

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



MUNZUR
ÜNİVERSİTESİ
2008

**MALATHİON İNSEKTİSİTİNİN *Gammarus pulex* (L., 1758) ÜZERİNE AKUT
TOKSİSİTESİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Feza ŞAHİNKUŞU

Anabilim Dalı: Su Ürünleri

DANIŞMAN
Prof. Dr. Rahmi AYDIN
TUNCELİ – 2018

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MALATHİON İNSEKTİSİTİNİN *Gammarus pulex* (L., 1758) ÜZERİNE AKUT
TOKSİSİTESİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Feza ŞAHİNKUŞU
(11876611)

Anabilim Dalı: Su Ürünleri

DANIŞMAN
Prof. Dr. Rahmi AYDIN

TUNCELİ – 2018

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MALATHİON İNSEKTİSİTİNİN *Gammarus pulex* (L., 1758) ÜZERİNE AKUT
TOKSİSİTESİNİN BELİRLENMESİ**

FEZA ŞAHİNKUŞU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez / / 2018 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği/oyçokluğu** ile kabul edilmiştir.

İmza:.....	İmza:.....	İmza:.....
Prof. Dr. Rahmi AYDIN (Munzur Üniversitesi)	Prof. Dr. M.Şener URAL (Fırat Üniversitesi)	Doç. Dr. Fahrettin YÜKSEL (Munzur Üniversitesi)
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Numan YILDIRIM
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Bu çalışmada malathion içerikli bir ticari insektisitinin farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Gammarus pulex* (L., 1758) üzerindeki akut toksisitesinin (LC₅₀) incelenmesi amaçlanmıştır.

Bilinen standart toksikoloji yöntemlerinden yararlanılarak *G. pulex* örnekleri farklı konsantrasyonlardaki malathiona maruz bırakılmıştır. Çalışma boyunca su sıcaklığı, pH, çözülmüş oksijen gibi parametreleri sürekli kontrol edilerek mümkün olduğu kadar değişmemesi sağlanmıştır.

Yapılan bu çalışmada 6 adet deney grubu oluşturulmuştur. Deneyler 1 litrelik cam akvaryumlarda 0,5 litre su konularak gerçekleştirilmiştir. Her bir konsantrasyon grubu için 10 adet *G. pulex* bireyi kullanılmıştır. LC₅₀ değerinin belirlenmesi için 24 saatlik periyotlarla canlıların hareketlik durumları gözlemlenerek kaydedilmiştir. Hareketini kaybetmiş *G. pulex*'ler akvaryum içerisinden alınıp çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışma 3 tekerrürlü yürütülmüş olup, ortalama LC₅₀ değerleri $1,58 \pm 0,56$ mg/L, alt bant seviye değeri $0,47 \pm 0,17$ mg/L, üst bant seviye değeri ise $5,46 \pm 2,18$ mg/L olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Gammarus pulex*, malathion, pestisit, akut toksisite

ABSTRACT

The Determination of Acute Toxicity on *Gammarus pulex* (L.,1758) of Malathion

The aim of this study was to investigate the acute toxicity (LC₅₀) on *Gammarus pulex* (L.,1758) exposed to different concentrations of a malathion-containing commercial insecticide.

Utilizing known standard toxicology methods, *G. pulex* samples were exposed to malathion at different concentrations. Throughout the study, the parameters such as water temperature, pH and dissolved oxygen were continuously controlled and not changed as much as possible.

Six experimental groups were formed in this study. Experiments were carried out in 1 liter glass aquariums with 0.5 liters of water and 10 *G.pulex* individuals for each concentration group. For the determination of the LC₅₀ value, the movement status of the creatures was observed and recorded by 24-hour periods. The lost *G. pulexes* were removed from the aquarium and left out of work. The study we made consists of 3 replicates with The LC50 value was found to be 1.58 ± 0.56 mg/L the lower band level value was 0.47 ± 0.17 mg/L and the upper band level value was 5.46 ± 2.18 mg/L.

Key words: *Gammarus pulex*, malathion, pesticide, acute toxicity

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans danışmanlığımı üstlenerek her konuda engin birikim ve tecrübeleriyle yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Rahmi AYDIN'a ve çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübesini, yönlendirmeleriyle yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Osman SERDAR'a ve eğitim hayatım boyunca bana hep destek olan aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Feza ŞAHİNKUŞU
TUNCELİ-2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR.....	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
TABLolar LİSTESİ	VII
RESİMLER LİSTESİ	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL METOD.....	8
2.1. Materyal.....	8
2.2. Metod.....	8
2.2.1. Deney Dizaynı	8
2.2.2. LC ₅₀ Değerinin Saptanması	9
3. BULGULAR	10
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	17
5. ÖNERİLER.....	19
KAYNAKLAR.....	20
ÖZGEÇMİŞ	23

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Malathion'un kimyasal yapısı (URL-4, 2017).....	3
Şekil 1.2. Bir <i>Gammarus</i> sp'nin genel vücut yapısı (URL-6, 2017).	6
Şekil 3.1. Malathion uygulanan <i>G. pulex</i> 'lerde 24. Saatteki toplam ölüm oranları	11
Şekil 3.2. Malathion uygulanan <i>G. pulex</i> 'lerde 48. Saatteki toplam ölüm oranları	13
Şekil 3.3. Malathion uygulanan <i>G. pulex</i> 'lerde 72. Saatteki toplam ölüm oranları	14
Şekil 3.4. Malathion uygulanan <i>G. pulex</i> 'lerde 96. Saatteki toplam ölüm oranları	15
Şekil 3.5. Probit analiz sonucu LC ₅₀ değerinin dağılımı.....	16



TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Malathion'un kullanıldığı bazı bitki ve organizmalar (URL-5, 2016)	4
Tablo 3.1. Malathion pestisitinin <i>G. pulex</i> üzerindeki LC ₅₀ değerleri.....	10
Tablo 3.2. <i>G. pulex</i> 'lerde 24 saat süresince ölüm oranları.....	10
Tablo 3.3. <i>G. pulex</i> 'lerde 48 saat süresince ölüm oranları.....	12
Tablo 3.4. <i>G. pulex</i> 'lerde 72 saat süresince ölüm oranları.....	13
Tablo 3.5. <i>G. pulex</i> 'lerde 96 saat süresince konsantrasyonlara bağlı ölüm oranları	14

RESİMLER LİSTESİ

Sayfa No

Resim 2.1. *G. pulex* bireylerinin toplanması..... 8



1. GİRİŞ

Su ürünleri hayvansal protein açısından önemli kaynaklardır. Gıdalar arasında beslenme değeri ve protein kalitesi açısından mühim bir yeri vardır. Bu açıdan akuatik ortamların kirliliği önemli bir sorun olarak görülmektedir (Lewis ve Esteban, 2002).

Amerika Çevre Koruma Dairesi göre; tarım ürünlerinin üretilmesine zarar veren birçok canlı bulunmaktadır. Bu canlılar; haşereler, kemiriciler, mantarlar, yabancı otlar ve benzeri canlılar olup, bu zararlılar ile mücadelede kullanılan fiziksel, kimyasal ya da biyolojik ajanlara pestisit denir (Klaassen, 2001).

