



## Araştırma Makalesi/Research Article

### Diflubenzuronun Tatlı Su Midyelerinde (*Unio delicatus* Lea, 1863) Akut Toksik Etkilerinin Belirlenmesi

### Determination of The Acute Toxic Effects of Diflubenzuron on Freshwater Mussels (*Unio delicatus* Lea, 1863)

Ayşenur Okatan<sup>1\*</sup>, Aysel Çağlan Günel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı Ankara, Türkiye

#### Öz

**Amaç:** İnekstisitler, bir veya birden fazla böcek türüne karşı geliştirilen ve böcekleri öldüren, zarar veren ya da uzaklaşmalarını sağlayan kimyasallardır. İnekstisitler, tarımda, kentsel bölgelerde, kamusal binalarda, endüstride ve evlerde sıklıkla kullanılmaktadırlar. İnekstisitlerin zararlı böceklerle karşı korunmada da yararlı olduğu düşünülse de çevre kirliliğine sebep olmaları, memelilerde dahil olmak üzere hedef olmayan canlılar üzerinde toksik etkiler göstermeleri ve her yıl inekstisit direncinin artması dolayısıyla farklı birçok olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Diflubenzuron (DFB) ( $C_{14}H_9ClF_2N_2O_2$ , CAS No: 35367-38-5) tüm dünyada ve Türkiye’de yaygın olarak kullanılan ve böcek gelişim düzenleyici (Insect Growth Regulator-IGR) kategorisinde bulunan bir çeşit inekstisittir. Ticari olarak dimilin adı altında satılmaktadır. Bu çalışma ile sucul ortamlar için biyoindikatör bir tür olan tatlı su midyesinde (*Unio delicatus* Lea, 1863) DFB’nin akut toksik etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Deneyler ön deney ve asıl deney şeklinde iki aşamalı yapılmıştır. Deneylerde farklı DFB konsantrasyonları ve iki kontrol grubu kullanılmıştır. Finney’in probit analiz yöntemi ile LC50 değerleri, U.S. EPA bilgisayar programına göre hesaplanmıştır. Ana deney esasında, tatlı su midyesinde kontrol grubuna göre farklı biyobelirteç seviyeleri gözlenmiştir.

**Bulgular:** Deneylerde, DFB’nin tatlı su midyelerinde (*Unio delicatus*) 24 ve 48 saatlik akut LC50 değerleri (%95 güven sınırları) 240.70 (177.11-337.87) ve 195.12 (141.44-262.64) mg/L olarak hesaplanmıştır.

**Sonuç:** DFB’nin sucul ekosistemde hedef olmayan organizmalardan tatlı su midyelerinde toksik etkileri olduğu görülmüştür. DFB’nin tatlı su kaynaklarına karışmaması için tedbirlerin alınması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** LC50, İnekstisitler, Böcek İlacı, Diflubenzuron, DFB, Tatlı Su Midyesi, *Unio delicatus*

#### Abstract

**Objective:** Insecticides are chemicals developed against one or more insect species that kill, damage, or drive away insects. Insecticides are frequently used in agriculture, urban areas, public buildings, industry, and homes. Although insecticides are thought to be useful in protecting against harmful insects, they also have many different negative effects due to their environmental pollution, their toxic effects on non-target organisms, including mammals, and the increase in insecticide resistance every year. Diflubenzuron (DFB) ( $C_{14}H_9ClF_2N_2O_2$ , CAS No: 35367-38-5) is a kind of insecticide that is widely used all over the world and in Turkey and is in the category of insect growth regulator (IGR). It is commercially sold under the name of dimilin. In the present study, it is aimed to investigate the acute toxic effects of DFB in freshwater mussels (*Unio delicatus* Lea, 1863), the bioindicator species for aquatic ecosystems.


**Materials and Methods:** The experiments were conducted in two stages with preliminary experiments and main experiments. Different DFB concentrations and two control groups were used in the experiments. LC50 values were calculated according to the U.S. EPA computer program as Finney's probit analysis method. During the main experiment, behavioral changes were observed in freshwater crayfish according to the control group.

