

T.C.
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU KAYNAKLARINDA PESTİSİD KİRLİLİĞİ VE LEPİSTES
BALIKLARINDA BAZI HERBİSİTLERİN AKUT TOKSİK
ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

HURİ YILDIRIM

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. BÜLENT VEREP

TEZ JÜRİLERİ
PROF. DR. FİKRİ BALTA
DOÇ. DR. CENGİZ MUTLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI



RİZE-2018

Her Hakkı Saklıdır

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU KAYNAKLARINDA PESTİSİD KİRLİLİĞİ VE LEPİSTES
BALIKLARINDA BAZI HERBİSİTLERİN AKUT TOKSİK ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI

Prof. Dr. Bülent VEREP danışmanlığında, Huri YILDIRIM tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 27/11/2018 tarihinde Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı	İmza
Başkan :	Prof. Dr. Bülent VEREP	
Üye :	Prof. Dr. Fikri BALTA	
Üye :	Doç. Dr. Cengiz MUTLU	


Doç. Dr. Ferhat KADAYCI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

Bu araştırma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans tezi olarak yürütülmüştür. Bu tez çalışmasının konusu “Su Kaynaklarında Pestisid Kirliliği ve Lepistes Balıklarında Bazı Herbisitlerin Akut Toksik Etkisinin Araştırılması” olup Lepistes (*Poecilia reticulata*) balıklarının glifosat, 2,4-D ve asetoklara olan toleransını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Sucul ortamlarda kirlilik oluşturan ve canlıları etkileyen faktörlerden biri de sınai tarımda zararlılara karşı kullanılan ilaçlardır. Bu çalışmada sıkça kullanılan zirai ilaçlardan glifosat başta olmak üzere üç çeşit herbisid kullanılmıştır. Lepistes balığının 24, 48, 72 ve 96 saat aralıkları ile LC₅₀ değerleri saptanmıştır. Bu çalışmadaki diğer bir amaç ise Rize ili ve çevresindeki bazı önemli akarsularda suda pestisid kirliliğinin araştırılmasıdır.

Yüksek lisans tez çalışmam süresince bana yardım, bilgi ve birikimlerini benden esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Bülent VEREP’e ve manevi desteği ile her zaman yanımda duran Annem Esmâ HASANOĞLU’na, Babam Osman HASANOĞLU’na ve Sevgili eşim Ahmet YILDIRIM’a teşekkürü bir borç bilirim.

Hazırlanan bu Yüksek Lisans Tezi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2015.53002.103.01.04 nolu proje ile desteklenmiştir.

Huri YILDIRIM

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Su Kaynaklarında Pestisid Kirliliği ve Lepistes Balıklarında Bazı Herbisitlerin Akut Toksik Etkisinin Araştırılması” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 27/11/2018



Huri YILDIRIM

***Uyarı:** Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.*

ÖZET

SU KAYNAKLARINDA PESTİSİD KİRLİLİĞİ VE LEPİSTES BALIKLARINDA BAZI HERBİSİTLERİN AKUT TOKSİK ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Huri YILDIRIM

**Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışmanı: Prof. Dr. Bülent VEREP**

Bu araştırmada, su kaynaklarında pestisid kirliliği ve lepistes (*Poecilia reticulata*) balıkları üzerindeki bazı pestisidlerden herbisidlerin akut toksik etkileri incelenmiştir. Çalışmada kullandığımız herbisidler zirai tarımda yaygın olarak kullanılmaktadır. Denemelerde üç farklı herbisid (Glifosat, 2,4- Diklorofenoksiasetik Asit ve Asetoklor) kullanılmıştır. Biyodenedeylerde biri kontrol olmak üzere beş ayrı akvaryum kullanılarak her birine belirli konsantrasyonlarda herbisit eklenmiştir. Belirli zaman aralıklarında glifosat, 2,4-D ve asetoklor'un lepistes (*Poecilia reticulata*) balıkları üzerinde akut toksik etkileri belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada statik yöntem kullanılmıştır. Lepistes balığının glifosat, 2,4-D ve asetoklor'a karşı 24, 48, 72 ve 96 saat aralıklarında letal konsantrasyon (LC₅₀) değerleri sırasıyla 7,051, 1,201 ve 0,557 mg/L olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre lepistes balığı açısından çalışılan herbisidlerin akut toksik sıralaması asetoklor >2,4-D >glifosat olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada, Rize ili ve çevresindeki tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu bazı akarsu havzalarında su kaynaklarında pestisid kirliliğinin olup olmadığı da araştırılmıştır. İyidere, Çiftekavak, Salarha ve Fırtına akarsularından alınan su numunelerinde 293 farklı pestisid EPA metoduna göre GC-MS ve LC-MS cihazları taramalarında hiçbir pestisid ölçüm limitinin üstüne çıkmamıştır. Dolayısıyla bölgede tarımsal uygulamalarda kullanılan bazı herbisidlerin su kaynaklarına etkisinin henüz olmadığı söylenebilir.

2018, 49 sayfa

Anahtar Kelimeler: Pestisid, Lepistes, Glifosat, 2,4-D, Asetoklor

ABSTRACT

PESTICID POLLUTION IN WATER SOURCES AND RESEARCH ON ACUTE TOXIC EFFECTS OF SOME HERBICIDES ON GUPPIES

Huri YILDIRIM

Recep Tayyip Erdoğan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Fisheries
Master Thesis
Supervisor: Prof. Dr. Bülent VEREP

In this study, pesticide pollution in water sources and acute toxic effects of some pesticides on guppy (*Poecilia reticulata*) fish were investigated. The herbicides we use in the study are widely used in industrial agriculture. Three different of herbicides (glyphosate, 2,4-D and acetochlorine) were used in the experiment. In bioassays, the herbicides contains given concentration were added to each of them by using five different aquariums, one of which was control. To determine the acute toxic effects of glyphosate, 2,4-D and acetochlorine on the lepistes (*Poecilia reticulata*) at certain time intervals, the static method was used. The lethal concentration (LC₅₀) values of the guppy fish against glyphosate, 2,4-D and acetochlorine at 24, 48, 72 and 96 hours intervals were calculated as 7.051, 1.201 and 0.557 mg/L, respectively. According to these results, the acute toxic sequence of herbicides studied in terms of guppy fish is acetochlorine > 2,4-D > glyphosate.

In this study, it has been investigated whether pesticide pollution is present in the water resources of some river basins where the agricultural activities around Rize are intense. In the water samples taken from İyidere, Çiftekavak, Salarha and Firtına streams, according to 293 different pesticide EPA methods, GC-MS and LC-MS devices did not exceed any pesticide measurement limit. Therefore, it can be said that some herbicides used in agricultural practices in the region do not yet have effects on water resources.

2018, 49 pages

Keywords: Pesticide, Guppy, Glyphosate, 2,4-D, Acetochlor

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
TABLolar DİZİNİ.....	VII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Pestisit ve Pestisit Kirliliği.....	1
1.3. Pestisidlerin Sınıflandırılması.....	2
1.4. Pestisit Kirliliği ve Türkiye'deki Durumu.....	7
1.5. Herbisitler.....	8
1.5.1. Glifosat.....	12
1.5.2. 2,4 Diklorofenoksiasetik Asit (2,4 D).....	13
1.6. Çalışmada Kullanılan Balık Türü (Lepistes: Poecilia reticulata).....	13
1.6.1. Lepistes balığının taksonomisi.....	13
1.6.2. Lepistes balığının morfolojik özellikleri.....	14
1.6.3. Lepistes balığının beslenmesi ve çevresel koşullar.....	14
1.6.4. Lepisteslerde üreme.....	15
1.7. Literatür Çalışması.....	15
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	21
2.1. Materyal.....	21
2.1. Metod.....	22
3. BULGULAR.....	31
3.1. Akut Toksik Deney Bulguları.....	31
3.2. Su Kaynaklarında Pestisid Kirliliği Analizleri.....	34
4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	39
KAYNAKLAR.....	42
EKLER.....	47
ÖZGEÇMİŞ.....	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Türkiye’de tarım ilaçlarının kullanım miktarları.....	7
Şekil 2. Deneyde kullanılan lepistes balıkları.....	22



TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Sentetik organik pestisitlerin etki etki mekanizmaları.....	4
Tablo 2. Pestisitlerin sudaki çözünmeleri ile balıklardaki birikimi arasındaki ilişki.....	4
Tablo 3. Klorlu pestisitlerin balıklardaki kalma süreleri.....	5
Tablo 4. Yıllara göre tarımsal ilaç kullanımı.....	8
Tablo 5. Türkiye’de kullanımı yasaklanan pestisitler.....	8
Tablo 6. Önemli bazı herbisitlerin toprakta yarılanma ve kalıcılık süreleri.....	10
Tablo 7. Toprağa uygulanan bazı herbisitlerin suda çözünme miktarı ve K_{oc} değerleri11	
Tablo 8. Pestisid gelişim ve uygulama kronolojisi.....	18
Tablo 9. Karbaril’in farklı dozlarının kuluçka döneminde etkileri.....	19
Tablo 10. Lepistes balığı hakkında genel bilgiler.....	21
Tablo 11. Glyphosate hakkında genel bilgiler.....	21
Tablo 12. 2,4-D hakkında genel bilgiler.....	21
Tablo 13. Asetoklor hakkında genel bilgiler.....	22
Tablo 14. Çalışmada kullanılan herbisidler ve konsantrasyonları(mg/l).....	23
Tablo 15. Balık ve sucul omurgasızlar toksisite kategorisi için nitel tanımlayıcılar.....	24
Tablo 16. Biyotestler için önerilen balık türleri.....	28
Tablo 17. Akut toksikolojik deneylerde kullanılacak suların özellikleri.....	29
Tablo 18. Glyphosate içeren akvaryum ortamındaki saatlere göre balık ölümleri.....	31
Tablo 19. 2,4-D içeren akvaryum ortamındaki saatlere göre balık ölümleri.....	32
Tablo 20. Asetoklor içeren akvaryum ortamındaki saatlere göre balık ölümleri.....	32
Tablo 21. Glyphosate deneyinde hesaplanan letal konsantrasyon değerleri.....	32
Tablo 22. 2,4-D deneyinde hesaplanan letal konsantrasyon değerler.....	33
Tablo 23. Asetoklor deneyinde hesaplanan letal konsantrasyon değerleri.....	33
Tablo 24. Rize akarsularında taranan pestisidler.....	34
Tablo 25. Glyphosate biyodeneyinde fiziksel parametreler (su sıcaklığı).....	36
Tablo 26. Glyphosate biyodeneyinde fiziksel parameteler (çözünmüş oksijen).....	36
Tablo 27. Glyphosate fiziksel parametreler (çözünmüş oksijen doygunluğu %).....	36
Tablo 28. Glyphosate fiziksel parametreler (elektriksel iletkenlik (mikroS/cm).....	37
Tablo 29. Glyphosate fiziksel parametreler (pH).....	37
Tablo 30. 2,4-D ve piclorom fiziksel parametreler (su sıcaklığı).....	37
Tablo 31. 2,4-D ve piclorom fiziksel parametreler (çöz. Oksijen mg/l).....	38

Tablo 32. 2,4-D ve piclorom fiziksel parametreler (çöz. Oksijen doygunluğu %)	38
Tablo 33. 2,4-D ve piclorom fiziksel parametreler (elektriksel iletkenlik (mikroS/cm)	38
Tablo 34. 2,4-D ve piclorom fiziksel parametreler (pH)	38



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Son yıllarda ülkesel ve bölgesel çapta ilerleyen kalkınma hamlesi nüfus artışı ve yoğunluğuyla birlikte gıda ihtiyacının karşılanması tarımsal üretimin artırılmasını ve çeşitlendirilmesini zorunlu kılmıştır. Tarımsal üretimin artırılması ve çeşitlendirilmesi kapsamında tarım ürünlerine zarar veren çok çeşitli tür ve özellikte zararlılara karşı mücadelede en kolay yol olan kimyasal mücadele olarak pestisitler tercih edilmektedir. Diğer taraftan halk sağlığı konularında şehirleşmeyle birlikte ortaya çıkan çevresel problemlerin çözümünde haşereyle mücadele kapsamında ev/işyeri/sokak vb. alanların ilaçlanmasında yine önemli ölçüde sentetik kimyasallar olan pestisitler tercih edilmektedir.

Çevresel hassasiyetin artmaya başlamasıyla çevre dostu ürünlerin kullanımı gündeme gelmişse bile ucuz, kolay ve geleneksel bir yöntem olması sebebiyle pestisitler günümüzde önemli miktarda kullanılmakta, atmosfer ve su kaynakları yoluyla göl ve denizlere karışmaktadır. Su kaynaklarına bulaşan pestisitlerin canlı bünyesinde akümülyasyona uğraması ve akabinde ise besin zincirine karışarak biyomagnifikasyonla üst besin seviyelerinde konsantrasyonunun artması önemli bir su kirliliği problemi olarak sucul ekosistemleri ve dolayısıyla insanları tehdit etmektedir.

1.2. Pestisit ve Pestisit Kirliliği

Pestisitler; çevresel etkiler sonucu ortaya çıkmaktadır. Başta insanlar olmak üzere çevreyi geliştirme amacı ile oluşturduğumuz birçok yenilik aslında çevreyi olumsuz etkilemektedir. Buna benzer sebeplerden dolayı oluşturduğumuz olumsuz etkiyi önlemek amacı ile kimyasallar oluşturulmuştur. Oluşturulan bu kimyasallara genel kapsamlı olarak pestisit denilmektedir. Pestisitler kullanım alanına göre sınıflandırılmaya tabi tutulmuştur. Pestisitlerin kullanım alanlarının başında tarımsal üretim buna bağlı olarak da bahçecilik gelmektedir. Pestisitlerin kullanıldığı diğer önemli alanlardan biri de balık yetiştiriciliğidir. Bunun sebebi bilindiği gibi sudaki mikroorganizmalardır (Anonim, 2012).

Su ortamında çözülmeyen klorlu pestisitler organizmaların yağlı dokularında birikirler ve bu birikim beslenme ile su ortamındaki tek hücreli canlılardan başlayarak balık ve insanlara kadar ulaşır. İnsanın hem bitkisel hem de hayvansal gıdalarla besleniyor olması ve besin zincirinin en son halkasını oluşturuyor olmasından dolayı bu tür bileşikler insanda büyük bir yoğunluk kazanır.

Diğer kullanım alanları ise; ormancılık, şehir düzenleme (park, bahçe ve oyun alanları), endüstriyel böcek kontrolü, inşaatlarda, ev ve bahçeler, deniz ve sucul böcek kontrolü, gıda saklanması, hayvancılık, toplum hijyeni, böcek kontrolü ve beşeri ilaç olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2012). Genellikle zirai amaçlı kullanılan pestisitler genel anlamda zararlı böceklerin ürünlere vermiş olduğu zararı en aza indirmek içindir. Pestisitlerin toksik etkisi bulunduğu için kullanılmaktadır. Öldürücü etkiye sahip olan bu pestisitler hemen hemen tüm doğal çevre etkilenir. Pestisitler sadece böceklere karşı değil görünmeyen mikroorganizmalara, yabancı otlara ve diğer hayvan türlerine karşı da kullanılır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

1.3. Pestisitlerin Sınıflandırılması

Pestisit türü kullanılacak ortama göre seçildikten sonra belirli özellikler aranmaktadır. Bu özellikler; uygulanacak olan zararlıyı kontrol edebilmeli ve uygulanan ortamda kalabilmelidir. Ayrıca uygulanan zararlı dışında ortamdaki başka canlılara zarar vermemeli, çevrede birikme yapmamalıdır (Göksu, 2003). Pestisit sınıflandırmasında en çok kullanılan pestisit türlerinin başında İnsektisitler (böcek öldüren pestisitler) ve herbisitler (bitki öldüren pestisitler) gelmektedir. İnsektisitlerin en önemlileri DDT ve Aldrin, Dieldrin, Endrin, Heptaklor'dur. Onun dışında ise pestisitler şu şekilde sınıflandırılır;

- Algisitler (alg öldüren pestisitler)
- Fungisitler (mantar öldüren pestisitler)
- Bakterisitler (bakteri öldüren pestisitler)
- Akarisitler (akarları öldüren pestisitler)
- Afisitler (yaprak bitkilerini öldüren pestisitler)
- Molluskisitler (yumuşakçaları öldüren pestisitler)

- Avenisitler (kuşları kaçıran pestisitler)
- Herbisidler (Ot öldürücüler)
- Rodentisitler (kemiricileri öldüren pestisitler)
- Nematosit (nematodları öldüren pestisitler)
- Termisit (karıncaları öldüren pestisitler) (Sevim, 2011).