Hızla artan Dünya nüfusu açlık tehlikesiyle karşı karşıya gelmektedir. Nüfusun hızla artmasıyla beraber, gıda maddesi arzıda çoğalmaktadır. Gıda maddesi talebinin yeterli düzeyde üretilebilmesi, birim alandan fazla ürün almada etkili olan maddelerden birisi de pestisitlerdir (Atasoy, 2007). Pestisitler; özelliklerine göre farklı sınıflandırmalara ayrılırlar. Etkiledikleri canlı türlerine ve kullanım alanlarına göre ayrılabilirler. Yaygın olarak bilinen dört temel pestisit grubu vardır:

Organik klorlu pestisitler;

Organik klorlular içlerinde, karbon, hidrojen ve klor atomları bulundurlar. DDT, aldrin, endosulfan, endrin örnek verilebilir. Çevreye verdikleri zararlar sebebiyle kullanılması yasaklanmıştır. Solunum ve temas yolu ile etkilidir (URL-1, 2017).

Organik fosforlu pestisitler;

Organik fosforlu pestisitler genelde trister yapısındadır. Etken maddelerinin içinde fosfor atomu vardır. Chlorpyrifos, diazinon, malathion, trichlorfon, parathion, örnektir. Bu grup içerisinde yüzden fazla sayıda etken madde vardır. Sindirim, temas ve solunum yoluyla etkilidir (URL-1, 2017).

Karbamatlı pestisitler;

Karbamik asit esterleridirler. Aldicarb, methiocarb, methomyl, oxamyl, pirimicarb örnektirler. (URL-1, 2017).

Piretroit grubu pestisitler;

Piretrinlerin sentetik analoglarıdır. Işığa karşı hassasiyetleri oldukça azaltılmış, dayanıklılıkları artırılmış bileşiklerdir. Cyfluthrin, bifenthrin, deltamethrin, permethrin, örnektir. Sinir hücrelerini bloke ederek zehirlilik etkisini gösterirler. Sıcakkanlı canlılara karşı zehir etkisi düşüktür. Memeli vücudundan birikmeden dışarı atılır. Doğada kolayca bir şekilde parçalanabilirler (URL-1, 2017).

Kimyasal pestisitlerin çoğu hedef organizma haricinde hedef dışındaki organizmalar içinde birçok zararlara yol açabilir hatta ölümcül bile olabilirler (Echobichon, 1996).

Pestisitlerin sebep olabileceği olumsuz sonuçlar şunlardır;

1. Balıklar, kuşlar, arılar, omurgasızlar, mikroorganizma gibi ve hedef dışı canlılarda ölümlere neden olurlar,
2. Balık, kuş ve diğer canlılarda üreme potansiyelinde azalma,
3. Hedef dışı canlılarda bağışıklık kazanması sonucu insanlara hastalık taşıyan parazitlerin ve böceklerin kontrolsüz çoğalması, Fiziksel ve Biyolojik yollar ile çevreye dağılan pestisitler ya da dönüşüm ürünleri olan gıdalarda, toprak, su ve havada bulunabilmekte ve hedef dışı canlılarda zararlı sonuçları görmektedir (Bohmont, 1990).

Kimyasal ilaçlar tarla şartlarında böcek topluluklarının denetlenmesinde etkin olması ve bunların çok miktarda ve bilinçsizce kullanılması nedeniyle, ekosisteme faydalı birden fazla böceğin yok olmasına ve bununla birlikte zararlı olan birçok böcek çeşidinin bu tür ilaçlara karşı dayanıklılık kazanmasına da neden olmaktadır (Özparlak, 2003).

Buna benzer kimyasal ilaçların bazıları toprak, hayvan ya da bitki yapısında doğrudan oluşarak veya toksik metabolitler şeklinde birikip uzun süre dışarıya atılamamaktadır. Bu maddeler kuş, memeli gibi canlılar ve insana kolaylıkla taşınabilmektedir. Bu nedenle çevre ve hedef dışı olan canlılara zararsız şekilde etkisi bulunmayan biyolojik kontrol ajanlarının önemi artmaktadır (Ekebaş ve ark., 2000).

Pestisitler hedef organizmaya göre ve kimyasal yapılarına göre sınıflandırılmaları aşağıdaki gibidir.

Hedef Canlıya Yönelik Başlıca Pestisitler;

1. İnsektisitler > Böcekler
2. Rodentisitler > Kemirgenler
3. Fungusitler > Mantarlar
4. Nemotisitler > Solucanlar
5. Mollusitler > Yumuşakçalar
6. Herbisitler > Bitkiler (URL-2, 2017)

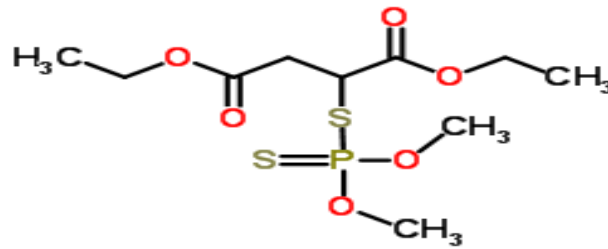
Kimyasal İçeriklerine Göre Pestisitler;

1. Organofosfatlar
2. N-metil karbamatlar
3. Klorlu hidrokarbonlar

4. Bisditiyokarbamatlar
5. Organotinler
6. Botanik kökenli maddeler
7. Arsenikler
8. Fenoksialifatik asitler
9. Piretrodiller
10. Fenol türevleri
11. Mikrobiyaller (URL-3, 2017).

Malathion (*O,O*-dimethyl-S-(1,2-dicarbethoxyethyl) phosphorodithioate)'nin erime sıcaklığı 2,85 °C, kaynama noktası 156-157 °C dir. Oda sıcaklığında sıvı haldedir ve sıcaklığın etkisi ile kısmen buharlaşıp ortam havasının kirlenmesine sebep olur. Normal şartlarda renksiz veya hafif sarımsı olan bir sıvıdır. Sudaki çözünürlüğü çok azdır. Suda yaklaşık 0,145 mg/ml oranında çözünür. Diğer insektisitlere kıyasla tabiyatta kalma süresi daha kısa olmaktadır. Kalıcı etkisi kısa olan Malathion toprakta parçalanma süresi bir ila yirmibeş gün arasında olabilmektedir. Tuzlu sularda parçalanma hızı artarken, göl sularında 7 gün, damıtık sularda 21 gün yarılanma süresi vardır (Kaya ve ark., 2002).

Yapılan bazı çalışmalarda dişi ratlar ve fareler üzerinde aşırı miktarda malathion karaciğer tümör oluşumuna neden olurken devam eden dozlarda nadiren oral ve nazal tümörler izlenmiştir (Bonner ve ark., 2007).



