



**Araştırma Makalesi /Research Article**

**Esbiothrin'in Lepistes Balıkları (Poecilia reticulata) Üzerine Akut Toksik Etkisinin Belirlenmesi**  
**[Determination of Acute Toxicity of Esbiothrin on Guppy (Poecilia reticulata)]**

Ayşegül Öcal Deniz<sup>1</sup>, Aysel Çağlan Günel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri ABD, Ankara

**ÖZ**

**Amaç:** Bu çalışmada, tarımsal zararlılarla mücadele, veteriner-hayvancılık ile sıtma gibi hastalık yapıcı diğer zararlılarla mücadele etmek amacıyla kullanılan yağmur suları, yüzey akışları ve direkt su ortamına uygulamalar sonucu sucul ekosisteme bulaşabilen sentetik piretroid grubu pestisitlerden esbiothrinin balıklar üzerinde akut toksisitesi araştırılmıştır.

**Gereç ve Yöntemler:** Çalışmada balık türü olarak OECD tarafından biyodenyelerde standart canlılar arasında yer alan lepestes (*Poecilia reticulata*) seçilmiştir. Deneyler, ön deney ve asıl deney olmak üzere iki aşamalı olarak yapılmıştır. Her bir deneyde altı farklı esbiothrin konsantrasyonu, iki kontrol grubu kullanılmıştır. 96 saat sürdürülen deneyler, statik yöntem kullanılarak üç seri halinde yürütülmüştür. LC50 değerleri, Finney'in probit analiz yöntemi baz alınarak U.S. EPA bilgisayar programına göre hesaplanmıştır. Asıl deneyler boyunca her bir konsantrasyondaki lepestes balıklarının davranış değişiklikleri gözlenmiştir. Lepisteslerde esbiothrine maruz kalma sonucu makroskobik olarak gözlenebilen klinik semptomlar incelenmiştir.

**Bulgular:** Esbiothrinin [(RS)-3-allyl-2-methyl-4-oxocyclopent-2-enyl (1R, 3R)-2,2 dimethyl -3-(2-methylprop-1-enyl) cyclopropanecarboxylate] lepestes balıklarında 24, 48, 72 ve 96 saat sonunda %95'lik güven sınırında LC50 değerleri sırasıyla 173,57 (137,10-229,86) µg/L, 129,83 (98,33-162,27) µg/L, 106,71 (79,59-132,76) µg/L, 91,55 (67,19-115,78) µg/L olarak saptanmıştır. Ölen balıkların bazılarında kontrol grubuna göre karınlarında şişkinlik ve yüzgeçlerinin dip kısmında hafif kanama görülmüştür.

**Sonuç:** Pestisit imalatına izin verilmeden önce ekosisteme ve hedef olmayan organizmalar üzerinde etkilerinin detaylı incelenmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyodeny, esbiothrin, sentetik piretroid, lepestes, *Poecilia reticulata*, akut toksisite

**Abstract**

**Objectives:** Esbiothrin, a synthetic piretroid pesticide contaminating aquatic ecosystems as a result of agricultural facilities and human health issues can be reached. through rain and drain water, was investigated in the present study.

**Material and Methods:** Guppy (*Poecilia reticulata*), standart species for bioassays according to OECD, was selected as a test animal for determination of the acute toxicity of esbiothrin. Experiments were conducted in two stages as range finding test and main test. In each experiment, six different esbiothrin concentrations and two control groups have been used. The experiment has been carried out with static bioassay method on three series during 96 h. Datas were evaluated using the U.S.E.P.A. LC50 computer program based on Finney's Probit Analysis Method. During the main tests, the behavioral changes of guppy in each concentration were observed. In addition, macroscopic signs were also evaluated after exposure to esbiothrin.