Pestisitler ayrıca EPA pestisitleri işlevlerine göre;

- ✓ Yaprak dökücüler (defoliant),
- ✓ Kurutucular (dessicants),
- ✓ Dezenfektanlar,
- ✓ Kaçınımlar (böcek ve kuşları kaçıranlar-repellent),
- ✓ Çekiciler (yemler vb.),
- ✓ Kısırlık yapan kimyasallar,
- ✓ Büyüme düzenleyicileri (Güler ve Çobanoğlu, 1997)

Pestisit kullanımından dolayı sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bunların başında sağlık sorunları gelmektedir. Akut ve kronik hastalıklara neden olabilirler. Bilinçsiz olarak kullanılan pestisitler dayanıklılık sorunu yaşayarak etkisi azalabilmektedir. Bunun yanı sıra pestisit kalıntılarının da çevreyi kirletici unsurlarından biri olduğu bilinmektedir, hatta yer altı sularına kadar taşınmış durumdadır. Dış satımda da yiyeceklerde ki pestisit kalıntıları dikkate alınmaktadır (Delen, 1990).

Pestisidler, insanoğlunun doğayla mücadelesinde kendi türünü daha fazla besleyebilmek ve diğer türlere hükmedebilmek amacıyla kullandığı en önemli kozlarından biri olduğu söylenebilir. Kara, su ve toprak üçgeni içerisinde üretilen tüm ürünlerin miktarını ve oranını artırmak amacıyla aynı kaynaktan beslenen diğer canlı türlerini fiziksel, kimyasal ve biyolojik yollarla aradan çıkartmayı başaran insanoğlu kimyasal yöntemlerde çok başarılı olmuş böcek öldürücü (insektisid), ot öldürücü (herbisid), mantar öldürücü (fungusit), kemirgen öldürücü (rodentisit), akar öldürücü (akarisid) vb. doğal ve sentetik (inorganik ve organik pestisidler) bir çok kimyasal üretmiştir. Bu maddelerin insanlık tarihinde M.Ö. 1500'li yıllardan günümüze kadar kullanıldığı bildirilmektedir. Günümüze kadar 6000 çeşit pestisid üretilirken bunların 600 adetinin ticari olarak kullanıldığı, tarımsal ürünlerin üretiminde zararlı canlılara

karşı ve halk sağlığı uygulamalarında haşereyle mücadelede kullanılan pestisitlerin hedef olmayan canlı türlerini etkilemesi, hava, su, toprak ve biyotada birikmesi önemli bir çevresel problem olarak ortaya çıkmaya başlamıştır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Pestisitler kimyasal yapıları bakımından bileşimlerdeki etken madde açısından klorlu hidrokarbonlar, organik fosforlar, karbamatlı insektisidler ve sentetik ve doğal piretroidler olarak genel olarak dört gruba ayrılmaktadırlar. Aldrin, Dieldrin, DDT, Diendrin ve Mirex gibi organik klorlu pestisitlerden olup klasik organoklorlupestisitler (COC) olarak adlandırılırlar (Atamanalp ve Yanık, 2001). Aldrin kimyasal yapı açısından saf beyaz renkte, 364,93 g molekül ağırlığına sahip olan, 25 °C’de suda çözünürlüğü 0,2 mg/l olan katı kristal formda bir organik klorlu pestisiddir (Anonim, 2005). Sentetik organik pestisitlerin etki mekanizmaları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Sentetik organik pestisitlerin etki mekanizmaları (Atamanalp ve Yanık, 2001)

Sentetik Organik Pestisitler	Etki Mekanizması	Örnek
Karbamatlar	Asetilkolinesterazın inhibisyonu ile sinir sistemi fonksiyonunu bozar.	Karbanil Aldikarb Maneb
Organoklorlu bileşikler	Sinir membranlarının depolarizasyonuna neden olarak sinir sistemi fonksiyonunu bozar.	DDT Lindan Klordan Klordekan
Organofosfatlar	Asetilkolinesterazın inhibisyonu ile sinir sistemi fonksiyonunu bozar.	Paration Malation Diazinon Klorprifos
Sentetik piretroidler	Sinir membranının sodyum iyonu geçirgenliğini etkileyerek sinir sistemi fonksiyonunu bozar.	Deltametrin Permetrin Fenvalerat

Tablo 2. Pestisitlerin sudaki çözünmeleri ile balıklardaki birikimi arasındaki ilişki (Yıldız vd., 2005)

Pestisit	Sudaki çözünürlüğü (ppm)	Max Birikimi
Lindon	10	100x
Toxaphene	3	10.000x
Dieldrin	0,25	10.000x
DDT	0,0012-0,037	100.000-1.000.000x
2,4 D	725	150x

Pestisitlerin sudaki çözünmeleri ile balıklardaki birikimi arasındaki ilişki Tablo 2’de verilmiştir.

Pestisitlerin uzun süre suda parçalanmadan kaldıkları dikkate alındığında suyun veriminin hemen hemen yok olacağı sonucuna varılabilir. Bununla beslenen zooplankton ve balıklar ise verimin azalmasıyla yok olmaya mahkûm olacaktır.

Pestisitlerin zooplankton yumurtaları, larvaları ve erginleri üzerine de önemli etkileri vardır. Bu konuda çeşitli çalışmalar suda bulunan pestisit miktarı arttıkça yumurtanın gelişmesi ve larvaların yaşama şanslarını azalttığı görülmektedir. Klorlu pestisitlerin balıklarda kalma süreleri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Klorlu pestisitlerin balıklardaki kalma süreleri (Yıldız vd., 2005)

Klorlu Pestisit	Kalma Süresi
Lindon	<2 gün
DDT	>5 ay
DDD	>6 ay
Dieldrin	1 ay
Heptaklar	1 ay
Metaksiklar	1 hafta

Zirai mücadelede kullanılan ilaçlar;

- a- Formülasyon şekillerine göre
- b- Kullanıldıkları zararlarına göre
- c- Etki şekillerine göre değişik şekillerde sınıflandırılmaktadır.

A) Formülasyonlarına göre;

- 1) Toz ilaçlar
- 2) Islanabilir toz ilaçlar
- 3) Kuru tohum ilaçları
- 4) Suda çözünen tozlar
- 5) Solüsyonlar veya sulu çözeltiler
- 6) Emülsiyon konsantre ilaçlar
- 7) Yazlık ve kışlık yağlar
- 8) Granüller
- 9) Aerosoller

- 10) Peletler
- 11) Zehirli yemler
- 12) Kapsül şekli verilmiş formülasyonlar
- 13) Gübre karışımı
- 14) Akıcı konsantreler
- 15) Yağ konsantreleri
- 16) (ULV) çok düşük ilaçlamaya uygun formülasyonlar

B) Kullanıldıkları zararlarına göre

- 1) İnsektisitler (böcek öldürücüler)
- 2) Fungusitler (mantar öldürücüler)
- 3) Bakterisitler (bakteri öldürücüler)
- 4) Akaresitler (kırmızı örümcek öldürücüler)
- 5) Herbisitler (yabancı ot öldürücüler)
- 6) Afisitler (yaprak biti öldürücüler)
- 7) Mollussisitler (salyangoz öldürücüler)
- 8) Rodentisitler (kemirgen öldürücüler)
- 9) Nematositler (nematod öldürücüler)
- 10) Repellentler (kaçırıcılar)

C) Etki şekillerine göre

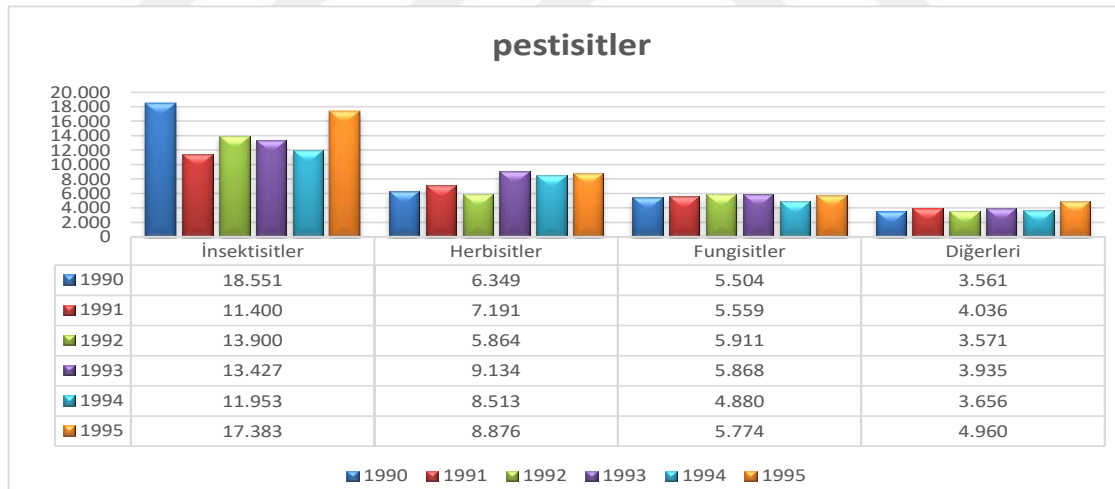
- 1- Bitkide;
 - a) Sistemikler
 - b) Yarı sistemikler
 - c) Sistemik olmayanlar
- 2- Zararlıda;
 - a) Mide zehiri
 - b) Değme zehiri
 - c) Solunum zehiri

Pestisitlerin farklı yayılma yolları vardır. Bunlardan biri olan suyoluyla yayılım, topraktan yayılımla da su kütlelerine girebilmektedir. Veya doğrudan akıntı yoluyla evlerden ve tarımsal bölgelerden olabilmektedir. Pestisitler yağmur suları ve karlarla

yıkanarak da yeraltı sularına sızabilirler. Bu nedenle pestisit kullanılacak bölgelerde sulara dikkat edilmeli ve sürekli denetim altında tutulmalıdır. Evde ve tarımsal bölgelerde gübre kullanılması nedeniyle pestisitlerin yağmur suları olukları ile yer altı sularına karışması da oldukça kolaydır. Dikkat edilmediği zaman yararından çok zararı ortaya çıkar. Bunun yanı sıra arazi bölgelerde yapılan kuyularda pestisit yüklü kapları yıkamakta zararı arttırır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

1.4. Pestisit Kirliliği ve Türkiye'deki Durumu

Dünyanın ana besin kaynağını bitkiler oluştururken, bitkisel üretimde zararlı böcek ve mantar hastalıkları sebebiyle önemli miktarda besin kaynaklarında kayıplar oluşabilmektedir. Yaklaşık 3000 adet nematod, 30 bin adet yabancı ot, 800 bin adet böcek çeşidinin zarar verecek düzeyin üstünde olup dünya genelinde zarara sebep olduğu bilinmektedir. Bu zararlar ile mücadele devam etmektedir (Ağar vd., 1991). Türkiye'de tarım ilaçlarının kullanım miktarları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Türkiye'de tarım ilaçlarının kullanım miktarları (Anonim, 1996)

Türkiye'de pestisit kullanımı İnsektisitler de 1990 yılında 18.551 ton olup 1991, 1992, 1993, 1994 yıllarında düşüş görülmesine rağmen 1995 yılında tekrardan 17.383 tona yükselmiştir. Herbisitler ise 1990 yılında 6.349 ton miktarına sahipken yıllar içerisinde dalgalanmaya maruz kalarak artış göstermiştir. Fungisitlere baktığımızda miktarında bariz bir değişim görünmese de artış mevcuttur. Türkiye'de ki pestisit kullanımına baktığımızda giderek yaygınlaşma ve artış görülmektedir. Artan kullanım

miktarı ile pestisit kirliliği de artmaktadır. Yıllara göre tarımsal ilaç kullanımı Tablo 4’de verilmiştir. Türkiye’de kullanımı yasaklanan pestisitler Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 4. Yıllara göre tarımsal ilaç kullanımı (Delen vd., 2005)

Yıl	İnsektisitler (Böcek Öldürücü)	Akarisitler	Fumigant ve Nematisit ler	Rodentisit (Fare Öldürücü)	Herbisitler (Ot Öldürücü)	Fungusitler
1979	2.288	203	316	5.6	2.452	1.537
1987	3.303	240	322	2.1	3.495	2.612
1994	2.065	192	531	2.5	3.903	2.201
1996	3.027	223	1.077	3.3	3.644	2.951
2002	2.251	297	1.559	1.8	3.697	1.964
2006	3.406	219	2.650	6.7	5.400	4.432
2007	7.304	315	3.031	11.0	4.638	4.945

Tablo 5. Türkiye’de kullanımı yasaklanan pestisitler (Yücel, 2007).

Yasaklanma Yılı	Pestisit Adı
1971	Dieldrin
1978	DDT (kısıtlama)
1979	Aldrin, Heptachlor, 2,4,5-T, Endrin, Chlordane, Leptephos, Lindane, Chlordimeform, E-Parathion
1982	Cıvalı ilaçlar(methoxyethylmercury chloride, 1982 phenylmercury acetate, phenylmercury chlorid), chlorbenzilate, Arsenikli ilaçlar
1985	BHC (kısıtlama 1978)
1987	Fluorodifen, chlorpropylate
1988	Dinoseb
1989	Daminozide (Alar 85), Toxaphene
1991	Zineb
1996	Azinphos Ethyl

1.5. Herbisitler

Bitkilerin yetiştirildiği tüm zirai alanlarda yabancı otlar sorun teşkil etmektedir. Bu yabancı otlardan kurtulmanın en uygun pratik yöntemi kimyasal mücadeledir. Kimyasal ilaçlama her ne kadar iyi bir yöntemmiş gibi bilinse de zararlı etkilere sahiptir. Zararlı etkilerin en başında hedef dışı bitkiler gelmektedir. Diğer bir zarar ise kimyasalların toprağa karışması ve su ile birlikte canlılara etki etmesidir. Herbisitlerin toprakta kalma ve suda çözünürlük süreleri zarar ve yararları açısından önemlidir. Bitki yüzeyine uygulanan herbisitlerin bir kısmı yapraktan alınırken yere düşen ilacın bir kısmı da kökler tarafından alınabilmektedir. Bu durum yabancı otlar açısından yararlı olsa da bir sonraki sezona kadar toprakta kalabileceğinden dolayı hassas ürün hasatın da fitotoksisiteye sebep olabilmektedir (Delen, 1990).

Herbisitin toprakta kalma süresi belirlenirken toprakta aktif olduğu süre değerlendirmeye tabii tutulur. Bu kalıcılık değeri yarı ömür (DT₅₀) olarak hesaplanmaya alınır. Laboratuvar ortamında belirlenen bu yarı ömür süresine çevresel etkiler ve toprak yapısı etki etmektedir. Bu nedenlerle herbisit seçimi yapılırken yetiştirilecek kültür bitkisi kadar çevresel koşullarda dikkate alınmalıdır. Önemli bazı herbisitlerin toprakta yarılanma ve kalıcılık süreleri Tablo 6' da verilmiştir (Griffin, 2005).