Şekil 1.1. Malathion'un kimyasal yapısı (URL-4, 2017)

Malathion meyveden sebzeye birçok bitkisel alanda kullanılmaktadır. Malathion'un kullanım alanlarının nereler olduğu hakkında bilgiler Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1. Malathion'un kullanıldığı bazı bitki ve organizmalar (URL-5, 2016)

Bitki Adı	Zararlı	Dozu
Bağ	Bağda unlu bit (<i>Planococcus citri</i>)	500 ml-100 l.su
Gül	Gül hortumlu böceği (<i>Rhynchites hungaricus</i>)	250 ml-100 l.su
Meyve	Altın kelebek (<i>Euproctis chrysorrhoea</i>)	500 ml-100 l.su
Meyve	Doğu meyve güvesi (<i>Laspeyresia molesta</i>)	300 ml-100 l.su
Meyve	Elma pamuklu biti (<i>Eriosoma lanigerum</i>)	300 ml-100 l.su
Meyve	Kiraz sineği (<i>Rhagoletis cerasi</i>)	300 ml-100 l.su
Meyve	Armut kaplanı (<i>Stephanitis pyri</i>)	300 ml-100 l.su
Meyve	Armut pisillidi (<i>Cacopsylla pyri</i>)	300 ml-100 l.su
Pamuk	Pamuk yaprak biti (<i>Aphis gossypii</i>)	300 ml/da
Pamuk	Pamuk yaprak piresi (<i>Empoasca spp.</i>)	500 ml/da
Sebze	Soğan sineği (<i>Hylemyia sp.</i>)	500 ml-100 l.su
Sebze	Yeşil kurt (<i>Heliothis armigera</i>)	600 ml/da

Su kirliliğinden en çok etkilenen sucul ortamdaki canlılardır. Bunlardan da temiz su indikatörü olan Gammarus'lar hem ekonomik hem de sucul indikatör özelliği olan canlılardır (Demirsoy, 1998).

Crustacea'ların (Kabuklular) çoğu su içinde, az bir kısmı sucul ortama bağımlı olarak yaşayabilmektedir. Özellikle de küçük kabuklular, su içerisindeki yaşamın, besin zinciri bakımından çok önemli bir halkasını oluşturmaları nedeniyle oldukça önemlidirler. Kabuklular, eklem bacaklıların birincil olarak suda yaşayan tek sınıfıdır. Karasal ya da yarı karasal yaşayanlar bu uyum için çok büyük bir yapısal değişiklik göstermezler. Kabuklular iki büyük gruba ayrılırlar: Entomostraca daha çok küçük kabukluları, Malacostraca ise daha büyük kabukluları kapsamaktadır (Demirsoy, 1998).

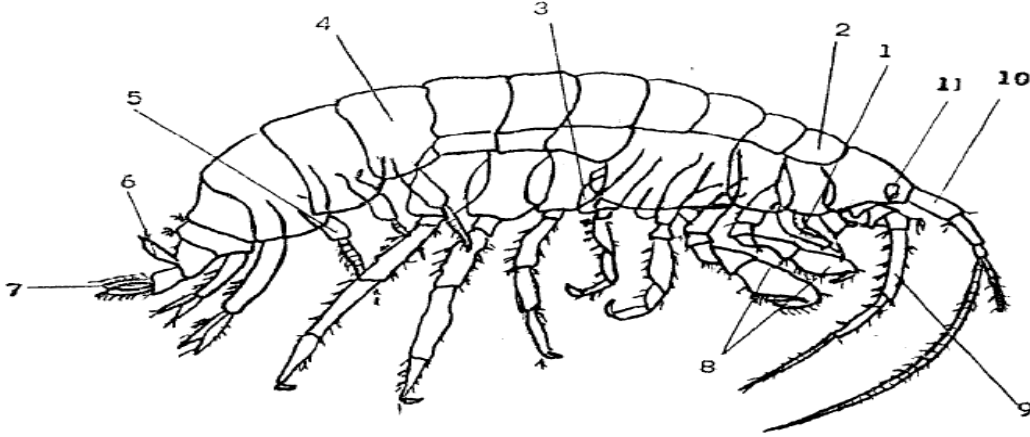
Gammaridae familyası, Amphipoda ordosu içinde yer alan en ilkel üyelerini de bünyesinde bulunduran büyük bir grubu temsil etmektedir (Barnard ve ark., 1983). Tatlı su

birikintilerinde, derelerde, su bitkileri üzerinde veya taşların altında yaşayan Gammarus türleri, Malacostraca alt sınıfının Amphipoda ordosunun, Gammaridae familyasının, Crustacea sınıfındandır (Demirsoy, 1998). Dünya genelinde 210'dan fazla cins ve 1350'den fazla türle temsil edilmekte olup bu türler genel olarak tatlı sularda dağılım gösterirler (Barnard ve ark., 1983). Gammarus cinsi yüzey sularında (yer altı suları hariç) yaşayan en çok tür sayısına sahip cins olarak dikkat çekmektedir (Karaman ve Pinkster, 1977). Ülkemizde bugüne kadar Gammaridae familyasında 7 cins altında 48 takson olduğu tespit edilmiştir (Özbek ve Ustaoglu, 2006).

Gammarus'larda toraksın birinci segmenti başla kaynaşmıştır. Maksillipedler palpli ve yedi parçalıdır. Göğüs üyelerinin koksaları iyi gelişmiştir. Solungaçlar toraksın 5. veya 6. ekstremite çiftinde yer alır. Dişilerde 4 çift kuluçka kesesi bulunur. Abdomende 3 çift yüzme bacağı ve genellikle 3 çiftte sıçrama bacağı vardır. Tanımlanmış 4700 türü olan en büyük Amfipod alttakımı Gammaridea'nın belli başlı denizel familyaları; Phoxocephalidae, Haustoriidae, Platyschnopidae, Oedicerotidae, Lysianassidae, Eusiridae, Corophioidae, Ampeliscidae, Pardaliscidae, Melitidae, Pontogeneiidae, Stenothoidae'dir. Temel tatlısu familyaları; Gammaridae, Crangonyctidae, Niphargidae, Callioiidae, Pontoporiidae'dir (Ümit, 1999).

Gammarus pulex'e ait binominal bilimsel sınıflandırma,

Kingdom: Animalia
Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustacea
Class: Malacostraca
Order: Amphipoda
Family: Gammaridae
Genus: Gammarus
Species: *G. pulex* (URL-6, 2017)



Şekil 1.2. Bir *Gammarus* sp'nin genel vücut yapısı (URL-6, 2017).

- | | | |
|---------------------|-----------------|------------------|
| 1. Maxiliped | 5. Pleopod | 9. Anten, |
| 2. Toraks segmenti | 6. Telson | 10. Anten |
| 3. Solungaç | 7. Üropod | 11. Mürekkep göz |
| 4. Abdomen segmenti | 8. Gnathopodlar | |

G. pulex'in hepatopankreatik sekasının çift haldeki kanalları karın tarafından ön ve orta mide arasından çıkar. Bağ dokuyla çevrili zayıf kaslarla bağlanır (Martin, 1965). Bu epitel hücrelerinin sindirimi kolaylaştırdığı bilinmektedir. Buna ek olarak bu glandular epitel yiyeceklerle hepatopankreasın lümeni arasında fiziksel bariyer oluşturur (Agrawal, 1965). *G. pulex*'in hepatopankreatik miyoepitelin morfolojik araştırmasında kas fibrillerinin uzunluğu 12 µm den oluştuğu ve ince düzensiz Z çizgileri mitokondriden oluştuğu görülmüştür. Longitudinal miyofilamentler daire şeklinde filamentlerin merkezinde yerleşiktir. Bu özellik diğer decapoda ve isopodalarda da benzerdir (Weeks, 1982).

