

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Mehmet USLU

**DIFLUBENZURONUN KÜLTÜR ORTAMINDA
SCENEDESMUS QUADRICAUDA, PHAEODACTYLUM
TRICORNUTUM (FİTOPLANKTON) VE DAPHNIA MAGNA
(ZOOPLANKTON)'YA ETKİSİ**

SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER ANABİLİM DALI

ADANA-2016

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DIFLUBENZURONUN KÜLTÜR ORTAMINDA *SCENEDESMUS
QUADRICAUDA, PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM* (FİTOPLANKTON)
VE *DAPHNIA MAGNA* (ZOOPLANKTON)'YA ETKİSİ**

Mehmet USLU

DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER ANABİLİM DALI

Bu tez 07/10/2016 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Oya IŞIK
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Dursun AVŞAR
ÜYE

.....
Prof. Dr. M.Z. Lugal GÖKSU
ÜYE

.....
Prof. Dr. Bedii CİCİK
ÜYE

.....
Doç. Dr. Selin SAYIN
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

**Prof.Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından
Desteklenmiştir.**

Proje No: SÜF2012.D5

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve
fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri
Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

DOKTORA TEZİ

DIFLUBENZURONUN KÜLTÜR ORTAMINDA *SCENEDESMUS QUADRICAUDA*, *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM* (FİTOPLANKTON) VE *DAPHNIA MAGNA* (ZOOPLANKTON)'YA ETKİSİ

Mehmet USLU

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Oya IŞIK
Yıl: 2016, Sayfa: 67
Jüri : Prof. Dr. Oya IŞIK
: Prof. Dr. DURSUN AVŞAR
: Prof. Dr. M.Z. LUGAL GÖKSU
: Prof. Dr. BEDİİ CİCİK
: Doç. Dr. SELİN SAYIN

Yürütülen çalışmada, su ortamına ulaşan pestisitlerden kitin sentezi önleyici olarak yaygın bir kullanıma sahip diflubenzuron etken maddesinin, laboratuvar ortamında kültüre alınan fitoplanktonik organizmalardan *Scenedesmus quadricauda*, *Phaeodactylum tricorutum* ve zooplanktonik organizmalardan *Daphnia magna* büyümesi üzerine etkisi çalışılmıştır. Diflubenzuron, Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) belirlediği minimum ve maksimum uygulama dozları olan 0.02 ve 0.25mg/l olmak üzere iki yoğunlukta, mikroalg *Scenedesmus quadricauda*, *Phaeodactylum tricorutum* ile zooplanktonik organizma *Daphnia magna*'ya uygulanmıştır. Çalışma sonunda planktonik organizmaların diflubenzurondan olumsuz yönde etkilendiği görülmüştür. Diflubenzuronun fitoplanktonik organizmaların büyümesini yavaşlattığı, *D. magna*'da ise özellikle 0.25mg/l ölümlere neden olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Diflubenzuron, Pestisit, *Scenedesmus quadricauda*, *Phaeodactylum tricorutum*, *Daphnia magna*

ABSTRACT

PhD THESIS

**THE EFFECT OF DIFLUBENZURON TO THE CULTURE OF
SCENEDESMUS QUADRICAUDA, *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM*
(PHYTOPLANKTON) AND *DAPHNIA MAGNA* (ZOOPLANKTON)**

Mehmet USLU

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF BASIC SCIENCES OF FISHERIES**

Supervisor : Prof. Dr. Oya İŞİK
Year: 2016, Pages: 67
Jury : Prof. Dr. OYA İŞİK
: Prof. Dr. DURSUN AVŞAR
: Prof. Dr. M.Z. LUGAL GÖKSU
: Prof. Dr. BEDİİ CİCİK
: Assoc. Prof. Dr. SELİN SAYIN

In this study, the effect of diflubenzuron, reaching to the aquatic environment, used widely to protect chitin synthesis, on the growth of the phytoplankton *Scenedesmus quadricauda*, *Phaeodactylum tricornutum* and zooplankton *Daphnia magna*, cultured in laboratory was investigated. Diflubenzuron was applied to phytoplankton and zooplankton with the two concentration of 0.02 and 0.25mg/l determined by WHO as minimum and maximum doses. At the end of the study it was observed that planktonic organisms were affected negatively from diflubenzuron. It was found that the growth of these phytoplankton decreased and 0.25mg/l diflubenzuron caused to the death of *D. magna*.

Key Words: Diflubenzuron, pesticide, *Scenedesmus quadricauda*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Daphnia magna*.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Yapılan bu çalışmada, su ortamına ulaşan pestisitlerden kitin sentezi önleyici olarak yaygın bir kullanıma sahip olan diflubenzuron etken maddesinin, laboratuvar ortamında kültüre alınan fitoplanktonik organizmalardan *Scenedesmus quadricauda*, *Phaeodactylum tricornutum* ve zooplanktonik organizmalardan *Daphnia magna* büyümesi üzerine etkisi çalışılmıştır. Sucul ekosistem için insektisitlerin toksisitelerinin belirlenmesinde mevcut literatürün geliştirilmesine katkı sağlaması amaçlanmış ve bir takım pratik çözümler önerilmiştir.

Çalışmada denizel tür için Si-F/2, tatlı su türü için Jaworsky kültür ortamı kullanılmıştır. Diflubenzuron 230°C'de erime noktasına sahip, kokusuz, beyaz kristaller formunda olan bir kimyasaldır. Su içinde pek erimez ve uçucu değildir. Diflubenzuron için en iyi çözücü asetondur ve ortama eklenmeden önce aseton içinde çözdürülmüştür (6.5g/l aseton) (WHO, 1996). Asetonun kültürlerle etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla, kontrol aseton grupları kurulmuştur. Eklenen diflubenzuron miktarlarına bağlı olarak 0.02mg/l diflubenzuron içeren gruba 0.003ml/l (3µl) aseton ve 0.25mg/l diflubenzuron içeren gruba da 0.038ml/l (38µl) aseton girdisi olmaktadır. Buna göre her bir muamele grubu için, 0.003ml/l aseton ve 0.038ml/l aseton içeren, aseton kontrol kültürleri oluşturulmuştur. Diflubenzuron, Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) belirlediği standart aralıklardaki minimum ve maksimum uygulama dozları olan 0.02 ve 0.25mg/l olmak üzere iki yoğunlukta, mikroalg *S. quadricauda*, *P. tricornutum* ile zooplanktonik organizma *D. magna*'ya uygulanmıştır. Larvasit diflubenzuron kültür ortamına ilave edilmiştir. *D. magna*, 5 litrelik kavanozlarda, 4 litrelik kültür hacminde ve litrede ortalama 50 birey olacak şekilde kültüre alınmıştır. Deneme 2 muamele grubunda yürütülmüş; birinci deneme grubunda larvasit, zooplanktonun bulunduğu ortama doğrudan eklenmiştir. İkinci deneme grubunda ise larvasit uygulanmış alglerle beslenmiş ve yine ortama diflubenzuron eklenmiştir. Günlük olarak zooplanktona 10 ml/l alg besin olarak verilmiştir. Alg yoğunluğu 0.2g/l olarak ayarlanmıştır.

Denemeler 3 tekrarlı yapılmıştır. Diflubenzuron ($C_{14}H_9ClF_2N_2O_2$; moleküler ağırlığı 310.68g/mol; CAS Number: 35367-38-5) etken maddesi Sigma-Aldrich Chemie GmbH.'den temin edilmiştir.

0.02mg/l diflubenzuron içeren *P. tricornutum* hasat suyunda kalıntı miktarı 0.000276 ± 0.00003 mg/l ve 0.25mg/l diflubenzuron içeren *P. tricornutum* hasat suyunda kalıntı miktarı 0.00278 ± 0.0002 mg/l olarak belirlenmiştir. Başlangıçta eklenen miktarlar ile hasat suyunda elde edilen miktarlar karşılaştırıldığında sırasıyla gruplarda %98.62 ve %98.88 oranında diflubenzuron azalması belirlenmiştir. Bu sonuç diflubenzuronun *P. tricornutum* hücreleri tarafından büyük oranda tutulduğunu göstermektedir. Kültür ortamında ise %1.38 ve %1.11 oranında kaldığı belirlenmiştir.

0.02mg/l diflubenzuron içeren *S. quadricauda* hasat suyunda kalıntı miktarı 0.00167 ± 0.00001 mg/l ve 0.25mg/l içeren grupta ise 0.00754 ± 0.0004 mg/l olarak saptanmıştır. Başlangıçta eklenen miktarlar ile hasat suyunda elde edilen miktarlar karşılaştırıldığında sırasıyla gruplarda %91.65 ve %96.98 oranında diflubenzuron azalması belirlenmiştir. Bu sonuç diflubenzuronun *S. quadricauda* hücreleri tarafından büyük oranda tutulduğunu göstermektedir. Kültür ortamında ise %8.35 ve %3.02 oranında kaldığı belirlenmiştir.

0.02mg/l diflubenzuron içeren *D. magna* hasat suyunda 0.004758 ± 0.0004 mg/l ve 0.25mg/l diflubenzuron içeren *D. magna* hasat suyunda ise 0.01100 ± 0.003 mg/l diflubenzuron kalıntısına rastlanmıştır. İlk eklenen değerler ve hasat suyundaki değerler karşılaştırıldığında ilk grupta %76.21 ve ikinci grupta ise %95.6 oranında diflubenzuron azalması tespit edilmiştir. 0.02mg/l diflubenzuron+diflubenzuronlu alg ile beslenen *D. magna* hasat suyunda 0.000489 ± 0.00005 mg/l ve 0.25mg/l diflubenzuron+diflubenzuronlu alg ile beslenen *D. magna* hasat suyunda ise 0.03733 ± 0.0008 mg/l diflubenzuron kalıntısına rastlanmıştır. Başlangıç ve hasat suyundaki değerler karşılaştırıldığında ilk grupta %97.55 ve ikinci grupta ise %85.06 oranında diflubenzuron azalması tespit edilmiştir.

0.02mg/l diflubenzuron uygulanan fitoplankton ve zooplankton gruplarında hasat suyunda ölçülen diflubenzuron kalıntı miktarları karşılaştırıldığında; en fazla birikim *P. tricornutum* ve en az birikim ise 0.02mg/l diflubenzuron uygulanan *D. magna* grubunda gözlenmiştir. Bu grupta birikimin az olmasının *D. magna* bireylerinin alg hücrelerini tüketmelerinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

0.25mg/l diflubenzuron uygulanan gruplarda en fazla birikim *P. tricornutum* ve en az birikim diflubenzurona maruz bırakılmış alg ile beslenen *D. magna* kültürlerinde olmuştur. Birikimin az olması, bu grupta bulunan *Daphnia*'nın bir günlük yaşam süresi sonunda ölmesi ve ortamda hiç canlı bireyin kalmaması olarak düşünülebilir.

Diflubenzuron 230°C'de erime noktasına sahip, kokusuz beyaz kristaller formunda, suda zor çözünen ve uçucu olmayan bir kimyasaldır. Su içinde pek erimez ve uçucu değildir. Ancak alkali sularda parçalanma özelliği gösterir. Tüm kitin sentezleyen organizmaların diflubenzurona karşı duyarlılık gösterdiği bilinmektedir. Diflubenzuronun yosun, salyangoz, tırtıl ve sivrisinek larvaları gibi bazı canlılarda birikime neden olduğu bildirilmektedir (WHO, 1996). Yürütülen bu çalışmada su ortamına ulaşan pestisitlerden kitin sentezi önleyici olarak yaygın bir kullanıma sahip olan diflubenzuron etken maddesinin, laboratuvar ortamında kültüre alınan fitoplankton *S. quadricauda*, *P. tricornutum* ve zooplankton *D. magna* büyümesi üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Diflubenzuronun fitoplanktonik organizmaların büyümesini yavaşlattığı, *D. magna*'da ise özellikle yüksek doz seviyesinde ölümlere neden olduğu belirlenmiştir.

Tarımda, orman arazilerinde böcek ve parazit kontrolünde, halk sağlığında vektörle mücadelede kullanılan ve bir insektisit aktif maddesi olan diflubenzuron temelde insan hayatını iyileştirmek amacıyla uygulansa da etkilerinin olumsuz yönde seyrettiği bu çalışma ile de görülmektedir. Topraktan yağmur suları ile ve doğrudan sucul ortamlara diflubenzuronun karışmasının birincil ve ikincil üreticilere zarar verdiği görülmektedir.

Son zamanlarda yapılan değerlendirmelerde diflubenzuronun sivrisinek larvasiti olarak kullanılmaması yönünde görüşler artmaktadır. Bu aktif maddenin yerine çevreye daha az zararlı, biyolojik kökenli larvasitlerin kullanılması uygun olacaktır.



TEŞEKKÜR

Öncelikle doktora öğrenimim süresince bana ilgisini ve desteğini hiç esirgemeyen, büyük bir sabır ve titizlikle bilgi ve tecrübelerini aktararak gelişmemi sağlayan, değerli danışman hocam, Sayın Prof. Dr. Oya IŞIK'a, çalışmalarımızda bize her türlü destek olan ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof.Dr. M.Z. Lugal GÖKSU'ya, tez çalışmam esnasında ilgisini ve yardımlarını gördüğüm Arş. Gör. Burcu AK'a, tez çalışmamı maddi yönden destekleyen Araştırma Projeleri Birimine ve tezim süresince çalışma imkanı sağlayan kurumum Adana Büyükşehir Belediyesine teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tez çalışmam esnasında benimle birlikte olup cesaret veren, bana maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, asla beni yalnız bırakmayan hayatımdaki en değerli varlığım aileme, biricik kızım Tuna ve oğlum Kadir Meriç'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET.....	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	9
3. MATERYAL VE METOD.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Denemede Kullanılan Plankton Türleri.....	15
3.1.2. Kültür Ortamı.....	20
3.2. Metod.....	21
3.2.1. Kültür Ortamının Hazırlanması ve Diflubenzuron Eklenmesi.....	21
3.2.2. Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi.....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	27
4.1. <i>Phaeodactylum tricornutum</i> ile Yürütülen Denemeler.....	27
4.1.1. <i>Phaeodactylum tricornutum</i> Kontrol Kültürü.....	27
4.1.2. 0.02mg/l Diflubenzuron İçeren <i>Phaeodactylum tricornutum</i> Kültürleri.....	30
4.2. <i>Scenedesmus quadricauda</i> ile Yürütülen Denemeler.....	35
4.2.1. <i>Scenedesmus quadricauda</i> Kontrol Kültürü.....	35
4.2.2. 0.02mg/l Diflubenzuron İçeren <i>Scenedesmus quadricauda</i> Kültürleri.....	38
4.2.3. 0.25mg/l Diflubenzuron İçeren <i>Scenedesmus quadricauda</i> Kültürü.....	39

4.3. <i>Daphnia magna</i> 'ya Diflubenzuron Uygulaması.....	43
4.3.1. <i>Daphnia magna</i> Kontrol Kültürü	44
4.3.2. <i>Daphnia magna</i> Kültür Ortamına Diflubenzuron Uygulaması	44
4.3.3. Diflubenzuron Uygulanmış Alg ile Beslenen <i>Daphnia magna</i> Kültürleri	44
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	55
KAYNAKLAR.....	57
ÖZGEÇMİŞ.....	67



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1.	F/2 Kültür Ortamı (Guillard, 1973)	20
Çizelge 3.2.	F/2 kültür ortamında kullanılan metal solüsyonu	20
Çizelge 3.3.	Jaworski Kültür Ortamı (Watanabe, 2002).....	21
Çizelge 4.1.	<i>P. tricornutum</i> Kültürlerinde Son Gün Büyüme Değerlerinin Karşılaştırılması	34
Çizelge 4.2.	<i>P. tricornutum</i> Kültürlerinde En Yüksek Büyüme Değerlerinin Karşılaştırılması.....	34
Çizelge 4.3.	<i>S. quadricauda</i> Kültürlerinde Son Gün Büyüme Değerlerinin Karşılaştırılması	42
Çizelge 4.4.	<i>S. quadricauda</i> Kültürlerinde en Yüksek Büyüme Değerlerinin Karşılaştırılması.....	42
Çizelge 4.5.	Diflubenzuron Uygulanan <i>P. tricornutum</i> ve <i>S. quadricauda</i> Kültürlerinde Son Gün Kuru Madde Miktarları (g/l)	43
Çizelge 4.6.	<i>D. magna</i> Muamele Gruplarına Ait Veriler	45
Çizelge 4.7.	<i>P. tricornutum</i> Kültür Hasat Suyunda Ölçülen Diflubenzuron Miktarları	46
Çizelge 4.8.	<i>S. quadricauda</i> Kültür Hasat Suyunda Ölçülen Diflubenzuron Miktarları	46
Çizelge 4.9.	<i>Daphnia magna</i> Kültür Hasat Suyunda Ölçülen Diflubenzuron Miktarları	47
Çizelge 4.10.	Diflubenzuronlu Alg İle Beslenen <i>Daphnia magna</i> Kültür Hasat Suyunda Ölçülen Diflubenzuron Miktarları	47
Çizelge 4.11.	0.02 mg/l Diflubenzuron Uygulanan Gruplarda Türler Arasında Hasat Suyunda Ölçülen Diflubenzuron Kalıntı Miktarları	47

Çizelge 4.12. 0.25 mg/l Diflubenzuron Uygulanan Gruplarda Türler Arasında Hasat Suyunda Ölçülen Diflubenzuron Kalıntı Miktarları.....	48
Çizelge 4.13. <i>D. magna</i> Muamele Gruplarının Yaşam Süreleri	53



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1.	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Orijinal fotoğraf, x40'lık).....	16
Şekil 3.2.	<i>Phaeodactylum tricornutum</i> (Orijinal fotoğraf, x40'lık)	18
Şekil 3.3.	<i>Daphnia magna</i> (Orijinal fotoğraf, x40'lık)	19
Şekil 3.4.	Fitoplanktonik Organizmalara ait Deneme Düzeneği.....	24
Şekil 3.5.	Zooplanktona ait Deneme Düzeneği.....	24
Şekil 4.1.	<i>P. tricornutum</i> Kontrol Kültüründe Optik Yoğunluk Değişimi.....	27
Şekil 4.2.	<i>P. tricornutum</i> Kontrol Kültüründe Kuru Madde Miktarı Değişimi.....	28
Şekil 4.3.	<i>P. tricornutum</i> Kontrol ve Aseton Kontrol Kültüründe Optik Yoğunluk Değişimi	29
Şekil 4.4.	<i>P. tricornutum</i> Kontrol ve Aseton Kontrol Kültüründe Kuru Madde Miktarı Değişimi.....	29
Şekil 4.5.	0.02mg/l Diflubenzuron İçeren Kültürde <i>P. tricornutum</i> Optik Yoğunluk Değişimi	30
Şekil 4.6.	0.02mg/l Diflubenzuron İçeren <i>P. tricornutum</i> Kültürlerinde Kuru Madde Miktarı Değişimi.....	31
Şekil 4.7.	0.25mg/l Diflubenzuron İçeren <i>P. tricornutum</i> Kültürlerinde Optik Yoğunluk Değişimi.....	32
Şekil 4.8.	0.25mg/l Diflubenzuron İçeren <i>P. tricornutum</i> Kültürlerinde Kuru Madde Miktarı Değişimi.....	33
Şekil 4.9.	<i>S. quadricauda</i> Kontrol Kültüründe Optik Yoğunluk Değişimi	35
Şekil 4.10.	<i>S. quadricauda</i> Kontrol Kültüründe Kuru Madde Miktarı Değişimi.....	36
Şekil 4.11.	<i>S. quadricauda</i> Kontrol ve Aseton Kontrol Kültüründe Optik Yoğunluk Değişimi	37
Şekil 4.12.	<i>S. quadricauda</i> Kontrol ve Aseton Kontrol Kültüründe Kuru Madde Miktarı Değişimi.....	37

Şekil 4.13. 0.02mg/1 Diflubenzuron İçeren <i>S. quadricauda</i> Kültürlerinde Optik Yoğunluk Değişimi.....	38
Şekil 4.14. 0.02mg/1 Diflubenzuron İçeren <i>S. quadricauda</i> Kültürlerinde Kuru Madde Miktarı Değişimi.....	39
Şekil 4.15. 0.25mg/1 Diflubenzuron İçeren <i>S. quadricauda</i> Kültürlerinde Optik Yoğunluk Değişimi.....	40
Şekil 4.16. 0.25mg/1 Diflubenzuron İçeren <i>S. quadricauda</i> Kültüründe Kuru Madde Miktarı Değişimi.....	41



1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artması, gıda ihtiyacı ve tarım arazilerinin azalması ile birlikte birim alandan daha fazla ürün elde etme yönünde hedefler belirlenmekte ve çözümler geliştirilmektedir. Ürünün kalitesini ve miktarını artıran ayrıca depolanma ömrünü uzatan tarımsal kimyasalların kullanılması bu yöndeki uygulamalardan birini oluşturmaktadır. Bu kimyasallardan biri de pestisitlerdir.