Zirai yetiştiricilikte polikültüre oranla monokültür kimyasal ilaçlamada daha kolaydır. Fakat herbisitlerin toprakta kalma süresi nedeniyle yabancı otlar üzerinde oluşan etkileri azalarak yok etme süreleri kısalmır. Bunun yanı sıra herbisitlerin toprakta kalma sürelerini kısaltan unsurlarda yer almaktadır. Bunlar; bitki tarafından alınma, ışıқта bozunma, buharlaşma, süzülme, adsorpsiyon, mikrobiyal parçalanma ve kimyasal parçalanmadır. Bitki tarafından alınan herbisitlerin bir miktarı da yabancı otlar tarafından alınır. Büyüyen bitkilerin hasat işleminden sonra geriye kalan bitki atık ve ölü yabancı otların toprağa karışma oranı bitkilerin bünyesine aldığı miktardan daha fazladır .

Yağmur, sulama gibi etkenlerle yüzeyde çözünmeden kalan herbisit sürüklenerek hem toprağa karışır hem de çevresel kirliliğe yol açar. Herbisitler buharlaşarak form değiştirebilirler. Herbisitler buhar basıncı seviyesine göre uçucu olarak adlandırılabilirler. Buhar basıncı (mmHg) ile ifade edilirken sınır 20°C de 1×10^{-5} mmHg olarak belirlenmiştir. Herbisitlerin buharlaşması; buharlaşma basıncına, yoğunluğuna, toprakta adsorpsiyonuna, suda eriyebilmesine, hava sıcaklığına, rüzgâr hızına, bağıl neme, toprağın sıcaklığına ve nemine bağlıdır. Eptc, Butylate, Tri-allate, Clomazone, 2,4-D ester gibi herbisitler oldukça yüksek buharlaşma riskine sahiptir. 2,4-D terkipli herbisitlerden ester formülasyonlular amin terkiplilerden daha fazla buharlaşma eğilimindedir (Yalçınkaya, 2006).

Işıқта parçalanma olayı, herbisitlerin güneş ışınları absorbe ederek elde ettiği enerji ile kimyasal reaksiyona neden olarak inaktif hale gelmesi sonucu oluşur. Çoğu herbisit beyaz veya beyaza yakın renklerde olup 220-324 nm arasındadır. Sarı renge sahip olan herbisitlerin beyaz renge sahip herbisitlere göre bozulmaya daha yakın olduğu tespit edilmiştir (Delen, 1990).

Tablo 6. Önemli bazı herbisitlerin toprakta yarılanma ve kalıcılık süreleri

Herbisit	Yarılanma Süresi (gün)	Toprakta Kalma Süresi (sezon)
Dicamba	5	Kalıcı herbisitler
EPTC	6-30	
2,4-D	10	Bir sezondan kısa sürede topraktan kaybolur.
Butachlor	12	
Cyanazine	14	
Monilate	21	
Cycloate	20-30	Bir sezondan kısa sürede topraktan kaybolur.
Clomazone	30	
İmazethapyr	60-90	
Linuron	60	
Metolachlor	30-50	Orta Derecede Kalıcı Herbisitler
Benefin	40	Bir veya 2 sezon toprakta kalır
Chlorsulfuron	40	
Pendimethalin	44	
Trifluralin	45	
Atrazine	60	
Simazine	60	
Triallate	82	
Diuron	90	
Hexazinone	90	
Bensulide	120	
Prodiamine	120	Yüksek Oranda Kalıcı Herbisitler
Triasulfuron	139	İki sezon veya daha fazla toprakta kalır.
İmazapyr	142	
Terbacil	180	
Picloram	300	

Toprakta tutunma diye adlandırdığımız adsorption; toprakta bitki tarafından alınamayacak halde olan herbisit moleküllerinin toprağa tutunmasıdır. Desorption olarak bilinen toprakta salınma ise adsorptionun aksine topraktaki herbisit moleküllerinin serbest hale geçerek bitkinin alınımına uygun hale gelmesidir. Herbisit moleküllerinin toprakta salınım ve tutunma olayı değişiklik göstermekle birlikte bozunmaya da maruz kalmazlar. Herbisitlerin toprakta tutunması organik kimya adı altında yer alan olaylara (hidrojen bağı, katyon, London vander walls vb.) bağlı olarak değişim göstermektedir. Organik kimyaya dahil olan hidrojen iyonu yoğunluğundan bahsedilirken pKa terimi kullanılır. pKa terimi moleküllerin pH sınırının yarısının nötr diğer yarısının ise pozitif veya negatif olduğunu ifade eder (Rao, 1999).

Araştırmacıların çalışmalarına göre asidik özellikte ki herbisitlerin toprakta tutunmaları sınırlıdır. Asidik özelliğe sahip olan picloromun da toprakta tutunması herbisit miktarına bağlı olarak artar. Diğer bir durum ise; suda çözülmüş herbisitlerin toprağın alt kısmına doğru hareket etmesi sonucu adlandırılan yıkanmadır. Yıkanma sonucu toprağın üzerindeki herbisit miktarı azalır. Bu sayede azalan herbisit ile toprak yüzeyinde kalan, kalıcılık süresi olan herbisitlerin ürünlere zarar verme düzeyi azalır. Yıkanma olayı bitkiler için her ne kadar yararlı görünse de yer altı sularına karışması nedeniyle çevresel bir sorundur. Herbisit yapısı başta olmak üzere toprak yapısı, toprak hacmi, adsorpsiyon ve yağış yıkanmaya etki eden faktörlerdendir. Yağış sayesinde herbisitler daha çok yıkanmaya uğrayarak tutunmayı da azaltır. Bu demektir ki herbisit suda çözünmesi arttıkça yıkanması da artar. Herbisitlerin yıkanma değerinin hesaplanmasında karbon tutunma katsayısı (K_{oc} ml/g) kullanılır. Toprağa uygulanan bazı herbisitlerin suda çözünme miktarı ve K_{oc} değerleri Tablo 7’de verilmiştir (Griffin, 2005).

Tablo 7. Toprağa uygulanan bazı herbisitlerin suda çözünme miktarı ve K_{oc} değerleri

Herbisit	Suda çözünebilirlik miktarı (ppm)	Ortalama K_{oc} (ml/g)
Dicamba	720.000	2
Picloram	200.000	16
Chlorsulfuron	31.800	40
Metribuzin	1.100	60
2,4-D	796	20
EPCT	370	200
Linuron	75	400
Diuron	42	480
Atrazine	33	100
Simazine	6.2	130
Trifluralin	0.3	7.000
Oxyfluorfen	0.1	9.000

Mikrobiyal parçalanma en önemli herbisit parçalanmalarındandır. Büyük kısmını alglerin, fungusların ve bakterilerin oluşturduğu mikroorganizmaya sahip olan toprak, herbisitleri bu organizmalar sayesinde kısa sürede parçalar. Mikrobiyal parçalanmada etken faktörler; toprak yapısı, toprak nemi, toprak hava kapasitesi, toprak sıcaklığı, organik madde miktarı ve pH’dır. Bir toprağın elverişli olduğunu bakteri ve funguslardan anlayabilirsiniz. Toprak pH sınırın bakterilerde 5,5 üzeri, funguslarda ise 5,5 un altında olması toprağın o organizmaca zengin olduğunu ifade eder. Kimyasal parçalanmada diğer parçalanma türleri gibi önem teşkil eder. Bazı herbisit gruplarının

(Sulfonylurea, triazine ve dinitroanilin) topraktaki yıkımı kimyasal parçalanma ile olur. Kimyasal parçalanma hidroliz, oksidasyon, indirgenme gibi kimyasal olaylarla olur (Devlin, 1992).

1.5.1. Glifosat

Glyphosate Isopropylamine tuzu ülkemizin zirai mücadele ilaçları satan marketlerinde Roundup, Fullot, Glyphosate, Glycol, Glysavbg ticari markalar adı altında ve sıvı formda 480 g/L konsantrasyonda pazarlanmaktadır. Glyphosate'nin çıkış sonrası kullanılması ile beraber turunçgil, fındık, bağ ve meyve bahçelerinde ruhsatlıdır. Tek yıllık yabancı otlar için uygulama dozu 300 ml/da iken çok yıllık yabancı otlarda ise 600 ml/da şeklindedir. Glyphosate selektif ve rezidüel etkisi olmayan çıkış şeklinde iki türlü etki gösterir. Bunlarla birlikte ekili olmayan alanlarda 300 ml/da konsantrasyonda tek yıllık yabancı otların daha genç ve aktif olarak büyüdüğü devrede kullanılır. Bu yabancı otlar; yabancı yulaf, yabancı havuç, Kısır brom, Kuşyemi, Çimensi mürdümük, Ballıbaba, Kanarya otu, Mısır hardalı, Dügün çiçeği, Yabancı fiğ, Turnagagası, Kuş otu, Yabancı hardal, Ebegümece, Yabancı Yonca, Sütleğen, Benekli darıcan, Tilkikuyruğu, Yapışkan ot, Sirken, Horozibiği, Yeşil horozibiği, Semizotu, Kırmızı köklü tilkikuyruğu, Zincir pıtrağı, domuz pıtrağıdır. Turunçgil, Fındık, Bağ, Meyve bahçeleri ve ekili olmayan alanlarda çok yıllık yabancı otlar: Köpekdişi ayrığı, Geliç, Topalak, Tarla sarmaşığı, Isırgan otu, Pelin otu da 600 ml/da yabancı otların aktif olarak büyüdüğü çiçeklenme öncesi devrede kullanılır. Glyphosate özellikle yeni yapılmış ve süregelen karayolu, demiryolu kenarları, havaalanları, fabrika bahçeleri, tarla kenarları ve tarihi alanlarda yabancı bitkilere karşı 1000 ml/da aktif büyüme evresinde kullanılır. Bunun yanı sıra 1000-1500 ml/da arasında banketler, su ve drenaj kanallarında yer alan yabancı otlara karşı aktif büyüme evresinde kullanılır (Benbrook, 2016).

Tarımsal ekimlerde verim oldukça önemlidir. Bu nedenle verimi düşüren yabancı otların ortadan kaldırılması için üreticiler tarafından ilaçlama yapılması uygun görülmektedir. Yapılan bu zirai ilaçlamalarda, hemen hemen her tarımcının kullandığı zirai ilaçlar, herbisit adı altında bitki öldürücüler olarak da bilinmektedir. Bitki öldürücü olarak bilinen bu herbisitler; tarımsal üretimde ki yabancı otları öldürmek ve

büyümesini engellemek için kullanılan kimyasallara verilen genel addır. Herbisitlerin içine birçok madde dâhil olsa da en çok kullanılan pestisit türü glifosattır (glyphosate). Glifosat her ne kadar organik ürünlerde yasaklansa da zirai ilaçlamada kullanılmaya devam edilmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda özellikle son zamanlarda glifosatın üzerine ağırlık verildiğini göstermektedir. Yayınlanan makale ve dergilerde gündem haline gelen Glifosatın yararından çok zararının olduğunu öne sürmekle beraber bazı maddelerle etkileşiminin de kanserojen etkiye neden olduğu belirlenmiştir. Bunların en büyük sebebi; tarımcıya insan gücü gerektirmeden daha kolay bir tarım öne sürmek üzere tarım ürünlerine direnç geni aşılmasından kaynaklanmaktadır. GDO'lu ürünler ve Glifosat başlığı adı altında birçok yazıya denk gelmiş olup genel kapsamda bitkiler kadar insanlar ve diğer canlılarda ki hormonal fonksiyonların bozulduğu üzerinde durulmuştur. Bunların yanı sıra Glifosat ile yapılan ilaçlama sonucu suya karışan maddenin etkisi devam ettiği sürece sudaki canlılara da zarar vermektedir (Benbrook, 2016).

1.5.2. 2,4 Diklorofenoksiasetik Asit (2,4-D)

Bu herbisit türünde akut toksik etkisi daha çok kas sisteminde görülmektedir. 2,4-D'nin yüksek dozda verilmesi sonucunda canlılarda vücut fonksiyonlarını bozarak ölüme yol açmaktadır. Bu herbisitinin uygulanması sonucunda tek dozda canlıda birkaç saat içerisinde kaslarda kasılma, vücutta istemsiz hareketsizlik, kaslarda zayıflık ve koma görülür. Ayrıca karaciğer ve böbreklerde de rahatsızlık görülür. 2,4-D'nin etkileri insanlarda da aynı sorunlara sebep olmaktadır. Bu herbisitinin akut zehirlenmeleri genellikle ölüme sonuçlanır. 1962-1969 yılları arasında yaşanan Güney Vietnam savaşında bu herbisit ve 2,4, 5-Trichlorophenoxyacetic asit karışımı savaş aracı olarak kullanılarak askerlerin bitkilerin arkasına saklanmasını engellemiştir. (Sevim, 2011)

1.6. Çalışmada Kullanılan Balık Türü (Lepistes: *Poecilia reticulata*)

1.6.1. Lepistes Balığının Taksonomisi

Alem	: Animale
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Sınıf	: Osteichthyes
Takım	: Cyprinodontiformes

Aile : Poeciliidea
Cins : Poecilia
Tür : *Poecilia reticulata* Peters, 1859, (Tamaru vd., 2001)

Akvaryum balıkları içerisinde en çok bilinen, en çok üretilen ve tercih edilen lepistesler dişli sazanlar denilen Poeciliidae ailesine dâhildirler. Renkli ve değişik kuyruk yapıları ile ünlü lepistes balıkları (*Poecilia reticulata*) tropikal bölge Tatlısu balıklarındandır (Dzikowski vd., 2001). Anavatanı Orta Amerika, Meksika ve Florida olarak bilinen lepistes balıkları çok tercih edilen ve akvaryumları süsleyen omnivor bir türdür. Üremesi, beslenmesi ve bakılması oldukça kolaydır. Bentopelajik bir tür olup tropik akarsular, acı sular ve denizlerin üst pelajik bölgelerinde geniş tuzluluklara toleranslı olduklarından dağılabilmektedirler. Doğal ortamlarında daha çok küçük böcekler, zooplanktonlar, algler ve detrituslarla beslenirler (Türkmen ve Alpbaz, 2001). Sağlıklı bir ortam olduğu sürece uzun süre yaşar ve oldukça fazla çoğalırlar. Hem bu sebeplerden hem de kelebeği anımsatan güzelliklerinden dolayı hemen hemen her akvaristin akvaryumunu renklendirirler. Çok farklı renklere sahip oldukları için görüntü itibari ile birbirlerine benzemezler (Alpbaz, 1984).

1.6.2. Lepistes Balığının Morfolojik Özellikleri

Ağızları üst ya da terminal konumlu olup ağızlarında ki dişler sebebiyle dişli sazancıklar olarak da bilinirler. Lepistes balıkları; yüzgeç, ışın, renk ve büyüklük bakımından farklılık gösterirler. Canlı doğum ile çoğalan bu türlerin ışın sayısı sırt yüzgeçte 7-8 adet, anal yüzgeçlerde ise yumuşak ışın sayısı 8-9 adettir. Dişilerin karın bölgesi erkeklere oranla daha tumbul olup vücutlarının ön kısmı yuvarlaktır. Erkeklerin ise vücutları yanlardan basık şekildedir. Dişiler erkek bireylere göre daha büyük olup dişilerde boyut 6-7 cm, erkeklerde ise 3-5 cm aralığındadır. Erkekler çok güzel renklere ve gonopodium denilen üreme organına sahiptir. Döllenme dişi balığın üreme açıklığındaki kesede gerçekleşir (MEB, 2013).

1.6.3. Lepistes Balığının Beslenmesi ve Çevresel Koşullar

Tatlı ve acı sularda yaşamını sürdüren bu balıklar bentopelajik bir türdür (Riehl and Baensch 1991). Erkek bireyler dişiye göre daha küçük ve daha renklidirler.