Malathion'un canlılar üzerindeki etkisinin araştırıldığı bazı literatür bilgisi;

Coppage ve ark. (1975), yaptıkları çalışmada; *Lagodon rhomboides* bireylerini doğal ortamlardan yakalanmış ve laboratuvar ortamına 3 haftada adapte olmalarını sağlamışlardır. Bu bireyler, asetonda çözülmüş 50ppb'ik malathiona 72 saat maruz bırakılmışlardır. Malathiona maruz kalan bu balıkların yaklaşık %70'inden fazlasında AchE engellenmesi gözlenmiş ve bu balıkların ölüm tehditi altında olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonucunda bireylerde, ölümün yaklaşık 58 ppb'de gerçekleştiği ve 25 ppb'de ise AchE engellenmesinin gözlendiği bildirilmiştir.

Kumar ve ark. (1984), malathionun *Brachydanio rerio* bireylerine toksisitesini araştırdıkları çalışmalarda malathiona maruz bırakılan balıklarda iskelet yapısında

deformasyon, yumurtaların ölmesi, enzim aktivitelerinde önemli derecede düşüşler ve balık yumurtalarında anormallikler gözlemlenmiştir.

Dominik ve ark. (1987), malathion ile *Notropis cornutus* canlısı üzerinde bireyleri ısı değişimleriyle ilgili bir çalışma yapmış ve bu çalışmada malathionun *Notropis cornutus*'un ısı seçiminin davranışlarını değiştirdiğini belirtmişlerdir. Davranış değişikliklerinin balıkların doğal yaşam alanlarında bir düzen bozukluğuna neden olarak balıkların göç ve üreme zamanlarını etkilemiş ve bu balık türlerinin büyüme oranlarında düşüşe sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Dodson ve Hanazoto (1995), Carbaryle ile *Daphnia magna*'nın üzerinde bir çalışma yapmış. Bu çalışmada Carbaryle'nin *Daphnia magna*'nın üzerinde 3 farklı davranışa neden olduğunu tespit etmiştir. İlk davranışta; stresli titreme hareketi, ikinci davranışta; etrafında dönerek yün eğirme hareketi, üçüncü davranışta; hareketsiz durup sinme hareketi olduğunu belirtilmiştir.

Bat ve Raffaelli (1996), permethrin insektisiti ile kirlenmiş sedimentte artan konsantrasyon ve kabuklu canlıların yaşama oranlarının azaldığını belirtmiştir.

Yordonova ve ark. (2009), FASTAC ticari alpha-cypermethrinin *Gammarus pulex* için 24 saatlik LC₅₀ değerini 0,3 Tg/L, *Daphnia magna* için 48 saatlik EC₅₀ değerini 0,8 Tg/L olarak tespit etmiştir.

2. MATERYAL METOD

2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan *G. pulex* (L.,758) bireyleri, Tunceli ili Munzur akarsuyu yan kollarından dip kepçesi yardımıyla toplanıp, hava takviye edilmiş tanklarla Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi araştırma laboratuvarına getirilmiştir.



Resim 2.1. *G.pulex* bireyelerinin toplanması

G.pulex'ler 20x15x15 cm boyutlarındaki akvaryumlara konularak 2 hafta laboratuvar koşullarına alıştırmıştır. Akvaryumlara oksijen ihtiyacı için hava motorları ile hava akımı sağlanmıştır.

2.2. Metod

2.2.1. Deney Dizayını

Deneme sırasında 6 adet 1 litre hacimli akvaryumlar kullanıldı ve her akvaryuma 10 adet *G. pulex* konuldu. Malathion konsantrasyonlarını belirlemek amacıyla aralık belirleme çalışması yapıldı. Yapılan aralık belirleme testlerinde 6 adet akvaryumun her

birine 10'ar tane *G. pulex* bireyi konuldu. Aralık belirleme deney sonuçlarına göre deney için 0,00 (Kontrol), 0,005; 0,25; 1,25; 6,25 ve 31,25 konsantrasyonları belirlendi.

LC₅₀ deneyleri 96 saat süre ve statik olarak yürütüldü. Her deneyde 24 saatlik periyotlarda ölü bireyler sayılarak tespit edilmiş ve akvaryumdan uzaklaştırıldı. Deney süresince canlılara yemleme yapılmadı. Malathion deneysel uygulamasında *G. pulex*'lerin toplandığı ortamdan alınan su kullanıldı.

2.2.2. LC₅₀ Değerinin Saptanması

LC₅₀ değerinin saptanması için kontrol grubu ile birlikte farklı malathion konsantrasyonlarının uygulandığı 6 adet deney grubu oluşturuldu. Her grup için 10'ar canlı kullanıldı. Malathion uygulanmasından 96 saat sonra canlılar ve ölenler sayıldı ve SPSS 24.0 istatistik paket programı Probit Analizi kullanılarak LC₅₀ değeri saptandı.

Çalışmanın deneysel aşamalarının tümünde (aralık belirleme deneyleri ve 6 adet deney gruplarında) 1 litrelik cam akvaryumlara canlıların doğal ortamlarından alınan 0,5 litre deklorize su kullanıldı. Her bir konsantrasyon için 10 adet *G. pulex* bu akvaryumlara konuldu. LC₅₀ değerinin belirlenmesi için 24 saatlik periyotlarla canlıların hareketlik durumları gözlemlenerek kaydedildi. Hareketini kaybetmiş *G. pulex*'ler akvaryum içerisinden alınıp çalışma dışı bırakıldı.

3. BULGULAR

Malathionun *G. pulex*'ler üzerindeki akut toksisitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada söz konusu pestisite ait LC₅₀ değerleri Tablo 3.1'deki gibidir.