Endüstriyel ve tarımsal aktiviteler sonucu ortama salınan kimyasallar yalnızca bitki ve hayvanlara doğrudan toksik etki yapmamakta, aynı zamanda besin zincirinde biyobirikime uğrayıp; zincir boyunca aktararak sucul ekosistemlerin dengesini de bozmaktadırlar (Mc Even ve Stephenson, 1979).

Tarımsal kimyasalları kullanarak ürünün kalitesini, miktarını ve raf ömrünü artırmayı hedefleyen üretici, tarım ilaçlarını teknik tavsiye ve talimatlara uymadan ve çoğunlukla bilinçsizce kullanmaktadır. Kullanılan bu kimyasallardan pestisitlerin olumsuz etkileri ortaya çıkınca, dünyadaki pek çok ülke ile birlikte Türkiye’de de kullanımları sınırlandırılmış ve bazıları tamamen yasaklanmıştır. Özellikle organik klorlu pestisitlerin yasaklanması ile doğada daha çabuk parçalanabilen organik fosforlu ve karbonatlı pestisitlerin üretimi ve kullanımı artmıştır. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalar organik fosforlu pestisitlerin de doğada birikim gösterdiğini ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra organik fosforlu pestisitlerin akut etkileri sonucu, hedef olmayan canlılar daha fazla etkilenmektedir. Ülkeler kendi ulusal yasalarıyla ve uluslararası anlaşmalarla tarım ilaçlarının kullanımına sınırlandırmalar getirmektedir. Özellikle gıda ürünlerinin ithalat ve ihracatında kalıntı pestisit miktarları referans olarak alınmaktadır. Bu durum son yıllarda “organik tarım” konusunu gündeme getirmiştir. Bununla birlikte gelişmekte olan yoğun nüfuslu ülkelerde pestisit kullanımı kontrolsüz ve çok yaygındır (İstanbuluoğlu ve Tekbaş, 2013).

Dünyada ve ülkemizde zararlıları yok etmek, daha rahat bir yaşam ve kaliteli ürünler elde etmek amacıyla kullanılmakta olan pestisitler, hedef

organizmaları yok ettiği gibi hedef dışı canlılara da zarar verebilmektedir (Soyöz ve Özçelik, 2003). Pestisit uygulamalarında kullanılan toplam miktarın hedef canlıya ulaşan kısmı sadece %0.015-%6 olarak verilmektedir. Kalan çok yüksek miktar ise hedef olmayan organizmalara ve doğal çevreye karışmaktadır (Yıldız ve ark., 2005). Bu maddeler hedef dışı organizmaları çeşitli yollardan etkilemekte ve organizmada sinir sistemi, endokrin sistem, immün sistem, karaciğer, kas, kalp, kan, boşaltım ve diğer sistemleri etkileyebilmektedir. Pestisitlerin bu kadar olumsuzluklarının yanı sıra sıtma, sarıhumma, veba, tifüs gibi bulaşıcı hastalıkların vektörlerine karşı mücadelede kullanılması ve insanları da bu tehlikelerden koruması, dolaylı yoldan bir avantaj olabilir (Sevim, 2011).

İnsanlara hastalık taşıyan vektörlerle savaş, dünyanın her yerinde ülkelerin ve yönetimlerin, ekonomilerinin elverdiği ölçülerde ve zaman zaman uluslararası kuruluşların desteği sağlanarak yürütülmektedir (Alten, 1997). Pestisitlerin en önemli olumsuz etkileri sucul ekosistemlere olmaktadır. Pestisit uygulaması yapılan alanlarda ilaç tanecikleri havaya, toprağa, topraktan yeraltına ve yüzey sularına bulaşabilmektedir. Bu durum kullanılabilir su kaynaklarının azalmasına neden olduğu gibi, suda yaşayan canlıları da olumsuz yönde etkilemektedir (Amdur ve ark., 1991).

Pestisitler zararlılara karşı uygulandıktan sonra su ortamına taşınmaktadır. Pestisit kalıntılarının suda eser miktarda bulunması durumunda bile sucul canlıların besin zincirinde çok önemli yeri olan zooplankton ve fitoplanktonik organizmaların gelişmelerini engelleyebilir (Crosby, 1973).

Yapılan araştırmalar, suların pestisitler tarafından kirletildiğini göstermektedir. İçme suyu, yeraltı ve yüzey sularında belirlenen organik klorlu pestisitler sınırların üzerinde bulunmuştur (Sankararamakrishnan ve ark., 2005).

Suların pestisitlerle kirlenmesinin balıklar ve kuşlar için hayati önemi olmakla birlikte; insan ve hayvanların içme suyu olarak kullanmasıyla da istenmeyen durumlar ortaya çıkabilir. Balıklar çevre kirliliğinin incelenmesi için

iyi bir indikatördür. Çünkü onlar sudan aldıkları kontaminantları direkt olarak dokularında biriktirirler (Atamanalp ve Yanık, 2001).

Pestisitler akarsularla denizlere taşınmakta ve nehir ağızlarında birikim göstermektedir. Deniz veya göl yüzeyi ile hava arasında kalan yüzey, mikro film tabakası olarak tanımlanmakta olup; bunun kalınlığı 15 µm kadardır. Mikro film tabakası içerisinde ölü planktonik organizmalar, karasal kaynaklı organikler, yağlar, petrol hidrokarbonları ve yüzeydeki aktif maddeler bulunmaktadır. Bu tabaka hava ve su ortamlarına göre organik ve inorganik maddeler bakımından oldukça zengindir. Bu nedenle hidrokarbonlar da bu tabakada çözünmektedir. Denizlerdeki su kütesinin hareketi (dalga, turbülans, çökme vb.) rüzgâr, sıcaklık, yağış ve yoğunlaşma ile bu tabaka bozulmaktadır. Bu tabaka içerisinde yoğun bulunan maddeler böylece suda dağılmakta ve seyrelmektedir. Suya karışan kimyasal maddeler biyolojik yaşamın olduğu bu bölgelerde organizmalar tarafından alınmaktadır (Woodwell ve ark., 1972). Okyanus sularında pestisitlerin kalma süreleri 1-10 yıl arasında değişmektedir (Goldberg, 1976).

Su ortamına ulaşan pestisitlerin davranışı pestisitinin çözünürlüğüne ve kararlılığına bağlıdır. Genellikle daha kararlı pestisitlerin su yaşamı üzerindeki etkileri daha fazladır. Pestisitlerin sucul ekosistemlere girmesi fauna ve florayı olumsuz yönde etkilemektedir (Amdur ve ark., 1991).

Sucul ortamda pestisitlerin deniz canlıları tarafından biriktirilme olasılığı bulunmaktadır. Bir organizma tarafından biriktirilen ya da belirli dokularda pestisit yoğunluğunun artışı biyokonsantrasyon (biyolojik birikim) olarak tanımlanmaktadır. Çözünürlük, dağılım, polarite, uçuculuk gibi pestisit özellikleri biyolojik birikimi etkiler. Planktonik organizmalar pestisitleri sudan alarak biriktirirler ve daha sonra omurgasızlara ve balıklara taşırlar, bu canlılar da kuşlar, memeliler ya da insanlar tarafından tüketilir (Chau ve Afghan, 1982).

Zooplankton hem deniz hem de tatlı su ekosistemlerinin çeşitlilik ve miktar yönünden önemli bir canlı grubudur. Zooplanktonik organizmalar, besin ağında predatörler için besin sağlayarak ve canlı ve kalıntı maddelerle beslenerek, temel

besin ögelerini yeniden değerlendirerek; birincil üreticiler ile omurgasızlar ve balıklar arasında bağlantıyı kurarlar. Zooplanktonik organizmalar lipofilik (yağı seven) kimyasalları, özellikle organik klorlu pestisitleri, içinde buldukları ortamdaki yoğunluktan daha yüksek yoğunluklara kadar biriktirebilirler. Bu birikimin daha yüksek trofik düzeylerde pestisit varlığına katkı yaptığı hususunda endişeler mevcuttur (Whittle ve Fitzsimons, 1983). Bu tip bir birikimin ya yüzey adsorpsiyonu ve diffüzyonla (Crosby ve Tucker, 1971) sudan doğrudan alım yoluyla ya da kontamine olmuş organik maddenin yenmesi vasıtasıyla meydana geldiği bilinmektedir (Canton ve ark., 1975). Ayrıca düşük su çözünürlüğüne ve yüksek stabiliteye sahip olan pestisitlerin yağ dokularında birikme eğiliminde olduğu belirtilmiştir (Esser, 1986).

Pek çok hayvan ve insan hastalığının nedeni, zararlılar olarak tabir edilen böcekler ve belirli kemirgenler tarafından taşınan organizmalardır. Geçtiğimiz yüzyılın en önemli hastalıklarından biri olan sıtma sadece dişi *Anopheles* sivrisinekleri tarafından taşınan önemli bir hastalıktır.

Sivrisineklerle mücadele ilk olarak eski Yunan yayınlarında rapor edilmiştir. Sivrisineklerle ilk mücadele yöntemleri olan predatör ve kimyasal kullanımı günümüzde de kullanılmaktadır. (Alten ve Çağlar, 1998).

Günümüzde kullanılan bu yöntemler üç başlık altında toplanabilir. Bunlar;

1. Kimyasal mücadele

2. Biyolojik mücadele ve

3. Mekanik mücadeledir.

Bu yöntemlerle sivrisineklerin zarar verici özellikleri ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır. Ancak kimyasal mücadele yöntemleri doğaya ve hedef dışı organizmalara zarar vermektedir. Kimyasallar arasında yer alan insektisitler, besin zincirini bozarak istenmeyen sonuçlara neden olabilirler. Özellikle organik fosforlu insektisitlerin yanlış kullanımı, başta memeliler olmak üzere, diğer böcek türlerinin

yanı sıra mikrobiyal faunayı ve çevreyi olumsuz etkilemektedir. Ayrıca organik fosforlu insektisitlerin yaygın kullanımı bazı sivrisinek türlerinde dayanıklılığı artırmaktadır (Raymond ve ark., 2001). Bu nedenle klasik insektisitlerin kullanımı azaltılarak, yerine entegre ilaçlama programları yapılmalıdır. İlaçlamada kullanılan insektisitler periyodik olarak değiştirilmeli, çevreye ve hedef dışı organizmalara zarar vermeyen, hedef zararlıya özgü insektisitler kullanılmalıdır (Braga ve ark., 2005; Çetin ve ark., 2006).

Entegre ilaçlama programları daha çok zararlıların üreme alanlarına yöneliktir ve sorunu entegre bir şekilde çözen programlardır. Mekanik ve biyolojik mücadeleden sonra gelen kimyasal mücadelede kullanılan insektisitlerin seçimi çok önemlidir. Bu nedenle son 20 yılda klasik insektisitlerin yerine IGR (Insect Growth Regulator) denilen böceklerde büyüme ve gelişmeyi etkileyen, çevreye ve hedef dışı organizmalara zararı son derece az olan üçüncü nesil insektisitler olarak bilinen kimyasalların kullanımı ortaya çıkmıştır.

IGR insektisitleri;

1. Juvenil hormon analoglar
2. Kitin sentez inhibitörleri

olarak iki grupta incelenmektedir.

Juvenil hormon analoglar, böcekte etkilerini larva ve nimf evrelerinin sürelerini uzatarak göstermektedir (Deveci, 1986; Geldiay ve Deveci, 1990). Kitin sentez inhibitörleri ise böceklerin gelişim ve üremeleri sırasında etkilerini göstererek ya böceğin yeni kütikula sentezlemesini durdurup ergin çıkışını önleyerek, ya da üretgenliği azaltarak etkili olmaktadır. Seçicilik özelliğini kitin barındıran canlılara yönelik olması ile kazanan bu grubun ticari formülasyonları 1970'lerden beri yapılmaktadır (Chen ve ark., 2005). Kitin sentez inhibitörlerinden diflubenzuron bu grubun ilk ticari formülasyonudur (Hoffman ve Lorenz, 1998).

Kitin sentez inhibitörü diflubenzuron insektisitlerin asil üreaz grubunun üyesidir. 1972 yılında benzol üre kimyasalları Van Daalen şirketi tarafından Philips-Dumphar araştırma laboratuvarlarında bulunmuştur. Diflubenzuron ilk ticari kimliğini 1975 yılında kazanmış ve 1981 yılında da WHO (Dünya Sağlık Örgütü) tarafından ruhsatlandırılmıştır. Çevre sağlığı alanında kullanılan diflubenzuron sivrisinek, karasinek, hamamböceği gibi zararlıların mücadelesinde 1975 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Kimyasal adı 1-(4 klorofenil)-3-(2,6-difluorobenzol) olan, $C_{14}H_9ClF_2N_2O_2$ moleküler formülüne sahip, moleküler ağırlığı 310.68 g/mol olan diflubenzuronun kimyasal yapısı da 2 adet benzol halkasından oluşmaktadır (Weiland ve ark., 2002).

Yaklaşık 18 günlük yarılanma ömrüyle fotolize dayanıklı bir insektisit olan diflubenzuron'un (Douet and Le Bris, 2002) toprakta ve sudaki yoğunlukları, uygulama sıklığına, toprak hareketlerine, aşırı yağışa, sellere, gelgit olaylarına bağlı olarak artabilir. Hidrolizinde yarılanma ömrü, sıcaklık ve pH değerlerine bağlı olarak değişen diflubenzuron, yüksek sıcaklıkta ve bazik pH değerlerinde hızla parçalanır (Eisler, 1992).

Zararlılarla mücadelede üreme alanlarının yapısına göre değişik formülasyonlara sahip olan diflubenzuron G (granül) formülasyonunun sivrisinek larvalarına karşı mücadelede oldukça etkili olduğu gözlemlenmiştir. (Çetin ve ark., 2006).

Diflubenzuron, en önemli etkisini böcek larva veya nimflerinin bir üst safhaya geçerken gereksinim duyduğu kitin sentezini önleyerek gerçekleştirmektedir. Böylece yaşam döngüsünü tamamlayamayan böcek larvası veya nimfi ergin evreye ulaşmadan ölmektedir (Mayer ve ark., 1980)

Diflubenzuron etken maddesi, difluron, dimilin, micromite olarak da isimlendirilen bir insektisittir. Diflubenzuron bitkiler için toksit etki göstermez iken, kitin sentezleyen tüm canlılar bu insektisite karşı duyarlıdır. Halk sağlığında kullanımına bakıldığında, genel olarak sinek larvaları ve sivrisinekler üzerinde etkili olduğu görülür (WHO, 2006). Diflubenzuronun alg, salyangoz, tırtıl ve

sivrisinek larvaları gibi bazı organizmalarda kalıcı olduğu; ancak balıklarda birikim yapmadığı bildirilmiştir (Metcalf, 1998).

Dünya pestisit kullanımındaki artış son yıllarda bir duraklama dönemine girdiyse de; toplam pestisit üretiminin yıllık üç milyon ton civarında olduğu kaydedilmektedir (Delen ve ark., 2005).

Ülkemizde pestisit tüketiminin gelişmiş ülkelere göre düşük olduğu (Başpınar ve ark., 2010); ancak kullanımının sürekli arttığı bilinmektedir. İki binli yılların başları itibarıyla yıllık ortalama kullanımın 30-35 bin ton civarında olduğu ve bu miktarın 10-13 bin tonunu da aktif maddelerin oluşturduğu bildirilmiştir (DPT, 2007). Ege ve Akdeniz Bölgelerinde pestisit kullanım miktarı Türkiye ortalamasının üzerinde ve dünyanın en yoğun pestisit kullanılan bölgeleri arasında yer almaktadır (Yıldız ve ark., 2005).

Toksosite çalışmalarının sürekliliği ve tekrarı, pestisit kirliliğinin sucul ekosistemlere etkilerinin, özellikle de besin zincirinin ilk halkasında yer alan fitoplankton ve ikinci halkasında bulunan zooplankton üzerindeki etkilerinin ortaya çıkartılması açısından önemlidir. Yürütülen bu çalışmada, su ortamına ulaşan pestisitlerden kitin sentezi önleyici olarak yaygın bir kullanıma sahip olan diflubenzuron etken maddesinin, laboratuvar ortamında kültüre alınan fitoplanktonik organizmalardan *Scenedesmus quadricauda*, *Phaeodactylum tricornutum* ve zooplanktonik organizmalardan *Daphnia magna*'nın büyümesi üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Sucul ekosistem için insektisitlerin toksisitesinin belirlenmesinde mevcut literatürün geliştirilmesine katkı sağlaması amaçlanmış ve çözümler önerilmiştir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Hastalık taşıyan zararlılar olarak tanımlanan vektörlerle kimyasal mücadelede pestisit adı verilen larvasitlerin hedef organizmalara karşı kullanımları sırasında ve sonrasında ekolojik çevreye çeşitli etkenlerle taşındıkları; atmosfere, suya ve toprağa karışarak zararlı dışındaki canlılara olumsuz etkileri olduğu ve en önemli olumsuz etkilerin ise sucul sistemlerde olduğu bilinmektedir. Pestisit olarak kullanılan diflubenzuron maddesinin etkilerinin çalışıldığı araştırmalar aşağıdaki şekilde özetlenmiştir;

Birdsong, 1977 (WHO 1996'dan) yaptığı çalışmada Virjinya'da küçük göletlere 2 hafta aralıklarla 4 kez 33.63 ve 134.52g/ha oranında diflubenzuron uygulaması yapmış ve organizmalardaki değişime bakmıştır. Her iki doz uygulamasında *Daphnia* birey sayında önemli azalmalar saptarken; Chironomidae ve Chaoborus'larda kayda değer bir etki gözlenmediğini bildirmiştir.