**Results:** According to bioassay results 24, 48, 72 and 96 h LC50 (95% confidence limits) values for guppy exposed to esbiothrin [(RS)-3-allyl-2-methyl-4-oxocyclopent-2-enyl (1R, 3R)-2,2 dimethyl -3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate] were 173.57 (137.10-229.86) µg/L, 129.83 (98.33-162.27) µg/L, 106.71 (79.59-132.76) µg/L, 91.55 (67.19-115.78) µg/L, respectively. It has been observed that, contrary to control group, guppy exposed to different concentrations of esbiothrin were swimmmed upside down, crowded at the water surface of the aquarium, some of them moved rapidly or slowly before death, and showed abnormal swimming. After death, some fish had swollen abdomen and hemorrhage at the base of the fins.

**Conclusion:** Before pesticide manufacturing is allowed, its effects on the ecosystem and on non-target organisms need to be studied in detail.

**Key Words:** Bioassay, esbiothrin, synthetic pyrethroid, guppy, *Poecilia reticulata*, acute toxicity

İletişim adresi/Address for Correspondence:

Ayşegül Öcal Deniz  <http://orcid.org/0000-0001-6441-8404>

Aysel Çağlan Günel  <https://orcid.org/0000-0002-9072-543X>

E-mail: [aysegul.ocal@gmail.com](mailto:aysegul.ocal@gmail.com)

Geliş Tarihi/Received: 09 Eylül 2019. Kabul tarihi /Accepted: 12 Mart.2020. Çevrimiçi yayın / Published online: 30 Haziran 2020

## GİRİŞ

Nüfus artışına koşut olarak azalan tarım toprakları nedeniyle birim alandan alınacak ürün miktarının artırılması amacıyla gübreleme, ilaçlama ve sulama gibi kültürel önlemler alınmaktadır. Bu işlemler bilinçli ve kontrollü olarak bir şekilde uygulanmadığı takdirde su kirliliğine yol açabilmektedir. Özellikle tarımsal ilaçlar (pestisitler) içme sularına ve çok çeşitli yollarla (yağmur suları, drenaj suları, yüzey akışları ve sulama sularına karışarak suda yaşayan canlılara veya su kanallarında yaşayan bitkilere karşı yapılan ilaçlamalarla yerleşim bölgelerinde kanalizasyon ve lağım sularına pestisitlerin karışmasıyla ve pestisit imalat artıklarının deşarji) akuatik ekosistemlere bulaşabilmektedirler<sup>1</sup>. Ayrıca, doğrudan suya yapılan uygulamalar sonucunda (örneğin; sivrisinek mücadelesinde) pestisitler su bitkileri veya dip çamurları tarafından tutulabilmektedir<sup>2</sup>. Bu maddelerin, akuatik ortamlarda yarattığı etkiler, organizma türü ve kimyasal yapılarına bağlı olarak değişmektedir<sup>3</sup>.

Ülkemizde tarım ilaçları yoğun olarak pest mücadelesinde kullanılmakta ve hedef organizma dışında su ve toprak başta olmak üzere bütün abiyotik ortama zarar verme riskleri taşımaktadır. Pestisitlerin su sistemlerine bulaşmaları sucul organizmalar, bilhassa balıklar için potansiyel tehlike oluşturmaktadır.

Organoklorlu, organofosforlu ve karbamatlı pestisitlerin ekolojik çevredeki uzun süreli olumsuz etkilerinin anlaşılması daha az kalıcılığı olan yeni nesil pestisitlerin kullanımının artmasına yol açmıştır. Bu nedenle, daha az kalıcı ve memeliler ile kuşlar için daha az toksik olan sentetik piretroid uygulamaları yaygınlık kazanmıştır. Ancak, piretroidlerin başta balık olmak üzere karides, istakoz vb. sucul canlılar için aşırı toksik oldukları çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir<sup>4,5</sup>. Esbiothrin ve diğer allethrin grubundaki sentetik piretroidler, memelilere ve/veya böceklere, periferik ve merkezi sinir sistemlerindeki sodyum kanallarıyla etkileşerek aksonlara toksik etki yapmaktadır. Toksik etki yapan tek bir dozda memelilerde titreme, yüksek heyecan, tükrük salgılanması ve paralizi görülür<sup>6</sup>.

