

Su Ürünleri Dergisi	Cilt No: 16	Sayı:1-2	19-29	İzmir-Bornova 1999
---------------------	-------------	----------	-------	--------------------

Malathion (Organik Fosforlu İnsektisit)'un 25. evre *Rana ridibunda* (Amphibia: Anura) Larvaları Üzerindeki Akut Toksisitesi*

Ferah Sayım

Nusret Akyurtlaklı

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zooloji Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, Türkiye.

Abstract: *Acute toxicity of malathion (organophosphoric insecticide) on the 25th stage larvae of Rana ridibunda (Amphibia: Anura):* In this study, acute toxicity of pure (95 %) active malathion and a 25 % malathion prepareate (wp) on the 25th stage of *Rana ridibunda* (Ranidae) were investigated.

Under laboratory conditions, using static system; the LC₅₀ of malathion for *R. ridibunda* larvae, determined after acute toxicity tests for 96 hours at 30±2°C, were evaluated experimentally and statistically by the calculation method given by Bliss (1935). Homogeneities of the tested populations were checked with chisquare (χ^2) test.

According to the determined LC₅₀ values, it is concluded that the 25 % malathion prepareate is more toxic than pure active malathion on *R. ridibunda* larvae.

Malathion caused a retardation in growth rate and reduction in pigmentation of the 25th stage larvae.

The effects of malathion on the behaviour of the larvae of *R. ridibunda* can be outlined as hyperactive symptoms in the beginning of test, then reducing in swimming ability and loose of balance, finally, immobility.

Key words: Pesticide toxicity, LC₅₀, frog, *Rana ridibunda* larvae, insecticide, Malathion.

*Ege Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından 97/Fen/004 No.lu proje kapsamında destenlenmiştir.

Özet: Bu çalışmada, saf (% 95) aktif malathion ve %25'lik malathion preparatının (wp) Ranidae familyasından *Rana ridibunda* türünün 25. evre larvaları üzerindeki akut toksisitesi araştırılmıştır.

Laboratuvar koşullarında statik sistem kullanılarak $30\pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta yapılan 96 saatlik akut toksisite testleri sonucunda, malathion'un *R. ridibunda* larvaları için LC_{50} değerleri deneysel ve Bliss (1935) hesap yöntemi ile istatistiksel olarak saptanmıştır x^2 -testi ile de denenen popülasyonların homojenitesi kontrol edilmiştir.

Saptanan LC_{50} değerlerine göre; *R. ridibunda* larvaları için % 25'lik malathion preparatının, saf aktif malathion'dan daha toksik olduğu sonucuna varılmıştır.

Malathion 25. evre larvalarının büyüme oranları ve pigmentasyonunda azalmalara neden olmuştur.

Malathion'un *R. ridibunda* larvalarının davranışları üzerindeki etkileri; deney başlangıcında hiperaktif semptomlar, daha sonra yüzmeye yeteneğinin azalması ve denge kaybı, en son aşamada da hareketsizliktir.

Anahtar sözcükler: Pestisit toksisitesi, LC_{50} , kurbağa, *Rana ridibunda* larvaları, insektisit, malathion.

Giriş

Beslenme sorunlarının giderek arttığı günümüzde, tarımda birim alandan alınan verimin artırılması çalışmalarında bitki koruma ile ilgili çalışmalar da önemli bir yere sahiptir. Bitki koruma alanında "tarımsal zararlılar" adı verilen organizmalar önemli kalite ve kantite kayıplarına neden olmaktadır. Bu zararlı popülasyonlarını en düşük düzeyde tutabilmek ve dolayısıyla zararlarını önlemek amacıyla bir takım önlemlere başvurulur ki, bu önlemlerin her biri bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Zirai mücadele yöntemleri içinde pestisitler güncelliği giderek artan özellikleri nedeniyle ana unsurlardandır.

Pestisitler çevre ve besin kirlenmesi sakıncası, akut ve kronik zehirlenme riski, biyolojik dengenin bozulması, insanlara ve hayvan türlerine yönelik teratojenik, mutajenik ve karsinojenik etki riskinin doğması gibi çok yönlü ve evrensel nitelikli çevre sorunlarının doğmasına neden olurlar. Çevre sağlığı açısından pestisitlerde aranan en önemli özellik; bir pestisit, kullanıldığı zararlı organizmalar üzerinde maksimum, çevredeki diğer organizmalar

üzerinde ise minimum toksik etkiye sahip olması ve oldukça kısa bir zaman içerisinde zararsız metabolitlerine parçalanmasıdır. Fakat mevcut pestisitlerin çok azı bu niteliğe sahiptir. Büyük çoğunluğu ise hem kontrol ettikleri canlılar hem de çevredeki diğer canlılar için son derece toksiktirler (Öztürk, 1997).

