

## PAPER DETAILS

TITLE: Yavru Sazanlarda (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) ? -Cypermethrin'in Akut Toksik Etkisi

AUTHORS: Utku GÜNER

PAGES: 173-178

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/352353>

## Yavru Sazanlarda (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) $\alpha$ –Cypermethrin’in Akut Toksik Etkisi

Utku GÜNER

Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Edirne.

Geliş : 20.02. 2017

Kabul : 05.05.2017

### Araştırma Makalesi / Research Paper

Sorumlu Yazar: uguner@trakya.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308-7517

#### Özet:

$\alpha$ -Cypermethrin, Trakya bölgesinde yaygın kullanılan bir tarım ilacıdır. Bu pestisit sucul ekosistem için oldukça toksiktir. Bu çalışmada  $\alpha$ -cypermetrin içeren bir pestisitın akut toksitesi ( $LC_{50}$ ) incelenmiştir. Yavru sazan balığı (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) üzerinde 96 saatlik lethal konsantrasyon hesaplanmıştır. İki tekrarlı yapılan Lethal konsantrasyon deneyleri semistatik deney koşullarında (su sıcaklığı  $20 \pm 1$  °C pH 8,31) gerçekleştirilmiştir. Deneyler boyunca  $\alpha$ -cypermethrin için elde edilen deney sonuçları probit analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Yavru sazanların 96-saat  $LC_{50}$  değerleri 1,034(0,136-12,181)  $\mu$ g/L olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar kelimeler:**  $\alpha$ -cypermethrin, *Cyprinus carpio* , Akut toksisite, Lethal konsantrasyon 50

#### Acute Toxicity Effect of $\alpha$ -- cypermethrin on Juvenile Common Carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)

#### Abstract:

$\alpha$ -cypermethrin is a widely used pesticide in the Thrace region. This pesticide is highly toxic to the aquatic ecosystem. In this study, acute toxicity ( $LC_{50}$ ) of a pesticide containing  $\alpha$ -cypermethrin was investigated. The 96 hour lethal concentration was calculated on the juvenile common carp fish (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758). Two replicate Lethal Dose experiments were performed in semistatic laboratory conditions (water temperature  $20 \pm 1$  °C, pH 8.31). Experimental results were evaluated by probit analysis method. The 96-h  $LC_{50}$  values of juvenile carps were calculated as 1.034 (0.136-12.181)  $\mu$ g L<sup>-1</sup>.

**Keywords:**  $\alpha$ -cypermethrin, *Cyprinus carpio* Acute toxicity, Lethal concentration 50

## GİRİŞ

Sucul ve karasal ekosistemler, endüstriyel, tarımsal ve evsel faaliyetlerden kaynaklanan kimyasal kirleticiler ile sürekli kirlenmektedir (Güner, 2012). Kimyasal kirleticiler içinde pestisitler, sucul yaşama ciddi toksik etkileri olan ve hala balıklar da dâhil olmak üzere hedef olmayan organizmalar için toksisite nedeniyle önemli bir risk oluşturan toksik maddelerin önemli bir kategorisidir (İbrahim ve Harabawy, 2014). Pestisitler, zararlı organizmaları engellemek, zararlarını azaltmak ve/veya kontrol altına almak amacıyla kullanılan kimyasal bileşiklerdir. Pestisitler içinde böceklere karşı kullanılan insektisitler, birçok yerde “tarım ilacı” olarak da adlandırılmaktadırlar (Özkaya vd., 2013). Pestisit kontaminasyonu sularda oksijen kıtlığına, balık ve diğer su canlılarında kitlesel ölümlere yol açmaktadır (Atamanalp ve Yanık, 2001). Pestisitler etkiledikleri canlıları etkileri geniş bir skala içinde öldürmeden, üremeyi durdurmak suretiyle de balık popülasyonu üzerinde etkili olabilmektedirler. Ayrıca pestisitler balıklarda davranış değişimine yol açarak etki gösterebilir (Halappa ve David, 2009).