Belirtiler oldukça hızlı bir şekilde açığa çıkar. Letal doz seviyelerinde siyatik sinirlerin aksonlarında şişmeler ve çatlamalar; miyelin dejenerasyonu gibi geçici değişikliklere sebep

olurlar<sup>7,8</sup>. Yapılan literatür taraması ışığında ülkemizde kullanım alanı olan sentetik piretroid grubu insektisitlerden biri olan esbiothrin ((IP) [(RS)-3-allyl-2-methyl-4-oxocyclopent-2-enyl (1R, 3R)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate] balıklar üzerine etkisine ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, OECD tarafından toksisite deneylerinde standart türler arasında bulunan lepestes (*Poecilia reticulata*) balıklarında esbiothrin olan insektisitinin akut toksik etkisi araştırılmıştır. Bu bağlamda 24, 48, 72, 96 saatlik LC50 değeri (balıkların %50'sini öldüren konsantrasyon) saptanmıştır. Deneyler esnasında balıkların davranışları ve kimyasal maddenin balık üzerinde yaratacağı klinik işaret gösteren makroskopik bulgularda gözlenmiştir. Çalışmadan elde edilecek sonuçlar doğal sulara karışan bu maddenin hangi konsantrasyonlardan itibaren balıklar üzerinde nasıl etki gösterdiğini belirleyerek çevre sağlığı açısından bir ön bilgi oluşturmaktadır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

### Balıkların temini

Bu çalışmada, klinik olarak sağlıklı lepestes (*Poecilia reticulata*) balığı kullanılmıştır. Lepestes balığı biyodeneysel çalışmalarda standart test balığı olması nedeniyle tercih edilmiştir<sup>9,10</sup>. Ortalama 3 cm boyunda erkek lepestes (*Poecilia reticulata*), balıkları akvaryum üreticisinden temin edilmiştir. Deneylerde 300 balık kullanılmıştır. Birbirine yakın boy ve ağırlıkta olan balıklar tercih edilmiştir. Balıklar temin edildikten sonra içerisinde 1/3 su, 2/3 hava içeren plastik balık taşıma torbalarında, 30 dakika içerisinde deney ortamına getirilmiştir. Balıklar önce stok akvaryum suyunda su sıcaklığındaki değişimi minimize etmek ve akvaryuma balıkların adaptasyonunu kolaylaştırmak için taşıma torbası ile 30-35 dakika boyunca bırakılmış, daha sonra torbanın ağzı kesilerek açılmak suretiyle balıkların akvaryum suyuna geçmeleri sağlanmıştır.

### Deney akvaryumları

Deneylerde kullanılan akvaryumlar içerisinde 10 L su bulunan yaklaşık 15 L hacimli 8 adet akvaryumdur. Akvaryumlarda merkezi havalandırma uygulanmış ve termostatlı ısıtıcılar ve termometre kullanılarak su sıcaklığı 22±1°C' de sabit tutulmuştur. Çözünmüş oksijen değeri 7,5-7,57 mg/L olarak tespit edilmiştir.

**Pestisit materyali**

Biyodenyelerde toksik madde olarak aerosol, mat, spiral ve sıvı buhar halinde sivrisinek kovucu olarak evlerimizde yaygın şekilde kullanılan allethrin grubu sentetik piretroidlerden esbiothrin (%95.6) kullanılmıştır. Esbiothrin [(RS)-3-allyl-2-methyl-4-oxocyclopent-2-enyl (1R,3R)-2,2dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl) cyclopropanecarboxylate] (CAS No: 260359-57-5) Hacettepe Üniversitesi İnsektisit Test Laboratuvarı'ndan temin edilmiştir. Madde ön deney ve ana deney için aseton ile seyreltilip cam balonlar içinde +4°C'de saklanmıştır.

**Deney ortamı ve adaptasyon süresi**

Balıkların deney ortamına adaptasyonunun sağlanması için deney başlamadan 15 gün önce deney ortamlarına yerleştirilmiştir. Balıkların boyları ölçülüp ve ağırlıkları hassas terazi vasıtasıyla tartıldıktan sonra deney akvaryumlarına rastgele stoklanmışlardır (10 balık/akvaryum). Adaptasyon süresi esnasında balıklar günde vücut ağırlıklarının %2'si oranında lepestes için ticari hazırlanmış pul yemle beslenmişlerdir. Adaptasyon süresince balıklar yemlendikten iki saat sonra sifonlama yöntemi ile metabolizma artıkları ortamdaki uzaklaştırılarak taze dinlenmiş su eklenmiştir.