Nebeker ve ark. (1983), 7 omurgasız tatlı su türü ve 2 süs balığında diflubenzuronun etkisini çalışmışlardır. Süs balıklarında kullanılan en yüksek doz olan 36µg/l ve daha düşük dozlarda, yumurtadan yeni çıkmış, juvenil ve ergin bireyler hiç etkilenmemiştir. Yine aynı şekilde 36µg/l den daha düşük uygulamalarda iki salyongaz (*Juga plicifera* ve *Physa* spp.) türünde herhangi bir olumsuz etki meydana gelmemiştir. Ancak şayak sineği *Clistoronia magnifica* erginleri ise 0.1µg/l dozda inhibe olmuşlardır. Su piresinin (*Daphnia magna*) 2.0µg/l'lik dozda hepsinin öldüğünü; *Hyaella azteca*'da ise bu dozda ölümler meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada bir harpaktikoid kopepod *Tigriopus californicus* ile kitin üretimi yapan üç diatom ve kitin üretimi yapmayan bir diatom türünde diflubenzuronun laboratuvar koşullarında, farklı yoğunluklarda (0.1-5000µg/l) büyümeye etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada harpaktikoid kopepod 1-10µg/l diflubenzuron yoğunluklarından etkilenirken, kitin üreten üç diatom (*Thalassiosira weissflogii*, *T. norden-skioldii*, *Cyclotella cryptica*) ve üretmeyen

diatom (*Skeletonema costatum*), en yüksek 5mg/l'lik yoğunluktan etkilenmiştir (Antia ve ark., 1985).

Wong ve Chang, 1988 yılında bir herbisid (2,4-D) ve altı insektisit (Diazinon, Dimethoate, Fenitrothion, Malathion, Phenthoate ve Quinalphos) *Chlamydomonas reinhardtii*'de büyüme, klorofil *a* ve fotosentez miktarına etkisini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada düşük dozda (1ppm) 2,4-D ve fenitrothionun algal büyümede ve korofil *a* miktarında uyarıcı etkisi gözlenirken yüksek dozdaki insektisitlerin (10, 20 ve 40 ppm) ve 2,4-D'nin algal büyümei inhibe ettiği belirlenmiştir.

Tan ve ark. (1993), yaptıkları bir çalışmada laboratuvar ortamında, iki farklı insektisit, (diflubenzuron (DFB)) ve 1-(2-chlorobenzoyl)3-(4-chlorophenyl) urea (CCU))'nın *Scenedesmus subspicatus*'un büyümesi ve bu maddenin ilgili organizmadaki birikimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada *S. subspicatus* 200µg/l'lik insektisite maruz bırakılmış ve 7 gün sonunda büyümede artış olduğu belirlenmiştir. Yedi gün boyunca farklı zamanlarda yapılan birikim analizlerinde ise ilk yarım saatlik periyotda birikimin en yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Boyle ve ark. (1996), yaptıkları mesocosm çalışmasında 10µg/l diflubenzuron ilavesi yaparak, zooplanktonik organizmalardaki etkisini gözlemişlerdir. 24 saatin sonunda su ortamında diflubenzuron miktarını 9.9µg/l olarak belirlemişlerdir. Zooplankter sayısında azalmalar kaydetmişler ve Cladocera, Copepoda ve Rotiferlerin bu etkene karşı çok hassas olduğunu bildirmişlerdir. Bu etken maddenin suyun pH, alkalinite ve toplam azot miktarını etkilemediği ancak toplam fosfor ve klorofil *a* miktarında artışlara neden olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda balıkların yaşama ve büyüme oranlarında herhangi bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

Kashian ve Dodson (2002), yaptıkları çalışmada, yaygın olarak kullanılan 14 farklı pestisit *D. magna* üzerindeki etkisini belirlemeye çalışmışlardır.

Çalışmada kullanılan pestisitlerden diflubenzuron, 0.01µg/l'lik yoğunlukta *D. magna* için toksik etki göstermiş ve yaşama oranını düşürmüştür.

Fenitrothion, deltamethrin ve bensultap isimli üç farklı insektisit *Scenedesmus subspicatus* türünde büyümeyi nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, insektisitler farklı dozlarda besi ortamına ilave edilmiş ve algerin günlük büyüme oranları tespit edilmiştir. Çalışmada fenitrothion 0, 0.25, 0.5, 1, 2mg/l; deltamethrin 0, 0.63, 1.25, 2.5, 5, 10mg/l ve bensultap 0, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16mg/l yoğunluklarında ilave edilmiştir. 72 saatlik denemenin sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda fenitrothionun alg büyümesini en fazla inhibe eden ve daha zararlı bir insektisit olduğu bildirilmiştir (Burkiewicz ve ark., 2005).

Yapılan bir çalışmada bir insektisit olan cypermethrin etken maddesinin *Scenedesmus obliquus*'da büyümeye etkisini belirlemek için farklı dozlarda (50, 100, 150, 200, 250 mg/l) kültür ortamına ilave edilmiştir. 96 saatin sonunda uygulanan tüm dozların büyümeyi inhibe ettiği, klorofil ve karoten miktarlarının ise düştüğünü belirlenmiştir (Li ve ark., 2005).

Rouabhi ve ark. (2009), diflubenzuron ve novaluron karışımının *Paramecium caudatum* büyümesi üzerine olan etkisini belirmeye çalışmış ve 5, 10, 15 ve 20µg/ml olacak şekilde kültür ortamına ilave etmişlerdir. Doz oranı arttıkça büyümenin yavaşladığı ve 20µg/ml'de ise büyümenin neredeyse durduğunu bildirmişlerdir.

Asaroğlu (2009) yaptığı doktora çalışmasında, Ankara iline içme suyu sağlayan bazı barajlar dâhil olmak üzere, yüzey sularında pestisit kalıntı seviyelerini araştırmak amacıyla 15 ayrı yüzey suyundan, 35 noktadan olmak üzere toplam 140 su numunesi toplamıştır. Elde edilen bulgulardan en yüksek Temephos kalıntısı Ankara Çayında 193ng/l, diflubenzuron kalıntısı en yüksek Mogan Gölünde 123ng/L, S-Methoprene kalıntısı en yüksek İmrahor Vadisinde 1.237ng/l, novaluron kalıntısı en yüksek Mogan Gölünde 1.157ng/l ve pyriproxyfen kalıntısı en yüksek Mogan Gölünde 1.143ng/l olarak saptanmıştır. Bu pestisitlerin sudaki kalıntı miktarları Avrupa Birliği'nin sınır değerlerinin altında olmakla beraber;

zamanla arttığını ve bu artışın tolere edilen derişimlerin üstüne çıkmaması ve bölgenin şu andaki doğal yapısının korunması için önlemlerin alınması gerektiği sonucuna varmıştır.

Duchet ve ark. (2011), *D. magna* ve *D. pulex*'i 14 gün boyunca larvasitlerden spinosad (2,4,8µg/l) ve diflubenzuron (0.2, 0.4, 0.8µg/l) maruz bırakmış; yaşama ve büyüme oranlarını belirlemeye çalışmışlardır. Deneme sonunda her iki tür de larvasitlerden olumsuz etkilenmiş, hücre sayılarında ve vücut uzunluklarında düşüşlerin olduğu belirlenmiştir.

Souza ve ark., (2011) diflubenzuronun *D. magna*, *Poecilia reticulata* ve *Lemna minor*'da toksik etkisini belirlemeye çalıştıkları araştırmada ortama farklı oranlarda diflubenzuron ilavesi yapmışlardır. Çalışma sonunda diflubenzuron'un *D. magna* için önemli derecede toksik; ancak *P. reticulata* ve *L. minor*'da az toksik etki gösterdiği bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada inseksitlerden cypermethrinin denizel alglerden *Skeletonema costatum*, *Scrippsiella trochoidea* ve *Chattonella marina*'nın büyümesine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada 1:3:6.5 oranlarında aşılansarak kültüre alınan *C. marina*, *S. trochoidea* ve *S. costatum* kültür ortamına 5µg/l cypermethrin eklenmiş ve 96 saat boyunca türlerin hücre sayılarında artışların olduğu belirlenmiştir. Ancak türlerin aşılansma oranları 1:1:1 olarak ayarlandığında ve cypermethrin yoğunluğu 10, 50, 100µg/l olarak artırıldığında kültürlerde büyümenin durduğu gözlenmiştir (Wang ve ark., 2012).

Brezilya'da 1967 yılından buyana sivrisinek ile mücadelede kullanılan themephos adı verilen kimyasal larvasite karşı sivrisineklerin direnç göstermesi nedeniyle Sağlık Bakanlığı bu larvasitin yerine kitin sentezi önleyici olan diflubenzuronun kullanımını uygun bulmuştur. Abe ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada, *D. magna*'da themephos ve diflubenzuronun akut (EC50) ve kronik etkisini belirlemeye çalışmışlardır. 48 saatin sonunda EC50 değerleri themephos ve diflubenzuron için sırasıyla 0.15 ve 0.06µg/l olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak

her iki larvasitin de yüksek toksisiteye sahip olduğunu, kullanılan bu dozlardan daha düşük dozların kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir.





3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

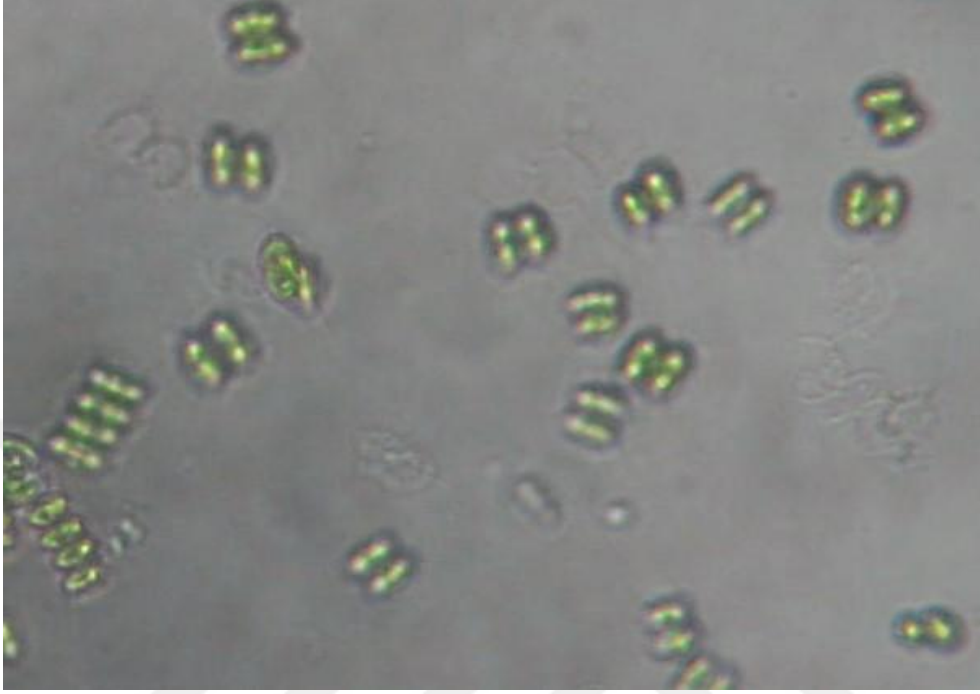
3.1.1. Denemede Kullanılan Plankton Türleri

Araştırma Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Algal Biyoteknoloji Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan alg türleri *S. quadricauda*, *P. tricornutum* ile zooplanktonik organizma *D. magna*'dır.

Kültüre alınan alg türlerinden *S. quadricauda*'ya ait sistematik sınıflandırma aşağıdaki gibidir.

(<http://taxonomicon.taxonomy.nl/TaxonTree.aspx?id=165876&src=0&syn=1>; 19.06.2014).

Biota:	Canlılar
Üst Alem:	<i>Eukaryota</i>
Alem:	Plantae Haeckel, 1866
Şube:	Chlorophyta A. Pascher, 1914
Sınıf:	Chlorophyceae Wille, in E. Warming, 1884
Takım:	Sphaeropleales Luerssen, 1877
Aile:	Scenedesmaceae Oltmanns
Cins:	<i>Scenedesmus</i> ^T F.J.F. Meyen, 1829
Tür:	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) L.A. de Brébisson, in L.A. de Brébisson & L.L. Godey, 1835



Şekil 3.1. *Scenedesmus quadricauda* (Orijinal fotoğraf, x40'lık)

S. quadricauda genellikle 4 hücreli, koloniyal (2, 8, 16) bir algdir. Hücreleri yan yana dizilmiş elipsoid, ışınal ya da hilal şeklindedir. Terminal hücrelerinde her iki uçta birer adet spin bulunur. Hücre duvarları düzdür. Tatlı su habitatlarında yayılış gösteren kozmopolit bir türdür (Brébisson ve Godey, 1835).

Araştırmada kullanılan diğere alg türü ise *P. tricornutum*'a ait sınıflandırma aşağıdaki gibidir.

(<http://sn2000.taxonomy.nl/Taxonomicon/TaxonTree.aspx?id=127554&tree=0.1>; 19.06.2014)

Biota:	Canlılar
Üst Alem:	<i>Eukaryota</i>
Alem:	Chromista T. Cavalier-Smith, 1981
Alt Alem:	Chromobiota Cavalier-Smith, 1991
Aşağı Alem:	Heterokonta (Cavalier-Smith, 1986) Cavalier-Smith,
Şube:	Ochrophyta (Cavalier-Smith, 1986) T. Cavalier-Smith, 1995
Alt Şube:	Diatomeae (Dumortier, 1821) Cavalier-Smith, 1995
Sınıf:	Bacillariophyceae Haeckel, 1878
Alt Sınıf:	Bacillariophycidae™ (Haeckel, 1878) Mann, 1990
Takım:	Naviculales Bessey, 1907
Alt Takım:	Phaeodactylinae J. Lewin, 1958
Aile:	Phaeodactylaceae™ Silva, 1962
Cins:	<i>Phaeodactylum</i> ™ Bohlin, 1897
Tür:	<i>Phaeodactylum tricornutum</i> Bohlin

Bacillariophyceae sınıfına ait tek hücreli *P. tricornutum* tatlı su türü olmasına rağmen denizel ortamda da yaşayan bir diatom türüdür. Hücre merkezinde çoğunlukla kahverengi kromotoforu ve çok büyük bir golgi cisimciği bulunmaktadır. 3 µm genişliğinde olan türün uzunluğu 8-20µm'ye kadar değişim göstermektedir. Oval ve fusiform hücre şekilleri olan pennat bir diatom türüdür (Lewin, 1958). *P. tricornutum* %30-45 arasında uzun zincirli doymamış yağ asitlerini (PUFA) içermekte ve bu oranın da %20-40'mı eicosapentaenoik asit (EPA) içermektedir (Fajardo ve ark., 2007). EPA kalp hastalıklarında ve yüksek kolesterol tedavisinde, kandaki kolesterolü düşürmede, romatizma riskinin azaltılmasında kullanılmaktadır (Dyerberg, 1986; Simopoulus, 1991; Durmaz ve ark., 2002'den).



Şekil 3.2. *Phaeodactylum tricornerutum* (Orijinal fotoğraf, x40'lık)

Araştırmada kullanılan zooplanktonik organizma *D. magna*'nın taksonomik sınıflandırması aşağıdaki gibidir; <http://taxonomicon.taxonomy.nl/TaxonTree.aspx?id=33105&src=0&syn=1>; 19.06.2004)

Biota:	Canlılar
Üst Alem:	Eukaryota Chatton, 1925
Alem:	Animalia C. Linnaeus, 1758
Üst Şube:	Panarthropoda
Şube:	Arthropoda Latreille, 1829
Alt Şube:	Pancrustacea Zrzavý et al., 1997
Sınıf:	Branchiopoda Latreille, 1817
Alt Sınıf:	Phyllopoda Preuss, 1951
Takım:	Diplostraca Gerstaecker, 1866
Alt Takım:	Cladocera Latreille, 1829
Aşağı Takım:	Anomopoda Stebbing, 1902

Aile:	Daphniidae Straus, 1820
Cins:	<i>Daphnia</i> ^T O.F. Müller, 1785
Tür:	<i>Daphnia magna</i> Straus, 1820



Şekil 3.3. *Daphnia magna* (Orijinal fotoğraf, x40'lık)

Daphnia'lar genellikle tatlı sularda yaşayan 0.2–3mm boyunda olan küçük ve ilkel Crustaceaelerdir. Su pirelerinin vücutları baş dışarıda kalmak üzere bir kabuk ile örtülüdür. Kitin bölge arkaya doğru uzanır ve ventralden (karın kısmından) vücudun kalan kısmını örtmektedir. Kabuk sırt tarafında midye kabuğu gibi birleşmiş, karın kısmında ise açıktır. Arka kısmında genellikle mevsime göre uzayıp kısalabilen kuyruk şeklinde ve üzeri dişli bir çıkıntı (spino) bulunmaktadır (Alpbaz, 1993). Su pireleri genel olarak su birikintilerinde su sıcaklığının 15-22°C arasında olduğu ortamlarda bol olarak üremektedir. *Daphnia*'lar günlük ve yıllık sıcaklık değişimlerine karşı oldukça toleranslıdır. En uygun gelişme sıcaklıkları ise 24-25°C olarak bildirilmektedir (Alpbaz, 1993; Cirik ve Gökpınar, 1999).

3.1.2. Kültür Ortamı

Denemede, denizel diyatom türü için Si-F/2 (Guillard, 1973) kültür ortamı kullanılmıştır. Kültür ortamının içeriği (Çizelge 3.1 ve 3.2)'de verilmiştir. Si-F/2 kültür ortamının hazırlanmasında kullanılan deniz suyu 0.45µm göz açıklığında GFC (Whatman 0.47) filtre kağıdından geçirilmiş ve kaba partiküllerden arındırılmıştır. Silisyum eklemesi, besi ortamı hazırlanıp pH metre (Hanna, pH-211) ile pH'ın 3-4'e düşürülmesinden sonra yapılmıştır. Tatlı su türü için Jaworsky besi ortamı (Çizelge 3.3) kullanılmıştır. Denemede kullanılacak tüm besi ortamlarının pH'ı 8 olarak ayarlanmıştır. Deneme kurulmadan önce besi ortamları otoklavda (Hirayama-HV-50L) steril edilmiştir.