Tablo 3.1. Malathion pestisitinin *G. pulex* üzerindeki LC₅₀ değerleri

	LC ₅₀	Alt seviye	Üst seviye
I.Tekerrür	2,22	0,67	7,98
II.Tekerrür	1,22	0,37	4,1
III.Tekerrür	1,29	0,38	4,3
Ortalama	1,58 ± 0,56	0,47 ± 0,17	5,46 ± 2,18

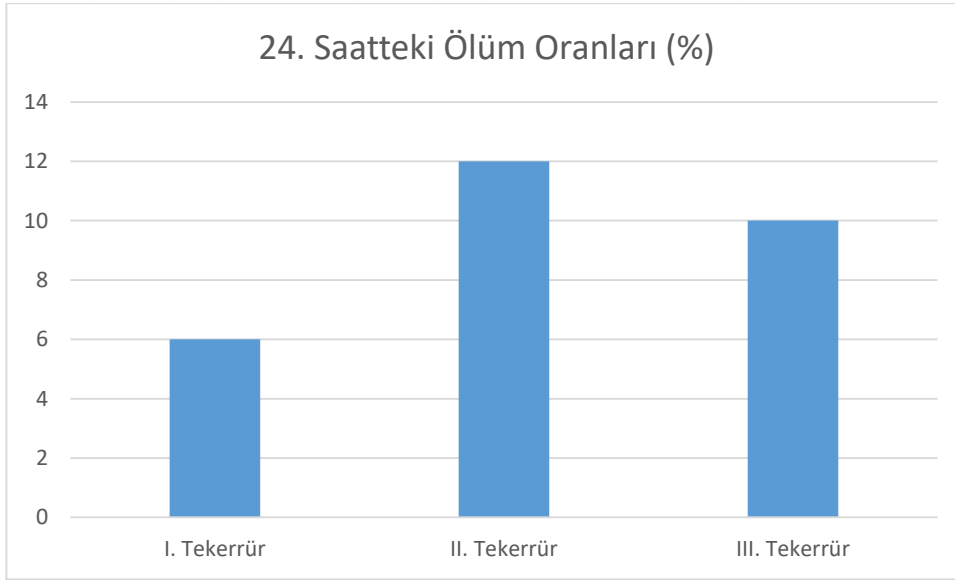
Yaptığımız çalışmada malathionun *G. pulex* üzerindeki akut toksisite etkisi belirlenmiş olup 96 saatlik çalışmamızda 24 saatlik periyotlar şeklinde olacak şekilde kontroller sağlanmış olup ölüm oranları belirlenmiştir. Yaptığımız çalışma 3 tekerrürden oluşmakla beraber LC₅₀ değeri 1,58 ± 0,56 alt bant seviye değeri 0,47 ± 0,17 üst band seviye değeri ise 5,46 ± 2,18 olarak bulunmuştur (Tablo 3.1).

Tablo 3.2. *G. pulex* 'lerde 24 saat süresince ölüm oranları

Konsantrasyon (mg/L)	Denemede Kullanılan <i>G. pulex</i> Sayısı	24 Saat süresince Ölen <i>G. pulex</i> Sayısı	% Ölüm
I. Tekerrür	0,05	10	0
	0,25	10	0
	1,25	10	0
	6,25	10	10
	31,25	10	20
II. Tekerrür	0,05	10	0
	0,25	10	10
	1,25	10	10
	6,25	10	10
	31,25	10	30

Konsantrasyon (mg/L)	Denemede Kullanılan <i>G. pulex</i> Sayısı	24 Saat süresince Ölen <i>G. pulex</i> Sayısı	% Ölüm
0,05	10	0	0
0,25	10	0	0
1,25	10	1	10
6,25	10	1	10
31,25	10	2	20

Yapılan çalışmada 24 saat süre içerisinde 1. tekerrürde 0,05 mg/L malathion içeren konsantrasyonda %0 ölüm olduğu tespit edildi. En yüksek ölüm oranı %20 ile 31,25 mg/L konsantrasyonunda tespit edildi. 2. Tekerrürde 0,05 mg/L malathion içeren konsantrasyonda %10 ölüm olduğu tespit edildi. En yüksek ölüm oranı 31,25 konsantrasyonunda ise %30 ölüm gerçekleştiği belirlendi. 3. Tekerrürde 0,05 mg/L malathion içeren konsantrasyonda ölüm olmadığı tespit edildi. 31,25 konsantrasyonunda ise %20 ölüm gerçekleştiği belirlendi (Tablo 3.2).

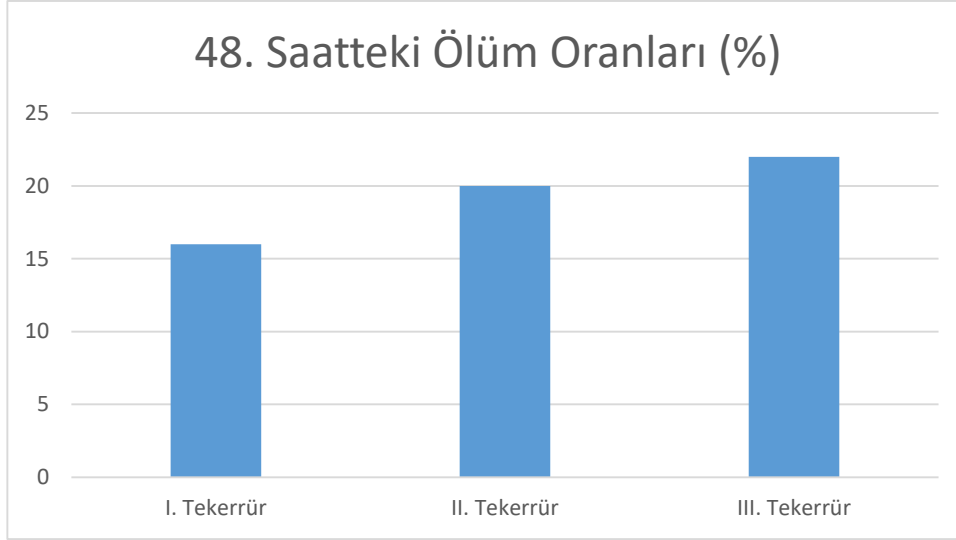


Şekil 3.1. Malathion uygulanan *G. pulex*'lerde 24. Saatteki toplam ölüm oranları

Tablo 3.3. *G. pulex*'lerde 48 saat süresince ölüm oranları

Konsantrasyon (mg/L)	Denemede Kullanılan <i>G. pulex</i> Sayısı	48 Saat süresince Ölen <i>G. pulex</i> Sayısı	% Ölüm
I. Tekerrür	0,05	10	0
	0,25	10	10
	1,25	10	10
	6,25	10	20
	31,25	10	40
II. Tekerrür	0,05	10	0
	0,25	10	0
	1,25	10	20
	6,25	10	20
	31,25	10	60
III. Tekerrür	0,05	10	0
	0,25	10	10
	1,25	10	30
	6,25	10	30
	31,25	10	40

Yapılan çalışmada 48 saat periyodu için 1. tekerrürde 0,05 mg/L malathion içeren konsantrasyonda %0 ölüm olduğu tespit edildi. En yüksek ölüm oranı %20 ile 31,25 mg/L konsantrasyonunda tespit edildi. 2. Tekerrürde 0,05 mg/L malathion içeren konsantrasyonda ölüm olmadığı tespit edildi. 31,25 konsantrasyonunda ise %30 ölüm gerçekleştiği belirlendi. 3. tekerrürde 0,05 mg/L malathion içeren konsantrasyonda ölüm olmadığı tespit edildi. 31,25 konsantrasyonunda ise %20 ölüm gerçekleştiği belirlendi (Tablo 3.2).

