



## Lepistes Balıklarında Bazı Herbisitlerin Akut Toksik Etkisinin Araştırılması [\*]

Bülent VEREP\* Huri YILDIRIM

RTEÜ Su Ürünleri Fakültesi Zihni Derin Yerleşkesi, 53100, Rize-TÜRKİYE

Geliş/Received: 23.03.2020

Kabul/Accepted: 27.03.2020

Atıf yapmak için: Verep, B. & Yıldırım, H. (2020). Lepistes Balıklarında Bazı Herbisitlerin Akut Toksik Etkisinin Araştırılması. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 5(1), 106-114.

How to cite: Verep, B. & Yıldırım, H. (2020). A Research on Acute Toxic Effects of Some Herbicides on Guppies. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(1), 106-114.

\*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4238-8325>

\*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3973-1682>

\*Sorumlu yazarın:

Bülent VEREP

RTEÜ Su Ürünleri Fakültesi Zihni Derin Yerleşkesi, 53100, Rize-Türkiye.

✉: [bulent.verep@erdogan.edu.tr](mailto:bulent.verep@erdogan.edu.tr)

Cep telefonu : +90 (533) 453 68 42

Telefon : +90 (464) 223 33 85

Faks : 90 (464) 223 41 18

**Öz:** Bu çalışmada, tarımsal uygulamalarda kullanılmakta olan bazı herbisitlerin Lepistes (*Poecilia reticulata*) balıkları üzerindeki akut toksik etkileri incelenmiştir. Çalışmada kullandığımız herbisitler özellikle fındık ve çay üretimi gibi zirai tarımda yaygın olarak kullanılmaktadır. Denemelerde üç farklı herbisit (Glifosat, 2,4- Diklorofenoksiasetik Asit ve Asetoklor) kullanılmıştır. Biyodeneyle bir 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 (LC<sub>50</sub>) değerleri sırasıyla 7,051; 1,201 ve 0,557 mg/L olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre lepistes balığı açısından çalışılan herbisitlerin akut toksik sıralaması asetoklor > 2,4-D > glifosat olduğu söylenebilir.

**Anahtar kelimeler:** 2,4-D, Asetoklor, glifosat, lepistes, pestisid.

## A Research on Acute Toxic Effects of Some Herbicides on Guppies

\*Corresponding author's:

Bülent VEREP

Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Fisheries, Zihni Derin Campus, 53100, Rize, Turkey.

✉: [bulent.verep@erdogan.edu.tr](mailto:bulent.verep@erdogan.edu.tr)

Mobile telephone : +90 (533) 453 68 42

Telephone : +90 (464) 223 33 85

Fax : 90 (464) 223 41 18

**Abstract:** Acute toxic effects of some herbicides used in agricultural applications on guppy fish (*Poecilia reticulata*) were investigated. The herbicides we use in the study are widely used in industrial agriculture, especially hazelnut and tea farming. Three different herbicides (Glyphosate, 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid and Acetochlor) were used in the experiments. In bioassays, five different aquariums, one of which is a control, were added to each of them with certain concentrations of herbicides. Static method was used in the study conducted to determine the acute toxic effects of Glyphosate, 2,4-D and acetochlor on guppies (*Poecilia reticulata*) at certain time intervals. Lethal concentration (LC<sub>50</sub>) values of guppy fish against Glyphosate, 2,4-D and acetochlor at intervals of 24, 48, 72 and 96 hours were calculated as 7.051; 1.201 and 0.557 mg/L respectively. According to these results, it can be said that the acute toxic order of herbicides studied in terms of guppy fish is acetochlor > 2,4-D > Glyphosate.

**Keywords:** 2,4-D, Acetochlor, glyphosate, guppy, pesticide.

## GİRİŞ

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.

[\*] ,Bu çalışma, yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This study was produced from the master thesis.

Çevresel hassasiyetin artmaya başlamasıyla çevre dostu ürünlerin kullanımını 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 sucül ekosistemleri ve dolayısıyla insanları tehdit etmektedir.

