SONUÇ

Son yıllarda tarım ve hayvancılıkta verimi arttırmak için kullanılan pestisit ya da insektisitlerin kullanma amacının dışında kalan ve hedef olmayan gerek karasal ve gerekse sucul canlılara en düşük miktarlarda dahi zarar verdiği yapılan bilimsel çalışmalarda ortaya konulmuştur. Bu amaçla tarımda zirai ilaç olarak kullanılan malathion insektisitinin *D. polymorpha* üzerindeki akut toksisitesi araştırılmıştır.

Pestisitlerin hedef dışı canlılar üzerindeki etkileri birçok araştırmacı tarafından araştırılmıştır. Bu araştırmacılardan Köprücü ve Aydın, (2004) deltamethrin pestisitinin; Aydın ve Köprücü, (2005) diazinon pestisitinin; Aydın vd., (2005) cypermethrin pestisitinin *Cyprinus carpio*'nun larva ve embriyosunda akut toksisitesini tespit etmişlerdir. Ural ve Köprücü, (2006) dichlorvos pestisitinin *Silurus glanis* yavrularına olan akut toksisitesini incelemişlerdir. Farklı balık türlerinde gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda, uygulama konsantrasyonlarında ölme ya da yaşamlarının olumsuz etkilenmesi bakımından tam bir benzerlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Çimen, (2011) *Daphnia magna* (su piresi) yavrularında 24, 48, 72 saatlik olarak Aroclor 1242 (PCB 1242)'nin akut toksisitesi üzerinde araştırmada bulunmuştur. Çalışma süresince *D. magna* yavrularına besin verilmeyerek, deney ortamı sabit tutulup, ortam havalandırması yapılmamıştır. Beş farklı konsantrasyona Aroclor 1242 (PCB 1242)'nin *D. magna* yavruları 72 saat süre ile üç tekrarlı olarak maruz bırakılmışlardır. 1,2 µg/l, 1,4 µg/l, 1,6 µg/l, 1,8 µg/l ve 2,0 µg/l konsantrasyonlarında çalışılmıştır. Çalışılan kimyasalın yavru davranışları ve ölüm oranları incelenmiştir. *D. magna* yavrularındaki Aroclor 1242'nin 72 saatlik akut toksite belirtileri, yüzmede azalma, karapaks deformu ve ölüm olmuştur.

Cold ve Forbes, (2004) Piretroid pestisit uygulamalarının *G. pulex*'in yaşama oranı ve üremesine etkisini araştırmıştır. Kullanımı yaygın olan esfenvalerate pestisitine maruz kalan konsantrasyonlarında *G. pulex*'in yaşam süresini ve üremeleri etkilediğini belirlemiştir. Lukancic vd., (2009), *Asellus aquaticus* ve *G. fossarum*'u iki farklı pestisite maruz bırakılıp fizyolojik durumları üzerine yaptıkları çalışmada; her ikisi de yüksek Solunum (R) seviyeleri ve Elektron Aktarım Sistemi (ETS) aktivitesi ile kısa süreli maruziyete tepki göstermiştir. Her iki test *G. fosilinin A. aquaticus*'a göre kısa süreli pestisit maruziyetine daha fazla duyarlı olduğunu belirtmişlerdir. Yordonova vd., (2009) *Daphnia magna* için 24 saatlik LC₅₀ değerini 0,3 µg/l, 48 saatlik EC₅₀ değerini 0,8 µg/l olarak belirtmişlerdir. Demirci, (2018) organik ksenobiyotik olan neonikotinoit pestisitlerden asetamiprit ve imidakloprit'in *G. kischineffensis* üzerine akut toksik etkisini araştırmak için, 48, 72 ve 96 saatlik LC₅₀ değerleri belirlemiştir. Konsantrasyon aralığında; asetamiprit için LC₅₀ değeri 72 ve 96 saat olarak 1,687 ve 0,517 µg/l; imdakloprit için 48, 72 ve 96 saatteki LC₅₀ değeri 9764,4, 4546,7 ve 1560,9 µg/l olarak kullanılması belirlenmiştir. Tatar vd., (2019) yaptıkları çalışmada kongo kırmızısına maruz bırakılan *G. pulex*'te bazı biyokimyasal yanıtların belirlenmesini amaçlamışlardır. Kongo kırmızısının sublethal konsantrasyonları belirlemek için *G. pulex*'te LC₅₀ değerini hesaplamışlardır. Şahinkuşu, (2018) içeriği malathion olan insektisitinin farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Gammarus pulex* (L., 1758) üzerindeki 24 saatlik akut toksisitesinin (LC₅₀) belirlediği çalışmada, LC₅₀ değerleri ortalama 1,58 ± 0,56 mg/l, alt seviye değeri 0,47 ± 0,17 mg/l, üst seviye değeri ise 5,46 ± 2,18 mg/l olarak tespit etmiştir. Serdar vd., (2021a) yaptıkları çalışmada *D. polymorpha*'da ticari insektisit olan Beta-Cyfluthrin (β-CF)'nin bazı biyokimyasal yanıtları araştırmak için β-CF'nin *D. polymorpha* üzerindeki 96 saatlik LC₅₀ değerini 0,51 mg/L olarak belirlemiştir. Serdar vd., (2021b) Gadolinium'un nadir toprak elementinin tatlı su omurgasız *D. polymorpha* üzerindeki biyokimyasal etkilerini araştırmada uygulama konsantrasyonlarını saptamak için söz konusu materyalin *D. polymorpha* üzerindeki LC₅₀ değerlerini belirlemiştir. Serdar, (2021) yaptığı başka bir çalışmada, *D. polymorpha*'da ticari insektisit olan Cyfluthrin (CFT)'nin bazı biyokimyasal yanıtlarını araştırmış ve CFT'nin *D. polymorpha* üzerindeki 96 saatlik LC₅₀ değerini 0,55 ± 0,028 mg/L olarak hesaplanmıştır. Akut toksiste testleri yukarıda verilen literatür bilgisinde olduğu gibi birçok bilimsel çalışmada organizmaların toksik etki değerlerinin ve canlılarda öldürücü konsantrasyonun belirlenmesi için gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışmada da malathion etken maddeli pestisitinin farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *D.*