**Deneyin gerçekleştirilmesi**

Tüm biyodenyeler, ZSF tayini yöntemi APHA, OECD, TSE, ISO ve FAO'nun yöntemlerine göre yapılmıştır<sup>11,12</sup>. Statik yöntem kullanılarak gerçekleştirilen deneyler iki aşamalı olarak yürütülmüştür.

a) Ön Deney: 24 saat süreli ön deneylerde 1, 1/10, 1/100, 1/1000 gibi geniş konsantrasyon aralıkları kullanılarak<sup>13</sup> ana deneyin konsantrasyonlarını saptamada baz alınabilecek değerler tespit edilmiştir. %100 ölüm görülen en düşük konsantrasyon ve %0 ölüm görülen (ölüm görülmeyen) en yüksek konsantrasyon aralığı belirlenmiştir<sup>14</sup>.

b) Ana Deney: 96 saatte statik yöntem kullanılacak bu deneyde, ön deney sonucu elde edilen verilerin ışığı altında geometrik seri hesaplanmıştır. Deneyin yapıldığı şekil ve şartlarla birlikte yürütülen iki farklı kontrol grubu kullanılmıştır. Birinci kontrol grubuna kullanılan maksimum aseton miktarı eklenmiş, ikinci kontrol grubu hiçbir kimyasal madde katılmamıştır<sup>11</sup>. Deneyde %95'lik güven sınırının belirlenmesinde her konsantrasyon üç tekrerrürlü olarak yapılmış ve her akvaryuma 10

balık stoklanmıştır<sup>14</sup>. Esbiothrin verilme esnasında havalandırma durdurulmuş, akvaryumlara otomatik pipetler yardımıyla verilmiş ve cam bagetlerle karıştırılarak suda dağılması sağlanmıştır.

**Deney süresi ve gözlemler**

Bütün deneyler 96 saat sürdürülmüştür. Her deneyde dozlamadan sonra ilk 8 saat balıklar davranış, genel durum ve ölüm için devamlı gözlenmiş, daha sonra 12 saatlik periyotlarda gözlemlere devam edilerek ölü balıklar sayılarak ortamdaki uzaklaştırılmıştır.

**Deney sonuçlarının değerlendirilmesi**

Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi Finney'in Probit analiz yönteminin değişik "trimmed Spearman-Kärber" istatistik metoduna göre yapılmıştır<sup>15</sup>. Bilgisayar ortamındaki analizler ise E.P.A.'nın geliştirdiği LC50 programının versiyon 1.00'i kullanılmıştır.

**BULGULAR****Öndeneysel Sonuçlarına İlişkin Bulgular**

24 saat sürdürülen bu deneyde 2,5, 25, 250 ve 2500 µg/L esbiothrin konsantrasyonları ile iki kontrol grubu kullanılmıştır. %100 ölüm görülen en düşük konsantrasyon 250 µg/L ve ölüm görülmeyen en yüksek konsantrasyonu ise 25 µg/L olarak belirlenmiştir. Ön deney sonuçları ışığında ana deney konsantrasyonları 25, 50, 100, 150, 200, 250 µg/L olarak saptanmıştır.

24, 48, 72 ve 96 saat süreyle esbiothrin konsantrasyonuna maruz kalan lepesteslerde probit analizi sonucu elde edilen sonuçlar Tablo 1, 2 ve 3'de sırasıyla gösterilmektedir.