Pestisitler çevresel etkilerin sonucu olarak 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 sucül 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 böceklerle karşı değil görünmeyen mikroorganizmalara, yabancı otlara ve diğer hayvan türlerine karşı da kullanılır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

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 bilirse 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 fitotoksisteye sebep olabilmektedir (Delen, 1990).

Glifosat İzopropilamin tuzu ülkemizin zirai mücadele ilaçları satan marketlerinde Roundup, Fullot, Glifosat, Glycol, Glysa vb. ticari markalar adı altında ve sıvı formda 480 g/L konsantrasyonda pazarlanmaktadır. Glifosat'ın 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. Glifosat 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. Glifosat 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 addir. Herbisitlerin içine birçok madde dâhil olsa da en çok kullanılan pestisit türü Glifosattır. 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).

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 saklanması engellenmiştir. (Sevim, 2011).

**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). Kırletici 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 hastalıklarını 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, ETU'nin farelerde büyümeyi engellediği, tiroid bezinde ağırlık ve boyut artışına neden olduğu ve dokularda hiperplazi oluşturduğu tespit edilmiştir (Seifter ve Ehrlich, 1948).

Leeuwen vd., (1985)'e göre, maneb ve diğer bazı pestisitlerin gökkuşağı alabalıklarının erken hayat dönemlerinin farklı aşamalarına olan etkileri konusunda yaptıkları bir çalışmada, 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 biyo-birikim oluşturdukları saptanmıştır. Hayvansal organizmalar üzerinde yapılan bir diğer çalışmada ise manebin sinir sistemindeki dopaminerjik sinir hücrelerinde önemli hasarlara sebep olduğu, ayrıca vücudun hücresel antioksidan sistemine zarar vererek canlının savunma sistemini zayıflatığı 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, pestisit 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 LC<sub>50</sub> 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).

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 metiyokarbin 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).

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 etkilere yönelik olarak yapılan toksikolojik çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bu nedenle bu çalışmada, ülkemizde yaygın olarak kullanılan pestisitlerden glifosat, 2,4-D ve asetoklor'un Lepistes balıkları üzerine olan toksisitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

**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 1 ve 2'de verilmiştir.

**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 3'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Çalışmada kullanılan herbisidlerin özellikler.

**Table 2.** Properties of herbicides used in the study.

Özellikler	Herbisidler		
	Glifosat	Amin tuzu	Asetoklor
<b>Kullanılan kimyasal içerik</b>	Herbisit grup G (yabancı ot ilacı)	2,4 D Amin tuzu	Asetoklor
<b>Ticari marka</b>	Süper fullot 48SL	Sahel-2D	Roundup Star
<b>Etken madde</b>	480 gr/L Glifosat izopropilamin tuzu	2,4-diklorofenoksi asetik asit	Prometrin 15% +asetoklor 25
<b>Çözelti durumu</b>	Solüsyon	Çözelti (72% SL, 86% SL)	Çözelti (1.157g/cm <sup>3</sup> )

**Tablo 3.** Çalışmada kullanılan herbisidler ve konsantrasyonları (mg/l).

**Table 3.** Herbicides and their concentrations (mg / l) used in the study.

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

Çalışmada biyodeneyle 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 biyodeneyle 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 pestisit analizi 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 (LC<sub>50</sub> 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

**Tablo 1.** Lepistes balığı hakkında genel bilgiler.

**Table 1.** General information about guppy fish.

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

yürütülmüştür. Ayrıca deney süresince meydana gelen balık ölümlerinin kullanılan pestisitler dışında başka faktörlerden olup olmadığını gözlemek 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 LC<sub>50</sub> değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen LC<sub>50</sub> değerleri balık ve sucul omurgasızlar için toksisite kategorisi aralıkları kullanılarak değerlendirilmiştir (Tablo 4).

