

**MALATHİON İNSEKTİSİTİNİN POECİLİA RETİCULATA
(PETERS, 1859) ÜZERİNDEKİ AKUT TOKSİK ETKİSİ**

Nurtaç Hilal BAKAL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OCAK 2010
ANKARA**

Nurtaç Hilal BAKAL tarafından hazırlanan Malathion İnektisitinin *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) Üzerindeki Akut Toksik Etkisi adlı bu tezin Yüksek Lisans olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Mehmet YILMAZ
Tez Danışmanı, Biyoloji Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Çevre Bilimleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ali GÜL
Biyoloji Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi
Doç. Dr. Mehmet YILMAZ
Biyoloji Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Beril AKIN SALMAN
Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tarih: 25/02/2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Nurtaç Hilal BAKAL

**MALATHİON İNSEKTİSİTİNİN POECİLİA RETİCULATA (PETERS,
1859) ÜZERİNDEKİ AKUT TOKSİK ETKİSİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Nurtaç Hilal BAKAL

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ocak 2010

ÖZET

Bu çalışmada tarımsal faaliyetler sonucu sucul ekosisteme toksik kirletici olarak ulaşan malathion insektisitinin *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) üzerinde 96 saatlik LC₅₀ değerinin saptanması amaçlanmıştır. Denemelerde toplam 204 *Poecilia reticulata* bireyi kullanılmıştır. Bu çalışmada akut toksisite deneylerinden statik yöntem kullanılmıştır. Ayrıca malathion insektisitinin her bir konsantrasyonunda *Poecilia reticulata* bireylerindeki davranış değişiklikleri tespit edilmiştir. Malathion denemesinden elde edilen bulgular üç farklı yöntemle değerlendirilmiştir. 96 saatlik LC₅₀ değeri EPA'nın geliştirdiği Probit Analiz yöntemine göre 19,459 ppm; Trimmed-Spearman Karber metoduna göre 20,91 ppm ve Behrens-Karber metoduna göre ise 22,125 ppm olarak hesaplanmıştır.

Bilim Kodu : 903.1.027
Anahtar Kelimeler : Malathion, *Poecilia reticulata*, LC₅₀, akut toksisite
Sayfa Adedi : 44
Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Mehmet YILMAZ

**INVESTIGATION OF ACUTE TOXICITY OF INSECTISIDE ON POECILIA
RETICULATA (PETERS, 1859)**

(M.Sc. Thesis)

Nurtaç Hilal BAKAL

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

January 2010

ABSTRACT

This study is concerned with the determination of 96 hour LC₅₀ values of malathion, a toxic pollutant on aqueous system coming from agricultural activities, on *Poecilia reticulata* (Peters, 1859). The research was carried out using 204 *Poecilia reticulata* individuals. The behavioral changes of the fish were monitored at different toxicant concentrations. The data were evaluated by the use of Probit Analysis method and the 96 hour LC₅₀ value of malathion on *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) found as 19.459 ppm. This value was found to be 20.91 ppm according to Trimmed-Spearman Karber method and 22.125 ppm according to Behrens-Karber method.

Science Code : 903.1.027

Key Words : Malathion, *Poecilia reticulata*, LC₅₀, acute toxicity

Page Number: 44

Adviser : Assoc. Prof. Dr. Mehmet YILMAZ

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren değerli Hocam Doç. Dr. Mehmet YILMAZ'a, bütün hayatım boyunca desteğini hiçbir zaman esirgemeyen annem Fatma KARAKAŐ, babam Nejdet KARAKAŐ ve kardeőim Mustafa KARAKAŐ'a, beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, desteğini esirgemeyen değerli eőim Ertan BAKAL'a teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLER LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	2
2.1. Pestisitler.....	2
2.2. Malathion İnsektisiti Hakkında Bilgiler.....	6
2.2.1. Malathion insektisitinin etki mekanizması.....	8
2.2.2. Malathion atıkları.....	11
2.2.3. Kuramsal temeller ve tanımlar.....	13
2.3. <i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1859) Hakkında Bilgiler.....	15
3. MATERYAL VE METOD.....	17
3.1. Materyal.....	17
3.2. Metod.....	18
3.3. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	19
3.4. Deneydeki Davranış Değişimlerine Ait Gözlem Sonuçları.....	22

Sayfa

4. TARTIŞMA VE SONUÇ	27
5. ÖNERİLER.....	37
KAYNAKLAR.....	38
ÖZGEÇMİŞ.....	44

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Deneyde malathionun <i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1859) bireyleri üzerinde tahmini LC değerleri ve güven sınırları.....	20
Çizelge 3.2. Verilen malathion miktarına göre ölen <i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1859) sayısı.....	23
Çizelge 4.1. Malathion pestisitinin farklı balık türleri üzerine zehirlilik kriterleri.....	27

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Malathion kimyasal yapısı.....	7
Şekil 2.2. Malathion memelilerde ve böceklerde biyotransformasyonu.....	10
Şekil 3.1. Deneyde malathion için hesaplanan probit değerleri ve regresyon grafiği.....	21

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. 7,5 ppm'deki davranış değişimleri	24
Resim 3.2. 15 ppm'deki davranış değişimleri	24
Resim 3.3. 22,5 ppm'deki davranış değişimleri	25
Resim 3.4. 30 ppm'deki davranış değişimleri	26
Resim 3.5. 37,5 ppm'deki davranış değişimleri	26

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
DCA	Malathion dikarboksilik asit
LD₅₀	Deney organizmalarının yarısını öldüren doz
LC₅₀	Tatbik edilen organizmaların yarısını öldüren konsantrasyon
LD₁₀₀	Deney organizmalarının tamamını öldüren doz
MCA	Malathion monokarboksilik asit
DDT	Dikloro difenol trikloroethan

Kısaltmalar	Açıklama
AchE	Asetilkolinesteraz
EPA	Çevre Koruma Dairesi
EC	Kimyasalın sıvı formülasyonu
DEC	New York Çevre Koruma Birimi
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

1.GİRİŞ

Günümüzde birçok herbisit ve insektisit yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Dünya çapında süregelen toksikolojik çalışmalar ışığında, bu maddelerin yerine çevreye daha az zarar veren alternatif maddelerin araştırılmasına hızlı bir biçimde devam edilmektedir [1]. Kimya endüstrisinin hızla gelişimi sonucunda gerek günlük yaşantımızda, gerekse tarımda ve endüstride birçok kimyasal madde kullanılmaktadır. Bu kimyasal maddeler, bugünkü çağdaş yaşamın vazgeçilmez gereksinimleridir; fakat, bu maddelerin faydalarının yanında, çeşitli nedenlerle gerek doğrudan maruz kalma gerekse kullanımları sonucu çevreye yayılarak çevre kirliliği (insanlara ve tüm ekosisteme) üzerinde olumsuz etkileri olduğu görülmüştür. Ekosistemin su, hava, toprak ve canlılar gibi bütün ögeleri birbiriyle ilişkili olduğundan; tarımda kullanılan zirai ilaçlar su ve toprak basta olmak üzere bütün abiyotik ortamı kirletirler [2]. Bu kimyasalların özellikle pestisitlerin kullanılması sonucu ortaya çıkan en önemli sorun, çevre kirliliğinin yanında bu maddelerin besin zincirine girmesi ve her basamakta yoğunlaşarak insana kadar ulaşmasıdır [3]. Artan nüfusun da etkisiyle tarımda istenmeyen bitki ve hayvan türlerinin kontrol edilme gerekliliği doğmuştur. Bitki ve hayvan türlerini kontrol etmek için üretilen kimyasallar genel olarak “pestisit” ya da “biyosit” olarak isimlendirilmiştir. Bu kimyasallar hedef organizmaya bağlı olarak insektisitler, herbisitler ve fungusitler gibi gruplara ayrılmışlardır [4]. Kısaca pestisitler, ekosistemin dengesinin bozulmasına neden olurlar. Bu nedenle, günümüzde çevre kirliliğinin birincil nedenlerinden biri haline gelen pestisitlerin, sentez ve üretiminden etkin ve güvenli kullanımına kadar her aşamada “etkinlik - insan sağlığına etki - çevresel etki” üçlüsünün birbirinden ayrılmaz bir bütün olarak ele alınması zorunluluğu vardır [5] .

Bu çalışmada, Dünyada ve Türkiye’de bir çok alanda yaygın bir kullanıma sahip olan malathion insektisitinin bir test balığı olan lebistes (*Poecilia reticulata*) üzerindeki akut toksik etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Pestisitler

Pestisit, tarım ürünlerine veya hayvansal gıdalara; üretim, hasat, depolama ve taşıma esnasında zarar yapan herhangi bir zararlıyı (yabancı otlar dahil) kontrol etmek veya bunların zararlılarını önlemek üzere uygulanan veya hayvanların vücutlarında bulunan herhangi bir böcek veya zararlının kontrolü amacıyla hayvanlara verilen madde veya maddeler karışımıdır [6].

Pestisitler, bitkilere olduğu gibi uygulanmazlar. Bunlar özelliği gereği zehirli maddeler oldukları için, zararlılara karşı daha emniyetli, daha ekonomik, insan ve çevre sağlığı açısından daha az zararlı olacak şekilde bazı yardımcı maddeler ile (katı, sıvı) karıştırılarak kullanılırlar. İşte bu fiziksel karışıma “Formülasyon” içinde belli yüzdede bulunan pestisite de etkili madde veya aktif madde adı verilir [6].

Bu formülasyonun içinde:

1. Etkili madde veya aktif madde (belli yüzdede),
2. Yardımcı maddeler,
3. Emülgatörler,
4. Dolgu maddeleri

bulunmaktadır.

Bu maddeler; katı ve sıvı ilaç formülasyonları için ayrı ayrı özelliklerde olmaktadır. Her zehirli madde pestisit olarak kullanılmaz ve adlandırılmaz. Zehirli özellik gösteren bir maddenin pestisit olabilmesi için aşağıdaki özellikleri taşıması gerekir [6]:

1. Biyolojik olarak aktif olmalı,
2. Etkili olmalı,

3. Güvenilir olmalı,
4. Yeteri kadar stabil (kararlı) olmalı,
5. Kullanıcılar açısından güvenilir olmalı,
6. Üçüncü şahıslar açısından güvenilir olmalı,
7. Tüketiciler açısından güvenilir olmalı,
8. Besi hayvanları açısından güvenilir olmalı,
9. Yabani hayatta zararlı olmamalı,
10. Faydalı organizmalara zararlı olmamalı,
11. Çevre için kabul edilebilir olmalı,
12. Ticarete probleme sebep olmamalı.

FAO ve WHO'ya göre, her zehirli madde pestisit olarak kullanılamaz ve adlandırılmaz. Zehirli özellik gösteren bir maddenin pestisit olabilmesi, FAO ve WHO tarafından belirli esaslara bağlanmıştır [6].

Pestisitler kullandıkları zararlılara grubuna göre şöyle sınıflandırılır [6]:

1. Böcekleri öldürenler (İnsektisit)
2. Fungusları öldürenler (Fungusit)
3. Fungusların faaliyetini durduranlar (Fungustatik)
4. Yabancı otları öldürenler (Herbisit)
5. Örümcekleri öldürenler (Akarisit)
6. Bakterileri öldürenler (Bakterisit)
7. Yaprak bitlerini öldürenler (Afisit)
8. Kemirgenleri öldürenler (Rodentisit)
9. Nematodları öldürenler (Nematisit)
10. Salyangozları öldürenler (Mollusisit)
11. Algleri öldürenler (Algisit)
12. Kuşları öldüren veya kaçırınlar (Avisit)
13. Kaçırıcılar (Repellentler)
14. Çekiciler (Atrakant)

Pestisit amaçlı kullanılan toksik maddeler hedef organizma dışında çevreye, insan ve diğer organizmalara zarar verme riski kaçınılmaz olduğu için pestisitlerin toksisitesi ve kullanımı ile ilgili düzenlemeler vardır. Fakat bununla birlikte pestisitlerin sebep olacağı risklerin değerlendirilmesi ve bunların uygun miktarda kullanımına karar vermek kolay değildir. Bu toksik materyal tarafından ortaya koyulan risk, hem onun toksisitesinin hem de hassas olduğu organizmaya olan etkisi kesin değildir. Etkisini laboratuvar koşullarında ölçmek kolaydır, ancak organizmalara olan etkisine karar vermek zordur [7].

Pestisitler, modern tarımın tamamlayıcı bir bileşeni halindedir ve dünyanın tüm agro ekosistemlerinde üretim süreci bir veya daha fazla pestisit uygulamasına gereksinim duymaktadır. Ürün artışına bağlı olarak, sebze ve meyvelerde yılda 10–15 pestisit uygulaması normal karşılanabilmektedir. Birçok uygulamada birden fazla aktif madde kullanılabilir. Bu aktif maddeler özellikle hastalık, zararlı ve yabancı otları öldürmek üzere geliştirilmiştir [8].

İdeal bir pestisit yalnızca hedef organizmayı etkileyen, kalıcı olmayan ve çevresel etkileri zararlı olmayan kimyasal madde olarak tanımlanabilir. Birçok pestisit hedef dışı organizmalarda doğrudan toksik etkilere sahip olmamakla birlikte, ekosistemde taşınmakta ve ekosistemde zararlı olabilmektedir [8].

Pestisitlerin kirliliğe neden olma yollarını;

- Yüzey ve yeraltı sularına direkt bulaşma
- Toprağa bulaşma
- Hedef dışı organizmalara doğrudan bulaşma

Hedef dışı organizmalara kalıntılar ya da kalıcı bileşikler nedeniyle bulaşması şeklinde özetleyebiliriz [8].

