

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KARBAMAT GRUBU İNSEKTİSİTLERİN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss*) ve LEPİSTES BALIKLARI (*Poecilia reticulata*)
ÜZERİNDEKİ AKUT TOKSİKOLOJİK ETKİLERİ

Balıkçılık Teknolojisi Mühendisi Veysel BİÇER

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitünce

" Balıkçılık Teknolojisi Yüksek Mühendisi "

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24.02.1997

Tezin savunma Tarihi : 16.04.1997

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. İbrahim OKUMUŞ

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Sevim KÖSE

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Fazlı ARSLAN

Şubat 1997

TRABZON

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programında Yapılmıştır.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde fındık kurdu ve diğer haşerelere karşı kullanılmakta olan Karbamat grubu insektisitlerden olan karbaril, metiyokarp ve karbosülfan aktif kimyasal maddelerini içeren zirai mücadele ilaçları, gökkuşacağı alabalık yavruları (*Oncorhynchus mykiss*) ve lepistes balıkları (*Poecilia reticulata*) üzerine akut toksikolojik etkilerinin biyo-deneylerle tesbiti ve ilaçların hangi konsantrasyondan itibaren zararlı olmaya başladığının saptanması amaçlanmıştır. Bu çalışma K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi laboratuvar imkanları ile gerçekleştirilmiştir.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek gerek konu seçimi, gerekse çalışmaların yürütülmesinde ilgisini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM'a teşekkür etmeyi bir görev bilirim.

Ayrıca çalışmalarım sırasında maddi ve manevi desteğini esirgemeyen eşime teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Trabzon, Ocak 1997

Veysel BİÇER

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET.....	V
SUMMAYR.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
TABLO LİSTESİ.....	VIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Deneyde Kullanılan Karbamat Grubu İnsektisitlerin Özellikleri.....	7
1.2.1. Karbaril (Carbaryl).....	7
1.2.2. Metiyokarp (Methiocarb).....	8
1.2.3. Karbosülfan (Carbosülfan).....	8
1.3. Akut Toksikolojik Çalışmaların Genel Özellikleri.....	8
1.3.1. Akut Toksikolojik Çalışmaların Amacı.....	8
1.3.2. Akut Toksikolojik Test Tipleri.....	9
1.3.2.1. Kısa Dönem Testler.....	9
1.3.2.2. Uzun Dönem Testler.....	9
1.3.2.3. Statik Testler.....	9
1.3.2.4. Yenileme Suretiyle yapılan Testler.....	9
1.3.2.5. Sürekli Akım Testleri.....	10
1.3.3. Akut Toksikolojik Deneylerin Sonuçlarını Etkileyen Faktörler.....	10
1.3.4. LC50 Değerlerinin Belirlenmesi.....	10
1.3.4.1. Aritmetik Grafik Metod.....	10
1.3.4.2. Logaritmik Metod.....	11
1.3.4.3. Probit Metod.....	11
1.4. Deneyde Kullanılacak Balıkların Biyolojik Özellikleri.....	12
1.4.1. Gökkuşığı Alabalıkları (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).....	12
1.4.2. Lepistes Balıkları (<i>Poecilia reticulata</i>).....	12
1.5. Önceki Yapılan Çalışmalar.....	12
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	16
2.1. Materyal.....	16
2.1.1. Gökkuşığı Alabalıkların Temini ve Bakımı.....	16
2.1.2. Lepistes Balıklarının Temini ve Bakımı.....	16
2.1.3. Toksik Maddelerin Temini.....	17
2.1.4. Araştırmada Kullanılacak Diğer Araç ve Gereçler.....	17

2.2. Metod.....	17
2.2.1. Çevresel Parametrelerin Ölçülmesi.....	17
2.2.1.1. Sıcaklık ve Çözünmüş Oksijen.....	17
2.2.1.2. Toplam Sertlik.....	18
2.2.1.3. Toplam Alkalinite.....	18
2.2.1.4. pH Değerlerinin Ölçümü.....	18
2.2.2. Test Tipi.....	19
2.2.3. Test Organizmasının Seçimi.....	19
2.2.4. Test Solüsyonunun Hazırlanması.....	19
2.2.5. Akut Toksikolojik Çalışmalarda kullanılacak Suların Özellikleri.....	20
2.2.6. Veri Analizi.....	21
3. BULGULAR.....	22
3.1. Gökkuşığı Alabalığı Yavruları (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) İle Yapılan Deneysel Çalışmalar.....	22
3.1.1. Karbaril %85 WP'nin Gökkuşığı Alabalığı Yavruları İle Yapılan Deneysel Çalışmalar.....	22
3.1.2. Metiyokarp %50 WP'nin Gökkuşığı Alabalık Yavruları İle Yapılan Deneysel Çalışmalar.....	25
3.1.3. Karbosülfan 25 EC'nin Gökkuşığı Alabalığı Yavruları İle Yapılan Deneysel Çalışmalar.....	27
3.2. Lepistes Balıkları (<i>Poecilia reticulata</i>) İle Yapılan Deneysel Çalışmalar.....	30
3.2.1. Karbaril %85 WP'nin Lepistes Balıkları İle Yapılan Deneysel Çalışmaları.....	30
3.2.2. Metiokarp %50 WP'nin Lepistes Balıkları İle Yapılan Deneysel Çalışmaları.....	33
3.2.3. Karbosülfan 25 EC'nin Lepistes Balıkları İle Yapılan Deneysel Çalışmaları.....	35
4. İRDELEME.....	38
5. SONUÇLAR.....	41
6. ÖNERİLER.....	42
7. KAYNAKLAR.....	43
8. ÖZGEÇMİŞ.....	48

ÖZET

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yoğun olarak kullanılan karbamat grubu insektisitlerden Karbaril, Metiyokarp ve Karbosülfan'ın gökkuşığı alabalık yavruları (*Oncorhynchus mykiss*) ve lepistes balıkları (*Poecilia reticulata*) üzerindeki toksik etkileri deneysel olarak incelenmiştir.

Gökkuşığı alabalık yavruları ile (2.0176 ± 0.05 g, 5.626 ± 0.383 cm, $n = 630$) yapılan toksikolojik çalışmalarda, test sularının özellikleri, sıcaklık ($15.36 \pm 1.04^\circ\text{C}$), çözülmüş oksijen (9.41 ± 0.133 mg/l), pH (7.26 ± 0.185) ve toplam sertlik (99 ± 5.29 mg/l, CaCO_3) olarak sabit tutulmuştur. Lepistes balıkları ile (0.494 ± 0.034 g, 3.53 ± 0.135 cm, $n = 630$) yapılan çalışmalarda test sularının özellikleri, sıcaklık ($20 \pm 0.82^\circ\text{C}$), çözülmüş oksijen (8.94 ± 0.08 mg/l), pH (7.01 ± 0.07) ve toplam sertlik (108.67 ± 18.58 mg/l, CaCO_3) olarak belirlenmiştir.

Her iki tür balıkla yapılan çalışmalarda, aynı toksik madde konsantrasyonları kullanılmıştır. Karbaril ile (1, 1.8, 3.2, 5.6 ve 10 mg/l), metiyokarp ile (5.6, 10, 18, 32 ve 56 mg/l) ve karbosülfanla ise (0.125, 0.625, 1.25, 6.25 ve 12.5 mg/l'lık) konsantrasyonlar kullanılmıştır.

Deney sonunda elde edilen ölüm oranlarından LC50 (letal konsantrasyon) değerleri Probit yöntemine göre belirlenmiştir. LC50 değerlerine göre toksik maddelerin balıkları etkileme düzeyleri Karbosülfan > Karbaril > Metiyokarp olarak bulunmuştur. Bu çalışmada, lepistes balıklarının gökkuşığı alabalık yavrularına göre daha hassas oldukları gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gökkuşığı Alabalığı, Lepistes, Toksik, Etki, Probit, LC50, Karbaril, Metiyokarp, Karbosülfan.

SUMMARY

Acute Toxicity Effect of Carbamate Group Insecticides on Rainbow trout and Guppy Fish.

In this study the toxicity effects of carbaryl, methiocarb and carbosulfan of carbamate group on rainbow trout juveniles (*Oncorhynchus mykiss*) and guppy (*Poecilia reticulata*) was investigated.

The study was carried out at the following water conditions; for rainbow trout juveniles $15.36 \pm 1.04^{\circ}\text{C}$ for temperature, 9.41 ± 0.133 mg/l for dissolved oxygen, 7.26 ± 0.185 for pH, and 99 ± 5.29 mg/l (CaCO_3) for the total hardness of water. These values for guppy were fixed to $20 \pm 0.82^{\circ}\text{C}$ for temperature, 8.94 ± 0.08 mg/l for dissolved oxygen, 7.01 ± 0.07 for pH, and 108.67 ± 18.58 mg/l (CaCO_3) for the total hardness of water.

The same toxic matter concentrations were used for both fish. The used concentrations were carbaryl of 1, 1.8, 3.2, 5.6 and 10 mg/l; methiocarb of 5.6, 10, 18, 32 and 56 mg/l and carbosulfan of 0.125, 0.625, 1.25, 6.25 and 12.5 mg/l.

The values of LC50 were calculated from the mortality rates obtained from the experiment by using the probit method. According to LC50 values the effect level sequence of toxic matter were Carbosulfan > Carbaryl > Methiocarb. It was determined that guppy fish were more sensitive than rainbow trout juveniles.

Key Words: Rainbow trout, Guppy, Carbamate, Toxic, Effect, Probit, LC50, Carbaryl, Methiocarb, Carbosulfan.

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1. Balıkların doğal şartlarının değişmesi ile oluşan tepki ve denge bozukları seviyeleri.....	4
Şekil 2. Karbaril %85 WP'nin gökkuşuğu alabalık yavruları üzerinde farklı konsantrasyonları için yüzde ölüm oranları.....	24
Şekil 3. Metiyokarp %50 WP'nin gökkuşuğu alabalık yavruları üzerinde farklı konsantrasyonları için yüzde ölüm oranları.....	27
Şekil 4. Karbosülfan 25 EC'nin gökkuşuğu alabalık yavruları üzerinde farklı konsantrasyonları için yüzde ölüm oranları.....	29
Şekil 5. Karbaril %85 WP'nin lepistes balıkları üzerinde farklı konsantrasyonları için yüzde ölüm oranları.....	32
Şekil 6. Metiyokarp %50 WP'nin lepistes balıkları üzerinde farklı konsantrasyonları için yüzde ölüm oranları.....	35
Şekil 7. Karbosülfan 25 EC'nin lepistes balıkları üzerinde farklı konsantrasyonları için yüzde ölüm oranları.....	37

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Pestisitlerin kimyasal yönden sınıflandırılması.....	2
Tablo 2. Çeşitli tarım koruma ilaçlarının topraktaki kalıcılığı.....	2
Tablo 3. Pestisitlerin sudaki çözünürlüğü ile birikimi arasındaki ilişki.....	3
Tablo 4. Fındık kurduna karşı kullanılan tarım ilaçları ve kullanım biçimleri.....	6
Tablo 5. 1995 yılında Trabzon'da fındık kurdu ve benzeri haşerelere karşı kullanılan zirai mücadele ilaçları.....	6
Tablo 6. Akut toksikolojik çalışmalarda kullanılan konsantrasyonlar.....	20
Tablo 7. Akut toksikolojik çalışmalarda kullanılacak sularda aranan özellikler....	20
Tablo 8. Gökkuşığı alabalık yavruları ile yürütülen akut toksikolojik çalışmalarda bazı çevresel parametrelerin ortalama±sd değerleri.....	22
Tablo 9. Karbaril %85 WP'nin 96 saatlik periyotlarda, gökkuşığı alabalık yavrularında görülen ölüm oranları.....	23
Tablo 10. Karbaril %85 WP'nin gökkuşığı alabalık yavruları için hesaplanan LC50 değerleri.....	24
Tablo 11. Metiyokarp %50 WP'nin 96 saatlik periyotlarda, gökkuşığı alabalık yavrularında görülen ölüm oranları.....	25
Tablo 12. Metiyokarp %50 WP'nin gökkuşığı alabalık yavruları için hesaplanan LC50 değerleri.....	26
Tablo 13. Karbosülfan 25 EC'nin 96 saatlik periyotlarda, gökkuşığı alabalık yavrularında görülen ölüm oranları.....	28
Tablo 14. Karbosülfan 25 EC'nin gökkuşığı alabalık yavruları için hesaplanan LC50 değerleri.....	29
Tablo 15. Lepistes balıkları ile yürütülen akut toksikolojik çalışmalarında bazı çevresel parametrelerin ortalama±sd değerleri.....	30
Tablo 16. Karbaril %85 WP'nin 96 saatlik periyotlarda, lepistes balıklarında görülen ölüm oranları.....	31
Tablo 17. Karbaril %85 WP'nin lepistes balıkları için hesaplanan LC50 değerleri.....	32
Tablo 18. Metiyokarp %50 WP'nin 96 saatlik periyotlarda, lepistes balıklarında görülen ölüm oranları.....	34
Tablo 19. Metiyokarp %50 WP'nin lepistes balıkları için hesaplanan LC50 değerleri.....	34

Tablo 20. Karbosulfan 25 EC'nin 96 saatlik peryotlarda, lepistes balıklarında görülen ölüm oranları	36
Tablo 21. Karbosulfan 25 EC'nin lepistes balıkları için hesaplanan LC50 değerleri.....	37



1. GENEL BİLGİLER

1.1 Giriş

Günümüzde modern teknolojiadaki hızlı gelişimin, insan yaşamına birçok yenilikler ve kolaylıklar getirdiği bilinmektedir. Bu gelişim seyrine paralel olarak hızlı nüfus artışı, düzensiz kentleşme ve her geçen gün gelişen sanayileşme çevre kirlenmesini de beraberinde getirmektedir. Kirleticilerin kaynakları genellikle evsel ve endüstriyel atıklar ile petrol ve petrol türevi maddeler, toksik metal atıkları ve polikültür tarımı yapılan bölgelerde gereğinden fazla kullanılan zirai mücadele ilaçlarından ileri gelen pestisit kirlenmesidir. Tarihin ilk dönemlerinde insanoğlu, tarımsal ürünlerini zararlılardan korumak için sülfürü ve zifti kullanmışlardır. Günümüzde yaygın olarak kullanım alanı bulan *Pyrethrum* ilk olarak İranlılar tarafından tarımsal mücadelede kullanılmıştır [1], [2].

Tarımsal ürünlerde böceklerin neden olduğu verim kaybını engellemek için insektisitler yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu insektisitler kullanım amacına göre çok çeşitli kimyasal bileşime sahiptirler. Pestisitlerin modern şekilde kullanılması 1867 yılında "Paris yeşili" olarak bilinen maddenin ilk defa Kolorado patates böceği *Leptinotarsa lineatum*'a karşı kullanılmasıyla başlamıştır. 1939 yılına kadar hemen hemen tüm zirai mücadele ilaçları, inorganik kimyasal maddeler ve bazı bitkilerden elde edilen doğal organik maddelerden oluşuyordu. DDT'nin 1939 yılında zirai mücadele ilacı olarak kullanılmasıyla, sentetik organik pestisitler ilk defa kullanım alanı bulmuş oldu. 1940 yıllarında İngiliz, Fransız ve Alman bilim adamları çalışmaları sonucunda benzen heksaklorür (BHC), paration, malation ve demeton gibi organoklorlu ve organofosfatlı insektisitlerin gelişmesine yardımcı olmuşlardır [3].

Dünya Sağlık Teşkilatı'nın kayıtlarına göre, bugün dünyada insektisit, fungusit, bakterisit, herbisit, akarisit, afisit, mollusit, algisit, avanisit ve rodentisit olarak bilinen 1400'den fazla aktif kimyasal madde mevcuttur [4]. Pestisitlerin sınıflandırılması çok çeşitli şekillerde yapılmıştır. Bunlar içerisinde en çok kullanılanı, kimyasal yapılarına göre sınıflandırma şeklidir (Tablo 1). Tarımsal verimliliğin artırılması, ürün kayıplarının ortadan kaldırılması veya en düşük seviyelerde tutulması için zirai mücadele ilaçları kullanılmaktadır. Bununla birlikte tarımsal ürünlerde verim artışı sağlanırken, diğer yandan gıdalarda zirai mücadele

ilaç kalıntıları doğrudan kullanıldığı ürün üzerinde birikime neden olduğu gibi, çeşitli yollarla sucul ortamlardaki organizmalara kadar ulaşmakta ve bu birikimler genelde ileriye dönük zararlı etkiler meydana getirmektedir [5], [6], [7].

