

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**LAMBDA-CYHALOTHRİN ETKEN MADDELİ İNSEKTİSİTİN FARKLI
SICAKLIKLARDA *Dreissena polymorpha*'da BAZI BİYOKİMYASAL
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Zozan KETENALP

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Nuran ÇIKCIKOĞLU YILDIRIM**

**II. DANIŞMAN
Doç. Dr. Osman SERDAR**

TUNCELİ – 2022

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**LAMBDA-CYHALOTHRİN ETKEN MADDELİ İNSEKTİSİTİN FARKLI
SICAKLIKLARDA *Dreissena polymorpha*'da BAZI BİYOKİMYASAL
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Zozan KETENALP
(200020007)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Nuran ÇIKCIKOĞLU YILDIRIM

II. DANIŞMAN
Doç. Dr. Osman SERDAR

TUNCELİ – 2022

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**LAMBDA-CYHALOTHRİN ETKEN MADDELİ İNSEKTİSİTİN FARKLI
SICAKLIKLARDA *Dreissena polymorpha*'da BAZI BİYOKİMYASAL
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**Zozan KETENALP
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

Bu tez 20/05/2022 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oy birliği** ile kabul edilmiştir.

İmza

Prof. Dr. Nuran
CIKCIKOĞLU YILDIRIM
(Munzur Üniversitesi)

DANIŞMAN

İmza

Prof. Dr. Mehmet
KOCABAŞ
(Karadeniz Teknik Üniversitesi)

BAŞKAN

İmza

Doç. Dr. Mehtap
TANYOL
(Munzur Üniversitesi)

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Murat KORUNUR
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu çalışma, Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: YLMUB 021-19

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

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza
Zozan KETENALP

Danışman
Prof. Dr. Nuran
CIKCIKOĞLU YILDIRIM

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam süresince, tezimin her aşamasında bilgi, birikim, yardım ve yönlendirmelerini benden esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Nuran CİKCIKOĞLU YILDIRIM'a, deney ve tez yazım aşaması süresince sabır gösteren, destek ve yardımlarını benden esirgemeyen değerli II. danışman hocam Doç. Dr. Osman SERDAR'a, yine deney süresince yanımda olan değerli hocam Dr. Öğ. Üyesi Abdullatif ÖLÇÜLÜ'ye yine lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca yardım ve desteğini esirgemeyen, değerli hocam Prof. Dr. Numan YILDIRIM'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak çalışmalarım boyunca destek ve yardımlarını her zaman hissettiğim ve hayatım boyunca her zaman destekleriyle yanımda olan sevgili aileme TEŞEKKÜR ederim.

Zozan KETENALP
TUNCELİ-2022

İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	I
TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLolar LİSTESİ	VI
RESİMLER LİSTESİ	VII
SEMBOLLER LİSTESİ	VIII
KISALTMALAR LİSTESİ	IX
ÖZET	X
ABSTRACT	XI
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Küresel ısınma	1
1.2. Pestisitler	2
1.2.1. Pestisitlerin Sınıflandırılması	2
1.2.2. İnsektisitler	4
1.2.3. Pestisitlerin Toksisitesi	5
1.2.4. Lambda-Cyhalothrin.....	5
1.2.5. Lambda-Cyhalothrin Kimyası	6
1.2.6. Lambda-Cyhalothrin'nin Fiziko Kimyasal Özellikleri	7
1.3. <i>Dreissena polymorpha</i>	7
1.4. Biyobelirteçler	8
1.4.1. Oksidatif Stres ve Biyobelirteçler	9
1.4.2. Asetilkolinesteraz Enzimi (AChE)	9
1.4.3. Glutasyon (GSH)	10
1.4.4. Katalaz (KAT)	11
1.4.5. Süperoksit Dismutaz (SOD)	11
1.4.6. Malondialdehit (MDA).....	12
2. MATERYAL VE METOT	15
2.1. Model Canlı (<i>D. Polymorpha</i>)'nın Temini.....	15
2.2. <i>D. polymorpha</i> 'ların Laboratuvar Koşullarına Adaptasyonu	15
2.3. Lambda Cyhalotrin de <i>D. Polymorpha</i> 'daki LC ₅₀ Değerlerinin Belirlenmesi	16
2.4. Subletal Konsantrasyon Uygulamaları	17
2.5. Diseksiyon işlemleri ve süpernatantların hazırlanması	18
2.6. Biyokimyasal Yanıtın Belirlenmesi	19
2.6.1. SOD enzim aktivitesinin belirlenmesi	19
2.6.2. KAT enzim aktivitesinin belirlenmesi.....	19
2.6.3. AChE aktivitesinin belirlenmesi.....	20
2.6.4. GSH seviyesinin belirlenmesi	20
2.6.5. MDA seviyesinin belirlenmesi	20
2.7. İstatistiksel Analizler	21
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	22
3.1. Bulgular	22
3.1.1. LC ₅₀ Bulguları	22
3.1.2. Biyokimyasal Bulgular	22
3.2. Tartışma	38
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	45

KAYNAKLAR.....	47
ÖZ GEÇMİŞ	HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Pestisitlerin kullanım amaçlarına göre sınıflandırılması	3
Şekil 1.2. Lambda-sihalotrin izomerinin kimyasal yapısı	6
Şekil 1.3. Asetilkolinesteraz enziminin hidroliz mekanizması	10
Şekil 1.4. Asetilkolinesteraz enziminin fonksiyonu	10
Şekil 2.1. Akvaryumdaki Stok <i>D. polymorpha</i> (Orijinal)	15
Şekil 2.2. LC ₅₀ deneysel uygulama dizaynı	16
Şekil 3.1. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 19°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan <i>D. Polmorpha</i> 'da AChE enzim aktivitelerindeki değişimler.	24
Şekil 3.2. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 22°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan <i>D. polmorpha</i> 'da AChE enzim aktivitelerindeki değişimler.	25
Şekil 3.3. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 25°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan <i>D. Polmorpha</i> 'da AChE enzim aktivitelerindeki değişimler.	26
Şekil 3.4. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 19°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan <i>D. polmorpha</i> 'da KAT enzim aktivitelerindeki değişimler.)	27
Şekil 3.5. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 22°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan <i>D. polmorpha</i> 'da KAT enzim aktivitelerindeki değişimler.	28
Şekil 3.6. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 25°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan <i>D. polmorpha</i> 'da KAT enzim aktivitelerindeki değişimler.)	29
Şekil 3.7. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 19°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan <i>D. polmorpha</i> 'da SOD enzim aktivitelerindeki değişimler.	30
Şekil 3.8. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 22°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan <i>D. polmorpha</i> 'da SOD enzim aktivitelerindeki değişimler	31
Şekil 3.9. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 25°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan <i>D. polmorpha</i> 'da SOD enzim seviyelerindeki değişimler.	32
Şekil 3.10. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 19°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan <i>D. polmorpha</i> 'da GSH seviyelerindeki değişimler.	33
Şekil 3.11. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 22°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan <i>D. polmorpha</i> 'da GSH seviyelerindeki değişimler.	34
Şekil 3.12. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 25°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan <i>D. polmorpha</i> 'da GSH seviyelerindeki değişimler.	35
Şekil 3.13. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 19°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan <i>D. polmorpha</i> 'da MDA seviyelerindeki değişimler.	36
Şekil 3.14. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 22°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan <i>D. polmorpha</i> 'da MDA seviyelerindeki değişimler.	37
Şekil 3.15. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 25°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan <i>D. polmorpha</i> 'da MDA seviyelerindeki değişimler.	38

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3. 1 <i>D. Polymorpha</i> bireyleri için farklı sıcaklıklarda Lambda ait LC ₅₀ değerleri	22
Tablo 3.2. Lambda Cyhalothrin farklı sıcaklıklarda kombine olarak maruz bırakılan <i>D. Polmorphe</i> ’ da KAT, AChE, MDA, GSH, SOD enzim seviyeleri belirlenmiş olup elde edilen sonuçlar Tablo 3.2’de gösterilmiştir	23

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1.1. Zebra midyesi (<i>Dreissena polymorpha</i>) (URL- x, 2022)	8
--	---



SEMBOLLER LİSTESİ

° C	: Santigrat Derece
kD	: Kilodebye
mg	: Miligram
L	: Litre
LC	: Letal Konsantrasyon
LC50	: Letal Konsantrasyon %50
W	: Ağırlık
V	: Hacim
PBS	: Tuzlu Fosfat Tamponu
Rpm	: Dakikadaki devir sayısı
Nm	: Nanometre
K_{oc}	: su dağılım katsayısı
H₂O₂	: hidrojen peroksit
O₂ -	: süperoksit
O₂	:

oksijen

KISALTMALAR LİSTESİ

ACh	: Asetilkolin
AChE	: Asetilenkolinesteraz
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
CYP	: Sitokrom P-450
CYP1A1	: Sitokrom P-450 1a1
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
GR	: Glutasyon disülfid redüktaz
GSH	: Glutasyon
GST	: Glutasyon S-Transferaz
KAT	: Katalaz
kDa	: Kilodalton
MDA	: Malondialdehit
NADPH	: NADPH oksidaz (nikotinamid adenin dinükleotid fosfat oksidaz)
SOD	: Süperoksit Dismutaz
SPSS	: Sosyal bilimler için istatistik paketi
TBA	: tiobarbitürik asit

ÖZET

Günümüzde İklim değişikliğinin giderek artması nedeniyle iklim değişikliklerinin birincil göstergesi olarak kabul edilen sıcaklığın etkisi önemli bir hale gelmiştir. Yapılan bu çalışma ile farklı sıcaklıklarda subletal konsantrasyonlarda Lambda Cyhalothrin'e 24 ve 96 saat boyunca maruz kalan *Dreissena polymorpha* 'da maruziyet sonrası, nörotoksisitenin bir göstergesi olan AChE ile oksidatif stres biyobelirteçleri katalaz (KAT) ve Süperoksit Dismutaz (SOD) enzim aktiviteleri ile Glutasyon (GSH) ve Malondialdehit (MDA) seviyelerindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla SOD, KAT, AChE aktiviteleri ile GSH ve MDA düzeyleri ticari kitler kullanılarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; Lambda cyhalothrin uygulamasına bağlı olarak MDA seviyelerinde istatistiksel olarak önemli artış bulunurken, GSH seviyelerinde ise bir azalış saptanmıştır. AChE seviyelerinde; genel olarak bir inhibisyon gözlenmiştir. Bu inhibisyon, özellikle yüksek doz lambda-Cyhalothrin uygulanan gruplarda görülmektedir.. Uygulama sürelerine bağlı olarak inhibisyon düzeylerinin arttığı da saptanmıştır. SOD enzim aktivitesi ise azalırken KAT enzim aktivitesi uygulama dozuna bağlı olarak artmıştır. Farklı sıcaklık uygulamalarının Lambda-cyhalothrin'in toksik etkileri üzerine farklı etkiler meydana getirdiği görülmüştür.

Bu çalışmada uygulanan konsantrasyonlarda lambda-cyhalothrinin oksidatif strese ve nörotoksisiteye neden olduğu ve Lambda-cyhalothrin'in toksisitesinin sıcaklığa bağlı olarak değiştiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Lambda-cyhalothrin, *D. Polymorpha*, Oksidatif Stres, Nörotoksisite, Sıcaklık

ABSTRACT

Determination of Some Biochemical Effects of Lambda-Cyhalothrin Active Insecticide on *Dreissena polymorpha* at Different Temperatures

Today, due to the increasing climate change, the effect of temperature, which is considered as the primary indicator of climate change, has become important. In this study, it was aimed to determine the changes in AChE activities, which is an indicator of neurotoxicity, and oxidative stress biomarkers catalase (KAT) and Superoxide Dismutase (SOD) enzyme activities and Glutathione (GSH) and Malondialdehyde (MDA) levels in *Dreissena polymorpha* exposed to sublethal concentrations of Lambda Cyhalotrin at different temperatures for 24 and 96 hours. For this purpose, SOD, KAT, AChE activities and GSH and MDA levels were determined using commercial kits.

According to the results obtained; While there was a statistically significant increase in MDA levels due to lambda cyhalothrin administration, a decrease was found in GSH levels. At AChE levels; an overall inhibition was observed. This inhibition is observed especially in the groups administered high-dose lambda-Cyhalothrin. It was also found that the inhibition levels increased depending on the application times. While SOD enzyme activity decreased, KAT enzyme activity increased depending on the application dose. It has been observed that different temperature treatments have different effects on the toxic effects of Lambda-cyhalothrin.

It was observed that lambda-cyhalothrin concentrations applied in this study caused oxidative stress and neurotoxicity, and the toxicity of Lambda-cyhalothrin changed depending on the temperature.

Keywords: Lambda-cyhalothrin, *D. Polymorpha*, Oxidative Stress, Neurotoxicity, Temperature

1. GİRİŞ

1.1. Küresel ısınma

Küresel ısınmanın ortaya çıkış sebebi, insanların faaliyetlerinin neticesinde ortaya çıkan sera gazlarının emisyonlarının çok fazla artmasıdır. Dünya'nın sıcak yüzeyinden salınan uzun dalgalı yer ışımaları vardır. Bu ışımaların bir bölümü, uzay boşluğuna kaçmadan önce atmosferin yukarı kademelerinde yer alan çok fazla sayıdaki doğal sera gazları tarafından emilir daha sonra tekrar salınır. Bu durum doğal sera gazlarını özelliğidir. Doğal sera gazları bu özellikleri ile yeryüzünün sıcaklık dengesini ayarlayarak yeryüzünü yaşanabilir bir hale getirmektedir. Sera gazı emisyonlarında oluşan aşırı artışlar dünyanın normalden daha fazla ısınmasına sebep olmaktadır. Sera gazlarındaki bu artışın ana kaynağı ise tarımsal faaliyetler, endüstri, ormansızlaşma ve enerji kullanımıdır (Demir, 2009). İnsanlar tarafından yaratılan bu faaliyetlerin sonucunda sera gazı emisyonlarının yükselmesi sıcaklık artışı ile beraber diğer hava hareketlerinin aşırılaşan koşulları da beraberinde getirir. Bu ekstrem koşullarda ekosistem ve canlılar için potansiyel tehlike oluşturan “küresel iklim değişikliği” olarak karşımıza çıkar.

İklimin hızlı bir şekilde değişiminden en fazla etkilenen insanların yaşam kaynaklarına destek olan ekosistemlerdir. Bu etkilenmeye bağlı olarak ekosistemlerin bileşenleri olan biyolojik çeşitlilikte oldukça fazla etkilenmektedir. Buzulların erimesi öncelikle bu ekosistemde yaşayan canlıların habitatlarını tehdit etmekte ve bu canlıların besin bulmalarını zorlaştırmaktadır (Çepel ve Ergun, 2002). Buzullardaki benzer durum sucul ekosistemlerde de görülmektedir. Sucul ekosistemlerinin aşırı derece ısınması planktonların zarar görmesine, bu ekosistemde yaşayan canlıların üretkenliklerinin azalmasına yine buna bağlı olarak göçlerin yaşanmasına tüm bunların sonucunda ise sucul ekosistemlerde besin zincirinde kopuşların meydana gelmesine neden olmaktadır. Kara ekosistemlerinde de küresel iklim değişikliğinin etkileri yoğun olarak görülmektedir. Bu yoğun etkiler bitki türlerinin zenginliğinin azalmasına neden olmakta tüm biyolojik çeşitliliği sınırlandırmakta, ekosistemlerin istikrarının azalmasına yol açmaktadır (Demir, 2009).

Ülkemiz hem topoğrafik yapısı hem de konumu itibariyle farklı iklim özelliğine sahiptir. Bu özelliğinden ötürü küresel ısınmadan en fazla etkilenecek ülkelere biridir.

Küresel ısınmadan kaynaklı kuraklığın şiddetinin artması içme ve kullanma sularında azalma ve bu ihtiyacının karşılanamaz duruma gelmesine neden olacağından, insan hayatı da büyük tehlike altında olacaktır. İnsan kaynaklı atıkların artması tüm canlı türlerini tehdit edecektir. Küresel ısınmanın şiddeti arttıkça, farklı iklimler ve canlılar bu durumdan farklı biçimlerde etkilenecek canlı türlerinin çeşitliliğinde ve sayılarında değişimler görülecektir. Bunun sonucunda geri dönüşü olmayan çevre tahribatları ile karşı karşıya gelinecektir. Küresel ısınmanın sonucunda su kaynaklarımızda ciddi azalmalar görülecek ve temiz su bulmak neredeyse imkânsız hale gelecektir. Ülkemizin üç tarafının sularla çevrili olmasına rağmen sanılanın aksine su azlığı yaşanmaktadır (Doğan, 2005; Türkeş, 2002). Azalan su tarım alanlarının kuraklaşmasını attıracak bunun sonucunda verimliliği arttırmak için aşırı gübre ve pestisit kullanımı su ve toprak kirlenmesi miktarını arttıracaktır. Su olmadan tarım yapmanın imkânsız olduğunu, tüm canlı türleri için olmazsa olmaz koşuldur. Dolayısıyla küresel ısınmanın önlenmesi için gerekli olan tedbirlerin bir an önce hayata geçirilmesi uzun vadede yaşamdan söz etmemiz için şarttır (Kadıoğlu, 2001; Öztürk, 2002).

Sıcaklığın artması küresel ısınma ve iklim değişikliğinin ekosistem üzerine etkisine artı olarak, artan nüfus, tarım, gıda ve barınma ihtiyaçları için kentsel sanayinin gelişmesi bununla birlikte kıt doğal kaynakların kirlenmesine ve ekosistem üzerine olumsuz etkisi iklim değişikliği ile birlikte çok daha ciddi sorunlara sebebiyet verebileceği düşünülmektedir.

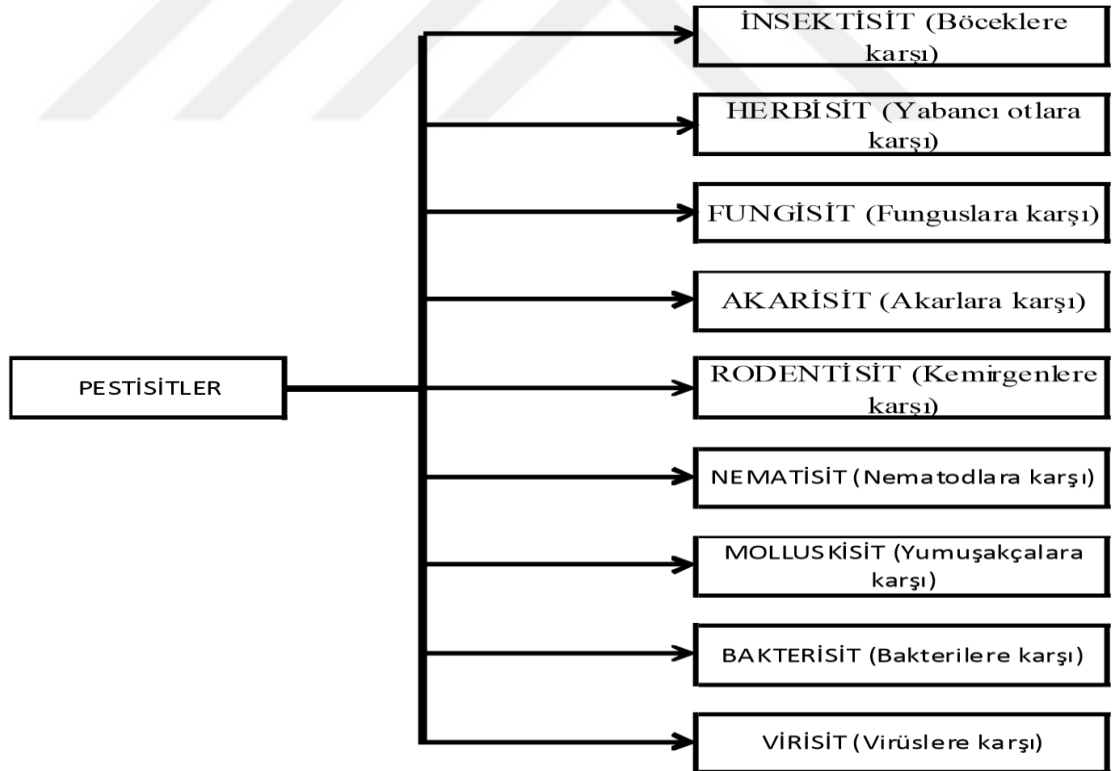
1.2. Pestisitler

Pestisitler; zararlıların kontrol edilmesinde kullanılan kimyasal maddeler olarak tanımlanır. Pestisitler, ekonomik açıdan değerlendirilen tarım ürünlerine zarar verecek şekilde etki eden spesifik canlılara veya canlı gruplarına zarar verecek şekilde üretilmiştir (Koç ve ark. 2009; Karaismailoğlu, 2016; Kayhan, 2020).