Tropikal bir tür olduğu için yaşama alanları optimum 24-25°C su sıcaklığı aralığındadır. Sıcağa duyarlı olup günlük sıcaklık değişimi 1°C kadar olmalıdır. Sıcaklık arttıkça dişi lepisteslerin gebelik süresi azalır. Işığa ihtiyaç duyarlar bu nedenle 12 saat ışıklandırmaya tabi tutulur. Lepistesler uyumlu bir yaşam sürdürür, barışçıl ve doğurgandırlar. Bu nedenle lepistesler; doğurgan diğer türlerle yetiştirilebilse de kendi türleri ile yaşaması, daha sağlıklı bireyler elde edilmesini sağlar. Akvaryumda yetiştirileceği zaman bir erkeğe karşılık üç dişi düşecek şekilde ayarlanmalıdır. Yaşama alanı oluşturulurken lepistesler doğum yaptığında yavrular, ergin bireyler tarafından tüketilmemesi için akvaryum içerisine bol miktarda bitki eklenmelidir (Alpbaz, 1984).

1.6.4. Lepisteslerde Üreme

Lepistesler her ne kadar canlı doğuran olarak bilinse de aslında yavrular yumurtlama sırasında yumurtadan çıkarak canlı doğummuş gibi bir izlenim bırakırlar. Yalancı doğum olarak da adlandırılan bu doğumun memelilerdeki doğumla ilgisi yoktur. En az 40 litrelik tank veya akvaryumlarda yetiştirilmelidir. Ayrıca dip zeminde kuma ve akıntıyı sağlayacak havalandırma sistemine ihtiyaç vardır. Toz yem ve yavru artemialarla (canlı yem) beslenen dişi lepistesler 4-5 hafta da bir yavru bırakabilirler. Bir dönem de ise ortalama 80 yavru verirler. Yavruların gelişimi açısından canlı yem ve protein ağırlıklı yemler verilmesi gelişimi hızlandırır. Bu yavrular doğumdan itibaren 3-4 ayda cinsel olgunluğa erişirler (Alpbaz, 1984).

1.7. Literatür Çalışması

Pestisitlerle ilgili bilimsel literatür incelendiğinde yüzlerce pestisitinin canlılar ve çevre üzerindeki etkilerini inceleyen makale, kitap, dergi ve yayın söz konusudur (Ağar vd., 1991; Güler ve Çobanoğlu, 1997; Atamanalp vd., 2002).

Sucul organizmalar arasında önemli bir yer tutan balıklar biyotestlerde olduğu kadar toksikolojik çalışmalar için de en uygun organizmalardır. Bu amaçla yapılan akut letal toksisite testleri toksik maddenin konsantrasyonunun belirlenmesi yanında toksik etkinin mekanizmasının anlaşılabilmesi için fizyolojik ve histopatolojik çalışmalarla desteklenmesi gerekir (Arellano vd., 1999). Kirletici maddelerin sucul canlılara olan

toksik ve histopatolojik etkileri konusunda çok sayıda araştırma yapılmıştır. Ancak bu canlıların larva, yavru ve ergin gibi değişik hayat dönemlerine pestisitlerin toksik ve histopatolojik etkileri ile ilgili çalışmalar yeterli düzeyde değildir (Westernhagen, 1988).

Kullanılmak üzere 2006-2008 yılları arasında en çok tercih edilip temin edilen pestisitler; ditiyokarbamat pestisitlerine dahil olan mankozep, thiram ve propinebin olduğunu Delen vd. (2010) tarafından belirtmektedirler. Bu gruba dahil olan mankozep, etilen bisditiyokarbamat (EBDC) pestisittir. Bu pestisit bozulmayı önleme ve mantar hastalıklarının tedavi etmede etkili olması nedeniyle geniş spekturumlu fungusit olarak da kullanılmaktadır (EPA, 2009; Ripley vd., 1978). Bisditiyokarbamat (EBDC) pestisitlerin tercih edilmesinde ki en büyük sebep; aynı semptomları taşıyan hastalıklarda tedavi edici diğer ilaçlardan daha uygun maliyette olmalarıdır. EBDC grubuna ait bu pestisitlerin hidrolizi sonucu Etilen tiyo üre (ETU) oluşmaktadır (Ripley vd., 1978). Ayrıca, ETÜ'nin farelerde büyümeyi engellediği, tiroid bezinde ağırlık ve boyut artışına neden olduğu ve dokularda hiperplazi oluşturduğu tespit edilmiştir (Seifter ve Ehrich, 1948).

Leeuwen vd., (1985)'e göre, maneb ve diğer bazı pestisitlerin gökkuşağı alabalıklarının erken hayat dönemlerinin farklı aşamalarına olan etkileri konusunda yaptıkları bir araştırmada, kullanılan bu pestisitlere olan hassasiyetin en fazla balığın yumurta keseli olduğu dönemden sonraki yavru balık döneminde olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca deney süresi boyunca bu maddelerin en fazla balığın yumurta keseli olduğu dönemde biyobirikim oluşturdukları saptanmıştır. Hayvansal organizmalar üzerinde yapılan bir diğer araştırmada ise manebin sinir sistemindeki dopaminerjik sinir hücrelerinde önemli hasarlara sebep olduğu, ayrıca vücudun hücrel antioksidan sistemine zarar vererek canlının savunma sistemini zayıflattığı tespit edilmiştir (Barlow vd., 2005).

Maneb, farelerin merkezi ve çevresel sinir sistemleri üzerinde hasara yol açarak, canlılarda sinirliliğe, uyku süresinde azalmaya ve hareket sisteminde aksamalara sebep olmaktadır (Morato vd., 1989). Maneb, canlılarda DNA replikasyonu ve onarımını etkilemekte, DNA zararı ve kromozom anormallikleri oluşturarak hücrelerde

mutasyonlara sebep olmaktadır. Ayrıca manebin memelilerde üreme sistemini etkilediği, embriyo ve fetüste toksik etkiye neden olduğu saptanmıştır (Gerber vd., 2002). Oral yolla maneb verilen hamile farelerin ve fetüsün böbreklerinde kontrol grubuna oranla çok yüksek miktarda manganez birikimi olmaktadır. Ayrıca manebin fetüsün böbreklerinde çok sayıda histopatolojik değişikliklere sebep olduğu saptanmıştır (Güven vd., 1998). Benzer bir çalışmada (Deveci, 2006), organometalik fungusitler propineb ve manebin farelerin karaciğer dokularında yağ damlacıkları oluşumu, hepatositlerde ödem ve nekroz gibi önemli histolojik değişimlere neden olduğu, ayrıca organlarda kontrol grubuna oranla çok yüksek miktarda metal birikimi meydana geldiği belirlenmiştir. Manebin farelerin karaciğer ve böbrek dokusu üzerindeki histopatolojik etkilerinin makroskobik ve mikroskobik düzeyde araştırıldığı diğer bir çalışmada da karaciğer ve böbreklerin kontrol grubuna oranla boyutlarının büyük ve renklerinin daha koyu olduğu belirlenmiştir (Özbay vd., 1991).

N-metil karbamat grubu pestisitlerden olan karbarilin sucul canlılar üzerine toksik etkileri konusunda çok sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen histopatolojik etkileri konusunda dikkate değer bir araştırma yapılmamıştır (Rao vd., 1984). Karbaril ve onun en önemli yıkım ürünü olan 1-naftol'un hint sazı (*Cirrhinus mrigala*) üzerine toksik etkilerini araştırdıkları bir çalışmada 96 saatlik deneyde balıkların beyin, solungaçlar, böbrek ve kaslarındaki protein metabolizmasının önemli derecede değiştiğini belirlemişlerdir. Ayrıca, karaciğerin glikojen içeriğinde artış olduğunu ve beyinin lipit içeriğinde önemli bir azalış olduğunu tespit etmişlerdir. (Kulshrestha ve Arora, 1984), karbaril ve endosülfanın tatlısu balığı olan yılanbaşı (*Channa striatus*) yumurtalıkları üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, pestisite maruz kalan balıkların yumurtalıklarındaki oosit miktarında azalma, boyutlarında küçülme, deformasyon, yumurta kesesinde bozulma, oositlerde tıkanma, kan damarlarında genişleme ve gonadosomatik indekste azalma meydana geldiğini saptamışlardır. Ayrıca, histopatolojik etkilerin pestisit dozu, maruz kalma süresi ve çeşidine göre değiştiğini tespit etmişlerdir (Tablo 8).

Karbarilin teknik ve ticari formülasyonları farklı toksik etki göstermektedir. Bu formülasyonların kedi balığı (*Clarias batrachus*) üzerine akut toksik etkilerinin

karşılaştırıldığı bir çalışmada, karbarilin teknik formülasyonunun ticari formülasyona göre 2,5 kat daha fazla toksik olduğu tespit edilmiştir (Sinha vd., 1991).

Tatlısu karidesi (*Palaemonetes pugio*) larvaları kullanılarak yapılan toksikolojik çalışmalarda, 96 saat süreli test sonucunda karbaril için LC50 değeri alabalıklara nazaran çok daha düşük (43,02 µg/l) bulunmuştur (Key vd., 2008). Kedi balığı öldürücü dozun altında karbarile maruz kaldığında, gonadlarında testis ve yumurtalıklardaki gonadosomatik indekste azalma ve nekrozlar tespit edilmiştir. Ayrıca, yumurta ve sperm oluşumunda durma, yumurtalıklarda foliküller arası ödem ve testislerdeki taban zarlarında kalınlaşma olduğu belirlenmiştir (Jyothi ve Narayan, 1999).

Tablo 8. Pestisid gelişim ve uygulama kronolojisi (Ongley, 1996).

Dönem	Örnek	Kaynak	Özellik
1800-1920	İlkin organikler, nitro-fenol, klorofenol, krezot, naftalin, petrol yağları	Organik kimya, kömür gazı üretimi yan ürünleri, vs	Genellikle özgülüğü düşüktür ve kullanıcı ya da hedef dışı organizmalar için toksiktir
1945-1955	Poliklorlu organikler (DDT, HCCH, Dieldrin, Aldrin, Lindane, Endin), klorlu siklodien	Organik sentez	Kalıcı, iyi seçicilik, iyi tarım özellikleri, iyi bir halk sağlığı performans, dayanıklılık, zararlı ekolojik etkileri
1945-1970	Kolinesteraz inhibitörleri, Organofosfatlar (parathion, malathion, mevinfos) karbamatlar (aldikarb, karbaril, baygon)	Organik sentez, iyi yapı-etki ilişkileri	Düşük kalıcılık, bazı kullanıcı toksisitesi, bazı çevre sorunları
1970-1985	Sentetik piretroitlerden avermektinler, juvenil hormon taklitçileri, biyolojik pestisitler	Rafine edilmiş yapı etki ilişkileri, yeni hedef sistemler	Eksik seçicilik, direnç, yüksek maliyet ve değişken kalıcılık
1985-1990	Genetiği değiştirilmiş organizmalar, Biyopestisitler, Doğal predatörler, Feromonlar	Faydalı bitki ve hayvanlara ve diğer organizmalara biyolojik pestisit üretimi için gen transferi. Pestisitlerin hedef dışı etkilerine dirençlilik için genetik çeşitliliğe sahip bitkiler	Mutasyonlarla ilgili olası problemler, mikrobiyal ekolojideki bozulmalar, ürünlerdeki tekellilik
1990-	Tarım zararlıları mücadele teknikleri, Doğal predatörler, Organik tarım	bitki nöbetleşmesi, yeşil gübre, kompost, "biyolojik zararlı kontrolü", toprak üretkenliğini sağlamada mekanik işleme	Ekosistem ve doğal yaşam için daha az tehlikeli

Todd ve Leeuwen (2002), karbarilin dört farklı konsantrasyonunu kullanarak, bu konsantrasyonlara maruz kalan döllenmiş zebra balığı (*Danio rerio*) yumurtalarında

oluşan ölüm oranlarını belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda ortalama ölüm oranının düşük olduğunu ve kullanılan konsantrasyonlardaki karbarilin direkt olarak embriyoları öldürmediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, aynı çalışmada yumurta ve embriyoların boyutlarının kontrol grubuna göre çok daha küçük olduğu saptanmıştır.

Boran vd. (2007) karbamat grubu pestisitlerden olan karbaril, metiyokarb ve karbosülfanın gökkuşağı alabalıkları ve lepistes balıkları (*Poecilia reticulata*) üzerine akut toksik etkilerini 96 saat süreyle ve statik test yöntemi kullanılarak araştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda karbaril ve metiyokarbın gökkuşağı alabalıkları üzerine toksik etkilerinin lepistes balıklarına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ancak lepistes balıklarının karbosülfan aktif maddesine karşı alabalıklara göre daha hassas oldukları belirlenmiştir. Test edilen balıklardaki ölüm oranlarının, akvaryumlardaki çözeltiler içerisinde bulunan aktif maddelerin konsantrasyonuna bağlı olarak önemli derecede arttığı saptanmıştır. En düşük karbaril, metiyokarb ve karbosülfan konsantrasyonlarına maruz kalan alabalıkların %50'sinin ölmesi için gereken zaman sırasıyla 51 saat 12 dakika, 74 saat 35 dakika ve 107 saat 57 dakika olarak tespit edilmiştir. İnsektisit konsantrasyonu arttıkça bu sürenin azaldığı görülmüştür (Tablo 9).

Tablo 9. Karbaril'in farklı dozlarının kuluçka döneminde etkileri (Kaur and Dhawan, 1996).

Konsantrasyon (mg/L)	Döllenme Oranı (%)	Ölü + Anormal Larva	Çıkış Gücü (%)
0,05	100	0+0	100
0,1	95	0+0	100
0,5	75	3+5	92
1,0	60	7+3	90
2,0	40	14+6	80
3,0	20	15+10	65
4,0	15	32+8	60
5,0	0	0+0	0

Karbarilin Nil tilapia balıkları (*Oreochromis niloticus*) üzerinde oluşturduğu biyokimyasal ve histolojik değişikliklerin araştırıldığı bir çalışmada, bu pestisite maruz kalan balıkların metabolizmasında görev yapan birçok enzimin aktivitesinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Karaciğer üzerinde yapılan histolojik analizlerde karaciğer hücrelerinde boşluk oluşumu, hücre bazofillerde artış, lipit birikimi ve birkaç nekrotik odak belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda karbarile maruz kalan balıkların karaciğerlerindeki histolojik ve biyokimyasal değişiklikler arasında önemli bir ilişki

olduğu tespit edilmiştir (Matos vd., 2007). Karbarilin, yılan balığı (*Channa punctatus*) karaciğerinde protein miktarında azalmaya, serbest amino asit düzeylerinde artışa ve askorbik asit ve glutamin seviyesinde düşüşe neden olduğu belirlenmiştir (Ghosh vd., 1993).

Ülkemizde toksik maddelerin suda yaşayan canlılara olan olumsuz etkilerinin belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalar daha ziyade bu canlıların dokularındaki pestisit kalıntı miktarlarının tespitine yöneliktir. Özellikle tarımsal mücadelede kullanılan pestisitlerin balıklar üzerinde oluşturduğu toksik ve histopatolojik etkilere yönelik olarak yapılan toksikolojik çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bu nedenle bu çalışmada, a) lkemizde yaygın olarak kullanılan pestisitlerden maneb ve karbarilin gökkuşağı alabalıkları üzerine olan toksisitesinin belirlenmesi ve b) bu pestisitlerin balıkların solungaç, karaciğer, dalak ve böbrek dokularında oluşturduğu histopatolojik değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Bu çalışmada Rize çevresindeki bazı su kaynaklarında pestisid kirliliğinin belirlenmesi yanında bazı pestisidlerin lepistes (*Poecilia reticulata*) balıkları üzerinde akut toksik etkileri araştırılmıştır. Çalışmada pestisid olarak yabancı otlarla mücadelede kullanılan Glifosat, 2,4-D ve Asetoklor gibi herbisidler kullanılmıştır. Karadeniz bölgesinde ve ülkemizin diğer bölgelerinde çay, fındık üretimi yanında buğday, darı, mısır gibi bahçe bitkileri üretiminde yabancı zararlı bitkilerin uzaklaştırılmasında kullanılan bu pestisidlerin sucul canlılar üzerinde toksik oldukları bilinmektedir. Bu çalışmada bölgemizde kullanılan herbisidlerin genel bir test balığı olarak bilinen lepistes (*Poecilia reticulata*) balıkları kullanılacaktır. Böylece çalışmada tarımsal üretimin önemli olduğu Rize çevresinde yoğun olarak kullanılan herbisidlerin bölge koşullarında akut toksik özellikleri ve su kaynaklarında yapılacak pestisid taramasıyla pestisid kirliliği düzeyi hakkında önemli bilgiler edinilecektir. Biyo-denemelerde kullanılan Lepistes balığı ve herbisidler hakkında genel bilgiler Tablo 10, 11, 12 ve 13’de verilmiştir.