Çizelge 3.1. F/2 Kültür Ortamı (Guillard, 1973)

Miktar	Eklene Madde	Stok Solüsyon	Molar Konsantrasyon
1ml	NaNO ₃	75gl ⁻¹	882µmol ⁻¹
1ml	NaH ₂ PO ₄ ·H ₂ O	5gl ⁻¹	36µmol ⁻¹
1ml	f/2 metal solüsyonu		

Çizelge 3.2. F/2 kültür ortamında kullanılan metal solüsyonu

FeCl ₃ ·6H ₂ O	3.15g
Na ₂ EDTA·2H ₂ O	4.36g
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.0098g
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0.0063g
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.022g
CoCl ₂ ·6H ₂ O	0.01g
MnCl ₂ ·4H ₂ O	0.18g

Çizelge 3.3. Jaworski Kültür Ortamı (Watanabe, 2002)

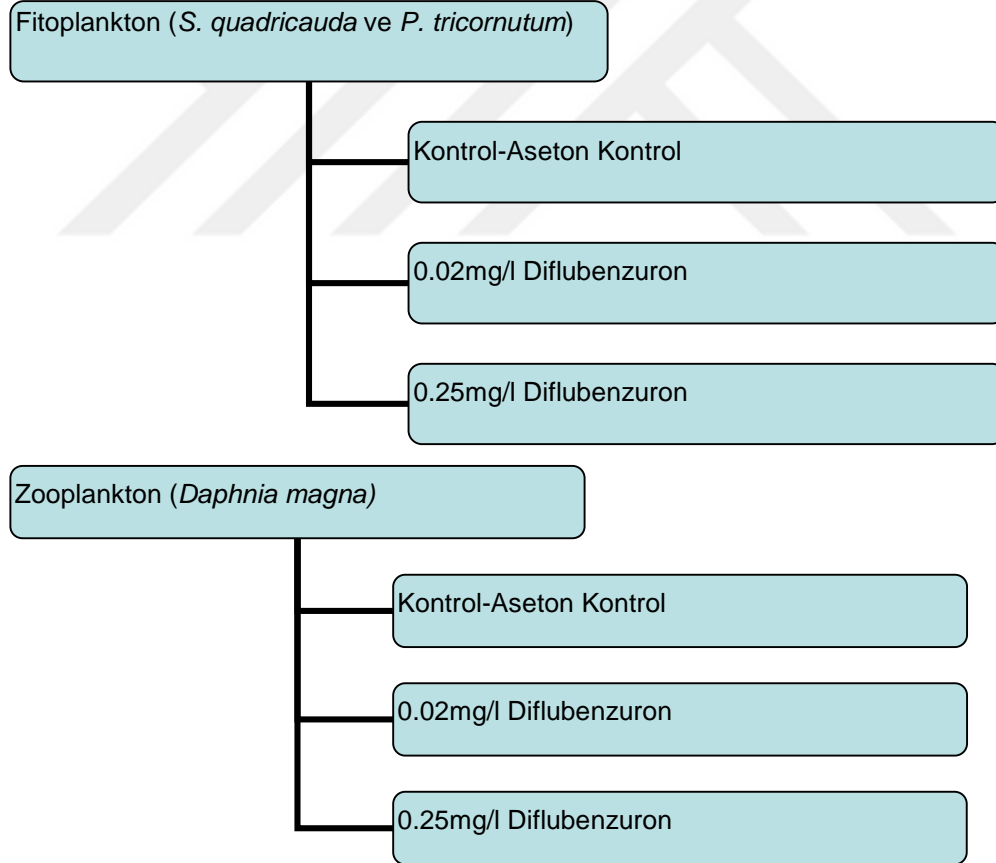
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O (4.0g/200ml)	1.0ml
KH ₂ PO ₄ (2.48g/200ml)	1.0ml
MgSO ₄ ·7H ₂ O (10.0g/200 ml)	1.0ml
NaHCO ₃ (3.18g/200ml)	1.0ml
EDTAFeNa (0.45g/200ml)	1.0ml
EDTANa ₂ (0.45g/200ml)	
H ₃ BO ₃ (0.496g/200ml)	1.0ml
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O (0.20g/200ml)	
MnCl ₂ ·4H ₂ O (0.278g/200ml)	
NaNO ₃ (16.0g/200ml)	1.0ml
Na ₂ HPO ₄ ·12H ₂ O (7.2g/200ml)	1.0ml
Distile su	1.0L

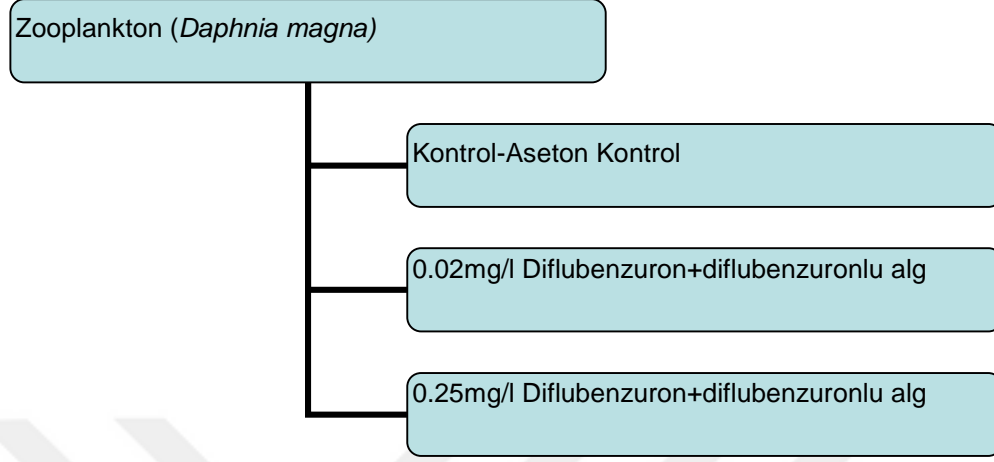
3.2. Metod

3.2.1. Kültür Ortamının Hazırlanması ve Diflubenzuron Eklenmesi

Çalışmada denizel tür için Si-F/2, tatlı su türü için Jaworski kültür ortamı kullanılmıştır. Diflubenzuron 230°C’de erime noktasına sahip, kokusuz, beyaz kristaller formunda olan bir kimyasaldır. Su içinde pek erimez ve uçucu değildir. Diflubenzuron için en iyi çözücü asetonur ve ortama eklenmeden önce aseton içinde çözdürülmüştür (6.5g/l aseton) (WHO, 1996). Asetonun kültürlere etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla, kontrol aseton grupları kurulmuştur. Eklenen diflubenzuron miktarlarına bağlı olarak 0.02mg/l diflubenzuron içeren gruba 0.003ml/l (3µl) aseton ve 0.25mg/l diflubenzuron içeren gruba da 0.038ml/l (38µl) aseton girdisi olmaktadır. Buna göre her bir muamele grubu için, 0.003ml/l aseton ve 0.038ml/l aseton içeren, aseton kontrol kültürleri oluşturulmuştur. Diflubenzuron, Dünya Sağlık Örgütü’nün (WHO) belirlediği standart aralıklardaki minimum ve maksimum uygulama dozları olan 0.02 ve 0.25mg/l olmak üzere iki yoğunlukta, mikroalg *S. quadricauda*, *P. tricornutum* ile zooplanktonik organizma

D. magna'ya uygulanmıştır. Larvasit diflubenzuron kültür ortamına ilave edilmiştir. *D. magna*, 5 litrelik kavanozlarda, 4 litrelik kültür hacminde ve litrede ortalama 50 birey olacak şekilde kültüre alınmıştır. Deneme 2 muamele grubunda yürütülmüş; birinci deneme grubunda larvasit, zooplanktonun bulunduğu ortama doğrudan eklenmiştir. İkinci deneme grubunda ise larvasit uygulanmış alglerle beslenmiş ve yine ortama diflubenzuron eklenmiştir. Günlük olarak zooplanktona 10ml/l alg besin olarak verilmiştir. Alg yoğunluğu 0.2g/l olarak ayarlanmıştır. Denemeler 3 tekrarlı yapılmıştır. Diflubenzuron ($C_{14}H_9ClF_2N_2O_2$, moleküler ağırlığı 310.68g/mol; CAS Number: 35367-38-5) etken maddesi Sigma-Aldrich Chemie GmbH.'den temin edilmiştir.





3.2.2. Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi

Denemenin kurulduğu laboratuvar ortamında sıcaklık, iklimlendirme cihazı kullanılarak $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de tutulmuştur. Deneme süresince kültürler $80\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^1$ ışık şiddeti uygulanmıştır. Işık şiddeti, ışık metre (Licor, LI-250) ile belirlenmiştir. Işık kaynağı olarak floresan (Tekfen, TLD36 watt) lambalar kullanılmıştır.

Fitoplanktonik organizmalar 8 litrelik cam kavanozlarda 7'şer litre kültür hacminde %20 oranında aşılaraq 3 tekrarlı olacak şekilde kültüre alınmıştır (Şekil 3.4 ve 3.5.). *P. tricornutum* için denemede kullanılacak olan deniz suyunun tuzluluğu salinometre (Orion 3 Star) ile ‰30 olacak şekilde ayarlanmıştır. Tuzluluk ayarlamasında saf su kullanılmıştır. Denemenin başlangıç hücre yoğunluğu (optik yoğunluk=OD), biyokütle (kuru madde) ve klorofil *a* değerini belirlemek amacıyla deneme kaplarından örnekler alınmıştır.



Şekil 3.4. Fitoplanktonik Organizmalara ait Deneme Düzeniği



Şekil 3.5. Zooplanktona ait Deneme Düzeniği

Optik yoğunluk için 5ml ve klorofil *a* analizi için 5ml örnek alınmıştır. Optik yoğunluk *P. tricornotum* türü için 625nm (Acién Fernández ve ark., 2003) ve *S. quadricauda* için 680nm dalga boyunda (Kasai ve ark., 1993), visible spektrofotometre (Shimadzu, UV mini 1240) ile belirlenmiştir.

Klorofil *a* analizi için alınan 5ml'lik örnek su trombu yardımı ile GFC filtre kağıdından süzölmüş ve 15ml'lik deney tüplerine konmuştur. Üzerine 10 ml %90'lık aseton ilavesi yapılmıştır. Asiditenin artması ve pigmentin zarar görmesini önlemek amacıyla filtre sırasında 2 damla %1'lik MgCO₃ eklenmiştir. Ağzıları mantar tıpa ile kapatılan deney tüpleri çalkalandıktan sonra buzdolabında (+4°C) 24 saat karanlıkta bırakılmış ve ekstraksiyon süresi sonunda üstteki berrak kısım alınarak visible spektrofotometrede 630, 645, 665 ve 750nm'de absorpsiyon değerleri ölçölmüştür. 750nm'de okunan değerler bulanıklık düzeltme faktörü olarak kullanılmıştır. Bu amaçla 750nm'de okunan absorbans değerleri diğer dalga boylarında okunan değerlerden çıkartılmış ve klorofil *a* yoğunlukları aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır (Parsons ve Strickland, 1963).

$$\text{Klorofil } a = 11.6 \times D_{665} - 1.31 \times D_{645} - 0.14 \times D_{630}$$

$$\mu\text{gL}^{-1} = C \times v / 1 \times V$$

C= Birinci eşitlikte hesaplanan klorofil miktarını,

V= filtre edilen su örneğini (l),

v= kullanılan asetonun hacmini (ml) ve

l= küvetten geçen ışık yolunu (cm) göstermektedir.

Denemenin başladığı günden itibaren kültürlerden her gün kuru madde (kuru biyokütle) miktarını belirlemek için 20ml örnek alınmıştır. Biyokütle miktarlarının saptanması için, 0.45µm göz açıklığındaki "glass fibre" filtre kağıtları (GFC), süzme düzeneği ve bir su trombu kullanılarak oluşturulan vakum

yardımıyla hücreler ortamdaki ayrılarak yoğunlaştırılmıştır. Filtre kağıtları etüvde (Medcenter, Venticell 111) 105°C’de bir saat tutulduktan ve desikatörde soğutulduktan sonra, 0.001g duyarlı terazide (Denver, TP214) ağırlıkları alınmıştır. Yoğunlaştırılmış biyomas, etüvde 105°C’de iki saat tutulmuştur. Bu süre filtre kağıtları desikatöre konularak, oda sıcaklığına kadar soğumaları sağlanmış ve daha sonra 0.001g duyarlı terazide tartımları yapılarak kuru madde miktarı hesaplanmıştır (Boussiba ve ark., 1992).

Deneme, kültürlerin duraklama fazının sonunda bitirilmiştir. Deneme süresi *P. tricornutum* kontrol grubu için 8 gün, 0.02 ve 0.25mg/l diflubenzuron uygulanan gruplarda 7 günde tamamlanmıştır. *S. quadricauda* kontrol grubu 8. günde ve 0.02 ve 0.25mg/l diflubenzuron içeren gruplarda 9 günde kültürler hasat edilmiştir. *D. magna* kültürlerinde, uygulanan muamele gruplarına göre denemeler farklı günlerde tamamlanmıştır. Son gün kuru madde analizi, optik yoğunluk ve klorofil *a* analizi için örnekler alınmıştır. Deneme sonunda geriye kalan kültürlerin tamamı 7500rpm dönme hızındaki soğutmalı santrifüj (Heraeus, Suprafuge 22) yardımıyla 10 dakika boyunca hasat edilmiştir. Elde edilen biyokütle ve hasat suyu -21°C’de saklanmıştır.

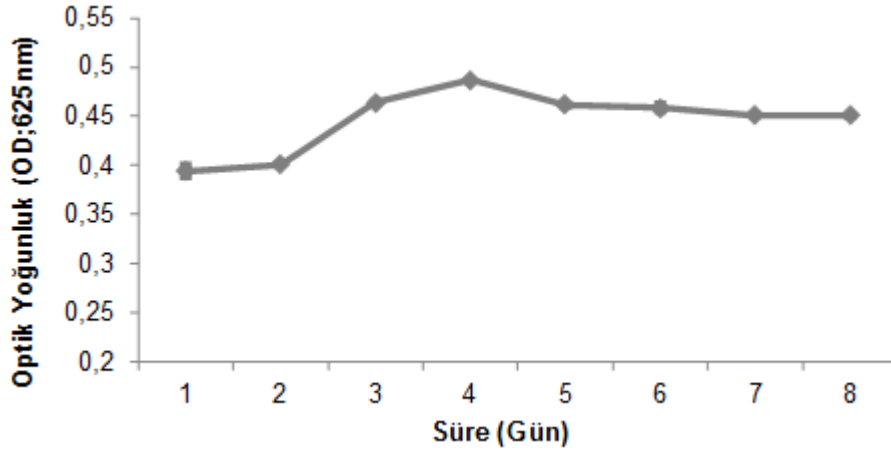
Kültür sularında diflubenzuron kalıntısı TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (TÜBİTAK-MAM) tarafından ASTM D7645-14 (2014) standart metotla modifiye edilerek belirlenmiştir. Muamele gruplarında, OD ve kuru madde miktarlarının istatistiksel olarak farklı olup olmadığını belirlemek amacıyla, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve bu analizin sonucuna bağlı olarak farklılık oluşması durumunda farklılığı saptamak amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi SPSSX 22 paket programı kullanılarak yapılmıştır (IBM, 2012).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. *Phaeodactylum tricornutum* ile Yürütülen Denemeler

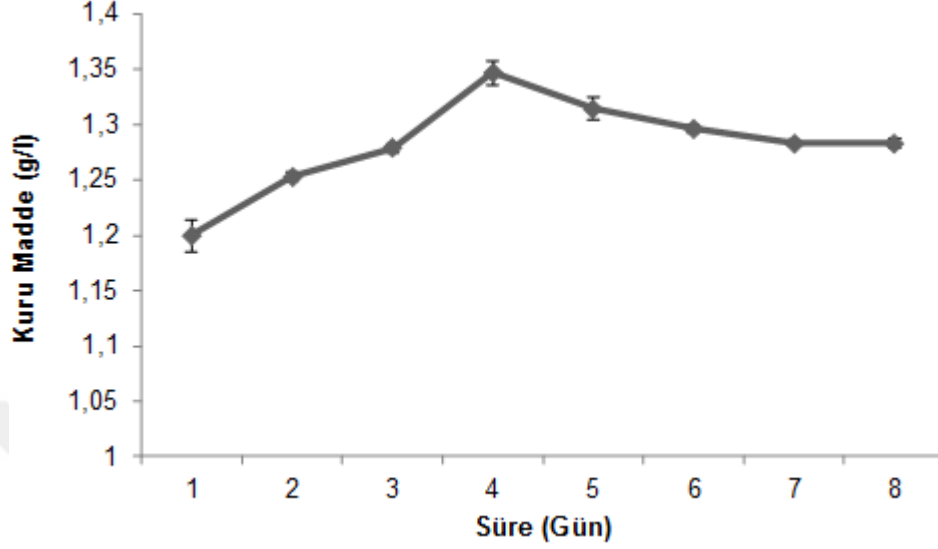
4.1.1. *Phaeodactylum tricornutum* Kontrol Kültürü

P. tricornutum Si-F/2 besi ortamında kültüre alınmış, büyüme parametrelerinden optik yoğunluk ve kuru madde miktarları belirlenmiştir. Denemeye, 0.3941 ± 0.006 optik yoğunluk değeri ile başlanmıştır. Optik yoğunluk verileri değerlendirildiğinde, kültürde büyümenin 4. güne kadar arttığı, 4. günden sonra değerlerin azaldığı ve 6. günde kültürün duraklamaya girdiği görülmektedir. En yüksek optik yoğunluk değeri 0.487 ± 0.0002 , denemenin 4. gününde elde edilmiş ve denemenin son günü 0.4507 ± 0.0005 OD değeri belirlenmiştir. (Şekil 4.1). Kontrol olarak değerlendirilen kültür denemesi 8 günde tamamlanmıştır.



Şekil 4.1. *P. tricornutum* Kontrol Kültüründe Optik Yoğunluk Değişimi

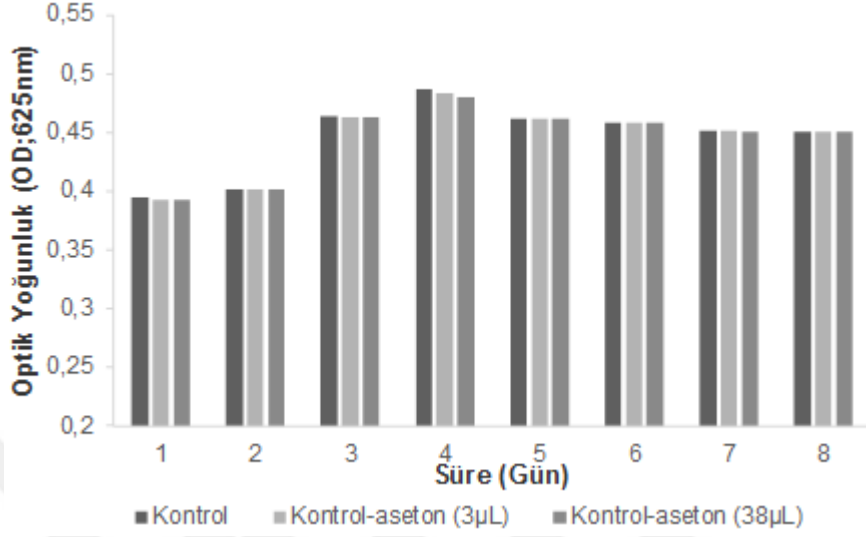
P. tricornutum kontrol kültüründe başlangıç kuru madde miktarı 1.200 ± 0.01 g/l iken, en yüksek kuru madde miktarı denemenin 4. gününde 1.346 ± 0.01 g/l ile elde edilmiştir. Denemenin son günü elde edilen kuru madde miktarı ise 1.283 ± 0.004 g/l olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2).



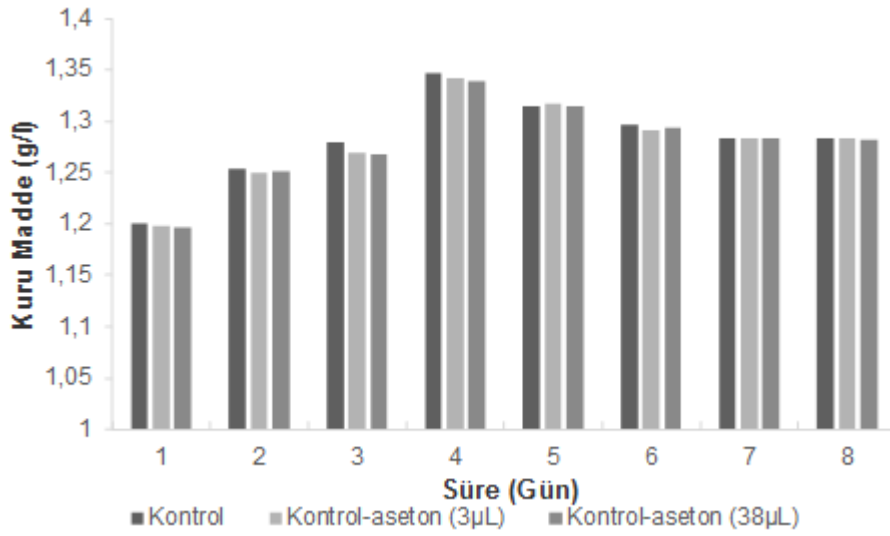
Şekil 4.2. *P. tricornutum* Kontrol Kültüründe Kuru Madde Miktarı Değişimi

Bu deneme grubunda başlangıçta $547 \pm 13 \mu\text{g/l}$ olarak belirlenen klorofil *a* değeri, deneme sonunda $833 \pm 16 \mu\text{g/l}$ olarak belirlenmiştir.