**Tablo 1.** 24 saatlik tahmini LC50 değerleri ve %95'lik güven sınırları

Tablo 1:		Alt sınır	Üst sınır
Nokta	Kons.	%95 güven sınırları	
LC1	53,6389	11,6477	83,5286
LC5	75,6588	25,5538	105,4482
LC10	90,8874	38,6275	120,0825
LC15	102,8627	50,8148	131,7014
LC50	173,5651	137,0987	229,8576
LC85	292,8646	223,4597	664,0565
LC90	331,4519	244,2979	876,3696
LC95	398,166	277,456	1328,295
LC99	561,622	349,466	2920,803

**Tablo 3 ve 4.** 72 ve 96 saatlik tahmini LC50 değerleri ve %95'lik güven sınırları

Tablo:3		Alt sınır	Üst sınır
Nokta	Kons.	%95 güven sınırları	
LC1	33,9531	11,7166	52,5909
LC5	47,4842	21,0697	67,2297
LC10	56,7827	28,7019	76,9226
LC15	64,0671	35,2713	84,4562
<b>LC50</b>	<b>106,7082</b>	<b>79,5860</b>	<b>132,7599</b>
LC85	177,7298	142,0360	263,8496
LC90	200,5299	157,7110	320,6127
LC95	239,7981	182,3385	432,2242
LC99	335,3635	235,3606	769,7736

**Tablo 2.** 48 saatlik tahmini LC50 değerleri ve %95'lik güven sınırları

Tablo 2:		Alt sınır	Üst sınır
Nokta	Kons.	%95 güven sınırları	
LC1	39,3589	11,7157	61,8658
LC5	55,8303	31,9104	79,3830
LC10	67,2696	95,6232	91,0474
LC15	76,2875	40,1769	100,1720
<b>LC50</b>	<b>129,8316</b>	<b>98,3257</b>	<b>162,2728</b>
LC85	220,9568	174,6426	362,2025
LC90	250,5776	193,3762	453,1313
LC95	301,9196	223,0501	636,6689
LC99	428,2710	287,6617	1221,0261

Tablo:4		Alt sınır	Üst sınır
Nokta	Kons.	%95 güven sınırları	
LC1	26,8371	9,3683	42,4560
LC5	38,4451	17,1269	55,4842
LC10	46,5663	23,5303	64,2526
LC15	52,9964	29,0784	71,1310
<b>LC50</b>	<b>91,5547</b>	<b>67,1930</b>	<b>115,7750</b>
LC85	158,1667	124,4517	235,0970
LC90	180,0070	139,5100	286,9157
LC95	218,0317	163,4856	389,5372
LC99	312,3384	216,0778	704,1514

### Balık Davranışları ve Makroskobisine İlişkin Bulgular

Bu çalışmada yapılan üç seri deneyde akvaryum suyuna esbiothrinin ilave edilmesini takiben ilk 8 saat sürekli daha sonra 12 saatte bir balık davranışları, balık üzerinde görülebilecek makroskobik bulgular incelenmiş ve ölen balıklar kaydedilerek su kalitesini bozmaması amacıyla akvaryumdan uzaklaştırılmıştır. Akvaryum suyunda dozlamayı takiben yarım saat içerisinde yüksek konsantrasyonlarda balıkların sudan çıkmak için su yüzeyine kadar yüzip sonra kendini serbest bırakıp aşağı yüzdüklerine rastlanmıştır. 100 µg/L'de balıkların hareketlerinin yavaşladığı görülmüştür. Ölüm öncesi ters yüzmeye izlenmiştir. 150 µg/L'de bazı balıkların kendini suyun dışına fırlatıp dibe serbest düşükleri gözlenmiştir. 200 µg/L'de ise balıklarda suyun dışından hava yutmaya çalışma davranışı gözlenmiştir. Su yüzeyine yakın hareketsiz halde asılı kalıp, bir müddet sonra akvaryum tabanına düşükleri gözlenmiştir. Ters yüzdükleri görülmüştür. Solunum hareketleri artmıştır. Ölen balıkların ağız ve operkulum kapakları açık vaziyettedir. Ölüm öncesi balıklarda sersemleme ve dipte yatma görülmüştür. 250 µg/L esbiothrin konsantrasyonunda lepisteslerin başlangıçta kendini suyun dışına kendini fırlatıp dibe serbest düşükleri, ters yüzdükleri, hareketsiz durdukları, çırpındıkları, solunum hareketlerinin önce artıp sonra azaldığı ve ölü gibi yattıkları gözlenmiştir. Ölüm öncesi sersemleme ve dipte yatma gözlenmiştir.