Tablo 10. Lepistes balığı hakkında genel bilgiler

Latince Adı	<i>Poecilia reticulata</i>
Türkçe Adı	Lepistes balığı
İngilizce Adı	Guppy fish
Bir deney için kullanılan adet	60 adet

Tablo 11. Glifosat hakkında genel bilgiler

Kullanılan kimyasal	Herbisit grup G (yabancı ot ilacı)
Ticari marka	Süper fullot 48SL
Etken madde	480 gr/lit Glyphosate izopropilamin tuzu
Çözelti durumu	Solüsyon

Tablo 12. 2,4-D hakkında genel bilgiler

Kullanılan kimyasal	2,4 D Amin tuzu
Ticari marka	Sahel-2D
Etken madde	2,4-diklorofenoksi asetik asit
Çözelti durumu	Çözelti (72% SL, 86% SL)

Tablo 13. Asetoklor hakkında genel bilgiler

Kullanılan kimyasal	Asetoklor
Ticari marka	Roundup Star
Etken madde	Prometrin 15% +asetoklor 25
Çözelti durumu	Çözelti (1.157g/cm ³)

2.2. Metod

Bu proje çalışmasında organik pestisidlerin Rize çevresindeki su kaynaklarındaki durumu, lepistes balıkları (*Poecilia reticulata*) üzerine akut toksik etkisi araştırılmış olup herbisidlerin lepistes balıklarına akut toksik etkisi statik akut toksik deneylerle gerçekleştirilmiştir. Aynı koşullardaki benzer özellikteki çevre koşullarına sahip ancak herbisit içermeyen kontrol akvaryumlarında da her akvaryumda 10 adet olacak şekilde balık bireyi stoklanmıştır. Deney akvaryumları farklı konsantrasyonlarda olmak üzere kronik etki yapabilecek düzeyde 4 farklı konsantrasyon içermektedir. Deney sonuna kadar tüm balıkların canlı kalmasına, deneme boyunca akvaryumlarda herbisit konsantrasyonlarının stabil kalmasına ve deney süresince gece gündüz periyotlarının ayarlanmasına dikkat edilmiştir. Deneyde kullanılacak balık bireylerinin boylarının homojen fiziksel boyutlarda olmalarına özen gösterilmiştir. Biyo-deneyde akvaryumlarda kullanılan Lepistes balıkları Şekil 2’de gösterilmiş olup. çalışmada kullanılan herbisidler ve konsantrasyonları (mg/l) Tablo 15’de verilmiştir.



Şekil 2. Deneyde kullanılan lepistes balıkları

Tablo 14. Çalışmada kullanılan herbisidler ve konsantrasyonları (mg/l)

	Kontrol	1	2	3	4	5
Glifosat	0	2	5	10	15	25
2,4-D	0	2	5	10	25	50
Asetoklor	0	0.064	0.125	0.25	0.375	0.50

Çalışmada biyodeneyleer sırasında akvaryum koşulları taşınabilir su kalite cihazıyla takip edilmiştir. Akvaryum sularının aşırı kirlenmesi durumunda akvaryum suları değiştirilerek deney ortamı yeniden oluşturulmuştur. Deney ortamlarına dozlama balık eklenmesinden önce gerçekleştirilmiştir. Herbisitlerin lepistes balıkları (*Poecilia reticulata*) üzerinde akut ve kronik toksik konsantrasyonlarının belirlenmesinde akut toksik biyodeneylee sonucunda elde edilen ölü birey sayıları EPA Probit yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Rize çevresi su kaynaklarından (İyidere, Salarha ve Fırtına) alınan su örnekleri de akredite olmuş laboratuvara pestisid analizi için gönderilmiştir. Pestisid analizleri için akredite laboratuvarında GC-MS-MS ve LC-MS metodları kullanılmıştır. Rize ve çevresi su kaynaklarından alınan su örneklerinde GC-MS metoduyla 76 farklı pestisitinin analizleri araştırılmıştır. Araştırmada kullanılacak herbisidler Glifosat, 2,4-D ve Asetoklor etken maddeli pestisidlerdir. Suda ölçülecek pestisid seviyeleri müsaade edilebilir ulusal ve uluslararası standartlara göre değerlendirilecektir.

Akut toksik test yöntemi (LC₅₀ Deneyi), deneyde kullanılacak balıklar adaptasyon öncesi incelenerek vücutlarının dış yüzeyinde parazit bulunup bulunmadığı kontrol edilmiştir (AFS-FHS, 2003). Daha sonra adaptasyona alınan balıklar, 40 litrelik statik su içeren cam akvaryumlara aktarılmıştır. Pestisitlerin toksik etkilerinin belirleneceği akvaryumlara 10'ar adet balık konulmuştur. Balıkların içerisinde tutulacağı suların nominal pestisit konsantrasyonları, kontrol grubu dahil 6 farklı konsantrasyon olacak şekilde seçilmiştir. Deneylerde kullanılan pestisitler için deneyler üç paralel olacak şekilde yürütülmüştür. Ayrıca deney süresince meydana gelen balık ölümlerinin kullanılan pestisitler dışında başka faktörlerden olup olmadığını gözlemlemek amacıyla kontrol grubu oluşturulmuştur.

Deney süresince akvaryumlardaki suların %50'si test çözeltisi içerisindeki pestisit konsantrasyonları değişmeyecek şekilde yenilenmiştir (OECD, 1992). 96 saat

devam eden test süresince havalandırılan test sularının çözünmüş oksijen değeri, sıcaklık ve pH'sı günlük olarak; toplam sertlik, alkalinite, amonyak ve nitrit miktarları ise haftalık olarak ölçülmüştür. Deney süresince yapılan gözlemlerde, vücut ve operkulum hareketleri durmuş olan balıklar ölmüş kabul edilmiş ve deney ortamından uzaklaştırılmıştır. Ölen balıkların tespiti için 0, 24, 48, 72 ve 96 saatlik sürelerde gözlemler yapılmıştır. Ölü balık sayıları tespit edildikten sonra SPSS Probit Analiz Yöntemi kullanılarak LC₅₀ değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen LC₅₀ değerleri balık ve sucul omurgasızlar için toksisite kategorisi aralıkları kullanılarak değerlendirilmiştir (Tablo 15).

Tablo 15. Balık ve sucul omurgasızlar toksisite kategorisi için nitel tanımlayıcılar

LC ₅₀ veya EC ₅₀	Kategori açıklaması
<0.1 ppm	Çok toksik
0.1-1 ppm	Yüksek toksik
>1<10 ppm	Orta düzey toksik
>10<100 ppm	Hafif toksik
>100 ppm	Pratik olarak toksik değil

Biyodeneylelerde Dikkat Edilen Hususlar (OECD Protokolleri):

1. Balık 96 saatlik bir süre için kimyasal madde ile teste maruz bırakılmaktadır. Ölümler 24, 48, 72 ve 96 saat ve LC₅₀ değeri belirlenerek konsantrasyonlar kaydedilir.
2. Test koşulları altında maddenin suda çözünürlüğünü bilmek gerekir. Test çözeltilerinin maddenin ölçülebilmesi için güvenilir bir analiz yöntemi de kullanılabilir olmalıdır.
3. Bir testin geçerli olabilmesi için aşağıdaki koşulları yerine getirmesi gerekir.

Kontrol grubunda ölen balık sayısı test sonunda 10 balıktan 1 adeti geçmemelidir. Sabit koşullar test süresince gerekmediği sürece değiştirilmemelidir. Test boyunca çözünmüş oksijenin hava doygunluğu % 60'tan az olmamalıdır. Test edilen maddenin konsantrasyonu tercihen deney boyunca nominal %80 olmalı ve iyi bir şekilde muhafaza edilmelidir. Nominal konsantrasyon sapması %20 den büyük olduğu takdirde sonuçlar ölçülen konsantrasyona dayanmalıdır.

4. Normal laboratuvar ekipmanları ve diğer gerekli malzemeler: Oksijen ölçer, Suyun sertliğini belirlemek için donanım, Sıcaklık kontrolü için yeterli aparat ve Özel kapasitede zararsız kimyasallarla hazırlanan tanklar kullanılır.
5. Kullanılan bir veya birden fazla türün test laboratuvarına uygun olması gerekir. Kullanılan türlerin yıl boyunca bulunabilirliği, bakım kolaylığı, ekonomik olması, biyolojik ve ekolojik faktörlerinde kolaylık kriterlerine göre seçim yapılması önerilmektedir. Balık görünürde herhangi bir deformasyona sahip olmamalıdır.
6. Testler için tavsiye edilen balık örnekleri aşağıdaki tabloda (Tablo 13) verilmiştir. Tabloda kullanılan balık yıl boyunca yaygın olarak kolay bulunmalıdır. Balık çiftliklerinde yetiştirilen sağlıklı ebeveynlerden tercih edilen veya laboratuvarında üretilen sağlıklı bireyler tercih edilmelidir. Bu balıklar dünyanın pek çok yerinde mevcut olmalıdır. Yukarıdaki kriterleri karşılayan diğer türlerin kullanılması halinde uygun test koşullarında test yöntemi uyarlanmalıdır.
7. Balıklar test için kullanılmadan en az 12 gün süreyle laboratuvarında ortama alıştırmalıdır. Teste başlamadan önce aşağıdaki koşullar altında en az yedi gün boyunca yeterli kalitedeki su içinde tutulmalıdır.
 - a. Işık: günde 12-16 saat fotoperiyot
 - b. Sıcaklık: türe uygun olmalı
 - c. Oksijen konsantrasyonu: hava doygunluk değerinin en az %80 i
 - d. Besleme: deneme başlatılmadan 24 saatte bir veya günde üç kez
8. 48 saatlik test döneminde ölümler kaydedilir ve aşağıdaki kriterler uygulanır; 7 gün boyunca tüm balıklarda %10 dan fazla ölüme; tümü toplu ret edilir. Tüm bireylerin % 5 ila 10 ölüm oranına: 7 gün daha devam edilir. Tüm bireylerin % 5 inden az olan ölümler ise tüm olarak kabul edilir.
9. İçme suyu da kullanılmasına rağmen, kaliteli doğal su tercih edilir. Sularda litre başına 10 ila 250 mg CaCO₃ sertlik ve sularda pH 6,0-8,5 olarak tercih edilir. Su

hazırlanırken kullanılan reaktif maddeler analitik saflıkta, damıtılmış ve 10 μ S/cm iletkenlikte olmalıdır.

10. Seçilen konsantrasyonlarda test çözeltiler stok çözeltilerinin seyreltilmesi ile hazırlanır. Düşük su çözünürlüğü olan maddelerin stok solüsyonları ultrasonik dispersiyona ya da başka fiziksel yollarla hazırlanabilir. Gerektiği takdirde organik çözücüler, emülgatörler ya da balık düşük toksisite dağıtıcı olarak araçlar da kullanılabilir. Bu tür araçlar kullanıldığında ek bir kontrol test maddesinin en konsantre çözelti içerisinde kullanılan ile tankta kullanılan aynı olmalıdır. Organik çözücüler, emülgatörler veya dağıtıcı araçların konsantrasyonları 100 mg/l'yi geçmemelidir.

11. pH ayarlanması test yapılmadan yapılır. Test maddesi ilave edilmeden tank suyunun pH'sı ayarlanır, test maddesi eklendikten sonra pH'da değişiklik varsa pH'nın ayarlanması tekrar tavsiye edilir. Bu pH ayarı stok çözeltisi konsantrasyonunu önemli ölçüde ve test maddesinin kimyasal reaksiyon ya da çökeltmeye sebep olmadan değişmez şekilde yapılmalıdır. HCl ve NaOH tercih edilir.

12. Süre: Tercihen 96 saat. Stok yoğunluğu: statik ve yarı statik testler için maksimum yükleme 1.0 gr'dan daha yüksek yükleme kabul edilir. Işık: günde 12-16 saat fotoperiyot. Sıcaklık: 2°C aralık içerisinde sabit ve türe uygun. Oksijen konsantrasyonu: hava doygunluğu en az %60 olmalıdır. Test maddesinin önemli bir zarara yol açmaması nedeniyle havalandırma kullanılır. Beslenme: Yok. Hastalık: Balık davranışlarını değiştirebilir bozukluklardan kaçınılmalıdır.

13. Her bir test konsantrasyonunda en az 7 balık kullanılmalıdır.

14. En az beş konsantrasyonda 2,2 yi geçmeyen geometrik dizin tercih edilmelidir. Test öncesi yapılan bir dizi bulgu testi konsantrasyon aralığının kesin seçimini yapar.

15. Balık en az 24, 48, 72 ve 96 saat sonra kontrol edilir. Görünür bir hareket yoksa ve kuyruk sapına dokunulduğunda herhangi bir tepki vermezse balık ölü kabul edilir. Gözlenen ölümler kaydedildiği zaman balıklar kaldırılır. Testin başlamasından sonra üç gözlemler 6 saat arayla tercih edilir. Görülen anormallikler kayıt tutulur. pH değeri, çözülmüş oksijen ve sıcaklık ölçümü günde en az bir kere yapılmalıdır.

16. Bu kılavuzda tarif edilen prosedürler kullanılarak bir sınır testinde LC₅₀ nin bu konsantrasyondan fazla olduğunu gösterebilmek için 100 mg/l de gerçekleştirilebilir. Sınır testi denetimlerinde aynı sayıda minimum 7 balık kullanılarak yapılmalıdır. Ölümler meydana gelirse bir tam çalışma yapılmalıdır. Subletal etkiler gözlenerek kayıt edilmelidir.

17. Her bir deneye tabi tutma dönemi için kümülatif yüzde ölüm logaritmik olasılık kağıdı üzerinde konsantrasyona karşı çizilmiştir. Normal istatistiksel işlemler daha sonra uygun pozlama döneminde LC₅₀ hesaplamak için kullanılır. Hesaplanan LC₅₀ değerleri standart prosedürler kullanılarak hesaplanmıştır.

18. Neden elde edilen verilerin mortalite ve ölüm başına %100 üreten en düşük konsantrasyon LC₅₀, en yüksek konsantrasyon hesaplama standart yöntemlerin yetersiz olduğu için LC₅₀ kullanılır.

19. Test raporu aşağıdaki bilgileri içermelidir:

Test maddesi:

- Fiziksel doğası ve ilgili durumlarda, fizokimyasal özellikleri;
- Tanımlayıcı bilgiler.

Test balık:

- Bilimsel adı, boyut, tedarikçi, herhangi bir ön arıtma vb.