Tablo 1. Pestisitlerin kimyasal Yönden sınıflandırılması [5]

Anorganik Pestisitler	Sentetik Organik Pestisit	Doğal Organik Pestisit
Arsenikli Pes.	Klorlu Pes.	Rotenon
Civalı Pes.	Fosfatlı Pes.	Pyrethrum
Florürlü Pes.	Karbamatlı Pes.	Nikotin
Bakırlı Pes.		Allethrin
Elementar Kükürt		

Zirai mücadele ilaçlarının suda dağılışı ilacın kimyasal özelliğine, formülüne, çevrenin yapısına bağlıdır. Tarım koruma ilaçlarının topraktaki kalıcılığı Tablo 2'de verilmiştir [8], [9].

Tablo 2. Çeşitli tarım koruma ilaçlarının topraktaki kalıcılığı [8], [9].

Tarım Koruma İlaçları	Yarılanma Ömrü (yıl)
Kurşun, Bakır ve Arsenik	10 - 30
Dieldrin, BHC ve DDT	2 - 4
Triazin	1 - 2
Benzoik Asit	0.2 - 1
Üre	0.3 - 0.8
2,4-D;2,4,5-T	0.1 - 0.4
Organik Fosfor	0.02 - 0.2
Karbamat (Karbaril)	- 0.02

Pestisitler kullanıldıkları alanlardan ve üretildikleri tesislerden çeşitli taşınım yolları ile doğal ortamlara ulaşmaktadır. Başlıca pestisit kirlenme kaynakları tarımsal uygulamalar, insektisit olarak evsel uygulamalar, üretim tesislerindeki sızıntılar ve boşaltılmış ilaç ambalajlarının gelişi güzel sucul ortamlara atılmaları sonucu ortaya çıkmaktadır [2], [5].

Çeşitli kaynaklardan sucul ortamlara gelen kirleticiler, sirkülasyonu zayıf liman, koy ve körfezlerde toksik ve organik madde yönünden bir doygunluk oluştururlar. Bu doygunluğun sonucu olarak ortamın fiziko-kimyasal dengesi bozular. Yaşam için gerekli olan oksijen ve besin zincirinin ilk halkasını oluşturan fitoplankton türlerinin bir çoğu ortadan kalkar [10], [11]. Balık ve diğer su canlılarına toksik etkileri yanında balıkların sinir, sindirim, dolaşım ve boşaltım

sistemlerini oluşturan organların işlevsel ve histopatolojik bozukluklara neden olurlar. Bunun sonucunda üreme ve büyüme standartlarına göre düşüşlere ve bazen de tamamen durmasına neden olmaktadır [9].

Yapılan çalışmalar sonunda DDT'nin pestisit özelliğinin anlaşılmasından bugüne kadar tüm biyosferde 450.000 ton DDT kullanıldığı hesaplanmıştır. Canlı ve cansız ortamların bazılarında ortalama DDT miktarları sırasıyla insanda 6 ppm, balıkla beslenen yırtıcı kuşlarda 10 ppm, otcul ve böceklerle beslenen kuşlarda 2 ppm, tatlı su balıklarında 2 ppm, atmosferdeki tozda 0.04 ppm ve havada 0.000004 ppm olarak belirlenmiştir [12].

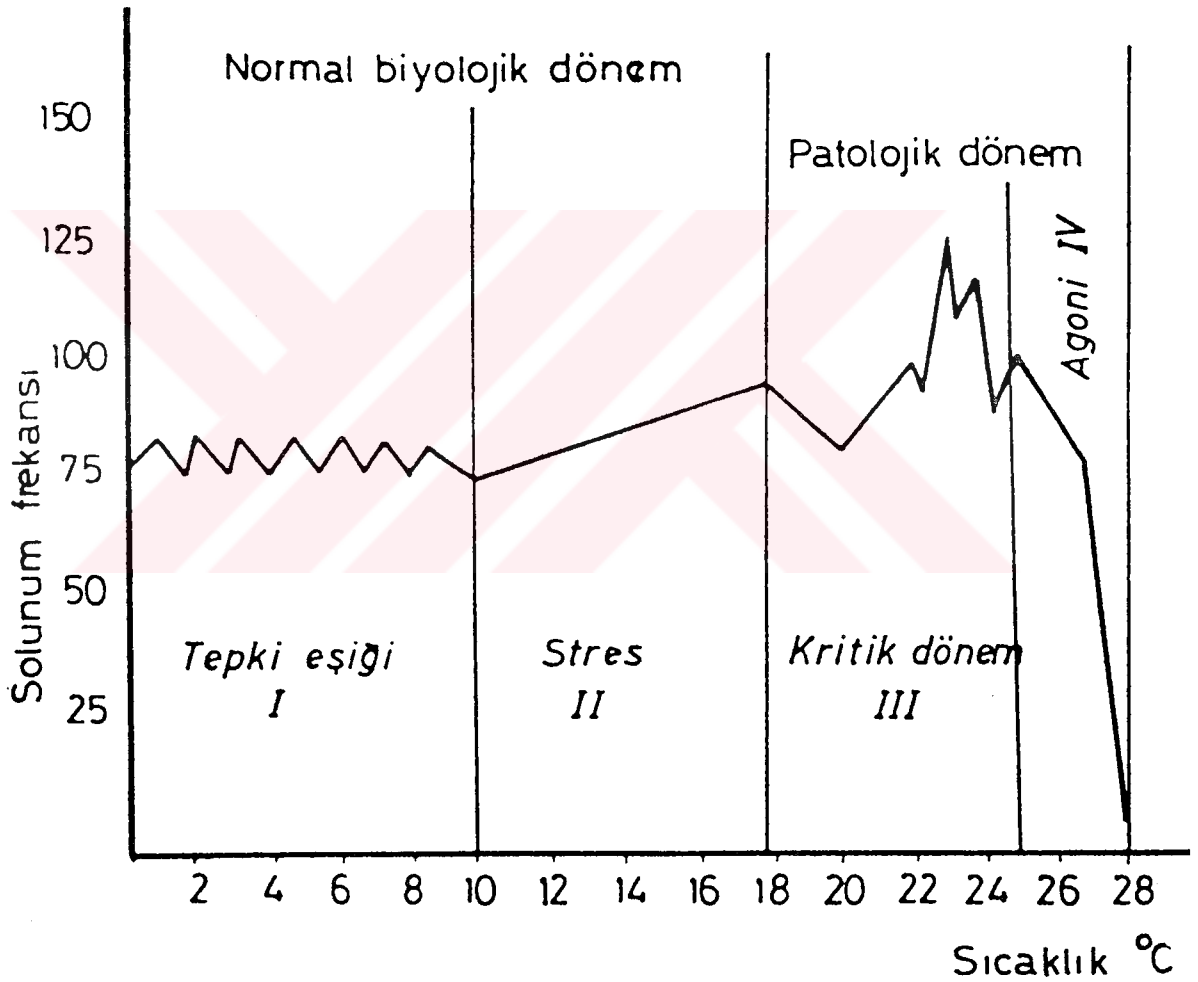
Tarımsal ilaçların kalıntı miktarı ve süresi ilacın kimyasal yapısına da bağlıdır. Klorlandırılmış hidrokarbonlu ilaçlar uzun süre kalıcılığa ve vücutta birikme özelliğine sahiptir. Bunların alınımı ve akümülyasyon özellikleri, canlıların gıda zincirindeki yerlerine bağlı olarak geometrik oranlarda katlanarak yükselmektedir. Bunlar düşük dozlarda da olsalar kronik zehirlenmelere neden olmaktadır. Bu yüzden DDT ve türevlerinin birçok ülkede kullanılmaları yasaklanmıştır. DDT ve diğer pestisitler, alıcı organizmanın hemen hemen tüm doku ve organlarında biriktiği veya hematolojik parametrelerde önemli değişmelere neden olduğu bilinmektedir. Özellikle yağ dokusunda yüksek düzeylerde birikime eğilimli bu gibi maddeler, balık veya diğer organizmalar yeterli gıda bulamadıkları uzun dönemlerde vücut yağlarını yakarak enerji sağlamaktadırlar. Yağların yakılması esnasında serbest kalan pestisitler, balıkların dolaşım sistemine girerek ölümlere neden olmaktadır [13], [14]. Pestisitlerin sudaki çözünürlüğü ile balıklardaki birikimi arasında ters bir ilişkinin olduğu Tablo 3'de görülmektedir.

Tablo 3. Pestisitlerin sudaki çözünürlüğü ile birikimi arasındaki ilişki [5]

Pestisid	Sudaki çöz. (ppm)	Maksimum Birikim
Lindane	10	100 x
Toxaphene	3	10.000 x
Dieldrin	0.25	10.000 x
DDT	0.0012 - 0.037	100.000 - 1 milyon x
2,4-D	725	150 x

Uzun süre fiziksel ve kimyasal maddelerce strese maruz bırakılan balıklarda yaşama oranı ve büyümede düşme olabileceği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Sucul ortamlardaki doğal şartların değişmesine karşı, balıkların göstereceği davranış özellikleri; tepki ve denge bozukluğu eşikleri, patolojik dönem, kritik durumun başlaması ve sonuçta ölüm eşiği Şekil 1'de görüldüğü gibi ortaya çıkmaktadır.

başlaması ve sonuçta ölüm eşiği Şekil 1'de görüldüğü gibi ortaya çıkmaktadır. Kirletilmiş sucul ortamlardaki canlı grupları kendi hareket kabiliyetlerine göre bazı davranış özellikleri gösterirler. Balıklar böyle durumlarda ortamdan uzaklaşmak isterler. Balıkların bu gibi ortamlardan uzaklaşmaları her hangi bir sebeple engellenecek olursa, yukarıda bahsedilen patolojik ve kritik dönemler kısa bir süre içinde kendini göstermelidir [15].



Şekil 1. Balıklarının doğal şartlarının değişmesi ile oluşan tepki ve denge bozukluğu seviyeleri [5]

Günümüzde pestisitler içerisinde en yaygın olarak kullanılan sınıf, karbamat türü insektisitleridir. Organoklorlu ve organofosfat türü pestisitlere alternatif olarak

üretmişlerdir. Bunun nedeni yarılanma sürelerinin kısa oluşu ve rezidularının uzun süre ortamda bulunmayışıdır [16].

Organoklor ve organofosfor insektisitlere oranla çok daha az toksik olan karbamat insektisidleri de güçlü kolinesteraz inhibitörleridir. Karbamatlarla kolinesteraz arasındaki reaksiyon karbamilasyon şeklinde olmaktadır. Bu yüzden enzimlerden dekarbamilasyon şeklinde ayrılması kolay olmaktadır. Bu nedenle kümülatif etki sonucu kronik belirtiler diğer insektisidlerde olduğu gibi fazla gelişmez. Ağız ve deri yoluyla organizmaya giren karbamat bileşikleri bütün vücut organlarına dağılırlar. En fazla tutundukları yerler ise endokrin sistem organlarıdır [16], [17].

Karbamat bileşiklerinin metabolitleri organizmada SH-enzim gruplarıyla reaksiyona girerek metal şelatları oluşturdukları belirtilmektedir. Bu etkileriyle alfa-ketoglutaroksidaz, piruvatdehidrojenaz, süksindehidrojenaz, tirozinaz, sitokromlar ve krebs siklusunun enzim sistemlerini *invivo* ve *invitro* inhibe ederler. Bunun sonucu doku metabolizmasında değişme ve bozukluklara yolaçtıkları ileri sürülmektedir. Karbamat grubu insektisidlerin akut zehirlenme potansiyelleri içerisinde eridikleri solventin cinsine göre değişmektedir. Son yıllarda karbamat insektisidlerinin teratojenik ve kanserojenik etkileri, deney hayvanlarının yemlerine karbamat insektisidleri katılarak yapılan uzun süreli çalışmalar sonucu ortaya çıkmıştır [17].

Çevredeki diğer bir pestisidin mevcudiyetiyle, pestisidin tek başına olan toksisitesi artar veya azalır. Bleugill'lerle yapılan çalışmalarda bakır sülfatın karbaril ve parathion'da sinerji, fakat DDT ve Malathion'la antogonist etki yaptığı tespit edilmiştir [5].

Bölgemizde fındık kurdu ve benzeri haşerelere karşı çoğunlukla karbamat grubu insektisidler kullanılmaktadır. Klorlu ve fosforlu pestisidlere nazaran karbamatlı pestisidler daha düşük bir zehir etkisi göstermelerinden dolayı değişik böcek türleri üzerinde etkili olması, çevrede kolay parçalanması ve maliyeti düşük olduğundan dolayı karbamat insektisidlerin üretiminde artışa neden olmuştur [4]. Bu tür maddeler Agrovin 5, Hektavin, Karbavin, Kovin, Sevin, Mesurool gibi isimlerle ayrıca Bayer, Marshall vb. ticari kuruluşlarca piyasaya toz halinde ve sıvı olarak sürülmektedir.

T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü'nce yayınlanmış olan zirai mücadele teknik talimatlarında fındık kurdu vb. haşerelere karşı kullanılacak ilaçların ticari adları ve sırt atomizörü ile uygulanacak dozları Tablo 4'de gösterilmiştir [18].

Tablo 4. Fındık kurduna karşı kullanılan tarım ilaçları ve kullanım biçimleri
[18] (WP= Islana bilir toz formülasyonu, EC= Suda homejen dağılan sıvı formülasyonu)

İlacın adı	Formülasyon	Kullanılması gereken miktar (dekar)	100 lt. suya
Chlorpyrifos ethyl % 2	Toz		70 g
Carbaryl % 85	WP	150 g.	75 g
Carbaryl % 5	Toz	3 000 g.	
Methiocarb % 50	WP	150 g.	75 g
Methiocarb % 2	Toz	3000 g.	
Dioxacarbe % 50	WP	100 g.	50 g
Dioxacarbe % 3	Toz	3000 g.	
Promecarb % 50	WP	150 g	75 g
Promecarb % 5	Toz	3000 g	70 g
Furathiocarb 400 g/l	EC	100 ml	
Carbosulfan 250 g/l	EC	125 ml	
Carbosulfan % 2	Toz	3000 g	
Lambda cyhalothrin % 2	WP	100 g	

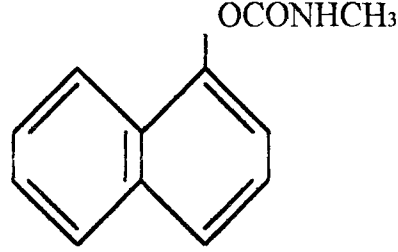
1995 yılı itibariyle 490000 dekarlık fındık alanının 281239 dekarlık kısmında 259642 kg ilaç kullanılmıştır. Tablo 5'de kullanılan ilaçların miktarları kg olarak gösterilmiştir [19].

Tablo 5. 1995 yılında Trabzon'da fındık kurdu ve benzeri haşerelere karşı kullanılan zirai mücadele ilaçları [19]

Ticari ismi	Aktif maddesi	Formülasyonu	Kullanılan miktar
Marshal 25	Carbosulfan	EC	13.873 kg
Bantrin 85	Carbaryl	WP	1.005 kg
Sevin 85	Carbaryl	WP	4.372 kg
Sevin 5	Carbaryl	Toz	55.884 kg
Hektavin 5	Carbaryl	Toz	31.995 kg
Mesurool 2	Methiocarb	Toz	25.800 kg
Mesurool 5	Methiocarb	WP	3.127 kg
Onkol 200	Benfuracarb	EC	360 kg
Marshal 2	Carbosulfan	Toz	122.331 kg
Agrovin 50	Carbaryl	WP	795 kg
Karate 5	Lambda-Cyhalothrin	EC	100 kg

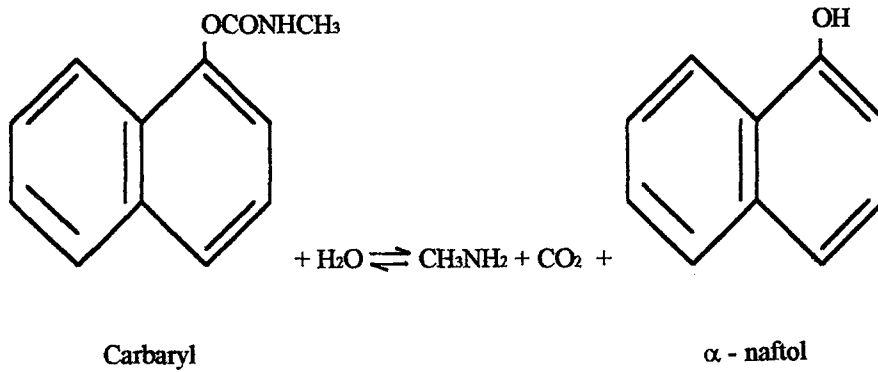
1.2 Deneyde Kullanılan Karbamat Grubu İsektisitlerin Özellikleri

1.2.1. Karbaril (Carbaryl)

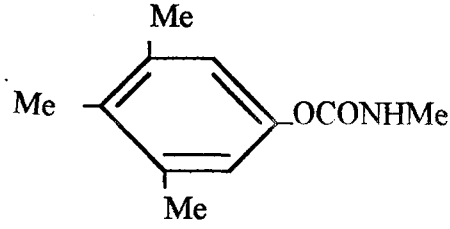


Karbaril, özel adı dışında; N-metil 1-naftil karbamat, 1-naftalenol metil karbamat, metil karbamik asit 1-naftil ester adlarıyla da bilinmektedir. 1957 yılında "Union Carbide Corporation" tarafından geliştirilmiştir. Sevin ticari ismiyle piyasaya sunulmuştur. İsektisit özelliği ilk defa Hatnes ve arkadaşları tarafından 1957 yılında açıklanmıştır [20].