Pestisitler önemli bir grubu olan organoklorin insektisitlerin kullanılmasında en büyük tehlike su kaynaklarına kontamine olduklarında ortaya çıkmaktadır. Çünkü balık ve diğer sucul organizmalar sudan kimyasalları absorbe edip yağ dokularında biriktirme kapasitesine sahiptirler (Miranda vd., 2008). Bu durum, solunum sırasında solungaçlarından büyük miktarlarda suyu geçiren balıklarda daha da önem kazanmaktadır. Bu esnada yağda çözünen organoklorlu bileşikler sudan absorbe edilerek balığın bünyesine alınmaktadır (Bervoets vd., 2009). DDT ve benzer bileşikler solungaçlardan oksijen alımını engelleyerek balığın ölümüne yol açmaktadırlar (Bervoets vd., 2009).

Pestisitler atıldıkları su ortamında yaşayan balıklar üzerinde lethal etki gösterebilirler (Alam ve Maughan, 1992). Bu lethal etki balık türüne ve pestisit kimyasal yapısına bağlı olarak değişir. Organik klorlu pestisitlerin diğerlerine oranla daha toksik oldukları bilinmektedir.

Sentetik piretroid grubu bir insektid olan  $\alpha$ -cypermetrin yaygın kullanılan bir tarım ilacıdır. Sentetik piretroidler metabolize olma oranları düşüktür bu nedenle kalıntı ve birikimleri yol açma potansiyeline sahiptir (Atamanalp ve Cengiz, 2002). Suda yaşayan omurgasızlara karşı oldukça toksiktir. *Daphnia magna* için 24 ve 48 saatlik  $EC_{50}$  (immobilizasyon) değerleri sırasıyla 1,0 ve 0,3  $\mu\text{g/L}$  *Gammarus pulex* için 24 saatlik  $LC_{50}$  değeri 0,05  $\mu\text{g/L}$  'dir. Sucul artropod için  $\alpha$ -cypermenthrin bir dizi için oldukça toksik iken sucul yumuşakçalar için  $LC_{50}$  değeri daha yüksektir. Yağda çözülen emisyonlar halinde spreyleme ile ortama girerek sucul ekosistemlerde dağılır (Sarıkaya, 2009). Cypermethrin balıklara ve akuatik omurgasızlara yüksek derecede toksiktir. Özellikle ergin balıklara göre yavru balıklar daha hassas oldukları için pestisitlerden daha fazla zarar görürler (Toros vd., 2001).

Bu çalışmanın amacı yaygın bir pestisit olan  $\alpha$ -cypermethrin, tatlısulara geniş bir yayılım gösteren sazan *C. carpio* yavrularında akut toksik etkisini ( $LC_{50}$  değeri) belirlemektir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Yaklaşık 200 yavru sazan (*C. carpio*) DSİ XI. Bölge Müdürlüğü Edirne İpsala Su Ürünleri İstasyonu (Kişisel, 2006) alınarak T.Ü. Biyoloji Bölümü getirilmiştir. Yavru balıklar ortama alıştırmak için 40 gün boyunca 25°C ve 12:12 ışık periyodunda tutulmuştur. Deneylerde kullanılan yavru sazan 8-12 cm boyunda her iki eşeyden ve yaklaşık 10-12 gr ağırlığındaydı.

Lethal konstrasyon deneylerinde 5 adet 40 cm derinliğinde, 50 cm eninde ve uzunluğunda 50 litre hacimli özel  $LC_{50}$  akvaryumlar kullanılmıştır. Akvaryumlara aktif karbon su filtresinden geçmiş içme suyu doldurulup, balıklar konulmadan önce, klorun ortamdan uzaklaşması için 24 saat bekletilmiştir. Su kalitesinin takip edilebilmesi için çözülmüş oksijen tayini oksijen metre, pH için pHmetre ve su sıcaklığını tespit etmek için basit termometre kullanılmıştır. Akvaryumların su sıcaklıkları, termostatlı ısıtıcılar yardımı ile 21±1°C' de tutulmuş. Deneyler sırasında tüm akvaryumlardan alınan bazı fizikokimyasal parametreler ölçülmüş; 1 ppm konsantrasyon grubunda pH değeri 8,43, 10 ppm konsantrasyon grubunda 8,44 ve 100 ppm'de konsantrasyon grubunda ortalama 8,46 olarak hesaplanmıştır. Akvaryumlara hava motorları yardımı ile oksijen verilerek, oksijen miktarının tüm akvaryumlarda ortalama 8,0±1 mg/L olması sağlanmıştır.