Aseton ilavesi yapılmış olan kontrol kültür denemeleri 8 günde tamamlanmış olup; kontrol kültürüyle benzerlik göstermiştir. Başlangıç optik yoğunluk değerleri kontrol, kontrol aseton($3 \mu\text{l}$) ve kontrol aseton($38 \mu\text{l}$) için sırasıyla 0.3941, 0.3926 ve 0.3925 olarak belirlenmiştir. En yüksek değerler denemenin 4. gününde elde edilmiş ve kontrol, kontrol aseton($3 \mu\text{l}$) ve kontrol aseton($38 \mu\text{l}$) için sırasıyla 0.4870, 0.4827 ve 0.4800 olarak bulunmuştur. 1.200, 1.198 ve 1.197g/l olarak belirlenen kontrol, kontrol aseton($3 \mu\text{l}$) ve kontrol aseton($38 \mu\text{l}$) gruplarına ait başlangıç kuru madde miktarları, denemenin 4. gününde en yüksek değerlere ulaşmış ve sırasıyla; 1.346, 1.341 ve 1.338g/l olarak belirlenmiştir. Optik yoğunluk ve kuru madde değerleri Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de verilmiş olup; asetonun kültüre olumsuz bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.



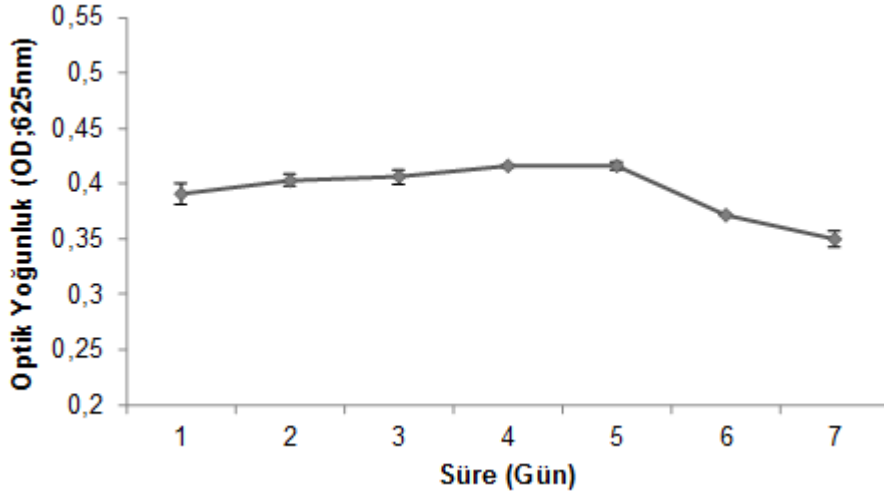
Şekil 4.3. *P. tricornutum* Kontrol ve Aseton Kontrol Kültüründe Optik Yoğunluk Değişimi



Şekil 4.4. *P. tricornutum* Kontrol ve Aseton Kontrol Kültüründe Kuru Madde Miktarı Değişimi

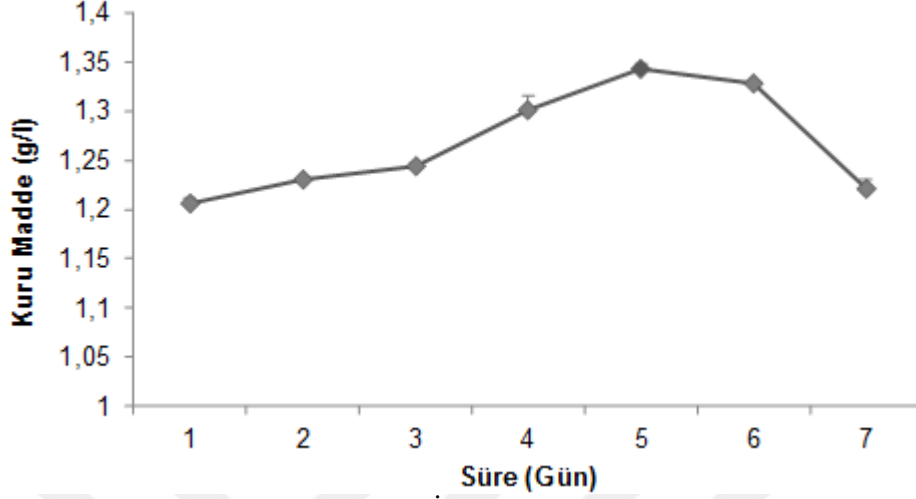
4.1.2. 0.02mg/l Diflubenzuron İçeren *Phaeodactylum tricornutum* Kültürleri

P. tricornutum kültür ortamına 0.02mg/l oranında diflubenzuron ilavesi yapılmış ve büyümenin nasıl etkilendiği belirlenmeye çalışılmıştır. Başlangıç optik yoğunluk değeri 0.3904 ± 0.009 olan kültürde 4. günde OD en yüksek seviyesine ulaşarak 0.4158 ± 0.008 olarak belirlenmiştir. 5. günde de bu değere yakın bir değer elde edilmiş; 6 ve 7. günde azalarak denemenin son gününde OD 0.3497 ± 0.007 olarak saptanmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. 0.02mg/l Diflubenzuron İçeren Kültürde *P. tricornutum* Optik Yoğunluk Değişimi

Bu deneme grubunda da başlangıç kuru madde miktarı diğer gruplara benzer şekilde 1.2067 ± 0.004 g/l olarak belirlenmiş; büyüme 5. güne kadar artış göstermiş, 5. günde en yüksek kuru madde miktarına 1.3437 ± 0.004 g/l'lik değerle ulaşılmıştır. Bugünden sonra kuru maddede azalma görülmüş ve bu değer denemenin son günü 1.2216 ± 0.008 g/l olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.6).

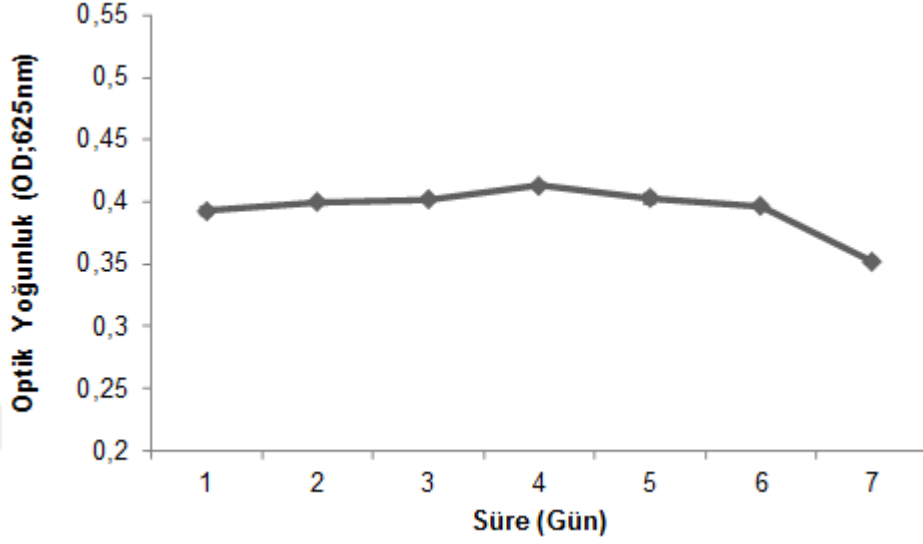


Şekil 4.6. 0.02mg/l Diflubenzuron İçeren *P. tricornutum* Kültürlerinde Kuru Madde Miktarı Değişimi

Başlangıç klorofil *a* değeri $542 \pm 15 \mu\text{g/l}$ olarak belirlenen bu grupta, deneme sonunda elde edilen değer $337 \pm 10 \mu\text{g/l}$ olarak saptanmıştır.

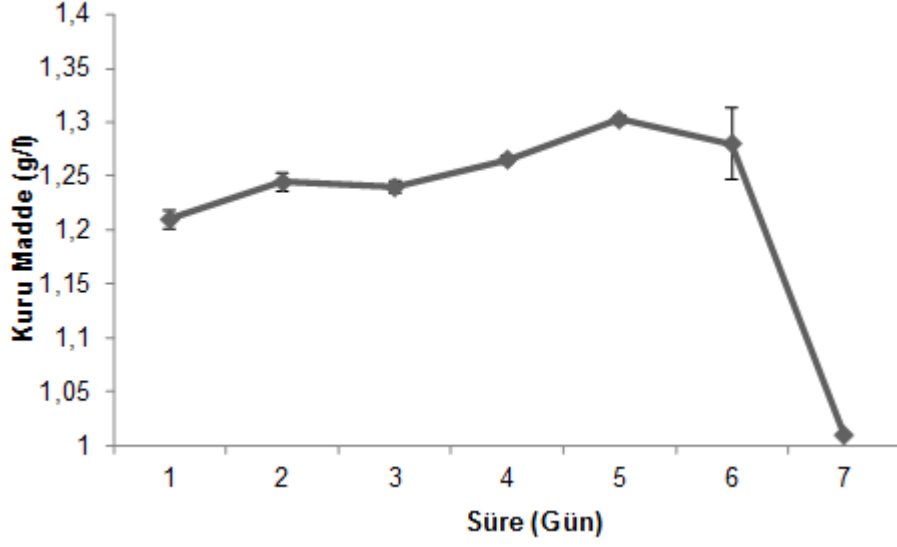
4.1.3. 0.25mg/l Diflubenzuron İçeren *Phaeodactylum tricornutum* Kültürleri

Bu deneme grubunda besi yeri olarak Si-F/2 kültür ortamı kullanılmış ve ortama 0.25mg/l oranında diflubenzuron ilavesi yapılmıştır. Deneme 7 günde tamamlanmış olup, başlangıç optik yoğunluk değeri 0.3927 ± 0.003 olarak belirlenmiştir. Denemenin 4. gününde en yüksek optik yoğunluk değerine 0.4133 ± 0.001 ile ulaşılmıştır. Son gün ise bu değer 0.3522 ± 0.002 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. 0.25mg/l Diflubenuron İçeren *P. tricornutum* Kültürlerinde Optik Yoğunluk Değişimi

Başlangıçta $1.2099 \pm 0.008 \text{g/l}$ olarak belirlenen kuru madde miktarı, denemenin 5. gününde $1.3028 \pm 0.003 \text{g/l}$ ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Denemenin son günü olan 7. gün ise bu değer $1.009 \pm 0.001 \text{g/l}$ olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. 0.25mg/l Diflubenzuron İçeren *P. tricornutum* Kültürlerinde Kuru Madde Miktarı Değişimi

0.25mg/l diflubenzuron içeren grupta başlangıçta belirlenen klorofil *a* değeri $538 \pm 17 \mu\text{g/l}$ iken; denemenin son günü bu değerde azalma meydana gelmiş ve $394 \pm 12 \mu\text{g/l}$ olarak belirlenmiştir.

P. tricornutum kontrol, 0.02mg/l ve 0.25mg/l diflubenzuron eklenmiş kültürlerinde denemenin son gününe ait OD, kuru madde ve klorofil *a* değerleri Çizelge 4.1 ve 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. *P. tricornutum* Kültürlerinde Son Gün Büyüme Değerlerinin Karşılaştırılması

	Kontrol	0.02mg/l	0.25mg/l
Parametre (Son gün)			
OD₆₂₅	0.4507±0.005*	0.3497±0.007*	0.3522±0.002*
Kuru madde (g/l)	1.283±0.005*	1.2216±0.01*	1.009±0.001*
Klorofil a (µg/l)	833±16*	394±12*	337±10*

* ile sembolize edilen sütunlar ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05), (n=3).

Çizelge 4.2. *P. tricornutum* Kültürlerinde En Yüksek Büyüme Değerlerinin Karşılaştırılması

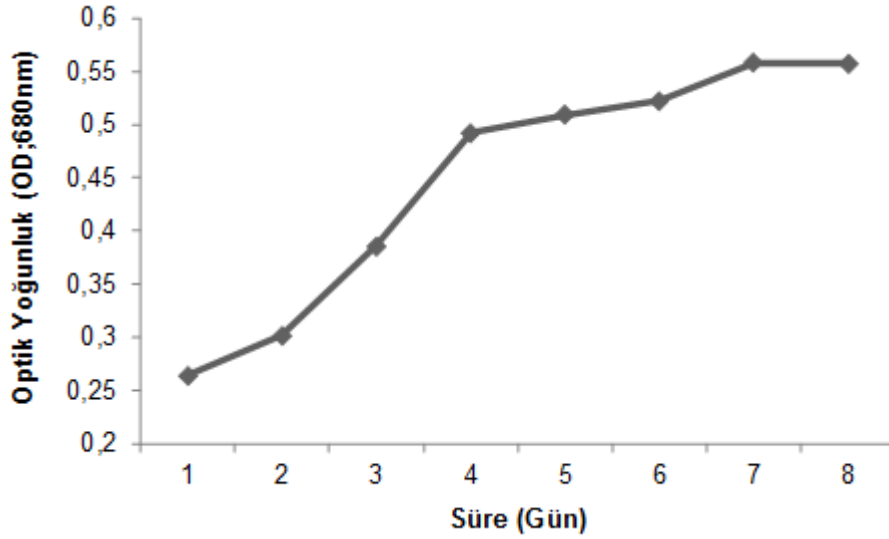
	Kontrol	0.02mg/l	0.25mg/l
Parametre (En yüksek)			
OD₆₂₅	0.487±0.0002*	0.4158±0.008*	0.4133±0.001*
Kuru madde (g/l)	1.346±0.01*	1.343±0.005*	1.302±0.004*
Klorofil a (µg/l)	1016±11*	541±91*	477±6*

*ile sembolize edilen sütunlar ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05), (n=3).

4.2. *Scenedesmus quadricauda* ile Yürütülen Denemeler

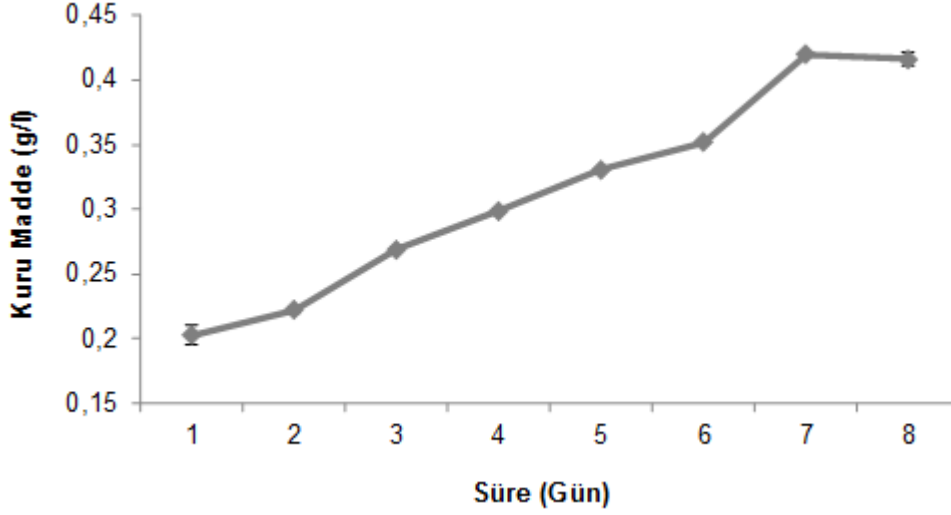
4.2.1. *Scenedesmus quadricauda* Kontrol Kültürü

Bu denemede Jaworsky besi ortamı kullanılmış ve *S. quadricauda* büyüme özellikleri araştırılmıştır. 680nm optik yoğunluk değerlerine göre büyüme fazları belirlenmeye çalışılmış ve bu gruba ait deneme 8 günde tamamlanmıştır. 0.2636±0.001 optik yoğunluk ile denemeye başlanmıştır. Optik yoğunluk değerlerine göre, büyümenin 7. gününe kadar artış gösterdiği, bugünden sonra duraklamaya girdiği anlaşılmaktadır. En yüksek optik yoğunluk değeri denemenin 7. günü 0.5580±0.0005 ile elde edilmiş ve denemenin son günü 0.5574±0.001 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.9).



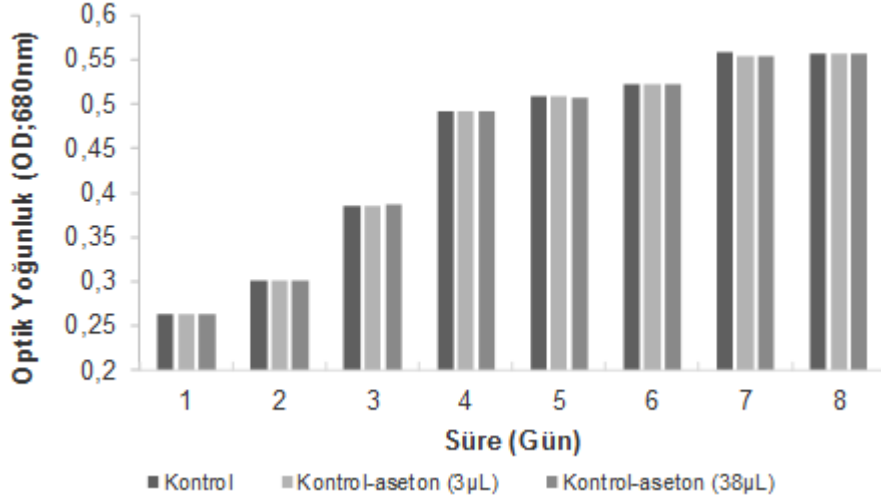
Şekil 4.9. *S. quadricauda* Kontrol Kültüründe Optik Yoğunluk Değişimi

Denemenin ilk gününde kontrol kültürüne ait kuru madde miktarı 0.2022±0.007g/l iken; en yüksek kuru madde miktarı denemenin 7. gününde 0.4199±0.0002g/l ile elde edilmiştir. Denemenin son günü elde edilen kuru madde miktarı ise 0.4164±0.004g/l olarak belirlenmiştir. Deneme boyunca kuru madde miktarında düzenli bir artış olmuştur (Şekil 4.10).