Pestisitler; havadan yapılan ilaçlamalar, sucul ortamlara yapılan direkt uygulamalar ve ilaçlanmış bitki ve toprak yüzeylerinin yağmur ve kar sularının oluşturduğu sellerle yıkanması sonucunda sucul ortamlara dahil olurlar. Ayrıca atmosferde asılı kalan pestisit kalıntıları da yine yağmur sularıyla yer yüzüne inerek sucul alanlara ulaşırlar. Sonuçta pestisitler, sucul alanlarda fazla miktarlarda birikmekte ve buradaki ekosistem üzerinde birçok olumsuz etkiler yaratmaktadır. Sulak alanlar pekçok ambifi türü için hayati bir önem taşıdığından bu kimyasallardan en çok etkilenen gruplar arasında amfibiler de bulunmaktadır. Sahip oldukları bazı özelliklerden dolayı amfibilerin pestisitlere maruz kalma riskleri oldukça yüksektir:

- Hem sucul hem karasal hayat safhalarından dolayı her iki habitatda da pestisitlere veya diğer toksik maddeleri maruz kalabilirler (Holcombe ve ark., 1987; Rowe ve Dunson, 1994).

- Birçok amfibi türünde yumurta ve larva gelişimi suda tamamlandığından bu sular da birikmiş olan çeşitli pollyuantların yumurta gelişimi ile larvaların metamorfoz ve büyümeleri üzerine yaptıkları etkiler türün neslinin devamı için son derece önemlidir.

- Özellikle larval safhada besin kaynakları için yoğun bir intra ve inter-spesifik rekabet söz konusudur. Dolayısıyla, rakiplerin pollyuantlara olan toleransları farklı olduğunda, bu pollyuant etkilerine karşı hızlı bir tepki ortaya çıkar (Rowe ve Dunson, 1994).

- Amfibilerin yumurta, solungaç ve derileri semipermeabl özellikte olduğundan pollyuantların alınma olasılığı daha yüksektir.

Çevre kirliliğinin amfibi popülasyonları üzerindeki etkilerini konu alan çalışmalar son yıllarda gittikçe daha çok önem kazanmaktadır. Amfibiler pek çok ekosistemdeki vertebrat biyomaslarının büyük bir kısmını oluşturmakta ve bu ekosistemlerdeki trofik döngülerde önemli rol oynamaktadırlar. Böylece; çevre kirliliğinin hayvanlar aleminin bu sınıfı üzerindeki etkileri, ekosistem dengesinin anlaşılması bakımından önemlidir.

Son yıllarda gözlenen amfibi popülasyonlarındaki bazı azalmaların nedenleri halen tam olarak açıklanamamıştır (Wake, 1991). Günümüzde bu azalmalara neden olan bir faktör olarak pestisit kirliliği de dikkate alınmakla beraber bu konuya ilişkin bilimsel araştırmalar büyük ölçüde ihmal edilmiştir (Bishop ve Pettit, 1992). Bu konudaki araştırma ihtiyacına kısmen

de olsa cevap verebilmek ve amfibiler üzerinde pestisitlerin yarattığı olumsuz etkileri vurgulayıp, araştırmacıların ve yetkililerin dikkatini çekebilmek amacıyla bu araştırmanın yapılması uygun görülmüştür. Bu çalışmada; yapılan akut toksisite testleriyle, organik fosforlu insektisitlerden malathion'un Amphibia sınıfının Anura ordosundan *Rana ridibunda* türünün larvaları üzerindeki toksik etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırmada Amphibia sınıfının bir temsilcisi olarak Ranidae familyasından *Rana ridibunda* türünün, post-embriyonik gelişimin tamamlandığı ve spirakulumun olduğu 25. evre larvaları (8.5-9 mm boyunda) kullanılmıştır. Larvaların evreleri Gosner (1960) ve Rugh (1962)'in tabloları takip edilerek belirlenmiştir.

Belirlenen biyotoptan (E.Ü. Kampüsü boyunca akan dereden) toplanan *R. ridibunda* yumurta kümeleri; laboratuvar sıcaklığında ($30\pm 2^{\circ}\text{C}$), cam akvaryumlardaki kloru giderilmiş çeşme suyu içerisinde gelişmeye bırakılmışlardır. Bu sistem hava pompasıyla havalandırılmıştır. Ayrıca, her yumurta başına yaklaşık 2 cc'lik su hacmi düşecek şekilde akvaryumdaki su hacminin yumurta sayısı ile orantılı olmasına ve su derinliğinin fazla olmamasına dikkat edilmiştir. Bu yumurtalardan çıkan larvaların, stereo mikroskop altında milimetrik kağıt yardımıyla, baş ve gövde, kuyruk ve total uzunlukları ölçülüp, evreleri tespit edildikten sonra deneye alınmışlardır.