1.2.1. Pestisitlerin sınıflandırılması

Pestisitler genel bir kavramdır. Pestisitler; insektisit (böcek öldürücüler), acarisit (akar öldürücüler), fungusit (mantar öldürücüler), nematosit (parazit öldürücüler), rodentisit (kemirgen öldürücüler), mollusisit (mollusk öldürücüler), bakterisit (bakteri

öldürücüler) ve herbisit (ot öldürücüler) gibi sınıflandırabilir. Uygulama alanında kullanılan pestisitlerin tesirleri; kimyasal yöntemlerine, uygulama miktarına, ortam sıcaklığına pH'ına maruz bırakılma süresine bağlı olarak değişim göstermektedir. (Arisekar ve ark. 2019; Kapsi ve ark. 2019; Buah-Kwofie ve ark. 2018; Kayhan, 2020). Ekotoksikolojik açıdan pestisitlerin toksisite seviyeleri, kimyasal dayanıklılıkları, absorpsiyonları, yarılanma ömürleri oldukça önemlidir (Tiryaki ve ark, 2010; Kayhan 2020). Pestisitlerin çevresel kirletici olarak adlandırılmasının sebebi kimyasal kalıntıların toprakta ve suda birikmesindendir. Pestisitler, kimyasal olarak ihtiva ettikleri etken maddeye göre de sınıflandırılabilir. Bunlar; sentetik organik pestisitler, doğal organik pestisitler, organik ve inorganik etken maddeli pestisitlerdir. Bu pestisitlerin kimyasal açıdan etken maddelerinin ortamda kalıcı olma özellikleri vardır. Buna göre; kalıcı olmayanlar(organik fosforlar), daha çok herbisit grubuna dahil olan orta kalıcı olanlar, uzun kalıcı olanlar (genellikle klorlu hidrokarbonlar) ve sürekli kalıcı (pestisit içeriğinde arsenik, kurşun veya civa) olanlardır (El-Nahas ve ark., 2017; Kayhan 2020).



Şekil 1.1. Pestisitlerin kullanım amaçlarına göre sınıflandırılması (Tiryaki ve ark., 2010).

1.2.2. İnsektisitler

İnsektisit pestisitler zararlı böcekleri denetlemede kullanılan pestisitlere denir. Kimyasal insektisitlerin tamamı sinir sistemi üzerinde zararlı etkileri olan zehirli maddelerdir. Hedef organizmaların sinir sistemlerine etki etmekte ve hedef mikroorganizmaların sinir sisteminin görevini bozmaktadır. Böceklerin merkezi sinir sistemleri (MMS) ile memelilerin merkezi sinir sistemleri birbirine benzemektedir. Bu benzerlikten ötürü, insektisitler böceklerde ve memelilerde hedef aldıkları organlara etki mekanizmaları aynıdır. Bunun nedeni dozla alakalıdır (Vural 2005; Çelikel 2011). İnsektisitler kendi içinde 3'e ayrılmaktadır.

A- İnorganik ve doğal insektisitlerin sınıflandırılması

- Arsenik bileşikleri
- Flor bileşikleri
- Kükürt
- Civa bileşikleri
- Fumigantlar
- Yağlar

B- Bitkisel insektisitlerin sınıflandırılması

- Nikotin
- Pyrethrum
- Rotenon ve Rotenoidler
- Quasia e. Anabasin
- Sabadilla
- Hellebore
- Ryania

C. Sentetik organik insektisitler

- Organik klor bileşikleri
- i. DDT (dikloro difenol trikloroethan)
- ii. BHC (benzen heksaklorür)
- iii. Siklodienler
- Organik fosfor bileşikleri

i. Karbamatlar

ii. Sentetik piretroidler

Ayrıca, 1949'da alletrin, 1968'de tetrametrin; 1973'de permetrin bulunmuştur (Çelikel 2011).

Pestisitlerin tarım alanlarında yaygın olarak kullanılması çevredeki kimyasal kirliliğin artmasına neden olmaktadır. Pestisitler, serbest radikallerin oluşumuna ve antioksidanlarda değişikliklere yol açan oksidatif strese neden olabilir (Almeida ve diğerleri, 1997, Oruç ve ark. 2004). Su ortamlarının kimyasal metabolitlerindeki değişiklikler tatlı su faunasını etkileyebilir. Bu bileşiklerin çoğu, oksidatif stres ile ilgili toksik etkiler göstermiştir (Winston ve Di Giulio, 1991, Oruç ve ark., 2004). Son zamanlarda hem çevresel kalitedeki sürecini takip etmek hem de organizmaların adaptasyonunu izlemek için bir araç olarak biyobelirteçlerin kullanımına artan bir vurgu yapılmıştır. (Stegeman ve ark. 1991, Oruç ve ark., 2004). Antioksidan savunma sistemi, biyokimyasal biyobelirteçler sağlamak için oksiradikal aracılı tepkilerin potansiyel verimliliği nedeniyle daha fazla çalışılmaktadır (Di Giulio ve ark., 1989; Winston ve Di Giulio, 1991; Oruç ve ark., 2004).

1.2.3. Pestisitlerin toksisitesi

Pestisitler, canlılar üzerindeki etkileri farklıdır. Biyokimyasal bir süreç neticesinde pestisitlerin hedef canlı üzerindeki toksisitesi ortaya çıkmaktadır. Kimyasal maddeler akut toksisite ve kronik toksite olarak etki meydana getirmektedir (Vural 2005).

Akut toksisite: Akut toksisite, bir doza maruz bırakıldığında kısa zamanda belirtileri ortaya çıkan etki olarak tanımlanabilir. Akut toksisitenin belirlenmesinde öncelik medyan letal doz (LC₅₀ veya LD₅₀) tayinidir (Vural 2005).

Kronik toksisite: Uzun süre maruz bırakılan ve bu süre içerisinde öldürücü doz ile tekrarlı olarak ortaya çıkan toksisitedir (Vural 2005).

1.2.4. Lambda-cyhalothrin

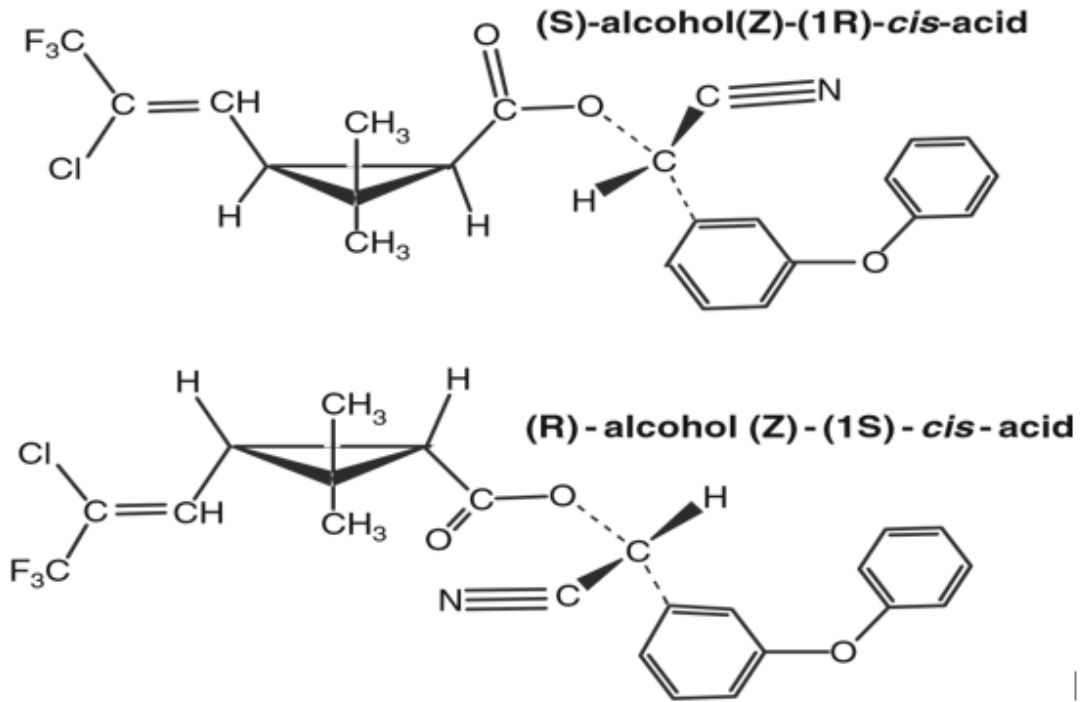
Lambda-cyhalothrin piretroid insektisit pestisit türlerinden biridir. Piretroidler, krizantemlerin (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) çiçeklerinin özüdür. Bu çiçeklerden

Üretilen doğal olarak oluşan böcek öldürücü bileşikler olan piretrinlerin sentetik kimyasal analoglarıdır. Piretroid içerikli ürünler tarımda, halk sağlığında, ev ve bahçelerde zararlıları kontrol altına almak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Amweg ve Weston 2005; Oros ve Werner 2005).

1.2.5. Lambda-cyhalothrin kimyası

Lambda-cyhalotrin iki stereoizomerin 1:1 karışımıdır, (S)-a-siyano-3fenoksibenzil-(Z)-(1R,3R)-3-(2-kloro-3,3,3-trifloroprop-1- enil)-2,2-dimetil siklopropankarboksilat (şekil 1.2) ve (R)-a-siyano-3-fenoksibenzil-(Z) -(1S,3S)-(2-kloro-3, 3,3-trifloroprop -1-enil)-2,2-dimetilsiklopropankarboksilat (şekil 1.2).

Lambda-cyhalothrin ilk olarak Robson ve Crosby (1984) tarafından rapor edilmiş ve 1985 yılında ICI Agrochemicals tarafından Orta Amerika ve Uzak Doğu'da tanıtılmıştır.



şekil 1.2. Lambda-sihalotrin izomerinin kimyasal yapısı(Toriano ve ark.2008)

1.2.6. Lambda-cyhalothrin'nin fiziko kimyasal özellikleri

Lambda-cyhalothrin, renksiz katı bir pestisittir. Çözeltide sarımsı görünebilmektedir. Lambda-cyhalothrin hem düşük buhar basıncına hem de sabit sıcaklıkta gazların sıvı içindeki çözünürlüğünün kısmi basınçları ile doğru orantılı olduğunu söyleyen Henry kanunu sabitine sahiptir, atmosfere kolayca buharlaşmadığını göstergesi bu durumdur. Bunların yanı sıra Lambda-cyhalothrin insektisiti yüksek bir oktanol-su dağılım katsayısına (K_{oc}) sahiptir, bunun neticesinde lipidlere bölünme eğilimindedir. Doğal olarak, yüksek (K_{oc}) değerine sahip bir pestisit, biyokonsantre olma potansiyelinin de yüksek olduğunu gösterir.

1.3. *Dreissena polymorpha*

Zebra midyesi (*D. polymorpha*) Batı Asya, Kuzey Amerika Doğu Avrupa'da Kuzey geniş bir alana dağılan tatlı su türlerinden bir tanesidir. (Kinzelbach, 1992; Drake ve Bossenbroek, 2004). Zebra midyesinin üzerindeki çizgiler ayırt edici özellikleridir. Büyüklükleri çeşitlilik göstermesine rağmen ortalama 25 mm büyüklüğündedir (Claudi ve Gerald, 1994). Zebra midyesi ülkemizde göl ve baraj göllerinde bulunmaktadır (Kutluyer ve ark. 2013). Zebra midyesi beslenme ve bulundukları yere doğrudan geniş tabana tutunan özellikleri hızlı üreme özelliklerinden ötürü su ortamında bulunan yapılara ekonomik olarak zarar vermekte ve tatlısu ortamında değişikliklere sebep olabilmektedir (Kutluyer ve ark. 2013). Zebra midyesinin suyu filtre etme özelliği ortamda bulunan fitoplaktonların azalmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda Zebra midyesi çok hassas olan besin zincirinin dengesinin bozabilmekte balıklar da bunlardan olumsuz olarak etkilenebilmektedir. Bunların dışında, midyelerin sert yüzeylere yapışma ihtiyacı olduğundan olumsuzluklara yol açmaktadır. Boruların tıkanmasına, iskelelerin kaplanmasına, çelik ve betonda korozyona, kumsallarda çürüyen midyeler kötü kokuya neden olmaktadır (URL-1, 2022).



Resim 1.1. Zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) (URL- 1 2022)

Zebra midyesi (*D. Polymorpha*) güçlü bir oksidatif savunmaya sahip olduğundan ve ksenobiyotiklere nazaran yüksek bir direnç ortaya koyduklarından, ekotoksikolojik deneyler yapmak için yaygın olarak kullanılan bir türdür.(Faria ve ark. 2009 Serdar O. ve ark. 2021) Birçok tatlısu canlısı gibi Zebra midyesi (*D. Polymorpha*)’de pestisitlerden etkilenmektedir. Sucul ekosistemdeki kirliliğinin belirlenmesi için ortaya çıkan bu durum zebra midyesi (*D. Polymorpha*)’nin toksisite çalışmalarında kullanılmasında tercih sebebi olmuştur. Bu türün toksikolojik çalışmalarda model organizma olarak kullanımı giderek artmaktadır (Güneş, 2020).

1.4. Biyobelirteçler

Biyobelirteçler, biyolojik analiz yöntemidir. Bu yöntemin yanında sucul ekosistemdeki canlıların kirlilik derecelerini ve toksikolojinin akut etkilerini belirlenmesinde de yardımcı olmaktadır (Dönmez. ve Yılmaz 2015, Maggioni ve ark. 2012). Su ekosistemlerinde meydana gelen kirlilik ortamlarını anlayabilmek için biyobelirteçler kullanılmaktadır. Örneğin enzimlerin ortaya çıkardığı fizyolojik ve biyokimyasal indikatörler, su ekosistemindeki organizmaların sağlığını etkileyecek suyun kalitesindeki değişikliğe neden olan çevresel kirleticilerin belirlenmesinde kullanılabilmektedir (Osman ve ark. 2021).

1.4.1. Oksidatif stres ve biyobelirteçler

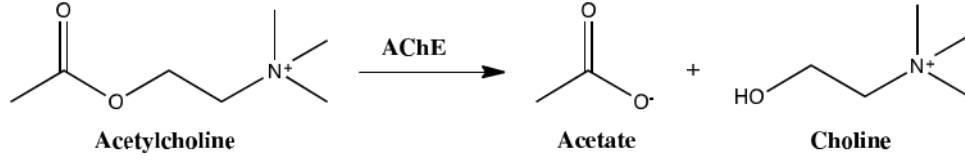
Oksidatif stres, alınan besinlerin enzimler tarafından yakılmasıyla canlı için gerekli enerjinin oluşturulması sırasında ortaya çıkan gelen (ROS)'nin artması canlı organizmanın zararlı olan toksiklerden temizlenen hücre hasarını önleyen bileşiklerin olmaması oksidatif dengeyi bozmaktadır. Bu durum oksidatif hasar olarak tanımlanmaktadır (Mackie ve ark., 2006). Kirleticiler oksidatif stresi ortaya çıkarmaktadır. Oluşan oksidatif stres kirleticilerden etkilenen sucul organizmalarda tosisitenin işleyiş biçimi olarak belirtilmiştir (Livingstone, 2003). Oksidatif stres, onarılamaz ölçüde serbest radikal ve radikal olmayan ROS, hücrenin antioksidan savunma sistemi yetersizliği sonucunda hücrelerde hasara neden olduğunda meydana gelir (Halliwell ve Gutteridge, 2015).

Çevresel kirleticiler olarak karşımıza çıkan pestisitler, ROS sisteminin aktive edilmesiyle sucul organizmalarda oksidatif stresi ortaya çıkarabilmektedir. (Valavanidis ve ark., 2006; Slaninova ve ark., 2009; Lushchak, 2011). Canlılarda oksidatif hasarın meydana gelmemesi için enzimatik (katalaz, glutatyon peroksidaz, süperoksit dismutaz, vb.) ve enzimatik olmayan biyobelirteçlere (askorbik asit, tokoferoller, glutatyon vb.) gerek duyulmaktadır. (Uluturhan ve ark., 2019).

1.4.2. Asetilkolinesteraz enzimi (AChE)

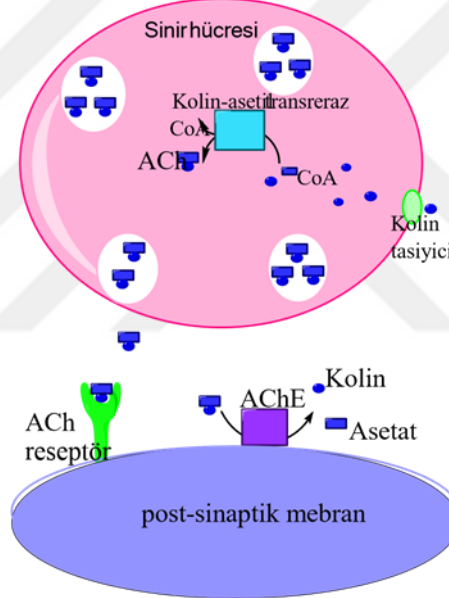
Asetilkolin alkaloid ve nörotransmitter tanımlanmaktadır. Merkezi sinir sisteminde yer alan bir kimyasal iletilici olmasının dışında canlıların parasempatik sinir sisteminde yer almaktadır (Göçer ve ark. 2016).

Asetilkolinesteraz enzimi canlı organizmaki kimyasal değişimi asetilkolinin, kolin ve asetata hidrolizlenmesini katalizler (Köse ve ark. 2015). Bu enzimin az olması merkezi sinir sisteminde aksaklıklara neden olmaktadır (Lotti 1995). Asetilkolinesteraz enzimi sinir ve kas dokularında bulunur. Asıl görevi asetilkolini hidroliz ederek sinir iletimini sağlamaktır. Bu enzimin yapısal kütlesi 70-80 kDa olan bir gliko proteindir ve yer aldıkları ortamlarda monomer dimer ya da tetrameri şeklinde bulunabilmektedir (Bingöl 2016).