### TARTIŞMA

Bu çalışmada, sentetik piretroidlerden esbiothrinin lepistes (*Poecilia reticulata*) balıklarında ortalama letal dozu tespit edilmiş ve 96 saat sürdürülen akut deney esnasında toksik maddenin balık davranışları üzerine etkileri incelenmiştir. Deneyler sonucunda 24, 48, 72 ve 96 saatte LC50 değerleri % 95'lik güven sınırında sırasıyla 173,57 (137,10-229,86) µg/L, 129,83 (98,33-162,27) µg/L, 106,71M(79,59-132,76) µg/L, 91,55 (67,19-115,78) µg/L olarak belirlenmiştir. Deney sonuçları bu pestisit balıklar için yüksek derecede toksik etkili olduğu saptanmıştır. Esbiothrinin, balıklarda akut toksik etkisine ilişkin bilimsel bir çalışmaya rastlanmamıştır. Lepistes balıklarında sentetik piretroidlerle farklı

araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar, bu pestisit grubunun yüksek derecede toksik olduğunu göstermektedir. Polat vd<sup>16</sup> lepisteslerde beta cypermethrinin 48 saatlik LC50 değerini 21,4 µg/L, Viran vd<sup>17</sup> deltamethrinin 48 saatlik LC50 değerini 5,13 µg/L, Yılmaz vd<sup>18</sup> ise alpha cypermethrinin 96 saatlik LC50 değerini 9,43 µg/L olarak saptamışlardır. Giddings vd<sup>19</sup> sentetik piretroidlerden gamma cyhalothrin ve lambda cyhalothrin'in akut toksik etkilerini derledikleri çalışmada lepisteslerde 96 saatlik LC50 değerlerini sırasıyla 170 µg/L ve 2300 µg/L olarak saptadığını bildirmiştir.

Sentetik piretroidlerde farklı balık türlerinde yapılan çalışmalarda da yüksek toksik etkisi saptanmıştır. Smith and Stratton<sup>20</sup> sentetik piretroid insektisitlerin hedef olmayan organizmaların etkilerine yönelik yaptıkları çalışmalarda; piretroid insektisitlerin çok çeşitli balık türlerine toksik olduğunu belirtmiştir. Genellikle, EC formülasyonun; teknik ürünlere göre balıklara 2-9 kat daha toksik olduğu bildirilmiştir. Goodman vd<sup>21</sup>, *Atherinops affinis*'in erken hayat dönemlerinde fenvaleratın 96 saatlik LC50 değerini juvenil balıklarda 0,66 µg/l, Shires,<sup>22</sup> gökkuşuğu alabalığına piretroid insektisit olan WL 85871'in 96 saatlik LC50 değerini 2,8 µg/L, Jarvinen<sup>23</sup>, *Pimephales promelas*'in chlorpyrifosda 96 saatlik LC50 değerini 122,2; endrinde 0,7 ve fenvaleratda 0,85 µg/l, Golow ve Godzi<sup>24</sup>, *Oreochromis niloticus*'larda, 96 saatlik LC50 değerini 14,5 µg/L olarak saptamışlardır.

Çalışmamızda esbiothrine maruz kalan balıkların kontrol grubuna göre davranış değişiklikleri incelenmiştir. *Poecilia reticulata*'ya uyguladığımız esbiothrinin en düşük dozu olan 50 µg/L'de, balıklar normal davranışlar gösterirken doz 100 µg/l'ye arttığında itibaren davranış değişiklikleri başlamaktadır. 100 µg/l'de balıkların hareketlerinin yavaşladığı görülmüştür. Kontrolsüz serbest düşme hareketi bir iki balıkta görülmüş ilk 48 saat ölüm gözlenmemiştir. Daha yüksek dozlarda bazı balıkların kendini suyun dışına kendini fırlatıp dibe serbest düşükleri saptanmıştır. Balıklarda suyun dışından hava yutmaya çalışma davranışı gözlenmiştir. Su yüzeyine yakın hareketsiz halde asılı kalıp, bir müddet sonra akvaryum tabanına düşükleri