Statik sistem esas alınarak gerçekleştirilen denemeler laboratuvar sıcaklığında ($30\pm 2^{\circ}\text{C}$) yapılmıştır. Statik sistem gereği; 96 saatlik deney süresince, solüsyonlar hiç değiştirilmemiş, havalandırma yapılmamış ve larvalar beslen-

memiştir. Deneylerde hava-su temasını ve buharlaşmayı minimuma indirmek amacıyla kapaklı cam petri ler (150x25 mm) kullanılmıştır. Deneyden önce herbir petriye; yeni hazırlanmış, farklı konsantrasyonlarda fakat eşit hacimlerde (100 ml) solüsyon, kontrol grupları için de yine aynı hacimde (100 ml) su ve eşit sayıda (10'ar tane) larva konarak; konsantrasyon farklılıkları dışındaki tüm şartlar eşitlenmeye çalışılmıştır.

Bu araştırmada, sentetik organik pestisitler sınıfından organik fosforlu bir insektisit olan malathion kullanılmıştır. Kimyasal ismi, S-1, 2-di (ethoxycarbonyl) ethyl OO-dimethyl phosphorodithioate'dir. Tarımda geniş bir kullanım alanına sahiptir (Malathion WP % 25; sebze, mısır, meyve, bağ, pamuk, süs bitkileri, yağ gülü, kuru meyve ve tütün zararlılarına karşı kullanılmaktadır) (Öncüer, 1995).

25. evre *R. ridibunda* larvaları, saf (% 95) aktif malathion ve % 25'lik malathion (wp) preparatıyla (ticari malathion) hazırlanan farklı konsantrasyonlardaki solüsyonlara maruz bırakılacak şekilde toplam 2 grup deney yapılmış ve her deney 3 kez tekrarlanmıştır.

Saf (% 95) aktif malathion kullanılarak hazırlanan 100 ppm'lik stok solüsyonun belli oranlarda sulandırılmasıyla 26, 28, 30, 32, 34, 36 ppm'lik deney solüsyonları elde edilmiştir. % 25'lik malathion preparatı (wp)'nın kullanıldığı denemelerde; her konsantrasyon için 10 ml'lik ayrı bir stok hazırlanmış ve bu stoklardan alınan 1 ml çözelti 100 ml su ile seyreltilerek 14, 16, 17, 18, 20, 22 ppm'lik deney solüsyonları hazırlanmıştır. Konsantrasyon hesaplamaları, aktif madde yüzdesinden yapılmıştır.

96 saatlik deney süresince 24 saatlik aralıklarla gözlem yapıp ölen hayvanlar deney ortamından uzaklaştırılmıştır.

Ayrıca ölen larvaların sayısı, larvaların morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler ve davranış şekilleri de kaydedilmiştir. Deney sonunda hala canlı olan larvaların stereo mikroskop altında vücut uzunlukları ölçülüp morfolojik özellikleri ve gelişim evreleri saptandıktan sonra % 10'luk formaldehit solüsyonunda tespit edilmişlerdir. Daha sonra larvaların fotoğrafları stereo mikroskop altında (0.8X ve 2X'lik büyütme-lerde) çekilmiştir.

Deneysel verilerin istatistiki hesaplanması Bliss (1935-1938) yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Regresyonların doğrusallığı da χ^2 testi ile kontrol edilmiştir.

Bulgular

Bu çalışmada; saf (% 95) aktif malathion ve % 25'lik malathion preparatının, 25. evre *R. ridibunda* larvaları üzerindeki toksik etkileri incelenmiş olup, 96 saatlik akut toksisite testleriyle larvaların yarısının (% 50) ölümüne neden olan malathion konsantrasyonu değerleri (LC₅₀) Bliss (1935) yöntemi ile de istatistiksel olarak hesaplanmıştır.

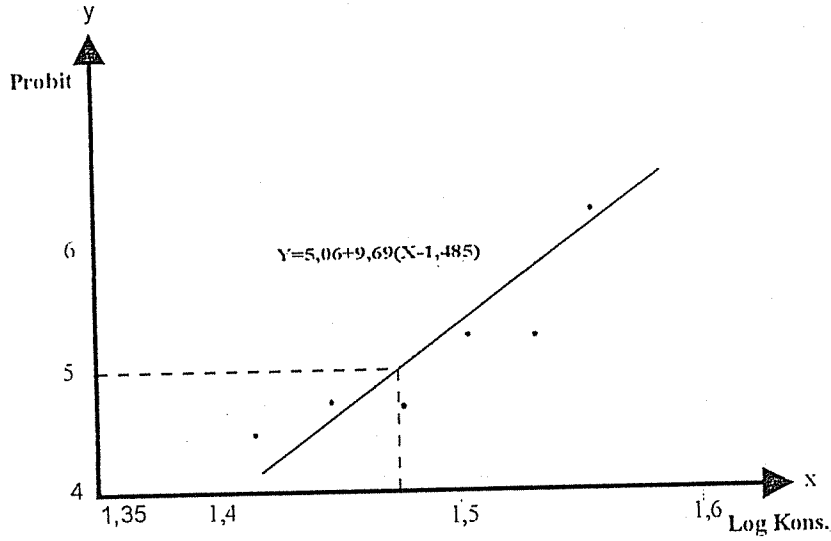
96 saatlik deneyde; 25. evre *R. ridibunda* larvalarının, saf aktif malathion'un 26-36 ppm'lik konsantrasyon aralığında etkilendiği görülmüştür (Tablo 1). Deney sonunda 96 saatlik LC₅₀'nin 30-32 ppm arasında olduğu belirlenmiştir. Bliss yöntemiyle ürünün 96 saat için mortalite doğrusu ve denklemini Şekil 1'de gösterilmiştir. Regresyon denkleminde hareket edilerek hesaplanan LC₅₀ değeri 30.18±0.01 ppm'dir.