Bu madde beyaz kristalli olup, kapalı formülü $C_{12}H_{11}NO_2$, molekül ağırlığı 201.2 g/mol ve erime noktası $142^{\circ}C$ dir. Buhar basıncı $25^{\circ}C$ de 4×10^{-5} mmHg dir. Sudaki çözünürlüğü $30^{\circ}C$ de 120 mg/l olup, polar organik çözücülerde kolay çözünür. Alkali ortamlarda kolayca hidroliz olur. Fakat nötr ve zayıf asidik ortamlarda süresiz olarak kararlıdır. Uzun süreli tesirli bir isektisittir. Piyasada bu madde ruhsatlı ilaçlar olarak şu adlarla satılmaktadır. Toz ilaçlar olarak: Gamonil %5, Hektavin, Korvin, Dust, Mitin 5(Naftil), Shell vetox %5, Bantrin 5, Bayer Carbaryl %5. WP ilaçlar: Gamonil %50, Hektavin 50, Korvin 50, Mitin 50, Bantrin 50, Gamonil %50, Hektavin 85, Korvin %85, Bantrin 85, Gamonil %85, Mitin 85 ve Sevimol R 4 vb. dir. Karbaril sulu ortamlarda kolayca hidroliz olarak; α -naftol, karbondioksit ve metilamine dönüşmektedir [20].

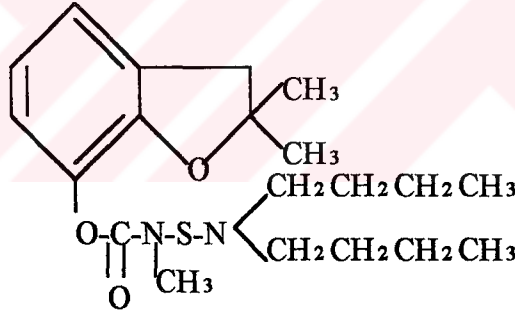


1.2.2. Metiyokarp (Methiocarb)



Yukarıda açık formülü verilmiş olan metiokarb'ın kimyasal adı " 4-metil tio-3.5-kşilil metil karbamat " tır. 1962 yılında Bayer Leverkusen tarafından Mesurol ve Draza ticari isimleriyle piyasaya çıkarılmıştır. Bu madde beyaz kristal şeklinde olup, kapalı formülü $C_{11}H_{15}NO_2S$, molekül ağırlığı 225.3g/mol ve erime noktası 117-118°C dir. Suda hemen hemen çözünmez, organik çözücülerin çoğunda çözünür, benzen veya ksilende rekristalize olur. Buhar basıncı oda sıcaklığından çok düşüktür. Alkali ortamlarda hidroliz olurlar. Piyasada ruhsatlı ilaçlar olarak şu adlarla bulunmaktadır: Mesurol Toz %2 ve Mesurol %50 WP'dir [4].

1.2.3. Karbosülfan (Carbosulfan)



FMC Corporation Pennsylvania / USA firmasının ürünü olan Karbosülfan'ın açık formülü yukarıda verilmiştir. 2,3 - dihydro - 2,2 - dimethyl -7 - benzofuranyl [(dibutylamino)] metil carbamate olarak bilinmektedir. 55285 - 14 - 8 kod nosu ile Marshal 25 EC ticari isimle piyasaya sürülmüştür [21].

1.3. Akut Toksikolojik Çalışmaların Genel Özellikleri

1.3.1. Akut Toksikolojik Çalışmaların Amacı

Her hangi bir nedenle doğal ortamlara giren bir veya birden fazla kirleticilerin, doğal ortamlarda yaşamını sürdüren organizma grupları üzerinde

etkilerinin belirlenmesiyle elde edilen verilerin paralelliğinde, doğal ortamlara verilecek atık ve atık suların deşarj kriterlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Biyo-deneyler 24, 48 ve 96 saatlik periyotlarda gerçekleştirilmektedir. Deneyler artan konsantrasyon serilerinde yürütülür. Denemelerin güvenilirliğini sağlamak için bir veya birden fazla kontrol grubu kullanılmaktadır. Bu çalışmaların tümü kontrollü laboratuvar koşullarında yürütülür. 96 saatlik periyotların sonunda organizmaların % 50'sini öldüren LC50 (letal konsantrasyon) değerleri farklı metodlarla belirlenir [22].

1.3.2. Akut Toksikolojik Test Tipleri

1.3.2.1. Kısa Dönemli Testler

Bu tip testler 48 veya 96 saatlik periyotlarda yürütülür. Bazı balık türleriyle yapılan denemelerde teknik yetersizlikler yüzünden 48 saatlik periyotlar tercih edilmektedir. Bunun gibi fitoplankton, zooplankton ve ekinodermata larvalarıyla yapılan çalışmalarda kısa dönemli testler tercih edilmektedir [22].

1.3.2.2. Uzun Dönemli Testler

Bu tip testler 7 gün ile birkaç aylık sürelerde gerçekleştirilir. Genellikle test süresince 24 saatte bir balıklar yenilir ve test solusyonları yenilir. Bu işlevler sırasında geçen süre deneyin yapılacağı maksimum süreye eklenir. Bu tip testlerde de kriter ölümdür. Bunlardan başka öldürücü olmayan konsantrasyonlarda yapılan çalışmalarda, kriter balıklarda büyüme oranları ve üremedir [22].

1.3.2.3. Statik Testler

Bu tip testler de kısa dönem testler içerisine girmektedir. Testler 96 saatlik periyotlarda yapılır ve test solusyonları değiştirilmez hava motorları ile devamlı hava verilerek çözünmüş oksijen düzeyleri sabit tutulmaya çalışılır [22].

1.3.2.4. Yenileme Suretiyle Yapılan Testler

Bu tip testlerin statik testlerden farkı 96 saatlik periyotlarda test solusyonları 24 saatte bir yenilir. Bu testler de kısa dönemli testlere girmektedir [22].

1.3.2.5. Sürekli Akım Testler

En karmaşık yapıya sahip test grubudur. Burada test solusyonu devamlı değişmektedir. Bu test tipinin tabiatından gelen zorluklar, yüksek hacimlerde su ihtiyacı ve bunların dağıtımını sağlayan karmaşık dağıtım sistemlerine, deneylerin yapılması için geniş alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. En önemlisi ise maliyetin çok yüksek oluşudur [22].

1.3.3. Akut Toksikolojik Deneylerin Sonuçlarını Etkileyen Faktörler

Akut toksikolojik deneylerde kullanılacak su nünunelerinin tedarik edildikleri kaynakların veya kirleticilerin verileceği su kaynaklarının fiziksel ve kimyasal parametreleri özellikle sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH ve sertlik olarak belirlenmelidir. Suların sıcaklık ve çözünmüş oksijen düzeyleri deneyde kullanılacak balık türüne göre seçilmeli, ılık su balıkları için sıcaklık $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ arasında, çözünmüş oksijen 4 mg/l'nin altına düşmemeli ve soğuk su balıkları için ise bu değerler $15\pm 1^{\circ}\text{C}$ ve 5 mg/l olmalıdır. Suların sertlik ve pH değerlerindeki ani değişimler deney sonuçlarında anormal farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu yüzden deneyler en az üçlü serilerde yürütülmelidir. Biyolojik parametreler açısından, balık büyüklüğü ve ağırlıkları önemlidir. Her balık türü farklı hayat dönemlerinde aynı toksik maddeye farklı duyarlılık göstermektedir. Genellikle akut ve kronik toksikolojik çalışmalarda balığın en hassas olduğu yavru dönemi tercih edilmektedir [22].

1.3.4. LC50 Değerlerinin Belirlenmesi

1.3.4.1. Aritmetik Grafik Metodu

Deney sonucunda, her konsantrasyonda canlı kalan balıkların yüzdeleri belirlenerek, grafik kağıtlarına konsantrasyonlara karşılık gelecek şekilde işaretlenir. Apsise (X) konsantrasyonlar ve ordinata (Y) yüzde canlı oranları yerleştirilir. Grafik kağıdı üzerinde işaretler birleştirilerek bir eğri oluşturulur. Y kenarındaki % 50 noktasından eğriye bir doğru çizilerek, eğriyi kestiği yerden X düzlemine bir dikme çizilir ve X düzlemini kestiği yerdeki değer okunarak LC50 değeri belirlenir [22].

1.3.4.2. Logaritmik Metot

Bu metot işlem açısından aritmetik metotla benzerlik göstermektedir. Buradaki en önemli fark yarı logaritmik grafik kağıtlarının kullanılmış olması ve konsantrasyonların logaritmaları alınarak grafik kağıdına yerleştirilmesinden ileri gelmektedir [22].

1.3.4.3. Probit Metot

Deney sonucunda elde edilen veriler, yüzde oranlara dönüştürülür ve probit grafik kağıtlarına Y eksenine yüzde ölüm değerleri, X eksenine konsantrasyonlar logaritmik olarak girilir. İşaretler birbirleriyle birleştirilerek bir eğri oluşturulur. Bu eğriden % 50 ölüm oranına karşılık gelen değer okunarak LC50 belirlenir. Bu metodun en önemli özelliği % 95 güven sınırı ve güven aralıklarının belirlenebilmesidir. Elde edilen eğriden LC84, LC50 ve LC16 değerleri okunarak aşağıdaki formülde yerine konularak eğim fonksiyonu (S) hesaplanır [22].

$$S = \frac{\frac{LC84}{LC50} + \frac{LC50}{LC16}}{2} \quad (1)$$

Eşitlik 1 kullanılarak elde edilen değerler eşitlik 2 de yerine konularak f_{LC50} değeri elde edilir.

$$f_{LC50} = S^{\frac{2.77}{\sqrt{N}}} \quad (2)$$

f_{LC50} = güven sınırı.

Üst ve alt güven sınırları ise f_{LC50} değerlerine bağlı olarak eşitlik 3 ve 4 den hesaplanır.

$$\text{Üst güven sınırı} = LC50 \times f_{LC50} \quad (3)$$

$$\text{Alt güven sınırı} = LC50 \times f_{LC50} \quad (4)$$

1.4. Deneyde Kullanılacak Balıkların Biyolojik Özellikleri

1.4.1. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)

Salmonidae familyasına ait olan Gökkuşığı Alabalığı, Kuzey Amerika kökenlidir. Bol oksijenli ve soğuk akarsu, kaynak suları ve göllerde yaşarlar. Beslenme açısından karnivor olup, cinsi olgunluğa 2 - 3 yaşlarında ulaşırlar ve üreme aralık - mayıs ayları boyunca sürer. Dişi damızlıklar 1 kg ağırlığa 1600 - 2000 yumurta verirler. Yumurtalar ortalama 310 gün-derecede çıkış yaparlar. Uygun kültür koşullarında 1 yılda 250 g canlı ağırlığına ulaşırlarken, maksimum 15 kg ağırlığa ve 150 cm boya ulaşabilirler. Deniz suyunda 3 sene içinde 8 - 10 kg ağırlığa çıkabilirler. Bu familyaya mensup olan balıklar genellikle ince uzun, iğ şeklinde olup, sırt yüzgeci ile kuyruk yüzgeci arasında bir yağ yüzgeci taşırlar. Renk değişken olup, ekseriye yeşilden kahve-yeşile kadar değişir. Yanlar daha açık, karın gümüş beyazlığındadır. Yan hat boyunca geniş kırmızı, pembe gökkuşığı renginde bir band bulunur. Erkeklerde bu renkler üreme mevsiminde daha belirgindir ve alt çeneleri uzatarak uç kısmı kanca şeklini alır. Türkiye'de bu balıkların tarımı 1969 yılından beri yapılmaktadır [23].

1.4.2. Lepistes Balıkları (*Poecilia reticulata*)

Lepistes balıkları Poeciliidae dişli sazanlar familyasına dahildir. Canlı doğuranlar grubunun en doğurgan türüdür. Erkek balıklar dişilere oranla daha kısadır. Kuyrukları yelpaze şeklinde olup göz alıcı renklere sahiptir. Erkek lepistesler anal yüzgecinin yanında gonopodium adı verilen üreme organına sahiptir. Üreme sıcaklığı 24 - 26°C'dir. Erkek lepistesler gonopodiumları sayesinde spermlerini bir kese içerisinde dişinin üreme organına aktarır. Dişi lepistes balıkları bu spermleri uzun süre muhafaza ederek ayda birkez ortalama 70 - 75 adet yavru verirler. Ortalama olarak yavru verimi dişi balıkların yaşına ve gelişme durumuna bağlıdır [24].

1.5. Önceki Yapılan Çalışmalar

Yapılan literatür araştırmasında genellikle karbamat grubu insektisitlerden karbaril'in letal ve sublethal dozlarında toksikolojik çalışmalar yapıldığı görülmüştür.

Eyyüp ve Mehmet [21], kültürü yapılmış insan lenfositlerinde Marshal ve etkin maddesi Carbosülfan'ın SCE, MI ve RI üzerindeki etkilerini araştırmışlardır.

Bu çalışma sonucu olarak Carbosülfan'ın DNA replikasyonunu ve mitoz bölünmeyi olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Gallo [25], *Lepistes (Poecilia reticulata)* ve Zebra balıkları (*Brachydanio rerio*) üzerine yaptığı Aldiocarp ve Carbaryl'in akut toksikolojik çalışmalarını yapmıştır. 96 saat sonunda elde edilen LC50 değerlerine göre *Lepistes* balıklarının, Zebra balıklarına göre daha hassas olduğunu ortaya koymuştur.

Thakur [26], *Channa punctatus*, *C. striatus* ve *Garra gotyla gotyla (G.g.g)* balıkları üzerine Carbaryl'in lekosit sayısına etkisini incelemiştir. *G.g.gotyla* türünün diğer *Channa Sp.* türlerine nazaran daha hassas olduğunu bildirmiştir. Thakur [27] Diğer bir çalışmasında BHC, Malathion ve Carbaryl'in toksikolojik çalışmalarını bu üç tür balık üzerinde denemiştir. 96 saat sonunda LC50 değerleri *C. punctatus* için sırayla 15, 17 ve 23 ppm *C.striatus* için 16.5, 17 ve 23 ppm ve *G.g.gotyla* türü için bu değerleri 5, 6 ve 12.5 ppm olarak belirlemiştir.

Pawar [28], *Cyprinus carpio communis* balıklarını embriyonik gelişiminde Carbofuran, BHC ve Fenitrothion pestisitlerin teratojenik ve toksikolojik etkilerini incelemiştir. Pestisit konsantrasyonlarındaki artışlara paralel olarak yavruların yumurtadan çıkış yüzdelerinde düşüşe neden olduğunu ileri sürmüştür. Fenitrothion'nun toksik ve teratojenik etkilerinin BHC ve Carbofuran'dan daha önemli olduğunu ortaya koymuştur.

Beyers ve ark. [29], Carbaryl, Sevin-4-oil ve Malathion insektisitlerinin Colorado Squafish (*Ptychocheilus lucius*) ve Bonytail (*Glia elegans*) türü balıkların üzerine 96 saatlik sürelerde akut toksikolojik çalışma yapmışlardır. Çalışma sonunda carbaryl'in etkisi; Squafish için 1.3mg/l. (1.23-1.40), Bonytail için ise 2.02mg/l. (1.78-2.25) olarak belirlenmiştir.

Key ve ark. [30], karbamat grubu insektisitlerden Fenoxycarb'ın kronik toksikolojik çalışmalarını Çalı Karidesi (*Palaemonetes pugio*) larvaları üzerinde 96 saatlik sürelerde denemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda LC50 değerini 0.92mg/l, ayrıca 24 günlük süreler için ise LC50 değerini 0.35mg/l olarak belirlemişlerdir.