**Results:** In the experiments, 24- and 48-hour acute LC50 values (95% confidence limits) in freshwater mussels (*Unio delicatus*) of DFB were calculated as 240.70 (177.11-337.87) and 195.12 (141.44-262.64) mg/L.

**Conclusion:** DFB has been found to be having toxic effects on freshwater mussels, non-target organisms in the aquatic ecosystem. Measures should be taken to prevent DFB from interfering with water bodies.

**Key Words:** LC50, Insecticide, Diflubenzuron, DFB, Freshwater Mussel, *Unio delicatus*

#### İletişim adresi/Address for Correspondence:

Aysel Çağlan Günel  <http://orcid.org/0000-0002-9072-543X>  
Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı Ankara, Türkiye  
E-mail: caglangunal@gazi.du.tr

## GİRİŞ

Diflubenzuron, tüm dünyada ve Türkiye’de yaygın olarak kullanılan ve böcek gelişim düzenleyici (Insect Growth Regulator-IGR) kategorisinde bulunan bir çeşit insektisittir<sup>1</sup>. Ticari olarak dimilin adı altında satılmaktadır<sup>1</sup>. ABD’de pamuk böceği, çizgili pamuk yaprak kurdu, kadife fasulye tırtılı gibi ekinlere zarar veren böceklerin yanı sıra ormanlarda yetişen bazı tür ağaçlara zarar veren böceklere karşı da kullanılmaktadır<sup>1,2</sup>. Diflubenzuron ayrıca ABD gibi bazı ülkelerde sivrisinekler aracılığıyla yayılan hastalıkların engellenmesini önlemek amaçlı da sivrisineklerin larvaları üzerinde kullanılmaktadır<sup>1,3,4,5</sup>. Türkiye’de ise özellikle pamuk, elma ve armut yetiştiriciliğinde, pamuk yaprak kurdu, elma içkurdu, elma ağkurdu, armut psillası ve armut yaprak galeri güvesi gibi haşerelere karşı kullanılmaktadır<sup>6</sup>. Diflubenzuron aynı zamanda kültür balıkçılığında da kullanılmaktadır<sup>7</sup>. Diflubenzuron gibi böcek gelişim düzenleyicisi böcek ilaçlarının kullanımının çevrede ve odak olmayan canlılar üzerinde en az etkiye sahip olduğu düşünülmektedir<sup>3,8</sup>. Bu sebeple bu maddeler doğrudan göl, nehir, bataklık ve gölet gibi alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır<sup>9,10</sup>. Diflubenzuron hava püskürtmesi, uçak ve hidrolik sprey araçları gibi yöntemlerle ilgili bölgeye uygulanabilmektedir<sup>11,12</sup>. Canlılar bu kimyasal deriden emme veya soluma yollarıyla ağız ve burun gibi vücuttaki hava boşluklarıyla vücutlarına alabilmektedir<sup>13</sup>. Kimyasalın uzman kuruluşlar tarafından önerilen oranlarda kullanılması gerekmektedir<sup>9</sup>. Dünya Sağlık Örgütü’ne göre bu oranın 0.25 mg/L’yi aşmaması gerekmektedir<sup>9,14</sup>. Yapılan çalışmalarda ise diflubenzuronun canlılarda toksik etkiler gösterdiği anlaşılmıştır<sup>1,6,10,15</sup>. Diflubenzuron, özellikle de tatlı ve tuzlu sularda yaşayan omurgasız canlılar üzerinde birikip, yüksek oranda toksik etki göstermektedir<sup>15,16,17,18</sup>. Yapılan literatür taramasında sucul ekosisteme bulaşan diflubenzuron’un akut toksik etkisinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada sucul ortamlarda bol miktarda bulunan, ortamdan kolay toplanabilen, laboratuvar ortamına kolay uyumlanan, güvenle çalışılabilen, ekotoksikolojik çalışmalarda indikatör tür ve model organizma olarak kullanılan tatlı su midyesinde (*Unio delicatus*) böcek gelişim düzenleyicisi böcek ilacı olarak kullanılan diflubenzuronun toksik etkilerinin

araştırılması amaçlanmıştır<sup>4,18</sup>. Yapılan çalışmanın sonucunda sucul ekosistemlerde yaşayan canlılardan biri olan tatlı su midyesi (*Unio delicatus*) üzerinde diflubenzuronun oluşturduğu etkiler anlaşılacak olup, böcek ilacının uzun vadedeki ekotoksikolojik etkilerinin anlaşılması mümkün olacaktır.