25. evre *R. ridibunda* larvaları üzerine % 25'lik malathion preparatının, 96 saatlik deney sonunda 18 ppm'de % 50 ölümüne neden olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Deneysel veriler kullanılarak bu maddenin

Malathion'un R. ridibunda larvaları üzerinde akut toksisitesi

Tablo 1. 25. evre *R. ridibunda* larvaları üzerine saf aktif malathion'un 96 saatlik akut toksisitesi.

Akut toksisite testi (96 saat)	Kontrol	26 ppm	28 ppm	30 ppm	32 ppm	34 ppm	36 ppm
Ölen larva sayısı	0	3	4	4	6	6	9



Şekil 1. 25. evre *R. ridibunda* larvalarını etkileyen saf aktif malathion'un 96 saatlik mortalite doğrusu ve denklemi.

Tablo 2. 25. evre *R. ridibunda* larvaları üzerine % 25'lik malathion preparatının 96 saatlik toksisitesi.

Akut toksisite testi (96 saat)	Kontrol	14 ppm	16 ppm	17 ppm	18 ppm	20 ppm	22 ppm
Ölen larva sayısı	0	1	3	4	5	6	7

Bliss yöntemi ile bulunan mortalite doğrusu ve denklemi Şekil 2'de gösterilmiştir. İstatistiki hesaplamalarla bu preparatın *R. ridibunda* larvaları üzerindeki 96 saatlik LC_{50} değeri 18.60 ± 0.02 ppm olarak bulunmuştur.

İki grup halinde gerçekleştirilen 96 saatlik akut toksisite deneyleri sonucunda, malathion konsantrasyonlarındaki artışa paralel olarak ölen larva sayısında da bir artış olduğu gözlenmiştir.

Hesaplanan LC_{50} değerleri deneysel verileri destekler niteliktedir. χ^2 testleri sonucu bulunan değerlerin, % 95'lik güvenilirlik sınırındaki teorik değerlerden daha düşük olduğu saptanmış olup doğrusallıktan sapmanın önemsiz ve denenen populasyonların homojen olduğu sonucuna varılmıştır.

25. evre larvalarıyla yapılan akut toksisite deneyleri sonunda larvalar arasında gelişim evreleri bakımından karşılaştırma yapılmamıştır. Çünkü 25. evreden sonra arka bacak tomurcuk gelişiminin başlangıcıyla karakterize edilen metamorfik evreler başlar ve bu evreye geçmeden önce larva uzun süre 25. evrede kalır, sadece boyu ve cesameti artar. Bu nedenle 25. evrede deneye aldığımız larvalar 96 saatlik deney sonunda da yine aynı evrede bulunmaktadır.

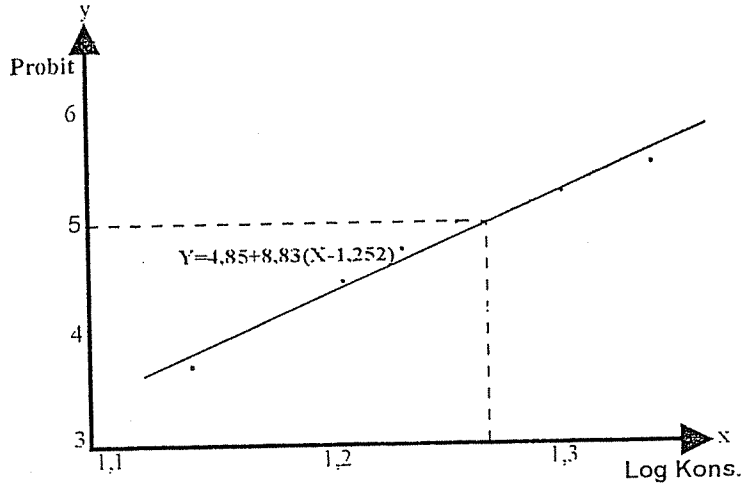
R. ridibunda 25. evre larvaları ile yapılan 96 saatlik akut toksisite deneyleri sonunda kontrol grubundaki ve uygulanan konsantrasyon gruplarındaki canlı kalan larvaların baş ve gövde (B+G), kuyruk (K) ve total (T) uzunlukları ölçülmüş ve ortalama