Pestisitler kullanımları sırasında doğrudan toprağa uygulansalar bile pestisit uygulanmasından sonra, topraktan ve uygulanan vejetasyondan buharlaşarak, rüzgar

yoluyla atmosfere girer. Pestisit atmosfere girdiğinde, atmosferden su yüzeylerine aktarılır ve su yüzeylerinde toplanır [9].

Pestisitlerin en önemli taşınım yolu sürüklenmesi, buharlaşması ve sızması ile olur. Böylece pestisitler hedef alanın dışını da kontamine etmiş olurlar. Taşınmada ikinci etkiyi meydana getirenler, yağış miktarı ve sulamanın şiddetidir. Yağış ve sulamalarla, pestisit ile bulaşma sadece toprakla kalmaz. Toprakta yayılım ile su kütlelerine de bulaşabilir. Yayılma toprak yüzeyinden akıntularla veya tarımsal bölgelerden yıkanmalarla olabilir. Pestisitler yağmur suları, drenaj suları, yüzey akışları ve sulama sularına da karışarak suları kontamine edebilirler. Toprak pestisitini uyguladığı yüzeyde filtre görevi yapar. Toprak yoluyla yeraltı suyuna ya da drenajla kaçan pestisitler, toprak içindeki su akım yoluyla taşınırlar. Topraktaki suyun hareketi, pestisitinin bileşim ve hareket halinde bulunması için oldukça önemlidir. Pestisitinin emilmesi, taşınma miktarı ve taşınma yolunu; toprağın karakteristik yapısı, hidrolojisi ve porları etkiler. Farklı toprak tiplerinde taşınma kapasitesi ve emilmesi farklı şekillerde olur. Toprağın organik madde, çamur içeriği pestisitinin emilme kapasitesini yönlendirir. Toprak çok miktarda çamur ve organik madde içerdiğinden, toprakta bulunan pestisit miktarı en yüksektir. Düşük sıcaklıkta ise mikroorganizma aktivitesi az olduğu için, pestisitinin topraktaki devamını sağlar [8, 10, 11].

Pestisit kullanımı sonucunda, bütün yerüstü ve yeraltı suları pestisitlerle kontamine olabilir. Bu şekilde kontamine olmuş su kütleleri içerisinde, pestisitlerin hareketleri kısmen pestisitinin suda çözünürlüğüne ve kısmen de formülasyonuna bağlıdır. Suda çözünebilen pestisitler, kısa süre içerisinde su içinde dağılırken, suda az çözünen bileşimler daha çok partiküllere yapışıp, sediment şeklinde sürüklenirler; su içerisinde askıda kalarak uzun süre aktif maddelerin yayılmasına neden olurlar [10-13].

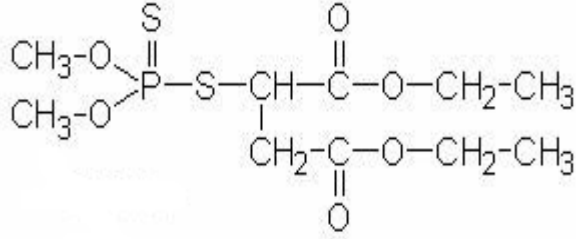
Balıklar solungaçları vasıtası ile su ortamından pestisitleri absorbe ederek de pestisitlerden zarar görebilmektedirler. Pestisitler kimyasal yapısına ve etki ettiği balığın türüne bağlı olarak doğrudan öldürücü bir etki gösterebileceği gibi habitat ve

besin kalitesini de olumsuz yönde etkileyebilir. Pestisitler balıkların büyüme oranlarına, çoğalmalarına ve davranışlarına etki edip, dokularını hasara uğratabilirler. Balıkların dokularında meydana getirdiği hasarlar, balıklarda duyarlılığa yol açarak, mevsimlik sıcaklık değişimlerinden ve geçici açlıktan gereğinden fazla etkilenmelerine neden olabilir. Yavru balıklar ise daha hassas olmaları nedeni ile pestisitlerden daha fazla zarar görebilirler. Pestisitten etkilenen balıklar; düşmanları tarafından kolay avlanabilir, diğer balıklarla rekabette yetersiz kalabilir, zor koşullarda dirençsiz hale gelebilirler [14].

Pestisitlerin doğal çevredeki biyolojik, kimyasal ve fiziksel süreçlerle parçalanıp yok olmaları çok yavaş olmaktadır. Pestisitler sahip olduğu özellikler sayesinde parçalanmaya karşı bir direnç göstermektedirler. Genel olarak doğal orijinli pestisitler örneğin pyrethrum güneş ışığında hızla parçalanmaktadır. Bunun aksine birçok sentetik pestisit yüksek düzeyde kalıcıdır. Bazı pestisitler ise, parçalandıklarında ana bileşikten çok daha tehlikeli ürünlere dönüşebilmektedirler [8, 15]. Birçok pestisit ise yüksek düzeyde kalıcıdır, çevrede parçalanmadan uzun süre kalabilmekte ve kalıntıları toprak, su ve hava vasıtası ile bitkilere geçebilmektedir. Besin zinciri yolu ile hayvan ve insan tarafından alınarak dokularda biriktirilebilmekte, biyolojik birikimle canlıların vücudunda yoğunlaşabilmektedir. Besin zincirinin üst kademelerine gidildikçe birikim seviyesi artış gösterebilmekte ve bunun sonucunda canlılarda artan zararlı etkiler görülebilmektedir [15].

2.2. Malathion İnsektisiti Hakkında Bilgiler

Malathion, geniş spektrumlu organofosfat böcek öldürücü olarak kullanılır [11]. Malathion sistemik olmayan, 1956 yılında Amerika’da tescil edilmiş geniş yelpazeli bir böcek ilacıdır. Malathion ürünleri çevrede bulunan çok çeşitli böceklerin kontrolünde kullanılmaktadır. Ürün formülü tozlar, emülsiyon olabilen konsantreler, eriyebilen çeşitli toz ve solüsyonlar içerir. Malathionun kimyasal sınıfı organofosfattır ve kimyasal formülü $C_{10}H_{19}O_6PS_2$ şeklinde iken kimyasal yapısı şöyledir [16-19]:



Şekil 2.1. Malathionun kimyasal yapısı

Malathionun görünümü açık kehribar renkli, kokusu kokarca ile sarımsak kokusunu andıran bir sıvıdır [11]. Kimyasal adı, diethyl (dimethoxy thiophosphorylthio) succinatedir [20]. Moleküler ağırlığı 330,36 ve su çözünürlüğü 0,0145 g/100 ml, erime noktası 2,85 °C [15], kaynama noktası 156 °C [16], buhar basıncı 30 °C'de 5,3 MPa [15], adsorpsiyon katsayı 1800'dür. Malathion 30 °C'de 5×10^{-3} Pa düşük buhar basıncına sahip su ile çözünürlüğü oldukça yüksektir (145 mg/L 25°C) [11]. Organik çözücülerde çözünürlüğü yok varsayılırken, petrol yağlarında ve alifatik hidrokarbonlarda sınırlı çözünürlüğü vardır. Malathion sistemik olmayan bir akarisit ve insektisit özelliğindedir. Türkiye'de çok geniş kullanım alanına sahip olan malathion, ambar zararlılarından, meyve-sebze zararlılarına ve hatta evlerdeki zararlı böceklere karşı kullanılmaktadır [21].

Genel olarak kullanım yerleri: Sebze de baklagil tohum böceği, yonca hortumlu böceği, pamuk yaprak kurdu, pis kokulu yeşil böcek, fasulye kapsül kurdu, kavun kıızıl böceği, lahana kelebeği, kırmızı örümcek, patates güvesi, karpuz telli böceği, lahana kokulu renkli böceği, meyve ağaçlarında şeftali filiz güvesi, şeftali virgül kabuklu biti, zeytin kabuklu biti, meyve göz kurdu, meyve testereli arıları, tomurcuk tırtılları, alın kelebek, yüzük kelebeği, elma ağ kurdu, doğu meyve güvesi, kiraz sineği, yaprak bitleri, elma pamuklu biti, armut kaplanı, soyada çizgili yaprak kurdu, bağda bağ unlu biti, pamukta pamuk yaprak biti, pamuk yaprak piresi, çizgili pamuk yaprak kurdu, süs bitkilerinde yaprak bitleri, mısırdaki çizgili yaprak kurdu, haşhaştaki kök kurdu, hububatta ambarlanmış hububat ve mamulleri zararlıları, susamda susam güvesi, soyada pis kokulu yeşil böcek olarak belirtilmiştir [22].

Malathion insektisitinin toprakta, düşük kalıcılığa sahip olduğu tespit edilmiştir. Toprakta kalma süresinin, toprağın bir araya getirme (bağlama) derecesi ile bağlantılı olduğu bildirilmiştir. Malathionun suda tamamen eriyebildiği ve verimli topraklarda son derece hareketli olduğu bilindiğinden yeryüzü suları için olası bir tehdit olarak görülmektedir. Malathionun atmosfere bırakılması sonucu güneş ışığında bozulacağı ve bu bozulmanın yaklaşık 1,5 gün olduğu rapor edilmiştir. Irmak suyunda yarılanma durumu bir haftadan az iken, damıtılmış suda üç hafta sabit kaldığı belirtilmiştir [23].

Yapılan çalışmalarda malathionun arılara ve suda yaşayan canlılara çok zehirli olduğu belirtilmiştir. Bununla beraber kurbağa gibi hem suda hem karada yaşayan canlılara yüksek oranda zehirli iken, kuşlara orta derecede zehirlidir. Yine yapılan bazı çalışmalarda da malathionun birçok yararlı böceğe karşı da zehirli olduğu bildirilmiştir [23].

Malathion insektisitinin doğrudan veya dolaylı olarak doğal yaşam ortamlarına ulaşması nedeni ile New York Çevre Koruma Birimi (DEC) tarafından yapılan araştırmada; kullanılan bu insektisitinin birçok ada balığının ölümüne sebep olduğu belirtilmiştir. Çalışmada malathionun 2000 balık ölümüne neden olduğu ve birçok balık türünün üreme, göç etme ve fizyolojik-davranış bozukluklarına sebep olduğu tespit edilmiştir. Malathion insektisitinin *Salmo trutta* ve *Oncorhynchus clarki* bireylerine çok zehirli iken *Pimephales promelas* bireylerine orta derecede zehirli olduğu rapor edilmiştir [23].

2.2.1. Malathion insektisitinin etki mekanizması

Organik fosforlu insektisitler, inhalasyon ve gastrointestinal yolla alınabildikleri gibi, deri yolu ile de önemli derecede absorbe olabilirler. Başlıca toksik etkileri kolinesteraz enzimini (AChE) inhibe etmesine dayanır. Bu toksik etkileri biyotransformasyonları ile çok yakından ilgilidir. Bütün tiyo fosforik asit esterleri *invivo* olarak okson metaboliklerine dönüşürler. (P=S) bağı içeren organik fosforlu pestisitler aktif AChE inhibitörleri değildir. Aktivasyon için (P=S) in (P=O) grubuna oksidasyonları gerekmektedir. Bu reaksiyon karışık fonksiyonlu oksidasyonlar

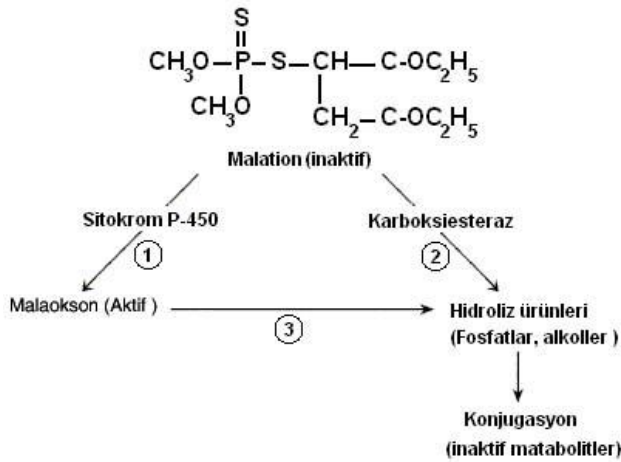
tarafından katalizlenir. Bu aktivasyon başlıca karaciğerde gerçekleşir. Ayrıca akciğer ve beyinde olmak üzere diğer dokularda da olabilir [24].

Organik fosforlu insektisitler toksik etkilerini kolinesteraz inhibitörü olarak gösterirler. Tiyoesterleri “okso” şekline dönüştükten sonra inhibitör özelliği kazanırlar. Buna göre organik fosforlu insektisitler doğrudan veya dolaylı etki gösterirler [24].

Bu çalışmada kullanılan ve organik fosforlu bir insektisit olan malathion zehir etkisini dolaylı şekilde göstermektedir. Malathion insektisiti malaoksona metabolize olduktan sonra asetilkolinesterazı geri dönüşümsüz olarak inhibe etmektedir.

Malathion insektisiti, diğer kimyasal insektisitlerin hepsinde olduğu gibi bir nörotoksikan olup, hedef organizmaların sinir sistemlerine toksik etki göstermektedir. Sinir sistemlerinde spesifik enzimleri inhibe ederek veya sinir uçlarındaki kimyasal nörotransmitterleri etkileyerek nörotoksitesini göstermektedir [24].