polymorpha'da LC₅₀ değeri belirlenmiştir. Akut toksiste deneylerinden letal konsantrasyon miktarları deneysel ortamda hesaplanmıştır. Yukarıda verilen literatür bilgisine benzer şekilde hedef dışı sucul bir organizma olan *D. polymorpha*'da, düşük sayılabilecek konsantrasyonlarda ki malathion pestisitinin akut toksik etki yaptığı saptanmıştır. Elde edilen bulgular *D. polymorpha*'nın malathion etken maddeli ksenobiyotik maddeye maruz kalması yönüyle literatür bilgisine benzerlik göstermektedir.

Tarımsal alanlarda kullanılan pestisitler, çeşitli yollarla sulara karışarak, yaşamın kaynağı olarak nitelendiğimiz suları kirletmektedir. Balıklar başta olmak üzere, suyu süzerek beslenen midyeler gibi ekolojik dengede önemli rol oynayan birçok sucul canlının metabolizmasına pestisit girişi olmaktadır. Bu pestisit girişi balık, midye vb. sucul organizmaları besin kaynağı olarak tüketen başta insan olmak üzere besin zincirine negatif etki etmektedir.

Bu olumsuz etkileri en aza indirmek için pestisit kullanımında kontrol sağlanarak, çiftçilere eğitim verilmelidir. Gereklik durumunda, pestisitlerin en az toksik olanı tercih edilmelidir. İlaçlama yapılırken kontrollü bir şekilde olmasına dikkat edilerek, su kaynaklarına ulaşımı engellenmelidir. Pestisit ile temas eden kaplar ve aletlerin, sucul kaynaklar ile teması hususunda maksimum düzeyde dikkat edilmelidir. Bu alet ve kaplar imha edilerek, çevreye bırakılmamalıdır. Bununla birlikte su kaynaklarından belirli aralıklarla örnekler alınarak analizleri yapılmalıdır.

Sonuç olarak doğaya ve insana verdiği zararlar konusunda, pestisitler ile ilgili bilimsel çalışmalara önem verilerek, artırılması gerekmektedir. Yaşamın kaynağı suyun önemi göz önüne alındığında, tüm canlılara doğrudan ve dolaylı yönde olumsuz etki oluşturmaması için araştırma, önlem ve eğitimlere önem verilerek, gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Alberdi, J.L., Saenz, M.E., Di Marzio, W.D. & Tortorelli, M.C. (1996).** Comparative acute toxicity of two herbicides, paraquat and glyphosate to *Daphnia magna* and *D.spinulata*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 57, 229-235.
- Amdur, M.O., Doull, J. & Klassen C.D. (1991).** *Casarett and Doull's Toxicology: The basic science of poisons*, Pergamon Press, New York 1033, 565-623.
- Atamanalp, M. & Yanık, T. (2001).** Pestisitlerin Cyprinidae'lere toksik etkileri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18(3-4); 555-563.
- Aydın, R. & Köprücü, K. (2005).** Acute toxicity of diazinon on the common carp (*Cyprinus carpio* L.) embryos