Hota ve arkadaşları [31], *Channa punctatus* balığı üzerinde kilex-Carbaryl'in metabolik etkilerini incelemiştir. Karaciğerde protein düşüşüne, serbest amino asit düzeylerinde düşük bir artışa ve askorbik asit düzeylerinde düşüşe neden olduğunu ortaya koymuştur.

Ghosh ve arkadaşları [32], Carbaryl ve Metacid-50'nin *Channa punctatus* balıklarının karaciğer ve böbreklerindeki glutamin azalışına neden olduğunu belirlemiştir.

Sambasiva ve ark. [33], Carbaryl ve Phenthoate isimli iki farklı grubu insektisitlerin *Channa punctatus* balığının üzerinde denemeler yaparak asetilkolinesteraz (AhcE) düzeylerine etkilerini araştırmışlar. Sonuç olarak her iki

insektisitinde asetilkolinesteraz enzimini inhibe ettiğini, ayrıca her iki insektisit sinerji özelliği gösterdiklerini ortaya koymuşlardır.

Khillare [34], Endosülfan, Malation ve Carbaryl türü pestisitlerin *Puntius stigma* balıklarının üzerinde kronik toksikolojik çalışmalarda bulunmuştur. Bu çalışmalarda en yüksek mortaliteye % 10-40 oranlarında Endosülfan'da, en düşük mortalite ise % 10 oranında Carbaryl'de belirlemiştir.

Khillare [35], *Barbus stigma* balığı üzerine Endosülfan, Malation ve Sevin insektisitlerini sırasıyla 0.001930, 0.01950 ve 0.02105 ppm konsantrasyonlarına 96 saat maruz bırakmıştır. Bu süre sonunda balığın midesinde yapılan histolojik çalışmalarda doku deformasyonu ve epitel hücreleri arasında irtibatın kesildiğini belirlemiştir. Balıkların büyüme oranında ve yem alma düzeylerinde düşüslere neden olduğunu açıklamıştır.

Tripathi [36], Carbaryl'in ticari ve teknik formülasyonlarını karabalık *Clarias batrachus* 96 saat sürelerde maruz bırakarak LC50 değerlerini Spearman - karber yöntemiyle belirlemiştir. Ticari formülasyonda bu değerleri 162.60, 134.08, 123.36, 107.66 ppm olarak ve teknik formülasyonda ise bu değerleri 61.14, 53.65, 48.58 ve 46.88 ppm olarak belirlemiştir.

Naqvi [37], Thiodan 3EC Endosülfan, Security % 56.1 Malathion, Spartan 3.2EC Permethrin ve Sevin 5 Carbaryl insektisitleri *Gambusia affinis* üzerine toksik etkilerini araştırmıştır. LC50 değerlerini sırasıyla 1.3, 12, 0.2 ve 204 ppm. olarak belirlemiştir.

Almar [38], *Melanopsis du fouri* türü balığı üzerine beş pestisit 15, 22 ve 29°C'lerdeki toksik etkilerini araştırmıştır. Bu çalışmanın sonucunda Thiobencarb insektisitinin Carbaryl ve Trichlorfon'a göre daha düşük toksik etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur

Ramaswamy [39], *Sarotherodon mossambicus* balığı üzerine Carbaryl insektisitinin kandaki serbest amino asit düzeylerine etkilerini incelemiştir. Denemeleri 3 ve 25 ppm. konsantrasyonlarında gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak tüm peryotlarda serbest amino asit düzeylerinde düşüş olduğunu ileri sürmüştür.

Kırmız [12], Doğu Karadeniz Bölgesi'nde kullanılan bazı insektisitlerinin mikro ve makro organizmalara etkilerini araştırmıştır. Denemelerde Carbaryl % 5 Toz, Carbaryl % 85 WP ve Basudin 20 EM insektisitlerini kullanmıştır. Suda yaşayan üç metazoa üzerine uygulanan Carbaryl % 85 WP ve Basudin 20 EM için LD50 değerlerini *Palaemon sp.*, *Mugil sp.* ve *Nereis sp.* türleri için sırasıyla Carbaryl % 85 WP için 29 mg/l, 13.5 mg/l ve 24.2mg/l dir. Basudin 20 EM için ise 5.5 mg/l, 5.3 mg/l ve 5.6 mg/l olarak belirlemiştir.

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nde fındık kurdu ve diğer tarımsal zararlılara karşı yoğun olarak kullanılan karbamat grubu insektisitlerden Karbaril,

Metiyokarp ve Karbosulfan aktif kimyasal maddelerini içeren zirai mücadele ilaçlarının su canlıları üzerine potansiyel etkilerinin biodeneylerle tesbiti ve ilaçların hangi dozlardan itibaren zararlı olmaya başladığının saptanması amaçlanmıştır.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Gökkuşığı Alabalıklarının Temini ve Bakımı

K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi su ürünleri üretim ve araştırma istasyonundan tedarik edilen 3 yaşındaki 5 dişi ve 10 erkek damızlık balık kuluçkahaneye getirildi. Şubat - Nisan / 1996 tarihinde sağımı yapılan yumurtalar (1 dişi damızlığa, 2 erkek damızlık) erkek balığın sperm sıvısı ile plastik kaplar içerisinde dölleme yapıldı. Döllemeden sonra yumurtalar 10 - 20 dakika dinlenmeye bırakıldı. Bu sürelerin sonunda plastik kaplara temiz su alınarak yumurtalar elle hafifce karıştırılarak döllemeye katılamayan spermiler ortamdaki uzaklaştırıldı. Döllelenmiş ve su alarak mikofil deliği kapanmış yumurtalar çıkış yalıklarına yerleştirildiler. Ortalama 7°C su sıcaklığında 48 günde larva çıkışı gerçekleşti. Çıkıştan itibaren 10 - 20 gün içerisinde vitellüs kesesiyle beslenen larvalar bu sürenin sonunda serbest yüzmeye geçtiler. Bu dönem içerisinde fabrika üretimi olan 0 - 1 numaralı granüllü yavru yemleri, yavru balıkların 1 - 2g canlı ağırlığına ulaşabilmesi için günde 5 öğün olarak verilmeye devam edildi. Bu çalışmada 630 adet alabalık yavrusu kullanılmıştır.

2.1.2. Lepistes Balıklarının Temini ve Bakımı

Lepistes balıkları, özel bir akvaryum balık üreticisinden tedarik edildi. Lepistes balıklarını K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi laboratuvarına getirerek buradaki 50 litre su kapasitesine sahip cam akvaryumlara yerleştirildi. Akvaryumun su sıcaklığını 25°C'de sabit tutabilmek için termostatlı ısıtıcılar kullanıldı. Yavru balıkları diğer erişkin lepesteslerden korumak için akvaryumların tabanına rafya yerleştirildi. Yavru balıklar su yüzeyine çıkmaya başladıkları andan itibaren toru ince gözlü tülden yapılmış kepçelerle toplayarak diğer akvaryumlara aktarıldı. Bu akvaryumlarda 4 - 5 ay lepestes hazır toz yemleriyle günde iki öğün olarak ve ayrıca plankton laboratuvarında üretilen Su Piresi (*Daphnia sp.*) ile haftada bir kez beslendi. Bu çalışmada 630 adet lepestes balığı kullanılmıştır.

2.1.3. Toksik Maddenin Temini

T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Müdürlüğü'nün yayınlamış olduğu zirai mücadele teknik talimatlarından, fındık kurdu ve benzeri haşerelere karşı kullanılacak ruhsatlı ilaç listeleri temin edildi. Biz bu çalışmada Karadeniz Bölgesi'nde yoğun kullanım alanı bulan karbamat grubu insektisitlerden: Karbaril, Metiyokarp ve Karbosülfan aktif kimyasal maddelerine sahip zirai mücadele ilaçları piyasadan temin edildi.

2.1.4. Araştırmada Kullanılan Diğer Araç ve Gereçler

Alabalık yavrularının yumurta çıkışı için iki adet 1x1 m boyutlarındaki tablolardan yararlanıldı. Lepistes balıklarının büyütülmesinde ve yavru alımında çeşitli hacimlerdeki cam akvaryumlar kullanıldı. Alabalık yavruları ile yapılan toksikolojik çalışmalarda 40x25x25cm ebatlarındaki ve lepistes balıkları ile 20x25x25cm ebatlarındaki cam akvaryumlardan yararlanıldı. Her iki balıkla yapılan çalışmalarda ayrı ayrı 21 adet cam akvaryum kullanıldı. Akvaryumların havalandırılması, 40 akvaryuma hava verme gücüne sahip akvaryum pompası kullanıldı. Akvaryum sularının sıcaklıkları termostatlı ısıtıcılarla kontrol altında tutuldu. Muhtelif boy ve hacimdeki cam malzeme kullanıldı. Balık canlı ağırlıklarının tartılmasında 0.0001 hassasiyette ve toksik maddelerin tartımlarında ise 0.00001 hassasiyette teraziler kullanıldı. Balık boylarının ölçümlerinde ± 1 mm hassasiyetli *Von Bayer* teknesinden yararlanıldı.

2.2. Metod

2.2.1. Çevresel Parametrelerin Ölçülmesi

2.2.1.1. Sıcaklık ve Çözünmüş Oksijen

Test kaplarındaki solusyonların ve balıkların kültürlerinin yapılmasında kullanılan suların sıcaklığı ve çözünmüş oksijen değerleri YSI B 51 model oksijen metre ile 0.1mg/l'lik hassasiyetle ölçüldü.

2.2.1.2. Toplam Sertlik

Toplam sertlik belirlenmesinde, EDTA titrasyon metodu kullanıldı. 50 ml örnek numune alınarak erlene koyuldu. Bunun üzerine 1 ml $\text{NH}_4\text{Cl-NH}_3$ tampon çözeltisi ve bir miktar Eriochrome-black, T indikatörü eklendi. Erlenekteki bu karışım 0.02N EDTA çözeltisi ile titre edilerek (rengin pembeden meviye dönmesi) sarf edilen EDTA miktarı belirlendi. Eşitlik 5'de yerine konularak hesaplandı [40].

$$\text{Top. Sert.} = \frac{S * 1000}{\text{Örnek}} \quad (5)$$

S : EDTA Sarfiyatı

1000 : Sabit

2.2.1.3. Toplam Alkalinite

100 ml örnek erlene alınarak üzerine 3 damla fenolftaleyn indikatörü ve 3 damla metiloranj indikatörü ilave edildi. Önceden hazırlanmış olan 0.02N sülfürik asit (H_2SO_4) ile titre edilerek sarf edilen H_2SO_4 miktarı belirlendi ve eşitlik 6'da yerine konularak hesaplandı [40].

$$\text{Top. Alka.} = \frac{S * f * N * 50}{\text{Örnek}} * 1000 \quad (6)$$

S : Asit Sarfiyatı

f : Faktör

N : Normalite

1000 : Sabit

2.2.1.4. pH Ölçümü

Seyreltme ve balık kültürlerinin yapılmasında kullanılan suların pH değerlerinin ölçülmesinde Orion Research Model 230 pH - metre kullanılmıştır.

Çalışmalarımız süresince sıcaklık devamlı, pH ve çözünmüş oksijen değerleri günde bir defa, toplam sertlik ve alkalinite ise deney süresince bir defa ölçülmüştür.

2.2.2. Test Tipi

Her iki balıkla yapılan akut toksikolojik çalışmalar 96 saatlik sürelerde gerçekleştirildi. Çalışmada statik test yöntemleri kullanıldı. Test süresince solusyonlar değiştirilmedi ve devamlı dışardan test solusyonuna hava verildi. Bu test yöntemi kısa süreli olması ve hızlı sonuç vermesinden dolayı tercih edilmiştir [22].

2.2.3. Test Organizmasının Seçimi

Deney metodolojisi ile ilgili olarak kullanılan balık seçimi kısaca atık suların verildiği ortamların doğal balıklar, ekonomik değeri olan balıklar ve standart tür balıklar olmak üzere üç farklı grupta ele alınmaktadır. Bu çalışmada standart balık türlerinden Salmonidae familyasına bağlı gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ile Poecilidae familyasına bağlı lepistes balıkları (*Poecilia reticulata*) kullanıldı. Laboratuvar şartlarına uyum sağlamaları, iyi yem alabilmeleri ve döl alımında zorlukların çıkmayışı bu balıkların seçilmesinde önemli rol oynamıştır [22].

2.2.4. Test Solüsyonlarının Hazırlanması

Esas deneylerde kullanılacak konsantrasyonlarının ön deneylerinde 5, 6 farklı konsantrasyon serileri yapıldı. Bu serilerin herbirine 3'er balık konularak 24 saat'lık sürelerde balıkların ölüp ölmediği belirlendi. Böylelikle gerçek toksik konsantrasyon aralıkları ortaya konulmuş oldu [41], [42].

Bu çalışmada, Karbaril, Metiyokarp ve Karbosülfan aktif kimyasal maddesine sahip karbamat grubu insektisitler her iki balık grubu için aynı konsantrasyonlar uygulandı. İnsektisitlerin üzerlerine 10 ml'lik etanol (organik çözücü) ilave edildikten sonra denemelerde kullanıldı. Gökkuşuğu alabalık yavruları için hazırlanan konsantrasyonlar (Tablo 6): Karbaril'den 20 mg, 36 mg, 64 mg, 112 mg ve 200 mg tartılarak 20 litreye tamamlandı. Metiyokarp'dan 112 mg, 200 mg, 360 mg, 640 mg ve 1120 mg tartılarak 20 litreye tamamlandı. Karbosülfan'dan ilk önce 250 mg/1000 ml'lik stok hazırlandı. Bu stoktan sırasıyla 10 ml, 50 ml, 100 ml, 500 ml ve 1000 ml alınarak 20 litreye tamamlandı.

Lepistes balıkları için bu değerler sırasıyla aşağıda verilmiştir. Karbaril'den 5 mg, 9 mg, 16 mg, 28 mg ve 50 mg tartılarak 5 litreye tamamlanmıştır. Metiyokarp'dan 28 mg, 50 mg, 90 mg, 160 mg ve 280 mg olarak tartılıp 5 litreye tamamlanmıştır. Karbosülfan'dan ilk etapta 250 mg/l stok çözeltisi hazırlandı. Bu

stoktan sırasıyla 2.5 ml, 12.5 ml, 25 ml, 125 ml ve 250 ml alınarak 5 litreye tamamlandı (Tablo 6).

Tablo 6. Akut toksikolojik çalışmalarda kullanılan konsantrasyonlar

Sevin % 85 WP	Mesurool % 50 WP	Marshal 25 EC
Kontrol	Kontrol	Kontrol
Kont.+Alkol	Kont.+Alkol	Kont.+Alkol
1.0 mg/l	5.6 mg/l	0.125 mg/l
1.8 mg/l	10 mg/l	0.625 mg/l
3.2 mg/l	18 mg/l	1.250 mg/l
5.6 mg/l	32 mg/l	6.250 mg/l
10 mg/l	56 mg/l	12.500 mg/l

2.2.5. Akut Toksikolojik Çalışmalarda Kullanılacak Suların Özellikleri

Deneylerde kullanılacak organizmalarının kültürlerinin yapılmasında ve test konsantrasyon suların hazırlanmasında kullanılacak suların; yerleşim yerlerinden uzak, sanayi atık sularından etkilenmeyen ve tarımsal alanlarından uzak her türlü yüzey suları ve kaynak suları kullanılabilir. Bu çalışmada kaynak ve akarsulardan yararlanıldı. Toksikolojik çalışmalarda kullanılacak suların özellikleri Tablo 7'de verilmiştir [40], [42], [43]. Bu çalışmada kullanılan suların özellikleri: Soğuk su için sıcaklık 15°C, çözülmüş oksijen 9.40 mg/l, ph 7.40, sertlik 99 mg/l (CaCO₃) dır. Ilık su için ise sırasıyla 20°C, 8.95 mg/l, pH 7.3, 108 mg/l (CaCO₃) olarak belirlenmiştir. Tablo 7'de verilmiş olan sınır değerleri arasındadır.

Tablo 7. Akut toksikolojik çalışmalarda kullanılacak sularda aranan özellikleri

Parametre	Sınır Değerleri
pH	6 - 8.9 ± 0.4 (Opt. 7)
Çöz. Oksijen	Soğuk Su Balıkları İçin ≥ 6 mg/l Ilık Su Balıkları İçin ≥ 4 mg/l
Sıcaklık	Soğuk Su Balık. İçin 12 - 15 ± 1°C Ilık Su Balık. İçin 20 - 25 ± 1°C
Sertlik	40 - 200 mg/l (CaCo ₃)
Amonyak	< 20 µg/l

2.2.6. Veri Analizi

Çalışmalarda elde edilen verilerin ANOVA (Varyans) analizleri ve grafiklerin çizilmesinde Minitab ve Qpro paket programlarından yararlanıldı. LC50 değerleri Probit yöntemiyle % 95 güven sınırlarında paket programla hesaplandı [22].