Lethal konsantrasyon belirleme deneyleri aktif madde olarak  $\alpha$ -cypermetrin içeren tarım ilacı üzerinde yapılmıştır. Söz konusu pestisitte aktif madde( $\alpha$ -cypermetrin)

miktarı 100 g/L olarak bulunmaktadır (Sıvı Formülasyon EC). Deneyde kullanılacak pestisit konsantrasyonların belirlenebilmesi için ön deneyler yapılmıştır. Deneyde balıklara çeşitli konsantrasyonlarda Kortac 100 EC verilmiştir. Ön deney sonrasında 0,001, 0,01, 0,1, 1, 10, 100 ppm olarak her bir çalışma için 5 ayrı konsantrasyon iki tekrarlı olarak uygulanmıştır. Her bir akvaryuma verilecek madde miktarı logaritmik artışa özen gösterilerek hazırlanmıştır. Hesaplanan miktarda pestisit içeren stok çözelti hazırlanmış, daha sonra bu stok çözeltiler uygun miktarda seyretme yapılarak Lethal konsantrasyon akvaryumlarına ilave edilmiştir. Kontrol gruptaki balıklar ile diğer gruptakiler aynı şartlarda tutulmuştur. Bu gruptaki balıklara toksik madde verilmemiştir.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Deney süresince kontrol balıklarında ölüm gözlenmemiştir. Konsantrasyon gruplarında ise özellikle yüksek konsantrasyonlarda ölüm ilk 2 saat içinde gözlenmiştir (Tablo 1). Sazan yavrularında üzerine yapılan LC<sub>50</sub> deney sonuçları Tablo 1’de özetlenmiştir:

**Tablo 1**  $\alpha$ -cypermethrinin letal konsantrasyonlarına maruz bırakılan pullu sazan yavrularında süreye bağlı ölen balık sayıları, toplam ölüm sayısı ve ölen balık yüzdeleri.

| Konsantrasyonlar (ppm) |                    | Kontrol  | 0,001    | 0,01     | 0,1      | 10       | 100              |
|------------------------|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------|
| Balık sayısı           |                    | 7        | 7        | 7        | 7        | 7        | 7                |
| Ölüm                   | 24 saat            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1.saat<br>6 ölüm |
|                        | 48 saat            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 2.saat<br>1 ölüm |
|                        | 72 saat            | 0        | 0        | 0        | 1        | 2        | 0                |
|                        | 96 saat            | 0        | 0        | 1        | 1        | 2        | 0                |
|                        | <b>Toplam ölüm</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>4</b> | <b>7</b>         |
| Yüzde                  |                    | %0       | %0       | %14,2    | %28,5    | %57,1    | %100             |

Yavru sazan üzerinde  $\alpha$ -cypermethrinin 96 saatlik LC<sub>50</sub> değeri probit analiz metodu ile hesaplanmıştır (Güner, 2009).

**Probit LC<sub>50</sub> değeri** : 1,034 µg/L  
**%95 alt limit** : 0,136 µg/L  
**%95 üst limit** : 12,181 µg/L

Sucul organizmalarda  $\alpha$ -cypermethrinin toksik etkisi temel olarak ozmotik dengesizlikle ve nörotoksik etki oluşmaktadır (Clark vd., 1987).  $\alpha$ -cypermethrine maruz bırakılan *Poecilia reticulata* (Lepistes) balıklarında davranış değişimi 8 µg/L konsantrasyon gruplarında sonra gözlenmiştir. Gözlenen başlıca davranış değişimleri; denge kaybı, solunum zorluğu, hareketsiz kalma, yüzeyde çıkma, karın bölgesinde renk değişimidir (Yılmaz vd., 2004). Bu çalışmada belirlenen davranış değişimlerine benzemektedir.

Lethal konsantrasyon deneylerinde konsantrasyon gruplarına davranış değişimleri verilen konsantrasyonuna bağlı olarak, konsantrasyon verilmesinden sonra 30 dakika sonra gözlenmiştir. Yoğun konsantrasyon içeren bazı durumlarda daha küçük balıklarda ani ölümler gözlenirken, daha büyük balıklarda operkül hareketlerinde düzensizlik, yüzgeçlerin düzensiz hareketleri, ağzın devamlı açık kalması gibi davranış değişimleri

gözlenmiştir. Benzer çalışmalarda da pestisitlerin balık davranışlarını etkilemesi gözlenmiştir (Kaur ve Dua, 2015).