değerleri bulunmuştur (Tablo 3). Bu değerler, uygulanan konsantrasyondaki artışa paralel olarak larvaların büyüme oranlarının azaldığını ve en düşük konsantrasyon grubundaki larvaların bile kontrol grubu larvalarına nazaran daha küçük olduklarını göstermektedir. Maruz kaldıkları konsantrasyon ile larvaların büyüme oranları arasında negatif bir korelasyon görülmektedir. Farklı malathion konsantrasyonlarına maruz bırakılmış 25. evre larvaların boyları gibi baş ve gövde genişliklerinin de kontrol grubu larvalarınınkinden daha küçük olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubu larvalarının boylarının daha uzun ve B+G kısımlarının daha iri olduğu Şekil 3'de açıkça görülmektedir. Bu sonuçlar, malathion'un larvaların büyüme oranlarında azalmalara neden olduğunu göstermektedir.

Saf aktif malathion ve % 25'lik malathion (wp) preparatı kullanılarak 25. evre *R. ridibunda* larvalarıyla yapılan 96 saatlik akut toksisite testleri sonunda, larvalarda herhangi bir morfolojik anomaliye rastlanmamış olmasına karşın, pigmentasyonda azalmalar tespit edilmiştir.

Deney başlangıcında; larvalarda kıvrılarak, hızlı, dairesel yüzme (hızlı spiral yüzme) davranışları ve ani aritmik sinirsel kasılmalar şeklinde olağan dışı bir hareketlilik gözlenmiştir. Daha sonra; yüzme yeteneğinin kaybolması, denge kaybı ve bunun neticesinde de yan veya sırtüstü durma ve yüzme davranışı göstermişlerdir; en son aşamada da larvalar hareketsiz kalmıştır.

Malathion'un R. ridibunda larvaları üzerinde akut toksisitesi



Şekil 2. 25. evre *R. ridibunda* larvalarını etkileyen % 25'lik malathion'un 96 saatlik mortalite doğrusu ve denklemi.

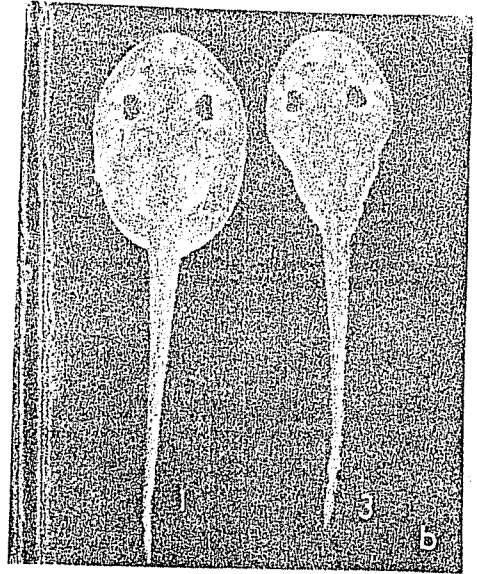
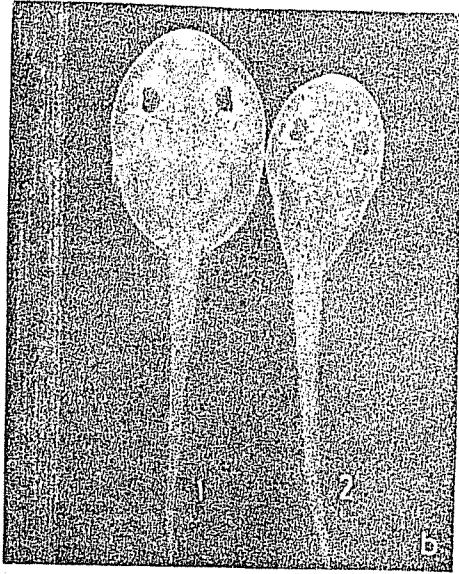
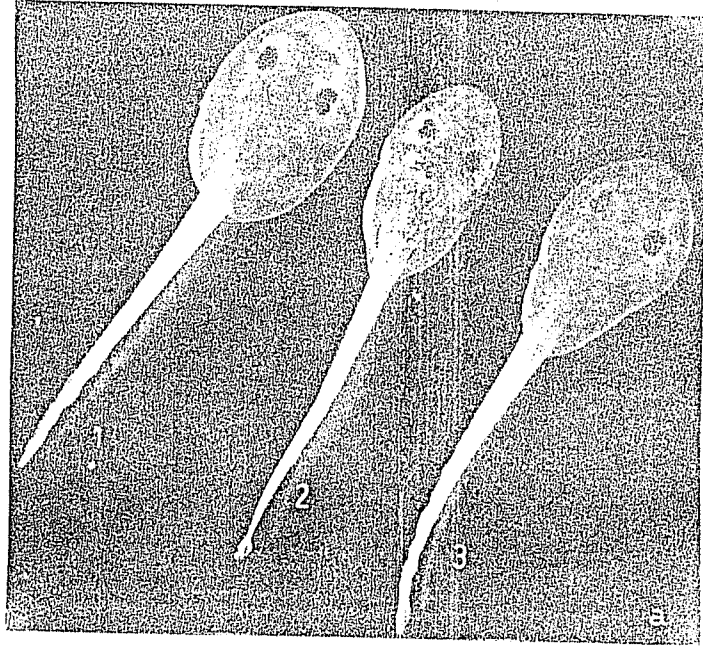
Tablo 3. 96 saatlik A. aktif malathion, B. % 25'lik malathion'un kullanıldığı deneyler sonunda canlı kalan 25. evre *R. ridibunda* larvalarının ortalama vücut ölçüleri (B+G: Baş ve gövde, K: Kuyruk, T: Total uzunluk).