Deney şartları:

- Test prosedüründe kullanılan (örneğin; statik, yarı statik, akışkan, havalandırma, balık yükleme.)
- Su kalite özellikleri (pH, sertlik, sıcaklık)

- Oksijen konsantrasyonu, pH değerleri, 24 saat aralıklarla test solüsyonu sıcaklığında çözündürülür.
- Stok ve deney çözeltilerinin hazırlanma yöntemleri
- Kullanılan konsantrasyonlar;
- Test çözeltilerini oluşturan test maddesi ile ilgili bilgiler,
- Her bir test çözeltisi içindeki balık sayısı,
- Biyotestler için önerilen balık türleri Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. Biyotestler için önerilen balık türleri

Tavsiye edilen türler	Önerilen deney sıcaklık	Önerilen deney sıcaklık	Testte tavsiye edilen toplam uzunluk (cm)
<i>Brachydanio rerio</i> (teleostei, cyprinidae) (Hamilton-Buchanan) Zebra balığı	21-25		2.0 ± 1.0
<i>Pimephales promelas</i> (Teleostei, Cyprinidae) (Rafinesque) Yassı kafalı golyan balığı	21-25		2.0 ±1.0
<i>Oryzias latipes</i> (Teleostei,Cyprinodontidae) (Temminck and Schlegel) Medaka balığı	21-25		2.0 ±1.0
<i>Poecilia reticulata</i> (Teleostei, Pocciliidae) (Peters) Lepistes	21-25		2.0 ± 1.0
<i>Lepomis macrochirus</i> (Teleostei, Centrarchidae) (Rafinesque) Ay balığı	21-25		2.0 ±1.0
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Teleostei, Salmonidae) (Walbaum) Alabalık	13-17		5.0 ± 1.0

Sonuçlar:

- Testin süresi içerisinde herhangi bir mortaliteye sebep olan maksimum konsantrasyon,
- Testin süresi içerisinde asgari %100 ölüme neden konsantrasyon
- Tavsiye edilen bir gözlem zamanda kümülatif ölüm
- Tavsiye gözlem süreleri eğer mümkünse her birinde yüzde güven sınırları başına 95 ile LC₅₀ değerleri
- Testin sonunda konsantrasyon ölüm eğrisinin grafiği
- LC₅₀ değerlerinin belirlenmesinde kullanılan istatistiksel işlemler

- Kontrollerde ölüm
- Test esnasındaki olaylar sonuçları etkilemiş olabilir
- Balığın anormal yanıtları

Pestisid Analizi: Su örneklerinde pestisid analizi örneklenecek süzölmüş su numunelerinin (200 ml) diklormetan (60 ml) ve hegzan (60 ml) ile ekstrakte edilmesi akabinde toplanan fazların buharlaştırılması, aseton eklenerek uçurulması süreçlerinden sonra kalıntının asetonla 5 ml'ye tamamlanması ve GC-MS 'enjeksiyonuyla başlanır. Analiz edilecek pestisitinin standartı kullanılarak asetonla çeşitli konsantrasyonlarda hazırlanacak standart çözeltiler kullanılarak GC-MS'te elde edilecek pik yüksekliği ve alanlara göre hazırlanacak kalibrasyon eğrisine göre analizlenecek su örneklerinin içerdiği pestisid konsantrasyonları hesaplanacaktır.

Tablo 17. Akut toksikolojik deneylerde kullanılacak suların özellikleri

Parametre	Sınır ve Normal Değerler
pH	6-9 (Optimal 7)
Çözünmüş oksijen	Soğuksu Balıkları için ≥ 6 mg/L Ilıksu Balıkları için ≥ 4 mg/L
Sıcaklık	Soğuksu Balıkları için 12-15 Ilıksu Balıkları İçin 20-25
Sertlik Amonyak	40-200 mg/L CaCO ₃ < 20 µg/L

Toksikolojik Deneylerde Su Kalitesi: Deneylerde kullanılacak organizmaların kültürlerinin yapılmasında ve test konsantrasyon sularının hazırlanmasında kullanılacak suların; yerleşim yerlerinden ve tarımsal alanlardan uzak, sanayi atık sularından etkilenmeyen, yüzey veya kaynak suları olması gerekmektedir. Toksikolojik çalışmalarda kullanılacak suların özellikleri Tablo 17'de belirtilmiştir (APHA, 1995; EPA, 2002).

Toksikolojik deneylerde kullanılacak suların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin önceden belirlenmiş olması gerekmektedir. Kullanılacak suyun sıcaklığı, çözünmüş oksijen miktarı, alkalitesi, sertliği ve pH değerinin deney öncesinde bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca bu kriterlerin belirlenmesinde kullanılacak canlı türünün de göz önünde bulundurulması gerekir. Deney süresince test suyu sıcaklığında meydana gelen değişikliğin $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'yi geçmemesi ve çözünmüş oksijen miktarının 4 mg/l'nin altına düşmemesi sağlanmalıdır (APHA, 1995; EPA, 2002).

Verilerin Değerlendirilmesi: Çalışmada akut toksik Biyodenyelerde sonuçların değerlendirilmesi EPA Probit programıyla gerçekleştirilecek olup diğer verilerin değerlendirilmesinde SPSS paket programı kullanılarak standart istatistiksel parametreler hesaplanacaktır.

3. BULGULAR

Bu çalışmada sucul kaynaklarda pestisit kirliliği araştırması yanında üç farklı herbisit in lepestes balığı üzerindeki akut toksik etkilerini belirlemek üzere çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

3.1. Akut Toksik Deney Bulguları

Çalışmada glifosat için 5 farklı konsantrasyon içeren akvaryumlarda tutulan balık bireylerinin 96 saat süresince tepkileri ve ölümler aşağıda tabloda sunulmuştur. Deney sonunda 30 balık ölümü gerçekleşmiş olup Kontrol grubunda hiçbir balık ölümü olmamıştır. Düşük konsantrasyonda Glifosat'ın eklendiği akvaryumlarda lepestes balıklarının dipte toplandığı gözlenirken, yüksek konsantrasyon eklene akvaryumlardaki balıklarda ise ilk başlarda hızlanma, yüzeyde toplanma ve kuyruk sallamanın arttığı, ölümün başladığı süreden itibaren ise belirgin bir yavaşlama gözlenmiştir. Glifosat içeren akvaryum ortamındaki saatlere göre balık ölümleri Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18. Glifosat içeren akvaryum ortamındaki saatlere göre balık ölümleri

h (saat)	Kontrol	1	2	3	4	5
24	0	0	0	4	10	10
48	0	0	0	5	0	0
72	0	0	1	0	0	0
96	0	0	0	0	0	0

Çalışmada 2,4-D için 5 farklı konsantrasyon içeren akvaryumlarda tutulan balık bireylerinin 96 saat süresince tepkileri ve ölümler aşağıdaki Tablo 19'da sunulmuştur. Deney sonunda 22 balık ölümü gerçekleşmiş olup Kontrol grubunda hiçbir balık ölümü olmamıştır. Deneyde düşük konsantrasyon eklene akvaryumlarda hareketlerde belirgin bir değişiklik olmamakla birlikte yüksek konsantrasyonda 2,4-D eklene akvaryumlarda lepestes balıklarının yukarı aşağı doğru hızlı iniş çıkışları gözlenmiştir. Ölümün başladığı süreden itibaren balıklar dip köşe bölgelerde toplanmıştır.

Tablo 19. 2,4-D içeren akvaryum ortamındaki saatlere göre balık ölümleri

h (saat)	Kontrol	1	2	3	4	5
24	-	-	-	-	1	10
48	-	1	1	-	2	-
72	-	-	-	2	2	-
96	-	-	1	-	2	-

Çalışmada Asetoklor için 5 farklı konsantrasyon içeren akvaryumlarda tutulan balık bireylerinin 96 saat süresince tepkileri ve ölümler aşağıdaki Tablo 20’de sunulmuştur. Deney sonunda 9 balık ölümü gerçekleşmiş olup Kontrol grubunda hiçbir balık ölümü olmamıştır. Deneyde düşük konsantrasyon eklenen akvaryumlarda balık hareketlerinde değişme olmamıştır. Fakat yüksek konsantrasyon eklenen akvaryumlarda balıkların yüzeye doğru hareketlenip yüzey köşelerinde toplandığı gözlenmiştir.

Tablo 20. Asetoklor içeren akvaryum ortamındaki saatlere göre balık ölümleri

h (saat)	Kontrol	1	2	3	4	5
24	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	1	-
72	-	-	-	1	-	2
96	-	-	-	1	2	2

96 saat süren deney sonunda kaydedilen balık ölüm sayıları kullanılarak EPA Probit programıyla hesaplanan ve çizilen LC konsantrasyonları ve eğrileri her bir herbisid için elde edilmiştir. Glifosat için hesaplanan letal konsantrasyon değerleri Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Glyphosate deneyinde hesaplanan letal konsantrasyon değerleri

h (saat)	Konsantrasyonlar (mg/L)	Güvenlik Aralığı
LC/EC₁	3.800	1.691-5.022
LC/EC₅	4.555	2.464-5.751
LC/EC₁₀	5.016	2.997-6.213
LC/EC₁₅	5.354	3.408-6.569
LC/EC₅₀	7.051	5.514-8.845
LC/EC₈₅	9.287	7.603-13.976
LC/EC₉₀	9.912	8.060-15.851
LC/EC₉₅	10.917	8.732-19.223
LC/EC₉₉	13.084	10.026-27.936

Bu araştırmada kullanılan 2,4-D için hesaplanan letal konsantrasyon değerleri Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. 2,4-D deneyinde hesaplanan letal konsantrasyon değerleri

h (saat)	Konsantrasyonlar (mg/L)	Güvenlik Aralığı
LC/EC ₁	0.149	0.024-0.304
LC/EC ₅	0.274	0.073-0.476
LC/EC ₁₀	0.380	0.131-0.610
LC/EC ₁₅	0.474	0.192-0.728
LC/EC ₅₀	1.201	0.795-1.876
LC/EC ₈₅	3.045	1.935-8.229
LC/EC ₉₀	3.795	2.298-12.132
LC/EC ₉₅	5.258	2.937-21.763
LC/EC ₉₉	9.694	4.577-66.207

Bu çalışmada kullanılan asetiklor için hesaplanan letal konsantrasyon değerleri Tablo 23’de verilmiştir.

Tablo 23. Asetoklor deneyinde hesaplanan letal konsantrasyon değerleri

h (saat)	Konsantrasyonlar (mg/L)	Güvenlik Aralığı
LC/EC ₁	0.101	0.000-0.186
LC/EC ₅	0.166	0.006-0.254
LC/EC ₁₀	0.217	0.023-0.310
LC/EC ₁₅	0.260	0.058-0.369
LC/EC ₅₀	0.557	0.389-5.692
LC/EC ₈₅	1.193	0.644-354.738
LC/EC ₉₀	1.428	0.716-955.058
LC/EC ₉₅	1.866	0.835-4154.505
LC/EC ₉₉	3.078	1.111-65808.813

3.2. Su Kaynaklarında Pestisid Kirliliği Analizleri

Bu çalışmanın bir diğer amacı da çalışmanın yürütüldüğü Doğu Karadeniz bölgesinde Rize ili ve çevresindeki bazı önemli akarsularda pestisid kirliliğinin araştırılmasıdır. Çalışmada İyidere, Çiftekavak ve Salarha gibi tarımsal aktivitelerin ve sivil yerleşimlerin yoğun olduğu akarsuların yanında Fırtına deresi gibi havzası diğerlerine göre çok daha doğal, bozulmamış ve orman örtüsünden oluşmuş akarsular seçilmiştir. Analizler Çanakkale İl Gıda ve Kontrol Laboratuvarında GC-MS ve LC-MS cihazları kullanılarak EPA metoduna göre (EPA 1656A, 2000), bu çalışmada üzerinde durulan herbisidleri de içeren 293 adet pestisidin taranması için hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir. Pestisid analizlerinde kullanılan her iki cihazda da 4 farklı akarsudan alınan su numunelerinde 293 adet pestisidin taranması sonucunda hiçbir istasyonda ölçüm sınırının üzerinde madde belirlenememiştir. Taranan pestisidler ve ölçüm limitleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 24. Rize akarsularında taranan pestisidler

No	Pestisid adı ve ölçüm limiti	No	Pestisid adı ve ölçüm limiti
1	2,4 D- 0,050	2	2,4 DDD- 0,010
3	2,4 DDE- 0,010	4	2,4 DDT- 0,010
5	2,4 Dimethylaniline- 0,050	6	4,4-DDD- 0,010
7	4,4-DDE- 0,010	8	4,4-DDT- 0,010
9	Abamectin- 0,020	10	Acephate- 0,010
11	Acetamiprid- 0,010	12	Acetocholor- 0,010
13	Acrinathrin- 0,010	14	Alachlor- 0,010
15	Aldicarb- 0,010	16	Aldicarb-sulfone- 0,010
17	Aldicarb-sulfoxide- 0,010	18	Aldrin- 0,010
19	Amitraz- 0,010	20	Atrazine- 0,010
21	Azinphos-ethyl- 0,010	22	Azinphos-methyl- 0,010
23	Azoxystrobin- 0,010	24	Benalaxyl- 0,010
25	Benfuracarb- 0,010	26	Bensulforon-methyl- 0,010
27	Bentazone- 0,010	28	Bifenazate- 0,010
29	Bifenthrin- 0,010	30	Bitertanol- 0,010
31	Boscalid- 0,010	32	Bromophos-ethyl- 0,010
33	Bromophos-methyl- 0,010	34	Bromopropylate- 0,010
35	Bromoxynil- 0,050	36	Bromuconazole- 0,010
37	Bupirimate- 0,010	38	Buprofezin- 0,010
39	Cadusafos- 0,010	40	Captan- 0,020
41	Carbaryl- 0,010	42	Carbendazim/Benomyl- 0,010
43	Carbofuran- 0,010	44	Carbosulfan- 0,050
45	Carboxin- 0,010	46	Carfentrazone-ethyl- 0,010
47	Chinomethionate- 0,100	48	Chlorantraniliprole- 0,010
49	Chlordane-cis(alpha)- 0,010	50	Chlordane,-trans(gamma)- 0,010
51	Chlorfenapyr- 0,010	52	Chlorfenvinfos- 0,010

Tablo 24. (Devam) Rize akarsularında taranan pestisidler

53	Chlorfluazuron- 0,010	54	Chloridazon- 0,010
55	Chlorothalonil- 0,010	56	Chlorpropham- 0,010
57	Chlorpyrifos- 0,010	58	Chlorpyrifos-methyl- 0,020
59	Chlorsulfuron- 0,010	60	Chlorthal-dimethyl- 0,010
61	Clethodim- 0,010	62	Clodinafop-propargyl ester- 0,010
63	Clofentezine- 0,010	64	Clothianidin- 0,010
65	Cycloate- 0,010	66	Cyfluthrin- 0,020
67	Cyhalothrin, gamma- 0,020	68	Cyhalothrin, lambda- 0,020
69	Cyhexatin- 0,020	70	Cymoxanil- 0,010
71	Cypermethrin- 0,050	72	Cypermethrin, -alpha- 0,050
73	Cyproconazole- 0,010	74	Cyprodinil- 0,010
75	Dazomet- 0,020	76	Deltamethrin- 0,030
77	Demeton-S-methyl- 0,010	78	Diafenthiuron- 0,010
79	Diazinon- 0,010	80	Dichlofluanid- 0,010
81	Dichlorvos- 0,010	82	Diclofop-methyl- 0,010
83	Dicofol- 0,020	84	Dicrotophos- 0,010
85	Dieldrin- 0,010	86	Diethofencarb- 0,010
87	Difenoconazole- 0,010	88	Diflubenzuron- 0,030
89	Dimethenamid- 0,010	90	Dimethoate- 0,010
91	Dimethomorph- 0,010	92	Diniconazole- 0,010
93	Dinobuton- 0,050	94	Dinocap- 0,050
95	Diphenamid- 0,010	96	Diphenylamine- 0,010
97	Dithianon- 0,010	98	Diuron- 0,010
99	Dodine- 0,010	100	Emamectin benzoate- 0,010
101	Endosulfan, -alpha- 0,010	102	Endosulfan, -beta- 0,010
103	Endosulfan-sulfate- 0,010	104	Endrin- 0,010
105	Endrin aldehyde- 0,010	106	Endrin ketone- 0,010
107	Epoxiconazole- 0,010	108	EPTC- 0,010
109	Ethalfuralin- 0,020	110	Ethiofencarb- 0,010
111	Ethion- 0,010	112	Ethofumesate- 0,010
113	Ethoprophos- 0,020	114	Etofenprox- 0,010
115	Etoxazole- 0,010	116	Famoxadone- 0,010
117	Fenamidone- 0,010	118	Fanemiphos- 0,010
119	Fenarimol- 0,010	120	Fenazaquin- 0,010
121	Fenbuconazole- 0,010	122	Fenbutatin-oxide- 0,010
123	Fenhexamid- 0,010	124	Fenitrothion- 0,010
125	Fenoxaprop-P-ethyl- 0,010	126	Fenoxycarb- 0,010
127	Fenpropathrin- 0,010	128	Fenproximate- 0,010
129	Fenthion- 0,010	130	Fenvalerate/Esfenvalerate- 0,020
131	Fipronil- 0,020	132	Fluazifop-P-butyl- 0,010
133	Fluazinam- 0,010	134	Fludioxonil- 0,010
135	Flufenoxuron- 0,010	136	Flurochloridone- 0,010
137	Flusilazole- 0,010	138	Flutriafol- 0,010
139	Fluvalinate, tau- 0,050	140	Folpet- 0,020
141	Fonofos- 0,010	142	Formetanate hydrochloride- 0,010
143	Formothion- 0,020	144	Fosetyl- aluminium- 1,000
145	Fosthiazate- 0,010	146	Furathiocarb- 0,010
147	Gibberellic acid- 3,000	148	Haloxifop-R-methyl- 0,010
149	HCH, alpha- 0,010	150	HCH, beta- 0,010
151	HCH, delta- 0,010	152	HCH, gamma (Lindan)- 0,010
153	Heptachlor- 0,010	154	Heptachlor-endo-epoxide- 0,010