$\alpha$ -Cypermethrin maruz kalan *C. carpio* farklı enzimlerin (Aspartat aminotransferaz (AST), Alanin aminotransferaz (ALT) ve Glutamat Dehidrojenaz (GDH) etkilendiği belirlenmiştir (Al-Ghanim, 2014). Ayrıca  $\alpha$ -cypermethrine sublethal seviyelerine maruz kalan balıklar, toplam eritrosit sayısı, hemogloblin içeriği ve hematokrit değerleri ve toplam lökosit sayısında zaman ve konsantrasyon bağımlı azalma olmaktadır (Adhikari vd., 2004). Bu çalışmada konsantrasyon gruplarında ilk 2 saat içinde 100 ppm grubunda önemli mortalite (Tablo 1) görülmesinin bir nedeni  $\alpha$ -cypermethrin biyokimyasal ve hücrel etkisi olabilir.

Cypermethrinin sazan larvalarında akut toksik etkisi araştırılmıştır (Tablo 2). Sazan larvaları için cypermethrinin 96 saatlik  $LC_{50}$  değeri 0,809  $\mu\text{g/L}$  bulunmuştur Sazan embriyoların 0,0001  $\mu\text{g/L}$  cypermethrinin maruz kaldığında, yumurta çıkışın % 87,4 iken 8  $\mu\text{g/L}$  konsantrasyonda bu oran % 23,5, düşmektedir (Aydın vd., 2005).  $\alpha$ -Cypermethrinin akut toksik etkisi larva safhada yavru bireylere göre daha fazladır ve daha düşük  $LC_{50}$  değerine sahiptir (Yucel ve Ozkul, 2016).

$\alpha$ -Cypermethrinin farklı organizmalarda farklı  $LC_{50}$  değerlerine sahiptir.  $\alpha$ -Cypermethrin'in 96 saatlik  $LC_{50}$  değerleri, kabuklular için 0,03  $\mu\text{g/L}$  'den, kadar düşerken bazı larva için 9,0  $\text{g/L}$ 'ye kadar artmaktadır. Bazı pestisitlerin aynalı sazan için  $LC_{50}$  değerleri Tablo 2'de verilmiştir (Atamanalp ve Yanık, 2001).

**Tablo 2.** Bazı pestisitlerin aynalı sazan (*C. carpio*) için belirlenmiş olan  $LC_{50}$  değerleri (Atamanalp ve Yanık, 2001)

| Pestisit türü   | $LC_{50}$ değeri ( $\mu\text{g/L}$ ) |
|-----------------|--------------------------------------|
| Lindane         | 0,11                                 |
| Metil parathion | 6,75                                 |
| Bakır sülfat    | 10,51                                |
| 2.4-D           | 637,24                               |

Yapılan bir çalışmada cypermethrin'e duyarlılık sırası şu şekildedir: Aquatik böcek (*Diaptomus forbesi*), aquatik böcek (*Ranatra filiformis*) sazan (*Cyprinus carpio*), kurbağa (*Bufo melanostictus*) oligoket larvası (*Branchiura sowerbyi*) (Saha ve Kaviraj, 2008).

Farklı balık türlerinde sis-sipermetrin toksik etkileri ( $LC_{50}$ ) değeri 2,0  $\mu\text{g/L}$  (96 saat) *Salmo salar* için 6,0  $\mu\text{g/L}$  *Salmo gairdneri* için 9,0  $\mu\text{g/L}$  (24 saat) ve 8,0  $\mu\text{g/L}$  (48 saatlik) sivrisinek balıkları için (*Gambusia affinis*) ve 10,0  $\mu\text{g/L}$  (24 saat) ve *Cyprinodon macularius* için 6,0  $\mu\text{g/L}$  (48-saat) olarak hesaplanmıştır. *Barbus choloensis* için  $\alpha$ -cypermethrinin 24 saatlik  $LC_{50}$  değerini 20,0  $\mu\text{g/L}$  belirlenmiştir. *Oncorhynchus mykiss*  $\alpha$ -cypermethrinin için 96 saatlik  $LC_{50}$  değeri 2,8  $\mu\text{g/L}$  olarak hesaplanmıştır (Begum, 2007). Aynalı sazanda diğer önemli bir sentetik piretiroid olan deltametrinin lethal konsantrasyon 50 değeri 24, 48, 72 ve 96 saatlik periyotlar için 9,41, 4,47, 2,37 ve 1.65  $\mu\text{g/L}$  olarak belirlemişlerdir (Smith ve Stratton, 1986; Çalta ve Ural, 2004). Bu çalışmada deneyler sonunda hesaplanan  $LC_{50}$  sonuçları diğer araştırmacıların farklı balıklar için hesapları ile uyum içindedir. Bu çalışmada 96 saatlik lethal konsantrasyon değeri 1,034  $\mu\text{g/L}$  olarak bulunmuştur. Bu çalışmada yavru sazanların erginlere göre  $\alpha$ -cypermethrinden daha fazla etkilenmektedir.