## GEREÇ ve YÖNTEM

### *Tatlı su midyelerinin temini*

Tatlı su midyeleri *Unio delicatus* (Lea,1863) av sezonunda Antakya’dan toplanmış olup, balıkçılardan temin edilmiştir. Deneysel ortalamaya 32.91±1.29 g ağırlığında, 4.942±0.11 mm uzunluğunda, 1.38±0.08 mm yüksekliğinde ve 2.0±0.09 mm genişliğinde ölçümlere sahip tatlı su midyeleri kullanılmıştır. Tatlı su midyeleri uygun koşullarda laboratuvar ortamına getirilmiş ve en az 48 saat dinlendirilerek kloru giderilen şebeke suyu ile doldurulan ve hava pompaları takılarak yeterli havalandırma sağlanan cam akvaryumlara yerleştirilmiştir. Akvaryumlara rastgele alınan tatlı su istakozları iki hafta kadar adaptasyon sürecine tabi tutulmuştur. Deneysel, ABD Ulusal Sağlık Enstitüleri tarafından yayınlanan “Laboratuvar Hayvanlarının Bakımı ve Kullanımı Kılavuzu” kurallarına göre yapılmıştır. Adaptasyon döneminde tatlı su midyeleri sucul omurgasızlar için özel üretilmiş ticari yeşil alglerle ile beslenmiştir.

### *Deney akvaryumları*

Deneysel 15 L hacimli 16 adet akvaryum kullanılmıştır. Akvaryumlar deney süresince sürekli olarak hava pompaları yardımıyla havalandırılmış olup midyeler oda sıcaklığında tutulmuştur. Deneysel Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

### *Deney kimyasal ve hazırlanması*

Deneysel CAS numarası 35367-38-5 olan diflubenzuron (purity ≥ 98%) kullanılmıştır. +4°C de saklanan toz haldeki DFB deneysel kullanılmak üzere oda sıcaklığına getirilerek tartılmış daha sonra volumetrik cam balon jode DMSO (dimetil sülfoksit) ile çözdürülüp tamamlanarak elde edilmiştir. Stok çözeltinin belirli hacimlerinin cam kaplarda DMSO ile sulandırılması yöntemiyle diğer uygulama dozları elde edilmiştir. Stok ve doz çözeltileri, deneysel kullanılmak üzere zamana kadar +4°C sıcaklıkta tutulmuştur. Kullanım öncesinde

ortam sıcaklığına getirilen çözeltiler, dozlama yapılarak deney akvaryumlarına uygulanmıştır. Akvaryumlara DFB ile dozlama yapılması sırasında otomatik pipetler kullanılmıştır.

### Deneylerin gerçekleştirilmesi

Bu çalışmada DFB'nin akut toksik etkileri saptanmıştır. Bu bağlamda ön deney ve ana 24 ve 48 saatlik ortalama öldürücü konsantrasyonları belirlenmiştir. Bu kapsamda öncelikle 1, 1/10, 1/100, 1/1000 gibi geniş konsantrasyon aralıkları kullanılarak %100 ölüm görülen en düşük konsantrasyon ve %0 ölüm görülen (ölüm görülmeyen) en yüksek konsantrasyon aralığı belirlenmesi için ön deney yapılmıştır. Daha sonra statik yöntem kullanılarak ana deney gerçekleştirilmiştir. Tatlı su midyeleri, 24 ve 48 saat süreyle diflubenzurona maruz bırakılıp LC50 değeri bulunmuştur.