Malathionun böceklere toksik olduğu halde, memelilerde toksisitesinin çok düşük olması, bu iki türde farklı biyotransformasyona uğramamasındadır (İnsanlarda oral letal doz 60gr / 70gr, farelerde LD₅₀ oral yolla 1375 mg/kg'dır. Her iki türde de biyotransformasyon yolları aynı fakat hızları farklıdır. Memelilerde karboksiesteraz aktivitesi yüksek olduğu için, malathion ve malaokson, hidrolizle çabuk inaktif hale geçer. Böceklerde ise hidroliz olayı düşük esteraz aktivitesi nedeni ile çok yavaştır. Bu nedenle malaokson (asıl toksik metabolit) birikimi olacaktır. Karboksiesterazlar, karboksilik asit içeren malathionu hidroliz ederek inaktive ederler. Bu enzimin bulunması memelilerde toleransı, bazı böcek türlerinde ise rezistansı sağlar [24].



Şekil 2.2. Malathionun memelilerde ve böceklerde biyotransformasyonu

Bazı ev sinekleri ve sivrisinek suşları organik fosforlu insektisit olan malathiona karşı dayanıklıdır. Çünkü bu suşlarda malathionu inaktive eden karboksiesteraz enzimi gelişmiştir [24].

İlk organik fosforlu insektisitler, 1937 yılında Almanya’da Schrader önderliğinde bir grup kimyager tarafından sentezlenmiştir. Bu sentezlenen deneme ürünlerinin son derece toksik olduğu anlaşılmış ve 2. Dünya Savaşında Nazilerin kontrolünde tutulmuştur. “Sinir gazı” ismi verilen bu tip organik fosforlu bileşiklerin memelilere toksik olduğu gibi, insektisit özelliği de olduğu anlaşılmış ve ilk önce bu amaçla TEPP (tetraetil pirofosfat) sentezlenmiştir. Daha sonra 1944 yılında Schrader, daha dayanıklı bir bileşik olan paration ve oksijen analogu paraoksonu sentezlemiştir. Bu yıldan sonrada organik fosfat yapısındaki insektisitlerin üretimi ve kullanımı başlamıştır [24].

Malathion memelilerde ve böceklerde karışık fonksiyonlu oksidazlar ile malaoksona dönüşmektedir. Malaokson, malathiona oranla 900 kez daha zehirlidir ve insan karaciğerinde önemli zararlar oluşturabilmektedir. İsomalathion ise malathionun diğer bir parçalanma ürünü olup malathiondan daha toksik bir yapıya sahiptir. Malathion diğer organofosfatlar ile reaksiyona girer. Metabolizması insan, kemirgenler, yeni doğan bebekler ve çocuklarda farklıdır [25].

Pestisitlerin su içerisinde hareketliliği kısmen suda eriyebilirlik ve formülasyonuna bağlıdır. Suda eriyebilen ya da suda eriyebilecek şekilde formüle edilen pestisitler su içerisinde kısa sürede dağılırlar. Fakat toz veya granül formda bulunanlar su içerisinde askıda kalarak uzun süre aktif maddelerinin yayılmasına neden olmaktadır [12].

2.2.2. Malathion atıkları

Malathiona maruz kalma durumunda, biyolojik akışkanlarda (sıvılarda) bulunan öncelikli metabolitler; malathion dikarboksilik asit (DCA) ve malathion monokarboksilik asittir (MCA). DCA ve MCA karboksilik asitleri, idrarda, toplam metabolizmanın %80'inden fazla salgılanmış görülür [26].

Balık bünyesinde, en önemli atığın %33,3-35,9 oranlarında saptanan malathion monokarboksilik asit (MCA) olduğu bildirilmiştir. Saptanan diğer 22 bileşen arasında da, 0,1'den %5,7 seviyesine kadar sıralanan atıklar ise; malathion dikarboksilik asit (DCA), malaokson, desmetil malathion, monoetilfumaret ve oksaloasetik asittir [22]. Organofosforlu böcek zehirlerine maruz kalan bireyler genelde idrar metabolit salgıları ve kan tahlilleri ile değerlendirilir. Organofosforlu böcek zehirlerine maruz kalan insanlarda tanı için yapılan kan tahlilleri, en yaygın ve güvenilir biyolojik göstergelerdir. Organofosforlu böcek zehirleri kırmızı kan hücrelerinde AchE'ı tutarlar. Böcek zehirlerinin çeşitleri, maruz kalma derecesine bağlı olarak, PchE ve AchE aktivitelerinin azalmasını günlerce sağlayabilir. Birçok analitik metot kanda AchE ve PchE'yi tespit etmek için geliştirilmiştir. Metotlardan elde edilen sonuçlar genellikle karşılaştırılabilir. Fakat doğruluk, hassaslık ve kesinlik açısından geniş çapta farklılık gösterirler. İdrarda malathion metabolitlerinin varlığını kanıtlamada kullanılan analitik metotlar, kanda AchE ve PchE'yi tespit etmek için kullanılanlardan daha hassastır. Malathion gibi alkil fosfatlar vücuda çabuk alınırlar ve kısa bir zaman içerisinde idrara karışırlar. Zehire maruz kalındığında hastaya 48 saat içinde müdahale edilmelidir. Çünkü malathion insan dokularında çabucak hidrolize olmaktadır. Tespit sınırı 0,2 mg/L olarak rapor

edilmiştir. Ayrıca analiz için kullanılacak idrar örnekleri de kısa bir zaman içinde alınmalıdır [26].

Bakteriyel sistemlerde malathionun metabolizması hidroliz reaksiyonları ile olmakta ve malathionun mono ve dikarboksilik asit türevleri açığa çıkmaktadır. Reaksiyon karboksiesteraz enzimi ile gerçekleşmektedir [28].

Cook ve Moore (1976), *Lagodon rhomboides* bireylerinde malathion metabolitlerini incelediği çalışmada [29]; bireylerin 24 saat, 75 ppb malathiona maruz bırakılmaları sonucu farklı dokularda, yüksek konsantrasyonda malathion dikarboksilik asit ve malathion monokarboksilik asit metabolitlerine rastlandığını bildirmişlerdir.

Bourguin (1977), malathionun anaerobik ortamdaki durumu ile ilgili yaptığı çalışmada [30]; yüksek dengesine rağmen, anaerobik çevrelerde malathionun dayanıklılığının kısa süreli olduğunu bildirmiştir ve teknik dereceli malathionun kumlu, verimli toprağa eklenerek, pH 7,8'de yaklaşık 2,5 gün tortu oranı ile derecelendirilmiştir. Sele maruz kalan bu topraktaki çoğu atığın su üzerinde kalmasına rağmen, derecelendirmenin hem su yüzünde hem de tortuda aynı olduğu gözlenmiştir. Su yüzeyinde bulunan atık ürünlerin, malathion monokarboksilik asit (MCA 4 günde %28), dimetil monokarboksilik asit (7 günde %21), dikarboksilik asit (14 günde %21) ve dimetil dikarboksilik asit (45 günde %39) olduğu bildirilmiştir. Malathion monokarboksilik asit için hesaplanan yarılanma süresi 11 gün olarak tespit edilmiştir.

Organik fosforlu insektisitlerin çevredeki kalıcılık etkisi yok denecek kadar azdır. İşte az olan kalıcı etkileri ve zararlı kontrolündeki üstünlükleriyle organik klorlu bileşiklere tercih edilmektedir [17].

Malathion bulunduğu ortamın şartlarına bağlı olmak üzere, suyu çok hızlı kirlettiği ve bu sürenin muhtemelen bir günden daha az bir süre olduğu ve yine şartlara bağlı olarak, ortamdaki kalıcılık süresinin kısa olduğu bildirilmiştir [27].

Guerrant ve arkadaşları, malathionun göl, ırmak, gölcük gibi doğal ortamlardaki durumunu inceledikleri çalışmada [25]; malathionun böyle doğal ortamlarda yarım günden on güne kadar varlığını sürdürdüğünü bildirmişlerdir. Ancak bu durumun ortamın pH'sına ve kimyasalın ortamda kalma süresiyle doğrudan ilişkili olduğunu da ilave etmişlerdir.

2.2.3. Kuramsal temeller ve tanımlar

Toksikoloji: Kimyasal maddelerin biyolojik dokulara kantitatif tesirlerinin mekanizmalarıyla birlikte araştırılmasını inceleyen ve elde edilen bilgilerden insan popülasyonuna ve çevreye zararları ve etkileri hakkında tahmin yapılmasını temin eden bir bilim dalıdır [31].

Zehirlilik Deneyleri: Zehirli maddeye belirli bir maruz kalma süresinden sonra ölüm, hareketsizlik, üremenin engellenmesi gibi zehir etkilerini belirleyen konsantrasyonu tespit etme işidir [31].

Akut Zehirlilik Deneyleri: Deney organizmalarında kısa sürede olumsuz değişikliğe sebep olan deney konsantrasyonlarını belirleme işlemidir [31].

Zehirlilik Etkisi: Sularda doğal dengeyi bozan, organizmaların yaşam sürecini kısaltan ve/veya ortam şartlarını bozan her türlü yabancı etkidir [31].

Zehir: Organizmada şekillenen ve dışarıdan organizmaya giren, kimyasal yapıları dolayısıyla, canlının organ veya organlarını etkileyebilen ve canlının sağlığında geçici veya sürekli olarak olumsuz etki yapan maddelerdir [31].

Ortalama Etkili Konsantrasyon (EC): Deney organizmalarının %50' sinde denge kaybı, felç, anormallikler veya vücut bozuklukları gibi etki meydana getiren konsantrasyondur [31].

Ortalama Tolerans Limiti (TL): Sucul organizmalarının zehirli ortamda yarısının canlı kaldığı sınır zehirlilik değeridir [31].

En Yüksek Tolerans Dozu: Ölüm meydana getirmeyen en yüksek dozdur [31].

En Düşük Öldürücü Doz: Ölüm meydana getiren dozların en küçüğüdür [31].

Ortalama Öldürücü Doz (LD_{50}): Tatbik edildiği organizmaların yarısını öldüren dozdur [31].

Ortalama Öldürücü Konsantrasyon (LC_{50}): Tatbik edildiği organizmaların yarısını öldüren konsantrasyondur [31].

Öldürücü Doz: Bir defa tatbikinde öldüren doza denir [31].

Zehirlilik Dozu (Toksik Doz): Ölüm meydana getirmemekle beraber, zehirlenme belirtilerine sebep olan dozdur [31].

Eşik Konsantrasyonu: Kontrollü koşullarda basit deney hayvanında seçici bazı cevapları almak için gerekli olan minimum zehir konsantrasyonu veya aynı koşullar altında canlıların hayatta kalmasına izin veren maksimum zehir konsantrasyonudur [31].

Akut Zehirlilik: Tek dozda 24 saatlik süre içinde görülen zehirliliktir [31].

Doz-Cevap İlişkisi: Kimyasal maddelere maruz kalma özellikleri ile meydana gelen çeşitli ve geniş spektrumlu tesirler arası ilişkilere denir [31].

Sistemik Etki: Bir kimyasalın bitki içerisinde özsuya geçmek suretiyle dolaşabilme özelliğidir [32].

Toksisite çalışmaları, toksik maddelerin tanımlanması, kimyası, toksisite oluşum sınıfları, fizyolojik aksiyonları ve kimyasalların oluşturacağı zararları saptamak için yapılır [32]. Bununla birlikte su ortamını koruyabilmek, balık populasyonlarında kimyasalların potansiyel oluşumlarını bilmek, güvenilir değerler bulmak için laboratuvar deneylerinin yapılmasına da şiddetle gereksinim vardır. Bu açıdan laboratuvar çalışmaları, su ortamı için sorun olmayan düzeyleri tahmin etmek ve uygulamak için önemlidir [33]. Tatlı su ortamlarındaki canlı grupları için toksik maddelerin lethal ve sublethal dozları her bir canlı grubu için ayrı ayrı düzenlenen biyodeneylemlerle sağlanmaktadır [34]. Bu araştırmada Türkiye’de yaygın bir kullanımı olan malathionun *Poecilia reticulata* (Peters,1859) bireylerinde LC₅₀ değerinin tespiti ve davranışlarda meydana gelen değişimlerin tespiti amaçlanmıştır.

2.3. *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) Hakkında Bilgiler

Poecilia reticulata’nın vatanı, Güney Amerika’nın kuzeyinde Trinidad, Guiana ve Venezuela’dır [35]. Genelde en yaygın olarak bilinen balık türüdür. Dünyanın bir çok yerinde akvaryum balığı olarak kullanılmaktadır. Eski adı *Lebistes reticulatus*’tur. Poecilidae familyasına dahildir [36]. İlk olarak 1859’da Venezuela-Caracas’da vücudu yeşilimsi, kuyruk yüzgeci mavi, kırmızı, siyah renklerden oluşan lebistesini tespit eden ichthyologist Wilhelm Peters isimli bilim insanı, bu balığa *Poecilia reticulata* ismini vererek Poecilidae familyasına dahil etmiştir [37, 38].

Lebistes balıkları akvaryum balıkları içerisinde en çok tanınan türdür. Erkekleri 3, dişileri 6 cm kadardır. Erkeklerin kuyruk yüzgeci çok geniş ve renklidir. Kuyruk yüzgecinin renk ve şekli eşey kromozomuna bağlı 18 gen tarafından ortaya çıkar [40, 41]. Bu balıklarda sırt yüzgeçleri parlak renkli olup, bazıları da oldukça uzun saçaklı olabilir. Seleksiyonla yetiştirilmiş erkeklerin kuyruk yüzgeci ışınları da çok ilginç değişiklikler gösterir. Bunlardan harp biçimli kuyruk şekli gösterenler olduğu gibi, kılıçkuyruklu, yuvarlak kuyruklu, mızrak kuyruklu ve iğne kuyruklu olanlar da göze çarpar [39]. Üretimleri kolaydır. Bir tek dişi ve bir tek erkek balık ile bunlardan üreyen yavrulardan da yavru sağlanacağı kabul edilirse, bir çift balıktan yılda

300.000 adet birey elde edilir. Bu özellikleri nedeniyle Avrupa'da milyon balığı olarak da tanınırlar [37].