A

Konst. (ppm)	B+G (mm)	K (mm)	T (mm)
Kontrol	4	6.2	10
26	3.3	5.9	9.2
28	3.2	5.9	9
30	3.1	5.6	8.7
32	3	5.4	8.5
34	2.9	5.3	8.2
36	2.6	5.2	7.8

B

Konst. (ppm)	B+G (mm)	K (mm)	T (mm)
Kontrol	3.8	6	10
16	3	5.9	8.9
17	3	5.7	8.7
18	2.9	5.6	8.6
20	2.7	5.4	8.1
22	2.5	5	7.5



Şekil 3. a. 1: Kontrol grubu, 2: 36 ppm, 3: 26 ppm'lik saf malathion'a; b. 1: Kontrol grubu, 2: 16 ppm, 3: 22 ppm % 25'lik malathion'a maruz bırakılmış 25. evre *R. ridibunda* larvaları (0.8X).

Tartışma ve Sonuç

Saf aktif malathion'la yapılan 96 saatlik akut toksisite testleri sonucunda; 25. evre *R. ridibunda* larvalarının % 50'sinin ölümüne neden olan konsantrasyon (LC_{50}) 30.18 ppm olarak hesaplanmıştır. % 25'lik malathion preparatıyla yapılan testler sonucunda ise bu değer (LC_{50}) 18.60 ppm olarak tespit edilmiştir. Yapılan akut toksisite testleri sonucu hesaplanan bu değerlere göre; saf aktif malathion ve % 25'lik malathion'un *R. ridibunda* larvaları üzerindeki toksisitesini karşılaştıracak olursak; % 25'lik malathion'un *R. ridibunda* larvaları üzerinde saf aktif malathion'a oranla daha düşük konsantrasyonlarda etkili olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle % 25'lik malathion preparatının LC_{50} değerinin düşük olmasına karşın, saf aktif malathion'un LC_{50} değeri daha yüksektir. Dolayısıyla, % 25'lik malathion preparatının saf aktif malathion'dan daha toksik olduğu sonucuna varılmıştır. % 25'lik malathion preparatından hazırlanan solüsyonlarla yapılan testlerde; aktif maddenin yanısıra, preparatın % 75'ini teşkil eden, katkı maddelerinin de ayrı bir toksisiteye neden oldukları düşünülmektedir.

Malathion'un *Daphnia magna* için hesaplanan LC_{50} değeri 0.0009 mg/L iken aynı değer *Mugil capito* için 0.5 mg/L olarak bildirilmiştir (Canyurt, M.A., 1989). Bu değerlere bakıldığında malathion'un farklı türler üzerinde farklı derecelerde toksisite yarattığı açıkça görülmektedir. Mevcut çalışmada *R. ridibunda* larvaları için hesaplanan LC_{50} değerleri (18.60; 30.18), *R. ridibunda*'nın malathiona karşı yukarıda bahsi geçen iki türden daha toleranslı olduğunu göstermektedir. Thybaud (1990), lindane'ın *Rana temporaria* larvaları için 48 saatlik LC_{50} değerinin 5.88 mg/L, tatlısu balığı *Gambusia affinis* için

ise aynı değerin 0.10 mg/L olduğunu belirtmiş olup *R. temporaria* türünün bu insensitivite karşı daha dayanıklı olduğunu bildirmişlerdir. Fakat aynı araştırmacı yaptığı biyobirikim deneyleri sonucunda; kurbağa larvalarında 100-400-600 $\mu\text{g/L}^{-1}$, *G. affinis*'de ise 10-20 $\mu\text{g/L}^{-1}$ lindane biriktiğini saptayarak, kurbağa larvalarındaki birikimin balıklardan 10 kat daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Kurbağa larva ve erginlerindeki insektisit biyobirikiminin yüksek oranlarda olduğu Schuytema ve ark. (1991) tarafından da bildirilmiştir. Kurbağalardaki bu birikim, onlarla beslenen diğer canlılar açısından daha büyük bir tehlike arz etmektedir.