**Tablo 4.** Balık ve sucul omurgasızlar toksisite kategorisi için nitel tanımlayıcılar.

**Table 4.** Qualitative descriptors for the toxicity category of fish and aquatic invertebrates.

LC <sub>50</sub> veya EC <sub>50</sub>	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

**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 5'de belirtilmiştir (APHA, 1995; EPA, 2002).

**Tablo 5.** Akut toksikolojik biyodenyelerde kullanılacak suların özellikleri.

**Table 5.** Properties of waters to be used in acute toxicological bioassays.

Parametre	Sınır ve Normal Değerler
pH	6-9 (Optimal 7)
Çözünmüş oksijen	Soğuksu Balıkları için $\geq 6$ mg/L Ilıksu Balıkları için $\geq 4$ mg/L
Sıcaklık	Soğuksu Balıkları için 12-15 Ilıksu Balıkları için 20-25
Sertlik	40-200 mg/L CaCO <sub>3</sub>
Amonyak	<20 $\mu$ g/L

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.

## BULGULAR

Bu çalışmada sucul canlılara pestisit kirliliğinin etkilerinin araştırılmasına yönelik üç farklı herbisit in lepestes balığı üzerindeki akut toksik etkilerini belirlemek üzere çalışmalar gerçekleştirilmiştir. 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 eklenen akvaryumlardaki balıklarda ise ilk başlarda hızlanma, yüzeyde toplanma ve kuyruk sallamanın arttığı, ölümün başladığı süreden itibaren ise belirgin bir yavaşlama gözlenmiştir. Glifosat, 2,4-D Amin tuzu ve Asetoklor içeren akvaryum ortamında biyo-deneyde saatlere göre balık ölümleri Tablo 6'da verilmiştir.

Çalışmada 2,4-D için 5 farklı konsantrasyon içeren akvaryumlarda tutulan balık bireylerinin 96 saat süresince tepkileri ve ölümler aşağıdaki Tablo 6'da verilmiştir. Deney sonunda 22 balık ölümü gerçekleşmiş olup Kontrol grubunda hiçbir balık ölümü olmamıştır. Deneyde düşük konsantrasyon eklenen akvaryumlarda hareketlerde belirgin bir değişiklik olmamakla birlikte yüksek konsantrasyonda

2,4-D eklenen akvaryumlarda lepestes balıklarının yukarı aşağı doğru hızlı iniş çıkışları gözlenmiştir. Ölümün başladığı süreden itibaren balıklar dip köşe bölgelerde toplanmıştır.

**Tablo 6.** Herbisid içeren akvaryum ortamında biyodenyede saatlere göre balık ölümleri.

**Table 6.** Fish deaths by hours in the bioassay in an aquarium environment containing herbicides.

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

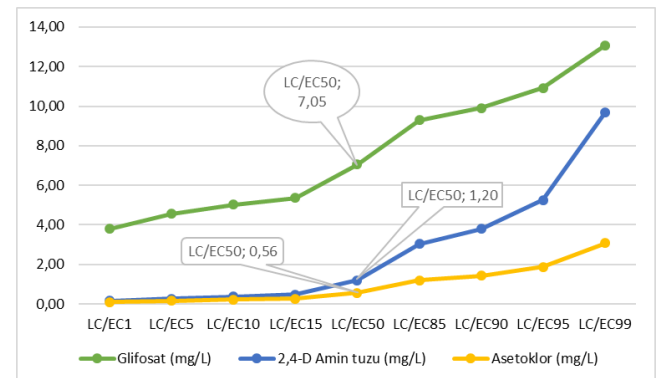
h (saat)	Kontrol	2,4-D Amin tuzu				
		1	2	3	4	5
24	-	-	-	-	1	10
48	-	1	1	-	2	-
72	-	-	-	2	2	-
96	-	-	1	-	2	-

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

Çalışmada Asetoklor için 5 farklı konsantrasyon içeren akvaryumlarda tutulan balık bireylerinin 96 saat süresince tepkileri ve ölümler aşağıdaki Tablo 6'da bulunmaktadır. Deney sonunda 9 balık ölümü gerçekleşmiş olup Kontrol grubunda hiçbir balık ölümü olmamıştır. Deneyde düşük konsantrasyon eklenen akvaryumlarda balık hareketlerinde değişim olmamıştır. Fakat yüksek konsantrasyon eklenen akvaryumlarda balıkların yüzeye doğru hareketlenip yüzey köşelerinde toplandığı gözlenmiştir.