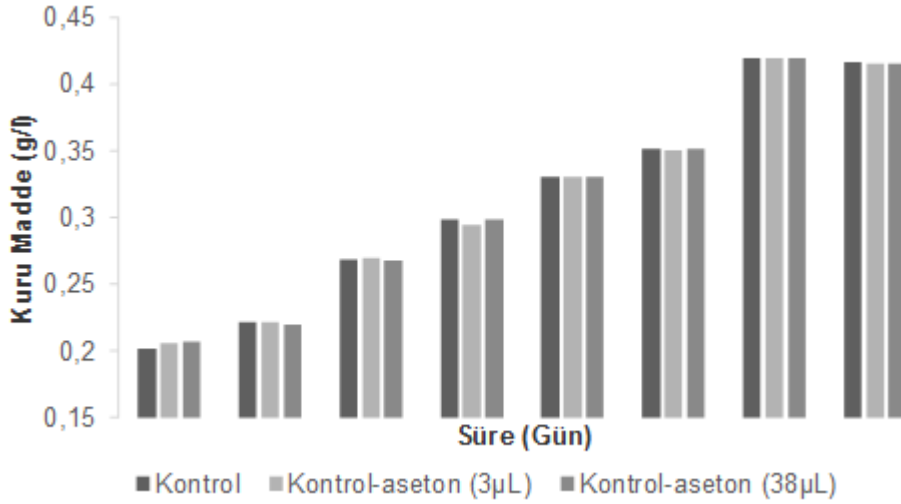


Şekil 4.10. *S. quadricauda* Kontrol Kültüründe Kuru Madde Miktarı Değişimi

Aseton ilavesi yapılmış olan kontrol kültür denemeleri 8 günde tamamlanmış olup; kontrol kültürüyle benzerlik göstermiştir. Başlangıç optik yoğunluk değerleri sırasıyla; 0.2636, 0.2625 ve 0.2632 olan kontrol, kontrol aseton(3 μ l) ve kontrol aseton(38 μ l) gruplarında en yüksek değerler denemede 7. günde elde edilmiş olup; sırasıyla 0.558, 0.5546 ve 0.5546 olarak belirlenmiştir. Kontrol, kontrol aseton(3 μ l) ve kontrol aseton(38 μ l) gruplarına ait başlangıç kuru madde miktarları sırasıyla; 0.202, 0.205 ve 0.206g/l olarak saptanmış ve denemenin 7. gününde bu değerler en yüksek seviyeye ulaşarak tüm gruplarda 0.419g/l olarak belirlenmiştir. Optik yoğunluk ve kuru madde değerleri Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de verilmiş olup; asetonun kültüre olumsuz bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 4.11. *S. quadricauda* Kontrol ve Aseton Kontrol Kültüründe Optik Yoğunluk Değişimi

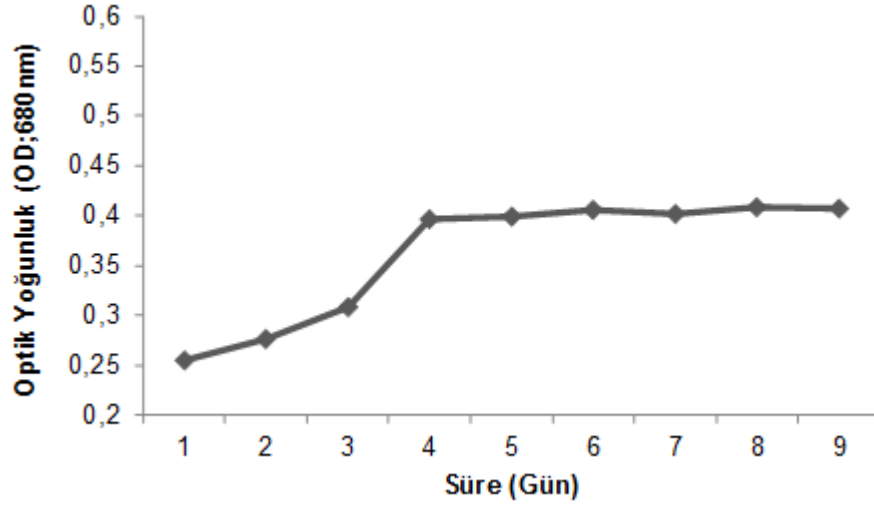


Şekil 4.12. *S. quadricauda* Kontrol ve Aseton Kontrol Kültüründe Kuru Madde Miktarı Değişimi

S. quadricauda kontrol kültüründe başlangıçta saptanan klorofil *a* değeri $223 \pm 8 \mu\text{g/l}$ iken; bu değer deneme sonunda $727 \pm 3 \mu\text{g/l}$ olarak saptanmıştır.

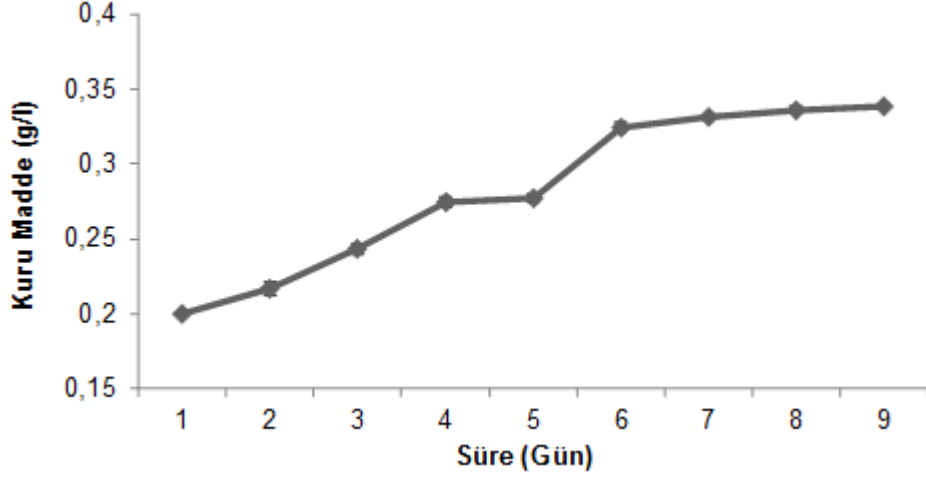
4.2.2. 0.02mg/l Diflubenzuron İçeren *Scenedesmus quadricauda* Kültürleri

Bu deneme grubunda besi yeri olarak Jaworsky kültür ortamı kullanılmış ancak ortama 0.02mg/l oranında diflubenzuron ilavesi yapılmıştır. Deneme 9 günde tamamlanmış olup; başlangıç optik yoğunluk değeri 0.2555 ± 0.0006 olarak belirlenmiştir. Denemenin 4. gününe kadar artış gösteren optik yoğunluk değerleri, bugünden itibaren çok fazla artmamış; en yüksek optik yoğunluk değerine 0.4081 ± 0.002 ile denemenin 8. gününde ulaşılmıştır. Son gün ise bu değer 0.4075 ± 0.0008 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. 0.02mg/l Diflubenzuron İçeren *S. quadricauda* Kültürlerinde Optik Yoğunluk Değişimi

0.02mg/l diflubenzuron içeren *S. quadricauda* başlangıç kuru madde miktarı 0.2001 ± 0.001 g/l olarak belirlenmiştir. Denemenin 7. gününe kadar biyokütlede düzenli artışlar meydana gelmiş ve en yüksek kuru madde miktarı son üç günde elde edilmiştir. Son gün elde edilen kuru madde miktarı 0.3382 ± 0.006 g/l olarak saptanmıştır (Şekil 4.14).

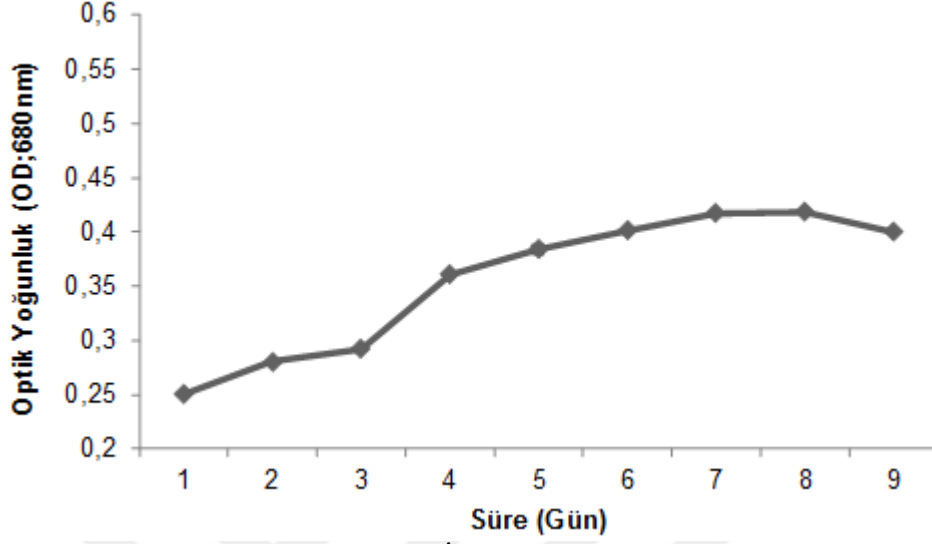


Şekil 4.14. 0.02mg/l Diflubenzuron İçeren *S. quadricauda* Kültürlerinde Kuru Madde Miktarı Değişimi

Bu deneme grubunda başlangıç klorofil *a* değeri $225 \pm 7 \mu\text{g/l}$, deneme sonunda ise $188 \pm 4 \mu\text{g/l}$ olarak belirlenmiştir.

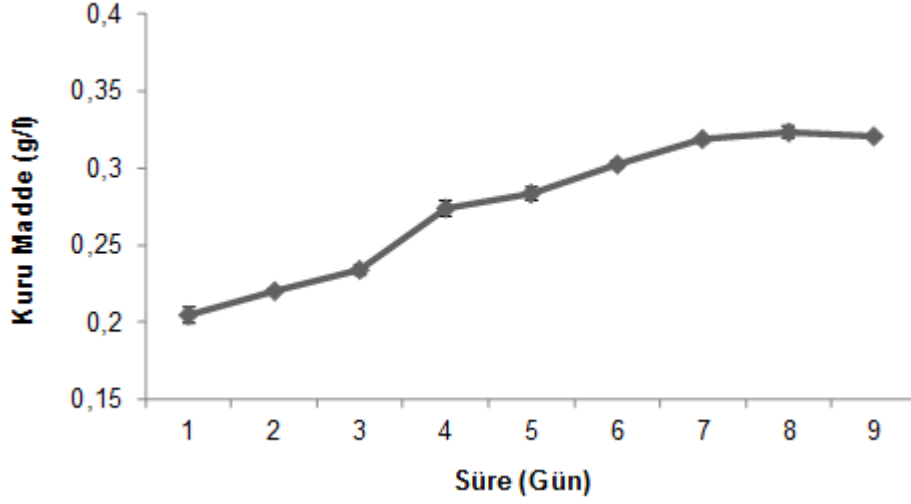
4.2.3. 0.25mg/l Diflubenzuron İçeren *Scenedesmus quadricauda* Kültürü

Bu deneme grubunda kültür ortamına 0.25mg/l oranında diflubenzuron ilavesi yapılmış ve mikroalgal büyümenin nasıl etkilendiği belirlenmeye çalışılmıştır. *S. quadricauda* kültüründe başlangıç optik yoğunluk değeri 0.2507 ± 0.0007 olarak saptanırken; denemenin 8. gününde en yüksek seviyesine ulaşarak 0.4187 ± 0.001 olarak belirlenmiştir. Denemenin son gününde 0.4001 ± 0.0001 şeklinde saptanmıştır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. 0.25mg/l Diflubenzuron İçeren *S.quadricauda* Kültürlerinde Optik Yoğunluk Değişimi

Bu deneme grubunda başlangıç kuru madde miktarı 0.2041 ± 0.005 g/l olarak belirlenmiştir. Kültürde kuru madde miktarı 7. güne kadar artış göstermiş, 8. günde 0.3235 ± 0.003 g/l ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Kültür 8. günden sonra duraklama fazına girmiş olup; son güne ait kuru madde miktarı 0.3206 ± 0.004 g/l olarak saptanmıştır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. 0.25mg/l Diflubenzuron İçeren *S. quadricauda* Kültüründe Kuru Madde Miktarı Değişimi

0.25mg/l diflubenzuron içeren grupta başlangıç klorofil *a* değeri $221 \pm 5 \mu\text{g/l}$ olarak belirlenmiş ve deneme boyunca azalmalar meydana gelmiştir. Son gün bu değer $149 \pm 6 \mu\text{g/l}$ olarak saptanmıştır.

S. quadricauda'nın tüm gruplarına ait son gün ve en yüksek OD, kuru madde ve klorofil *a* değerleri Çizelge 4.3 ve 4.4'de verilmiştir. Buna göre elde edilen veriler değerlendirildiğinde, kontrol kültüründe en yüksek; 0.25mg/l diflubenzuron uygulanan kültürde ise en düşük veriler elde edilmiştir.

Çizelge 4.3. *S. quadricauda* Kültürlerinde Son Gün Büyüme Değerlerinin Karşılaştırılması

	Kontrol	0.02mg/l	0.25mg/l
Parametre (Son gün)			
OD625	0.5574±0.001*	0.4075±0.0008*	0.4001±0.0001*
Kuru madde (g/l)	0.4164±0.004*	0.3382±0.006*	0.3206±0.004*
Klorofil a (µg/l)	727±3*	188±4*	149±6*

*ile sembolize edilen sütunlar itibariyle ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05), (n=3)

Çizelge 4.4. *S. quadricauda* Kültürlerinde en Yüksek Büyüme Değerlerinin Karşılaştırılması

	Kontrol	0.02mg/l	0.25mg/l
Parametre (En yüksek)			
OD625	0.5580±0.0005*	0.4081±0.002*	0.4187±0.001*
Kuru madde (g/l)	0.4199±0.0002*	0.3382±0.006*	0.3235±0.003*
Klorofil a (µg/l)	971±7*	628±8*	609±5*

*ile sembolize edilen sütunlar itibariyle ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05), (n=3)

P. tricorntum ve *S. quadricauda* ile yürütülen diflubenzuron denemelerinde son güne ait kuru madde miktarları karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.5).

P. tricornutum kültürlerinde kuru madde miktarı *S. quadricauda* kültürlerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Diflubenzuron Uygulanan *P. tricornutum* ve *S. quadricauda* Kültürlerinde Son Gün Kuru Madde Miktarları (g/l)

	Kontrol	0.02mg/l Diflubenzuron	0.25mg/l Diflubenzuron
Tür			
<i>P. tricornutum</i>	1.283±0.005*	1.2216±0.01*	1.009±0.001*
<i>S. quadricauda</i>	0.4164±0.004*	0.3382±0.006*	0.3206±0.004*

*ile sembolize edilen satırlar itibariyle ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05), (n=3)

Optik yoğunluk, kuru madde, klorofil *a* verilerinin en yüksek ve son gün değerlerinin verilme nedeni, kültürlerde logaritmik evrenin bittiği ve duraklama evresinin sona erdiği günleri ve değerleri belirtmek amacıyla.

4.3. *Daphnia magna*'ya Diflubenzuron Uygulaması

D. magna ile yapılan denemelerde 5 litrelik kavanozlarda 4 litrelik kültür hacminde, litrede ortalama 50 birey olacak şekilde toplamda ortalama 200 birey olacak şekilde ayarlanmıştır. Deneme iki farklı şekilde yürütülmüş; birinci deneme grubunda larvasit eklemesi zooplanktonun bulunduğu ortama doğrudan verilmiştir. İkinci deneme grubunda ise *D. magna* kültür ortamına larvasit doğrudan eklenmiş ve aynı zamanda, larvasit ile muamele edilmiş alg ile beslenmiştir. *D. magna* günlük olarak 10ml/l yoğunluğunda alg ile beslenmiştir. Alg yoğunluğu 0.2g/l olarak ayarlanmıştır. Denemeler üç tekrarlı yapılmıştır.

D. magna kültür ortamına doğrudan 0.02mg/l ve 0.25mg/l diflubenzuron uygulandığında 24 saatin sonunda ölümler meydana gelmiştir. Kontrol grubunda ilk gün ölüm meydana gelmemiş, 0.02mg/l diflubenzuron içeren alg ile beslenen zooplankton gruplarında ise ölüm oranı daha az belirlenmiştir. 2. günün sonunda

0.25mg/l diflubenzuron ve diflubenzuronlu alg ile beslenen gupta bütün bireyler ölmüştür. 5. günde tüm deneme sonlandırılmıştır. Kontrol grubunda yeni bireyler oluşmuş, diğer gruplarda ise canlı birey yok denecek kadar azalmıştır.

4.3.1. *Daphnia magna* Kontrol Kültürü

Kontrol kültüründe ilk gün ölüm meydana gelmemiş; 2. gün yeni yavru birey oluşumu gözlenmiştir. Denemenin 3. gününde de yeni bireylerin oluşumu gözlenmiş, canlı birey sayısı 320 ± 7 olarak belirlenmiştir. 5. gün diğer grupların denemelerinin bitirilmesiyle bu grubun denemesi sonlandırılmıştır. Son gün belirlenen canlı birey sayısı 523 ± 8 'dir. Kontrol grubunda bireyler hareketli, yem tüketimi iyi ve su içinde homojen bir dağılım göstermiştir. Aseton ilavesi yapılmış olan kontrol kültürlerinde de ilk gün ölüm meydana gelmemiş ve 2. günde yeni yavru oluşumu gözlenmiştir. Deneme boyunca birey sayılarında artışlar olup, kontrol kültürüyle benzerlik göstermiştir.

4.3.2. *Daphnia magna* Kültür Ortamına Diflubenzuron Uygulaması

Bu deneme grubunda *D. magna* kültür ortamına 0.02mg/l ve 0.25mg/l diflubenzuron uygulaması yapılmıştır. Canlı birey sayıları ilk gün toplamda 200 birey iken, diflubenzuron ortama eklendikten 24 saat sonra 0.02mg/l diflubenzuron içeren grupta 78 ± 3 birey; 0.25mg/l diflubenzuron içeren grupta ise 40 ± 2 birey belirlenmiştir. Denemenin 3. günü 69 ± 2 adet canlı birey 0.02mg/l diflubenzuron içeren grupta gözlenirken; 0.25mg/l diflubenzuron içeren grupta hiç canlı birey kalmamıştır. Denemenin 4. gününde 0.02mg/l diflubenzuron içeren grupta da hiç canlı birey kalmamış ve deneme sonlandırılmıştır.

4.3.3. Diflubenzuron Uygulanmış Alg ile Beslenen *Daphnia magna* Kültürleri

Bu denemede *D. magna* kültür ortamına 0.02mg/l ve 0.25mg/l diflubenzuron uygulaması yapılmış ve *D. magna* bireyleri diflubenzuron ile muamele edilmiş alg ile beslenmiştir. Denemenin ilk günü gruplarda herhangi bir

ölüme rastlanmamış ancak 2. gün ölümler meydana gelmiştir. Canlı bireylerin ise yüzeye yakın yerde zayıf hareket ettikleri gözlenmiştir. 0.25mg/l diflubenzuron içeren grupta hiç canlı birey kalmadığı için deneme 2. gün sonlandırılmıştır. Denemenin 3. gününde 0.02mg/l diflubenzuron içeren grupta ortalama 6 ± 1 adet canlı bireye rastlanmıştır. 5. gün hiç canlı birey gözlenmemiş ve deneme sonlandırılmıştır.