Bu çalışmada yapılan akut toksisite deneyleri ile malathion'un *R. ridibunda* larvalarının gelişimi üzerinde, büyüme oranlarında azalma şeklinde bir takım olumsuz etkiler yarattığı ortaya konmuştur. Organik fosforlu bir insektisit olan nuvan'ın *Rana hexadactyla* larvalarının (Raj ve ark., 1988); cypermethrin'in *R. temporaria* larvalarının (Paulouv, 1990) büyümesini engellediği ve metamorfozda gecikmelere neden olduğu rapor edilmiştir. Çeşitli pestisitlerin amfibi larvalarının büyüme ve gelişimi üzerindeki etkileri ile ilgili birçok araştırmacı (Marchal-Segault ve Ramade, 1981; Marian ve ark., 1983; Berrill ve ark., 1993; Bernardini ve ark., 1996) büyüme oranlarının azalması ve metamorfozda gecikmeler şeklindeki benzer sonuçları rapor etmişlerdir.

Bu çalışmada, malathiona maruz bırakılan *R. ridibunda* larvalarının kontrol grubundakilere göre daha açık renkli oldukları gözlenmiştir. Tomar ve Pandey (1988) organik fosforlu bir insektisit olan nuan'ın *Rana tigrina* larvalarının epidermal melanoforları üzerindeki subletal etkilerini incelemiş ve insektisit konsantrasyon-

larındaki artışa paralel olarak pigmentasyonda azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bu veriler bizim sonuçlarımızı destekler niteliktedir. Bu araştırmacılar (Tomar ve Pandey, 1988) melanoforlardaki melanin'in insektisit etkisinde hücre merkezinde toplandığı için pigmentasyonda azalmanın gözlemlendiğini ve MSH hormonu kontrolündeki melanin hareketlerinin neurotoksik maddeler olan insektisitlerin sinir sisteminde meydana getirdiği değişikliklerden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Pigmentasyonun azalması şeklindeki benzer sonuçlar Dumptert ve Zietz (1984) tarafından da bildirilmiştir.

Bu çalışmada, malathion'un *R. ridibunda* larvaları üzerindeki davranışsal etkileri olarak deney başlangıcında olağandışı hareketlilik, daha sonra yüzme yeteneğinin azalması ve denge kaybı, en son aşamada da hareketsizlik gözlenmiştir. Bu davranışsal etkiler şaşırtıcı değildir çünkü bu pestisitlerin çoğu nörotoksik maddelerdir. Yani bu maddeler hayvanın sinir sistemini etkilemek suretiyle toksisitelerini ortaya koyarlar. Malathion'un kefal balığı (*Mugil capito*) üzerinde de mevcut çalışmada gözlenene benzer davranışsal etkiler yarattığı bildirilmiştir (Canyurt, 1989). Çeşitli pestisitlerin amfibi davranışları üzerindeki etkileri ile ilgili bizim bulgularımıza benzer sonuçlar farklı araştırmacılar (Tomar ve Pandey, 1988;

Gauna ve ark., 1991; Salibian, 1992) tarafından da bildirilmiştir.

Pestisit kirliliği, amfibilerin besin ve habitatlarının niceliğinde ve niteliğinde azalmaya neden olur. İnsektisitlerin büyük bir kısmı hedef olmayan omurgasızlara da toksiktir. Aynı şekilde herbisitler de alg ve sucul makrofitlere toksik etkiler yapabilir. Dolayısıyla alg ve sucul omurgasız popülasyonlarında azalmalara neden olurlar. Larvalar için besin olan alglerin, yine erginlere besin teşkil eden omurgasızların ve predatörlere karşı sığınak oluşturan makrofitlerin azalması veya yok olması tahmin edileceği gibi amfibi popülasyonlarına tahrib edici etkiler yapacaktır (Bishop ve Pettit, 1992).

Türkiyede amfibilerin soyu kural olarak yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olmamakla birlikte, birçok yörede sayıca azaldığıda bir gerçektir. Mevcut sonuçlar pestisitlerin tek başına veya diğer antropojenik streslerle birlikte amfibi popülasyonlarının azalmasına neden olabileceğini göstermektedir (Bishop ve Pettit, 1992). Ülkemizde bu canlı grubunun geleceğini tehdit eden doğal ve yapay faktörler; orman tahribi ve erozyon, tatlısu ortamlarının kurutulması kimyasal mücadele (pestisit kullanımı), ötrofikasyon, tarımsal girdiler ve çıktılar, yapılaşma ve ihracat'tır. *R. ridibunda* türü için potansiyel tehlike arzeden unsurlar arasında tarım ilk sırayı almaktadır (Demirsoy, 1997).