İlk kez 1908 yılında Avrupa'ya getirilmiştir. Bol bitkili ve çok fazla büyük olmayan akvaryumlarda rahat ederler. Uyumlu balıklardır. Kendilerinden çok daha büyük olmayan balıklarla daha iyi yaşarlar. Su sıcaklığı 18°C'nin altına düşmemesi gerekir. En iyi sıcaklık 22-24°C'dir [37, 38]. Su sıcaklıklarındaki ani değişimler narkozis veya ölümlü sonuçlanabilmektedir. Bir grup araştırmacı bu ani sıcaklık değişimlerinin özellikle bu balıklarda sinir sisteminde modifikasyonlara yol açtığına, bu durumun türden türe sıcaklık artış veya azalışlarına paralel olarak farklılık gösterdiğine inanmaktadır [42]. Guppy'nin dişi bireylerinin sıcak ve soğuk sulara olan adaptasyonları, erkek bireylerden daha iyidir. Fakat tuzlu suda, tuzluluk kademeli olarak aşağı doğru çekildiğinde ise erkek bireylere göre daha fazla duyarlılık gösterip erkek bireylerden daha önce mortaliteye uğrarlar [43]. Genellikle tatlı sularda yaşarlar. Bazen acı sulara da girerler. Hem hayvansal hem de bitkisel besinlerle beslenirler [37].

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı Hidrobiyoloji Araştırma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

204 adet *Poecilia reticulata* bireyi 0,1 gr duyarlılık ve 1 kg' a kadar tartı yapabilen terazide tartılmıştır. Balıkların boyları, üzerine milimetrik cetvel yerleştirilerek başlangıç kısmı tam olarak sıfırlanmış balık ölçüm tahtasında ölçülmüştür. Araştırmada 20x10x10 cm boyutlarında, 20 litre hacminde akvaryumlar kullanılmıştır. Akvaryumlarda merkezi havalandırma uygulanmış ve su sıcaklığı 22 °C' de sabit tutulmaya çalışılmıştır. Biyodenedeyde, toksik madde olarak insektisitlerden % 65 derişimli malathion kullanılmıştır. Deney suyu olarak en az 48 saat dinlendirilerek ve havalandırılarak kloru giderilmiş şehir suyu kullanılmıştır.

Biyodenedey süresince bütün akvaryumlardaki çözünmüş oksijen içeriğini ölçmek için taşınabilir Wissenschaftlich Technische Werkstätten (WTW) marka oksijenmetre kullanılmıştır. Biyodenedey süresince bütün akvaryumlardaki sıcaklıkları ölçmek için WTW marka oksijenmetre kullanılmıştır. Her bir akvaryumun pH değerini yerinde ölçmek için taşınabilir 0,1 pH birimine duyarlı NEL pH 890 marka pH metre kullanılmıştır.

Biyodenedeyden önce balıklar, havalandırılmış, dinlendirilerek kloru giderilmiş şehir suyu bulunan akvaryumlarda ve oda sıcaklığında 15 gün süreyle bir alışma dönemine tabi tutulmuşlardır. Bu dönemde balıklar günde en az bir defa yemlenmişlerdir. Biyodenedeyin başlama tarihinden 48 saat önce yemlemeye son verilmiştir. Deneye başlamadan önceki 4 gün içinde balıkların hastalanma ya da ölüm oranının %5'den fazla olmamasına dikkat edilmiştir. Biyodenedey su sıcaklığı olarak denemelerde *Poecilia reticulata* için 22°C seçilmiştir. Denemelerde, akvaryum sularının çözünmüş oksijen miktarı 6 mg/L'nin altına düşmeyecek şekilde havalandırma yapılmıştır.

Malathion denemesinde her bir akvaryuma 0,60 gr ağırlığındaki balıklardan 10 adet konulmuş ve akvaryum hacmi 20 litre belirlenmiştir. Bundan sonra seçilen toksik maddenin her bir akvaryuma eklenecek miktarı tespit edilmiştir. Bu tespiti yapabilmek için bir ön deney çalışması yapılmıştır. Bu ön deneyde dört adet akvaryumun her birine 3 erkek, 3 dişi olmak üzere toplam 6 adet lepestes konulmuş ve her bir akvaryuma sırayla 5 mg/L, 10 mg/L, 15 mg/L ve 20 mg/L malathion insektisitinden en küçük değerden başlayarak aritmetik artışa dikkat edilmek suretiyle konsantrasyonlarda eklenmiştir. Bu ön deney sonucuna göre de yapacağımız deney için konsantrasyonlar belirlenmiştir.

Yapacağımız gerçek deney için 7,5 ppm, 15 ppm, 22,5 ppm, 30 ppm, 37,5 ppm konsantrasyonları aritmetik artışa göre belirlenmiştir. Ayrıca karşılaştırma kolaylığı açısından kontrol gurubu oluşturulmuş ve burada akvaryuma hiçbir madde katılmamıştır. Denenen zehirli maddenin her bir konsantrasyonu için gruplara 5 erkek, 5 dişi olmak üzere toplam 10'ar adet balık konulmuş ve balıkların yaklaşık aynı boy ve yaşta olmasına dikkat edilmiştir. Deneyler 96 saat sürmüştür. Deneyin 96 saat sürmesinin amacı deney şartlarının zamanla değişmesi (deney suyunun özelliğinin değişmesi, balık dışkıları gibi) sebebiyledir. Her deneyde 12 saatlik periyotlarda ölü balıklar sayılarak tespit edilmiş ve akvaryumdan alınmıştır. Deney süresince balıklara yem verilmemiştir. Deney başlamadan önce sağlıklı durumdaki balıklar ve deney süresince toksik madde verildikten sonra, özellikle yüksek dozlarda balıkların sergilemiş oldukları anormal davranışlar, Nikon marka fotoğraf makinesi ve kamera ile çekilmiştir. Böylece deney süresince balıklardaki davranış değişimleri ayrıntılı olarak gözlenmiştir.

3.2. Metod

Denemelerde statik akut deney yöntemi kullanılmıştır. Statik akut deneyde deney çözeltisi ve deney balıkları uygun bir deney kabına konur ve deney süresince bekletilir. Statik akut deneyin kolay ve ucuz olması, farklı kimyasal maddelerin ve organizmaların karşılaştırılmasının hızlı olması, literatürünün bol olması bu deneyin avantajları arasında sayılırken uzun süreli deneylerde oksijen miktarının azalması,

metabolik atıkların önemli bir problem oluşturması, buharlaşmayla su kaybı bu deneyin dezavantajları arasında sayılabilir. Bu dezavantajlar nedeniyle statik akut deneyler genelde 96 saat veya daha kısa süreli deneylerdir. Bu çalışmada malathionun *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) üzerindeki akut toksik etkisini tespit etmek için EPA Probit Analiz Metodu (Finney, 1961) kullanılmıştır.

3.3. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Deney sırasında sıcaklık 22 °C'de sabit tutulmaya, oksijen 6'nın altına düşürülmemeye, pH da 6-8 arasında tutulmaya çalışılmıştır. İletkenlik değeri hemen hemen aynı seviyede 537 µS/cm'de kalmıştır. Ortamda tuzluluğun artması daha toksik etki oluşmasına sebep olmaktadır. Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi EPA Probit Analiz yöntemine göre yapılmış LC₅₀ ve %95 güven sınırları bir bilgisayar programı ile tespit edilmiştir [65]. Ayrıca malathion denemesinde elde edilen bulgular Trimmed-Spearman Karber yöntemine ve Behrens Karber yöntemine göre aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$LD_{50} = LD_{100} - \frac{ab + \dots + ab}{n}$$

Formülde;

LD₁₀₀ = Balıkların tamamını öldüren doz

LD₅₀ = Balıkların yarısını öldüren doz

a = Birbirini izleyen iki doz arasındaki fark

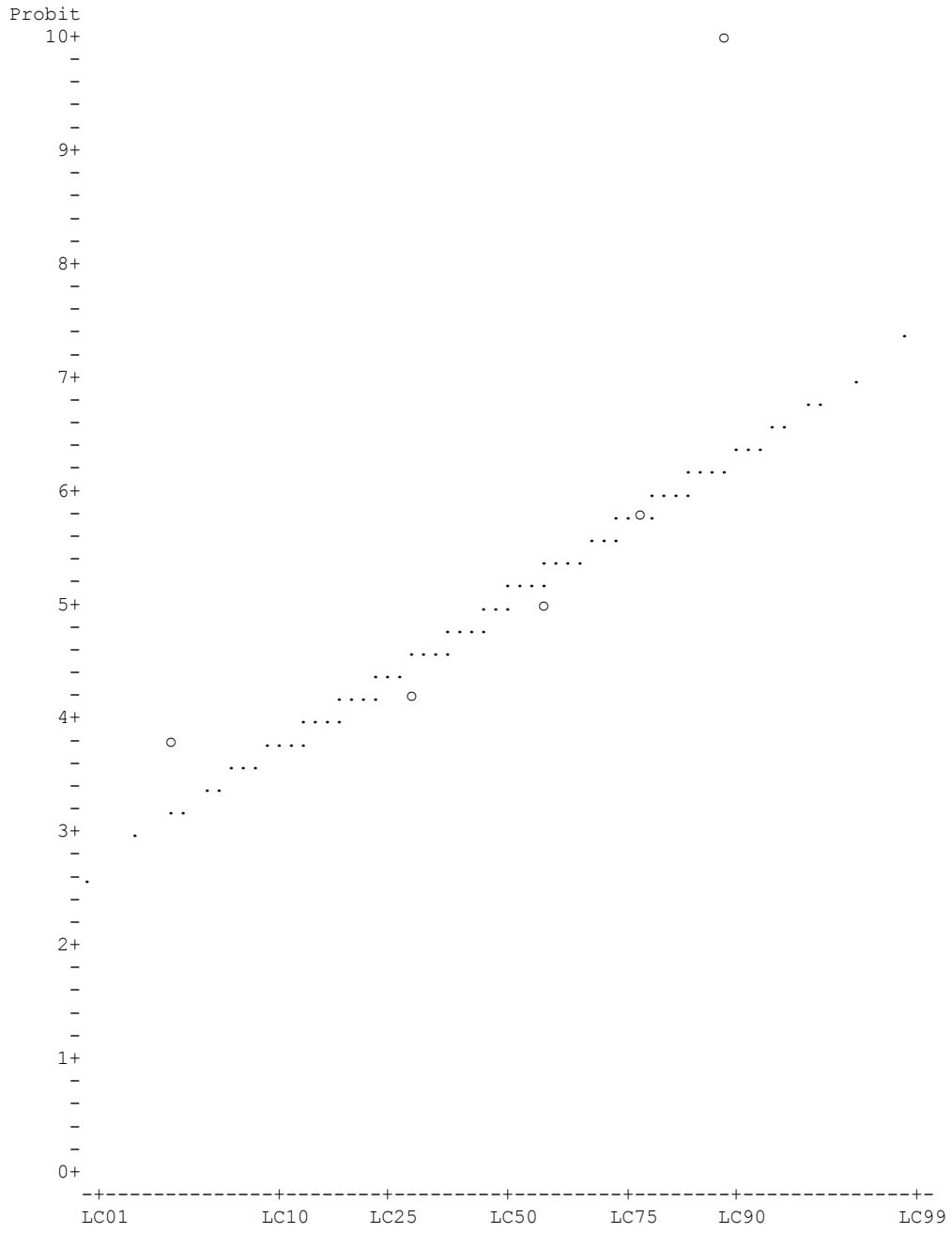
b = Birbirini izleyen iki dozdan ileri gelen ölümlerin aritmetik ortalaması

n = Her gruptaki hayvan sayısını göstermektedir.

Behrens-Karber yöntemiyle elde edilen kabaca sonuç, ince hesaplamalar gerektiren Probit Analiz Yöntemi ve Trimmed-Spearman Karber yöntemi ile bulunan sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3.1. Denejde malathionun *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) bireyleri üzerinde tahmini LC değerleri ve güven sınırları

Nokta	Konsantrasyon (ppm)	% 95 Güven Sınırları	
		Alt	Üst
LC 1,00	5,866	1,612	9,327
LC 5,00	8,335	3,178	11,949
LC 10,00	10,051	4,544	13,693
LC 15,00	11,405	5,768	15,055
LC 50,00	19,459	14,597	24,337
LC 85,00	33,198	26,213	55,443
LC 90,00	37,671	39,021	69,888
LC 95,00	45,429	33,459	99,330
LC 99,00	64,547	43,100	194,702



Şekil 3.1. Deneyde malathion için hesaplanan probit değerleri ve regresyon grafiği

Denemelerde 7,5 mg/L'lik malathion konsantrasyonunda 96 saatlik süre sonunda en az ölüm gözlenmiştir. 37,5 mg/L'lik konsantrasyonda ise ölüm oranı %100 olarak tespit edilmiştir.

Bu araştırmada, ortalama ağırlıkları 0,60 gr ve ortalama total boyları 3,75 cm olan *Poecilia reticulata* bireylerinde malathionun LC₅₀ değeri Probit Analiz Yöntemine göre 19,459 ppm, Trimmed-Spearman Karber metoduna göre 20,91 ppm ve Behrens-Karber yöntemine göre ise 22,125 ppm olarak bulunmuştur.