Glifosat biyodenyinde fiziksel parametrelere ait su sıcaklığı aralığı Tablo 25’de verilmiştir. Glifosat biyodenyinde fiziksel parametrelere ait çözünmüş oksijen aralığı Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 25. Glifosat biyodenyinde fiziksel parametreler (su sıcaklığı)

Su sıcaklığı °C						
	No:0	No:1	No:2	No:3	No:4	No:5
	Kontrol (0)	2	5	10	15	25
Süre (h)						
24	27	26.9	27.2	27.1	26.7	27.2
48	27.9	27.3	27.4	27.3	27.4	27.5
72	27.2	26.8	26.9	26.9	27	27
96	27.2	27.1	27.2	27.1	27	27.4

Tablo 26. Glifosat biyodenyinde fiziksel parametreler (Çözünmüş oksijen)

Çözünmüş oksijen (mg/l)						
	No:0	No:1	No:2	No:3	No:4	No:5
	Kontrol (0)	2	5	10	15	25
Süre (h)						
24	7.56	7.75	7.57	7.63	7.65	7.43
48	7.63	7.67	7.59	7.65	7.65	7.66
72	7.73	7.78	7.7	7.83	7.77	7.87
96	7.68	7.54	7.48	7.86	7.4	7.51

Glifosat biyodenyinde fiziksel parametrelere ait çözünmüş oksijen doygunluğu %’si Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. Glifosat fiziksel parametreler (Çözünmüş oksijen doygunluğu %)

Çözünmüş oksijen doygunluğu (%)						
	No:0	No:1	No:2	No:3	No:4	No:5
	Kontrol (0)	2	5	10	15	25
Süre (h)						
24	95.3	97.6	95.3	96.3	96	94
48	98	97.5	96.7	97.4	97.5	97.7
72	97.5	97.5	96.6	98.2	97.6	99
96	96.4	94.3	93.8	98.5	90.3	94.4

Glifosat biyodenyinde fiziksel parametrelere ait elektriksel iletkenlik (mikroS/cm) değerleri Tablo 28'de verilmiştir. Glifosat biyodenyinde fiziksel parametrelere ait pH ait değerler Tablo 29'da verilmiştir.

Tablo 28. Glifosat fiziksel parametreler (Elektriksel iletkenlik (mikroS/cm))

Elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S/cm}$)						
	No:0	No:1	No:2	No:3	No:4	No:5
	Kontrol (0)	2	5	10	15	25
Süre (h)						
24	81.8	276	144.2	86.5	86.9	92.7
48	83.1	279	145.4	97.4	97.5	97.7
72	83.5	278	145.9	89.1	90	93
96	84.1	279	156.1	89.8	90.7	93.2

Tablo 29. Glifosat fiziksel parametreler (pH)

pH						
	No:0	No:1	No:2	No:3	No:4	No:5
	Kontrol (0)	2	5	10	15	25
Süre (h)						
24	7.75	7.79	7.73	7.69	7.66	7.63
48	7.74	7.78	7.76	7.74	7.69	7.62
72	7.72	7.73	7.7	7.61	7.57	7.63
96	7.9	7.87	7.86	7.83	7.78	7.81

2,4-D denemesinde akvaryum ortamı fiziksel parametrelerinden su sıcaklığına ait veriler Tablo 30'da sunulmuştur.

Tablo 30. 2,4-D fiziksel parametreler (su sıcaklığı)

Su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)						
	No:0	No:1	No:2	No:3	No:4	No:5
	Kontrol (0)	2	5	10	15	25
Süre (h)						
24	26.9	26.8	26.8	26.7	26.9	26.9
48	26.8	26.7	26.7	26.8	26.8	26.9
72	26.8	26.9	26.9	27	27	27
96	26.6	26.6	26.6	26.7	26.7	26.8

2,4-D fiziksel parametrelerinden çözünmüş oksijene (mg/l) ait veriler Tablo 31'de sunulmuştur. 2,4-D fiziksel parametrelerinden çözünmüş oksijen doygunluğu (%) verilerine ait değerler Tablo 32'de gösterilmiştir.

Tablo 31. 2,4-D fiziksel parametreler (Çözünmüş oksijen mg/l)

Çözünmüş oksijen (mg/l)						
	No:0	No:1	No:2	No:3	No:4	No:5
Süre (h)	Kontrol (0)	2	5	10	15	25
24	7.79	7.81	7.82	7.89	7.83	7.73
48	7.83	7.85	7.85	7.87	7.87	7.83
72	7.82	7.79	7.76	7.56	7.35	7.85
96	7.85	7.82	7.82	7.84	7.87	7.87

Tablo 32. 2,4-D fiziksel parametreler (Çöz. oksijen doygunluğu %)

Çözünmüş oksijen doygunluğu (%)						
	No:0	No:1	No:2	No:3	No:4	No:5
Süre (h)	Kontrol (0)	2	5	10	15	25
24	96.3	96.4	96.3	97.2	96.9	95.7
48	96.9	96.9	97	97.4	97.4	97.1
72	97.2	97.1	96.7	94.3	91.7	98
96	97.7	97.3	97.3	97.8	98.1	98.3

2,4-D denemesi akvaryum ortamı fiziksel parametrelerinden elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S/cm}$) verilerine ait değerler Tablo 33'de verilmiştir. 2,4-D denemesi akvaryum ortamı fiziksel parametrelerinden pH verilerine ait değerler Tablo 34'de verilmiştir.

Tablo 33. 2,4-D fiziksel parametreler (Elektriksel iletkenlik $\mu\text{S/cm}$)

Elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S/cm}$)						
	No:0	No:1	No:2	No:3	No:4	No:5
Süre (h)	Kontrol (0)	2	5	10	15	25
24	35.3	35.8	36.3	36.9	39	40.9
48	35.5	36.2	36.5	37.1	39.4	41.3
72	35.8	36.4	36.8	37.3	39.7	41.6
96	36.2	36.7	37.1	37.6	39.9	41.9

Tablo 34. 2,4-D fiziksel parametreler (pH)

pH						
	No:0	No:1	No:2	No:3	No:4	No:5
Süre (h)	Kontrol (0)	2	5	10	15	25
24	7.75	7.79	7.73	7.69	7.66	7.63
48	7.74	7.78	7.76	7.74	7.69	7.62
72	7.72	7.73	7.7	7.61	7.57	7.63
96	7.9	7.87	7.86	7.83	7.78	7.81

4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Doğu Karadeniz bölgesinde tarımsal faaliyetlerde zararlı bitkilerle mücadelede yoğun olarak kullanılan 3 farklı herbisidin sucul canlılara etkilerinin incelenmesi bağlamında glifosat, 2,4-D ve asetoklor etken maddeli pestisitlerle ilgili olarak gerçekleştirilen biyodeneyleerde lepistes balığı üzerinde bu maddelerin etkileri akut toksikolojik olarak incelenmiştir.

Sonuçlar değerlendirildiğinde lepistes üzerinde glifosat'ın akut toksik etkisi 7,051 mg/l konsantrasyonunda iken tüm balıkları öldürebilecek en düşük konsantrasyonun 13,084 mg/l olduğu ve hiçbir balığın ölmeyeceği en yüksek konsantrasyonun ise 3,800 mg/l olduğu anlaşılmıştır. Diğer taraftan lepistes üzerinde 2,4-D maddesinin akut toksik etkisi 1,201 mg/l konsantrasyonunda iken tüm balıkları öldürebilecek en düşük konsantrasyonun 9,694 mg/l olduğu ve hiçbir balığın ölmeyeceği en yüksek konsantrasyonun ise 0,149 mg/l olduğu anlaşılmıştır. Son olarak ise lepistes üzerinde asetoklor maddesinin akut toksik etkisi 0,557 mg/l konsantrasyonunda iken tüm balıkları öldürebilecek en düşük konsantrasyonun 3,078 mg/l olduğu ve hiçbir balığın ölmeyeceği en yüksek konsantrasyonun ise 0,101 mg/l olduğu anlaşılmıştır.

Glifosat (N-(phosphonomethyl)glycine)) herbisidinin lepistes üzerine akut toksik etkileri üzerine literatürde herhangi bir çalışma bulunamadığı halde diğer balık türleri hakkında birçok çalışma vardır. Akut toksisite çalışmalarında 96 saatlik LC50 değerleri yoğun kullanılan gökkuşuğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) üzerinde 140 mg/l, *Pimpehales promelas* için 97 mg/l, *Cyprinus carpio* için 620 mg/l ve *Ictalurus punctatus* türü için ise 130 mg/l civarında olduğu bildirilmektedir (Perez vd., 2011). Bu çalışmada lepistes üzerinde glifosatın akut toksik etkisinin yukarıda belirtilen türlerin tümüne göre daha hassas olduğu (7,051 mg/l) görülmektedir.

2,4-D'nin üzerine benzer çalışmalar incelendiğinde oldukça önemli farklılıklar görülmüştür. Yalçınkaya (2006), tarafından yürütülen bir çalışmada 2,4-D'nin Lepistesin medula spinalis organına etkilerinin araştırıldığı araştırma kapsamında letal

konsantrasyonlar da hesaplanmış ve LC₅₀ değerinin 30 mg/l gibi yüksek değerde belirlenirken bu tez çalışmasında 1,201 mg/l değerinde olduğu görülmüştür.

Asetoklor herbisidinin akut toksik etkileri için ise Lepistes ve Zebra balıklarının incelendiği bir çalışmada sırasıyla ergin lepistes bireyi üzerinde 96 saatlik LC₅₀ değeri 1,7 mg/l (juvenil için 1,3 mg/l) iken zebra balığında ise 0,37 mg/l tespit edilmiştir (Kovriznych ve Urbancikova, 1998). Bu sonuçlara göre asetoklora karşı lepistes balıklarının zebra balıklarına göre daha toleranslı olduğu görünürken bu araştırma da ise lepistes balıklarının 96 saatlik letal konsantrasyonu (LC₅₀) değeri 0,557 mg/l olarak bulunmuştur. Böylece bu sonuçlara göre daha önce yüksek ölçüde toksik sınıfta değerlendirilen asetoklor, bu çalışmanın sonuçlarına göre çok yüksek ölçüde toksik sınıfta olduğu görülmektedir.

Bu çalışmanın bir diğer amacı olan Rize ili ve çevresindeki bazı önemli akarsularda suda pestisid kirliliğinin araştırılmasıdır. Çalışmada İyidere, Çiftekavak ve Salarha gibi özellikle çay olmak üzere tarımsal aktivitelerin ve sivil yerleşimlerin yoğun olduğu akarsu havzaları akarsuları yanında Fırtına deresi gibi havzası diğerlerine göre çok daha doğal, bozulmamış ve orman örtüsünden oluşmuş akarsular incelenmiştir. Analizler Çanakkale İl Gıda ve Kontrol Laboratuvarında GC-MS ve LC-MS cihazları kullanılarak EPA metoduna göre (EPA 1656A, 2000), bu çalışmada üzerinde durulan herbisitleri de içeren toplam 293 adet pestisidin taranması için hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir. Pestisid analizlerinde kullanılan her iki cihazda da 4 farklı akarsudan alınan su numunelerinde 293 adet pestisidin taranması sonucunda hiçbir istasyonda sınır değerlerin üzerinde bu maddelerin varlığına rastlanılmamıştır.

Gittikçe yaygınlaşan çevre bilinci pestisidlerin kullanımını sınırlamakla beraber bölgede üretimi yapılan çay bitkisi tarımında doğrudan herhangi bir zirai mücadele kimyasalı kullanılmadığı lanse edilmektedir. Gübre dışında herhangi bir pestisidin doğrudan çay bitkisine uygulanmaması yanında zararlı otlar ve yabancı bitkilerin üretim alanı içerisinde uzaklaştırılmasında özellikle fındık tarımında bazı herbisidlerin kullanıldığı bilinmektedir. Ağırlıklı olarak Glifosat herbisidi kullanılan bu uygulamaların su kaynaklarında yansımaları bu çalışmada belirlenememiştir. Bu sonuçlar bölgede kullanılan herbisitlerin uygulama alanlarında öncelikle bitkiler, toprak

ve suda dağılım gösterdiğini ancak su ortamlarına geçiş konusunda ölçülen değerlerin çok düşük düzeyde veya ölçüm limitlerini aşmayacak düzeyde olması sebebiyle sucul ortamları etkileyebilecek bir herbisid veya pestisid kirliliğinin olmadığını göstermektedir. Ancak bu tür analizlerin bitki ve toprak ortamında da yapılması ve bu sonuçlara gerekli tedbirlerin alınması oldukça önem arz etmektedir.



KAYNAKLAR

- AFS-FHS, 2003.** American Fisheries Society-Fish Health Section, Suggested Procedures For The Detection and Identification of Certain Finfish and Shellfish Pathogens, 5th Edition. Fish Health Section, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA.
- Ağar, S., Aydınöglu H., Temel, O., İkizünal, K. ve Ece, H., 1991.** Pestisit Kullanımının Tarihçesi, Bugünü ve Geleceği, Türkiye Entomoloji Dergisi, 15 (4), 247- 256, ISSN 1010-6960.
- Alpbaz, A.G., 1984.** Akvaryum Tekniği ve Balıkları (Kitap), Mas Yayıncılık, 450s, İZMİR.
- Anonim, 2005.** TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı Zirai Mücadele İlaçları Üretimi Yapılan İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Proje Denetimi Değerlendirme Raporu, İş Teftiş Kurulu Yayın No; 4.
- Anonim, 2012.** Pestisitler Kontrollü ve Bilinçli Kullanılmalı, Dünya Gıda Dergisi Nisan 2012, İstanbul.
- Anonim, 1996.** Gıdalarda Katkı ve Kalıntı ve Bulaşanların İzlenmesi. Bölüm: Gıdalarda Zirai İlaç Kalıntı Düzeylerinin Tespiti. Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, 9-27.
- APHA, 1995.** Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 18th ed., American Public Health Association Washington, D.C.
- Arellano, A., Santoyo, S., Martin, C., Ygartua, P., 1999.** Influence of Propylene Glycol and Isopropyl Myristate on The In-Vitro Percutaneous Penetration of Declofinace Sodium from Capobol Gels. European Journal of Pharmaceutical Sciences 7(2):129-135.
- Atamanalp, M. ve Yanık, T., 2002.** Pestisitlerin Cyprinidaelere Toksik Etkileri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 18(3-4), 555-563.
- Barlow, B.K., Lee, D.W., Cory-Slechta, D.A., Opanashuk, L.A., 2005.** Modulation of Antioxidant Defense Systems by the Environmental Pesticide Maneb in Dopaminergic Cells. Neurotoxicology 26 (1), 63-75.
- Benbrook C.M. , 2016.** Trends in Glyphosate Herbicide Use in the United States and Globally. Environmental Sciences Europe; 28(3), 1-15.