96 saat süren deney sonunda kaydedilen balık ölüm sayıları kullanılarak EPA Probit programıyla hesaplanan ve çizilen letal konsantrasyonlar (LC) ve eğrileri her bir herbisid için elde edilmiştir. Herbisidler için hesaplanan letal konsantrasyon (LC) değerleri Şekil 1 ve Tablo 7'de verilmiştir.



**Şekil 1.** Çalışmada kullanılan herbisidlerin letal konsantrasyonları.  
**Figure 1.** Lethal concentrations of herbicides used in the study.

## 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 biyodenyelerde 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.

**Tablo 7.** Herbisid biyodenyelerinde hesaplanan letal konsantrasyon değerleri.

**Table 7.** Lethal concentration values calculated in herbicide bioassays.

LC	Glifosat		2,4 D Amin tuzu		Asetoklor	
	Kons.(mg/L)	Güvenlik Aralığı	Kons.(mg/L)	Güvenlik Aralığı	Kons.(mg/L)	Güvenlik Aralığı
LC/EC <sub>1</sub>	3,80	1,69-5,02	0,15	0,02-0,30	0,10	0,00-0,19
LC/EC <sub>5</sub>	4,56	2,46-5,75	0,27	0,07-0,48	0,17	0,01-0,25
LC/EC <sub>10</sub>	5,02	2,99-6,21	0,38	0,13-0,61	0,22	0,02-0,31
LC/EC <sub>15</sub>	5,35	3,41-6,57	0,47	0,19-0,72	0,26	0,06-0,37
LC/EC <sub>50</sub>	<b>7,05</b>	<b>5,51-8,85</b>	<b>1,20</b>	<b>0,79-1,88</b>	<b>0,56</b>	<b>0,39-5,69</b>
LC/EC <sub>85</sub>	9,29	7,60-13,98	3,05	1,94-8,23	1,19	0,64-354,74
LC/EC <sub>90</sub>	9,91	8,06-15,85	3,79	2,29-12,13	1,43	0,72-955,06
LC/EC <sub>95</sub>	10,92	8,73-19,22	5,26	2,94-21,76	1,87	0,84-4154,51
LC/EC <sub>99</sub>	13,08	10,03-27,94	9,69	4,58-66,21	3,08	1,11-65808,81

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 herbisidinin lepistes üzerine akut toksik etkileri üzerine literatürde herhangi bir çalışma bulunmadığı halde diğer balık türleri hakkında birçok çalışma vardır. Akut toksisite çalışmalarında 96 saatlik LC<sub>50</sub> 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. Yalçinkaya (2006), tarafından yürütülen bir çalışmada 2,4-D'nin Lepistesin medula spinalis organına etkilerinin araştırıldığı araştırma kapsamında letal konsantrasyonlar da hesaplanmış ve LC<sub>50</sub> değerinin 30 mg/l gibi yüksek değerde belirlenirken bu çalışmada 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 LC<sub>50</sub> 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 (LC<sub>50</sub>) 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.