Şekil 1.3. Asetilkolinesteraz enziminin hidroliz mekanizması (Bingöl, 2016)

Asetilkolinesteraz enzimi ile yapılan ilk çalışmalarda, sinir hücresindeki kimyasal ve elektrikselsel değışiklikleri bir sinir hücresinden, diğetine taşımakla görevli olduğı bulunmuştur. Ancak çalışmaların artmasıyla enzimin bu özelliğinin dışında sinir ve kas liflerinde biyoelektrikselsel akımın oluşmasında da etkisinin olduğı saptanmıştır. (Bingöl, 2016)



Şekil 1.4. Asetilkolinesteraz enziminin fonksiyonu (Bingöl 2016).

AChE enzimi sinir ucunda meydana gelen zararlı kimyasal maddeleri parçalayarak temizler. Bu durumun sonucunda elektron taşıyıcıların engellerini ortadan kaldırmak böylece sinirsel iletimdeki aksaklıkları gidermiş olur (Bingöl, 2016).

1.4.3. Glutasyon (GSH)

Glutasyon, biyolojik olarak iki önemli yapıyı (tiyol grubu ve γ-glutamin baı) yapısında bulundurur. Yapısındaki sisteinin tiyol grubundan ve yüksek konsantrasyonundan dolayı (0.1-10 mM) hücre içinde önemli bir antioksidan olan

glutasyon'un %99'dan fazlası indirgenmi formda bulunur. Bu formda tutulabilmesi pentoz fosfat metabolik yoluna balıdır. Bu yolda üretilen NADPH, glutasyon disülfid redüktaz (GR)'ın katalize etti reaksiyonda koenzim olarak görev alır. Önemli bir indirgeyici güç olan GSH, hücre içi proteinlerin, sistein, dihidrolipoat ve koenzim A gibi moleküllerin tiyol gruplarının, askorbat, α -tokoferol gibi antioksidan moleküllerin korunmasında, ayrıca DNA'nın deoksiribonüklozid öncüllerinin oluması için ribonükleotidlerin indirgenmesinde kullanılır. GSH ayrıca hücrelerin oksidatif hasara, toksik bileiklere, radyasyona karşı korunmasında, bazı ilaçların inaktivasyonunda, östrojen, prostaglandin ve lökotrienler gibi bazı endojen bileiklerin metabolik ilemlerinde yer alır (Aksoy, 2002).

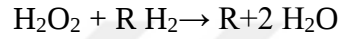
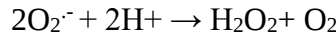
1.4.4. Katalaz (KAT)

Katalaz çevirme çok yüksek bir enzimdir. Bir molekül katalaz bir dakikada ~6 milyon molekül H_2O_2 'i oksijen ve suya dönüştürebilir. Katalazın molekül ağırlığı yaklaşık olarak 240 kDa' dır. İki alt birimden oluşan ve her bir alt birimi kazlataz enzimini substrat H_2O ya karşı korumaktadır. NADPH oksidaz (nikotinamid adenin dinükleotid fosfat oksidaz) hücre dışı boşluğa bakan zara bağlı bir enzim kompleksidir. Katalaz enziminin işlevini artıran NADPH barındırmaktadır (Biçim ve ark. 2013). KAT, SOD a benzeyen ayrılma işleviyle, H_2O_2 i H_2O ya ve moleküler oksijene parçalayarak biyolojik sistemleri hidrojen peroksit hasarlarına karşı korumuş olurlar (Yanar ve ark. 2019; Halliwell ve ark., 1999). Bunun dışında KAT H_2O_2 ikiye katlayarak alkol ve fenol gibi substratları arındırmaktadır. KAT daki NADPH molekülü yüzeye sıkıca bağlı ve yakındır. KAT'ın hücre içi organellerdeki oranı hücre dışı organellerindekinden fazladır. Redoks reaksiyonuna yön veren protein kalatlistlerindendir (Larson, 1988). Katalazlar reaktif oksidanların ortaya çıkmasında önemli rolleri vardır (Larson, 1988).

1.4.5. Süperoksit dismutaz (SOD)

SOD oksijenin hidrojen peroksite ters değişim gerçekleştiren enzimdir (Atasoy ve ark., 2016). oksidatif strese karşı savunma ilk bu tepkime başlatılmaktadır (Yıldırım ve ark., 2015). Bu tepkime sonucunda meydana gelen ürünler ya KAT tarafından ya da glutasyon peroksidaz tarafından H_2O detoksifiye edilir (Ekberli ve ark. 2012).

SOD, hücrelerin tekrardan canlanmasına sebep olan güçlü bir antioksidandır. ROS'lara karşı ilk savunma sistemini ortaya çıkarmaktadır. (Mackay ve ark., 2006). SOD, süperoksit radikalini (O_2^-) hidrojen peroksit (H_2O_2) ve moleküler oksijene (O_2) katalizleyen enzimatik bir antioksidandır. Hidrojen peroksit daha sonra, KAT ile ortamdan uzaklaştırılır. SOD enzimi reaksiyon hızını artırmakta oldukça büyük bir güce sahiptir. SOD birçok organik bileşikle doğrudan reaktif değildir ancak reaktifliği ve toksisitesi yüksek olan oksijen türlerinin oluşmasına katkı sunar.



1.4.6. Malondialdehit (MDA)

Reaktif oksijen ürünleri moleküler oksijenin indirgenmesine bağlı olarak çok fazla metabolit, kısa ömürlü molekülleri içerir. Çokça kullanılan reaktif oksijen türlerinden bazıları hidrojen peroksit (H_2O_2), süperoksit anyonu ($O_2^{\bullet-}$) ve hidroksil ($OH^\bullet$) radikalidir. Reaktif oksijen türlerinin konsantrasyonları çok yüksektir bu durum hücrel protein ve lipidlerin zarar görmesine neden olmaktadır. DNA'da bağlantılar oluşturarak karsinojenik mekanizmayı aktive edebilirler. Oksijen ile doymamış yağ asitlerinin bir araya gelmesi lipid peroksidasyon olayı gerçekleşmektedir. Bu olay oksidasyon ürünlerini meydana getirmektedir. Lipid peroksidasyon en çok bilenen ürünü lipid hidroperoksitlerdir. Farklı aldehitler içerisinde lipid peroksidasyon sırasında sekonder ürünler oluşmaktadır; Malondialdehit (MDA), propanal ve hekzanal. MDA lipid peroksidasyon ürünleri arasında en karsinojenik olanıdır. MDA tiobarbitürik asit (TBA) ile reaksiyonundan ötürü omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin lipid peroksidasyonu için belirteç olarak kullanılmaktadır. Oksidasyonuna bağlı olmayan siklik endoperoksitler MDA'nın ana kaynağını meydana getirmektedir (Ayala ve ark. 2014).

Kayhan ve ark. (2015), küresel iklim değişikliğinin etkilerinin sadece karasal ekosistemde değil sucul ekosistemde etkileri görülmektedir. Bu çalışmada sucul canlılarında küresel iklim değişikliğinin etkileri irdelenmiştir.

Demir. (2009), fosil yakıt kullanımı, kurallık, çölleşme vb. sanayinin ortaya çıkmasıyla birlikte sera gazlarının emisyonunda ciddi oranda artışa neden olmuştur. Bu

durum etkisinin bozulmasıyla birlikte atmosferin ısınmasına sebebiyet vermiş ve bu ısınma devam etmiştir. Küresel iklim değişikliği gittikçe belirginleşmesi su kaynaklarında ciddi oranda azalma, enerjinin azalması, besin kıtlığının yaşanması vb nedenlerle biyoçeşitliliği önemli ölçüde etkilemiştir. Bu çalışmada su ekosistemindeki canlı türlerinde azalma ve türlerdeki üretkenlik yok olması kara ekosistemde ise biyoçeşitliliğinin azalması ile ilgili tespitlerden bahsedilmiştir.

Sağlam. (2009), yapılan çalışmada amaçlanan pestisitlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek, pestisitlerin sucul ortama ulaşmasına kadar topraktaki değişimleri hesaplamak, iklim şartlarına bağlı olarak biyolojik bozulmaların yüzdelerini tahmin etmektir.

Altıkat ve ark. (2009), yapılan çalışmada bitki korunmasında kullanılan pestisitlerin canlı ve çevre üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Pestisitlerin bilinçsiz kullanıldığında, insanlarda ve çevrede oluşturduğu olumsuzluklar ve olumsuzlukların ortaya çıkardığı etkiler belirtilmiştir. Buna bağlı olarak ülkelerin aldığı önlemler değerlendirilmiştir. Ülkemizde kullanılan kullanılan ruhsatlı pestisitlerin yapılan değerlendirmeye dâhil edildiği ve bazılarının yasaklandığı bazılarının kullanımına sınırlama getirildiği görülmüştür. Ortaya çıkan sonuçlar yeni mücadelede bazında değerlendirilmiştir.

Dönmez ve Yılmaz. (2015), su ekosistemindeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişimler insan aktivitelerinin artmasıyla birlikte su ekosistemindeki süreçleri değiştirmektedir. Yapılan çalışmalarda kaynaklardaki değişiklikleri belirlemek için biyolojik değerlendirmelerinde yapılmasını gerektiğini ortaya çıkar çıkmıştır. Biyolojik incelemeler fiziksel ve kimyasal yöntemlerle ile tespit edilemeyen verilerin tespiti için gerekliliğinin önemli olduğunu ortaya çıkarmıştır. Biyoindikatör ve biyobelirteçler bu çalışmanın yöntemini oluşturmaktadır. Biyoindikatörler sucul canlıların türüne has olanlarını ve gruplarını tanımlarken, biyobelirteçler ise bu canlıların fizyolojik ve biyokimyasal parametlerini tanımlamaktadır. Sucul ortamda oluşan değişimlerin gözlemlenmesi için biyoindikatör türler ve biyobelirteçler parametrelere kesinlikle ihtiyaç vardır. Bu derlemede bahsedilen tanımlar ve faydaları tartışılmaktadır.

Serdar ve ark (2021), yapılan bu çalışmada oksidatif stres biomarkerlarının analizi ile su ekosistemindeki kirliliğin incelenmesinde iyi bir tür olarak kabul gören tatlı su canlı türü olan *D. polymorpha* üzerindeki Gadolinyum (Gd) toksisitesini incelenmesini amaçlamaktadır. Başta Gd'nin *D. polymorpha* üzerindeki LC50 değeri tespit edilmiş olup. *D. Polymorpha*, 24 ve 96 saatlik süresince Gd konsantrasyonuna (1/20, 1/10 ve 1/5 LC50 değerine) maruz bırakılmıştır. TBARS ve CYP1A1 seviyeleri ELISA kiti kullanılarak

belirlenmiştir. CYP1A1 ve TBARS düzeylerinin tüm gruplarda 24. ve 96. saatte kontrol grubuna göre artış gözlenmiştir. Yapılan deneysel çalışmada ortaya çıkan sonuçlar, Gd'nin, *D. polymorpha* için bir risk oluşturduğu öngörülerek alıcı ortamlara verilmesinin kontrol edilmesinin gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Yapılan bu çalışma ile farklı sıcaklıklarda subletal konsantrasyonlarda Lambda Cyhalotrin'e 24 ve 96 saat boyunca maruz kalan *D. Polymorpha*'da maruziyet sonrası AChE, KAT, ve SOD enzim aktivitesi ile GSH ve MDA seviyelerinin değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



2. MATERYAL ve METOT

2.1. Model Canlı (*D. Polymorha*)'nın Temini

Çalışmada kullanılan model canlı *D. polymorha* örnekleri, Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarında kültüre edilmiş organizmalardan temin edilmiştir.

Kültüre edilmiş *D. polymorha* 'ler, deneysel uygulamanın yapılacağı Akuatik Toksikoloji Araştırma Laboratuvarına canlı olarak getirilmiş ve bu koşullara adaptasyonu için 30 gün bekletilmiştir.



Şekil 2.1. Akvaryumdaki Stok *D. polymorha* (Orijinal)

2.2. *D. polymorha*'ların Laboratuvar Koşullarına Adaptasyonu

Deneysel çalışma için laboratuvara canlı olarak getirilen *D. polymorha* örnekleri birbirine benzer boyuttaki sağlıklı bireylerden seçilmiştir. Laboratuvarın ısı ve aydınlatmasında kontrollü hale getirilmiştir. Aydınlatmada, zaman ayarlı elektrik devresi

ile 12:12 aydınlık:karanlık olacak şekilde fotoperiyot uygulanmıştır. Sıcaklık ise termostatl klima ile deneysel tüm aşamalarda $19\pm0,5$ °C, $22\pm0,5$ °C $25\pm0,5$ °C'ye ayarlanmıştır.

Ayrıca test organizmasının tutulduğu stok akvaryumlarında su sirkülasyonu için dış filtre kullanılmıştır. Adaptasyon süresince canlıların beslenmesi ve hareketliliği gözlemlenmiştir.



Şekil 0.2. LC₅₀ deneysel uygulama dizaynı

2.3. Lambda Cyhalotrin de *D. Polymorpha*'daki LC₅₀ Değerlerinin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan kirletici Lambda Cyhalothrin pestisitinin akut toksisite testleri, 96 saatlik statik LC₅₀ testi ile *D. Polymorpha* 'lara uygulandı.(Şekil.2.2.) Bu amaçla öncelikle organizmalara aralık belirleme testi uygulanmıştır. Aralık belirleme test sonuçlarına göre Lambda Cyhalotrin de 19°C konsantrasyonları için 0,000 (kontrol), 0,01, 0,10, 1,00 ve 10,00 mg/L, 22°C için 0,000 (kontrol), 0,01, 0,10, 1,00 ve 10,00 mg/L 25°C için 0,000 (kontrol), 0,01, 0,10, 1,00 ve 10,00 mg/L ve 25°C için 0,000 (kontrol), 0,01, 0,10, 1,00 ve 10,00 mg/L LC₅₀ testi uygulama konsantrasyonları belirlenmiştir (Tablo 2.1). LC₅₀ değeri için belirlenen konsantrasyonlarda 1 litre hacme sahip cam akvaryumlara 10'ar adet *D.Polymorpha* bireyleri kullanılarak akut toksisite testi uygulanmıştır. Akut toksisite testlerinin (aralık belirleme testleri dahil) tüm aşamaları üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2.1. LC₅₀ Deney tasarımı

Sıcaklık	Kontrol	Akut Toksisite Grupları (mg/L Lambda Cyhalothrin...)			
19 °C	0,00	0,04	0,20	1,00	5,00
22 °C	0,00	0,04	0,20	1,00	5,00
25 °C	0,00	0,04	0,20	1,00	5,00

Akut toksisite deneysel çalışmalarında 96 saat süre içerisinde organizmalara besleme yapılmamıştır. Deneme süresince her bir konsantrasyon grubu 24, 48, 72 ve 96. saatlerde gözlemlenmiştir. Ölü bireyler deneme ortamından uzaklaştırılarak not edilip kayıt altına alınmıştır. Elde edilen verilerden probit analizi kullanılarak 96 saatlik LC₅₀ toksisite değerleri hesaplanmıştır.

2.4. Subletal Konsantrasyon Uygulamaları

Lambda Cyhalothrin etken maddeli insektisit belirlenmiş olan sıcaklıklardaki (19, 22 ve 25 °C) LC₅₀ değerlerine 1/20, 1/10 ve 1/5 oranlarında aşağıdaki deney grupları oluşturulmuştur;

Kontrol grubu 19°C, herhangi bir maddeye maruz bırakılmayan organizmalar,

A grubu 19 °C, LC₅₀ değerlerinin 1/20 oranında Lambda Cyhalothrin etken maddesine maruz bırakılan organizmalar,

B grubu 19 °C, LC₅₀ değerlerinin 1/10 oranında Lambda Cyhalothrin etken maddesine maruz bırakılan organizmalar,

C grubu 19 °C, LC₅₀ değerlerinin 1/5 oranında Lambda Cyhalothrin etken maddesine maruz bırakılan organizmalar,

Kontrol grubu 22 °C, herhangi bir maddeye maruz bırakılmayan organizmalar,

D grubu 22 °C, LC₅₀ değerlerinin 1/20 oranında Lambda Cyhalothrin etken maddesine maruz bırakılan organizmalar,

E grubu 22°C, LC₅₀ değerlerinin 1/10 oranında Lambda Cyhalothrin etken maddesine maruz bırakılan organizmalar,

F grubu 22 °C, LC₅₀ değerlerinin 1/5 oranında Lambda Cyhalothrin etken maddesine maruz bırakılan organizmalar,

Kontrol grubu 25 °C, herhangi bir maddeye maruz bırakılmayan organizmalar,

G grubu 25 °C, LC₅₀ değerlerinin 1/20 oranında Lambda Cyhalothrin etken maddesine maruz bırakılan organizmalar,

H grubu 25 °C, LC₅₀ değerlerinin 1/10 oranında Lambda Cyhalothrin etken maddesine maruz bırakılan organizmalar,

I grubu 25 °C, LC₅₀ değerlerinin 1/5 oranında Lambda Cyhalothrin etken maddesine maruz bırakılan organizmalar,

Test organizmaları, oluşturulan bu kirletici konsantrasyonlarına 24 saat ve 96 saat boyunca maruz bırakılmıştır. Maruz bırakma işlemi sonrasında 24 ve 96 saat örnekleri hızlı bir şekilde -80 °C ultra dondurucuda biyokimyasal yanıtları tespit edilmek üzere muhafaza edilmiştir.



2.5. Diseksiyon işlemleri ve süpernatantların hazırlanması

D. polymorpha organizmalarından 0,5 g tartılmış ve 1/5 w/v oranında PBS tamponu (tuzlu fosfat tamponu) eklenerek, buz ile birlikte homojenizatör kullanılarak homojenize edilmiştir. Homojenize edilen bu örnekler soğutmalı santrifüjde 17000 rpm’de 15 dakika santrifüj edilerek ve elde edilen süpernatantlar -80 °C’ de derin dondurucuda ölçüm

işlemleri tamamlanıncaya kadar muhafaza edilmiştir.

2.6. Biyokimyasal Yanıtın Belirlenmesi

Çalışmamızda biyokimyasal yanıtın belirlenmesi için, AChE, SOD, KAT enzim aktiviteleri GSH, MDA seviyeleri belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan GSH, SOD, KAT kiti CAYMAN ve AChE kitleri ise CUSABIO firmasından satın alınmıştır. Katalog numaraları sırasıyla (GSH: 703002, SOD 706002, CAT, 706002 AChE: CSB-E17001Fh)'dır.

2.6.1. SOD enzim aktivitesinin belirlenmesi

SOD enzim aktivitesi Cayman ticari firmasının SOD enzim aktivitesi Test Kiti kullanılarak kit içeriğindeki protokol izlenerek belirlenmiştir.

Elde edilen örneklerde SOD enzim aktivitesi ticari kit ile 450 nm'de mikroluka okuyucuda ölçülmüştür. Yöntemin esası, ortamda oluşturulan süperoksitin, süperoksit dismutaz (SOD) enzimi ile ortadan kaldırılması ve kalan miktarın boyanarak renklenmesine dayanan ksantin ksantin oksidaz (XO) ile O_2^- oluşturmaları ve bunun da NBT ile renkli bir bileşik oluşturarak bu renk şiddetinin spektrofotometrik olarak ölçülmesidir. Çalışmada ticari bir firmadan satın alınan Elisa Kitleri ile SOD enzim aktiviteleri ölçülmüştür.