izlenmiştir. Solunum hareketleri artmıştır. Ölen balıkların ağız ve operkulum kapakları açık vaziyettedir. Yüzgeç tabanında kanama olan balığa rastlanmıştır. Balıkların, ters yüzdükleri, hareketsiz durdukları, çırpındıkları, solunum hareketlerinin önce artıp sonra azaldığı ve ölü gibi yattıkları gözlenmiştir. Ölen bir balıkta omurga eğriliği, iki balıkta da karın şişkinliği görülmüştür. Literatürde esbiothrine maruz kalan balıkların davranış değişikliklerine ilişkin bir çalışmaya rastlanmazken, farklı sentetik piretroidlere maruz kalan lepisteslerde de benzer davranış değişikliklerine rastlanmıştır. Smith and Stratton, hedef olmayan organizmalara sentetik piretroid insektisitlerin etkisini incelemiştir. Fenvalerat ve permethrine subletal seviyede maruz kalan balıklarda davranış değişiklikleri; hızlı solungaç hareketleri, dengesiz yüzmeler, su yüzeyinde yüzmeler görüldüğünü saptanmıştır<sup>20</sup>. Zirai ilaçlar, su ve toprak başta olmak üzere bütün abiyotik ortamı kirletirler. Pestisitlerin su sistemlerine bulaşmaları, sucul organizmalar, bilhassa balıklar için potansiyel tehdit oluşturmaktadır. Toksik ilaçlar sudaki besin zincirinin son halkası olan balıkları etkilediği gibi, balık dokularındaki birikimi sonucu bu canlılarla beslenen diğer canlılarda da toksik etkiye sebep olmaktadır. Özellikle bu çalışmada kullanılan esbiothrin balıklara oldukça toksiktir. Bu çalışma ile diğer sentetik piretroidlerde olduğu gibi esbiothrinin sucul ekosistemde hedef olmayan organizmalardan balığa yüksek derecede toksik olduğu belirlenmiştir. Ancak, memelilere toksisitesinin düşük olduğu bilinmektedir. Bu durumda yapılması gereken çeşitli pestisitlerin canlılar üzerindeki akut ve kronik toksisiteyle, dokulardaki birikimiyle ilgili araştırmaları arttırmaktır.

## SONUÇ

Çalışma bulgularını genellediğimizde pestisit kullanım bilincinin artırılmasının şart olduğu bir kez daha açığa çıkmıştır. Bu bağlamda alınması gereken önlemler şu şekilde özetlenebilir;

- Tarım kesiminde çalışanların pestisitler ve kullanımları konusunda yeterince aydınlatılması,
- Pestisit alım ve satımının sıkı denetim altında yapılması,
- Pestisit imalatına izin verilmeden önce ekosisteme ve hedef olmayan organizmalar üzerinde etkilerinin iyice incelenmesi,
- Özellikle su kesimlerine ulaşmamasına özel

önem gösterilmesi gerekmektedir.

### Etik Onay:-

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemektedir.

**Finansal Destek:** Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü 18/2010-01 kodlu proje ile kısmi olarak desteklenmiştir.