D. magna ile kurulan denemelerde elde edilen veriler Çizelge 4.6.'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.6. *D. magna* Muamele Gruplarına Ait Veriler

Gruplar	Canlı Birey Sayısı				
	1.gün	2.gün	3.gün	4.gün	5.gün
Kontrol	Ölüm yok	198 \pm 3	320 \pm 7	437 \pm 5	523 \pm 8
Aseton Kontrol (3μl)	Ölüm yok	195 \pm 2	317 \pm 4	430 \pm 4	516 \pm 6
Aseton Kontrol (38μl)	Ölüm yok	192 \pm 5	311 \pm 5	425 \pm 4	509 \pm 5
0.02mg/l Diflubenzuron uygulaması	Ölüm yok	78 \pm 3	69 \pm 2	Canlı yok	
0.25mg/l Diflubenzuron uygulaması	Ölüm yok	40 \pm 2	Canlı yok		
0.02mg/l Diflubenzuron+ Diflubenzuronlu alg	Ölüm yok	49 \pm 2	6 \pm 1	Canlı yok	
0.25mg/l Diflubenzuron+ Diflubenzuronlu alg	Ölüm yok	Canlı yok			

Tüm denemeler tamamlandıktan sonra kültür suları analiz için TUBİTAK-MAM'a gönderilmiştir. Analiz sonuçlarına göre kültür sularında belirlenen diflubenzuron miktarları çizelgelerde verilmiş olup; tüm grupların hasat suyunda saptanan diflubenzuron miktarları Çizelge 4.7, Çizelge 4.8, Çizelge 4.9, Çizelge 4.10, Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12'deki gibi belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. *P. tricornutum* Kültür Hasat Suyunda Ölçülen Diflubenzuron Miktarları

Deneme Grupları	Başlangıç Miktarı (mg/l)	Kalıntı Miktarı (mg/l)
<i>P. tricornutum</i> kontrol	0	0±0*
<i>P. tricornutum</i> 0.02mg/l diflubenzuron	0.02	0.000276±0.00003*
<i>P. tricornutum</i> 0.25mg/l diflubenzuron	0.25	0.00278±0.0002*

*ile sembolize edilen satırlar itibariyle ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05), (n=3)

Çizelge 4.8. *S. quadricauda* Kültür Hasat Suyunda Ölçülen Diflubenzuron Miktarları

Deneme Grupları	Başlangıç Miktarı (mg/l)	Kalıntı Miktarı (mg/l)
<i>S. quadricauda</i> kontrol	0	0±0*
<i>S. quadricauda</i> 0.02mg/l diflubenzuron	0.02	0.00167±0.00001*
<i>S. quadricauda</i> 0.25mg/l diflubenzuron	0.25	0.00754±0.0004*

*ile sembolize edilen satırlar itibariyle ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05), (n=3)

Çizelge 4.9. *Daphnia magna* Kültür Hasat Suyunda Ölçülen Diflubenzuron Miktarları

Deneme Grupları	Başlangıç Miktarı (mg/l)	Kalıntı Miktarı (mg/l)
<i>D. magna</i> kontrol	0	0±0*
<i>D. magna</i> 0.02mg/l diflubenzuron+normal alg	0.02	0.004758±0.0004*
<i>D. magna</i> 0.25mg/l diflubenzuron+normal alg	0.25	0.01100±0.0003*

*ile sembolize edilen satırlar itibariyle ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05), (n=3)

Çizelge 4.10. Diflubenzuronlu Alg İle Beslenen *Daphnia magna* Kültür Hasat Suyunda Ölçülen Diflubenzuron Miktarları

Deneme Grupları	Başlangıç Miktarı (mg/l)	Kalıntı Miktarı (mg/l)
<i>D. magna</i> kontrol	0	0±0*
<i>D. magna</i> 0.02mg/l diflubenzuron+diflubenzuronlu alg	0.02	0.000489±0.00005*
<i>D. magna</i> 0.25mg/l diflubenzuron+diflubenzuronlu alg	0.25	0.03733±0.0008*

*ile sembolize edilen satırlar itibariyle ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05), (n=3)

Çizelge 4.11. 0.02 mg/l Diflubenzuron Uygulanan Gruplarda Türler Arasında Hasat Suyunda Ölçülen Diflubenzuron Kalıntı Miktarları

<i>P. tricornutum</i> 0.02 mg/l diflubenzuron	0.000276±0.00003*
<i>S. quadricauda</i> 0.02mg/l diflubenzuron	0.00167±0.00001*
<i>D. magna</i> 0.02mg/l diflubenzuron+normal alg	0.004758±0.0004*
<i>D. magna</i> 0.02mg/l diflubenzuron+diflubenzuronlu alg	0.000489±0.00005*

*ile sembolize edilen satırlar itibariyle ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05), (n=3)

Çizelge 4.12. 0.25 mg/l Diflubenzuron Uygulanan Gruplarda Türler Arasında Hasat Suyunda Ölçülen Diflubenzuron Kalıntı Miktarları

<i>P. tricornutum</i> 0.25mg/l diflubenzuron	0.00278±0.0002*
<i>S. quadricauda</i> 0.25mg/l diflubenzuron	0.00754±0.0004*
<i>D. magna</i> 0.25mg/l diflubenzuron+normal alg	0.01100±0.0003*
<i>D. magna</i> 0.25mg/l diflubenzuron+diflubenzuronlu alg	0.03733±0.0008*

*ile sembolize edilen satırlar itibariyle ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05), (n=3)

0.02mg/l diflubenzuron içeren *P. tricornutum* hasat suyunda kalıntı miktarı 0.000276±0.00003mg/l ve 0.25mg/l diflubenzuron içeren *P. tricornutum* hasat suyunda kalıntı miktarı 0.00278±0.0002mg/l olarak belirlenmiştir. Başlangıçta eklenen miktarlar ile hasat suyunda elde edilen miktarlar karşılaştırıldığında sırasıyla gruplarda %98.62 ve %98.88 oranında diflubenzuron azalması belirlenmiştir. Bu sonuç diflubenzuronun *P. tricornutum* hücreleri tarafından büyük oranda tutulduğunu göstermektedir. Kültür ortamında ise %1.38 ve %1.11 oranında kaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

0.02mg/l diflubenzuron içeren *S. quadricauda* hasat suyunda kalıntı miktarı 0.00167±0.00001mg/l ve 0.25mg/l içeren grupta ise 0.00754±0.0004mg/l olarak saptanmıştır. Başlangıçta eklenen miktarlar ile hasat suyunda elde edilen miktarlar karşılaştırıldığında sırasıyla gruplarda %91.65 ve %96.98 oranında diflubenzuron azalması belirlenmiştir. Bu sonuç diflubenzuronun *S. quadricauda* hücreleri tarafından büyük oranda tutulduğunu göstermektedir. Kültür ortamında ise %8.35 ve %3.02 oranında kaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

0.02mg/l diflubenzuron içeren *D. magna* hasat suyunda 0.004758±0.0004mg/l ve 0.25mg/l diflubenzuron içeren *D. magna* hasat suyunda ise 0.01100±0.003mg/l diflubenzuron kalıntısına rastlanmıştır. İlk eklenen değerler ve hasat suyundaki değerler karşılaştırıldığında, ilk grupta %76.21 ve ikinci grupta ise %95.6 oranında diflubenzuron azalması tespit edilmiştir. 0.02mg/l

diflubenzuron+diflubenzuronlu alg ile beslenen *D. magna* hasat suyunda 0.000489 ± 0.00005 mg/l ve 0.25 mg/l diflubenzuron+diflubenzuronlu alg ile beslenen *D. magna* hasat suyunda ise 0.03733 ± 0.0008 mg/l diflubenzuron kalıntısına rastlanmıştır. Başlangıç ve hasat suyundaki değerler karşılaştırıldığında, ilk grupta %97.55 ve ikinci grupta ise %85.06 oranında diflubenzuron azalması tespit edilmiştir (Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10).

0.02 mg/l diflubenzuron uygulanan fitoplankton ve zooplankton gruplarında hasat suyunda ölçülen diflubenzuron kalıntı miktarları karşılaştırıldığında, en fazla birikim *P. tricornutum* ve en az birikim ise 0.02 mg/l diflubenzuron uygulanan *D. magna* grubunda gözlenmiştir. Bu grupta birikimin az olmasının *D. magna* bireylerinin alg hücrelerini tüketmelerinden kaynaklandığı düşünülmüştür (Çizelge 4.11).

0.25 mg/l diflubenzuron uygulanan gruplarda en fazla birikim *P. tricornutum* ve en az birikim diflubenzurona maruz bırakılmış alg ile beslenen *D. magna* kültürlerinde olmuştur. Birikimin az olması bu grupta bulunan *Daphnia*'nın bir günlük yaşam süresi sonunda ölmesi ve ortamda hiç canlı bireyin kalmaması olarak düşünülebilir (Çizelge 4.12).

Diflubenzuron 230°C 'de erime noktasına sahip, kokusuz, beyaz kristaller formunda, suda zor çözünen ve uçucu olmayan bir kimyasaldır. Su içinde pek erimez ve uçucu değildir. Ancak alkali sularda parçalanma özelliği gösterir. Tüm kitin sentezleyen organizmaların diflubenzurona karşı hassasiyet gösterdiği bilinmektedir. Diflubenzuronun yosun, salyangoz, tırtıl ve sivrisinek larvaları gibi bazı canlılarda birikime neden olduğu bildirilmektedir (WHO, 1996). Yürütülen bu çalışmada da diflubenzuronun planktonik organizmalar tarafından tutulduğu söylenebilir.

Bu çalışmada, WHO'nun belirlediği standart aralıklardan minimum ve maksimum seviyedeki iki doz (0.02 ve 0.25 mg/l) diflubenzuron eklemesinin, *P. tricornutum*, *S. quadricauda* ve *D. magna*'ya uygulanmıştır. Araştırmadan elde

edilen bulgular, incelenen konulara göre tartışılmaya ve gerekli sonuçlar çıkarılmaya çalışılmıştır.

Yapay organik maddelerden oluşan pestisitler zararlılara karşı uygulandıktan sonra su ortamlarına farklı yollarla taşınmaktadır. Pestisitlerin su sistemlerinde iki ana mekanizması biyolojik artış ve biyolojik yoğunluktur. Biyolojik artış, besin zincirinin birbirini izleyen her basamağında pestisit birikmesidir. Bir pestisit suda çok az bulursa bile öncelikle su bitkileri tarafından bünyelerinde tutulup, sırası ile böcekler ve balıklar tarafından yenilerek, sucul sistemlerdeki besin zincirinin her basamağında yoğunluğu artmış olur.

Yürütülen bu çalışmada diflubenzuron eklemesi yapılan alg gruplarında gelişimin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubunda OD, kuru madde ve klorofil *a* değerleri duraklama fazına girinceye kadar artış göstermiştir. Diflubenzuron eklenen gruplardaki bu artış kontrol grubuna göre oldukça düşük seviyelerde kalmıştır. Eklenen diflubenzuron miktarı arttıkça OD, kuru madde ve klorofil *a* değerlerinde azalmalar olduğu belirlenmiştir.

P. tricornutum kültürlerinde kontrol ve diflubenzuron eklenen gruplarda büyüme değerleri karşılaştırıldığında OD, kuru madde ve klorofil *a* en yüksek değerlerin kontrol grubunda elde edildiği ve en düşük değerlerin ise 0.25mg/l diflubenzuron eklenen grupta olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ortama giren diflubenzuron miktarı arttıkça, *P. tricornutum* kültürlerinde büyüme değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

S. quadricauda denemelerinde de *P. tricornutum*'da olduğu gibi kontrol grubunda en yüksek değerler elde edilirken; diflubenzuron eklenen gruplarda düşük değerler tespit edilmiştir. Kontrol grubunda son gün elde edilen kuru madde miktarı 0.4164g/l iken; 0.02 ve 0.25mg/l diflubenzuron içeren gruplarda daha düşük belirlenmiştir. Optik yoğunluk ve klorofil *a* değerleri de en düşük 0.25mg/l diflubenzuron içeren grupta tespit edilmiştir. Bu durumda ortamda bulunan diflubenzuron miktarı arttıkça, fitoplanktonik organizmaların büyümesi olumsuz etkilenmiştir.

Yaptığımız çalışmada *P. tricornutum*'da aktif madde birikiminin (%98.62 ve %98.88) *S. quadricauda*'dan (%91.65 ve %96.98) daha fazla olduğu görülmüştür. Yapılmış çalışmalarda yüksek yüzey alanı oranı ve hücre zarının büyüklüğünün pestisitine içine alma ve pestisit ile daha fazla etkileşime girmede etkili olduğu rapor edilmiştir. Balıklarda lipid içeriğinin lipofilik toksik maddelerin birikimi ve toksisite düzeyinde önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir (Geyer ve ark., 1985). Ancak algal toksisite çalışmalarında lipid içeriğinin rolü henüz tam anlaşılmamıştır (Kent ve Currie, 1995). Tek hücreli alglerde lipofilik toksik maddelerin artan toksik etkisi algal lipid içeriği ile ilişkilendirilmiştir. Ve hücre zarından bu bileşiklerin daha kolay geçtiği ve hücre zarındaki lipoprotein bileşiklerini etkilediği ifade edilmiştir (Hutchinson ve ark., 1980). Hücre zarının bozulması, geçişleri ve sitoplazmik dengeyi etkilemektedir, örneğin; Ca²⁺ iyonları gibi. Ca²⁺ iyonları da hücre bölünmesini doğrudan etkileyen iyonlar olarak bilinmektedir (Marme, 1982). Panda ve ark. (1999) tarafından yürütülen çalışmada *C. vulgaris* hücrelerinde, organofosforlu bileşikler dimethoate ve quinalphos kullanıldığında, plazma zarının artan geçirgenliğinin, hücre zarı lipidlerinin bütünlüğünde azalmaya neden olduğu ifade edilmiştir.

Bir insektisit olan organofosfor pyridaphenthionun tatlısu fitoplanktonu türlerinde büyümeye olan etkisinin araştırıldığı bir laboratuvar çalışmasında, iki *Chlorella* türü ve bir Cyanobacterinin, iki *Scenedesmus* türüne göre daha toleranslı olduğu belirlenmiştir (Sabater ve Carrasco, 2001).

P. tricornutum'un diflubenzuronu daha fazla aldığı, kalıntı miktarlarından anlaşılmaktadır. *P. tricornutum* %17 (Uslu ve ark., 2014) lipid içeriği ile zengin bir tür olarak bilinmektedir. Hutchinson ve ark., (1980)'nın sonuçlarıyla uyumlu olarak, bu çalışmada *P. tricornutum*'un lipid içeriğinin yüksek olması, diflubenzuronun daha kolay hücre zarından geçtiğini düşündürmektedir.

Bu çalışmada *P. tricornutum* hücre alanı ortalama 185µm² olup, *S. quadricauda*'nın ise ortalama 280µm² olarak ölçülmüştür. Geyer ve ark., (1985)'e göre *S. quadricauda* daha geniş yüzey alanına sahip olmasıyla daha fazla etken

madde ile etkileşime girmesi beklenmektedir. Ancak genel olarak her iki türde ve diflubenzuron yoğunluğunda büyümede inhibisyon ya da kütle kaybı görülmemiştir. Gözlenen kontrol kültürlerine göre, diflubenzuronun büyüme hızını yavaşlattığıdır.

Herbisit atrazinele yapılan mikroalg denemesinde farklı alg gruplarıyla çalışılmıştır. Çalışmada küçük alg hücrelerinin büyük hücrelere göre atrazine daha hassas olduğu belirtilmiştir (DeLorenzo ve ark., 2004). Bu çalışmada *P. tricornutum* daha küçük hücreler olup, pestisit olan diflubenzuronu nisbeten daha fazla almıştır.

Wong ve Chang (1988) 2,4-D ve fenitrothionun *C. reinhardtii* kültürlerinde büyüme, klorofil *a* ve fotosentez miktarına etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada, düşük dozda (1ppm) algal büyüme hızını ve klorofil *a* miktarını uyarıcı etki yaparken; yüksek dozda (10, 20 ve 40ppm) ise algal büyüme hızını inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Yine aynı şekilde yapılan bir çalışmada *S. obliquus* türünde cypermethrinin büyüme hızına etkisini belirlemek için farklı dozlarda (50, 100, 150, 200, 250mg/l) kültür ortamına ilave etmişlerdir. 96 saatin sonunda uygulanan tüm dozların büyüme hızını inhibe ettiği, klorofil *a* ve karoten miktarlarının ise düştüğünü belirtmişlerdir (Li ve ark., 2005). Yapılan bir başka çalışmada da insektisitlerden cypermethrinin denizel alglerden *S. costatum*, *S. trochoidea* ve *C. marina*'nın büyümesindeki etkisine bakılmış; çalışmada kullanılan cypermethrin yoğunluğu (10, 50, 100µg/l) araştırılmış; kültürlerde büyümenin inhibe olduğu gözlenmiştir (Wang ve ark., 2012). Fargasova (1997), yaptığı çalışmada, pestisitlerin *Scenedesmus*'un büyüme eğrisi ve klorofil *a* gelişimi üzerinde baskılayıcı bir etkisi olduğunu tespit etmiştir. Rouabhi ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, *Tetraselmis suecica*'da diflubenzuron ve flucycloxonun etkisini belirlemek için, farklı dozlar (0.1, 10 ve 20µg/ml) kültüre ilave etmişlerdir. Pestisitleri çözdürmek için kullanılan asetonun kültürlerde etkisi de belirlenmiş ve asetonun kültürlerde olumsuz etkisi olmadığı bildirilmiştir. Pestisit doz miktarı arttıkça, kültürlerde büyümenin azaldığı belirlenmiş; özellikle 20µg/ml diflubenzuronun büyüme hızını

inhibe ettiği belirtilmiştir. Yapılan bu çalışmalar da bu çalışmada elde edilen sonuçları desteklemektedir.

D. magna ile yürütülen çalışmada ise kontrol grubunda normal bir gelişim seyrederken; ortama giren insektisit miktarına bağlı olarak ölümler meydana gelerek, canlı birey sayısında azalmalar tespit edilmiştir. Çalışmada 2 farklı doz ile birlikte, zooplanktonda 2 farklı beslenme rejimi uygulanmıştır. Birinci beslenme rejiminde ortama insektisit eklemesi yapılarak zooplanktonun larvasitten doğrudan nasıl etkilendiği belirlenmeye çalışılmıştır. İkinci beslenme rejiminde ise ortama doğrudan insektisit eklenirken aynı zamanda insektisite maruz kalmış alg besin olarak verilmiştir. Ortamda insektisit miktarı arttıkça zooplankton bireylerinde ölümler de artış göstermiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. *D. magna* Muamele Gruplarının Yaşam Süreleri

Gruplar	Yaşam süresi (deneme sonu)	Canlı Birey Sayısı (deneme sonu)
Kontrol	5 gün	523±8
0.02mg/l Diflubenzuron uygulaması	3 gün	69±2
0.25mg/l Diflubenzuron uygulaması	2 gün	40±2
0.02mg/l Diflubenzuron+ Diflubenzuronlu alg	3 gün	6±1
0.25mg/l Diflubenzuron+ Diflubenzuronlu alg	1 gün	Canlı yok

Diflubenzuron uygulaması yapılan kültürlerde en az ölüm 0.02mg/l diflubenzuron içeren gruplarda belirlenirken; en fazla ölüm 0.25mg/l diflubenzuron

içeren gruplarda belirlenmiştir. Birdsong (1977) yaptığı çalışmada, küçük göletlere iki farklı dozda diflubenzuron ilavesi yapmış ve *Daphnia* birey sayısında önemli azalmalar saptarken, Chironomidae ve Chaoborus'larda kayda değer bir etki gözlenmediğini bildirmiştir. Kashian ve Dodson (2002) yaptıkları çalışmalarında diflubenzuron 0.01µg/l yoğunlukta *D. magna* için toksik etki göstermiş ve yaşama oranının azaldığını bildirmişlerdir. Nebeker ve ark. (1983) yaptıkları çalışmada, 7 omurgasız tatlı su türü ve 2 süs balığında diflubenzuron etkisi araştırmışlardır. Kullanılan dozlardan 2.0µg/l *D. magna*'nın ölümüne neden olduğu ancak *H. azteca* türünde ise ölümler meydana geldiğini bildirmişlerdir. Souza ve ark., (2011) diflubenzuronun, *D. magna* için önemli derecede toksik etki gösterdiğini bildirilmiştir. Tüm kitin sentezleyen organizmaların diflubenzurona karşı hassasiyet gösterdiği ve *D. magna*'nın bundan etkilendiği söylenebilir.