2.6.2. KAT enzim aktivitesinin belirlenmesi

KAT enzim aktivitesi Cayman ticari firmasının Katalaz enzim aktivitesi Test Kiti kullanılarak kit içeriğindeki protokol izlenerek belirlenmiştir.

Kullandığımız kit enzim aktivitesinin belirlenmesinde için KAT'ın peroksidatik fonksiyonunu kullanır. Yöntem enzimin optimal bir H_2O_2 konsantrasyonunun varlığında metanol ile reaksiyona girmesine dayanır. Üretilen formaldehit, 4-amino-3-hidrazino-5-merkapt-1,2,4-triazol (Purpald) ile kromojen olarak spektrofotometrik olarak ölçülür. 1,2 Purpald, özellikle aldehitlerle bisiklik bir heterosikl oluşturur; oksidasyon değişimine bağlı olarak renksizden mor renge doğru bir değişim gözlenir. Elde edilen süpernatant

örneklerinde CAT enzim aktivitesi ticari kit ile 540 nm’de mikropilaka okuyucuda ölçülmüştür.

2.6.3. AChE aktivitesinin belirlenmesi

AChE enzim aktivitesi Cusabio ticari firmasının AChE enzim aktivitesi Test Kiti kullanılarak kit içeriğindeki protokol izlenerek belirlenmiştir.

2.6.4. GSH seviyesinin belirlenmesi

GSH düzeyi Cayman ticari firmasının GSH Test Kiti kullanılarak kit içeriğindeki protokol izlenerek belirlenmiştir.

GSH sülfhidril grubu, DTNB (5,5'-ditiyo-bis-2- nitrobenzoik asit, Ellman reaktifi) ile reaksiyona girer ve sarı renkli bir TNB üretir. Disülfür karışımı GSH'nin geri dönüşümü ve daha fazla TNB üretmek için GSTNB (GSH ile TNB arasında), glutatyon redüktazı azaltılır. TNB üretiminin hızı, doğrudan numune içindeki GSH konsantrasyonu ile orantılı olan bu geri dönüşüm reaksiyonu ile doğru orantılıdır. TNB'nin 405 veya 412 nm'de emiliminin ölçülmesi, numunede GSH'nin doğru bir tahminini sağlar. GSH disülfid dimer GSSG'ye kolayca okside edilir. GSH test kitinde glutatyon redüktaz kullanımı nedeniyle, hem GSH hem de GSSG ölçülür ve test toplam glutatyonu yansıtmaktadır. Çalışmada ticari bir firmadan satın alınan Elisa Kitleri ile GSH seviyeleri ölçülmüştür.

2.6.5. MDA seviyesinin belirlenmesi

D. polymorpha örneklerinde MDA düzeylerindeki değişimleri belirlemek amacıyla Placer ve ark. (1966)'dan modifiye edilen yöntem kullanılmıştır. Örnek organizma supernatantlarından 0,25 ml alınarak üzerine 2.25 ml renk ayırıcı (TBA ve % 10'lık triklorasetik asit) ilave edilmiştir. TBA reaksiyonu ile oluşan renk değişiminin spektrofotometrede 532 nm dalga boyunda okunmasıyla MDA seviyesinin değeri nicel veriye dönüştürülmüştür.

2.7. İstatistiksel Analizler

Çalışma sonunda var olan verilerin istatistiksel analizleri SPSS 24.0 istatistik programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Lambda Cyhalothrin etken maddeli insektisit *D.Polymorha*'daki LC_{50} değeri Probit analizi kullanılarak hesaplanmıştır. Aynı uygulama süre içinde farklı gruplar arasındaki istatistiksel fark DUNCAN testi ile belirlenmiştir. Uygulama süreleri (24 ve 96 saat) arasındaki fark ise bağımsız t testi ile belirlenmiştir (Sümbüloğlu, 1998; Kalaycı, 2010).



3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bulgular

3.1.1. LC₅₀ bulguları

Aralık belirleme testlerinden sonra *D. polymorpha* örneklerine (19, 22 ve 25 °C) sıcakların için Lambda Cyhalothrin ait LC₅₀ değerleri belirlenmiş olup Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1 *D. polymorpha* bireyleri için farklı sıcaklıklarda Lambda Cyhalothrin ait LC₅₀ değerleri

Sıcaklık	LC ₅₀ Değeri (mg/L Lambda Cyhalothrin)
19 °C	2,23 ± 0,27
22 °C	2,61± 0.10
25 °C	2,71±0,21

3.1.2. Biyokimyasal bulgular

Yapılan çalışmada Lambda Cyhalothrin’e farklı sıcaklıklarda maruz bırakılan *D. Polmorpha*’ da KAT, AChE, SOD enzim aktiviteleri ile MDA ve GSH seviyeleri belirlenmiş olup elde edilen sonuçlar Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Tablo 0.1. Farklı sıcaklıklarda Lambda Cyhalothrin pestisitine maruz bırakılan *D. polymorpha*’ da KAT, AChE, SOD enzim aktiviteleri ile MDA ve GSH seviyeleri

Sıcaklık	Grup	KAT(nmol/dk/ml)		AChE(U/ml)		MDA(nmol/mg)		GSH(Aktivite/nmol/dk/ml)		SOD(U/ml)	
		24.s	96.s	24.s	96.s	24.s	96.s	24.s	96.s	24.s	96.s
19 °C	Kontrol	9,92±0,26 ^d	12,10±0,25 ^{d*}	4,42±0,25 ^{bc}	4,43±0,63 ^{ab}	14,70±1,76 ^a	7,8±1,02 ^{b*}	39,75±6,91 ^a	48,46±11,11 ^a	10,68±0,76 ^a	8,92±0,25 ^b
	A	26,23±0,76 ^c	37,43±0,52 ^{a*}	8,67±0,50 ^a	5,71±0,50 ^{a*}	14,26±1,68 ^a	15,67±1,70 ^a	18,52±5,48 ^b	18,89±5,30 ^b	6,40±0,42 ^b	6,93±0,52 ^c
	B	35,38±1,46 ^b	37,35±0,09 ^a	5,57±1,3 ^b	2,69±0,06 ^c	13,64±0,61 ^a	9,78±0,84 ^{b*}	12,74±0,53 ^b	17,43±1,38 ^b	7,65±0,57 ^b	8,51±0,09 ^{bc}
	C	50,84±1,14 ^a	23,50±1,24 ^{b*}	2,56±0,02 ^c	3,22±0,38 ^{bc}	14,23±1,26 ^a	14,96±0,33 ^a	2,38±0,06 ^b	17,90±0,60 ^b	6,62±0,68 ^b	12,11±0,92 ^a
22 °C	Kontrol	10,49±0,75 ^c	16,51±1,10 ^{c*}	6,33±0,57 ^{bc}	3,7±0,09 ^{d*}	6,95±0,81 ^c	6,99±0,37 ^c	29,05±2,20 ^a	33,68±4,2 ^a	11,81±0,45 ^a	7,22±0,67 ^{a*}
	D	32,35±0,86 ^b	36,55±2,80 ^b	3,76±0,29 ^c	11,38±0,89 ^{c*}	15,69±0,93 ^a	17,58±1,05 ^a	24,30±3,04 ^{ab}	23,69±4,53 ^{ab}	4,17±0,39 ^c	6,16±0,69 ^{ab}
	E	46,86±1,40 ^a	60,71±1,49 ^{a*}	7,57±1,08 ^b	14,62±0,88 ^{b*}	12,92±1,13 ^{ab}	16,85±0,96 ^a	16,57±0,76 ^{bc}	9,17±0,38 ^b	5,56±0,29 ^b	6,32±0,61 ^{ab}
	F	30,50±1,97 ^b	59,82±2,58 ^{a*}	14,5±1,07 ^a	17,00±0,72 ^a	11,65±1,08 ^b	13,24±1,12 ^b	10,69±0,30 ^c	17,12±0,52 ^b	3,54±0,25 ^c	4,49±0,33 ^b
25 °C	Kontrol	14,89±1,45 ^d	12,14±0,16 ^a	15,96±0,84 ^a	15,73±0,63 ^a	6,84±0,49 ^c	6,26±0,22 ^c	37,52±5,83 ^a	21,50±1,66 ^a	5,92±0,29 ^a	4,78±0,52 ^b
	G	49,67±2,97 ^c	10,06±0,57 ^{b*}	16,27±0,92 ^a	12,82±0,50 ^a	21,19±0,18 ^a	23,87±1,69 ^b	16,29±6,44 ^b	16,26±1,45 ^{ab}	2,48±0,37 ^c	3,09±0,48 ^b
	H	56,35±1,60 ^b	11,99±0,75 ^{a*}	17,49±1,05 ^a	11,23±0,06 ^{a*}	24,45±1,60 ^a	27,64±1,75 ^{ab}	2,05±0,16 ^b	7,16±0,55 ^{ab*}	2,26±0,31 ^c	3,86±0,29 ^{b*}
	I	75,33±0,86 ^a	9,66±0,61 ^{b*}	11,52±0,62 ^b	16,34±0,86 ^{a*}	13,44±1,29 ^b	29,02±0,55 ^{a*}	7,08±0,42 ^b	5,08±0,48 ^{b*}	3,50±0,16 ^b	7,86±0,95 ^{a*}

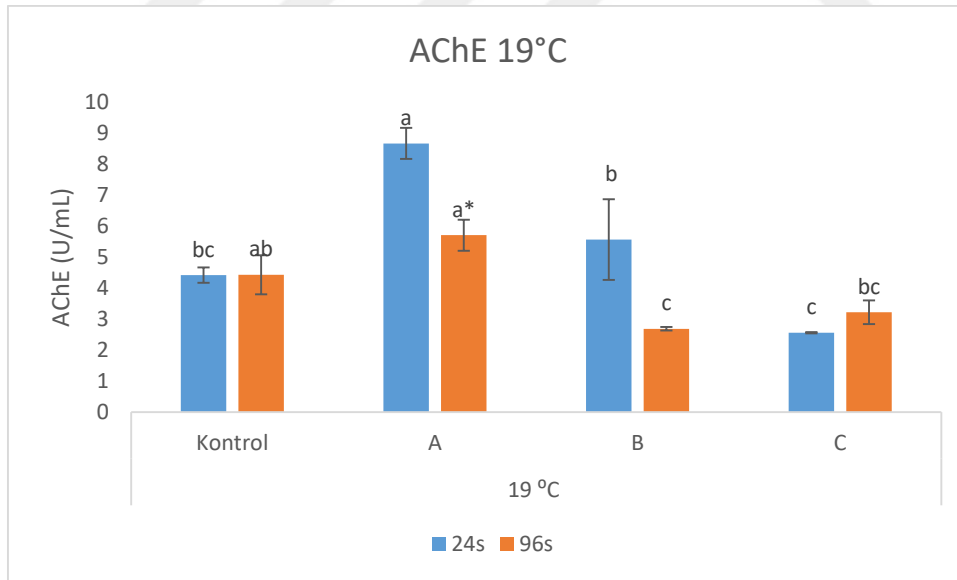
*Üst simgedeki a, b ve c harfleri aynı saatlerdeki gruplar arasındaki farkı ve Üst simgedeki * ise aynı uygulama grubunun farklı saatlerdeki (24. ve 96. saat) arasındaki istatistiksel farkları göstermektedir.

3.1.2.1. Asetilkolinesteraz (AChE) enzim aktiviteleri

Lambda Cyhalotrin etken maddeli pestisite 19 °C sıcaklıkta 24 ve 96 saat boyunca maruz bırakılan *D. polymorpha*'da AChE enzim aktivitelerindeki değişimler belirlenmiş olup sonuçlar Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Maruziyet grupları 24. saatlerde kontrol grubu ile kıyaslandığında, A grubunda AChE enzim seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış gözlemlenmiştir ($p<0,05$). B grubu kontrol grubu ile kıyaslandığında artış gözlemlenmiş fakat istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$). C grubu ise kontrol grubu ile kıyaslandığında bir azalış göstermiş ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Maruziyet gruplarının 96. saatlerinde kontrol grubu ile A grubu kıyaslandığında AChE enzim aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış gözlemlenmiştir ($p<0,05$). B ve C grupları kontrol grubu ile kıyaslandığında bir azalış göstermiş ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Uygulama süreleri açısından kıyaslama yapıldığında sadece A grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).

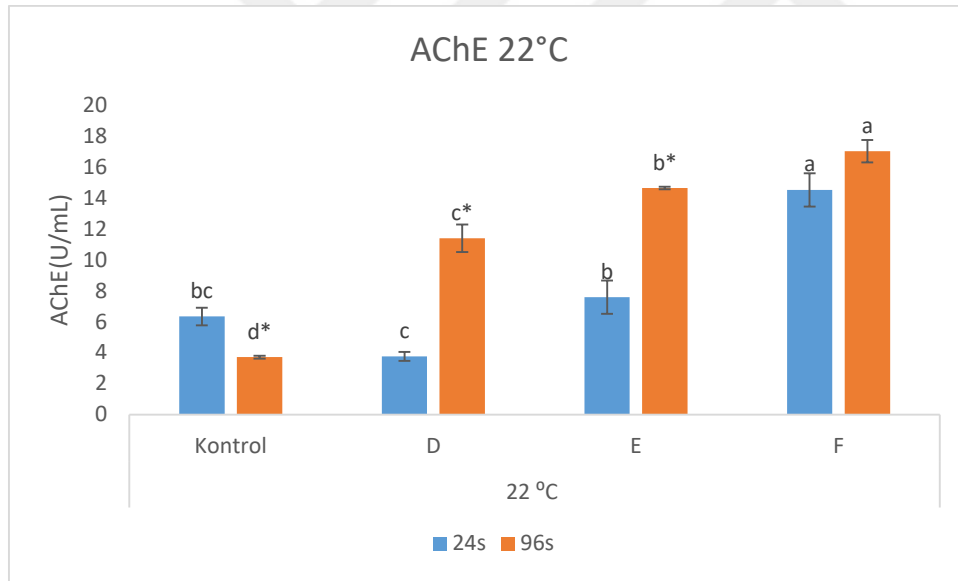


Şekil 3.1. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 19°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan *D. Polmorphe*'da AChE enzim aktivitelerindeki değişimler. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı, sütunlar üzerindeki * işareti süre açısından istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı gösterir ($p<0,05$)

Lambda Cyhalotrin etken maddeli pestisite 22°C sıcaklıkta 24 ve 96 saat boyunca maruz bırakılan *D. polmorpha*'da AChE enzim aktivitelerindeki değişimler belirlenmiş olup sonuçlar Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Maruziyet grupları 24. saatlerde kontrol grubu ile kıyaslandığında, D grubu AChE enzim aktivitelerinde bir azalış gözlemlenmiştir ancak istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Kontrol grubu ile E grubu kıyaslandığında ise AChE enzim seviyelerinde bir artış gözlemlenmiş ancak istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Kontrol grubu ile F grubu kıyaslandığında AChE enzim seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

Maruziyet gruplarının 96. saatlerinde kontrol grubu ile D, E, F grupları kıyaslandığında AChE enzim seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

Uygulama süreleri açısından kıyaslama yapıldığında kontrol, D ve E gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).



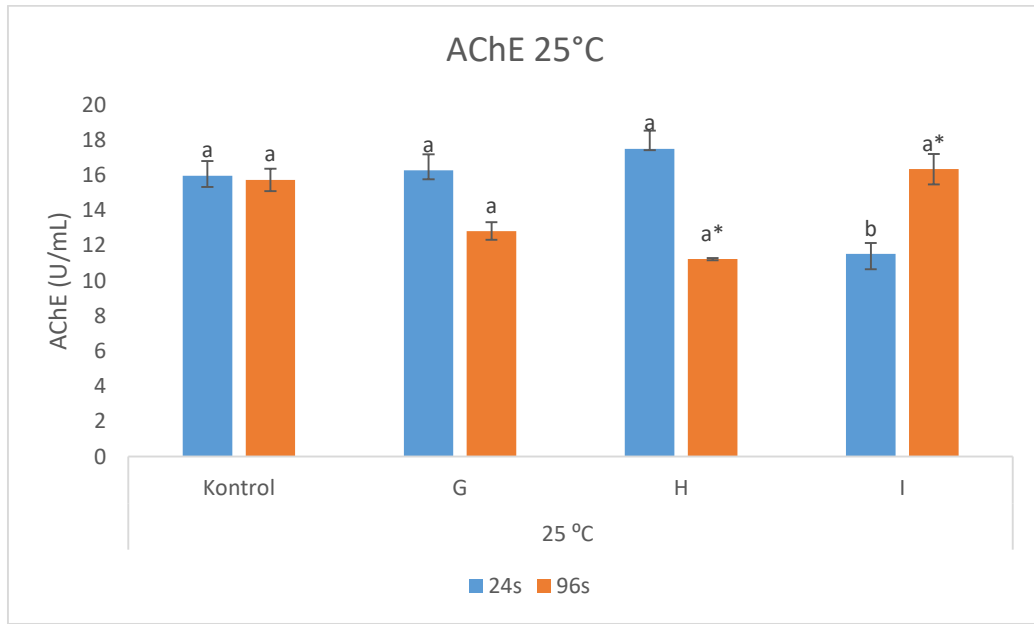
Şekil 3.2. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 22°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan *D. polmorpha*'da AChE enzim aktivitelerindeki değişimler. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı, sütunlar üzerindeki * işareti süre açısından istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı gösterir ($p<0,05$)

Lambda Cyhalotrin etken maddeli pestisite 25°C sıcaklıkta 24 ve 96 saat boyunca maruz bırakılan *D. polmorpha*'da AChE enzim aktivitelerindeki değişimler belirlenmiş olup sonuçlar Şekil 3.3'te gösterilmiştir. Maruziyet grupları 24. saatlerde kontrol grubu ile kıyaslandığında, G ve H gruplarında AChE enzim aktivitelerinde bir artış gözlenmiş

ancak istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Kontrole kıyasla I grubunda ise istatistiksel olarak anlamlı bir azalış tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Maruziyet gruplarının 96. saatlerinde kontrol grubu ile G, H ve I gruplarında AChE enzim seviyelerinde değişimler gözlemlenmiş ancak istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Uygulama süreleri açısından kıyaslama yapıldığında H ve I grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).