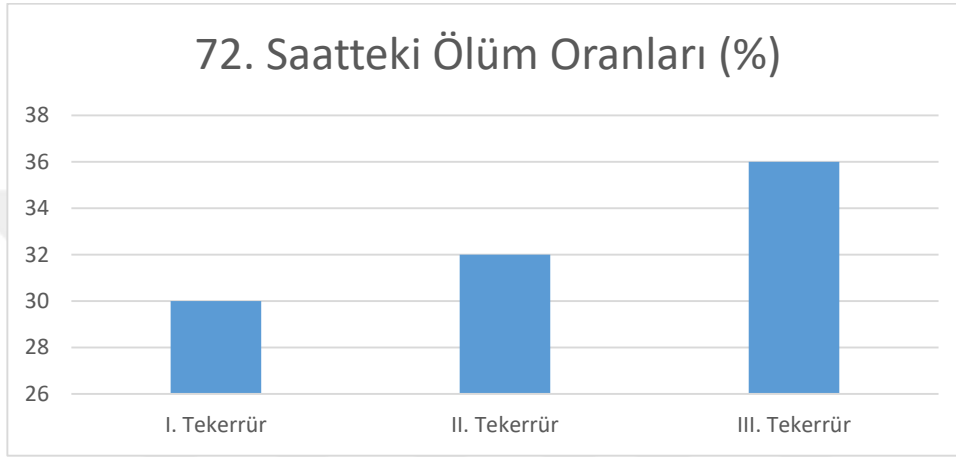


Şekil 3.2. Malathion uygulanan *G. pulex*'lerde 48. Saatteki toplam ölüm oranları

Tablo 3.4. *G. pulex*'lerde 72 saat süresince ölüm oranları

Konsantrasyon (mg/L)	Denemede Kullanılan <i>G. pulex</i> Sayısı	72 Saat süresince Ölen <i>G. pulex</i> Sayısı	% Ölüm	
I. Tekerrür	0,05	10	1	10
	0,25	10	1	10
	1,25	10	2	20
	6,25	10	4	40
	31,25	10	7	70
II. Tekerrür	0,05	10	0	0
	0,25	10	1	10
	1,25	10	2	20
	6,25	10	5	50
	31,25	10	8	80
III. Tekerrür	0,05	10	0	0
	0,25	10	2	20
	1,25	10	4	40
	6,25	10	5	50
	31,25	10	7	70

Yapılan bu çalışmada 72 saat periyodu için 1. tekerrürde 0,05 mg/L malathion içeren konsantrasyonda %10 ölüm olduğu tespit edildi. En yüksek ölüm oranı %30 ile 31,25 mg/L konsantrasyonunda tespit edildi. 2. tekerrürde 0,05 mg/L malathion içeren konsantrasyonda ölüm olmadığı tespit edildi. 31,25 konsantrasyonunda ise %20 ölüm gerçekleştiği belirlendi. 3. Tekerrürde 0,05 mg/L malathion içeren konsantrasyonda ölüm olmadığı tespit edildi. 31,25 konsantrasyonunda ise %20 ölüm gerçekleştiği belirlendi (Tablo 3.4).



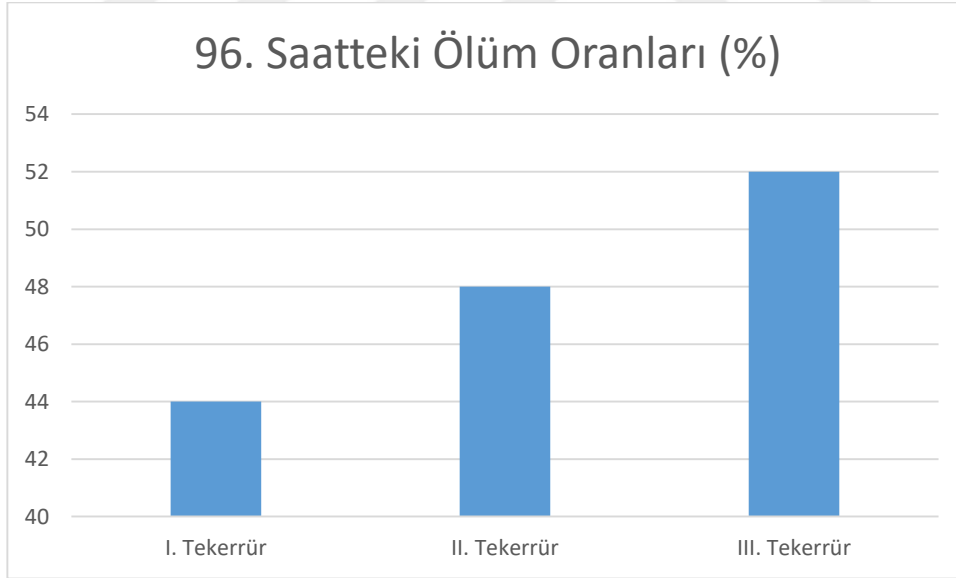
Şekil 3.3. Malathion uygulanan *G. pulex*'lerde 72. Saatteki toplam ölüm oranları

Tablo 3.5. *G. pulex*'lerde 96 saat süresince konsantrasyonlara bağlı ölüm oranları

Konsantrasyon (mg/L)	Denemede Kullanılan <i>G. pulex</i> Sayısı	96 Saat süresince Ölen <i>G. pulex</i> Sayısı	% Ölüm	
I. Tekerrür	0,05	10	1	10
	0,25	10	2	20
	1,25	10	4	40
	6,25	10	6	60
	31,25	10	9	90
II. Tekerrür	0,05	10	1	10
	0,25	10	3	30
	1,25	10	5	50
	6,25	10	6	60
	31,25	10	9	90
III	0,05	10	1	10

Konsantrasyon (mg/L)	Denemede Kullanılan <i>G. pulex</i> Sayısı	96 Saat süresince Ölen <i>G. pulex</i> Sayısı	% Ölüm
0,25	10	3	30
1,25	10	6	60
6,25	10	7	70
31,25	10	9	90

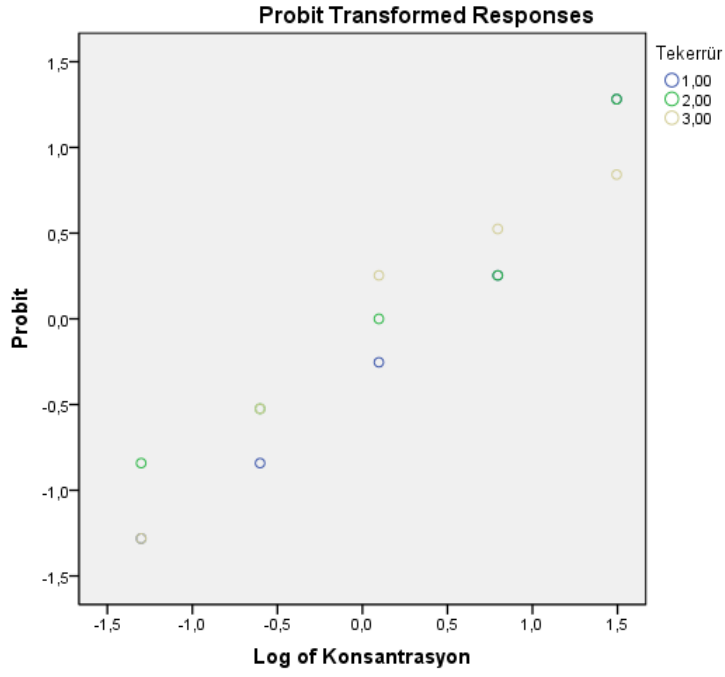
Yapılan bu çalışmada 96 saat periyodu için 1. tekerrürde 0,05 mg/L malathion içeren konsantrasyonda ölüm olmadığı tespit edildi. En yüksek ölüm oranı %20 ile 31,25 mg/L konsantrasyonunda tespit edildi. 2. Tekerrürde 0,05 mg/L malathion içeren konsantrasyonda %10 ölüm olduğu tespit edildi. 31,25 konsantrasyonunda ise %10 ölüm gerçekleştiği belirlendi. 3. Tekerrürde 0,05 mg/L malathion içeren konsantrasyonda %10 ölüm olduğu tespit edildi. 31,25 konsantrasyonunda ise %20 ölüm gerçekleştiği belirlendi (Tablo 3.5).