Ayrıca deney süresince malathionun farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan balıklarda kasılma, irkilme, hızlı soluk alıp verme, bir tarafa doğru yüzerken kuyruğunu hızla 5-6 kez sallayıp birden ters tarafa doğru yüzme hareketi, vücudunu "U" şekline yani balık baş aşağı doğru yüzerken kuyruğunu kafasıyla birleştirmesi, kendi etrafında dönerek yüzme, yan pozisyonda spiral şeklinde yüzme, dipte birikmeler gibi davranış değişimleri gözlemlenmiştir.

3.4. Deneydeki Davranış Değişimlerine Ait Gözlem Sonuçları

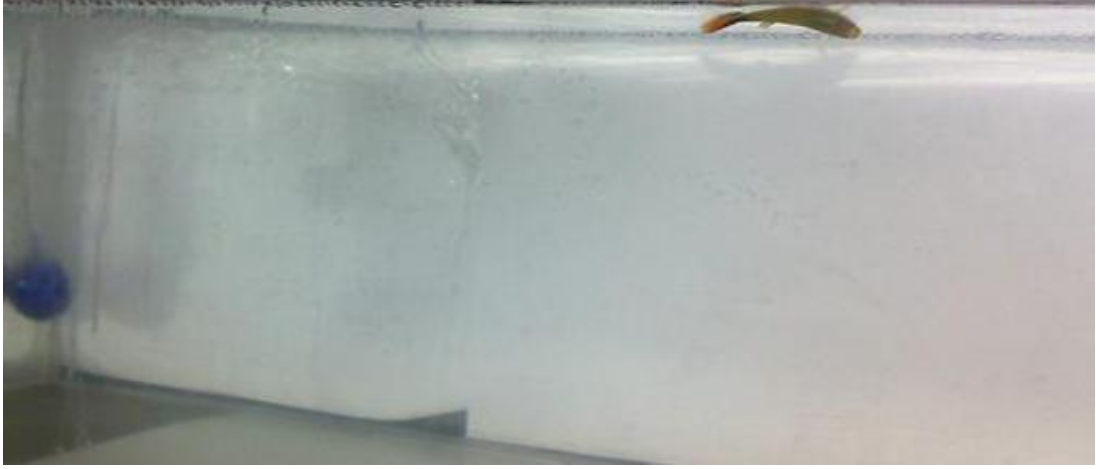
Bu çalışmada *Poecilia reticulata* bireyleri malathionun farklı konsantrasyonlarına maruz bırakıldıklarında balıklarda çeşitli davranış değişimleri görülmüş ve bunların fotoğrafları çekilip, bu değişimler kameraya kaydedilmiştir. Akvaryumlarda ölen balık sayıları 12 saatlik periyotlarda Çizelge 3.2.' de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Verilen malathion miktarına göre ölen *Poecilia reticulata* sayısı

Konsantrasyon	24 saat	48 saat	72 saat	96 saat
Kontrol Gurubu	----	---	---	---
7,5 ppm	1 erkek balık	---	---	---
15 ppm	1 dişi balık 1 erkek balık	---	---	---
22,5 ppm	2 dişi balık	---	3 erkek balık	---
30 ppm	2 dişi balık 5 erkek balık	---	1 dişi balık	---
37,5 ppm	5 dişi balık 5 erkek balık	---	---	---

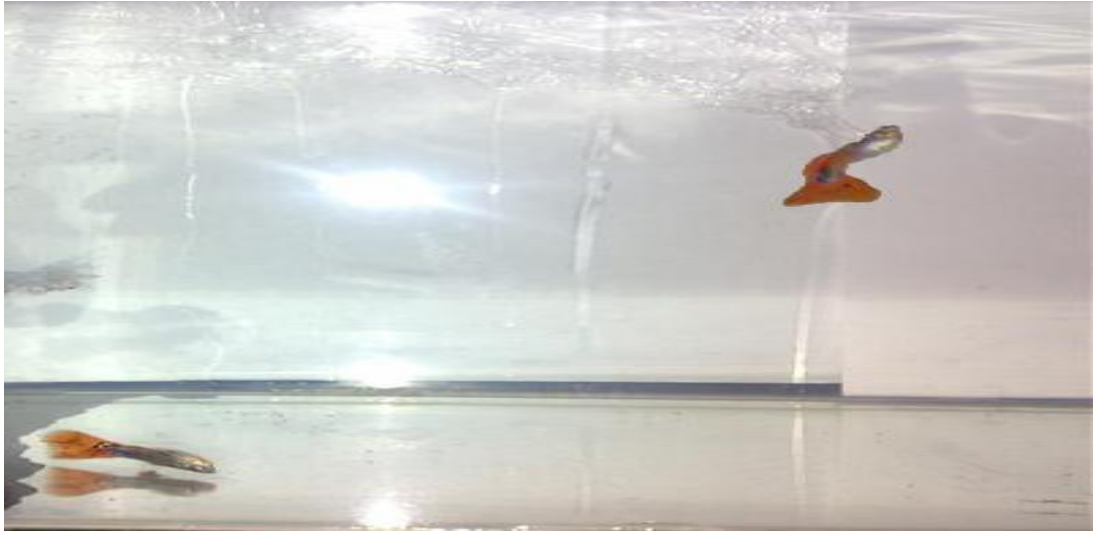
Malathionun farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan balıklardaki davranış değişimleri aşağıda verilmiştir:

7,5 ppm: İlk malathion verildikten sonra balıklar grup halinde ve yüzeye yakın yüzmeye başlamışlardır. 1 saat sonra bütün balıklar normal şekilde yüzeyde yüzmekte fakat bazen ani kaçış hareketleri yapmışlardır.



Resim 3.1. 7,5 ppm'deki davranış değişimleri

15 ppm: İlk malathion verildikten sonra grup halinde ve yüzeye yakın yüzmeye başlamışlardır. 1 saat sonunda bütün balıklar normal şekilde yüzeye yakın yüzmeye devam etmişlerdir. Ara ara ani kaçış hareketleri yapmışlar, özellikle de 1 dişi ve 1 erkek balık ara ara su yüzeyine doğru ani çıkış hareketi yapmışlardır.



Resim 3.2. 15 ppm'deki davranış değişimleri

22,5 ppm: İlk malathion verildikten sonra balıklarda gruplaşma olmuş ve yüzeye yakın yüzmeye başlamışlardır. 1 erkek balık dipte hafifçe yan yatar şekilde durmuş ve 16 sn'de 5 defa kuyruk hareketi yapmış, ayrıca kuyruğu hafif yamulmuş şekilde yüzeye doğru yüzerek tekrar dibe inmiştir. Özellikle başka bir erkek balık ve 1 dişi

balık oksijen motoruna doğru aşağıdan yukarı ani çıkış hareketi yapmışlardır. Diğer bir erkek balık da 13 sn'de 6 defa kuyruk hareketi yaparak yan yüzmekte ve kuyruğu elips şeklinde bükülerek durumda yüzdüğü tespit edilmiştir. 1 saat sonra 1 dişi balık su yüzeyine ve oksijen motoruna doğru ani çıkış hareketi yapmıştır. Dipte 2 erkek balık ve 1 dişi balık yan yatar durumda, özellikle 1 erkek balık 37 sn'de 16 defa kuyruk hareketi yaparak yüzeye doğru çıkmaya çalışmakta ve elips şeklinde bükülerek tekrar dibe indiği gözlenmiştir. 2 erkek balık daha yüzeye doğru dik yüzdüğü görülmüştür.



Resim 3.3. 22,5 ppm'deki davranış değişimleri

30 ppm: İlk malathion verildikten sonra balıklar yüzeye yakın ve grup halinde yüzmeye başlamışlardır. 1 saat sonunda 1 erkek balık dip kısma yakın durumda yüzmeye devam etmiş ve ara ara yüzeye çıkmaya çalışarak tekrar dibe inmeye başlamıştır. 1 erkek balık 13 sn'de 5 defa kuyruk hareketi, diğer erkek balık 1-2 sn'de 2 defa kuyruk hareketi, bir diğer erkek balık 9 sn'de 5 defa kuyruk hareketi ve 1 dişi balık da 9 sn'de 3 defa kuyruk hareketi yaparak dipte ters yatmış durumda olduğu gözlemlenmiştir.



Resim 3.4. 30 ppm'deki davranış değişimleri

37,5 ppm: İlk malathion verildikten sonra balıklar yüzeye yakın ve grup halinde yüzmeye başlamışlardır. Oksijen motoruna yakın yüzmeye devam etmişlerdir. 20 dk. sonra 1 dişi balık daha çok dibe yakın yüzmeye başlamış, 1 erkek balık akvaryum içinde savrulma hareketleri yaparak ani olarak dibe ters yatar şekilde düşmüş ve 25 sn'de 10 defa kuyruk hareketi yaparak tekrar yüzeye dik ve yan şekilde yüzmeye çalışarak dibe tekrar düşmüştür. 1 saat sonunda, 2 erkek balık yan yatmış, biri 9 sn'de 7 defa kuyruk hareketi diğeri 9 sn'de 4 defa kuyruk hareketi yapmış, diğeri 2 erkek balık ters yatmış durumda, 1 dişi balık da yan yatmış, diğeri 1 dişi balık dipte yavaş hareket eder durumda gözlemlenmiştir.



Resim 3.5. 37,5 ppm'deki davranış değişimleri

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Malathionun balıklar üzerindeki zehirlilik kriteri çok düşük seviyeden çok yüksek seviyeye kadar geniş bir yelpazede etkisi göstermektedir (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Malathion pestisitinin farklı balık türleri üzerine zehirlilik kriterleri

Tür	Saat	LC ₅₀ Değeri	Referans
<i>Ptychocheilus lucius</i>	96 saat	LC ₅₀ =455 µg/ L	Beyers ve ark., 1994
<i>Heteropneustes fossilis</i>	96 saat	LC ₅₀ =0.05 mg/ L	Singh ve ark., 1984
<i>Jordanella floridiae</i>	96 saat	LC ₅₀ =280 µg/ L	Hermanutz, 1985
<i>Tilapia mossambica</i>	48 saat	LC ₅₀ =5,6 µg/ L	Sahib ve Rao, 1980
<i>Clarias batrachus</i>	96 saat	LC ₅₀ =12 µg/ L	Singh ve Singh, 1987
<i>Channa punctatus</i>	96 saat	LC ₅₀ =3,89mg/L	Haider ve Inbaraj, 1986
<i>Carassius auratus</i>	96 saat	LC ₅₀ =10,7 mg/ L	Mayer ve Ellersieck, 1984
<i>Ictalurus punctatus</i>	96 saat	LC ₅₀ =8,97 mg/ L	Plumb ve ark., 1990
<i>Aplocheilus lineatus</i>	48 saat	LC ₅₀ =0,975 mg/ L	Jacob ve ark., 1982
<i>Morone saxatilis</i>	96 saat	LC ₅₀ =0,0014mg/ L	Mayer, 1970
<i>Salmo trutta</i>	96 saat	LC ₅₀ =0,101 mg/ L	Mayer ve Ellersieck, 1984
<i>Sander vitreus</i>	96 saat	LC ₅₀ =0.064 mg/ L	Mayer ve Ellersieck, 1984
<i>Gambusia affinis</i>	96 saat	LC ₅₀ =12,68 mg/ L	Mayer ve Ellersieck, 1984
<i>Oryzias latipes</i>	96 saat	LC ₅₀ =1,8 mg/ L	Tsuda ve ark., 1997
<i>Oncorhynchus clarki</i>	96 saat	LC ₅₀ =0,174 mg/ L	Mayer ve Ellersieck, 1984
<i>Lumbriculus variegatus</i>	96 saat	LC ₅₀ =20,5 mg/ L	Bailey ve ark., 1980
<i>Procambarus clarki</i>	96 saat	LC ₅₀ =0,05 mg/ L	Cheah ve ark., 1980
<i>Salvelinus namaycush</i>	96 saat	LC ₅₀ =0,076 mg/ L	Mayer ve Ellersieck, 1984
<i>Tilapia mossambica</i>	96 saat	LC ₅₀ =2 mg/ L	Mayer ve Ellersieck, 1984
<i>Culex quinquefasciatus</i>	24saat	LC ₅₀ =75 µg/ L	Bhatia, 1971
<i>Ptychocheilus lucius</i>	96 saat	LC ₅₀ =9,140 µg/ L	Bayers ve ark., 1994
<i>Pimephales promelas</i>	96 saat	LC ₅₀ =8,6 mg/ L	Tietze ve ark., 1991
<i>Macropodus cupanus</i>	48 saat	LC ₅₀ =4,594 µg/ L	Jacob ve ark., 1982
<i>Gila elegans</i>	96 saat	LC ₅₀ =15,3 mg/ L	Beyers, 1993
<i>Lepomis microlophus</i>	96 saat	LC ₅₀ =0,02 mg/ L	Mayers ve Ellersieck, 1984
<i>Perca flavescens</i>	96 saat	LC ₅₀ =0,263 mg/ L	Mayers ve Ellersieck, 1984
<i>Micropterus salmoides</i>	96 saat	LC ₅₀ =0,25 mg/ L	Mayers ve Ellersieck, 1984
<i>Amerius melas</i>	96 saat	LC ₅₀ =11,7 mg/ L	Mayers ve Ellersieck, 1984
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	96 saat	LC ₅₀ =0,18mg/ L	Gries ve Purghart, 2001
<i>Lepomis macrochirus</i>	96 saat	LC ₅₀ =0,054 mg/ L	Gries ve Purghart, 2001
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	48 saat	LC ₅₀ =0.37 mg/ L	Gries ve Purghart, 2001