3. BULGULAR

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde özellikle fındık kurdu ve benzeri haşerelere karşı kullanılmakta olan Karbaril, Metiyokarp ve Karbosülfan aktif maddesine sahip karbamat grubu insektisitlerin akut toksikolojik çalışmaları, laboratuvar ortamında gökkuşağı alabalık yavruları (*Oncorhynchus mykiss*) ve lepistes (*Poecilia reticulata*) olmak üzere iki farklı tür balık üzerinde kullanıldı. Deneyler üç tekrarlı olarak yürütüldü, her tekrarda kontrol (temiz su), kontrol (temiz su + etanol) ve 5 farklı konsantrasyon grupları oluşturuldu. Her balık için üç insektisit, her insektisit için toplam 210 adet balık kullanıldı.

3.1. Gökkuşağı Alabalığı Yavruları (*Oncorhynchus mykiss*) İle Yapılan Deneysel Çalışmalar

Akut toksikolojik çalışmalarda Karbaril % 85 WP, Metiyokarp % 50 WP ve Karbosülfan 25 EC aktif kimyasal maddelerine sahip insektisitler kullanıldı. Deneyde kullanılan üç farklı insektisit farklı konsantrasyonlarında zamanla öldürme oranları arasındaki ilişkinin önemli olduğu görülmüştür ($P<0.05$). Gökkuşağı alabalık yavruları ile sürdürülen bu çalışmalar Tablo 8'de verilen çevresel koşullarda gerçekleştirildi.

Tablo 8. Gökkuşağı alabalığı yavruları ile yürütülen akut toksikolojik çalışmalarda bazı çevresel parametrelerin ortalama±sd değerleri

Parametre	Karbaril	Metiyokarp	Karbosülfan
Sıcaklık (°C)	15.50±0.820	15.33±1.140	15.00±0.816
Oksijen (mg/l)	9.40±0.115	9.40±0.153	9.43±0.125
pH	7.40±0.200	7.40±0.200	7.20±0.240
Sertlik (mg/l)	99.00±5.290	99.00±5.290	99.00±5.290
Alkanilite (mg/l)	87.00±3.000	87.00±3.000	87.00±3.000

3.1.1. Karbaril % 85 WP'nin Gökkuşağı Alabalığı Yavruları İle Yapılan Deneysel Çalışmalar

Karbaril ile yapılan deney sonuçları Tablo 9'da verilmiştir. Deneyin ilk yarım saat içerisinde balıklarda gözle görülen davranış bozuklukları, yüzme aktivitesinde

düşüşler, solunumda hızlanma, göğüs yüzgeçlerinin tabanında şişme ve ilerki saatlerde felç ve sonuçta ölüm olayı görülmüştür. Gökkuşuğu alabalık yavruları ile yapılan çalışmalarda kontrol grublarının her üç tekrarlarında da balık ölümleri görülmemiştir. Bu çalışmalarda kullanılan balık ortalama ağırlığı ve ortalama boy uzunlukları sırasıyla 1.927 (± 4.71) g ve 5.11 (± 0.620) cm olarak belirlenmiştir.

Tablo 9. Karbaril % 85 WP'nin 96 saatlik periyotlarında gökkuşuğu alabalık yavrularında görülen ölüm oranları

Kon. (ppm)	Denek sayısı (n)	96 Saat'lik Periyotlarda Balıklarda Görülen Ölüm Oranları (adet)																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	24	36	48	60	72	84	96
Tekrar 1																				
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	5	6	6	7	8	9
1.8	10	0	0	0	1	1	3	4	4	6	7	8	10	10	10	10	10	10	10	10
3.2	10	0	0	2	3	6	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
5.6	10	0	1	2	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
10	10	1	2	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tekrar 2																				
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	4	5	7	7	8	9
1.8	10	0	0	0	1	2	3	4	4	7	7	8	10	10	10	10	10	10	10	10
3.2	10	0	1	2	2	5	7	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
5.6	10	0	2	5	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
10	10	1	4	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tekrar 3																				
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	4	6	7	8	9	10
1.8	10	0	0	0	0	1	1	2	4	7	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10
3.2	10	0	0	1	4	5	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
5.6	10	0	1	3	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
10	10	0	2	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

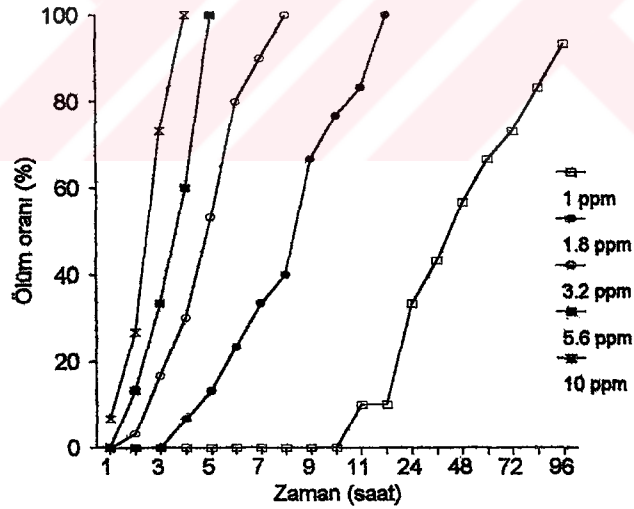
Tablo 9'a bakıldığında 10 ppm'lik konsantrasyona maruz bırakılan balıkların %6.67 (± 4.71)'si birinci saat içinde ölmüşken, 4. saatte balıkların tümü ölmüştür. 5.6 ppm'lik konsantrasyonuna maruz bırakılan balıklarda ilk ölüm olayı 2. saatte % 13.33 (± 4.71)'lik düzeylerde gerçekleşmiş ve 5. saatin sonunda ise balıkların tümü ölmüştür. 3.2 ppm'lik konsantrasyona maruz bırakılan balıklarda ilk ölüm %3.33 (± 4.71)'lik düzeylerde 2.saat içerisinde gerçekleşmiştir. Bu konsantrasyondaki balıkların tümü 8. saatin sonunda ölmüştür. 1.8 ppm'lik konsantrasyonlar için ilk ölüm 4. saat içinde %6.67 (± 4.71)'lik oranlarda görülürken, 12. saatin sonunda balıkların tümü ölmüştür. Bu deney için en düşük konsantrasyon olan 1 ppm'de ilk balık ölümleri %10 (± 0.00)'lük oranlarında görülürken, 96. saatin sonunda balıkların %93.33 (± 4.71)'lik büyük bir kısmı ölmüştür. Tablo 9' daki verilerden LC50 değerleri probit yöntemiyle hesaplandı. Bu çalışma için elde edilen üç tekrar için hesaplanan LC50 değerleri arasında önemli bir farkın olmadığı belirlendi. Hesaplanan LC50 değerleri Tablo 10 da verildi. Deney sonunda 1 ppm'lik konsantrasyona maruz kalan balıkların sadece %6.67'si canlı kalmıştır. Farklı

konsantrasyonlarda balık ölümü ile süresi arasındaki doğru bir oranın olduğu ve birbirlerine paralellik arz ettikleri Şekil 2'de görülmektedir.

Tablo 10. Karbaril % 85 WP'nin gökkuşuğu alabalık yavruları için hesaplanan LC50 değerleri

Zaman (saat)	LC50 (1)	LC50 (2)	LC50 (3)
1	*	*	*
2	*	*	*
3	8.574 (5.866-65.934)	6.265 (4.140-11.307)	8.093 (5.963-16.796)
4	4.999 (3.701-7.012)	4.720 (3.577-6.313)	4.415 (2.280-6.196)
5	3.231 (2.388-4.230)	3.163 (2.225-4.219)	3.412 (2.555-4.459)
6	2.267 (1.131-3.109)	2.581 (1.495-3.527)	2.891
7	2.013 (0.659-2.880)	2.013 (0.659-2.880)	2.503 (1.551-3.342)
8	1.870 (0.479-2.693)	1.870 (0.479-2.693)	1.870 (0.479-2.693)
11	1.628	1.628	1.376
12	1.349	1.349	1.349
24	0.915 (0.107-1.511)	1.091	1.091
36	+	0.915 (0.107-1.511)	0.915 (0.107-1.511)

* Elde edilen ölüm oranlarının % 50'nin altında olduğundan LC50 değerleri hesaplanamadı
 +Elde edilen ölüm oranlarının %50'nin üzerinde olduğundan LC50 değerleri hesaplanamadı



Şekil 2. Karbaril % 85 WP 'nin gökkuşuğu alabalık yavruları üzerinde farklı konsantrasyonları için yüzde ölüm oranları

3.1.2. Metiyokarp % 50 WP'nin Gökkuşığı Alabalık Yavruları İle Yapılan Deneysel Çalışmaları

Bu çalışmada kullanılan gökkuşığı alabalık yavrularının ortalama olarak ağırlık ve boy uzunlukları sırasıyla 2.023 (± 0.06) g ve 5.68 (± 0.56) cm olarak ölçüldü. Metiyokarp ile yapılan toksikolojik çalışmalarda çevresel parametreler sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH ve sertlik olarak Tablo 8'de verilmiştir. Toksikolojik çalışmalarda metiyokarp'ın 5.6 ppm, 10 ppm, 18 ppm, 32 ppm ve 56 ppm'lik konsantrasyonları kullanıldı. Metiyokarp ile yapılan deney sonuçları Tablo 11'de verilmiştir. Bu çalışmanın ilk yarım saatlik bölümünde toksik maddelerin konsantrasyon düzeylerine bağlı olarak yüzme aktivitelerinde düşme, yan yatma, ani sıçrama gibi davranış bozuklukları görülmeye başlanmıştır.

Tablo 11. Metiyokarp %50 WP'nin 96 saatlik periyotlarında gökkuşığı alabalık yavrularında görülen ölüm oranları

Kon. (ppm)	Denek sayısı (n)	96 saat'lık periyotlarda balıklarda görülen ölüm oranları (adet)																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	24	36	48	60	72	84	96
Tekrar 1																				
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	5	7	9	
10	10	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	5	6	6	10	10	10	10
18	10	0	0	0	1	1	2	3	7	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
32	10	0	3	6	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
56	10	4	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tekrar 2																				
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	7	8	
10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	5	6	7	10	10	10	10
18	10	0	0	0	1	2	2	3	7	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
32	10	0	4	7	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
56	10	3	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tekrar 3																				
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	6	8	
10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	4	5	6	10	10	10	10	10
18	10	0	0	0	1	1	1	2	6	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
32	10	0	3	4	5	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
56	10	3	7	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Tablo 11'e bakıldığında en yüksek konsantrasyon olan 56 ppm'de 1. saat içerisinde balıkların %33.33 (± 4.72)'si ölmüştür. Bu gruptaki balıkların tümü 6 saat

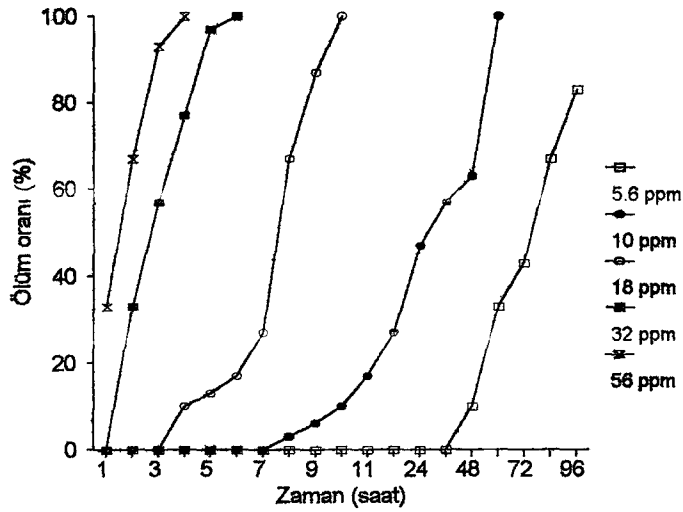
sonra ölmüştür. 32 ppm'de ilk ölüm olayı 2. saatte %33.33 (± 4.72)'lik oranlarda gerçekleşmiş ve 6. saatin sonunda balıkların tümü ölmüştür. 18 ppm'lik konsantrasyonlara maruz bırakılan balıklarda ilk ölüm 4. saatte %10 (± 0.00) olarak gözlenmiştir. 8. saatte balıkların %66.67 (± 4.71)'si ve 10 saat içerisinde bu gruptaki balıkların tümü ölmüştür. 10 ppm'lik konsantrasyona maruz bırakılan balıklarda %3.33 (± 4.71)'lik ilk ölüm oranları 8. saatte gerçekleşirken, 24 saat içinde balıkların %46.67 (± 4.71)'si ve 60. saatin sonunda ise balıkların tümü ölmüştür. Bu çalışmadaki en düşük konsantrasyon olan 5.6 ppm de ilk balık ölümleri 48. saatte %10 (± 0.00)'luk düzeylerde gerçekleşti. Bu gruptaki balıkların % 83.33 (± 4.71)'si 96 saat sonra ölmüştür. Deney sonunda 5.6 ppm'lik konsantrasyonda sadece balıkların %16.67'lik kısmı yaşamını sürdürebilmiş diğer konsantrasyondaki balıkların tümü ölmüştür. Metiyokarp'ın bu üç tekrarlı denemelerinden elde edilen ölüm oranlarına bağlı olarak LC50 değerleri hesaplandı. Üç tekrarlı olarak hesaplanan LC50 değerleri arasında yapılan istatistiki analizin sonucuna göre önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Probit yöntemiyle hesaplanan LC50 değerleri Tablo 12'de verilmiştir. Metiyokarp %50 WP'nin farklı konsantrasyonlardaki balık ölümlerinin zamanla doğru orantılı olduğu ve birbirlerine paralellik arz ettiği Şekil 3'de görülmektedir.

Tablo 12. Metiyokarp %50 WP'nin gökkuşuğu alabalık yavruları için hesaplanan LC 50 değerleri

Zaman (h)	LC50 (1)	LC50 (2)	LC50 (3)
3	*	*	*
4	28.433 (21.5292-35.543)	28.433 (21.529-35.543)	35.028 (26.157-44.029)
5	26.837	24.661 (18.054-31.491)	28.433 (21.529-35.543)
6	24.661 (18.054-31.491)	24.661	26.837
7	22.718 (15.005-29.490)	22.718 (15.005-29.490)	24.661 (18.054-31.491)
8	17.549 (12.621-23.367)	*	*
9	15.535	15.535	*
10	15.164	15.164	15.164
11	13.278	13.278	15.164
12	13.278	13.278	11.902 (5.343-16.670)
24	10.432 (2.772-15.330)	11.902 (5.343-16.670)	10.432 (2.772-15.330)
36	+	+	+
48	10.465 (6.983-14.406)	10.465 (6.983-14.406)	10.465 (6.983-14.406)
60	5.020 (0.527-8.466)	6.010 (1.548-9.324)	6.010 (1.548-9.324)
72	+	5.020 (0.527-8.466)	5.020 (0.527-8.466)

* Elde edilen ölüm oranlarının % 50'nin altında olmasından LC50 değerleri hesaplanamadı.

+ Elde edilen ölüm oranlarının % 50'nin üstünde olmasından LC50 değerleri hesaplanamadı.



Şekil 3. Metiyokarp %50 WP'nin gökkuşuğu alabalık yavruları üzerinde farklı konsantrasyonları için yüzde ölüm oranları

3.1.3. Karbosülfan 25 EC'nin Gökkuşuğu Alabalığı Yavruları İle Yapılan Deneysel Çalışmalar

Karbosülfan 25 EC ile yapılan akut toksikolojik çalışmanın yürütüldüğü test solüsyonlarının çevresel parametreleri sıcaklık, çözülmüş oksijen, pH ve sertlik olarak ölçüm değerleri Tablo 8'de verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan gökkuşuğu alabalık yavrularının ortalama olarak ağırlık ve boyları sırasıyla $2.031(\pm 0.015)$ g ve $5.74 (\pm 0.059)$ cm olarak ölçülmüştür. Gökkuşuğu alabalık yavruları ile 96 saat sürelerde sürdürülen deney sonuçları Tablo 13'de verilmiştir. Bu çalışmada 12.5 ppm, 6.25 ppm, 1.25 ppm, 0.625 ppm ve 0.125 ppm'lik konsantrasyonlar kullanılmıştır. Karbosülfan ile yapılan çalışmaların ilk 10 - 15. dakikalarında konsantrasyon düzeylerine bağlı olarak yüzme aktivitesinde düşme, hızlı solunum ve diğer davranış bozuklukları görülmüştür.