Kaynakça

- Bernardini, G., Spinelli, O., Presutti, C., Vismara, C., Bolzacchini, E., Orlandi, M., Settini, R., 1996. Evaluation of the developmental toxicity of the pesticide MCPA and its contaminants phenol and chlorocresol. Environ. Toxicol. and Chemist. 15-5: 754-760.
- Berrill, M., Bertham, S., Wilson, A., Louis, S., Brigham, D., Stromberg, C., 1993. Lethal and sublethal impacts of pyrethroid insecticides on amphibian embryos and tadpoles. Environmental Toxicology and Chemistry. 12: 525-539.
- Bishop, C.A., Pettit, K.E., 1992. Declines in Canadian amphibian populations: designing a national monitoring strategy, 67-70. The effects of pesticides on amphibians and the

implications for determining causes of declines in amphibian populations, Bishop, C.A. (Ed.), Canadian Wildlife Service, 76, Canada, 120 p.

- Bliss, C.I., 1935. The calculation of the dosage mortality. *Curve. Ann. Appl. Bil.*, 22: 134-167.
- Canyurt, M.A., 1989. Malathion'un Pulaterina (*Mugil capito* Cuvier, 1829) için letal konsantrosyonu (LC-50) üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Dergisi. 26-2: 94-109.
- Demirsoy, A., 1997. Türkiye omurgalıları, Amfibiler. Meteksan Basımevi, Ankara, 69 s.
- Dumpe, K., Zietz, E., 1984. Platanna (*Xenopus laevis*) as a test organism for determining the embryotoxic effects of environmental chemicals. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 8: 55-74.
- Gauna, L., Caballero de Castro, A., Chifflet de Llamas, M., Pechen de DAngelo, A.M., 1991. Effects of dieldrin treatment on physiological and biochemical aspects of the toad embryonic development. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 46: 633-640.
- Gosner, K.L., 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica*. 16: 183-190.
- Holcombe, G.W., Phipps, G.L., Sulaiman, A.H., Hoffman, A.D., 1987. Simultaneous multiple species testing: acute toxicity of 13 chemicals to 12 diverse freshwater amphibian, fish and invertebrate families. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 16: 697-710.
- Marchal-Segault, D., Ramade, F., 1981. The effects of lindane, an insecticide, on hatching and postemryonic development of *Xenopus laevis* (Daudin) anuran amphibian. *Environ. Res.* 24: 271-275.
- Marian, M.P., Arul, V., Pandian, T.J., 1983. Acute and chronic effects of carbaryl on survival, growth, and metamorphosis in the bullfrog (*Rana Tigrina*). *Arach. Environ. Contam. Toxicol.* 12: 271-275.
- Öztürk, S., 1997. Tarım İlaçları. Ak Basımevi, İstanbul, 551 s.
- Öncüer, C., 1995. Tarımsal Zararlılarla Savaş yöntemleri ve İlaçları. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 333 s.
- Paulouv, S., 1990. Potential impact of pyrethroids (Cypermethrin) on the model amphibians (*Rana temporaria*). *Biologia (Bratislava)* 45, CSSR, 133-139.
- Raj, T.P., Jebanesan, A., Selvanayagam, M., Manohar, G.J., 1988. Effect of organophosphorus (Nuvan) and carbamate (Baygon) compounds on *Rana hexadactyla* (Lesson) with a note on body protein and liver glycogen. *Geobios*. 15: 25-32.
- Rowe, C.L., Dunson, W.A., 1994. The value of simulated pond communities in mesocosms for studies of amphibian ecology and ecotoxicology. *Journal of Herpet.* 28: 346-356.
- Rugh, R., 1962. *Experimental Embryology*, Burgess Publishing Company, Minneapolis, 344 p.
- Salibian, A., 1992. Effects of deltamethrin on the South American Toad, *Bufo arenarum*, tadpoles, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 48: 616-621.
- Schuytema, G.S., Nebeker, A.V., Griffis, W.L., Wilson, N.K., 1991. Teratogenesis, toxicity, and bioconcentration in frog exposed to dieldrin. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 21: 332-350.
- Thybaud, E., 1990. Acute toxicity and bioconcentration of lindane and deltamethrin for the tadpoles of *Rana temporaria* and mosquitofish. *Hydrobiologia*. 190: 137-145.
- Tomar, V., Pandey, A.K., 1988. Sublethal toxicity of an insecticide to the epidermal melanophores of Rana tadpoles, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 41: 582-588.
- Wake, D., 1991. Declining amphibian populations. *Science*. 253-860.

Geliş Tarihi: 27.01.1999

Kabul Tarihi: 10.12.1999