$\alpha$ -Cypermethrinin *P. reticulata* (Lepistes) için 96 saatlik LC<sub>50</sub> değeri 9,43 µg/L olarak belirlenmiştir (Yılmaz vd., 2004). Buna karşın *Oreochromis niloticus* için  $\alpha$ -cypermethrinin 96 saatlik LC<sub>50</sub> değeri ise 5.99 µg/L olarak hesaplanmıştır (Sarıkaya,2009). Diğer bir araştırmada 24 ve 48 saatlik LC<sub>50</sub> *Ceriodaphnia dubia* için sırasıyla 2,50 (1,84–3,40) ve 0,23 (0,14–0,39) (µg/L) olarak belirlenmiştir (Shen vd., 2012). Farklı türlerin  $\alpha$ -cypermethrin için akut etkisinin karşılaştırıldığı bir araştırmada 96 saatlik lethal konsantrasyon karşılaştırılmış ve akut toksik etki ***Oncorhynchus mykiss*>*Oreochromis niloticus*>*Poecilia reticulata*** olarak belirlenmiştir. Tatlısu balıklar için  $\alpha$ -cypermethrinin LC<sub>50</sub> değeri 0,7 - 350 µg/L arasında değişmektedir (Özkaya vd., 2013). Türler arasında lethal konsantrasyon değerleri farklılık bulunmaktadır. Bu araştırmada bulunan sonuçlar sazan yavrularında  $\alpha$ -cypermethrinin düşük düzeyde bile akut toksik etkiye neden olduğu göstermektedir. Faklı LC<sub>50</sub> değerlerinin tür, cins, ortam şartları ve ergin ve yavru farkından kaynaklanabilir.

$\alpha$ -Cypermethrin sucul ekosistemler yalnız ergin balıkları değil larva ve toksik etki göstermektedir. Bu etki yumurta larva safhasında daha fazla iken ergin balıklar daha yüksek LC<sub>50</sub> değerine sahiptir. Bu pestisitlerin tarımda ve/veya sivrisinek popülasyonlarının kontrolü için kullanılmasının sucul organizmaların akut toksik etkisi göz ardı edilmemelidir. Özellikle erken gelişim safhalarında akut etkisi yüksek olan bu pestisitlerin kullanımı azaltılmalı, daha az toksik etkisi olan grupları tercih edilmeli, ilaçlama yaparken su kaynaklarına ulaşması mümkün olduğunca engellenmeli, ilaçlama bittikten sonra da ilaçlama donamını ve boş ilaç ambalajlarının su kaynaklarında temizlenmesinin önüne geçilmesi gerekmektedir. Bunun yanında kullanılan tüm pestisitlerin akut toksik etkisinin araştırması hem erginlerde hem de yavru ve yumurtalarda gereklidir.