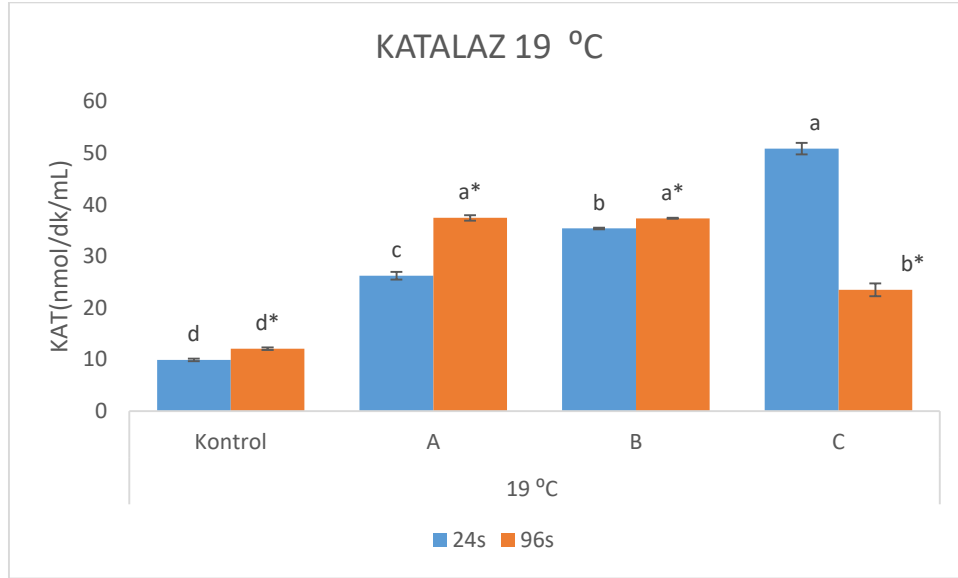
Şekil 3.3. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 25°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan *D. Polmopha*'da AChE enzim aktivitelerindeki değişimler. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı, sütunlar üzerindeki * işareti süre açısından istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı gösterir ($p<0,05$)

3.1.2.2. Katalaz (KAT) enzim aktiviteleri

Lambda Cyhalotrin etken maddeli pestisite 19 °C sıcaklıkta 24 ve 96 saat boyunca maruz bırakılan *D. polmorpha*'da KAT enzim aktivitelerindeki değişimler belirlenmiş olup sonuçlar şekil 3.4'de gösterilmiştir. Maruziyet grupları 24. saatlerde kontrol grubu ile kıyaslandığında, A, B ve C gruplarında KAT enzim aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış gözlenmiştir ($p<0,05$).

Maruziyet gruplarının 96. saatlerinde kontrol grubu ile kıyaslandığında A, B ve C gruplarında KAT enzim aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış gözlenmiştir ($p<0,05$).

Uygulama süreleri açısından kıyaslama yapıldığında kontrol, A, B ve C gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).

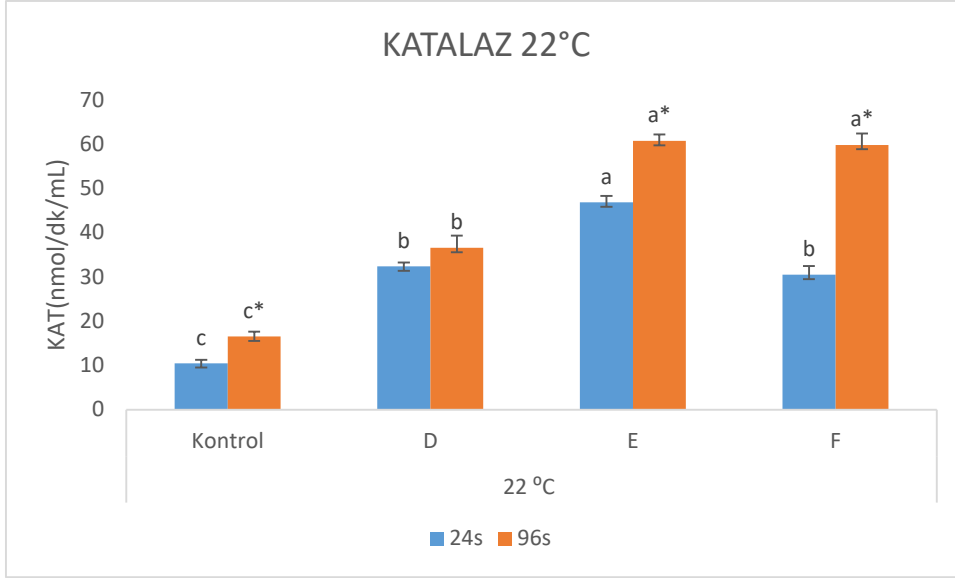


Şekil 3.4. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 19°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan *D. polmorpha*'da KAT enzim aktivitelerindeki değişimler. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı, sütunlar üzerindeki * işareti süre açısından istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı gösterir ($p<0,05$)

Lambda Cyhalotrin etken maddeli pestisite 22°C sıcaklıkta 24 ve 96 saat boyunca maruz bırakılan *D. polmorpha*'da KAT enzim aktivitelerindeki değişimler belirlenmiş olup sonuçlar şekil 3.5'de gösterilmiştir. Maruziyet grupları 24. saatlerde kontrol grubu ile kıyaslandığında, D, E ve F gruplarında KAT enzim aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış gözlenmiştir ($p<0,05$).

Maruziyet gruplarının 96. saatlerinde kontrol grubu ile D, E, F grupları kıyaslandığında AChE enzim seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

Uygulama süreleri kıyaslandığında Kontrol, E ve F gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).

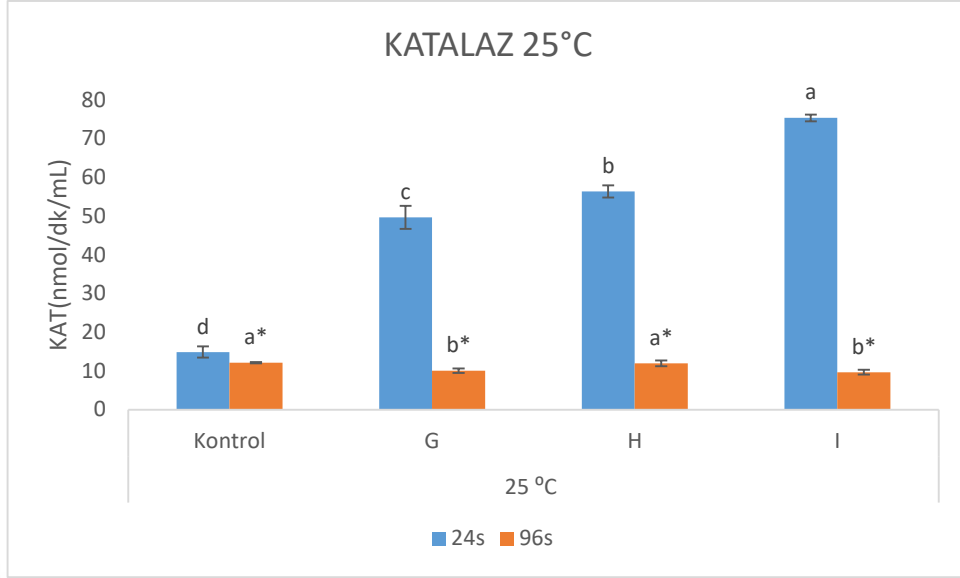


Şekil 3.5. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 22°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan *D. polmorpha*'da KAT enzim aktivitelerindeki değişimler. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı, sütunlar üzerindeki * işareti süre açısından istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı gösterir ($p<0,05$)

Lambda Cyhalotrin etken maddeli pestisite 25°C sıcaklıkta 24 ve 96 saat boyunca maruz bırakılan *D. polmorpha*'da KAT enzim aktivitelerindeki değişimler belirlenmiş olup sonuçlar şekil 3.6'de gösterilmiştir. Maruziyet grupları 24. saatlerde kontrol grubu ile kıyaslandığında, G, H ve I gruplarında KAT enzim aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış gözlenmiştir ($p<0,05$).

Maruziyet gruplarının 96. saatlerinde kontrol grubu ile kıyaslandığında, G ve I grubunda KAT enzim aktivitelerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir azalma gözlenmiştir ($p<0,05$). Kontrole kıyasla H grubunda ise istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilememiştir ($p>0,05$).

Uygulama süreleri açısından kıyaslama yapıldığında Kontrol, G, H ve I gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).



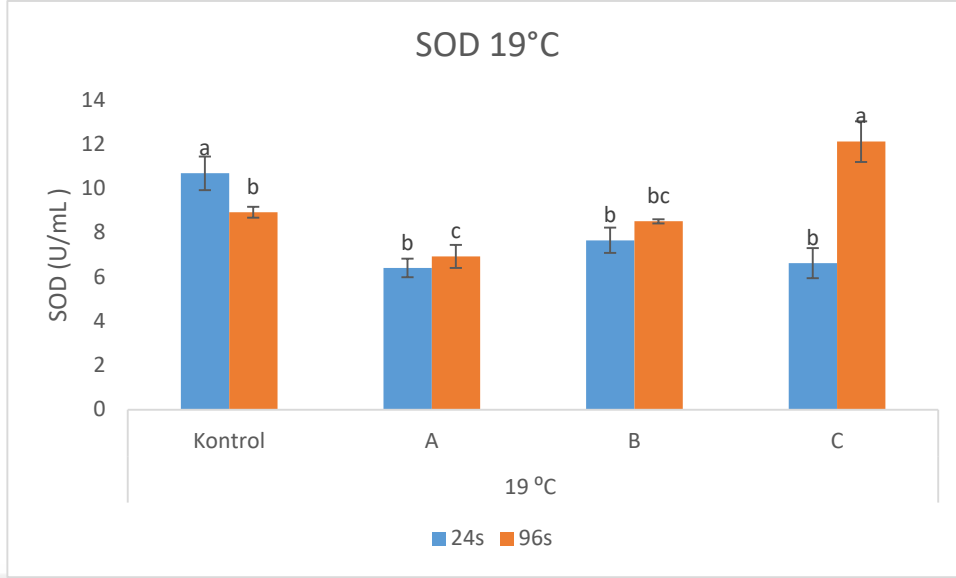
Şekil 3.6. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 25°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan *D. polmorpha*'da KAT enzim aktivitelerindeki değişimler. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı, sütunlar üzerindeki * işareti süre açısından istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı gösterir ($p < 0,05$)

3.1.2.3. Superoksitdismutaz (SOD) enzim aktiviteleri

Lambda Cyhalotrin etken maddeli pestisite 19 °C sıcaklıkta 24 ve 96 saat boyunca maruz bırakılan *D. polmorpha*'da SOD enzim aktivitelerindeki değişimler belirlenmiş olup sonuçlar şekil 3.7'de gösterilmiştir. Maruziyet grupları 24. saatlerde kontrol grubu ile kıyaslandığında, A, B ve C gruplarında SOD enzim aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalış göstermiştir ($p < 0,05$).

Maruziyet gruplarının 96. saatlerinde kontrol grubu ile kıyaslandığında A ve C grubunda KAT enzim aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir değişim gözlenmiştir ($p < 0,05$). B grubu kontrol grubu ile kıyaslandığında SOD enzim aktivitelerinde bir azalış gözlemlenmiş ancak istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunamamıştır ($p > 0,05$).

Uygulama süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0,05$).

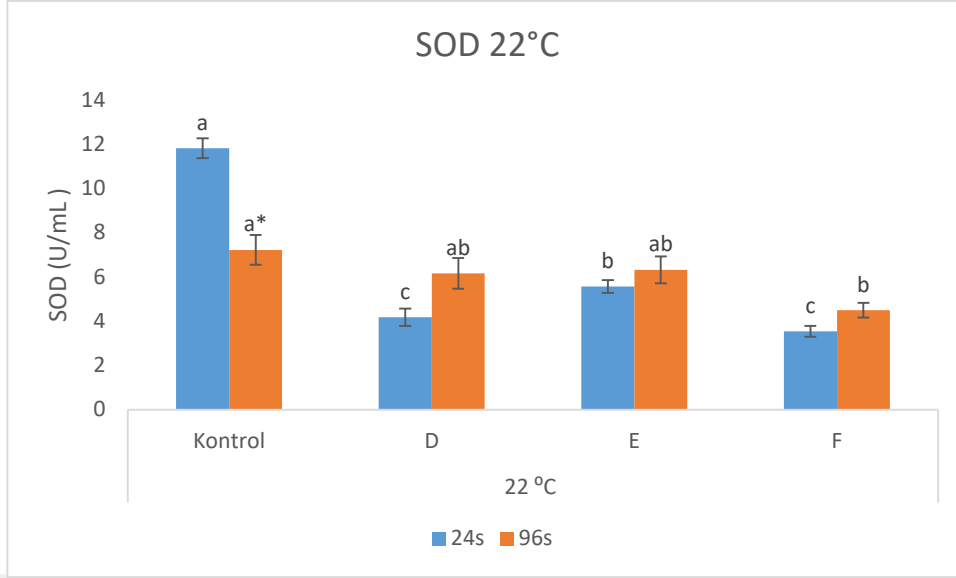


Şekil 3.7. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 19°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan *D. polmorpha*'da SOD enzim aktivitelerindeki değişimler. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı, sütunlar üzerindeki * işareti süre açısından istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı gösterir ($p<0,05$)

Lambda Cyhalotrin etken maddeli pestisite 22°C sıcaklıkta 24 ve 96 saat boyunca maruz bırakılan *D. polmorpha*'da SOD enzim aktivitelerindeki değişimler belirlenmiş olup sonuçlar şekil 3.8'de gösterilmiştir. Maruziyet grupları 24. saatlerde kontrol grubu ile kıyaslandığında, D, E ve F gruplarında SOD enzim aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir azalış gözlenmiştir ($p<0,05$).

Maruziyet gruplarının 96. saatlerinde kontrol grubu ile D, E, F grupları kıyaslandığında 96. saatin sonunda F grubunda istatistiksel açıdan anlamlı bir değişim olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). D ve E grubunda SOD enzim aktivitelerinde bir azalış gözlemlenmiş ancak istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Uygulama süreleri kıyaslandığında sadece kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).

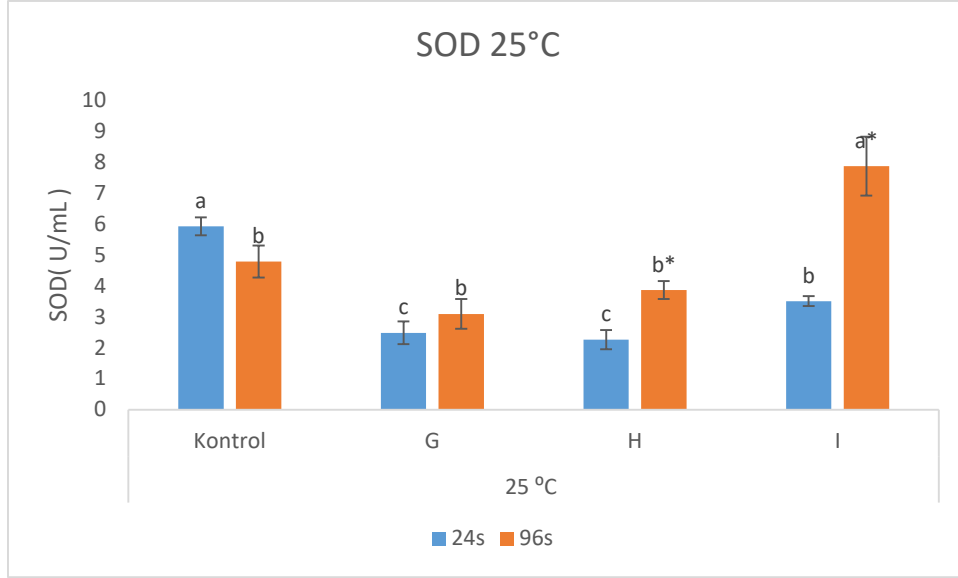


Şekil 3.8. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 22°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan *D. polmorpha*'da SOD enzim aktivitelerindeki değişimler. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı, sütunlar üzerindeki * işareti süre açısından istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı gösterir ($p<0,05$)

Lambda Cyhalotrin etken maddeli pestisite 25°C sıcaklıkta 24 ve 96 saat boyunca maruz bırakılan *D. polmorpha*'da SOD enzim aktivitelerindeki değişimler belirlenmiş olup sonuçlar şekil 3.9'de gösterilmiştir. Kontrol grubu ile kıyaslandığında 24. saatin sonunda G, H ve I gruplarında SOD enzim seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir azalış gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

Maruziyet gruplarının 96. saatlerinde kontrol grubu ile kıyaslandığında, I grubunda ise kontrol grubu ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir ($p<0,05$). Kontrole kıyasla G ve I gruplarındaki değişimler istatistiksel açıdan anlamsız olarak bulunmuştur ($p>0,05$).

Uygulama süreleri açısından kıyaslama yapıldığında H ve I gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).



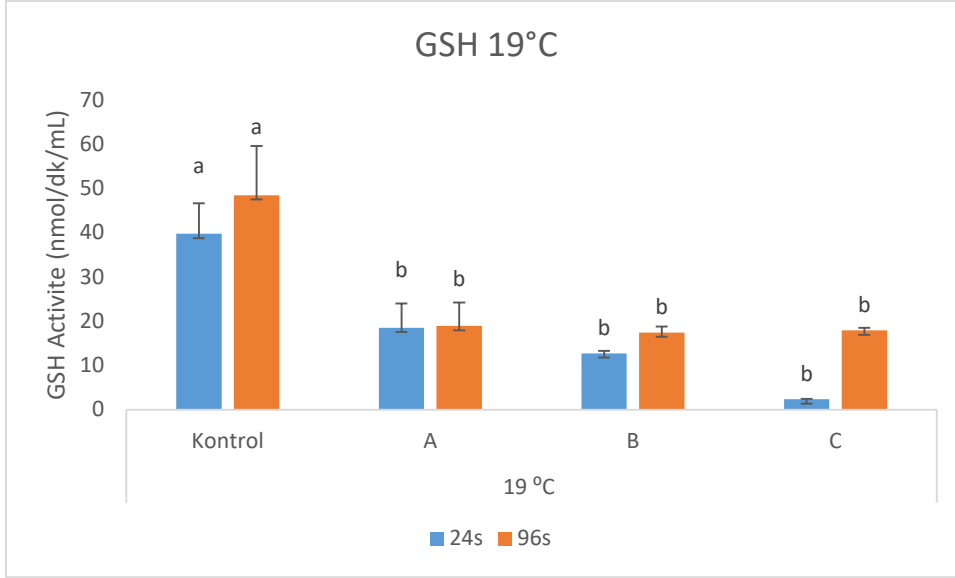
Şekil 3.9. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 25°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan *D. polmorpha*'da SOD enzim seviyelerindeki değişimler. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı, sütunlar üzerindeki * işareti süre açısından istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı gösterir ($p < 0,05$)

3.1.2.4. Redükte glutatyon (GSH) seviyeleri

Lambda Cyhalotrin etken maddeli pestisite 19 °C sıcaklıkta 24 ve 96 saat boyunca maruz bırakılan *D. polmorpha*'da GSH seviyelerindeki değişimler belirlenmiş olup sonuçlar Şekil 3.10'de gösterilmiştir. Maruziyet grupları 24. saatlerde kontrol grubu ile kıyaslandığında, A, B ve C gruplarının GSH seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir azalış gözlemlenmiştir ($p < 0,05$).

Maruziyet gruplarının 96. saatlerinde kontrol grubu ile kıyaslandığında A, B ve C gruplarında GSH seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir azalış gözlemlenmiştir ($p < 0,05$).

Uygulama süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0,05$).