Çizelge 4.1. (Devam) Malathion pestisitinin farklı balık türleri üzerine zehirlilik kriterleri

<i>Gasterosteus aculeatus</i>	96 saat	LC ₅₀ =0,022 mg/ L	Gries ve ark., 2002
<i>Lebistes reticularis</i>	24 saat	LC ₅₀ =50 µg/ L	Rongsriyan ve ark., 1968
<i>Saurotherodon mossambicus</i>	48saat	LC ₅₀ =5,620 µg/ L	Rao ve ark., 1987
<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	96 saat	LC ₅₀ =9 µg/ L	Natarajan ve ark., 1992
<i>Salmo salar</i>	96 saat	LC ₅₀ =320 µg/ L	Wildish ve ark., 1971
<i>Umbra pygmaea</i>	96 saat	LC50=240 µg/L	Bender ve Westman, 1976
<i>Heteropneustes fossilis</i>	96 saat	LC50=11,800 µg/L	Dutta ve ark., 1992
<i>Fundulus heteroclitus</i>	96 saat	LC50=9,14mg/L	Wildish ve ark., 1972
<i>Fundulus diaphanus</i>	96 saat	LC50=420µg/L	Rehwoldt ve ark., 1977
<i>Lepomis gibbous</i>	96 saat	LC50=480µg/L	Rehwoldt ve ark., 1977
<i>Leiostomus xanthurus</i>	48saat	LC50=820µg/L	Mayer, 1987
<i>Stizostedion vitreum</i>	96saat	LC50=64µg/L	Mayer ve Ellersieck, 1986
<i>Cyprinus carpio</i>	96 saat	LC 50 =6,59 mg/ L	Mayer ve Ellersieck, 1984
<i>Cyprinus carpio</i>	96 saat	LC 50 = 1,900µg/ L	Rehwoldt ve ark., 1977
<i>Cyprinus carpio</i>	96 saat	LC 50 = 3,15mg/ L	Richmond ve Dutta, 1992
<i>Cyprinus carpio</i>	96 saat	LC 50 =1,9 mg/ L	EPA, 1998
<i>Cyprinus carpio</i>	96saat	LC50=6,580mg/L	Mayer ve Ellersieck, 1986
<i>Cyprinus carpio</i>	96 saat	LC50=17,44mg/L	Deli, 2005
<i>Poecilia reticulata</i>	96 saat	LC50=19,459mg/L	Bakal, 2010

California Balıkçılık Bürosu'nun yaptığı bir araştırmada [45]; malathion kullanımından dolayı balıkların olumsuz etkilendiği ve malathion ilacı tarafından kirlenmeye maruz kalmış bir su fırtınasında *Gambusia affinis*, *Oncorhynchus mykiss*, *Morone saxatilis*, *Platichthys stellatus* gibi balıkların dahil olduğu ölümler bildirilmiştir. Malathionun düşük konsantrasyonlarda bile kullanımı, yavru *Lepomis macrochirus*, *Morone saxatilis*, *Oncorhynchus mykiss* ve *Centropomus undecimalis* gibi balık türlerinin hayatta kalmalarını büyük oranda azaltmıştır.

Beyers, malathion ve karbaril pestisitlerine maruz bırakılan farklı balık türlerine ilişkin yaptığı çalışmada [46]; malathiona maruz bırakılan *Gila elegans* bireylerinin tehlike altında olduğunu rapor etmiştir. *Salvelinus fontinalis*, *Oncorhynchus mykiss* ve *Oncorhynchus kisutch* bireyleri, malathionun %55'lik EC formülasyonuna 7-10 gün arası, 40 ppb ile 3000 ppb'lik konsantrasyonlarına maruz bırakıldıktan sonra,

bağımlılık akım tünel testlerine alınmıştır. *Oncorhynchus kisutch* bireylerinde AchE seviyesinin %75 azaldığı gözlenmiş ve en hassas tür olarak belirlenmiştir.

Ayrıca malathionun %55'lik EC formülasyonuna maruz bırakılan balıkların, çalışma ve hareket aktivitelerinin yaklaşık 2/3'sini gerçekleştirmediği de gözlenmiştir. Çalışma, hareket aktiviteleri göz önüne alındığında sonuçlar çalışmamızla uyum içindedir.

Holland ve Lowe, *Leistomus xanthurus* bireyleri üzerine malathionun kronik etkilerini test ettikleri çalışmada [47]; bireyler, 10 ppb'lik malathion konsantrasyonuna 26 hafta boyunca maruz bırakılmışlardır. Sonuçta, beyin AchE seviyelerinde %30 oranında bir azalma gözlenmiştir. Bununla beraber başka belirgin bir etki gözlenmemiştir. Malathiona maruz bırakılan bu bireylerin, normal ortama alınmalarının ilk haftası sonunda ise, AchE seviyelerinin normale döndüğü gözlenmiştir. Ancak yüksek konsantrasyonlarda malathiona maruz kalan balıkların daha hassas olduğu ve normal durumlarına dönmedikleri saptanmıştır.

Coppage ve arkadaşları yaptıkları çalışmada [48]; *Lagodon rhomboides* bireylerini vahşi olarak yakalanmış ve laboratuvar ortamına 3 haftada adapte olmalarını sağlamışlardır. Bu bireyler, asetonda çözülmüş 50ppb'lik malathiona 72 saat maruz bırakılmışlardır. Malathiona maruz kalan bu balıkların yaklaşık %70'inden fazlasında AchE engellenmesi gözlenmiş ve bu balıkların ölüm tehdidi altında olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonucunda bireylerde, ölümün yaklaşık 58 ppb'de gerçekleştiği ve 25 ppb'de ise AchE engellenmesinin gözlendiği bildirilmiştir.

Dominik ve Zar, malathionun *Notropis cornutus* bireyleri üzerine ısı değişimleriyle ilgili yaptıkları çalışmada [49]; malathionun *Notropis cornutus*'un ısı seçimi davranışlarını değiştirdiğini bildirmişlerdir. Davranışlardaki bu değişiklikler balıkların doğal yaşam çevrelerinde bir düzensizliğe sebep olarak göç etmelerini, üreme zamanlarını etkilemiş ve bu balık türlerinin büyüme oranlarında düşüşe sebep olmuştur.

Kumar ve Ansari, malathionun *Brachydanio rerio* bireylerine toksisitesini araştırdıkları çalışmalarda [50, 51]; malathiona maruz bırakılan balıklarda iskelet yapısında deformasyon, yumurtaların ölmesi, enzim aktivitelerinde önemli derecede düşüşler ve balık yumurtalarında anormallikler gözlemişlerdir.

Plumb ve Areechon, malathionun etkisinde *Ictalurus punctatus* bireylerinde immün sistemin tepkisini açıkladığı çalışmada [52]; *Ictalurus punctatus* bireylerinin malathiona maruz bırakılması sonucu balıklarda, antikor özelliklerine zarar vererek hastalıklara karşı dayanıklılığı azalttığı ve balıkların ilk kez malathiona maruz bırakıldığı birinci ayın sonunda omurga bozuklukları gözlendiğini bildirmişlerdir.

Sahib ve arkadaşları, malathion insektisitinin *Tilapia mossambica* bireyleri üzerine toksisitesini inceledikleri çalışmada [53]; malathiona maruz bırakılan bu bireylerde 48 saatlik LC₅₀ değerinin 5,600 mg/L olduğunu bildirmişlerdir.

Rao ve arkadaşları, malathionun *Tilapia mossambica* bireylerinin ciğerlerindeki serbest amino asit ve protein kompozisyonu ile ilgili çalışmasında [54]; yarı ölümcül malathiona maruz kalan balıkların asetil kolinesteraz aktivitelerinde önemli bir engelleme gözlemişlerdir. Değerlendirme bir çok amino asit göz önüne alınarak yapılmıştır. Glutamik asit, valin, fenilalenin ve methionin karışımlarının miktarı düşmeden kalırken, aspartik asit miktarında belirgin bir düşüş gözlenmiştir.

Geiger ve arkadaşları, %95'lik malathionun *Pimephales promelas* bireyleri üzerine akut toksisitesini araştırdıkları çalışmada [55]; bireylerin malathiona maruz bırakılmaları sonucu 96 saatlik LC₅₀ değeri 14,100 µg/L olarak tespit etmişlerdir.

Brewer ve arkadaşları, kolinesteraz inhibisyonu yapan bazı kimyasallara maruz bırakılan *Oncorhynchus mykiss* bireylerindeki fizyolojik değişikleri ve davranış bozukluklarını inceledikleri çalışmada [56]; deneyden önce sağlıklı balıkların yüzüş uzaklığı, dönme oranları kolinesteraz aktiviteleri belirlemişlerdir. Balıklar 24 saat malathiona maruz bırakıldıklarında belirlenen mesafeyi katetme ve yüzme hızlarında büyük düşüşler gözlenmiştir. 96 saat maruz bırakıldıklarında ise balıkların çok yavaş

yüzdükleri ve daha az mesafe katettikleri gözlenmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Ansari ve Kumar, *Brachydanio rerio* üzerine malathion toksisitesini inceledikleri araştırmada [57]; organofosforlu bir pestisit olan malathiona maruz bırakılan *Brachydanio rerio* bireylerinin beyin sinir dokularında asetilkolinesteraz inhibisyonunun gerçekleştiği gözlenmiştir. Maruz kalma doza ve zamana bağlı tutulmuştur. Enzim aktivitesi %90'a bile çıkarıldığında balıkların hayatta kaldığı görülmüştür. Malathion baskısı balıklar üzerinden kaldırıldığında ise asetilkolinesteraz aktivitesinde önemli bir iyileşme gözlenmiştir.

Tsuda ve arkadaşları, organofosforlu insektisitlerin ve onların oksidasyon ürünlerinin *Oryzias latipes* bireyleri üzerine akut toksisitelerini inceledikleri çalışmada [58]; malathiona maruz bırakılan *Oryzias latipes*'lerde 48 saatlik LC₅₀ değeri 1,8 mg/L olarak belirtmişlerdir. Malathionun oksidasyon ürünü olan malaokson için ise 48 saatlik LC₅₀ değeri 0,28 mg/L olarak bulunmuştur. Malathionun oksidasyon ürünü olan malaoksonun malathiondan daha toksik olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak oksidasyon ürünlerinin doğaya daha zararlı olduğu vurgulanmıştır.

Sing ve arkadaşları, malathion ve karbaril pestisitlerinin, *Heteropneustes fossilis* ve *Channa punctatus* bireyleri üzerine akut toksisitelerini inceledikleri çalışmada [59]; malathiona maruz bırakılan *Heteropneustes fossilis* bireyleri için 96 saatlik LC₅₀ değerinin 2,900 µg/L, *Channa punctatus* bireyleri için ise 5 µg/L olduğunu bildirmişlerdir.

Galloway ve Handy, organofosforlu pestisitlerin immünotoksitesini ile ilgili yaptıkları çalışmada [60], organofosforlu pestisitlerin omurgasızlar ve balıkların bağışıklık sistemine etkilerini incelemişlerdir. Organofosforlu pestisitlerin zehir etkilerini doğrudan hidroliz veya dolaylı esteraz olarak bağışıklığı etkilediğini öne sürmüşlerdir.

Pathiratne ve George, *Oreochromis niloticus* bireyelerine malathionun akut toksisitesini inceledikleri çalışmada [61]; malathiona maruz bırakılan *Oreochromis niloticus* bireyelerinde 96 saatlik LC₅₀ değerini 2 ppm olarak bulmuşlardır. Ayrıca malathionun oksidasyon ürünü olan malaoksonun çok daha etkili bir zehir olduğunu da bildirmişlerdir.

Morone saxatilis bireyleri üzerine yapılan toksikolojik çalışmada [46]; malathiona maruz bırakılan bu bireyler için 96 saatlik LC₅₀ değerini 34 µg/L olarak bildirilmiştir.

Post ve Schroeder, malathion toksisitesini dört farklı tür üzerinde inceledikleri araştırmada [63]; malathion insektisitine maruz bırakılan bireylerde 96 saatlik LC₅₀ değerleri *Salvelinus fontinalis* bireyleri için (2 test) 120-130 µg/L, *Oncorhynchus mykiss* bireyleri için 122 µg/L, *Oncorhynchus kisutch* bireyleri için ise (2 test) 150-201 µg/L olarak belirtilmiştir.

Haider ve Inbaraj, malathion ve endosülfanın teknik ve ticari formüllerinin *Channa punctatus* üzerine toksik etkisi ile ilgili çalışmalarında [64]; *Channa punctatus* üzerine teknik ve ticari malathionun 96 saatlik LC₅₀ değerleri sırasıyla 4,51 mg/L, 3,89 mg/L olarak saptanmıştır. Yine aynı bireylere teknik ve ticari endosülfanın tatbik edilmesiyle elde edilen 96 saatlik LC₅₀ değerleri sırasıyla 5,78 mg/L, 3,07 mg/L olarak bildirilmiştir. Ticari formun teknik formdan daha fazla toksik etki göstermesinin nedeni, ticari formun su içerisinde aktif parçacıklara dağılabilir özelliğinden dolayı meydana gelebileceğine değinilmiştir. *Channa punctatus* bireyleri zehirlerin farklı konsantrasyonlarına maruz bırakıldığında davranışlarda bazı değişiklikler gözlenmiştir. Ayrıca malathion etkisinde bu balıklarda yumurta üretiminin olumsuz şekilde etkilendiği, beyinde asetilkolinesteraz aktivitesinin de büyük oranda düştüğü bildirilmiştir.