### Deney sonuçlarının değerlendirilmesi

Deney sonuçları EPA Probit Analiz Yöntemiyle değerlendirilmiştir. LC<sub>50</sub> ve %95 güven sınırında tespiti için bilgisayar programından yararlanılmıştır.

## BULGULAR

Bu çalışmada, tatlı su midyelerinde (*Unio delicatus*) DFB'nin akut toksik etkisi (LC<sub>50</sub> değerleri) belirlenerek meydana gelen davranış değişiklikleri gözlenmiş ve değerlendirilmiştir. Deneyler neticesinde kontrol gruplarındaki tatlı su midyelerinde ölüm görülmemiştir.

### 24 saatlik DFB maruziyetine ilişkin akut toksisite bulguları

Yapılan deneyler sonucunda DFB'nin tatlı su midyelerinde (*Unio delicatus* Lea, 1863) 24 saatlik akut LC<sub>50</sub> değeri (%95 güven sınırları), 240.70 mg/L (177.11-337.87 mg/L) olarak saptanmıştır. Tablo 1'de 24 saatlik tahmini LC<sub>50</sub> değerleri ve %95'lik güven sınırları gösterilmiştir.

### 48 saatlik DFB maruziyetine ilişkin akut toksisite bulguları

DFB'nin tatlı su midyelerinde (*Unio delicatus* Lea, 1863) 48 saatlik akut LC<sub>50</sub> değeri (%95 güven sınırları), 195.12 mg/L (141.44-262.4 mg/L) olarak saptanmıştır. Tablo 2'de 48 saatlik tahmini LC<sub>50</sub> değerleri ve %95'lik güven sınırları gösterilmiştir.

**Tablo 1.** 24 saatlik tahmini LC<sub>50</sub> değerleri ve %95'lik güven sınırları

Nokta	Konsantrasyon (mg/L)	%95 Güven Sınırları
LC 1.00	54.47	10.41-94.05
LC 5.00	84.18	25.62-127.50
LC 10.00	106.17	41.10-151.08
LC 15.00	124.16	56.21-170.40
<b>LC 50.00</b>	240.70	177.11-337.87
LC 85.00	466.61	333.69-1120.25
LC 90.00	545.71	375.26-1536.67
LC 95.00	688.23	443.52-2471.23
LC 99.00	1063.51	599.90-6093.59

**Tablo 2.** 48 saatlik tahmini LC<sub>50</sub> değerleri ve %95'lik güven sınırları

Nokta	Konsantrasyon (mg/L)	%95 Güven Sınırları
LC 1.00	44.25	10.97-75.74
LC 5.00	68.34	24.39-103.74
LC 10.00	86.16	37.09-123.45
LC 15.00	100.74	49.01-139.47
<b>LC 50.00</b>	195.12	141.44-262.64
LC 85.00	377.90	277.61-727.17
LC 90.00	441.87	314.58-957.77
LC 95.00	557.09	375.38-1452.83
LC 99.00	860.34	515.37-3220.31

## TARTIŞMA

Bu çalışmada DFB'nin tatlı su midyelerindeki (*Unio delicatus* Lea, 1863) 24 ve 48 saatlik LC<sub>50</sub> değerleri ve akut deneyler süresince toksik maddenin tatlı su midyeleri üzerinde meydana getirdiği davranışlar gözlenmiştir. Deneylerde, DFB'nin 24 ve 48 saatlik akut LC<sub>50</sub> değerleri (%95 güven sınırları), tatlı su midyelerinde (*Unio delicatus* Lea, 1863) 240.70 (177.11-337.87 mg/L) ve 195.12 (141.44-262.64 mg/L) olarak saptanmıştır. Yapılan literatür taraması ışığında, DFB'nin *Unio delicatus* türüne ilişkin toksik etkisinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Aynı şekilde *Unio* familyasına ait diğer türlerde ve diğer tatlı su midye türlerinde de DFB'nin toksik etkisinin değerlendirildiği bir araştırmaya rastlanmamıştır.