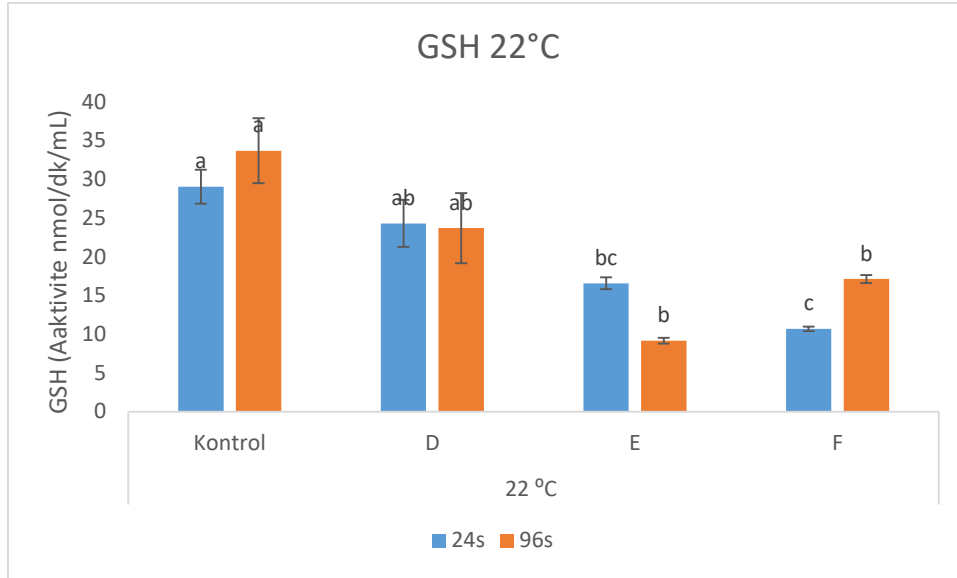


Şekil 3.10. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 19°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan *D. polymorpha*'da GSH seviyelerindeki değişimler. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı, sütunlar üzerindeki * işareti süre açısından istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı gösterir ($p < 0,05$)

Lambda Cyhalotrin etken maddeli pestisite 22°C sıcaklıkta 24 ve 96 saat boyunca maruz bırakılan *D. polymorpha*'da GSH seviyelerindeki değişimler belirlenmiş olup sonuçlar şekil 3.11'de gösterilmiştir. Maruziyet grupları 24. saatlerde kontrol grubu ile kıyaslandığında, E ve F grupları istatistiksel olarak anlamlı bir azalış göstermiştir ($p < 0,05$). D grubunda ise kontrole kıyasla GSH seviyelerinde bir azalış gözlemlenmiş ancak istatistiksel açıdan anlamsız olduğu belirlenmiştir ($p > 0,05$).

Maruziyet gruplarının 96. saatlerinde kontrol grubu ile D, E, F grupları kıyaslandığında E ve F grupları istatistiksel olarak anlamlı bir azalış göstermiştir ($p < 0,05$). D grubunda ise kontrole kıyasla GSH seviyelerinde bir azalış gözlemlenmiş ancak istatistiksel açıdan anlamsız olduğu belirlenmiştir ($p > 0,05$).

Uygulama süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0,05$).

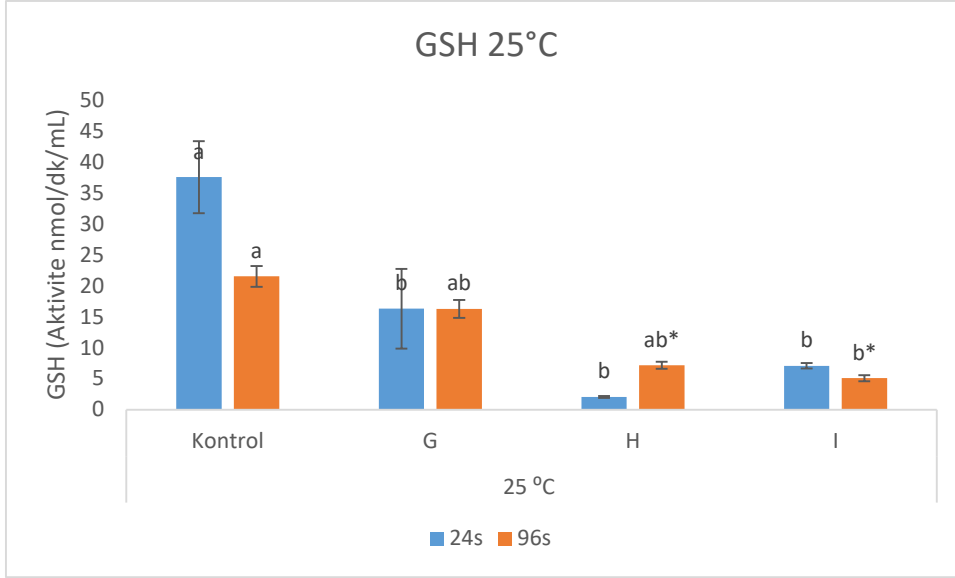


Şekil 3.11. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 22°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan *D. polmorpha*'da GSH seviyelerindeki değişimler. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı, sütunlar üzerindeki * işareti süre açısından istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı gösterir ($p<0,05$)

Lambda Cyhalotrin etken maddeli pestisite 25°C sıcaklıkta 24 ve 96 saat boyunca maruz bırakılan *D. polmorpha*'da GSH seviyelerindeki değişimler belirlenmiş olup sonuçlar Şekil 3.12'de gösterilmiştir. Kontrol grubu ile kıyaslandığında 24. saatin sonunda G, H ve I gruplarında GSH seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalış gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

Maruziyet gruplarının 96. saatlerinde kontrol grubu ile kıyaslandığında, I grubunda GSH seviyesi istatistiksel olarak anlamlı azalış göstermiştir ($p<0,05$).). Kontrole kıyasla G ve H gruplarındaki değişimler istatistiksel açıdan anlamsız olarak bulunmuştur ($p>0,05$).

Uygulama süreleri açısından kıyaslama yapıldığında H ve I gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$)



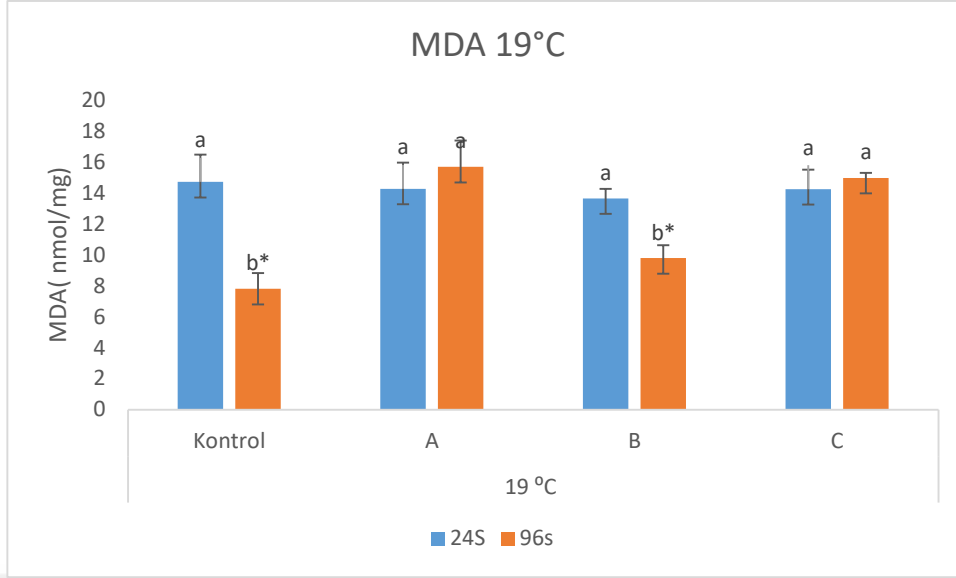
Şekil 3.12. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 25°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan *D. polmorpha*'da GSH seviyelerindeki değişimler. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı, sütunlar üzerindeki * işareti süre açısından istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı gösterir ($p < 0,05$)

3.1.2.5. Malondialdehit MDA seviyeleri

Lambda Cyhalotrin etken maddeli pestisite 19 °C sıcaklıkta 24 ve 96 saat boyunca maruz bırakılan *D. polmorpha*'da MDA seviyelerindeki değişimler belirlenmiş olup sonuçlar şekil 3.13'de gösterilmiştir. Maruziyet grupları 24. saatlerde kontrol grubu ile kıyaslandığında, A, B ve C grupları MDA seviyelerindeki değişimler belirlenmiş ancak kontrole kıyasla istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Maruziyet gruplarının 96. saatlerinde kontrol grubu ile kıyaslandığında A ve C grupları MDA seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). B grubunda ise kontrole kıyasla artış göstermiş ancak istatistiksel açıdan anlamsız olduğu belirlenmiştir ($p > 0,05$).

Uygulama süreleri kıyaslandığında Kontrol ve B gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$)

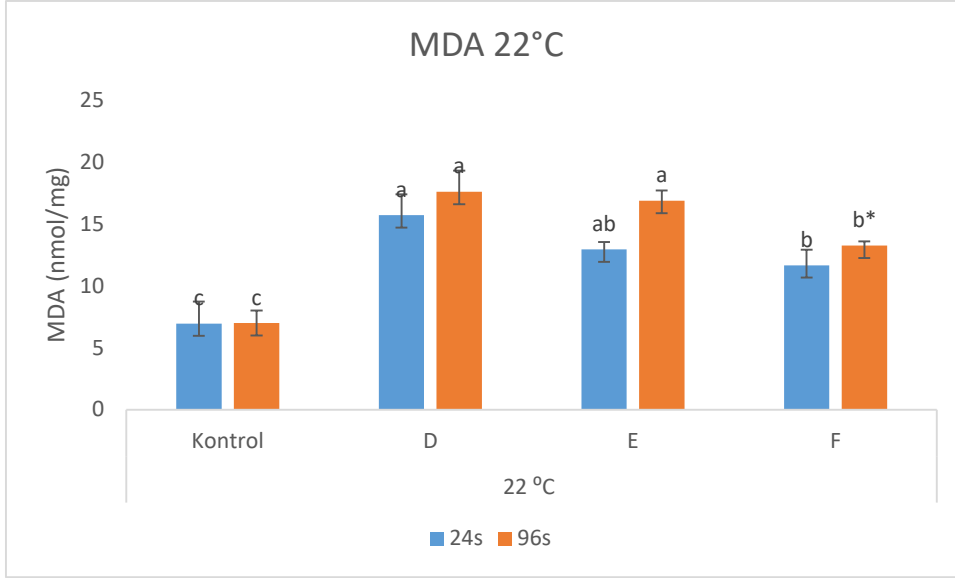


Şekil 3.13. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 19°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan *D. polmorpha*'da MDA seviyelerindeki değişimler. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı, sütunlar üzerindeki * işareti süre açısından istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı gösterir ($p<0,05$)

Lambda Cyhalotrin etken maddeli pestisite 22°C sıcaklıkta 24 ve 96 saat boyunca maruz bırakılan *D. polmorpha*'da MDA seviyelerindeki değişimler belirlenmiş olup sonuçlar Şekil 3.14'de gösterilmiştir. Maruziyet grupları 24. saatlerde kontrol grubu ile kıyaslandığında, D, E ve F gruplarında MDA seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış gözlenmiştir ($p<0,05$).

Maruziyet gruplarının 96. saatlerinde kontrol grubu ile D, E, F grupları kıyaslandığında MDA seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış gözlenmiştir ($p<0,05$).

Uygulama süreleri kıyaslandığında sadece F grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).

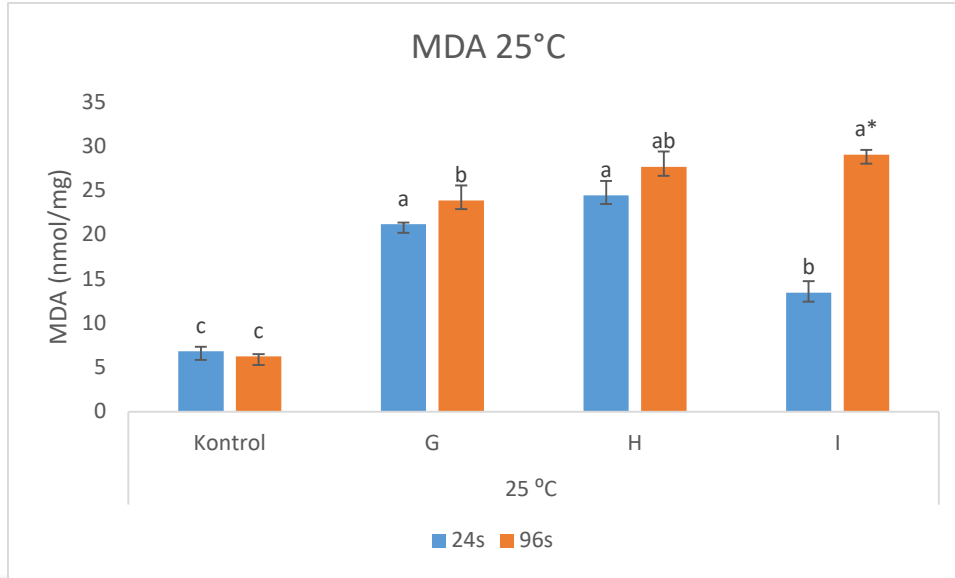


Şekil 3.14. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 22°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan *D. polmorpha*'da MDA seviyelerindeki değişimler. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı, sütunlar üzerindeki * işareti süre açısından istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı gösterir ($p<0,05$)

Lambda Cyhalotrin etken maddeli pestisite 25°C sıcaklıkta 24 ve 96 saat boyunca maruz bırakılan *D. polmorpha*'da MDA seviyelerindeki değişimler belirlenmiş olup sonuçlar Şekil 3.15'de gösterilmiştir. Kontrol grubu ile kıyaslandığında 24. saatin sonunda G, H ve I gruplarında MDA seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

Maruziyet gruplarının 96. saatlerinde kontrol grubu ile G, H, I grupları kıyaslandığında MDA seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış gözlenmiştir ($p<0,05$).

Uygulama süreleri kıyaslandığında sadece I grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 3. 15. Lambda Cyhalothrin pestisitinin 25°C sıcaklıkta 24. ve 96. saat maruz bırakılan *D. polmorpha*'da MDA seviyelerindeki değişimler. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiksel açıdan anlamlı, sütunlar üzerindeki * işareti süre açısından istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı gösterir ($p < 0,05$)

3.2. Tartışma

Pestisitler, tarımda gıda üretimini artırmak ve halk sağlığında hastalık vektörlerini kontrol etmek için yaygın olarak kullanılan kimyasallardır. Bu bileşikler çevreye yayılır ve su, toprak ve gıda maddelerini kirletir son olarak insan maruziyeti ile sonuçlanır (Alavanja vd., 2004). Lambda-cyhalothrin, dünya çapında tarımda, homepest'te kullanılan sentetik bir piretroid insektisittir (Fetoui, vd., 2010). Lambda cyhalothrin kolinerjik nörotransmitter asetilkolin ile etkileşerek nörotoksositeye sebep olan bir nörotoksindir (Bibi ve ark., 2014). Pestisidlerin toksik etki mekanizmalarından biri serbest radikal üretimini artırarak oksidatif stresi indüklemeleridir. Reaktif oksijen türleri biyomolekülleri oksitleyerek, biyolojik membranlarda doku hasarı ve hücre ölümünü başlatan lipid peroksidasyonu ve protein karbonilasyonuna neden olurlar. Antioksidan sistemler hücrel biyomolekülleri serbest radikallerin neden olduğu hasara karşı korumaktadırlar (Gu ve ark., 2010). Süperoksit dismutaz ve katalaz enzimleri antioksidan savunmada rol oynayan iki önemli enzimdir (Xing ve ark., 2012). Glutasyon ksenobiyotiklerin detoksifikasyonunda merkezi bir rol oynamaktadır. Glutasyon konjugasyonu ya da GSH'ın GSSG'ye oksitlenmesi yoluyla GSH tüketimini indükleyen ksenobiyotikler, ksenobiyotiklere karşı organizmanın hücrel savunma mekanizmasının değişmesine neden olurlar (Della Morte ve ark., 1994).

Çevresel ve merkezi sinir sistemindeki aksonlar üzerinde hareket ederek sinir hücrelerinin geçirgenliğini ve sodyum kanalları yoluyla sinirsel iletimi etkiler (Okechukwu ve Auta, 2007). İklim değişikliklerinin birincil göstergesi olarak sıcaklık olarak kabul edilir. Sıcaklık da böceklerinde dahil olduğu tüm yaşam formlarını etkiler. Bir böceğin neredeyse yaşamının her yönü sıcaklıktan etkilenir, örneğin enzimatik reaksiyonların kinetiği, fizyolojik fonksiyonlar, davranış, (Lee 1991), metabolik oranı (Hawkins 1995) ve tüm fizyolojik ve biyokimyasal süreçler (Huey & Berrigan 2001). Günümüzde İklim değişikliğinin giderek artması nedeniyle sıcaklığın etkisi ile bağlantılı araştırmalar önemli bir hale gelmiştir. (IPCC 2007). Tüm pestisitlerin etkinliği üzerine sıcaklığın muazzam bir etkisi vardır. Li vd., (2006) tarafından yapılan çalışmada deltametrin, bifentrin ve endosulfanın, pirinç sapı kurdunun dördüncü dönem larvaları olan *Chilo supresalis* (Walker) üzerindeki toksisitesi, 17, 27 ve 37 °C'de ölçülmüştür. Deltametrinin Na⁺-K⁺-ATPase ve Ca²⁺-Mg²⁺-ATPaz'ın spesifik aktivitelerini inhibe etmesi sıcaklığın negatif bir etki yarattığını göstermiştir. Endosulfanda ise sıcaklık pozitif bir etki yaratmıştır. Piretroid ve organofosfatlı insektisitler sıcaklığa duyarlılık göstermek; piretroidler negatif ve organofosfatlar ise sırasıyla pozitif sıcaklık katsayısına sahiptir. Mansoor et al., (2014) geleneksel ve yeni kimyasal insektisitlerin maruziyet sonrası toksisite üzerinde sıcaklık etkisini *Chrysoperla carnea*'da araştırmışlardır. 20°C'den 40 °C'ye kadar lambda sihalotrin ve spinosad'ın toksisitesi 2,00 ve 1,79 kat artarken asetamiprid ve klorpirifosun toksisitesi 2,15 ve 1,87 kat artmıştır. Çalışma, pestisit etkinliğinin çevresel koşullara göre değişebileceğini göstermektedir. Khan vd., (2014) 20-34°C'den itibaren klorpirifos, profenofos, emamektin ve fipronil toksisiteleri sırasıyla 2.10, 2.93, 2.40 ve 3.82 kat artarken sipermetrin, deltametrin ve spinosad toksisteleri 2,21, 2,42 ve 3,16 kat azalmıştır. Jilek vd., (2009) yaptıkları çalışmada zebra midyelerinin küresel iklim değişikliğine verdiği fizyolojik tepkiyi araştırmışlardır. *D. polymorpha* filtrasyon oranları arasında mevcut ve tahmin edilen iklim değişikliği sıcaklıklarında önemli bir fark gösterdiği bulunmuştur. Zebra midyelerinin sıcaklık streslerindeki farklılıklardan bağımsız olarak hala bozulmamış ve filtreleme yeteneğine sahip oldukları gözlemlenmiştir. Toth vd., (1990) tarafından yapılan başka bir çalışmada Sıcaklığın Toksisite Üzerindeki Etkisi cis-Permethrin, Esfenvalerate ve A-Cyhalothrin pestisitleri kullanılarak lahana'da araştırılmıştır. Piretroidlerin toksisitesi de üç sıcaklıkta (15.6, 26.7, and 37.8°C) incelenmiştir. Ci8-Permethrin ve X-cyhalothrin için 15.6 ve 37.8°C'de negatif sıcaklık toksisite katsayıları varken esfenvalerat her iki sıcaklıkta da eşit derecede toksik olarak