Lien ve arkadaşları, malathiona maruz kalan *Clarias gariepinus* larvalarındaki morfolojik anormallikleri inceledikleri bu çalışmada [65]; larvalar, 0,3 mg/L'den 5 mg/L'ye kadar olan malathion konsantrasyonuna maruz bırakılmışlardır. İlk beş

günde gelişimleri gözlenmiş ve omurga elemanlarının oluşmadığı, notokordun vücudun tek işlevsel aksanı olarak kaldığı gözlenmiştir. Bununla beraber kas yapısı ile ilgili anormallikler, çift ilmikli omurilik, omurilik yamuklukları gözlenmiştir.

Nguyen ve Janssen, *Clarias gariepinus* embriyo ve larvalarının farklı kimyasallara duyarlılıklarını karşılaştırmalı olarak inceledikleri çalışmada [66]; embriyo ve larvalar krom, kadmiyum, bakır, sodyum, pentaklorfenol ve malathiona maruz bırakılmışlar ve duyarlılıkları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Embriyo ve larvaların hayatta kalmaları, yumurtadan çıkmaları, morfolojik gelişimleri ve larvaların gelişimleri bu kimyasalların etkisi altında gözlenmiş ve ölçülmüştür. Kadmiyuma maruz kalan balıklarda pigment miktarında azalma, malathion ve NaPCP'ye maruz bırakılan balıklarda yumurta sarısında ödemler, krom ve malathiona maruz bırakılan balıklarda ise notokortta deformasyonlar gözlenmiştir.

Dutta ve arkadaşları, malathionun *Cyprinus carpio* üzerine toksik etkisi ile ilgili yaptıkları çalışmada [67]; malathionun *Cyprinus carpio* üzerinde 96 saatlik LC₅₀ değeri 3,15 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Richmonds ve Dutta, malathionun *Lepomis macrochirus*'un optomotor davranışı üzerine etkisi ile ilgili çalışmalarında [68]; bireyler 0,002; 0,004; 0,008; 0,016; 0,032 ve 0,048 ppm malathiona maruz bırakılmış ve davranış bozuklukları gözlenmiştir. Ayrıca malathiona maruz bırakılan *Lepomis macrochirus* bireylerinin solungaçlarının da zarar gördüğü tespit edilmiştir. Sonuçlar çalışmamızla uyum içindedir.

Mohideen ve Reddy, malathionun *Cyprinus carpio* üzerine stresi ve beyin dokularındaki protein profili ile ilgili çalışmalarında [69]; malathion stresinde *Cyprinus carpio*'nun beyin dokusunda 7. ve 15. günlerde proteaz aktivitesinin artıp, protein derişiminin azaldığını ve amino asit miktarında bir artış olduğunu tespit etmişlerdir. 30. günde ise protein miktarı artarak normale yaklaşmıştır. Bu da kronik pesitisit uygulamalarında önce protein tüketiminin, 30. günden sonra ise tüketimi karşılamaya yönelik sentez hızının arttığı gözlemlenmiştir.

Ranke-Rybicke, organofosforlu pestisitlerin sucul organizmalara etkisini inceledikleri araştırmada [70]; pestisitlerin ilk etkisini solungaçlarda gösterdiğini, bunun da balıklarda soluk alıp vermeyi güçleştirdiği için canlıların hayatta kalma şanslarını nispeten azalttığını tespit etmişlerdir.

Rao ve arkadaşları, metil parathionun *Tilapia mossambica*'nın vücut ve doku solunumları üzerine etkisi ile ilgili çalışmalarında [71]; solungaç epitellerinin parçalandığı ve solunumun yaklaşık %65 oranında inhibe edildiğini bildirmişlerdir.

Beaman ve arkadaşları, malathionun *Oryzias latipes* bireyleri üzerine davranış değişikleri ve immün sisteme etkilerini inceledikleri çalışmada [72]; 0,8 mg/L yüksek malathion yoğunlaşmasına maruz kalan *Oryzias latipes* bireylerinde dengesiz yüzmeler, engellerden sakınamama, irkilmeler ve sıçramalar, nörolojik rahatsızlıklar ve yiyecek tüketiminde azalma gibi anormal davranışlar gözlenmiştir. Buna karşın 0,2 mg/L düşük malathion yoğunlaşmasına maruz bırakılan *Oryzias latipes* bireylerinde bu tür anormal davranışlar gözlenmemiştir. Balıkların 0,2 ±0,05 mg/L malathion içeren sulara maruz bırakılmaları hayatta kalmalarında önemli bir etki göstermez iken, dört kat daha yüksek yani 0,8 ±0,18 mg/L malathiona maruz bırakılmaları 96 saatte hayatta kalmalarını yaklaşık %20 azalttığı belirtilmiştir. Bununla beraber hematokrit ve toplam böbrek hücreleri sayısında az da olsa bir azalma gözlenmiştir. Bu iki çalışma davranış bozuklukları bakımından uygunluk göstermektedir.

Parkhurst ve Harlan'ın, *Oncorhynchus tshawytscha* bireyleri üzerine malathionun akut toksisitesi ile ilgili çalışmalarında [73]; bireyler 96 saatte 240 ppb'den 500 ppb'ye kadar malathion konsantrelerine maruz bırakılmıştır. 24 saat sonra LC₅₀ değeri 170 ppb olarak bulunmuş ve %95 oranında ölüm gözlenmiştir. 96 saatlik LC₅₀ değeri ise 120 ppb olarak belirlenmiştir.

Weis ve Weiss, *Cyprinodon variegatus* bireylerinin embriyo ve yumurtalarına malathionun etkisini inceledikleri çalışmada [74]; 3 ppm ve 10 ppm malathiona maruz bırakılan bu bireylerin yüzme yeteneklerinin engellendiğini gözlemlemişlerdir. 3 ppm malathiona maruz kalan larvaların % 25'inin, 10 ppm

malathiona maruz kalan larvaların ise %45'inin etkilendiği, anormal davranışlar sergiledikleri gözlenmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızla aynen uyum içindedir. *Cyprinodon variegatus* bireylerinde LC₅₀ değeri 33 ppb bulunmuştur. Malathionun bu formülasyonunun *Cyprinodon variegatus* bireyleri için hayli zehirli olduğu bildirilmiştir.

Coppage ve Duke, Meksika Körfezi boyunca, malathion içeren birçok böcek ilacının, bazı balık türleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada [75]; AchE inhibisyonu ölçüleri, sivrisinek kontrolü için sprey formülündeki malathion uygulandıktan sonra yapılmıştır. *Leiostomus xanthurus* ve *Argyrosomus regius* bireylerinin, spreyleme başlamadan önce normal AchE seviyeleri ölçülmüş ve 1,08'den 1,45'e kadar sıralanan değerlere ulaşılmıştır. İlk spreyleme yapıldıktan sonra bireylerde, AchE engellenme oranının %97'den %11'e kadar olduğu tespit edilmiştir. İkinci spreyleme 18 gün sonra yapılmıştır. Sonuçta *Leiostomus xanthurus* bireylerinin tamamının öldüğü gözlenirken *Argyrosomus regius* bireylerinde ise AchE inhibisyonunun arttığı gözlenmiştir.

Penn State Araştırma Merkezinde, malathionun toz halindeki formülasyonunun, *Oryzias latipes* bireylerine etkisini araştırmak için yapılan çalışmada [76]; malathion pestisiti 2 qts dizel yağı ile karıştırılarak *Oryzias latipes* bireylerine uygulanmıştır. Uygulamadan 4 saat sonra balıkların, %26,3'ünün ölmüş olduğu, %42,4 ünde ise yarı ölümcül etkilerin gözlemlendiği bildirilmiştir. Yarı ölümcül etkilenen balıkların temiz suya yerleştirilmelerine rağmen, %26'sının öldüğü, %74'ünün ise iyileştiği bildirilmiştir.

Bender, *Cyprinus carpio* bireylerinde malathion birikimi ile ilgili yaptığı çalışmada [77]; bu bireylerin 4 gün boyunca 2,5 ppm malathiona maruz bırakılmaları sonucunda, karaciğer, et, kan ve beyin hücrelerinde yüksek konsantrasyonda malathiona rastlandığını bildirmiştir.

Howard, *Lepomis macrochirus* bireylerinde malathion birikimi ile ilgili yaptığı çalışmada [22]; 0,99 ppb malathiona, bir akış sistemi içerisinde 28 gün maruz kalan

Lepomis macrochirus bireylerinde önemli bir oranda malathion atığının toplanmadığı gözlemiştir. Yenilebilen balık parçalarında ortalama malathion konsantrasyonunun 3,9'dan 18 ppb'ye kadar, balığın bütünüde 21'den 130 ppb'ye kadar ve yenilemeyen dokularda ise 34'ten 200 ppb'ye kadar malathion atığının tespit edildiğini bildirmiştir.

Pandey ve Shukla, malathionun *Saratherodon mossambicus* üzerine etkisi ile ilgili çalışmalarında [78]; malathionun 2-4 ppm'lik dozları ağızdan 20 gün süreyle verildiğinde guatr oluşumunu ve hiperfonksiyonu indüklediği, tiroid foliküllerinde hiperplazi ve atrofiye neden olduğu saptanmıştır.

Yapılan bu çalışmada ve elde edilen bu bilgiler ışığında, malathion insektisitinin yüksek dozlarda balıklarda akut ölümlere ve düşük dozlarda ise davranışlarda bozukluk ve vücut aktivitelerinde zararlara yol açtığı görülmektedir. Bu çalışmalarda da görüldüğü gibi malathion değişik konsantrasyonlarda zehirlilik etkisi yapmıştır. Bunu da balığın yapısı, suyun özellikleri etkilemektedir.

EPA 1988 yılında yaptığı istatistiksel araştırmada 1985-1986 yılları arasında yaklaşık 9.08×10^9 gram malathionun evsel olarak kullanıldığını, bunun özellikle %33'nün ev içi ve yakın çevresinde bulunduğunu bildirmiştir [79].

5. ÖNERİLER

Tarım ilaçlarının doğrudan veya dolaylı yollarla deniz, göl, akarsu gibi yaşam ortamlarına ulaşması ve bu ortamlarda yaşayan canlılar üzerine etkileri ile ilgili pek çok literatür bulunmasına karşın, malathion ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Türkiye’de de durum aynıdır.

Malathion pestisitinin yaşamda çok yaygın olarak kullanılması başta toprak ve su olmak üzere bütün abiyotik ortamı kirletmektedir. Zararlılarla mücadelede kullanılan pestisitler, coğrafik faktörlerle doğal yaşam ortamlarına ulaşmakta ve bu ortamlarda yaşayan canlıları olumsuz yönde etkilemektedir. Birçok pestisit parçalanması sonucu oluşan ara ürünler, pestisit kendisinden daha toksik bir etki göstermektedir. Bu yüzden pestisit yarılanma ömründen çok, parçalanması sonucu oluşan ara ürünler daha fazla önem taşımaktadır.

Elde edilen veriler ve bilgiler doğrultusunda, malathion pestisitinin uzun süreli veya yüksek dozlarda kullanımının, gerek insanlar gerekse hayvanlar üzerinde akut zehirlenmelere ya da davranışlarda bozukluklara neden olduğu saptanmıştır. Türkiye’de fazla miktarda kullanılan pestisitlerin, gerek doğal yaşama gerekse insan sağlığına olan olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Pestisitler, uygulandığı hedef organizmanın yanında diğer organizmalara da zarar vermektedir. Doğru kullanım ile, hedef organizma dışındaki canlılara olumsuz etkinin en aza indirilmesi sağlanmalıdır. Pestisit kullanılan alanların, içilebilir su kaynaklarından uzak olması gerekmektedir. Ancak bu gibi ortamlarda kullanılması gerekiyorsa, uygun pestisitlerin seçilmesi sağlanmalıdır. Türkiye’de malathion gibi yaygın kullanılan insektisitlerin çevreye olan etkileri ile ilgili çalışmaların sayısı artırılarak, bu konuda bir veri tabanı oluşturulmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Gomez, L., Duran, A., Gazquez, A., Martinez, S., Masot, J., Lesions Induced by 2,4-D and Chloropyrifos in Tench (*Tinca tinca L.*), **Implication in toxicity studies Histology and Pathological Anatomy Unit**, Facultad de Veterinaria, Uex, Céceres, Spain Received, (2001).
2. Polat, H., “Beta-Cyphemethrin pestisitinin balıklara ani toksik etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara (1999).
3. Şanlı, Y., Kaya, S., “Veteriner Klinik Toksikoloji”, **Medisan Yayınevi**, Ankara, 18-22 (1992).
4. Buchel, K.H., “Pflanzenschutz und schädlingbekämpfung”, **Thieme**, Stuttgart (1977).
5. Çeliker, A., “Ülkemizde kullanılan pestisitlere ilişkin bir veri tabanı (pestox) geliştirilmesi üzerine bir çalışma”, Bilim Uzmanlığı Tezi, **Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, Ankara (1992).
6. Devlet Planlama Teşkilatı, “Beş yıllık kalkınma planı kimya sanayi özel ihtisas komisyonu raporu”, Tarım İlaçları, **DPT**, Ankara, 6-23 (2001).
7. Slemring, G., David, N., Hay Worth, J., Franz, A., “Aquatic Pesticides Monitoring Program Literature Review”, **Sanfrancisko Estuary Institute**, California, 10-20, 35-45 (2005).
8. Yıldız, M., Gürkan, O., Turgut, C., “Tarımsal savaşımında kullanılan pestisitlerin yol açtığı çevre sorunları”, **TMMOB Ziraat Mühendisleri 6. Teknik Kongresi**, Ankara, 1-22 (2005).
9. Kreuger, J., “Pesticides in the environment, atmospheric deposition and transport to surface waters”, Doctoral Thesis, **University of Agricultural Sciences**, Swedish, 207 (1999).
10. Tucker, R.K., Crabtree, D.G., “Toxicity of pesticides to wildlife effect of pesticides on wildlife”, 10: 436-487 (1979).
11. Öztürk, S., “Tarım İlaçları”, **Hasad Yayıncılık**, Ankara, 312-523 (1990).
12. Tores, S., Maden, S., “Tarımsal Savaşım Yöntem ve İlaçları”, **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi**, Ankara, 332 (1991).
13. Akman, Y., Ketenoğlu, E., Kurt, H., Düzenli, S., “Çevre Kirliliği” **Palme Yayıncılık**, Ankara, 268 (2000).