- Boran, M., Altinok, I., Capkin, E., Karacam, H. and Bicer, V., 2007.** Acute Toxicity of Carbaryl, Methiocarb, and Carbosulfan to the Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Guppy (*Poecilia reticulata*). Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 31 (1), 39-45.
- Delen, N., 1990.** Pestisitler. E.Ü. Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları: Y-3, Bornova. s.1-4.
- Delen, N., Güngör, N., Durmuşoğlu, E., Turgut, C., Gürcan, A. ve Burçak, A., 2005.** Türkiye’de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve Organizmalarda Duyarlılık Azalış Sorunları Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongre. Ankara, 3-7 Ocak 2005, 629-648s.
- Delen, N., Kınay, P., Yıldız, F., Yıldız, M., Altınok, H. ve Uçkun, Z., 2010.** Türkiye Tarımında Kimyasal Savaşımın Durumu ve Entegre Savaşım Olanakları, Türkiye Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongre, Ankara.
- Deveci, E., 2006.** Histopathological effects of organometallic maneb on testis in rats: a light and electron microscopic study, Toxicology and Industrial Health, 22 395-398.
- Devlin, D.L., Peterson, D.E. and Regehr, D.L., 1992.** Residual Herbicides, Degradation, and Recropping Intervals. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. File code: Crops and Soils-5-2 (Herbicides).
- Dzikowski, R., Hulata, G., Karplus, I. and Harpaz, S., 2001.** Effect of Temperature and Dietary L-carnitine Supplementation on Reproductive Performance of Female Guppy (*Poecilia reticulata*). Aquaculture, 199: 323-332.
- EPA 1656A, 2000.** Method 1656, Revision A: Organo-Halide Pesticides In Wastewater, Soil, Sludge, Sediment, And Tissue By Gc/Hsd, EPA-821-R-00-017, U.S. Environmental Protection Agency.
- EPA, 2002.** Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms, Fifth Edition, US Environmental Protection Agency, 1200 Pennsylvania Avenue, NW Washington D.C.
- Gerber, G.B., Leonard, A. and Hantson, P., 2002.** Ph.: Carcinogenicity, Mutagenicity and Teratogenicity of Manganese Compounds. Critical Reviews in Oncology/Hematology, 42, 25-34.

- Ghosh, P., Ghosh, S. and Bose, S., 1993.** Glutathione Depletion in the Liver and Kidney of *Channa punctatus* Exposed to Carbaryl and Metacid50. *Science of the Total Environment*, 641-645.
- Göksu, M.Z.L., 2003.** Su Kirliliği Ders Kitabı, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:17, Adana.
- Griffin, J.L., 2005.** Herbicide/Soil Interactions. [http://www.lsuagcenter.com/MCMS/-RelatedFiles/%7BC5E3E644-A39F-4A5F-9B39-066D5C915E12%7D/Griffin.-WeedCourse.Chapter4.20 05.pdf](http://www.lsuagcenter.com/MCMS/-RelatedFiles/%7BC5E3E644-A39F-4A5F-9B39-066D5C915E12%7D/Griffin.-WeedCourse.Chapter4.20%2005.pdf).
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z., 1997.** “Pestisitler”, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:52, T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Güven, K., Deveci, E., Akba, O., Onen A. and Pomerai, D., 1998.** The Accumulation and Histological Effects of Organometallic Fungicides Propineb and Maneb in the Kidneys of Fetus and Female Rats During Pregnancy, *Toxicology Letters*, 99, 91-98.
- Jyothi, B. and Narayan, G., 1999.** Toxic Effects of Carbaryl on Gonads of Freshwater Fish, *Clarias Batrachus* (Linnaeus). *Journal of Environmental Biology*, 20, 73-76.
- Kaur, K. and Dhawan, K., 1996.** Toxic Effects of Synthetic Pyrethroids on *Cyprinus Carpio* Linn, Eggs. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 57, 999-1002.
- Key, P.B., Chung, KW., Hoguet, J., Shaddrix, B. and Fulton, MH., 2008.** Toxicity and Physiological Effects of Brominated Flame Retardant PBDE-47 on Two Life Stages of Grass Shrimp, *Palaemonetes Pugio*. *Science of the Total Environment* 399, 28-32.
- Kovriznych, J.A. and Urbancikova, M., 1998.** Acute toxicity of Acetochlor for zebrafish (*Danio rerio*) and guppy (*Poecilia reticulata*). *Ekologia Bratislava*. 17, 449-456.
- Kulreshtha, S.K. and Arora, N., 1984.** Impairments Induced by Sublethal Doses of 2 Pesticides in the Ovaries of a Freshwater Teleost *Channa striatus*. *Toxic, Lett* (Shannon).
- Matos, P., Fontainhas-Fernandes, A., Peixoto, F., Carrola, J. and Rocha, E., 2007.** Biochemical and Histological Hepatic Changes of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* Exposed to Carbaryl. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 89, 73-80.

- MEB, 2013.** Milli Eğitim Bakanlığı Denizcilik Canlı Doğuran Akvaryum Balıkları Ankara, 2013.
- Morato, G.S., Lemos, T. ve Takahashi, R.N., 1989.** Maneb'e Akut Maruziyet, Faredeki Bazı Davranışsal Fonksiyonları Değişim. Nörotoksikol Terat, 11, 421-5.
- OECD, 1992.** OECD Guidelines for the Testing of Chemicals. Section 2: Effects on Biotic Systems Test No. 210: Fish, Early-Life Stage Toxicity Test. Paris, France: Organization for Economic Cooperation and Development.
- Ongley, E.D. 1996.** Control of Water Pollution From Agriculture FAO Irrigation and Drainage, Rome, Italy, 55 p.
- Özbay, G., Barlas, N. and Kolankaya, D., 1991.** Histopathological Effects of the Residual Maneb and Zineb in the Lettuces on the Liver and Kidney of Albino Mice. Medical Journal of Islamic World Academy of Sciences, 4(4), 336-339.
- Pérez, G.L., Vera, M.S. and Miranda, L., 2011.** Effects of herbicide glyphosate and glyphosate-based formulations on aquatic ecosystems. In: Herbicides and environment. InTech (PDF) Glyphosate toxicity for animals. Available from: https://www.researchgate.net/publication/321822115_Glyphosate_toxicity_for_animals.
- Rao, T.K., Lijinsky, W. and Epler, J.L., 1984.** Genotoxicology of N-nitroso Compounds, Plenum Press, New York.
- Rao, W.S., 1999.** Principles of Weed Science. 2. edition. Science Pub Inc. ISBN157808069X.
- Riehl, R. and Baensch, H.A., 1991.** Aquarien Atlas. Band. 1. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany, 992 p.
- Ripley, B.D. ve Cox, D.F., 1978.** Residues of Ethylenebis (Dithiocarbamate) and Ethylenethiourea in Treated Tomatoes and Commercial Tomato Products, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 26, 1137-1143.
- Seifter, J. and Ehrich, W.E., 1948.** Goitrogenic Compounds: Pharmacological and Pathological Effects. Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics, 92, 303-314.
- Sevim, R., 2011.** Toksikoloji: Pestisitler, Akdeniz Üniversitesi Yayınları, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Ankara, 17s.

- Sinha, N., Lal, B. and Singh, T.B., 1991.** Carbaryl İnduced Thyroid Dysfunction in the Freshwater Catfish *Clarias Batrachus*, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 21, 240-247.
- Tamaru, C.S., Cole, B., Bailey, R., Brown, C. and Ako, H., 2001.** Manual for Commercial Production of the Swordtail, *Xiphophorus Helleri*, CSTA Publication Number 128, 36 pp.
- Todd, N.E. and Van Leeuwen, M., 2002.** Effects of Sevin (Carbaryl İnsecticide) on Early Life Stages of Zebrafish (*Danio rerio*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 53, 267–272. doi:10.1006/eesa.2002.2231.
- Türkmen, G. ve Albaz, A., 2001.** Studies on Aquarium Fish İmported to Turkey and the Results (in Turkish With English Abstract). *Ege Journal Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(3-4), 483-493.
- Van Leeuwen, C.J, Maas-D. Iepeveen, J.L., Niebeek G., Vergouw, W.H.A., Griffioen, P.Sa ve Luy ke, M.W., 1985.** Differences in susceptibility of early life stages of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to environmental pollutants. *Aquatic Toxicology*, 7, 59-78.
- Westernhagen, V.H., 1988.** Sublethal Effects of Pollutants on Fish Eggs and Larvae. *Fish Physiology*, Academic Press, New York, XIA 253-346.
- Yalçınkaya, M., 2006.** Bir Herbisit olan 2,4-d (diklorofenoksiasetik asit)'nin *Poecilia reticulata p.*, 1859'da Medulla spinalis Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, 97s.
- Yıldız, M., Gürkan, M.O., Turgut, C., Kaya, Ü. ve Ünal, G., 2005.** Tarımsal Savaşımında Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 2. Cilt, 649 – 666.
- Yücel, Ü., 2007.** Pestisitlerin İnsan ve Çevre Üzerine Etkileri. Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Nükleer Kimya Bölümü, Ankara, 13s.

EKLER

Tablo 24. (Devam) Rize akarsularında taranan pestisidler

155	Heptachlor-exo-epoxide- 0,010	156	Heptenophos- 0,010
157	Hexachlorobenzene- 0,010	158	Hexaconazole- 0,010
159	Hexaflumuron- 0,010	160	Hexythiazox- 0,010
161	Imazalil- 0,010	162	Imidacloprid- 0,010
163	Indoxacarb- 0,010	164	Iodosulfuron-methyl sodium- 0,010
165	Ioxynil- 0,020	166	Iprodione- 0,010
167	Kresoxim-methyl- 0,020	168	Lenacil- 0,010
169	Linuron- 0,010	170	Lufenuron- 0,010
171	Malaoxon- 0,010	172	Malathion- 0,010
173	Mandipropamid- 0,010	174	MCPA- 0,050
175	Mecarbam- 0,010	176	Metalaxyl/metalaxyl-M- 0,010
177	Metamitron- 0,010	178	Methacrifos- 0,010
179	Methamidophos- 0,010	180	Methidathion- 0,010
181	Methiocarb- 0,010	182	Methomyl- 0,010
183	Methoxychlor- 0,010	184	Methoxyfenozide- 0,010
185	Metolachlor- 0,010	186	Metominostrobin- 0,010
187	Metrafenone- 0,010	188	Metribuzin- 0,010
189	Mevinphos- 0,010	190	Molinate- 0,010
191	Monocrotophos- 0,010	192	Monolinuron- 0,010
193	Myclobutanil- 0,010	194	N-(2,4- dimethylphenyl) formamide- 0,010
195	N-2,4-Dimethylphenyl-N-methyl formamidine- 0,010	196	Nicosulfuron- 0,010
197	Novaluron- 0,010	198	Nuarimol- 0,010
199	Omethoate- 0,010	200	Oxadixyl- 0,010
201	Oxamyl- 0,010	202	Oxyfluorfen- 0,050
203	Paraoxon-ethyl- 0,010	204	Parathion-ethyl- 0,010
205	Parathion-methyl- 0,020	206	Penconazole- 0,010
207	Pendimethalin- 0,010	208	Permethrin- 0,030
209	Phenmedipham- 0,010	210	Phenthoate- 0,010
211	Phorate- 0,010	212	Phosalone- 0,010
213	Phosmet- 0,010	214	Phosphamidon- 0,010
215	Pirimicarb- 0,010	216	Pirimiphos-ethyl- 0,010
217	Pirimiphos-methyl- 0,010	218	Prochloraz- 0,010
219	Procymidone- 0,020	220	Profenofos- 0,010
221	Profoxydim-lithium- 0,020	222	Promecarb- 0,010
223	Prometryn- 0,010	224	Propamocarb- 0,010
225	Propaquizafop- 0,010	226	Propargite- 0,010
227	Propazine- 0,010	228	Propiconazole- 0,010
229	Propoxur- 0,010	230	Propyzamide- 0,010
231	Proquinazid- 0,010	232	Prothiophos- 0,020
233	Pymetrozine- 0,010	234	Pyraclostrobin- 0,010
235	Pyrazophos- 0,010	236	Pyridaben- 0,010
237	Pyridalyl- 0,010	238	Pyridaphenthion- 0,010
239	Pyridate- 0,010	240	Pyrimethanil- 0,010
241	Pyrimidifen- 0,100	242	Pyriproxyfen- 0,010
243	Quinalphos- 0,010	244	Quinoxifen- 0,010
245	Quintozene- 0,010	246	Quizalofop-ethyl- 0,010
247	Rimsulfuron- 0,010	248	Sethoxydim- 0,100
249	Simazine- 0,010	250	Spinetoram- 0,010

Tablo 24. (Devam) Rize akarsularında taranan pestisidler

251	Spinosad- 0,010	252	Spirodiclofen- 0,010
253	Spiromesifen- 0,020	254	Spirotetramat- 0,010
255	Spiroxamine- 0,010	256	Tebuconazole- 0,010
257	Tebufenozide- 0,010	258	Tebufenpyrad- 0,050
259	Tecnazene- 0,010	260	Teflubenzuron- 0,020
261	Tepraloxydim- 0,010	262	Terbufos- 0,010
263	Terbutylazine- 0,010	264	Terbutryn- 0,020
265	Tetrachlorvinfos- 0,010	266	Tetraconazole- 0,010
267	Tetradifon- 0,020	268	Tetrasul- 0,010
269	Thiabendazole- 0,010	270	Thiacloprid- 0,010
271	Thiamethoxam- 0,010	272	Thifensulfuron-methyl- 0,010
273	Thiobencarb- 0,010	274	Thiodicarb- 0,010
275	Thiometon- 0,010	276	Thiophanate-methyl- 0,010
277	Thiram- 0,030	278	Tolclofos-methyl- 0,020
279	Tolyfluanid- 0,010	280	Tralkoxydim- 0,010
281	Tri-allate- 0,010	282	Triadimefon- 0,010
283	Triadimenol- 0,010	284	Triasulfuron- 0,010
285	Triazophos- 0,010	286	Trichlorfon- 0,010
287	Trifloxystrobin- 0,010	288	Triflumizole- 0,010
289	Triflumuron- 0,010	290	Trifluralin- 0,010
291	Triforine- 0,010	292	Triticonazole- 0,010
293	Vinclozolin- 0,050		

ÖZGEÇMİŞ

Huri YILDIRIM, 31/08/1990 tarihinde Üsküdar'da doğdu. İlköğretimini 2004 yılında Gaziantep ilinde Dr. Cemil Karslıgil İlköğretim Okulu'nda ve Ortaöğretimini 2007 yılında Osmaniye ilinde Atatürk Lisesi'nde tamamladı. 2009 yılında başladığı lisans eğitimini 2013 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği bölümünü tamamladı. 2013 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda başladığı yüksek lisans öğrenimini halen devam ettirmektedir. Emniyet Genel Müdürlüğü'ne bağlı Polis Memuru olarak 2016 itibariyle görev yapmaktadır. Evli ve Ankara'da ikamet etmektedir.