Denemeler tamamlandıktan sonra hasat suyunda belirlenen kalıntı miktarları oldukça düşük oranlarda tespit edilmiştir. Buna göre *P. tircornutum*'da her iki grupta (0.02 ve 0.25mg/l diflubenzuron) diflubenzuronun yaklaşık %98 oranında hücreler tarafından tutulduğu düşünülmektedir. *S. quadricauda*'da diflubenzuronun 0.02mg/l eklenmesi durumunda %91.65 oranında tutulduğu ve 0.25mg/l eklenmesi durumunda ise %96.98 oranında hücreler tarafından tutulduğu düşünülmektedir. *D. magna* deneme gruplarında birikim oranları farklılık göstermektedir. *D. magna* kültür ortamında doğrudan diflubenzuron ilavesinde etken maddenin ilk grupta (0.02mg/l diflubenzuron) %76.21 ve ikinci grupta (0.25mg/l diflubenzuron) %95.6 oranında hücreler tarafından tutulduğu düşünülmektedir. Diflubenzurona maruz bırakılan alg ile beslenen ilk grupta (0.02mg/l diflubenzuron) %97.55 ve ikinci grupta (0.25mg/l diflubenzuron) %85.06 oranında hücreler tarafından tutulduğu düşünülmektedir. Diflubenzuronun yosun, salyangoz, tırtıl ve sivrisinek larvaları gibi bazı canlılarda birikime neden olduğu (WHO, 1996), elde edilen değerler doğrultusunda diflubenzuronun planktonik organizmalarda büyük oranda birikime neden olduğu ileri sürülebilir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yürütülen bu çalışmada su ortamına ulaşan pestisitlerden kitin sentezi önleyici olarak yaygın bir kullanıma sahip olan diflubenzuron etken maddesinin, laboratuvar ortamında kültüre alınan fitoplankton *S. quadricauda*, *P. tricornutum* ve zooplankton *D. magna* büyümesi üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Diflubenzuronun fitoplanktonik organizmaların büyümesini yavaşlattığı, *D. magna*'da ise özellikle yüksek doz seviyelerinde ölümlere neden olduğu belirlenmiştir.

Tarımda, orman arazilerinde böcek ve parazit kontrolünde, halk sağlığında vektörle mücadelede kullanılan ve bir insektisit aktif maddesi olan diflubenzuron temelde insan hayatını iyileştirmek amacıyla uygulansa da etkilerinin olumsuz yönde seyrettiği bu çalışma ile de görülmüştür. Toprakta yağmur suları ile ve doğrudan sucul ortamlara diflubenzuronun karışmasının birincil ve ikincil üreticilere zarar verdiği açıkça görülmektedir.

Son zamanlarda yapılan değerlendirmelerde, diflubenzuronun sivrisinek larvasiti olarak kullanılmaması yönünde görüşler artmaktadır. Bu aktif maddenin yerine çevreye daha az zararlı, biyolojik kökenli larvasitlerin kullanılması uygun olacaktır.



KAYNAKLAR

- Abe, R.F., Coleone, A.C., Machado, A.A., Machado-Neto, J.G., 2014. Ecotoxicity and Environmental Risk Assessment of Larvicides Used in the Control of *Aedes aegypti* to *Daphnia magna* (Crustacea, Cladocera). Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A 77:37-45.
- Acién Fernández, F.G., Hall, D.O., Cañizares Guerrero, E., Krishna Rao, K. and Molina Grima, E., 2003. Outdoor production of *Phaeodactylum tricornutum* biomass in a helical reactor. Journal of Biotechnology, 103:137-152.
- Alpbaz, A.G., 1993. Kabuklu ve eklembacaklılar yetiştiriciliği. Ders Kitabı, E.Ü. SÜYO Yayınları.
- Alten, B. 1997. Sivrisinek Entegre Mücadelesine Türkiye'den Bir Örnek: Belek. Türkiye'de Zararlı Savaşımı Sempozyumu Bildirisi, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 3-4 Nisan 1997, Ankara, 1-30.
- Alten, B., ve Çağlar, S.S., 1998. Vektör Ekolojisi ve Mücadelesi, T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatör, Bizim Büro Basımevi, Ankara. 242s.
- Amdur, M.O., Doull, J. and Klassen C.D. 1991. Casarett and Doull's Toxicology: The basic science of poisons. Pergamon Press, New York 1033; pp.565-623.
- Antia, N.J., Harrison, P.J.D.S, Sullivan, D.S. and Bisalputra, T. 1985. Influence of the insecticide diflubenzuron (Dimilin) on the growth of marine diatoms and a harpacticoid copepod in culture. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 42:1272-1277.
- Asaroğlu, M., 2009. Ankara İli Sınırları İçindeki Bazı Yüzey Suyu Kaynaklarında Pestisit Kalıntı Düzeylerinin Araştırılması, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir, 99s.

- ASTM D7645-14, 2014. Standard Test Method for Determination of Aldicarb, Aldicarb Sulfone, Aldicarb Sulfoxide, Carbofuran, Methomyl, Oxamyl, and Thiofanox in Water by Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry (LC/MS/MS), ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Atamanalp, M., Yanik, T., 2001. Pestisitlerin Cyprinidae'lere toksik etkileri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 18:555-563.
- Başpınar, H., Durmuşoğlu, E., Yıldırım, E.M., 2010, Türkiye'de Tarım İlaçları Üretim ve Kullanımı, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-2:1047-1054.
- Birdsong, R.S., 1977. Field test of Dimilin on non-target organisms in Virginia. Norfolk, Virginia, Environmental Consultants, Inc. (NTP-11) (Unpublished proprietary report, submitted to WHO by Solvay Duphar BV, Weesp, The Netherlands).
- Boussiba, S., Fan, L. and Vonshak, A., 1992. Enhancement and determination of astaxanthin accumulation in green alga *H. pluvialis*. Methods in Enzymology, 213:386-391.
- Boyle, T.P., Fairchild, J.F., Haverland, P.S., Lebo, J.A. and Robinson-Wilson, E.F., 1996. Ecological restructuring in experimental aquatic mesocosms due to the application of diflubenzuron. Environmental Toxicology and Chemistry, 15: 1806–1814. doi:10.1002/etc.5620151023.
- Braga, I.A., Mello, C.B., Peixoto, A.A. and Valle, D., 2005, Evaluation of Methoprene Effect on *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Development in Laboratory Conditions, Mem Inst Oswaldo Cruz, 100(4): 435-440.
- Brébisson, L.A. de & Godey, L.L., 1835. Algues des environs de Falaise, décrites et dessinées par MM. de Brébisson et Godey. pp. [i], [1]-66, 256-269, 8 pls. Falaise: Imprimerie de Brée l'Ainé.

- Burkiewicz, K., Synak, R., Tukaj, Z., 2005. Toxicity of Three Insecticides in a Standard Algal Growth Inhibition Test with *Scenedesmus subspicatus*. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 74:1192–1198.
- Canton, J.H., Greve, P.A., Slooff, W. and Van Esch, G.J., 1975. Toxicity accumulation and elimination studies of hexachlorocyclohexane (α - BHC) in a laboratory freshwater food chain. Environ. Pollut. (Ser. A), 221:97-108.
- Chau, A.S.Y., Afghan, B.K., 1982. Analysis of Pesticides in Water. Vol I,II,III, CRC Pres Inc., Boca Raton, Florida.
- Chen, L., Wang, Q., Huang, R., Mao, C., Shang, J., and BI, F., 2005. Synthesis and Insecticidal Evaluation of Propesticides of Benzoylphenylureas, J. Agric. Food Chem., 53:38-41.
- Çirik, S. ve Gökpinar, Ş., 1999. Plankton Bilgisi ve Kültürü. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:47, Ders kitabı, 2.baskı. İzmir, 274s.
- Crosby, D.G. and Tucker, R.K., 1971. Accumulation of DDT by *Daphnia magna*. Environ. Sci. Technol., 5:714-716.
- Crosby, D.G., 1973. The Fate of pesticides in the environment. Ann. R ev. Plant Physiol. 24:467-492.
- Çetin, H., Yanıkoğlu, A., Kocak, O. and Çilek, J.E., 2006. Efficacy of Diflubenzuron, A Chitin Synthesis Inhibitor, Against *Culex pipiens* Larvae In Septic Tank Water Turkey. Journal of the American Mosquito Control Association, 22(2):343-345.
- Delen, N., Durmuşoğlu, E., Günçan., Güngör N., Turgut, C and, Burçak, A., 2005. Türkiye’de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve Organizmalarda Duyarlılık Azalışı Sorunları. TMMOB Ziraat Mühendisleri 6. Türkiye Teknik Kongresi, Ankara, 1-21.

- DeLorenzox, M.E., Leatherbury, M., Weiner, J.A., Lewitus, A. J. And Fulton, M.H., 2004. Physiological factors contributing to the species-specific sensitivity of four estuarine microalgal species exposed to the herbicide atrazine. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 7:1, 137-146.
- Deveci, Ö., 1986. Juvenil Hormon Anolo u ZR-515 *Culiseta longiareolata* (Macquart) (Diptera: Culicidae) nin Larval Gelişimi ve Metamorfozu Üzerine Etkileri, *Doğa, Tu-Bio Dergisi*, 10(3): 316-325.
- Douet, D.G. and Le Bris, H., 2002. Quality And Security of Products from Integrated Aquaculture Review of the Literature Data Concerning Chemical and Pathological Risks for Integrated Aquaculturewep Product Quality Control~ GENESIS EU-project ~ provisional version ~ IFREMER Partner.France,100p.
- DPT, 2007. 9. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Kimya Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Tarım İlaçları Alt Komisyonu Raporu, DPT, ISBN 978-975-19-4231-9, Ankara.
- Duchet, C., Mitie Inafuku, M., Caquet, T., Larroque, M., Franquet, E., Lagneau, C., Lagadic, L., 2011. Chitobiase activity as an indicator of altered survival, growth and reproduction in *Daphnia pulex* and *Daphnia magna* (Crustacea: Cladocera) exposed to spinosad and diflubenzuron. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Volume 74(4):800–810.
- Durmaz, Y., Işık, O., Bandarra, N.M, Cirik, S., Turan, G. ve Gökpınar, Ş., 2002. *Porphyridium cruentum* (Rhodophyceae) Yağ Asitleri Kompozisyonuna Kurutma Yöntemlerinin Etkisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19(1-2):189-195.
- Eisler, R., 1992. Diflubenzuron Hazards to fish, Wildlife and Invertebrates: A Synoptic Review. U.S. Fish and Wildlife Service. Biological Report. *Contaminant Hazard Reviews*, 4(25):1–36.
- Esser, H.O., 1986. A review of the correlation between physicochemical properties and bioaccumulation. *Pestic. Sci.*, 17:265-276.

- Fajardo, A.R., Cerdan, L.E., Medina, A.R., Fernandez, F.G.A, Moreno, P.A.G and Grima, E.M., 2007. Lipid extraction from the microalga *Phaedactylum tricornutum*. European Journal of Lipid Science and Technology, 109:120–126.
- Fargasova, A., 1997. The Effects of Organotin Compounds on Growth, Respiration Rate, and Chlorophyll-a Content of *Scenedesmus quadricauda*. Ecotoxicology and Environmental Safety, 37(3):193-198.
- Geldiay, S. ve Deveci, Ö., 1990, Juvenil Hormon Analoglarının *Anopheles sacharovi* ve *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) de Yumurta Açılması, Larval Gelişme ve Metamorfoz Üzerine Etkileri, Doğa, Tr.J.of Zoology 14(1):14-39.
- Geyer, H., Scheunert, I., Korte, F., 1985. Relationship between the lipid content of fish and their bioconcentration potential of 1,2,4 trichlorobenzene. Chemosphere, 14:545–555.
- Goldberg, E.D., 1976. The Health Of The Oceans. Unesco press, Paris, 172p.
- Guillard, R.R.L., 1973. Division Rates. In: Stein, R.J. (Ed.) Handbook of Phycological Methods, Culture Methods and Growth Measurement. Cambridge Univ. Press, N. Y., pp.283-311.
- Hoffmann, K.H. and Lorenz M.W., 1998. Recent Advances in Hormones in Insect Pest Control. Phytoparasitica 26(4):323-330.
- Hutchinson, T. C., Hellebust, J. A., Tam, D., Mackay, D., Mascarenhas, R. A. And Shiu, W. Y., 1980. The correlation of the toxicity to algae of hydrocarbons and halogenated hydrocarbons with their physical-chemical properties. In Hydrocarbons and halogenated hydrocarbons in the aquatic environment, p:577-586, Springer US.
- IBM Corp. Released, 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- İstanbuluoğlu, H., Tekbaş, Ö.F., 2013. Organik Kirleticiler. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 70(3):163-174.

- Kasai, F., Takamura, N. and Hatakeyama, S., 1993. Effects of smetryne on growth of various freshwater algal taxa. *Environ. Pollut.*, 79:77-83.
- Kashian, D.R. and Dodson, S.I., 2002. Effects of common-use pesticides on developmental and reproductive processes in *Daphnia*. *Toxicology and Industrial Health* 18:225-235.
- Kent, R. A. and Currie, D. 1995. Predicting algal sensitivity to a pesticide stress. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 14:983–991.
- Lewin, J.C., 1958. The Taxonomic Position of *Phaeodactylum tricornutum*. *Journal of General Microbiology*, 18:427-432.
- Li, X., Ping, X., Xiumei, S., Zhenbin, W., Liqiang, X., 2005. Toxicity of cypermethrin on growth, pigments, and superoxide dismutase of *Scenedesmus obliquus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60:188–192.
- Marmé, D., 1985. Calcium and cell physiology. Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo.
- Mayer, R.T., Chen, A.C. and DeLoach, J.R., 1980. Chitin synthesis Inhibiting Insect Growth Regulators do not Inhibit Chitin Synthase, *Cellular and Molecular Life Sciences*, 37(4): 337-338.
- Mc Even F.L. and Stephenson, G.L., 1979. The use and significance of pesticides in the environment. John Wiley & Sons Pub., New York, 538p.
- Metcalf, C.D., 1998. Toxicopathic Responses to Organic Compounds. In: *Fish Diseases and Disorders, Vol 2, Non-Infectious Disorders*, Leatherland, J. F. and Woo, P. T. K. (Eds.), CABI Publishing. Wallingford, U.K., 386p.
- Nebeker, A.V., McKinney, P. and Cairns, M.A., 1983. Acute and chronic effects of diflubenzuron (Dimilin) on freshwater fish and invertebrates. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 2:329–336.

- Parsons, T.R., and Strickland, J.D.H., 1963. Discussion of Spectrophotometric Determination of Marine Plant Pigments, with Revised Equations for Ascertaining Chlorophylls and Carotenoids. *Journal of Marine Research*, 21(3):115-163.
- Raymond, M., Berticat, C., Weill, M., Pasteur, N. and Chevillon, C., 2001. Insecticide Resistance in the Mosquito *Culex pipiens*: What Have We Learned about Adaptation. *Genetica*, 112-113:287-296.
- Rouabhi R., Berrebbah, H. and Djebbar, M.R., 2007. The Impact of Two Pesticides Diflubenzuron and Flucyclozuron, on a Microalgae *Tetraselmis suecica*. *Malays. App. Biol.*, 36(1):7-13.
- Rouabhi R., Saci, F.Z., Berrebbah, H. and Djebbar, M.R., 2009. Toxic Effects of Combined Molecule from Novaluron and Diflubenzuron on *Paramecium caudatum*. *American-Eurasian J. Toxicol. Sci.* 1(2):74-80.
- Sabater, C. and Carrasco, J.M., 2001. Effects of pyridaphenthion on growth of five freshwater species of phytoplankton. A laboratory study. *Chemosphere*, 44:8, 1775-1781.
- Sankararamkrishnan, N., Sharma, A.K, Sanghi, R., 2005. Organochlorine and organophosphorous pesticide residues in ground water and surface waters of Kanpur, Utar Pradesh, India. *Environment International*, 31:113-120.
- Sevim, R., 2011. Toksikoloji, Pestisitler. Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Ders Notları, (Basılmamış).
- Souza, J.P., Medeiros, L.S., Winkaler, E.U., Machado-Neto, J.G., 2011. Acute toxicity and environmental risk of diflubenzuron to *Daphnia magna*, *Poecilia reticulata* and *Lemna minor* in the absence and presence of sediment. *Pesticidas*, 21: 1-12.
- Soyöz, M., Özçelik N., 2003. Zirai mücadelede kullanılan pestisitlerin sitogenetik etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 10(1):6-9.

- Tan, Y.Y., Thumm, W., Jobelius-Korte, M., Attar, A., Freitag, D., Kettrup, A., 1993. Fate of two Phenylbenzoylurea Insecticides in an Algae Culture System (*Scenedesmus subspicatus*). *Chemosphere*, 26:955-962.
- Uslu, L., Ak, B., Işik, O., Durmaz, Y., 2014. Effect of Light Path Length and Nitrogen Deficiency on the Biochemical Composition of *Phaeodactylum tricornutum*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23:1309-1313.
- Wang, Z.H., Nie, X.P., Yue, W.J. and Li, X., 2012. Physiological responses of three marine microalgae exposed to cypermethrin. *Environ. Toxicol.*, 27:563–572.
- Watanabe, M.M., Kawachi, M., Hiroki, M. and Kasai, F., 2002. NIES-Collection List of Strains, Sixth Edition 2000 Microalgae and Protozoa. Microbial Culture Collection, National Institute for Environmental Studies, Tsukuba.
- Weiland, R.T., Judge, F.D., Pels, T. and Grosscurt, A.C., 2002. A Literature Review and New Observations on the Use of Diflubenzuron for Control of Locusts and Grasshoppers Throughout the World. *Journal of Orthoptera Research*, 11(1):43-54.
- Whittle, D.M., Fitzsimons, J.D., 1983. The influence of the Niagara river on contaminant burdens of lake Ontario biota. *J. Gt. Lakes. Res.*, 9:295–302.
- WHO, 1996. International Programme on Chemical Safety (IPCS), Environmental Health Criteria;184, Diflubenzuron. Geneva, 164p.
- WHO, 2006. Pesticide and Their Application: for the Control of Vectors and Pests of Public Health Importance 6th. Ed. WHO/CDS/NTD/WHOPES/GCDPP/2006.1
- Wong, P.K., Chang, L., 1988. The effects of 2,4-D herbicide and organophosphorus insecticides on growth, photosynthesis, and chlorophyll *a* synthesis of *Chlamydomonas reinhardtii* (mt+). *Environmental Pollution*, 5(3):179-189.

Woodwell, G.M., Houghton, R.A., und N.R. Tempel, 1972. Atmospheric CO₂ at Brookhaven, Long Island, New York: Patterns of variation up to 125 metres. Journal of Geophysical Research, 78(6):933-940.

Yıldız, M., Gürkan, O., Turgut, C., Kaya, Ü. ve Ünal, G., 2005. Tarımsal Savaşımında Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları. TMMOB Ziraat Mühendisleri 6. Türkiye Teknik Kongresi, Ankara, 1-22.

<http://taxonomicon.taxonomy.nl/TaxonTree.aspx?id=165876&src=0&syn=1;>
19.06.2014.

<http://sn2000.taxonomy.nl/Taxonomicon/TaxonTree.aspx?id=127554&tree=0.1;>
19.06.2014.

<http://taxonomicon.taxonomy.nl/TaxonTree.aspx?id=33105&src=0&syn=1;>
19.06.2004.



ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Aksaray'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Aksaray'da tamamladı. 1995 yılında Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinde lisans eğitimine başladı ve 1999 yılında Su Ürünleri Mühendisi olarak mezun oldu. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans, 2003 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalında Doktora eğitimine başladı. 2009 yılında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığında Su Ürünleri Mühendisi olarak göreve başladı. 2010 yılında Adana Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı'nda Su Ürünleri Mühendisi olarak göreve başladı. Vektörle mücadele biriminde 5 yıl boyunca mühendis olarak görev aldı. 2014 yılında Denizcilik ve İç Su Hizmetleri Şube Müdür Vekili olarak görev yaptı. Halen Adana Büyükşehir Belediyesi Tarım ve Hayvancılık Daire Başkanlığı'nda görev yapmaktadır. Evli ve 2 çocuk babasıdır.