Tablo 13'e bakıldığında en büyük konsantrasyon olan 12.5 ppm'de balık ölümleri 1. saatte %50 (± 0.00)'lik oranda görülmeye başlandı ve 3. saatin sonunda balıkların tamamı öldü. 6.25 ppm'lik konsantrasyonlarına maruz bırakılan balıklarda ise %6.93 (± 3.35)'lük oranlarda ilk 1. saat içinde ölümler görülürken, 5. saatin sonunda balıkların tamamı ölmüştür. 1.25 ppm'lik konsantrasyona maruz bırakılan balıklarda ilk ölüm olayı 3. saatte %13.33 (± 4.71)'lik oranlarda tespit edilirken, 24. saatta bu oran %70 (± 0.00) düzeyine ve 48. saatin sonunda ise balıkların tamamı ölmüştür. 0.625 ppm'lik konsantrasyonda 4. saatte %3.33 (± 4.71)'lik oranlarda ilk balık ölümlerine rastlanırken 24. saatta %36.67 (± 4.71), 48. saatte %76.67 (± 4.71)'si ve 96. saatin sonunda balıkların tamamı ölmüştür.

Tablo 13. Karbosülfan 25 EC'nin 96 saatlik periyotlarda gökkuşuğu alabalık yavrularında görülen ölüm oranları

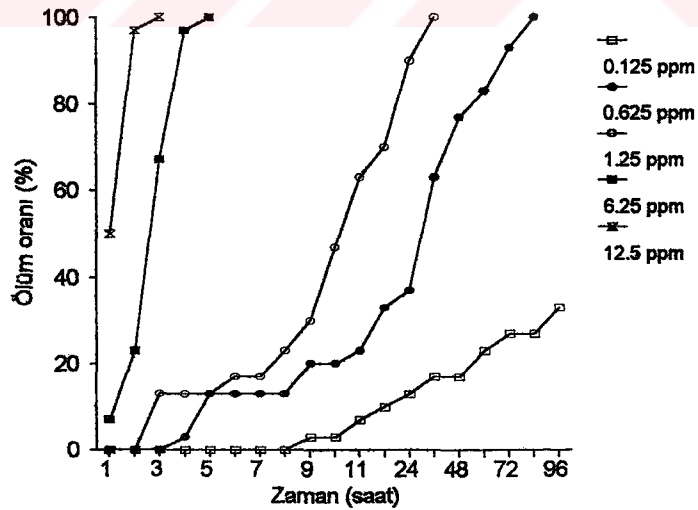
Kon. (ppm)	Balık sayısı (n)	96 saatlik periyotlarda balıklarda görülen ölüm oranları (adet)																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	24	36	48	60	72	84	96
Tekrar 1																				
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.125	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4
0.625	10	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3	6	7	8	9	10	10
1.25	10	0	0	1	1	1	1	1	2	3	6	6	7	7	9	10	10	10	10	10
6.25	10	1	3	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
12.5	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tekrar 2																				
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.125	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3
0.625	10	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	4	4	7	8	9	10	10	10
1.25	10	0	0	2	2	2	2	2	3	3	4	6	6	7	10	10	10	10	10	10
6.25	10	1	2	6	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
12.5	10	5	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tekrar 3																				
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.125	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3
0.625	10	0	0	0	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	6	8	8	9	10	10
1.25	10	0	0	1	1	1	2	2	2	3	4	5	6	7	8	10	10	10	10	10
6.25	10	0	2	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
12.5	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Bu çalışma için en düşük konsantrasyon olan 0.125 ppm'de balık ölümleri 9. saatte % 3.33 (± 4.71) olarak gerçekleşirken, 24. saatte %13.33 (± 4.71), 48. saatte % 16.67 (± 4.71) ve 96. saatin sonunda ise % 33.33 (± 4.71) olarak gerçekleşti. Deneilerin sonucuna baktığımızda 0.125 ppm 'lik test solusyonuna sahip test kabı hariç diğer konsantrasyonlardaki balıkların tümü ölmüştür. Üç seri olarak yapılan deneylerin sonucunda elde edilen verilerden LC50 değerleri probit yöntemiyle hesaplandı. Hesaplanan bu LC50 değerleri arasında yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre seriler arasında önemli bir farkın olmadığı belirlendi. Probit yöntemiyle hesaplanan LC50 değerleri Tablo 14'de verilmiştir. Karbosülfan 25 EC'nin farklı konsantrasyonlarındaki balık ölümlerinin zamanla doğru orantılı olduğu ve bir birlerine göre paralellik arz ettiği Şekil 4'de görülmektedir.

Tablo 14. Karbosülfan 25 EC'nin gökkuşuğu alabalık yavruları için hesaplanan LC50 Değerleri

Zaman (h)	LC50 (1)	LC50 (2)	LC50 (3)
1	*	*	*
2	*	*	*
3	4.371 (2.231-6.847)	4.019 (1.850-7.110)	4.371 (2.231-6.847)
4	3.093 (1.709-4.921)	2.543 (1.316-4.235)	2.795 (1.713-4.562)
5	2.795 (1.713-4.562)	2.466 (1.513-4.117)	2.407 (1.441-4.078)
6	2.795 (1.713-4.562)	2.466 (1.513-4.117)	2.161 (1.273-3.711)
7	2.795 (1.713-4.562)	2.466 (1.513-4.117)	2.161 (1.273-3.711)
8	2.466 (1.513-4.117)	2.202 (1.339-3.737)	2.161 (1.273-3.711)
9	2.002 (1.139-3.544)	1.942 (1.118-3.372)	1.714 (0.907-3.049)
10	1.460 (0.804-2.616)	1.742 (0.973-3.052)	1.533 (0.769-2.746)
11	1.303 (0.695-2.368)	1.397 (0.708-2.477)	1.293 (0.675-2.385)
12	1.171 (0.619-2.129)	1.035 (0.516-1.932)	1.035 (0.516-1.932)
24	0.879 (0.394-1.716)	0.929 (0.458-1.728)	0.929 (0.458-1.728)
36	0.476 (0.170-0.947)	0.460 (0.110-0.862)	0.535 (0.195-1.072)
48	0.370 (0.118-0.736)	0.403	0.321 (0.092-0.646)
60	0.249 (0.044-0.545)	0.278 (0.070-0.566)	0.278 (0.070-0.566)
72	0.211 (0.030-0.474)	0.239	0.179 (0.019-0.411)
84	0.179 (0.019-0.411)	0.239	0.179 (0.019-0.411)
96	0.126 (0.003-0.338)	0.179 (0.019-0.411)	0.179 (0.019-0.411)

* Elde edilen ölüm oranları %50'nin altında olduğu için LC50 değerleri hesaplanamadı



Şekil 4. Karbosülfan 25 EC'nin gökkuşuğu alabalık yavruları üzerinde farklı konsantrasyonları için yüzde ölüm oranları

3.2. Lepistes Balıkları (*Poecilia reticulata*) İle Yapılan Deneysel Çalışmalar

Lepistes balığı ile yapılan 96 saatlik periyotlar için akut toksikolojik çalışmalarda Karbaril, Metiyokarp ve Karbosülfan isimli karbamat grubu insektisitler kullanıldı. Deneyde kullanılan tüm toksik maddelerin zamanla öldürme oranları arasındaki ilişkinin çok önemli olduğu istatistik analizlerle belirlendi ($P<0.05$). Bu çalışmaların yürütüldüğü test solusyonlarının sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH ve sertlik olarak ölçülen parametreleri Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15. Lepistes balığı ile yürütülen akut toksikolojik çalışmalarda bazı çevresel parametrelerin ortalama \pm sd değerleri

Parametre	Karbaril	Metiyokarp	Karbosülfan
Sıcaklık (°C)	20.00 \pm 0.000	20.00 \pm 1.000	19.50 \pm 0.410
Oksijen (mg/l)	8.83 \pm 0.094	8.73 \pm 0.125	9.30 \pm 0.163
pH	7.70 \pm 0.163	7.01 \pm 0.074	7.23 \pm 0.130
Sertlik (mg/l)	108.00 \pm 18.580	108.00 \pm 18.580	108.00 \pm 18.580
Alkalinite (mg/l)	81.67 \pm 2.082	81.67 \pm 2.082	81.67 \pm 2.082

3.2.1. Karbaril % 85 WP'nin Lepistes Balıkları İle Yapılan Deneysel Çalışmaları

Lepistes balıkları ile yapılan çalışmalar için ortam koşulları sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, sertlik ve alkalinite olarak Tablo 15'de verilmiştir. denemelerde kullanılan balıkların ortalama ağırlık ve boy uzunluğu sırasıyla 0.507 (± 0.030) g ve 3.507 (± 0.148) cm olarak belirlenmiştir. Karbaril %85 WP'nin farklı konsantrasyonları için bulunan deney sonuçları Tablo 16'da verilmiştir. Deneyin ilk yarım saati içerisinde konsantrasyonlara bağlı olarak farklı zaman diliminde balıklarda bazı davranış bozuklukları, yüzme aktivitesi kaybetmesi, solunumun hızlanması, deri mukoz salgısında artış, kusma, özellikle çift yüzgeçlerin tabanlarında şişme, ilerki safhalarda kısmi felç ve 96. saatin sonuna doğru ölümler görülmüştür. Üç paralel olarak yürütülen bu çalışmalardaki her iki kontrol grubunda da ölüm görülmemiştir.

Tablo 16'ya bakıldığında en yüksek konsantrasyonun 10 ppm olduğu, en düşük konsantrasyonun ise 1 ppm olduğu görülmektedir. 10 ppm'de bulunan balıklarda ilk ölüm 2. saatte %6.67 (± 4.71)'lik oranlarda gözlenirken, 3. saatte %43.33 (± 4.71)'ü ve 11. saatin sonunda balıkların tamamı ölmüştür.

Tablo 16. Karbaril % 85 WP'nin 96 saatlik periyotlarda lepestes balıklarında görülen ölüm oranları.

Kon. (ppm)	Balık sayısı (n)	96 saatlik periyotlarda balıklarda görülen ölüm oranları (adet)																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	24	36	48	60	72	84	96
Tekrar 1																				
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
1.8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	3	3	4	7
3.2	10	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	5	5	5	6	8
5.6	10	0	0	3	5	5	7	7	7	7	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10
10	10	0	1	5	7	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tekrar 2																				
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1.8	10	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	6
3.2	10	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	4	5	8
5.6	10	0	1	3	5	5	7	7	7	7	7	7	7	8	9	10	10	10	10	10
10	10	0	1	4	6	7	8	8	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tekrar 3																				
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1.8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	4	6
3.2	10	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4	5	6	7
5.6	10	0	0	2	4	5	6	6	6	6	6	6	6	9	9	10	10	10	10	10
10	10	0	0	4	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

5.6 ppm'de ilk ölüm %3.33 (± 4.71)'lik oranlarda 2. saatte ortaya çıkarken, %50 (± 0.00)'si 5. saatin sonunda ve balıkların tamamı ise 48. saatin sonunda ölmüştür. 10 ppm ve 5.6 ppm'lik konsantrasyonlarda balık ölümleri 2. saatte raslamasına rağmen yüzdeleri açısından ve balıkların tamamının öldüğü saatler arasında oldukça önemli farkın olduğu (Tablo 16) görülmektedir. 3.2 ppm'lik konsantrasyonuna maruz bırakılan balıklarda ilk ölümler %3.33 (± 4.71)'lik oranlarda 3. saatlerde görülmüştür. 84. saatte %56.67 (± 4.71)'si ve 96. saatin sonunda ise % 76.67 (± 4.71)'si ölmüştür. 1.8 ppm de 7. saatte %3.33 (± 4.71)'lük oranlarda ilk ölümler görülmeye başlanmıştır. 96. saatin sonunda ise balıkların % 63.33 (± 4.71)'lik kısmı ölmüştür. Bu çalışma için en düşük konsantrasyon olan 1 ppm'de 84. saatte ilk balık ölümleri %3.33 (± 4.71)'lik oranlarda gerçekleşirken, 96. saatin sonunda balıkların % 16.67 (± 4.71)'si ölmüştür. Üç paralel olarak sürdürülen deneme sonuçlarına göre LC50 değerleri probit yöntemiyle hesaplandı (Tablo17). LC50 degerleri arasında istatistiki açıdan önemli bir farkın olmadığı belirlendi. Karbaril % 85 WP'nin farklı konsantrasyonlarındaki balık ölümleri ile zaman

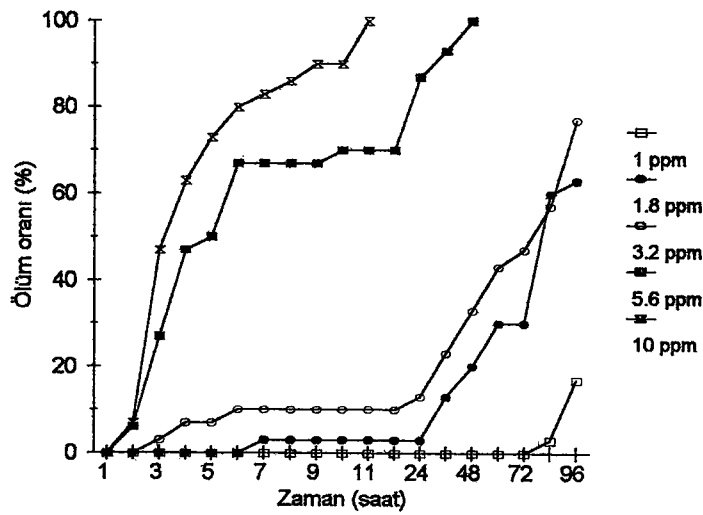
arasında doğru bir oranın olduğu ve birbirlerine paralellik arz ettikleri Şekil 5'den görülmektedir.

Tablo 17. Karbaril % 85 WP'nin lepistes balıkları için hesaplanan LC50 değerleri

Zaman (h)	LC50 (1)	LC50 (2)	LC50 (3)
1	*	*	*
2	*	*	*
3	*	*	*
4	7.201 (5.121-14.180)	*	8.542 (5.942-42.793)
5	6.626 (4.873-10.091)	*	7.201 (5.121-14.180)
6	5.903 (4.169-8.688)	5.903 (4.169-8.688)	6.257 (4.519-9.376)
7	5.543 (4.114-7.459)	5.903 (4.169-8.688)	6.257 (4.519-9.376)
8	5.543 (4.114-7.459)	5.903 (4.169-8.688)	5.852 (4.392-7.929)
9	+	5.545 (4.114-7.459)	5.852 (4.392-7.929)
10	5.254 (3.848-7.014)	5.210 (4.059-6.678)	5.482 (4.277-7.046)
11	4.951 (3.854-6.326)	5.210 (4.059-6.678)	5.482 (4.277-7.046)
12	4.951 (3.854-6.326)	5.210 (4.059-6.678)	5.482 (4.277-7.046)
24	4.702 (3.665-5.983)	4.618 (3.367-6.000)	4.702 (3.665-5.983)
36	3.533 (2.579-4.699)	4.013 (3.040-5.274)	4.475 (3.462-5.804)
48	2.922 (1.864-3.983)	3.533 (2.579-4.699)	4.008 (3.093-5.184)
60	2.922 (1.864-3.983)	3.101 (2.052-4.224)	3.101 (2.052-4.224)
72	2.922 (1.864-3.983)	3.101 (2.052-4.224)	2.922 (1.864-3.983)
84	2.600 (1.843-3.566)	2.742 (1.946-3.780)	2.600 (1.843-3.566)
96	1.756 (1.005-2.502)	1.886 (1.147-2.662)	2.180 (1.461-3.020)

* Elde edilen ölüm oranları % 50'nin altında olduğundan LC50 değeri hesaplanamadı.

+ Elde edilen ölüm oranları % 50'nin üstünde olduğundan LC50 değeri hesaplanamadı.



Şekil 5. Karbaril % 85 WP'nin lepistes balıkları üzerinde farklı konsantrasyonları için yüzde ölüm oranları.

3.2.2. Metiyokarp % 50 WP'nin Lepistes Balıkları İle Yapılan Deneysel Çalışmaları

Bu çalışmada test kaplarındaki solusyonların sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH ve sertlik değerleri Tablo 15'de verilmiştir. Metiyokarp % 50 WP'nin 5.6 ppm, 10 ppm, 18 ppm, 32 ppm ve 56 ppm'lik konsantrasyonları kullanıldı. Her konsantrasyon için üç paralel çalışıldı. Bu çalışma için kullanılan Lepistes balıklarının ortalama ağırlık ve boy uzunlukları sırasıyla 0.496 (± 0.03) g ve 3.56 (± 0.115) cm olarak belirlendi. Metiyokarp'ın farklı konsantrasyonları için elde edilen veriler Tablo 18'de verilmiştir. Deneyin ilk saatlerinde balıklarda davranış bozuklukları, yüzme aktivitelerini kaybetmeleri, hızlı solunum, kusma, deriden mukoz salgısının artması, yüzgeçlerin tabanlarında şişme ve sonuçta ölüm görülmüştür.