14. Pesticide Action Network, "Disrupting the Balance Ecological Impacts of Pesticides in California", *DAN CPP Report 1*, California, 43-45, 81 (1999).
15. Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., "Pestisitler, Çevre Sağlığı Kaynak Dizisi", *İlkaz Matbaası*, Ankara, 173 (1997).
16. U.S, Enviromental Protection Agency, "Office of pesticide programs", *U.S. Government Printing Office*, Washington, (1988).
17. Chanber, H.W., "Organophaspharus compouno: An overview in organophosphates: chemistry, fate and effects", *Academic*, San Diago, 3-17 (1992).
18. Malathion in hazar dous substances data bank (HSOB), *U.S. National Library of Medicine*, Bethesdia (2000).
19. U.S. Environental Protecetion Agency, Office of Pesticide Programs, "Malathion preliminary risk assessments health effects", *Agency Programs*, Washington (2002).
20. İnternet : Malathion, <http://extoxnet.onst.edu/pips/malathio> (2009).
21. The Pesticide Manual A World Compesdium, C.R. Worthing, The British, Erop, Protection Council, Craydon, England, 695 (1983).
22. T.C.Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Bitki Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, "Bitki koruma ürünleri", *Tarım İlaçları Sanayici, İthalatçı ve Temsilcileri Derneği*, İstanbul, 18-19-20 (2002).
23. İnternet: U.S Environmental Protection Agency Office of Pesticide Programs, "Malathion risk assessments: toxicology chapter", <http://www.epa.gov.1pesttcides/op.Malathion.htm> (2000).
24. Vural, N., " Toksikoloji", *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayını*, Ankara, 258-259-364-367-368 (1996).
25. Reuber, M.D., "Carcigenity and toxicity of malathion and alaoxon", *Enviranmental Research*, 37, 119-153 (1985).
26. Bouchard, M., Gosselin, H.N., Burret, C.R., Samuel, O., Dumoulin, M.J., Carrier, G., "A toxicokinetic model of malathion and its metabolities as a tool to assess human expasure and risk through measurements of urinary biomarkers", *Tox. Sci.*, 182-94 (2003).
27. Houard, P.H., "Handbook of environmental fate and exposue data for organic chemicals Volume 3", *Lewispublishers*, Chelsa Michigan (1991).

28. Chakraborty, A.M., "Biodegradation and detoxification of environmental pollutants", **CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida U.S.A** (1982).
29. Cook, G.H., Moore, J.C., "Determination of malathion, malaoxon and mono and dicarboxylic acid of malathion in fish, oyster and shrimp tissue", **Gulfbreeze Laboratory, U.S.A.** (1976).
30. Bourquin, A.W., "Effects of malathion on microorganism of and artificial saltmarsh", **Environmental, J. Enviro. Qual**, 373-378 (1977).
31. T.S.E., "Su kirliliği kontrolü, metod ve kuralları", **zehirlilik denemeleri**, Ankara (1988).
32. Heath, A.G., "Water pollution and fish physiology, second edition", **CRC Press. Inc.**, Florida, 359 (1995).
33. Anton, F.A., Ariz, M., "Acute toxicity of technical trichlorophento Cyprinid fish", **Bull. Environ Contam Toxicol.**, 53, 627-632 (1994).
34. Turkish Standards, "Water pollution control, methods and rules: Toxicity tests", Ankara (1988).
35. Hekimoğlu, M.A., "Türkiye' de pazarlanan lebistes varyeteleri üzerine araştırmalar", **E.Ü, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Salonu**, Doktora Tezi, İzmir, (1997).
36. Şahin, Y., "A' dan Z ' ye Akvaryum Balıkları", 135-137 (1999).
37. Geldiay, R., "Akvaryum kurulması- malzemesi-bitkileri-balıkları ve bakımı", **Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, (1985).
38. Kuru, M., "Omurgalı Hayvanlar", **Gazi Üniversitesi**, Ankara (1994).
39. Geldiay R., "*Poecilia reticulata* canlı doğuran dişli sazan familyası", **Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, Bilgehan Basımevi**, Bornova, 46 (1985).
40. Fallin, E., Montgomery, M.L., Freed, V.H., "The metabolism and distribution of 2,4,5- T in female rats, toxicological and applied pharmacology", 24, 555-563 (1973).
41. Erne K., "Studies on the animal metabolism of phenoxycetic herbicides, Acta Vet. Scand", **CTT**, 7, 264-271 (1987).
42. Tsukada, H., "Temperature adaptation in fish III. temperature tolerance of the guppy, in relation to the rearing temperature before and after birth. Biol", **J.Nara Womn's University**, 11-14, 213 (1960).

43. Malcolm., R.L., “The chemical biology of fishes, torry research station”, **Aberdeen**, Scotland. (1970).
44. İnternet : “Lebistes” <http://www.akvaryumculuk.biz/lebistes.html>
45. Finlayson, B.J., “Impact of fish and wildlife from broodscale, aerial malathion application in south San Francisco bay region”, **California Department of Fish and Game, Environmental Services Branch administrative report**, 2-82 (1982).
46. Beyers, P., Sikoski, P., “Acetylcholinesterase inhibition in federally endangered Colorado squawfish exposed to carbaryl and malathion”, **Environmental Protection Agency** (1993).
47. Holland, H. T., Lowe, J., “Malathion, chronic effects on estuarine fish” **Gulfbreeze Biological Laboratory** (1966).
48. Coppage, D., “Brain AchE inhibition in fish as a diagnosis of environmental poisoning by malathion”, **Gulfbreeze Environmental Research Lab.** (1975).
49. Dominik, A.M., Zar, J. H., “The effect of malathion on the temperature selection response of the common shiner *Notropis cornutus*”, **Arch. Environ. Contam. Toxicol.**, 7, 193-206 (1987).
50. Kumar, K., Ansari, B. A., “Malathion toxicity: skeletal deformities in zebra fish *Brachydanio rerio*”, **Pestic. Sci.**, 15, 107-111 (1984).
51. Ansari B. A. and Kumar, K., “Malathion toxicity: Effect on the ovary of the zebra fish *Brachydanio rerio*”, **Int. Revue. Ges. Hydrobiol.**, 517-528 (1987).
52. Plumb, J. A. and Areechon N., “Effect of malathion on humoral immune response of channel catfish”, **Develop. Comp. Immunol.**, 55-358 (1990).
53. Sahib, I.K., Ramona Rao, K.V., “Toxicity of malathion to the freshwater fish *Tilapia mossambica*”, **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, 24, 870-48 (1980).
54. Sahib, I.K., Prasada Rao, K.S., Sambasiva Rao, K.R., Ramona Rao, K.V., “Sublethal toxicity of malathion on the proteases and free amino acid composition in the liver of the teleost, *Tilapia mossambica* (Peters)”, **Toxicol. Lett.**, 59-62 (1984).
55. Geiger, D.L., Call, D.J., Brooke, L.T., “Acute toxicities of organic chemicals to fathead minnows (*Pimephales promelas*), center for lake superior environmental studies”, **University of Wisconsin, Superior**, 4, 235-236 (1988).

56. Brewer, S.K., Little, E. E., De Lonay, A. J., Beauvais, S.L., Jones, S.B., Ellersieck, M.R., "Behavioral dysfunctions correlate to altered physiology in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to cholinesterase inhibiting chemicals", *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 40, 70-76 (2001).
57. Ansari, B. A., Kumar, K., "Malathion toxicity: In vivo inhibition of acetylcholinesterase in the fish *Brachydania rerio* (Cyprinidae)", *Toxicol. Lett.*, 283-287 (1983).
58. Tsuda, T., Kojima, M., Harada, H., Nakajima, A., Aoki, S., "Acute toxicity accumulation and excretion of organophosphorous insecticides and their oxidation products in killifish", *Chemosphere*, 939-949 (1997).
59. Singh, V.P., Gupta, S., Saxena, P.K. , "Evaluation of acute toxicity of carbaryl and malathion to freshwater teleost, *Channa punctatus* (Bloch) and *Heteropneustes fossilis* (Bloch)", *Toxicol. Lett.*, 271-276 (1984).
60. Galloway, T., Handy, R., "Immunotoxicity of organophosphorous pesticides", *Exotoxicology*, 345-363 (2003).
61. Pathiratne, A. and George, S.G., "Toxicity of malathion to nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and modulation by other environmental contaminants", *Aquatic Toxicol.*, 261-271 (1998).
62. California Department of Fish and Game (CDFG), "Acute toxicity tests on *Morone saxatilis*", *Aquatic Toxicology Laboratory Test*, 21, 30, 37, 41, 57 (1990-1998).
63. Post, G. and Schroeder, T., "The toxicity of four insecticides to four salmonid species", *Bull. of Environ. Contam. And Toxicol.*, 144-145 (1971).
64. Haider, S., Inbaraj, R.M., "Relative toxicity of technical, material and commercial formulation of malathion and endosulfan to freshwater fish, *Channa punctatus* (Block)", *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 347- 51 (1986).
65. Lien, N.T.H., Adriaens, D., Janssen, C.R., "Morphological abnormalities in american catfish (*Clarias gariepinus*) larvae exposed to malathion", *Chemosphere*, 1475-1486 (1997).
66. Nguyen, L.T.H., Janssen, C.R., "Embryo larval toxicity test with the African Catfish (*Clarias gariepinus*) comparative sensitivity and endpoints", *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 42, 256-262 (2002).
67. Dutta, H.M., Dutta Munshi, J.S., Ray, P.K., Singh, N.K., Richmonds, C.R., "Variation in toxicity of Malathion to air and water breathing teleost, *Cyprinus carpio*", *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 49, 279, 284 (1992).

68. Richmonds, C. and Dutta, H.M., "Effect of malathion on the otomotor behavior of buegill sunfish, *Lepomis macrochirus*", *Biochem. Physiol.*, 523-526 (1992).
69. Mohideen, M.B. and Reddy, P.M., "Changes in the brain protein profiles of freshwater fish *Cyprinus carpio* under malathion stres", *Eit. Ang. Zoll.*, 74, 293-297 (1987).
70. Ranke-Rybicke, B., "Effects of organophosphorus pecticides on aquatic organism", *Pocz. Pantw. Zakl. High.*, 26, 293 (1957).
71. Rao, K.P.S., Kabber Ahamma Sahib, I.K., Rao, K.V.R., "Methyl parathion effects on whole-body and tissue respiration in the teleost, *Tilapia mossambica* (Peters)", *Exotoxicol. And Environ. Safety*, 9, 339- 345 (1985).
72. Beaman, J.R., Finch, R., Gardnur, H., Hoffmann, F., Rosencrance, A., Zelikoff, J.T., "Mammalian immunoassays for predicting the toxicity of malathion in a laboratory fish model", *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 56, 8, 523-42 (1999).
73. Parkhurst, Z. and Harlan, Z., "Toxicity of malathion 500 to fall chinook salmon fingerlings, USFWS", *Progressive Fish Culturist* (1955).
74. Weis, P. and Weiss, J., "Abnormal locomotion associated with skeletal malformations in sheepshead minnow", *Rutgers University and New York Ocean Science Laboratory*, Montauk, New York (1975).
75. Coppage, D. L. and Duke, W., "Effects of pesticides in estaurine along the gulf and south east atlantic coasts", *Gulfbreeze Lab.* (1971).
76. State of California Environmental Protection Agency, "Assessment of malathion and malaaxon concentrations and persistence in water send, soil and plant mortrices under controlled exposure conditions", *Department of Pesticide Regulation*, Environmental Hazards Assessment Program (1993).
77. Bender, M.E., "Uptake and retention of malathion by the carp", *University of Michigan* (1969).
78. Pandey, A.K., Shukla, L., "Antithyroidal effects of on organophosphorus insecticide malathion in *Saratherodon mossambicus*", *Inter. J. Environ Studies*, 22, 49-57 (1983).
79. U.S. EPA, "Guidance for the reregistration of pesticide products containing malathion as the active ingredient", *Office of Pesticide Programs*, Washington

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BAKAL, Nurtaç Hilal
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 11.04.1981 Merzifon / Amasya
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (364) 225 08 10
Faks : 0 (364) 212 38 00
e-mail : nurtac19@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi / Çevre Mühendisliği Bölümü	2003
Lise	Çorum Atatürk Yabancı Dil Ağırlıklı Lise	1999

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004 – 2010	Çorum Belediyesi	Çevre Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Müzik, Alış - veriş