## KAYNAKLAR

- Adhikari, S., Sarkar, B., Chatterjee, A., Mahapatra, C. & Ayyappan S. (2004). Effects of cypermethrin and carbofuran on certain hematological parameters and prediction of their recovery in a freshwater teleost, *Labeo rohita* (Hamilton). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 58(2),220-226.
- Al-Ghanim, K.A. (2014). Effect of cypermethrin toxicity on enzyme activities in the freshwater fish *Cyprinus carpio*. *African Journal of Biotechnology* 13(10).
- Alam, M.K. & Maughan O.E. (1992). The effect of malathion, diazinon, and various concentrations of zinc, copper, nickel, lead, iron, and mercury on fish. *Biological Trace Element Research* 34(3),225-236.
- Atamanalp, M. & Cengiz, M. (2002). Bir sentetik piretroit insektisit (cypermethrin)'in subletal dozlarının *Capoeta capoeta capoeta* (Güldenstaedt, 1772)'da hemoglobin, hematokrit ve sediment seviyeleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Su Ürünleri Dergisi* 19(1-2),169-175.
- Atamanalp, M. & Yanık, T. (2001). Pestisitlerin cyprinidae'lere toksik etkileri. e.u. *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 18(3), 555 – 563
- Aydın, R., Köprücü, K., Dörücü, M., Köprücü, S.Ş. & Pala, M. (200). Acute toxicity of synthetic pyrethroid cypermethrin on the common carp (*Cyprinus carpio* L.) embryos and larvae. *Aquaculture International* 13(5),451-458.
- Begum, G. (2007). Cypermethrin-induced biochemical perturbations in freshwater fish *Clarias batrachus* at sublethal exposure and after released into freshwater. *Drug and Chemical Toxicology* 30(1),55-65.
- Bervoets, L., Van Campenhout, K., Reynders, H., Knapen, D., Covaci, A. & Blust, R. (2009). Bioaccumulation of micropollutants and biomarker responses in caged carp (*Cyprinus carpio*). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72(3),720-728.

- Clark, J.R., Patrick, J.M., Moore, J.C. & Lores, E.M. (1987). Waterborne and sediment-source toxicities of six organic chemicals to grass shrimp (*Palaemonetes pugio*) and amphioxus (*Branchiostoma caribaeum*). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 16(4),401-407.
- Çalta, M. & Ural, M.S. (2004). Acute toxicity of the synthetic pyrethroid deltamethrin to young mirror carp, *Cyprinus carpio*. *Fresenius Environmental Bulletin* 13(11),1179-1183.
- Güner, U. (2009). Determination of lambda-cyhalotrin (Tekvando 5EC) 96 hour lethal concentration 50 at *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853). *Journal of Fisheries Sciences* 3(3),214-219.
- Güner, U. (2012). Determination of 24-and 48-hour L [C. sub. 50] values of diazinon in *Gambusia affinis* (baird & girard, 1853). *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology* 63(2),32-33.
- Halappa, R. & David, M. (2009). Behavioural responses of the freshwater fish, *Cyprinus carpio* (Linnaeus) following sublethal exposure to chlorpyrifos. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 9(2),233-238.
- Ibrahim, A.T.A. & Harabawy, A.S.A. (2014). Sublethal toxicity of carbofuran on the African catfish *Clarias gariepinus*: Hormonal, enzymatic and antioxidant responses. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 106, 33-39.
- Kişisel, D. (2006). Balık Üretimi ve Balıklandırma Politikası. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu:61-68.
- Miranda, A.L., Roche, H., Randi, M.A.F., Menezes, M.L. & Ribeiro, C.A.O. (2008). Bioaccumulation of chlorinated pesticides and PCBs in the tropical freshwater fish *Hoplias malabaricus*: Histopathological, physiological, and immunological findings. *Environment International* 34(7), 939-949.
- Özkaya, G., Çeliker, A. & Koçer-Giray, B. (2013). İnsektisit zehirlenmeleri ve Türkiye'deki durumun değerlendirilmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi* 70(2),75-102.
- Saha, S. & Kaviraj, A. 2008. Acute toxicity of synthetic pyrethroid cypermethrin to some freshwater organisms. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 80(1), 49-52.
- Sarıkaya, R. (2009). Investigation of acute toxicity of alpha-cypermethrin on adult nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 9(1).
- Shen, M-F., Kumar, A., Ding, S-Y. & Grocke, S. (2012). Comparative study on the toxicity of pyrethroids,  $\alpha$ -cypermethrin and deltamethrin to *Ceriodaphnia dubia*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 78, 9-13.
- Smith, T.M. & Stratton, G.W. (1986). Effects of synthetic pyrethroid insecticides on nontarget organisms. *Residue Reviews*. Springer. p. 93-120
- Toros, S., Maden, S. & Sözeri, S. (2001). Pest Management Techniques and Pesticides. University of Ankara Press, Ankara/Turkey,(In Turkish).
- Yılmaz, M., Gül, A. & Erbaşlı, K. (2004). Acute toxicity of alpha-cypermethrin to guppy (*Poecilia reticulata*, Pallas, 1859). *Chemosphere* 56(4),381-385.
- Yucel, G. & Ozkul, I.A. (2016). Pathomorphological evaluation of toxic effect of cypermethrin and cyphenothrin in common carp. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 63(4),401-406.