Gittikçe yaygınlaşan çevre bilinci pestisidlerin kullanımını sınırlamakla beraber bölgede üretimi yapılan çay bitkisi tarımında doğrudan herhangi bir zirai mücadele kimyasalı kullanılmadığı bildirilmektedir. Gübre dışında herhangi bir pestisidin doğrudan çay bitkisine uygulanmaması yanında zararlı otlar ve yabancı bitkilerin üretim alanı içerisinde uzaklaştırılmasında özellikle fındık ve çay tarımında bazı herbisitlerin kullanıldığı bilinmektedir. Ağırlıklı olarak Glifosat herbisiti kullanılan bu uygulamaların su kaynaklarında yansımaları bu çalışmada belirlenmemiştir. 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 herbisit veya pestisit kirliliğinin olmadığını göstermektedir. Ancak bu tür analizlerin bitki ve toprak ortamında da yapılması ve bu sonuçlara göre gerekli tedbirlerin alınması oldukça önem arz etmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu makale bir Yüksek Lisans Tezinden üretilmiş olup Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2015.53002.103.01.04 nolu proje ile desteklenmiştir.



## 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., Aydınoglu, H., Temel, O., İkizunal, K. & Ece, H., (1991).** Pestisit Kullanımının Tarihçesi, Bugünü ve Geleceği. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 15(4), 247-256, ISSN 1010-6960.
- Anonim. (2012).** Pestisitler Kontrollü ve Bilinçli Kullanılmalı, *Dünya Gıda Dergisi*, Nisan 2012, İstanbul.
- 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. & Yanık, T. (2002).** Pestisitlerin Cyprinidae'lere 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. DOI: 10.1016/j.neuro.2004.07.004
- Benbrook C.M. (2016).** Trends in Glifosat Herbicide Use in the United States and Globally. *Environmental Sciences Europe*, 28(3), 1-15, DOI: 10.1186/s12302-016-0070-0.
- Boran, M., Altınok, I., Capkin, E., Karacam, H. & 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. 1-4s.
- Delen, N., Kınay, P., Yıldız, F., Yıldız, M., Altınok, H. & 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.
- EPA 1656A. (2009).** Method 1656, Revision A: Organohalide 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. & Hantson, P. (2002).** Carcinogenicity, Mutagenicity and Teratogenicity of Manganese Compounds. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*, 42, 25-34. DOI: 10.1016/S1040-8428(01)00178-0.
- Güler, Ç. & 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. & 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, DOI: 10.1016/S0378-4274(98)00128-3.
- Jyothi, B. & Narayan, G. (1999).** Toxic effects of carbaryl on gonads of freshwater fish, *Clarias batrachus* (Linnaeus). *Journal of Environmental Biology*, 20, 73-76.
- Key, P.B., Chung, KW., Hoguet, J., Shaddrix, B. & 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, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2008.03.021.
- Kovriznych, J.A. and Urbancikova, M. (1998).** Acute toxicity of Acetochlor for zebrafish (*Danio rerio*) and guppy (*Poecilia reticulata*). *Ekologia Bratislava*, 17, 449-456.
- 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.
- Özbay, G., Barlas, N. & 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. & Miranda, L. (2011).** Effects of herbicide Glifosat and Glifosat-based formulations on aquatic ecosystems. In: Herbicides and environment. InTech (PDF) Glifosat toxicity for animals. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/321822115\\_Glifosat\\_toxicity\\_for\\_animals](https://www.researchgate.net/publication/321822115_Glifosat_toxicity_for_animals).
- Rao, T.K., Lijinsky, W. & Epler, J.L. (1984).** Genotoxicology of N-nitroso compounds, Plenum Press, New York.
- Ripley, B.D. & 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. & 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. & Singh, T.B. (1991).** Carbaryl induced thyroid dysfunction in the freshwater catfish *Clarias Batrachus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **21**, 240-247, DOI: [10.1016/0742-8413\(91\)90133-E](https://doi.org/10.1016/0742-8413(91)90133-E).
- Todd, N.E. & Van Leeuwen, M. (2002).** Effects of Sevin (carbaryl insecticide) on early life stages of zebrafish (*Danio rerio*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **53**, 267-272. DOI: [10.1006/eesa.2002.2231](https://doi.org/10.1006/eesa.2002.2231).
- Van Leeuwen, C.J, Maas-D. Iepeveen, J.L., Niebeek, G., Vergouw, W.H.A., Griffioen, P.Sa & Luyke, 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.