bulunmuştur. Punzo vd.,(1993) yaptıkları çalışmada piretroidlerin toksisitesi üzerine sıcaklığın etkilerini araştırmışlar ve *Spodoptera frugiperda*'da detoksifikasyon enzimleri ve etkilerini araştırmışlardır. Karboksilesteraz ve Glutasyon S-transferaz düzeylerindeki değişiklikler değerlendirilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen verilere göre *S. Frugiperda* larvalarının Sipermetrin ve fenvalerat 'e karşı toksisitesi 15°C'de 27°C'ye göre daha büyük olduğu bulunmuştur. Elde edilen bu veriler negatif sıcaklık katsayısına işaret etmektedir. Daha önceki çalışmalar, sıcaklık azaldıkça piretroidlerin toksisitenin arttığını göstermişlerdir (Sparks ve diğerleri, 1982). Bu negatif sıcaklık katsayısı bir dizi lepidopteran böcek zararlısı için tütün tomurcuk kurdu, *Heliothis virescens* (Brown, 1987), pembe kurt kurdu, *Pectinophora gossypiella* (Schouest ve Miller, 1988) ve lahana ilmek yapıcı, *Trichoplusia ni* (Toth ve Sparks, 1988) dahil olmak üzere rapor edilmiştir. Ancak bazı böcekler için olumlu bir sıcaklık katsayısı da bildirilmiştir (Sparks ve diğerleri, 1982). Teja vd.,(2018) tarafından değişken sıcaklıkların elmas sırtlı güve, *Plutella xylostella* (Linn.)'e karşı yeni insektisitlerin toksisitesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Emamektin benzoat, klorantraniliprole, klorfenapir, fipronil ve flubendiamidin toksisitesinin, test edilen sıcaklık aralığı ile pozitif korelasyon gösterdiği bulunmuştur. Benzer şekilde, klorantraniliprole, klorfenapir, fipronil ve flubendiamidin toksisitesi, 20 °C ve 25 °C'deki toksisiteye kıyasla 30 °C'de sırasıyla 1.71, 1.48, 1.74 ve 1.50 kat artmıştır. Yapılan bu çalışmada *D.polymorpha*'da LC50 değerleri 19°C için 2.29; 22°C için 2.61; 25°C için 2,71 olarak bulunmuş olup sıcaklık artışı ile birlikte giderek LC 50 konsantrasyonunun arttığı gözlenmiştir. Musser ve Shelton., (2005) sıcaklığın iki piretroidin (lambdacyhalothrin) toksisiteleri üzerindeki etkisi *Ostrinia nubilalis*'de araştırıldı. 24 ila 35 °C arasında, piretroidlerin toksisiteleri 9.5 ve 13.6 kat azalırken spinosad toksisitesi 3.8 kat azaldığı bulunmuştur. Muturi vd.(2011) yaptıkları çalışmada sıcaklık ve insektisit stresinin canlıların yaşam öyküsü özelliklerine etkisini *Culex restuans* ve *Aedes albopictus*'da araştırmışlardır. 20, 25 ve 30 °C'de düşük konsantrasyonlarda malathionlara maruz bırakılan *Culex restuans* ve *Aedes albopictus*'da çalışma yapılmış ve düşük konsantrasyonda malathionun çevresel sıcaklık faktöründen etkilenmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre de biyokimyasal biyobelirteçler çevresel sıcaklık değişimlerinden etkilenmiştir bu da bize pestisitlerin etkinliğinin çevresel koşullara göre değişebildiği göstermiştir.

Sucul canlılar antioksidan savunma sisteminin etkinliğini pestisid aracılı oksidatif stres koşulları altında indükler ya da inhibe ederler (Li ve ark., 2010). İndirgenmiş GSH en

önemli antioksidan ajanlardan biridir, hücre zarlarını lipid peroksidasyondan korur ve protein olmayan ana tiyol ve hücrelerde bulunan ana indirgeyicilerden biridir (Parvez ve Raisuddin, 2006). Lambda cyhalothrinin 0.48 µg/L etkisine 15 gün süreyle bırakılan *O. niloticus*'un karaciğer dokusunda GST aktivitesi ve GSH miktarının arttığı bildirilmiştir (Piner ve Üner, 2012). Piner vd.,(2009) lambda cyhalothrinin juvenil *Oreochromis niloticus*'da karaciğer dokusunda, GSH redoks durumu ve GSH-bağımlı enzimlere, lipid peroksidasyonuna, stres proteinleri ve apoptozise etkilerini sitokrom P450 modülatörü PBO etkisinde araştırmışlardır. Lambda-cyhalothrinin akut etkide TBARS miktarında artışa neden olduğu, subakut etkide lipid peroksidasyonunu engellemek üzere tGSH ve GSH miktarları ile GST enzim aktivitesini artırdığı belirlenmiştir. Kutluyer vd., (2015) yaptıkları çalışmada Lambda-cyhalothrin'in gökkuşağı alabalığı *Oncorhynchus mykiss* spermatozoa kalitesi ve antioksidan parametreler üzerine etkisini araştırmışlardır. MDA ve GSH seviyeleri konsantrasyona bağlı bir şekilde artmıştır. Aly vd., (2019) ayrıca, Lambda-cyhalothrin karaciğer fonksiyon parametrelerinin aktivitesi ile oksidatif stres biyobelirteçleri; lipid peroksidasyon (LPO) düzeyi ve glutatyon peroksidaz (GPx) aktivitesini artırırken, glutatyon içeriği (GSH) azaltmıştır. Kocamaz., (2017) *Oreochromis niloticus*'un farklı dokularında lambdacyalothrin ve thiamethoxam'ın biyokimyasal etkilerini araştırmışlardır. Lipid peroksidasyonu miktarlarının arttığını bulmuşlardır. Mazmancı, (2013) lambda cyhalothrinin ratlarda MDA seviyelerinde artışa neden olduğunu göstermişlerdir. Serdar vd., (2017) tatlı su amfipodu *Gammarus pulex* (L., 1758)'te üzerine sıcaklığın etkisini araştırmıştır. MDA düzeyinin sıcaklık ve Cd konsantrasyon artışına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada Lambda cyhalothrin uygulamasına bağlı olarak GSH seviyelerinde genel olarak bir azalış saptanmıştır. Özellikle 96. Saatin sonunda 19° C'de en fazla azalış bulunmuştur. Konsantrasyona bağlı düzenli bir azalma görülmüştür. GSH seviyelerinde görülen bu azalışın meydana Lambda cyhalothrin uygulamasına bağlı olarak meydana gelen oksidatif stres ile başa çıkabilmek için zebra midyesi *D.polymorpha*'nın geliştirdiği adaptif bir yanıt olduğu sıcaklığın ise oksidatif yanıtı etkilediği görülmüştür. Azalan sıcaklık oksidatif strese karşı oluşan yanıtın şiddetini arttırmıştır. Yine çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre Lipid peroksidasyonun bir göstergesi olan TBARS seviyelerinin Lambda cyhalothrin uygulamasına bağlı olarak *D.polymorpha*'da istatistiksel olarak önemli artış gösterdiği, uygulama süresi ve sıcaklık değişkenlerine göre bu artışın değişebildiği gözlenmiştir. Özellikle en yüksek sıcaklık olan 25° C'de en yüksek artış saptanmıştır. Elde

edilen bu sonuçlar Lambda cyhalothrin serbest radikal üretimini arttırarak oksidatif stresi indüklediğini ve oluşan reaktif oksijen türlerinin membranlarda doku hasarını başlatan lipid peroksidasyona neden olduğunu göstermektedir.

Literatüre bakıldığında Lambda cyhalothrinin farklı model organizmalarda meydana getirdiği toksik etkilerin çalışıldığı pekçok çalışmaya rastlanılmaktadır. Ancak farklı sıcaklıklarda Lambda cyhalothrinin *D. Polymorpha*'daki toksik etkilerinin çalışıldığı hiçbir çalışmaya rastlanmamıştır. Göksu vd., (2015) yaptıkları çalışmada Lambda-Cyhalothrin ve Cypermethrin insektisitlerinin *Oreochromis niloticus* (L.,1754) yavruları üzerine akut toksik etkisi araştırılmıştır. Lambda-Cyhalothrin 24 saatlik LC50 değeri *Oreochromis niloticus* (L., 1754) için hesaplanmış ve LC50 $6.80 \pm 0.63 \mu\text{g/L}$ olarak bulunmuştur. Hill (1985) *S. gairdneri* için lambda- Cyhalothrin LC50 değerini 0.93 lg/L olarak bulmuştur. Charles ve Hance (1968) kahverengi alabalık için lambda-cyhalothrin 96 saatlik LC50 değeri $2-2.8 \text{ lg/L}$ olarak bulmuştur.. *Channa punctatus* için LC50 değeri $6,88 \mu\text{g/L}$ (Kumar and Kumari., 2018). Yapılan bu çalışmada *D.polymorpha*'da LC50 değerleri 19°C için 2.29; 22°C için 2.61; 25°C için 2,71 olarak bulunmuştur.

Yapılan literatür çalışmasında Lambda cyhalothrinin oksidatif stres etkisi ve nörotoksisiteye olan etkisinin çalışıldığı pekçok çalışma da vardır. Lambda cyhalothrinin $10 \mu\text{g/L}$ etkisine 48 saat süreyle bırakılan *O. mykiss*'in karaciğer dokusunda KAT, GST ve SOD enzim aktivitelerinin arttığı bildirilmiştir (Alak ve ark., 2013). Lambda cyhalothrinin farklı derişimleri etkisine 96 saat süreyle bırakılan *C. punctatus* ve *C. batrachus*'un beyin, kas ve solungaç dokularında AChE aktivitesinin azaldığı bildirilmiştir (Kumar ve ark., 2009a; Kumar ve ark., 2014). Kocamaz., (2017) *Oreochromis niloticus*'un farklı dokularında lambdacyalothrin ve thiamethoxam'ın biyokimyasal etkilerini araştırmışlardır. Neonikotinoid insektisid thiamethoxam ve piretroid insektisid lambda cyhalothrinin farklı derişimlerinin etkisine 7 ve 15 gün sürelerle bırakılan ve daha sonra pestisid içermeyen ortamda 7 gün süreyle bekletilen *Oreochromis niloticus*'un karaciğer, beyin ve gonad dokularında asetilkolinesteraz (AChE), etoksirezorufin O-deetilaz (EROD), süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (KAT) ve glutatyon S-transferaz (GST) aktiviteleri, total antioksidan kapasite (TAK), total oksidan kapasite (TOK), oksidatif stres indeksi, glutatyon (GSH), malondialdehid (MDA), protein karbonil (PCO), protein miktarları, ayrıca kanda estradiol ve testosteron miktarları ile *O. niloticus*'un kondisyon faktör, hepatosomatik indeks (HSI) ve gonadosomatik indeksi (GSI) belirlenmiştir Çalışmada AChE ve KAT aktiviteleri azalmış, EROD ve SOD aktiviteleri artmıştır. Glutatyon S-

transferaz aktivitesi gonad dokusunda artmış, diğer dokularda azalmıştır. Oksidatif stres indeksi ve TOK miktarı artmış, TAK miktarı azalmıştır. Tomar vd., (2014) Lambda-cyhalothrin'de bağlı akut toksisiteyi *Mus musculus*'ta araştırmışlardır. Lambda-cyhalothrin uygulanan gruplarda doza bağlı olarak asetilkolinesteraz aktivitesinde bir inhibisyon gözlenmiştir. Bu inhibisyon nörotoksitenin bir göstergesi olup enzimin aktif bölgesine bu kirleticilerin bağlandığını, hücresel metabolizmayı azalttığını ve böylece metabolik aktivite ile sinir aktivitesini bozduğunu göstermektedir. Pretiroidler tarafından indüklenen bu inhibisyon lipofilisiteye katkıda bulunur ve hücre membranından kolayca penetre olabilir. Kaplan., (2015) lambda cyhalothrin pestisitinin sığır karaciğer katalaz (KAT) enzim aktivitesi üzerine olan etkisi incelenmiştir. Lambda cyhalothrinin KAT'ı yarışmasız (nonkompetitif) olarak inhibe ettiği bulunmuştur. El-demerdashın 2007'de lambda cyhalothrin ile yaptığı çalışmada katalaz aktivitesinde benzer etkiler oluşmuştur. Eldemars et al., (2007) Oksidatif stres biyobelirteçlerinde lambda-sihalotrin kaynaklı değişiklikleri tavşan eritrositlerinde araştırmışlardır. Asetilkolinesteraz (AChE), süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (KAT) ve glutatyon S-transferaz (GST) aktivitelerinde önemli bir azalma gözlenmiştir. Fetoui vd., (2009) yaptığı çalışmada Sentetik piretroid pestisit lambda- Cyhalothrin'in toksik etkileri, sıçan böbreğinde araştırmışlardır. Üç haftalık lambda- Cyhalothrin maruziyeti sonrasında Katalaz (KAT), süperoksiddismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz (GPx), glutatyon redüktaz (GR) ve glutatyon-S-transferaz (GST) aktiviteleri anlamlı olarak azalmıştır. Velmurgan vd., (2007) yaptıkları çalışmada lambda-sihalotrinin *Cirrhinus mrigala* dokularında (solungaç, böbrek, karaciğer ve bağırsak) neden olduğu zararlar açısından toksik potansiyelini kanıtlamışlardır. Kutluyar vd., (2015) yaptıkları çalışmada Lambda-cyhalothrin'in gökkuşağı alabalığı *Oncorhynchus mykiss* spermatozoa kalitesi ve antioksidan parametreler üzerine etkisini araştırmışlardır. KAT aktivitesi azalmıştır. Ezenwosu vd., (2021) yaptıkları çalışmada Lambda cyhalothrin'in oksidatifinin strese etkisini *Clarias gariepinus*'ta araştırmışlardır. 7. günde katalaz aktivite (KAT) arttığı, 14. Günde ise; süperoksit dismutaz (SOD) arttığı, 21 ve 28. günlerde SOD hariç tüm parametrelerde önemli ölçüde artış olduğu saptanmıştır. Alak vd. (2013) gökkuşağı alabalığının karaciğer dokusundaki antioksidan enzimlerin aktivitesinin LCT maruziyeti ile önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Koç ve Akçay., (2018) Kars Çayından yakalanan *Capoeta capoeta* (Guldenstaedt 1773) üzerine Lambda cyhalothrin (LCT)'in etkilerinin biyokimyasal ve moleküler yöntemlerle araştırmıştır. Glutatyon (GSH) düzeyleri için kontrol ve uygulama gruplarında istatistiksel farklılık saptanmadığı, Katalaz

(KAT) ve Süperoksit Dismutaz (SOD) enzimlerinin ekspresyon seviyeleri RT-PCR yöntemi ile araştırıldığında ise kontrol grubuna göre artış meydana geldiği belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada nörotoksisitenin bir göstergesi olan AChE seviyelerinde genel olarak bir inhibisyon gözlenirken enzim seviyelerinde meydana gelen bu inhibisyonun özellikle yüksek dozda lambda-Cyhalothrin uygulanan gruplarda daha fazla olduğu görülür. Yine uygulama süreleri arttıkça inhibisyon seviyelerinin arttığı görülmektedir. Farklı sıcaklıkların enzim seviyelerinde değişikliklere neden olduğu görülmüştür. Maruz kalma sıcaklığındaki değişikliklerin, böcek sinir sistemleriyle ilişkili lipitten zengin nöral yağ vücut kılıfı içindeki lipofilik toksinlerin bağlanma affinitelerini değiştirebileceği ve böylece iyon kanalı aktivasyonu ve membrana müdahale edebileceği öne sürülmüştür. Nöral membran ile ilişkili nöronlar sıcaklıktan etkilenbilir ve buda geçirgenlik mekanizmasının bozulmasına neden olabilir (Pradhan ve ark.,1952). Yine Lambda cyhalothrin uygulamasının *D.polymorpha*'da SOD enzim ativitesinde bir azalışa neden olduğu uygulama süresi ve sıcaklığının enzim aktivitesini değiştirdiği gösterilmiştir. KAT enzim aktivitesi ise uygulama dozuna bağlı olarak artmıştır. Doz arttıkça enzim aktivitesinde de bir artış gözlenmiştir. En yüksek artış 25 °C meydana geldiği sıcaklığın toksik etkiyi arttırdığı görülmüştür. En yüksek uygulama sıcaklığı olan 25 °C'de ise KAT enzim aktivitesinde tekrar bir inhibisyon meydana gelmiştir. SOD ve KAT enzim aktivitelerindeki bu değişimler model organizmanın kirletici bir pestisit olan Lambda cyhalothrin tarafından yaratılan oksidatif strese karşı geliştirmiş olduğu bir savunma mekanizmasının göstergesidir. Artan dozla ve artan sıcaklıkla toksik etki giderek artmıştır. Kadmiyum toksisitesinin çalışıldığı benzer bir çalışmada Serdar vd., (2017) tatlı su amfipodu *G. pulex* (L., 1758)'te üzerine sıcaklığın etkisini araştırmıştır. MDA düzeyinin sıcaklık ve Cd konsantrasyon artışına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. KAT enzim aktivitesinin artan sıcaklıkla düştüğü belirtilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada farklı sıcaklıklarda ve farklı konsantrasyonlarda piretiroid bir pestisit olan Lambda-cyhalothrin uygulaması sonrasında *D.polymopha* 'da Süperoksit Dismutaz (SOD), Katalaz (KAT), Asetilkolinesteraz (AChE) aktiviteleri ile Glutasyon (GSH) ve Tiyoarbitürat reaktif maddeler (TBARS) seviyeleri belirlenmiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre *Lambda-cyhalothrin*'in *D.polymopha* 'da toksik etkiye sahip olduğu ve *Lambda-cyhalothrin*'in toksik etkisinin değerlendirilmesinde *D.polymopha* model canlı olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Bu çalışmada kullanılan Süperoksit Dismutaz (SOD), Katalaz (KAT), Asetilkolinesteraz (AChE) aktiviteleri ile Glutasyon (GSH) ve Tiyoarbitürat reaktif maddeler (TBARS) seviyeleri gibi parametrelerin Lambda-cyhalothrin toksik etkilerinin değerlendirilmesinde uygun birer biyobelirteç olduğu gösterilmiştir.

Yine elde edilen sonuçlara göre; Uygulama sürelerinin ve uygulama dozlarının model canlı *D.polymopha* üzerine toksik etkiye sahip olduğu görülmüştür. Yine elde edilen sonuçlara göre farklı sıcaklık uygulamaların Lambda-cyhalothrin'in toksik etkileri üzerine farklı etkiler meydana getirdiği görülmüştür.

Çalışmamız sonucunda şu öneriler sunulabilir:

1. Lambda-cyhalothrin dışında başka piretiroid pestisitlerin toksik etkileri de çalışılmalıdır,
2. Farklı pestisitlerin (organofosforlu ve organoklorlu) ve farklı kirleticilerin sıcaklık etkisi çalışılmalıdır,
3. Lambda-cyhalothrin canlılara öldürücü etkileri, nörotoksik etkileri ve oksidatif stres biyobelirteçleri üzerine etkileri dışında başka detoksifikasyon enzimleri üzerine etkileri ile histopatolojik yanıtları da araştırılmalıdır,
4. Farklı model canlılar üzerine kullanılarak bu tür çalışmaları zenginleştirilebilir,
5. Uygulama süreleri uzatılarak daha uzun maruziyetlerdeki biyokimyasal yanıt araştırılabilir,
6. Farklı biyobelirteçler kullanılarak Lambda-cyhalothrin *D.polymopha* 'a olan toksik etkisi daha kapsamlı araştırılabilir,
7. Biyolojik çeşitliliğin prensiplerinin iklim değişiklikleri politikalarına uygulanabilirliği araştırılabilir,
8. İklim değişikliğinin sonuçlarına bağlı olarak sürdürülebilir ekosistem yönetim

- sistemi oluşturularak ekosistemin korunması için ilkeleri belirlenip uygulanabilir,
9. Bu tür kirleticilerin ve abiyotik faktörlerin organizmalar üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmalar, büyüme ve üreme genlerindeki etkilerinin belirlenmesi için genotoksisite çalışmaları ile zenginleştirilebilir.