**Ethical Approval:** -

**Conflict of Interest:** authors declared no conflict of interest.

**Financial Support:**

## KAYNAKLAR

1. Post, G., "Textbook of Fish Health", USA: T. F. H. Publications (1987).
2. Toros, S., Maden, S., "Tarımsal Savaşım Yöntem ve İlaçları", Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay., No: 1222 Ders Kitabı No: 352, S. 332 (1991).
3. Atamanalp, M., Yanık, T., "Pestisitlerin Cyprinidae'lere Toksik Etkileri". E. Ü. Su Ürün. Der. 18: (3-4) 555-563 (2001).
4. Karakaya, M. and Boyraz, N. "Gıda Kirlenmesinde Pestisitler ve Korunma Yolları", Ekoloji Çevre Dergisi, Sayı 4, 11-15 (1992).
5. "Gübre ve Tarım ilaçları" Devlet Planlama Teşkilatı, "9. Beş Yıllık Kalkınma Planı Kimya Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT, Ankara, (2008).
6. Mercan U., "Bioallethrinlerin Sağlık Üzerine Olumsuz Etkileri", Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Farmakoloji-Toksikoloji AD, Van, (2007).
7. Casida, J.E., Gammon, D.W., Glickman, A.H. and Lawrence, L.J., "Mechanism of selective action of piretroid insecticides", Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol., 23, 413- 438 (1983).
8. Dorman, D.C. and Beasley, R., "Neurotoxicology of pyrethrin and the piretroid insecticides", Vet. Hum. Toxicol., 33(3), 238-43 (1991).
9. Greenberg, A. E., Trussell, R. R. and Clesceri, L. S., "Standart methods for the examination of water", 16. edition, APHA-AWWA-WPCF, Washington, 1269 (1985).
10. Resmi Gazete, "Su Kirliliği Kontrolü yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği", 7.1.1991 tarihli Resmi Gazete, Ankara, sayı 20748 (1991)
11. Anonymous, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 14th edition Washington. APHA, USA. (1975).
12. Anonymous, Biological Indicators and Their Use in The Measurement of the condition of The

- Environment. Gesamp Reports and Studies. No. 55  
UNEP. USA. 1-56 (1989).
13. Schäperclaus, W., *Fischkrankheiten*. Akademie Verlag., Berlin, 1-1089., (1979).
  14. Reish, D.L. and Oshida, P.S., *Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 10. Short - Term Static Bioassays*. FAO Fish Tech. Pap. (247): 17-33. (1987).
  15. Kesici, T. ve Kocabaş, Z. (1998), *Biyostatistik*, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayın No: 79. Ankara.
  16. Polat, H., Erkoc, F.U., Viran, R., Kocak, O. (2002) Investigation of acute toxicity of beta-cypermethrin on guppies *Poecilia reticulata* Chemosphere, 49 (1), pp. 39- 44. doi: 10.1016/s0045-6535(02)00171-6.
  17. Viran, R. Erkoc, F.U. Polat H. and Kocak, O. (2003) Investigation of acute toxicity of deltamethrin on guppies (*Poecilia reticulata*), *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 55 pp. 82–85. doi:10.1016/s0147-6513(02)00096-9
  18. Yılmaz M., Gul A., Erbasli K. (2004) Acute toxicity of alpha-cypermethrin to guppy (*Poecilia reticulata*, Pallas, 1859) *Chemosphere*, 56 (4), pp. 381-385. 10.1016/j.chemosphere.2004.02.034
  19. Giddings, J. M., Barber, I., Warren-Hicks (2009). Comparative aquatic toxicity of the piretroid insecticide lambda cyhalothrin and its isomer gamma cyhalothrin. *Ecotoxicology*. 18 (2): 239- 249. DOI: 10.1007/s10646-008-0277-y.
  20. Smith, T.M., and Stratton, G.W., Effects of synthetic piretroid insecticides on nontarget organisms, *Res. Rev.*, 97, 93-119 (1986). Doi: 10.1007/978-1-4612-4934-4\_4
  21. Goodman, L.R., Hemmer, M.J., Middaugh, D.P. and Moore, J.C., 1992, Effect of fenvalerate on the early life stages of topsmelt (*Atherinops affinis*), *Environ. Toxicol. Chem.*, 11, 409-14.
  22. Shires, S.W., 1985, Toxicity of a new piretroid insecticide, WL 85871, to rainbow trout, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 34, 134-37. doi: 10.1007/BF01609714.
  23. Jarvinen, A.W., Tanner, D.K. and Kline, E.R., (1988) Toxicity of chlorpyrifos, endrin, or fenvalerate to fathead minnows following episodic or continuous exposure, *Ecotox. Environ. Saf.*, 15, 78-95. 10.1016/0269-7491(88)90131-5
  24. Golow, A.A. and Godzi, T.A., (1994) Acute toxicity of deltamethrin and dieldrin to *Oreochromis niloticus* (Lin.), *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 52, 351-54. DOI: 10.1007/BF00197820