Tablo 18'e bakıldığında diğer çalışmaların tümünde olduğu gibi her iki kontrol grubunda da balık ölümleri görülmemiştir. Bu çalışmada kullanılan en yüksek konsantrasyon 56 ppm ve en düşük konsantrasyon ise 5.6 ppm dir. 56 ppm'lik konsantrasyonlara maruz bırakılan balıklarda ilk ölümler 2. saatte %16.67 (± 4.71)'lik oranlarda görülmeye başlanmıştır. 7. saatin sonunda balıkların tamamı ölmüştür. 32 ppm'lik konsantrasyonlarda ölümler ilk 1. saat içinde %10 (± 0.00)'luk oranlarda gerçekleşirken, 10. saatin sonunda balıkların tümü ölmüştür. 18 ppm'lik konsantrasyonlarda ilk ölümler 2. saatin içinde % 3.33 (± 4.71) düzeyinde gerçekleşirken, 6. saatte balıkların %53.33 (± 4.71)'i ve 11. saatin sonunda balıkların tamamı ölmüştür. 10 ppm konsantrasyonuna maruz bırakılan balıklarda ilk ölümler 1. saatte %3.33 (± 4.71)'lik oranlarda gerçekleşmiştir. 7. saatte balıkların %50 (± 8.165)'i ve 24 saat sonunda balıkların tamamı ölmüştür. 5.6 ppm'lik konsantrasyonlarda ilk balık ölümleri % 6.67 (± 4.71)'lik oranlarda 4. saatte gerçekleşirken, balıkların %50 (± 8.165)'si 12. saatte ve balıkların tamamı ise 48. saatin içinde ölmüştür. Metiyokarp % 50 WP'nin üç paralel olarak sürdürülen deneylerin sonucunda elde edilen verilerden probit yöntemiyle LC50 değerleri hesaplandı (Tablo19). Üç paralel olarak hesaplanan LC50 değerler arasında istatistik açıdan önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Şekil 6'ya bakıldığında Metiyokarp % 50 WP'nin farklı konsantrasyonları için yüzde balık ölümlerinin zamanla doğru orantılı olduğu ve birbirleriyle paralellik arz ettikleri görülmektedir.

Tablo 18. Metiyokarp % 50 WP'nin 96 saatlik periyotlarda lepistes balıklarında görülen ölüm oranları

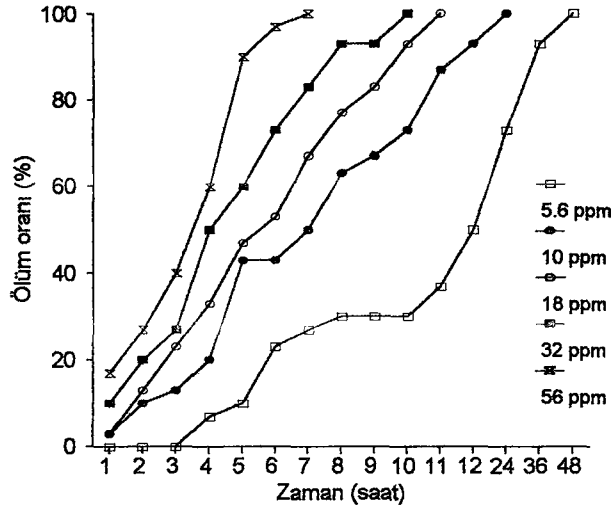
kon. (ppm)	Balık sayısı (n)	96 saatlik periyotlarda balıklarda görülen ölüm otanları (adet)																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	24	36	48	60	72	84	96
Tekrar 1																				
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.6	10	0	0	0	0	0	1	2	3	3	3	3	4	7	9	10	10	10	10	10
10	10	0	0	1	1	4	4	5	6	7	7	9	9	10	10	10	10	10	10	10
18	10	0	1	2	2	4	5	7	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10
32	10	1	2	3	4	5	7	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
56	10	2	3	4	6	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tekrar 2																				
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.6	10	0	0	0	1	3	3	3	3	3	3	4	6	8	10	10	10	10	10	10
10	10	1	2	2	3	5	5	6	7	7	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10
18	10	1	2	3	5	5	6	7	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
32	10	1	2	3	6	7	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
56	10	2	3	4	6	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tekrar 3																				
Kontrol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.6	10	0	0	0	1	2	3	3	3	3	3	4	5	7	9	10	10	10	10	10
10	10	0	1	1	1	4	4	4	6	6	7	8	9	10	10	10	10	10	10	10
18	10	0	1	2	3	5	5	6	7	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10
32	10	1	2	2	5	6	7	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
56	10	1	2	4	6	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Tablo 19. Metiyokarp % 50 WP'nin lepistes balıkları için hesaplanan LC 50 değerleri.

Zaman (h)	LC50 (1)	LC50 (2)	LC50 (3)
3	*	*	*
4	31.981 (18.119-15.000)	42.972 (25.211-256.389)	48.452 (31.197-280.706)
5	16.976 (4.896-49.111)	19.992 (11.363-38.901)	23.628 (7.310-72.102)
6	13.422 (5.524-23.431)	15.785 (8.641-26.358)	18.403 (12.373-27.554)
7	10.504 (5.007-16.049)	13.848 (7.703-21.593)	13.247 (7.753-19.880)
8	8.795 (4.146-13.028)	10.504 (5.007-16.049)	9.874 (4.629-14.963)
9	8.331 (3.933-12.214)	9.025 (4.720-13.052)	9.026 (3.650-13.938)
10	7.256 (3.047-10.700)	7.915 (3.768-11.459)	8.331(3.933-12.214)
11	5.697 (1.097-9.120)	6.320 (1.721-9.824)	6.666 (2.327-9.974)
12	+	+	5.697 (1.097-9.120)

* Ölüm oranları % 50'nin altında olmasından dolayı LC50 değerleri hesaplanamadı

+ Ölüm oranları % 50'nin üzerinde olmasından dolayı LC50 değerleri hesaplanamadı



Şekil 6. Metiyokarp % 50 WP'nin lepistes balıkları üzerinde farklı konsantrasyonları için yüzde ölüm oranları

3.2.3. Karbosülfan 25 EC'nin Lepistes Balıkları İle Yapılan Deneysel Çalışmaları

Lepistes balıkları ile yapılan akut toksikolojik çalışmalarda test solusyonlarının sıcaklık, çözülmüş oksijen, pH ve sertlik olarak ölçülen veriler Tablo 15'de verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan balıkların ortalama ağırlık ve boy uzunlukları sırasıyla 0.477 (± 0.052) g ve 3.354 (± 0.05) cm olarak ölçülmüştür. Karbosülfan 25 EC ile yapılan deneme sonuçları Tablo 20'de verilmiştir. Akut toksikolojik çalışmaların ilk 10 ve 20. dakikalarda farklı konsantrasyonlar için zamana bağlı olarak balıklarda davranış bozuklukları, yüzme aktivitelerini kaybetme, solunum hızlanması, çift yüzgeçlerin tabanında şişme, kusma, deriden mukoz salgısında artma, kısmi felç ilerki aşamalarda ölümle sonuçlanmıştır.

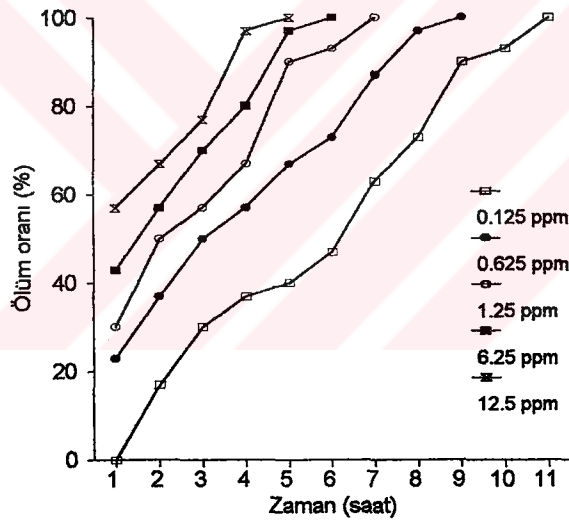
Tablo 20'ye bakıldığında kontrol ve etanol kontrol gruplarında 96 saat içinde ölüme rastlanmadı. 12.5 ppm'lik konsantrasyonlarda ilk ölüm 1. saat içinde %56.67 (± 4.71)'lik oranlarda gerçekleşirken, 5. saatin sonunda balıkların tamamı ölmüştür. 6.25 ppm'de ilk ölüm 1. saatte %43.33 (± 4.71) oranında gerçekleşirken, 3. saatte %70 (± 0.00)'lik bölümü ve 6. saatin sonunda ise balıkların tamamı ölmüştür. 1.25 ppm'lik konsantrasyonlardaki balıklarda ilk ölüm 1. saatte %30 (± 0.00)'lük oranlarda gerçekleşirken, 2. saatte balıkların % 50 (± 0.00)'si ve 7. saatin sonunda balıkların tamamı ölmüştür. 0.650 ppm'lik konsantrasyonlarda ilk ölüm %23.33 (± 4.71)'lük oranlarda 1. saatte balıkların %50 (± 0.00)'si ve 9. saatin sonunda balıkların tümü ölmüştür. İlk 4 konsantrasyonda balık ölümleri 1. saatte rastlamıştır. Bu konsantrasyonlardaki ölüm yüzdelerine baktığımızda farkı görebilmekteyiz. İlk

Tablo 21. Karbosulfan 25 EC'nin lepistes balıkları için hesaplanan LC50 değerleri

Zaman (h)	LC50 (1)	LC50 (2)	LC50 (3)
1	11.784	*	8.715 (2.852- ...)
2	4.571 (1.179-1087.779)	4.294 (1.251-158.988)	3.032 (0.7-113.564)
3	1.353 (0.001-133.434)	1.369 (0.125-10.395)	1.125 (0.061-7.041)
4	0.422 (0.025-1.239)	0.975 (0.124-3.604)	0.399 (0.044-1.049)
5	0.344 (0.033-0.905)	0.247 (0.029-0.599)	0.219 (0.024-0.525)
6	0.247 (0.029-0.599)	+	+

* Ölüm oranları % 50'nin altında olmasından dolayı LC50 değerleri hesaplanamadı

+ Ölüm oranları % 50'nin üzerinde olmasından dolayı LC50 değerleri hesaplanamadı



Şekil 7. Karbosulfan 25 EC'nin lepistes balıkları üzerinde farklı konsantrasyonları için yüzde ölüm oranları

4. İRDELEME

Bu araştırmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde fındık kurdu ile zirai mücadelede yoğun olarak kullanılan Karbaril, Metiyokarp ve Karbosülfan aktif maddesine sahip karbamat grubu insektisitler, gökkuşağı alabalık yavruları (*Oncorhynchus mykiss*) ve lepistes balıkları (*Poecilia reticulata*) üzerine 96 saatlik peryotlarda maruz bırakılarak %50'sinin ölümüne neden olan LC50 değerleri belirlenmiştir.

Her üç toksik maddenin farklı konsantrasyonlarındaki zamanla ölüm oranları arasında ilişkinin önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Karbaril, metiyokarp ve karbosülfan ile yapılan çalışmalarda ilk yarım saat içinde konsantrasyonlara bağlı olarak davranış bozuklukları, yüzme aktivitesinde düşüşler, solunumda hızlanma, deride mukoz salgısında artma, göğüs yüzgeçlerinin tabanında şişme ve ilerki saatlerde ise ölüm olayı görülmüştür. Üç paralel olarak çalışılan kontrol gruplarındaki (Su, Su + 10ml. Etanol) balıklarda 96 saat içerisinde ölüm görülmemiştir.

Her insektisit için hesaplanan LC50 değerleri arasında ilişkinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Gökkuşağı alabalık yavruları için hesaplanan LC50 değerleri: Karbaril için LC50 (36saat) değeri 0.915 mg/l (0.107-1.511), metiyokarp için LC50 (72 saat) değeri 5.020 mg/l (0.527-8.466) ve karbosülfan için LC50 (96 saat) değeri 0.179 mg/l (0.019-0.411) olarak belirlenmiştir. Gökkuşağı alabalık yavrularına bu üç insektisit için etki sırası: Karbosülfan > Karbaril > Metiyokarp olarak belirlenmiştir. Lepistes balıkları için hesaplanan LC50 değerleri: Karbaril için LC50 (96 saat) değeri 2.180 mg/l (1.461-3.020), Metiyokarp için LC50 (12 saat) değeri 5.697 mg/l ve Karbosülfan için LC50 (6 saat) değeri 0.247mg/l (0.029-0.599) olarak belirlenmiştir. Bu üç insektisit için lepistes balıklarına etki sırası: Karbosülfan > Karbaril > Metiyokarp olarak belirlenmiştir.

Yapılan literatür araştırmalarında genellikle karbamat grubu insektisitlerden karbaril'in letal ve sub-letal dozlarında toksikolojik çalışmalarının yoğun olduğu görülmüştür. Ülkemizde pestisitler üzerine yapılan çalışmalar, yabancı bilim adamlarının çalışmalarına oranla az sayıda veya yetersiz kalmaktadır.. Karbaril'in %50'sinin 3-4 gün içinde alkali ortamlarda hidrolize olarak parçalanmaktadır. pH'ın yüksek olması durumunda 15 dakika gibi kısa bir sürede yarısının parçalandığı belirtilmektedir [44]. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin iklim şartları karbaril türevi

ilaçların kolayca hidroliz olmasına uygundur. Mevcut fındık bahçelerinde kullanılan tarım ilaçlarının miktarı dikkate alındığında (Tablo 5), çevre kirliliği açısından önemli sorunların ortaya çıkacağı aşıkardır. Karbarilin hidrolizi sonucu oluşan α -naftol'da ileriye yönelik uzun vadelerde çevre kirliliğini gündeme getirecektir. Avrupa ülkelerinde içme suları için toplam pestisit düzeyleri 0.5 $\mu\text{g/l}$ olarak tolere edilirken, Türkiye'de karbaril'nin alıcı ortamlara ait düzeyleri 1.3 $\mu\text{g/l}$ olarak önerilmiştir. Trabzon ili Şana, Yomra, Harmanlı ve Arsin derelerinde ve bu derelerin denize döküldüğü yerlere yakın ve sahile 1km uzaklıktaki mesafelerden alınan örneklerde yapılan çalışmalarda karbaril'in türevi olan α -naftol düzeyleri; derelerde 3.84-145.79 mg/l ve denizlerde ise 4.44-100.46 mg/l olarak belirlemiştir [4]. Bu ölçülen değerler, tolere edilen değerlerin yüzlerce kat üzerine çıktığını göstermektedir. Balık ve balıkla beslenen canlılar üzerinde yapılan çalışmalarda karbaril'in LC50 (24 saat) değerini 1.75-4.25 mg/l olarak belirlenmiştir [4].

Zirai mücadele ilaçları ve diğer toksik maddelerle yapılan biyo-deneylede sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH ve sertlik gibi kimyasal ve fiziksel şartlarla beraber, balığın türü, yaşı ve büyüklüğü gibi biyolojik parametrelerdeki farklılıklar deneyin sonucuna yansımaktadır. Organofosfatlı insektisitler yüksek sıcaklık, tuzluluk ve düşük pH'ın ölüm oranlarını yüksek seviyelere çıkarttığı ve bazı organoklorlu insektisitler ise 20°C'de, pH<7 ile pH>9'da ve geniş tuzluluk oranlarında toksik özelliklerinin artacağı vurgulanmaktadır [10].

Gallo [25] karbaril ve aldiyokarp insektisitlerinin etkilerini lepistes (*Poecilia reticulata*) ve zebra (*Brachydanio rerio*) balıkları üzerinde gerçekleştirdiği toksikolojik çalışmaların sonucunda lepistes balıklarının, zebra balıklarından daha hassas olduğunu ortaya koyarak, balık türlerinin aynı toksik maddeye farklı düzeylerde tepki gösterebileceğini ileri sürmüştür. Bluegill (*Lepomis macrochirus*) balıklarıyla yapılan akut toksikolojik çalışmalarda LC50 (96 saat) değerini yumuşak sularda 72 mg/l ve sert sularda ise 140 mg/l olarak belirlemiştir. Suların sertlik değerlerinin toksikolojik çalışmalar için önemli olduğunu göstermektedir [45].