Şekil 3.4. Malathion uygulanan *G. pulex*'lerde 96. Saatteki toplam ölüm oranları

Bu verilerden yararlanılarak probit analizi ile 96 saatlik regresyon grafiği (konsantrasyon-ölüm eğrisi) (Şekil 3.1) ve LC₅₀ değerleri (Tablo 3.1) hesaplanmıştır.

Kontrol gruplarında herhangi bir davranış bozukluğu veya ölüm gözlemlenmemiştir.



Şekil 3.5. Probit analiz sonucu LC₅₀ değerinin dağılımı

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yaptığımız çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak canlılara toksik etkisi bulunan malathionun *G. pulex* üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Kumar ve ark. (1984), malathionun *Brachydanio rerio* bireylerine toksisitesini araştırdıkları bir çalışmada malathiona maruz bırakılan balıklarda iskelet yapısında deformasyon, yumurtaların ölmesi, enzim aktivitelerinde önemli derecede düşüşler ve balık yumurtalarında anormallikler gözlemlenmiştir. Yapılan bu çalışmada malathiona maruz bırakılan *G.pulex* 'lerde konsantrasyon miktarı arttıkça ölüm oranı ve bireylerdeki davranış bozuklukları gözlemlenmiştir

Dominik ve ark. (1987), malathion ile *Notropis cornutus* canlısı üzerinde bireyleri ısı değişimleriyle ilgili bir çalışma yapmış ve bu çalışmada malathionun *Notropis cornutus* 'un ısı seçiminin davranışlarını değiştirdiğini belirtmişlerdir. Davranış değişikliklerinin balıkların doğal yaşam alanlarında bir düzen bozukluğuna neden olarak balıkların göç ve üreme zamanlarını etkilemiş ve bu balık türlerinin büyüme oranlarında düşüşe sebep olduğunu belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada malathiona maruz bırakılan *G.pulex* 'lerde 96 saatlik süre içinde her deney grubundaki bireylerin hareketliliklerinde yavaşlama, hareketsizlik felç ve ölüm gözlemlenmiştir.

Dodson ve Hanazoto (1995), Carbaryle ile *Daphnia magna* 'nın üzerinde bir çalışma yapmış. Bu çalışmada Carbaryle 'nin *Daphnia magna* 'nın üzerinde 3 farklı davranışa neden olduğunu tespit etmiştir. İlk davranışta; stresli titreme hareketi, ikinci davranışta; etrafında dönerek yün eğirme hareketi, üçüncü davranışta; hareketsiz durup sinme hareketi olduğunu belirtilmiştir. *G.pulex* üzerinde yaptığımız çalışmada malathiona maruz bırakılan konsantrasyonlar sonucunda bireylerde felç, hareketsizlik ve ölümlerin olduğu belirlendi.

Bat ve Raffaelli (1996), permethrin insektisiti ile kirlenmiş sedimentte artan konsantrasyon ve kabuklu canlıların yaşama oranlarının azaldığını belirtmiştir. Çalışmamızda artan konsantrasyona bağlı olarak malathion konsantrasyonlarında *G.pulex* 'lerin ölüm oranlarının arttığı gözlemlendi.

Yordonova ve ark. (2009), FASTAC ticari alpha-cypermethrinin *Gammarus pulex* için 24 saatlik LC₅₀ değerini 0,3 Tg/L, *Daphnia magna* için 48 saatlik EC₅₀ değerini 0,8 Tg/L olarak tespit etmiştir. 96 saatlik çalışmamızda 24 saatlik periyotlar şeklinde kontroller

sağlanmış olup ölüm oranları belirlendi. Malathiona ticari insektisitine maruz bırakılan *Gammarus pulex* için LC₅₀ değerleri $1,58 \pm 0,56$, alt bant seviye değeri $0,47 \pm 0,17$, üst band seviye değeri ise $5,46 \pm 2,18$ olarak bulundu.

Yonar ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada malathion içerikli pestisitinin pullu sazan üzerindeki oksidatif stres parametrelerinin propolis ile koruyucu rolünü araştırmışlardır. Çalışmalarında malathion pestisitinin pullu sazanlarda oksidatif stres yaptığını tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada da davranışsal bozukluk ve ölümlerin malathion pestisinden kaynaklı olduğu ve bu yönüyle çalışmaların benzerlikler içerdiği tespit edilmiştir.

Yapılan tüm bu çalışmalar ışığında malathion uyguladığımız *G. pulex* bireyleri 0,05 mg/L konsantrasyonlarında dahi etkilendiği ve çalışmalarla paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

5. ÖNERİLER

Yaptığımız çalışmada aldığımız sonuçlar bize malathionun çok düşük konsantrasyonlarda dahi farklı konsantrasyonlarda örnek canlılar üzerinde toksik etkisi olduğunu göstermiştir.

Malathion sucul ortama taşınması sonucu sucul canlılar için toksik etki oluşturmaktadır. Buda besin zincirindeki diğer canlılara dolaylı olarak yansımaktadır. Bu tür çalışmalar teşvik edilmeli, çalışmada elde edilen sonuçlara göre önlemler alınıp, çözüm üretilebilir.

Toksik etkisi olan maddelerin ve atıkların çevre ve canlılardan uzak tutularak, çevreye ve canlılara ulaşmadan giderimi yapılarak engellenebilir.

Toksik etki limit seviyeleri belirlenmeli. Kullanılması gerekiyorsa da belirlenen değerlerden fazla ölçüde kullanılmaması sağlanabilir, gerekli kontroller ilgili yetkililerce sıkı yapılması kirliliğin engellenmesinde önemli olabilir.

Kimyasal mücadele yerine biyolojik mücadele yöntemleri geliştirilip, uygulanabilir.

Ekosistemin korunması kimyasallara başvurulmadan daha çevreci yöntemler kullanması biyolojik çalışmalar tedbirler uygulanmalı. Kimyasal mücadele en son düşünülmesi gereken yöntemlerden olmalıdır. Çok zaruri durumlarda kimyasal kullanımı, ekosisteme zarar verebilecek olumsuz etkileyecek insan ve çevre sağlığını tehlikeye sokabilecek doz kullanımından kaçınılmalı direkt ya da dolaylı insana veya çevreye ulaşmaması, karışmaması için gerekli önlemler alındıktan sonra vereceği zarar en aza indirdikten sonra kullanılmalıdır.