DFB'nin çoğu sucul canlılar için az, orta ve yüksek oranda toksik olabileceği bildirilmiştir<sup>15</sup>. Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı 1997 yılında Atlantik midyesinin (*Crassostrea virginica*) 96 saatlik LC<sub>50</sub> değerini 130 mg/L olarak ölçüldüğünü bildirmiştir<sup>13</sup>.

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı sucul canlılardan çipura, gökkuşağı alabalığı ve sarı levrek üzerinde yaptıkları çalışmada 96 saatlik LC<sub>50</sub> değerlerini sırasıyla en düşük 129 mg/L, 136 mg/L ve 25 mg/L olarak ölçmüştür<sup>20</sup>. Jonsson ve ark. (2015), DFB'nin bir balık türü olan Nil tilapyası için 96 saatlik akut LC<sub>50</sub> değerini (% 95 güven aralığı) >100 mg/L olarak hesaplamıştır<sup>21</sup>. Han ve ark. (2022), DFB'nin zebra balığı için 96 saatlik akut LC<sub>50</sub> değerini (% 95 güven aralığı) ise 3.5 mg/L olarak hesaplamıştır<sup>22</sup>. Fischer ve Hall (2008), DFB'nin Atlantik killi balığı için 96 saatlik akut LC<sub>50</sub> değerinin (% 95 güven aralığı) 32.99 mg/L olduğunu bildirmiştir<sup>23</sup>.

Savitz ve ark. (1994), diflubenzuronun bir tür kopepod olan *Eurytemora affinis* üzerindeki toksik etkileri araştırmaları sonucunda 48 saatlik akut LC<sub>50</sub> değeri 2.2 µg/L olarak hesaplanmıştır<sup>29</sup>.

Maduenho ve Martinez (2008), diflubenzuronun *Prochilodus lineatus* tatlı su balığında AChE (Asetilkolinesteraz) enzimini inhibe ederek kaslardaki fonksiyonunu azalttığını bildirmiştir<sup>24</sup>. Olsvik ve ark. (2013), Atlantik somonların diflubenzuron ile beslenmesinin balıkta düşük oranda da olsa toksik etkiye neden olduğunu bildirmiştir.

Eisler (1992)'ye göre de diflubenzuron hedef olmayan sucul organizmalardan en çok deniz kabuklularını etkilemektedir<sup>25</sup>. Öyle ki deniz kabuklularının büyüme, hayatta kalma, üreme ve davranışlarındaki olumsuz etkiler 0.062 µg/L ve 2 µg/L arasında gözlenmektedir<sup>13,26</sup>. Eisler (1992)'ye göre ikincil olarak ise en çok sucul böcekler diflubenzurondan etkilenmektedir<sup>25</sup>. Bu böcekler arasında mayıs sineği, tatarcık, caddis sineği 0.1 µg/L ve 1.9 µg/L arasında düşük hayatta kalma oranları göstermektedir<sup>26</sup>. Miura ve Takahashi (1994)'e göre de kabuklu canlılar ve karidesler LC<sub>50</sub> 0.1-1.0 ppm oranıyla diflubenzurondan oldukça fazla etkilenen canlılardır<sup>27</sup>. Eisler (1992)'ye göre ayrıca uzun süre yüksek dozda diflubenzurona maruz bırakılan bazı tatlı su midye türlerinin dış kabuğunun oluşumunu sağlayan kitin zincirlerinin sertleşmesi daha kırılabilir kabuk oluşumuna neden olmaktadır<sup>26</sup>.

Moe ve ark. (2019), Atlantik somon yetiştiriciliğinde zararlı bir parazit olan somon bitine karşı sıklıkla kullanılan diflubenzuronun, hedef canlı olmayan ve ekonomik ve ekolojik bir öneme sahip pembe karideslerin larva ve yetişkin dönemlerindeki hayatta kalma oranını azalttığını bildirmişlerdir<sup>28</sup>.