- and larvae, *Pesticide Biochemistry and Physiology*, **82**, 220-225.
- Aydın, R., Köprücü, K., Dörücü, M., Köprücü, S.Ş. & Pala, M. (2005).** Acute toxicity of synthetic pyrethroid cypermethrin on the common carp (*Cyprinus carpio* L.) embryos and larvae. *Aquaculture International*, **13**(5), 451-458.
- Binelli, A., Della Torre, C., Magni, S. & Parolini, M. (2015).** Does zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) represent the freshwater counterpart of *Mytilus* in ecotoxicological studies? A critical review, *Environmental pollution*, **196**, 386-403.
- Campana, O., Sarasquete, C. & Blasco, J. (2003).** Effect of Lead on ALA-D Activity, Metallothionein Levels, and Lipid Peroxidation in Blood, Kidney, and Liver of the Toadfish *Halobatrachus didactylus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **55**, 116-125.
- Cold, A. & Forbes V.E. (2004).** Consequences of a short pulse of pesticide exposure for survival and reproduction of *Gammarus pulex*. *Aquatic Toxicology*, **67**(3), 287-299.
- Cook, J.L., Baumann, P., Jackman, J.A. & Stevenson, D. (1995).** Pesticide Characteristics that affect water quality. *Farm Chemicals Handbook '95*. MeisterPublishing Co., Willoughby, OH. 429s.
- Çelikel, Y. (2011).** Alpha-Cypermethrin'in *Daphnia magna* (Straus 820) (Cladocera, Crustacea) Üzerine akut toksik etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara, 57s.
- Çimen D., (2011).** Aroclor1242'nin *Daphnia Magna* Starus, 1820 (Su Piresi) Üzerine 72 saatlik Akut Toksikite Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Demirci, Ö. (2018).** İmidakloprit ve Asetamiprit'in *Gammarus kischineffensis* (Amphipoda:Crustacea) Üzerine Akut Toksik Etkisinin Değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi / Iğdır Univ. Journal of Institute of Science and Technology*, **8**(3), 85-92.
- İsamah, G.K., Asagba, S.O. & Coker, H.A.B. (2000).** Comparative Evaluation of the Levels of Some Antioxidant Enzymes and Lipid Peroxidation in Different Fish Species in Two Rivers in the Western Niger Delta. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **65**, 351- 356.
- Karataş, M., (2005).** Balık biyolojisi araştırma yöntemleri. Nobel Yayınları (772 s 498).
- Kinzelbach, R. (1992).** The main features of the phylogeny and dispersal of the zebra mussel *Dreissena polymorpha*. *The zebra mussel Dreissena polymorpha*, **4**, 5-17.
- Köprücü, K. & Aydın, R. (2004).** The toxic effects of pyrethroid deltamethrin on the common carp (*Cyprinus carpio* L.) embryos and larvae, *Pesticide Biochemistry and Physiology*, **80**, 47-53.
- Lukancic, S., Zibrat, U., Mezek, T., Jerebic, A., Simcic, T. & Brancelj, A. (2009).** Effects of exposing two non-target crustacean species, *Asellus aquaticus* L., and *Gammarus fossarum* Koch., to atrazine and imidacloprid. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **84**(1), 85.
- OECD, (2004).** *Daphnia* sp., Acute Immobilisation Test, OECD Guidelines for Testing of Chemicals, No. 202, OECD, Paris.
- Serdar, O. (2021).** Determination of the Effect of Cyfluthrin Pesticide on Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) by Some Antioxidant Enzyme Activities. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **6**(1), 77-83.
- Serdar, O., Aydın, R., & Söylemez, H. (2021a).** Effect of Beta-Cyfluthrin Pesticide on Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*). *International Journal of Pure and Applied Sciences*, **7**(3), 462-471.
- Serdar, O., Yıldırım, N., Tatar, Ş. & Yıldırım, N.C. (2021b).** Gadoliniumun Tatlı Su Omurgasız *Dreissena polymorpha* Üzerindeki Biyokimyasal Etkileri. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, **7**(2), 229-236.
- Şahinkuşu F. (2018).** Malathion İnsektisinin *G.pulex*(L.,1758) Üzerine Akut Toksikitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Munzur Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tunceli, 33s.
- Tatar, Ş., Serdar, O. & Yıldırım, N.C. (2019).** Kongo kırmızısına maruz bırakılan tatlı su Amphipodu *Gammarus pulex*'in Antioksidan ve detoksifikasyon sistemindeki değişiklikler. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **4**(2), 76-81.
- Tuğyan, K., Tuğyan, N., Erbil, G. & Buldan, Z. (2005).** Malathion'un böbrek üzerine etkilerinin ultrastrüktürel incelenmesi: deneysel çalışma, *Türkiye Ekopatoloji Dergisi*, **11**(2), 51-57.
- Ural, M.S. & Koprucu, S.S. (2006).** Acute toxicity of dichlorvos on fingerling European catfish, *Silurus glanis*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **76**(5), 871-876.
- Yordanova, V., Stoyanova, T., Traykov, I. & Boyanovsky, B. (2009).** Toxicological Effects of Fastac Insecticide (Alpha-Cypermethrin) to *Daphnia Magna* and *Gammarus pulex*. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, **23**(sup1), 393-395.