Schuurman [46] dichlorves insektisitinin alabalıklar üzerinedeki toksikolojik çalışmasında LC50 (24 saat) değerlerini 0.5 mg/l olarak belirlemiştir. Deney süresinin uzatılması bu toksik maddenin etkisini arttıracığını söylemiştir. Kırmızı [12] karbaril'in 2.5 mg/l'lik kansantrasyonlarına maruz bırakılan deniz canlılarından *Nereis sp.*, *Palaemon sp.* ve *Mugil sp.* türleriyle yapılan toksikolojik çalışmalarda 108, 110 ve 130 dakika gibi kısa bir sürede her üç organizmanın %100'nün ölümüne neden olmuştur.

Thakur [26] karbaril'in *Channa punctatus*, *C. striatus* ve *Garra gotyla gotyla* balıkları üzerinde LC50 (96 saat) değerlerini 23, 23 ve 12.5mg/l olarak belirlemiştir. Beyers ve ark. [29] karbaril'in *Ptychocherilus lucius* ve *Glia elegans* balıkları

üzerinde LC50 (96 saat) değerlerini 1.3 mg/l (1.23-1.40) ve 2.02 mg/l (1.78-2.25) olarak belirlemiştir. Key ve ark. [30] karbamat türü insektisitlerden fenoxycarb'ın çalı karidesi (*Palaemonetes pugio*) üzerindeki LC50 (96 saat) değerlerini 0.92 mg/l ve LC50 (24 gün) değerlerini ise 0.35 mg/l. olarak belirlemişlerdir. Sastry ve ark. [47] karbaril'in *Channa punctatus* üzerinde LC50 (96 saat) değerlerini 10.5 mg/l. ve LC50 (120 gün) değerlerini ise 1.05 mg/l olarak belirlemiştir.

Bundan önceki toksikolojik çalışmalarda kullanılan balık türü, yaşı, ağırlık ve uzunluklarının farklı olması, test solusyonlarının fiziksel ve kimyasal yönden farklılık göstermesi, sonuç açısından benzerlik göstermesine rağmen karşılaştırma yapılamamıştır.



5. SONUÇ

Bu çalışmada, gökkuşığı alabalık yavrusu (*Oncorhynchus mykiss*) ve lepistes balıkları (*Poecilia reticulata*) üzerinde, karbamat grubu üç farklı insektisit in akut toksikolojik çalışmaları 96 saatlik periyotlarda yürütüldü. Bu toksik maddelerin balıkların % 50'sinin ölümüne neden olan LC50 (letal konsantrasyon) değerleri hesaplandı. Bu LC50 değerlerine bağlı olarak, balıkların etkilenme sırası ve toksik maddelerin etkileme sıraları belirlenmiştir.

Deney süresince her iki kontrol grubundaki (Su, Su+10ml Etanol) balıklarda ölümün görülmemesi, biyo-deneylede kullanılan balıkların sağlıklı olduğunu göstermektedir.

Gökkuşığı yavrularıyla (2.0176±0.05 g, 5.626±0.383 cm, N=630) yapılan akut toksikolojik çalışmalarda karbaril (1ppm), metiyokarp (5.6ppm) ve karbosülfan'ın (0.125 ppm) endüşük konsantrasyonlarında ölüm oranları sırasıyla %93.33±4.71(96 saat), %83.33±4.71(96 saat) ve % 33.33±4.71(96 saat) düzeyinde gerçekleşmiştir. Lepistes balıklarında (0.494±0.034 g, 3.53±0.135 cm, N= 360) ölüm oranları sırasıyla %16.67±4.71(96 saat), %100±0.00 (48 saat) ve %100±0.00 (11 saat) olarak gerçekleşmiştir. Her iki balık türü için, bu üç toksik maddenin zamana bağlı olarak farklı konsantrasyonlarında ölüm oranları arasında önemli farkın olduğu belirlenmiştir (P<0.05).

Deney sonucunda balık ölüm oranlarına bağlı olarak belirlenen LC50 değerlerine göre, her üç insektisit in balıkları etkileme sırası: Karbosülfan > Karbaril > Metiyokarp olarak belirlendi.

Her iki balık ile gerçekleştirilen deneylerin sonunda elde edilen verilerin birbirleri ile paralel oldukları görülmüştür. Balıkların etkilenme sırası ise:

Karbosülfan : Lepistes > Gökkuşığı alabalık yavrusu

Karbaril : Gökkuşığı alabalık yavrusu > Lepistes

Metiyokarp : Lepistes > Gökkuşığı alabalık yavrusu

olarak gerçekleşmiştir. Lepistes balıklarının daha hassas olduğu görüldü. Her iki balık ile yaptığımız laboratuvar çalışmaların sonucunda balık ölüm oranları göstermiştir ki bu gibi zirai mücadele ilaçlarının en düşük dozları bile sucul ortamlardaki canlıların tümü için tehlike oluşturmaktadır.

6. ÖNERİLER

Fındık tarımında çok yoğun bir şekilde kullanılan karbamat grubu insektisitlerin, organo klorlu ve organo fosfatlı insektisitlere nazaran düşük zehir etkisi göstermesi, geniş böcek cinsleri üzerinde etkili olması ve nisbeten ucuz bir şekilde elde edilmesi bu ilaçların cazibesini ve üretimini arttırmaktadır. Gelişi güzel tüketildikleri için doğadaki miktarları istenmeyen seviyelere çıkmaktadır.

Bu gibi insektisitler alkali ortamlarda kolayca hidroliz olmalarına rağmen, nötr ve zayıf asidik ortamlarda süresiz olarak kalırlar. Zirai mücadele ilaçları herhangi bir ortamda kullanılmadan önce toprağın özeliği incelenmelidir.

Toz şeklindeki ilaçlar WP ve EC formülasyonundaki ilaçlara göre suda daha az çözüldükleri için, Wp ve EC türü ilaçlar tercih edilmelidir.

Karbaril ve türevi ilaçlar doğal ortamda, hava sıcaklığı ve toprağın nemlilik durumuna bağlı olarak α -naftola parçalanır. α - naftol, karbarile göre ortamda daha uzun süre parçalanmadan kalabilmektedir. Bu madde toprakta ve sucul ortamlarda giderek artan oranlarda birikmekte ve biyolojik birikime neden olmaktadır. Bu yüzden α -naftol içinde akut ve kronik toksikolojik araştırmalar yapılmalıdır.

Bir yüksek lisans çalışması niteliğinde olan bu araştırma kısıtlı sürede ve imkanlarda yapılmak zorunda olduğundan, uzun süreli çalışmalar yapılamamıştır. Bu yüzden balıklarda uzun dönemlerde histolojik ve fizyolojik çalışmalara girilememiştir.

7. KAYNAKLAR

1. Çanakçıoğlu, G., Orman Entomolojisi, Genel Bölüm, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 382, İstanbul, 1993.
2. Öztürk, S., Özge, N., *Bitki Koruma İlaçları*, Eser Matbaası, Ankara, 1978.
3. Özdemir, M., Uyanık, A., Zirai Mücadele İlacı Karbaril'in Çevredeki Kalıntı Durumunun İncelenmesi, 1. Ulaslararası Çevre Koruma Sempozyumu, Çevre Kirliliği ve Kontrolü, İkinci Cilt, Editör, Ayvaz, Z., Ege Üniversitesi, 1991, İzmir, Bildiriler, 49-57.
4. Demirbaş, A., Fındık Meyvesi ve Civar Akarsularında Bulunan Tarım İlacı Karbaril'in Hidroliz Ürünlerinin Tayini ve Çevreye Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1995.
5. Yaramaz, Ö., Çevre ve Su Kirliliği, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 42, İzmir, 1992.
6. Halstead, W.B., Toxicity of Marine Organisms Caused by Pollutants, Marine Popullation and Sea life, General Editor, Ruvo, M., F.A.O., Rome, 1972, 584-594.
7. Akyüz, N., Bakırcı, İ., Pestisitlerin Gıda Zincirine Girişi, 1. Ulaslararası Çevre Koruma Sempozyumu, Çevre Kirliliği ve Kontrolü, İkinci Cilt, Editör, Ayvaz, Z., Ege Üniversitesi, 1991, İzmir, Bildiriler, 254-256.
8. Kor, M.N., Çere Sağlığı ve Teknolojisi, Birinci Cilt, İ.T.Ü. Kitap Sayı No: 994, İstanbul, 1974.
9. Merter, Ü., Su Kirliliği ve Kontrolü, Su Ürünleri Sempozyumu, T.M.M.O.B. Ziraat Mühendislik Odası, 14-15 Ekim, 1993, Ankara, Bildiriler, 85-86.
10. Eisler, R., Pesticide-İnduced Stress Profiles, Marine Pullution and Sea life, General Editör, Ruvo, M., F.A.O., 1972, Rome, 229-233.

11. Kocataş, A., Ekoloji ve Çevre Biyolojisi, İkinci Baskı, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Seri No: 142, İzmir, 1994.
12. Kırmızı, A., Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Kullanılan Bazı İsektisitlerin Mikro ve Makro Organizmalara Etkileri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Temel Bilimler Fakültesi, Trabzon, 1981.
13. Karpuzcu, M., Çevre Mühendisliğine Giriş, İkinci Baskı, İ.T.Ü. Kitap Sayısı No: 1356, İstanbul, 1988.
14. Su Kirliliği ve Kontrolü, T.C. Başkanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları, Eğitim Dizisi: 1, Ankara, 1983.
15. Yaramaz, Ö., Su Kalitesi, E.Ü. Su Ürünleri Yüksekokulu Yayın No: 14, İzmir, 1992.
16. Gupta, C.R., Carbofuran Toxicity, Journal of Toxicology and Environmental Health, 43 (1994) 388-418.
17. Dökmeçi, İ., Toksikoloji Akut Zehirlenmelerde Tanı ve Tedavi, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 1988.
18. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Zirai Mücadele Teknik Talimatları, Cilt-4, İstanbul, 1995.
19. ANONİM., Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarım İl Müdürlüğü, Bitki Koruma Şube Müdürlüğü, Yayınlanmamış Rapor, Trabzon, 1995.
20. Haynes, H.L., Contr. Boyce Thompson Inst. Pl. Res., 18, 507, 1957.
21. Rencüzoğulları, E., Topaktaş, M., Kültürü Yapılmış İnsan Lenfositlerinden Marshal ve Etkin Maddesi Carbosülfan'ın SCE, MI ve RI Üzerindeki Etkileri, Turkish Journal of Biology, 20, 1 (1996) 1-12.
22. FAO, Manual of Methods in Aquatic Environment Research, Parth 10, Short-Term Static Bioassays, Fisheries Technical Paper Number: 247, Rome, 1987.

23. Çelikkale, M.S., İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği, 1. Cilt, 2. Baskı, K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon, 1994.
24. Alpaz, A., Akvaryum Tekniği ve Balıkları, Acargil Matbaası, İzmir. 1984.
25. Gallo, D., Merendino. A., Keizer, J. ve Vittozzi, L., Akut Toxicity of Two Carbamates to The Guppy (*Poecilia reticulata*) and The Zebrafish (*Brachydanio rerio*), Science of The Total Environment, 171, 1-3 (1995) 131-136.
26. Thakur, N. ve Sahal, S., Effect of Carbaryl on The Differential Leucocyte Counts of *Channa puctutus*, *Channa striatus* and *Garra gotyla gotyla* (Gray) , Proceedings of The Academy of Environmental Biology, 3 (1994) 99-103.
27. Thakur, N. ve Sahai, S., Toxicity Assessment of Some Commonly Used Pesticides to Three Species of Fishes, Environment and Ecology, 12-2 (1994) 462- 464.
28. Pawar, K.R., Toxic and Teratogenic Effects of Fenitrothion, BHC and Carbofuran on The Embryonic Development of *Cyprinus carpio communis*, Environment and Ecology, 12-2 (1994) 284-187.
29. Beyers, D.W., Keefe, T.J. ve Carison, C.A., Toxicity of Carbaryl and Malathion to Two Federally Endangered Fishes, as Estimated by Regression and ANOVA, Environ. Toxicol. Chem., 13-1 (1994) 101-107.
30. Key, P.B. ve Scott, G.I., The Chronic Toxicity of Fenoxycarb to Larvae of The Grass Shrim, *Palaemonetes pugio*, J. Environ. Sci. Health, Part-B, Pestic., Food Contam, Agric. Wastes, B29-5 (1994) 873-894.
31. Hota, A.K., Mishra, D.K. ve Tripathy, P.C., Metabolic Effects of Kilex Carbaryl on a Fresh Water Teleost, *Channa punctatus*, Environmental-Impact on Aquatic and Terrestrial Habitats, Muzaffarnagar India Society of Bioscience, (1993) 335-342.
32. Ghosh, P., Ghosh, S. ve Bose, S., Glutathione Depletion in The Liver and Kidney of *Channa punctatus* Exposed to Carbaryl and Metacid-50, Proceeding of The Second European Conference of Ecotoxicology, 1-2 (1993) 641-645.

33. Sambavisa-Rao, K.R.S. ve Ramana-Rao, K.V., Combined Action of Carbaryl and Phenthoate Sensitivity of The Acetylcholinesterase (AhcE) System of The Fish, *Channa punctatus*, Ecotoxicol Environ. Saf., 17-1 (1989) 12-15.
34. Khillare, Y.K. ve Wagh, S.B., Long-Term Effects of Pesticides Endosulfan, Malation and Sevin on The Fish *Puntius stigma*, Environment and Ecology, 6-3 (1988) 589-593.
35. Khillare, Y.K. ve Wagh, S.B., Acute Toxicity of Pesticides in The Freshwater Fish *Barbus stigma*, Histopathology of The Stomach, Uttar Pradesh Journal of Zoology, 8-2 (1988) 176-179.
36. Tripathi, G. ve Shukla, S.P., Toxicity Bioassay of Technical and Commercial Formulations of Carbaryl to The Freshwater Catfish, *Clarias batrachus*, Ecotoxicology and Environmental Safety, 15-3 (1988) 277-281.
37. Naqvi, S.M. ve Hawkins, R., Toxicity of Selected Insecticides (Thiodan, Security, Spartan and Sevin) to Mosquitofish, *Gambusia affinis*, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 40-5 (1988) 779-784.
38. Almar, M.M., Ferrando, M.M.D., Alarcon, V., Soler, C. ve Andreu, E., Influence of Temperature on Several Pesticides Toxicity to *Melanopsis dufouri* Under Laboratory Conditions, J. Environ. Bio., 9-2 (1988) 183-190.
39. Ramaswamy, M., Effects of Sevin on Blood Free Amino Acid Levels of The Fish *Sarotherodon mossambicus*. Environ. Biol., 5-4 (1987) 633-637.
40. APHA/AWWA/WPCF, Standard Methods for The Examination of Water Waste-Water, 16 Edition, American Public Health Association, Washington D.C., 1995.
41. USEPA, Methods for Measuring The Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington D.C. 20460, EPA/600/4-90/027F, Edited by Cornelius, I.W., 1993.

42. FAO, Manual of Methods in Aquatic Environment Research, Part 7, Selected Bioassays for The Mediterranean, Fisheries Technical Paper No: 208, Rome, 1981.
43. FAO, Manual of Methods in Aquatic Environment Research, Part 6, Toxicity Tests, Fisheries Technical Paper No: 183, Rome, 1982.
44. Larkin, M.J. ve Day, M., The Metabolism of Carbaryl by Three Bacterial Isolates, *Pseudomonas* Sp. (NCIB 12042 and 12043) and *Rhodococcus* Sp. (NCIB 12038) From Garden Soil, Journal of Applied Bacteriology, 60 (1986) 233-242.
45. Magdy, A., Salah, El-Deen. ve Rogers, W.A., Acute Toxicity and Some Hematological Changes in Grass Carp Exposed to Diguat, Journal Aquatic Animal Health, 4 (1992) 277-280.
46. Schuurman, H.J., Nuvan 500 EC and Nuvan 1000 EC for The Control of Salmon Lice, Technical Information, Ciba-Geigy Ltd, (1987) 1-6.
47. Sastry, K.V., Siddiqui, A.A. ve Samuel, M., Acute and Chronic Toxic Effects of The Carbamate Pesticide Sevin on Some Hematological, Biochemical and Enzymatic Parameters in The Fresh Water Teleost Fish *Channa punctatus*, Acta Hydrochim. Hydrobiol., 16-6 (1988) 625-631.

8. ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Kütahya'da doğdu, İlkokulu Ordu'da, Orta ve Lise öğrenimini ise Ankara'da tamamladı. 1989 yılında girdiği Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi'nden 1993 yılında Balıkçılık Teknolojisi Mühendisi olarak mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. 1994 yılında Araştırma görevlisi olarak atandığı Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi'nin Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü'ndeki görevini halen sürdürmektedir.