## SONUÇ

Diflubenzuron, tatlı su midyelerinin (*Unio delicatus* Lea, 1863) yanı sıra hedef olmayan farklı canlılarda da toksik etkiler göstermektedir. DFB'nin çok geniş bir alanda kullanılması ve hedef olmayan canlıları da etkileyebilmesinden dolayı hem çevre sağlığı hem de biyoçeşitlilik açısından DFB'nin hedef olmayan canlılar üzerindeki araştırmalarının daha uzun süreli yapılması gerekmektedir.

## Teşekkür

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FYL-2022-7938 kodlu proje ile desteklenmiştir.

## Etik Onay: -

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

**Finansal Destek:** FYL-2022- 7938

**Ethical Approval:** -

**Conflict of Interest:** Authors declared no conflict of interest

**Financial Support:** FYL-2022-7938

## KAYNAKLAR

1. Fischer, S.A. and Hall, L.W. Environmental Concentrations and Aquatic Toxicity Data on Diflubenzuron (Dimilin). *Critical Reviews in Toxicology*, 1992;22 (1), 45-79. <https://doi.org/10.3109/10408449209145321>.
2. Li, Y., Qin, Y., Yang, N., Sun, Y., Yang, X., Sun, R., Wang, Q. and Ling, Y. Studies on Insecticidal Activities and Action Mechanism of Novel Benzoylphenylurea Candidate NK-17. *PLoS ONE*, 2013;8(6), 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066251>.
3. World Health Organization (WHO) Guidelines for Drinking-Water Quality, 3rd Edition including 1st and 2nd addenda, 2008.
4. Uçkun, M. ve Uçkun, A.A. Tatlı Su Midyelerine (*Unio mancus*) İmidakloprit Uygulanmasının Solungaç ATPaz Aktiviteleri Üzerine Etkisi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2021; 37(1), 91-98.
5. Uluslararası Kimyasal Güvenlik Programı, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası

- Çalışma Örgütü (ILO). Diflubenzuron health and safety guide. IPCS INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY Health and Safety Guide No:99.
6. Gül, N., Yiğit, N., Yiğit, S.F., Özçelik, E.Y. and Eskizengin, H. The Effects of Diflubenzuron on Acetylcholinesterase (EC 3.1.1.7) Activity and Liver Ultrastructure in Wistar Rats. *Gazi University Journal of Science*, 2022;36(1), 68-78. <http://doi.org/10.35378/gujs.868668>.
  7. Wächtler, K., Dreher-Mansur, M. C. and Richter, T. Larval Types and Early Postlarval Biology in Naiadas (Unionoida), Ecology and Evolution of The Freshwater Mussels Unionoida. Ecological Studies, G. Baver and K. Wächtler (eds), Springer - Verlag Berlin Heidelberg, 2001;145, 93-125. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-56869-5\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-642-56869-5_6).
  8. National Pesticide Information Center. Insecticides.
  9. World Health Organization (WHO):Diflubenzuron in drinking-water: use for vector control in drinking-water sources and containers. World Health Organization, WHO Press, Geneva, 2008.
  10. Muzinic, V. and Zeljezic, D. Non-target toxicity of novel insecticides. *Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju*, 2018;69(2), 86-102. <https://doi.org/10.2478/aiht-2018-69-3111>.
  11. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı. Insecticides.Caddis, 2.
  12. Fischer, A. S. and Hall, W. L. Environmental Concentrations and Aquatic Toxicity Data on Diflubenzuron (Dimilin). *Critical Reviews in Toxicology*, 2008;22(1), 45-79. <https://doi.org/10.3109/10408449209145321>.
  13. Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA). Final Human Health and Ecological Risk Assessment for Diflubenzuron Rangeland Grasshopper and Mormon Cricket Suppression Applications.
  14. Uslu, M., Işık, O., Uslu, L. ve Ak, B. The Effect Of Diflubenzuron To The Culture Of *Scenedesmus quadricauda* and *Phaeodactylum tricornutum* (Phytoplankton). *Fresenius Environmental Bulletin*, 2017;26(8), 5032-5036.
  15. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USEPA). Pesticides- Fact Sheet for Diflubenzuron.
  16. Hafez, M. A. Risk assessment of resistance to diflubenzuron in *Musca domestica*: Realized heritability and cross-resistance to fourteen insecticides from different classes. *PLoS ONE*, 2022;17(5), 1-13. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0268261>.
  17. Norambuena-Subiabre, L., González and M.P., Contreras-Lynch S. Uptake and depletion curve of Diflubenzuron in marine mussels (*Mytilus chilensis*) under controlled conditions, *Aquaculture*, 2016;460, 69-74. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.04.005>.
  18. Başçınar, S. N. Bentik Canlılar ve Biyoindikatör Tür. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yunus Araştırma Bülteni, 2009;9(1), 5-8.
  19. De França, S.M., Breda, M.O., Barbosa, D.R.S., Araujo, A.M.N., and Guedes, C.A. The sublethal effects of insecticides in insects. In: V.D.C. Shields (Ed.), *Biological Control of Pest and Vector Insects*, 2017;23-39. <http://doi.org/10.5772/66461>
  20. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USEPA). Appendix A Registrant Submitted Ecotoxicity Data.
  21. Jonsson, M. C., Moura E Silva, G. S. M., Macedo, V. S. DAntzger, D. D., Vallim, J. H., Marigo, Al. L. S. And Aoyama, H. Prediction of a low-risk concentration of diflubenzuron to aquatic organisms and evaluation of clay and gravel in reducing the toxicity. *Pan-american Journal of Aquatic Sciences*, 2015;10(4), 259-272.
  22. Han, X., Xu, X., Yu, T., Li, M., Liu, Y., Lai, J., Mao, H., Hu, C. and Wang, S. Diflubenzuron Induces Cardiotoxicity in Zebrafish Embryos. *International Journal of Molecular Sciences*, 2022;23(19), 11932. <http://doi.org/10.3390/ijms231911932>
  23. Fischer, A. S. and Hall, W. L. Environmental Concentrations and Aquatic Toxicity Data on Diflubenzuron (Dimilin). *Critical Reviews in Toxicology*, 2008;22(1), 45-79. <http://doi.org/10.3109/10408449209145321>.
  24. Maduenho, P. L. and Martinez, B. R. C. Acute effects of diflubenzuron on the freshwater fish *Prochilodus lineatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 2008;148(3), 265-272. <http://doi.org/10.1016/j.cbpc.2008.06.010>.
  25. Olsvik, A. P., Samuelsen, B. O., Erdal, A., Holmelid, B. and Lunestad, T. B.. Toxicological assessment of the anti-salmon lice drug diflubenzuron on Atlantic cod *Gadus morhua*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 2013;105(1), 27-43. <https://doi.org/10.3354/dao02613>.
  26. Eisler, Ronald. Diflubenzuron Hazards to Fish, Wildlife, and Invertebrates: A Synoptic Review. Contaminant Hazard Reviews Report 25.
  27. Miura, T. and Takahashi, R. M.. Insect Development Inhibitors; Effects of Candidate Mosquito Control Agents on Non-target Aquatic Organism. *Environmental Entomology*, 1974;3(4),631–636. <https://doi.org/10.1093/ee/3.4.631>.
  28. Moe, J. S., Hjermann, O. D., Ravagnan, E. and Bechmann, K., R. Effects of an aquaculture pesticide (diflubenzuron) on non-target shrimp populations: Extrapolation from laboratory experiments to the risk of population decline. *Ecological Modelling*, 2019;413,108833. <http://doi.org/10.1016/j.ecolmodel>.
  29. Savitz, D. J., Wright, A. D. And Smucker, A. R. Toxic effects of the insecticide diflubenzuron (dimilin®) on survival and development of

nauplii of the estuarine copepod, *Eurytemora affinis*. *Marine Environmental Research*, 1994;37(3), 297-312.  
[http://doi.org/10.1016/0141-1136\(94\)90056-6](http://doi.org/10.1016/0141-1136(94)90056-6).