Söz konusu kimyasalların doğaya karışmaması için, arıtım teknolojilerini kullanılabilir ve konu ile ilgili eğitim verilerek kullanıcılar bilinçlendirme programı gibi önlemler alınabilir.

Unutulmamalıdır ki dünyamız tüm canlılar için çok önemlidir ve onu korumak için elimizden geleni, üstümüze düşen görevi önemle yerine getirmek zorundayız. Aksi takdirde birbirine bağlı olan ekosistemin dengesinin bozulması dünyadaki her canlı için bir felaket olur.

KAYNAKLAR

- Agrawal, V.P.**, 1965. Feeding appendages and the digestive system of *Gammarus marus pulex*. Acta Zool. 46, 67-82
- Atasoy, D.**, 2007. Harran toprak serisinde endosulfanın adsorpsiyon ve desorpsiyonu. Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Urfa. 2.
- Bat, L. and Raffaelli, D.**, 1996. The Corophium volutator (Pallas) sediment toxicity test: An inter-laboratory comparison. Ege Üniv. Su Ürünleri Derg. 13 (3-4); pp.433- 440.
- Bohmert Bert, L.**, 1990. The Standard Pesticide User's Guide, Revised and Enlarged, Prentice Hall, 223-255.
- Bonner MR., Coble J. ve Blair A.**, 2007. Malathion exposure and the incidence of cancer in the agricultural health study. AJE,166(9): 1023–1034.
- Caglar M.**, 1974. Omurgasız Hayvanlar, Anatomi ve Sistematik II. Kısım 2.baskı,İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basım evi,İst,1-400
- Demirsoy, A.**, 1998. “Yaşamın Temel Kuralları, omurgasızlar invertebrate (böcekler dışında), Cilt I-Kısım I, İkinci baskı,
- Dere, E., Bakır, S. ve Atalay, A.**, 1999. Malathion’un Fare Karaciğer, Böbrek ve İnce Bağırsak Alkalen Fosfataz Aktivitesi Üzerine Etkisi. Turk. J. Zool. 23: 709-713.
- Dodson, S.I. and Hanazato, T.**, 1995. Commentary on effects of anthropogenic and natural organic chemicals on development, swimming behavior and reproduction of Daphnia, a key member of aquatic ecosystems. Environmental Health Perspectives, pp.103; 7-11.
- Dominik, A.M., Zar, J. H.**, 1987. “The effect of malathion on the temperature selection response of the common shiner Notropis cortunus”, Arch. Environ. Contam. Toxicol., 7, 193-206
- Echobichon, D. J.**, 1996. Toxic Effects of Pesticides. In Klaassen CD (ed), Casarett & Doull’s Toxicology: The Basic Science of Poisons, 5th ed. New York: McGraw-Hill, 649-655.

- Ekebaş, S., Cakır, S., Ertugrul, O. ve Kence, A., 2000.** The Detection of Mutagenic Activity of Some Chemicals (Azamethypos , Dichlorvos, Methylparathion, Alfatoxin B1) by the SMART Test in *Drosophila melanogaster*. *Turk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi*, 24.6, 563–569
- Karaman, G.S., ve Pinkster, S., 1977.** “Freshwater *Gammarus species* from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (*Crustacea-Amphipoda*), Part I *Gammarus balkanicus*-group and related species, *Bijdragen Tot de Dierkunde (Contribution to Zoology)*” *The Art. Lib. Comm. Plant. Midd.*
- Kaya S., Pirinççi Ğ., ve Bilgili A., 2002.** Pestisitler. Veteriner hekimliğinde toksikoloji. *Medisan Yayınları*, 2. Baskı, Ankara, 385-401,
- Klaassen C.D., 2001.** In: Casarett&Doull’s Toxicology: The Basic Science of Poisons,pp 763-774, 6th Ed.USA: McGraw-Hill., USA
- Kumar, K., Ansari, B. A., 1984.** “Malathion toxicity: skeletal deformities in zebra fish *Brachydanio rerio*”, *Pestic. Sci.*, 15, 107-111
- Lewis, A., ve Esteban, N., 2002.** Impact and Amelioration of Sediment and Agro-chemical Pollution in Caribbean Coastal Waters: Environmental Survey of Agro-chemicals in the Land-water Interface of *St. Lucia*. *DFID NRSP Project, 7668*.
- Martin A.L., 1965.** The Histochemistry of the moulting cycle in *Gammarus*, *Journal Zoology*, 147, 185-200
- Özbek, M. ve Ustaoglu, M.R., 2006.** “Check-list of Malacostraca (Crustacea) species of Turkish Inland Waters” *E.Ü.Su Ürünleri Dergisi*, vol. 23(1-2): 229-234.
- Özparlak, H., 2003.** Böceklerde Kutikulanın Yapısı, Deri Değişirme ve Diflubenzuron’un (DFB) Etkileri. *S.Ü. Fen-Edb. Fakültesi Fen Dergisi*, 21: 7-19.
- Şirin Ümit., 1999.** Porsuk çayı’nda *Gammarus* (amphipoda) Türlerinin yaşam olanaklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniv. Fen Bilimleri Ens., Eskişehir,
- URL_1, 2017,** <http://gidalab.tarim.gov.tr/gidareferans/Belgeler/B%C3%B6l%C3%BCmler/Pestisit-Egitim-Notu2015.pdf>, 17 Haziran 2017.
- URL-2, 2017,** <https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/css52.pdf>, 18.Haziran 2017.
- URL-3, 2017,** <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.3864.html>.18.Haziran 2017.
- URL-4, 2016,** <http://www.agrobestgrup.com/ilac.php?dilkod=&ilacid=127&kat=izo-malathion-20-ec>). 01 Ağustos 2016.

URL-5, 2017, https://en.wikipedia.org/wiki/Gammarus_pulex. 18.Haziran 2017.

URL-6, 2017, https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=vVNzTGHHjH-u3WMToxQ-onkw-LW_kL6QoIlGIRhO9Gw24MkwHPnvtPA7CeMb1aQ
18.Haziran 2017.

Yonar, S. M., Ural, M. Ş., Silici, S., & Yonar, M. E. 2014. Malathion-induced changes in the haematological profile, the immune response, and the oxidative/antioxidant status of *Cyprinus carpio carpio*: Protective role of propolis. *Ecotoxicology and environmental safety*, 102, 202-209.

Yordanova, V, Stoyanova, T., Traykov, I. and Boyanovsky, B., 2009. Toxicological effects of FASTAC insecticide (alpha-cypermethrin) to *Daphnia magna* and *Gammarus pulex*. *Biotechnol. & Biotechnol. EQ*, 23/2009/SE. pp.393-395.



ÖZGEÇMİŞ

Adana ilinin Ceyhan ilçesinde 14 Eylül 1989 tarihinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ceyhan'daki okullarda tamamladı. 2013 yılında Tunceli Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesinden mezun oldu. Yüksek Lisans öğrenimini Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda gerçekleştirmektedir.