KAYNAKLAR

- Aksoy, Y.** 2002. Antioksidan mekanizmada glutatyonun rolü. *T Klin Tıp Bilimleri*, 22: 442-448.
- Alak, G., Atamanalp, M., Kocaman, E.M., Ucar, A., Arslan, H., Parlak, V.,** 2013. Effects of lambda-cyhalothrin on the antioxidant enzyme activity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fresenius Environ. Bull.* 22 (3): 733–738
- Alavanja, M.C., Hoppin, J.A., Kamel, F.,** 2004. Health effects of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity. *Annu. Rev. Public Health* 25, 155–197
- Almeida, M. G., Fanini, F., Davino, S. C., Aznar, A. E., Koch, O. R., & Barros, S. D. M.** 1997. Pro-and anti-oxidant parameters in rat liver after short term exposure to hexachlorobenzene. *Human & experimental toxicology*, 16(5):257-261.
- Altıkat, A., Turan, T., Torun, F. E., & Bingöl, Z.** 2009. Türkiye’de pestisit kullanımı ve çevreye olan etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(2): 87-92.
- Aly N1, El-Gendy K, Mahmoud F and Abed Allah D,** 2019. Protective Effects of Quercetin Against Lambda Cyhalothrin Induced Hepatotoxicity and Nephrotoxicity Disorders in Mice. *Adv Clin Toxicol*, 4(4): 000174.
- Amweg, E. L., Weston, D. P., & Ureda, N. M.** 2005. Use and toxicity of pyrethroid pesticides in the Central Valley, California, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 24(4), 966-972.
- Arisekar, U., Shakila, R. J., Jeyasekaran, G., Shalini, R., Kumar, P., Malani, A. H., & Rani, V.** 2019. Accumulation of organochlorine and pyrethroid pesticide residues in fish, water, and sediments in the Thamirabarani river system of southern peninsular India. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 11, 100194.
- Ayala, A. Muñoz, M. F. & Argüelles, S.** 2014. Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2014.
- Bibi, N. Zuberi, A. Naeem, M. Ullah, I. Sarwar, H. Atika, B.** 2014. Evaluation of Acute Toxicity of Karate and Its Sub-lethal Effects on Protein and Acetylcholinesterase Activity in *Cyprinus carpio*. *International Journal of Agriculture and Biology*, 16(4): 731-737.
- Biçim, G.** 2013. *Oksidatif Stres ve Antioksidan Kapasite ile İlişkili Gen Polimorfizmlerinin Değişik Yöntemlerle Belirlenmesi* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey))

- Bingöl, Z.** 2016. 1, 1, 2, 2-tetrakis (p-hidroksifenil) etan: İnsan karbonik anhidraz izoenzimleri I ve II, asetilkolinesteraz, bütirikolinesteraz, glutatyon S-transferaz enzimleri üzerine inhibisyon etkisi ve antioksidan kapasitesinin incelenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Brown M. A.** 1987 Temperature-dependent pyrethroid resistance in a pyrethroid-selected colony of *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). *J. econ. Ent. SO*, 33&332.
- Buah-Kwofie, A., Humphries, M. S., & Pillay, L.** 2018. Bioaccumulation and risk assessment of organochlorine pesticides in fish from a global biodiversity hotspot: iSimangaliso Wetland Park, South Africa. *Science of the total environment*, 621, 273-281.
- Claudi, R., & Mackie, G. L.** 1994. Practical manual for zebra mussel monitoring and control, 227 pp.
- Çelikel, Y.** 2011. Alpha-Cypermethrin'in *Daphnia magna* (Straus 1820)(Cladocera, Crustacea) Üzerine Akut Toksik Etkisinin Araştırılması. *AÜ Fen Bil. Enst. YL. Tezi*, 57p.
- Çepel, N., & Ergün, C.** 2002. Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişikliği. TEMA Yayın, (38).
- Della Morte, R., Villani, G.R., Di Martino, E., Squillacioti, C., De Marco, L., Vuotto, P., Belisario, M.A., Staiano, N.,** 1994. Glutathione Depletion Induced Liver Fractions by Seven Pesticides. *Bollettino Della Societa Italiana di Biologia Sperimentale*, 70: 185-192.
- Demir, A.** 2009. Küresel iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2), 37-54.
- Di Giulio, R. T., Washburn, P. C., Wenning, R. J., Winston, G. W., & Jewell, C. S.** 1989. Biochemical responses in aquatic animals: a review of determinants of oxidative stress. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 8(12), 1103-1123.
- Doğan, S.** 2005. Türkiye'nin küresel iklim değişikliğinde rolü ve önleyici küresel çabaya katılım girişimleri. *CÜ İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 6(2), 57-73.
- Dönmez, A. E., & Yılmaz, D.** 2015. Sucul Ortamlarda Biyoindikatör ve Biyobelirteçler. *Aquaculture Studies*, 15(3), 53-64.
- Drake, J. M., & Bossenbroek, J. M.** 2004. The potential distribution of zebra mussels in the United States. *BioScience*, 54(10), 931-941.

- El-Demerdash, F.M.,** 2007. Lambda-cyhalothrin-induced changes in oxidative stress biomarkers in rabbit erythrocytes and alleviation effect of some antioxidants, *Toxicology in Vitro*, 21: 392–397
- El Nahas, A. F., Abdel-Razek, M. A., Helmy, N. M., Mahmoud, S., & Ghazy, H. A.** 2017. Impaired antioxidant gene expression by pesticide residues and its relation with other cellular biomarkers in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) from Lake Burullus. *Ecotoxicology and environmental safety*, 137, 202-209.
- Ekberli, İ., & Kars, N.** 2012. 2, 4-D (Diklorofenoksiasetik asit) Herbisiti uygulanan kil ve kum bünyeli toprakta katalaz aktivitesi ve kinetiğinin incelenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2), 89-100.
- Ezenwosu, S.U., Nnamonu1, E. I., Odo, G.E., Ikele, B. C. and Ani, O.C.** 2021. Evaluation of lambda-cyhalothrin oxidative stress and gonad histoarchitecture toxicity potency in *Clarias gariepinus*. *The Journal of Basic and Applied Zoology* 82:3
- Faria, M., Carrasco, L., Diez, S., Riva, M. C., Bayona, J. M., & Barata, C.** 2009. Multi-biomarker responses in the freshwater mussel *Dreissena polymorpha* exposed to polychlorobiphenyls and metals. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 149(3), 281-288.
- Fetoui, H., Makni, M., Garoui, E., Zeghal, N.,** 2010. Toxic effects of lambda-cyhalothrin, a synthetic pyrethroid pesticide, on the rat kidney: Involvement of oxidative stress and protective role of ascorbic acid, *Experimental and Toxicologic Pathology*. 62:593–599
- Gocer, H., Topal, F., Topal, M., Küçük, M., Teke, D., Gülçin, İ., ... & Supuran, C. T.** 2016. Acetylcholinesterase and carbonic anhydrase isoenzymes I and II inhibition profiles of taxifolin. *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*, 31(3), 441-447.
- Göksu, M.Z.L., Manasırlı, M., Cansev Azgın,** 2015. Acute Toxicity of Insecticides Lambda-Cyhalothrin and Cypermethrin on *Oreochromis niloticus* (L., 1754) Larvae (Bioassay), *Yunus Arastırma Bülteni* (1): 23-26
- Gu, A., Shi, X., Yuan, C., Ji, G., Zhou, Y., Long, Y., Song, L., Wang, S., Wang, X.,** 2010. Exposure to Fenvalerate Causes Brain Impairment during Zebrafish Development. *Toxicology Letters*, 197(3): 188-192.
- Halliwell, B. ve Gutteridge, JM** 2015. *Biyoloji ve tıpta serbest radikaller*. Oxford University Press, ABD.
- Hawkins A.J.** 1995. Effects of temperature change on ectotherm metabolism and evolution: Metabolic and physiological interrelations underlying the superiority of multi-locus heterozygotes in heterogeneous environments. *Journal Thermal Biology* 20, 23-33.

- He, L. M., Troiano, J., Wang, A., & Goh, K.** 2008. Environmental chemistry, ecotoxicity, and fate of lambda-cyhalothrin. *Reviews of environmental contamination and toxicology*, 71-91
- Huey R.B. & Berrigan D.** 2001. Temperature, demography, and ectotherm fitness. *American Naturalist* 158, 204-210.
- IPCC** 2007. Climate Change 2007: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Available at https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ch6s6-es.html (Accessed 15th October, 2015).
- Jilek J., Sookhai A., Yee A., Lande J.,** The Effect of Climate Change on *Dreissena polymorpha*, a Multiregional Invasive Species in North America , The University of Michigan Biological Station, Spring 2009
- Kadıoğlu, M.** 2001. Bildiğiniz havaların sonu: küresel iklim değişimi ve Türkiye.
- Kalaycı, N.** 2010. Yükseköğretimde proje öğrenmeye yönelik bir uygulama projesi öğrenmek için analiz yapmak. *Eğitim ve Bilim* , 33 (147), 85-105.
- Kapsi, M., Tsoutsis, C., Paschalidou, A., & Albanis, T.** 2019. Environmental monitoring and risk assessment of pesticide residues in surface waters of the Louros River (NW Greece). *Science of the total Environment*, 650, 2188-2198.
- Karaismailoğlu, M. C.** 2016. The evaluation of the genotoxic and cytotoxic effects of pyriproxyfen insecticide on *Allium cepa* somatic chromosomes with mitotic activity, chromosome abnormality and micronucleus frequency. *Türk Yaşam Bilimleri Dergisi*, 1(2), 65-69.
- Kayhan, F. E.** 2020. İnsektisitlerin doğadaki döngüsü ve sucul çevreye etkileri. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 46(2), 29-40.
- Kayhan, F. E., Kaymak, G., Tartar, Ş., Akbulut, C., Esmer, H. E., & Ertuğ, N. D. Y.** 2015. Küresel ısınmanın balıklar ve deniz ekosistemleri üzerine etkileri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 31(3), 128-134.
- Khan HAA, Akram W** 2014. The Effect of Temperature on the Toxicity of Insecticides against *Musca domestica* L.: Implications for the Effective Management of Diarrhea. *PLoS ONE* 9(4): e95636.
- Kinzelbach, R. A. G. N. A. R.**1992. The main features of the phylogeny and dispersal of the zebra mussel *Dreissena polymorpha*. *The zebra mussel Dreissena polymorpha*, 4, 5-17.
- Koc, N. D., Muslu, M. N., Kayhan, F. E., & Colak, S.** 2009. Histopathological changes in ovaries of zebrafish (*Danio rerio*) following administration of deltamethrin. *Fresenius Environmental Bulletin*, 18(10), 1872-1878.

- Kocamaz, D.**, 2017. *Oreochromis Niloticus*'un Farklı Dokularında Lambdacyhalothrin ve Thiamethoxamin Biyokimyasal Etkileri, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Koç , E., Akçay, M.**, 2018. *Capoeta capoeta*'da Lambda Cyhalothrin'in Biyokimyasal ve Moleküler Karakterizasyonu Biochemical and Molecular Characterization of Lambda Cyhalothrin in *Capoeta capoeta*, Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 8(2): 57-63.
- Kaplan, F.** 2015. Katalaz Aktivitesi Üzerine Lambda Cyhalothrin ve Fenthion Pestisitlerin Etkisi, Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, yüksek lisans tezi.
- Köse, L. P., Gülcin, I., Gören, A. C., Namiesnik, J., Martinez-Ayala, A. L., & Gorinstein, S.** 2015. LC-MS/MS analysis, antioxidant and anticholinergic properties of galanga (*Alpinia officinarum* Hance) rhizomes. *Industrial crops and products*, 74, 712-721.
- Kumar, A., Rai, D.K., Sharma, B., Pandey, R.S.**, 2009.a. λ -cyhalothrin and Cypermethrin Induced *Invivo* Alterations in the Activity of Acetylcholinesterase in a Freshwater Fish, *Channa punctatus* (Bloch). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 93 (2): 96-99.
- Kumar and Kumari, M.**, 2018. Assessment of toxicity of lambda-cyhalothrin for *Heteropneustes fossilis* and *Channa punctatus* Dhruv, *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology*. 9: 4, 95-9.
- Kumar, A., Sharma, B., Pandey, R.S.**, 2014. λ -Cyhalothrin and Cypermethrin Induce Stress in the Freshwater Muddy Fish, *Clarias batrachus*. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 96: 136-149.
- Kutluyer, F., Aksu, Ö., & Aksu, Ö.** 2013. Kerevitlerin beslenmesinde (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) alternatif besin olarak Zebra midyesinin (*Dreissena polymorpha* Pallas, 1771) Kullanılması. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 1(2), 63-70.
- Kutluyer, F., Erisir, M., Benzer, F., Öğretmen, F., Inan B. E., FEL-DEMAR. Tunceli** *Environmental Toxicology and Pharmacology* 40 2015 855–860
- Larson, M. & Kraus, N. C.**, 1988. Prediction of initial profile adjustment of nourished beaches to wave action. *Beach Preservation Technology*, 88, 125-138.
- Lee Jr R.E.** 1991. Principles of insect low temperature tolerance. in Lee, R. (ed). *Insects at Low Temperature*. Springer US. pp 17-46.
- Li, H., Feng, T., Liang, P., Shi, X., Gao, X., Hui Jiang**, 2006. Effect of temperature on toxicity of pyrethroids and endosulfan, activity of mitochondrial $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ and $\text{Ca}^{2+}-\text{Mg}^{2+}-\text{ATPase}$ in *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae), *Pesticide Biochemistry and Physiology* 86 151–156.

- Li, Z.H., Zlabek, V., Grabic, R., Li, P., Randek, T.,**2010. Modulation of Glutathione-Related Antioxidant Defense System of Fish Chronically Treated by the Fungicide Propiconazole. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 152: 392-398.
- Livingstone, D. R.** 2003. Oxidative stress in aquatic organisms in relation to pollution and aquaculture. *Revue de Médecine Vétérinaire (France)*.
- Lotti, M.** 1995. Cholinesterase inhibition: complexities in interpretation. *Clinical Chemistry*, 41(12), 1814-1818.
- Lushchak, V. I.** 2011. Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals. *Aquatic toxicology*, 101(1), 13-30.
- Mackie, R. I., Koike, S., Krapac, I., Chee-Sanford, J., Maxwell, S., & Aminov, R. I.** 2006. Tetracycline residues and tetracycline resistance genes in groundwater impacted by swine production facilities. *Animal biotechnology*, 17(2), 157-176.
- Mansoor, M.M., Afzal, M., Raza , A.B. M., Akram, Z., Waqar, A., Afzal, M. B. S.,** 2014. Post-exposure temperature influence on the toxicity of conventional and new chemistry insecticides to green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae), *Saudi Journal of Biological Sciences*.
- Mazmancı, B.,** 2003.Lambda cyhalothrin Swiss Albino Ratlarda Biyokimyasal ve Hematolojik Etkileri,Mersin Üniversitesi,Fen Bilim Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.
- Musser, F. R and Shelton, A. M.** 2005.The influence of post-exposure temperature on the toxicity of insecticides to *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae), *Pest Manag Sci* 61:508–510
- Parvez, S., Raisuddin, S.,** 2006. Pre-exposure to copper modulates non-enzymatic antioxidants in liver of *Channa punctata* (Bloch) exposed to the herbicide paraquat. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 76, 545–551.
- Piner, P., Üner, N.,** 2012. Oxidative and Apoptotic Effects of Lambda-cyhalothrin Modulated by Piperonyl Butoxide in the Liver of *Oreochromis niloticus*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 33(3): 414-420.
- Piner, P.** 2009.Lambda-Cyhalothrin'in *Oreochromis Niloticus*'da Karaciğerde Piperonil Bütoksit modülatörlüğünde Oksidatif Stres Potansiyelinin Belirlenmesi, Stres Proteinleri Ve Apoptozis Üzerine Etkileri, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.
- Pradhan S., Nair M. R. and Krishnaswami S.** 1952. Lipid solubility as a factor in the toxicity of contact insecticides. *Nature* 170, 619-620.
- Punzo F.,** Detoxification Enzymes and the effects of temperature on the toxicity of pyrethroids to the fall armyworm, *spodoptera frugiperda* (lepidoptera : noctuidae), *Comp.Biochem. Physiol.*105C, 2. 155-158,1 993

- Ross '93**, Tamara K., "The Effect of Temperature on the Growth of the Zebra Mussel, *Dreissena Polymorpha* (Pallas)" (1993). Honors Projects. 31
- Oros, D. R., & Werner, I.** 2005. *Pyrethroid insecticides: an analysis of use patterns, distributions, potential toxicity and fate in the Sacramento-San Joaquin Delta and Central Valley*. Oakland: San Francisco Estuary Institute.
- Oruc, E. O., Sevgiler, Y., & Uner, N.** 2004). Tissue-specific oxidative stress responses in fish exposed to 2, 4-D and azinphosmethyl. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 137(1), 43-51.
- Okechukwu, E.O., Auta, J.,** 2007. The .Effects of Sub-lethal Doses of Lambdacyhalothrin on Some Biochemical Characteristics of the African Catfish, *Clarias gariepinus*. *Journal of Biological Sciences*, 7(8): 1473-1477
- Öztürk, K.** 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1).
- Sağlam, H.** 2008. Melen Havzasında pestisit uygulamaları ve pestisitlerin biyolojik bozunma, yüzeysel akış ve sızma yüzdelerinin tahmini (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Schouest L. P. Jr and Miller T. A.** 1988. Factors influencing pyrethroid toxicity in pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae): implications for resistance management. *J. econ. Enr.* 81, 431-436.
- Serdar, O., Yıldırım, NY, Tatar, Ş., & Yıldırım, NC** 2021. Gadolinyumun Tatlı Su Omurgasız *Dreissena polymorpha* Üzerindeki Biyokimyasal Etkileri. *Uluslararası Temel ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 7 (2), 229-236.
- Slaninova, A., Smutna, M., Modra, H., & Svobodova, Z.** 2009. REVIEWS Oxidative stress in fish induced by pesticides. *Neuroendocrinology Letters*, 30(1), 2.
- Sparks T. C., Shour M. H. and Wellemeyer E. G.** 1982 Temperature-toxicity relationships of pyrethroids on three lepidopterans. *J. econ. Ent.* 75, 64346.
- Sümbüloğlu, K., & Biyoistatistik, S. V.** 1998. Hatiboğlu Yayınevi. *Baskı, Ankara*, 264-265.
- Stegeman, J. J., Smolowitz, R. M., & Hahn, M. E.** 1991. Immunohistochemical localization of environmentally induced cytochrome P450IA1 in multiple organs of the marine teleost *Stenotomus chrysops* (Scup). *Toxicology and applied pharmacology*, 110(3), 486-504.
- Teja, N., Sunitha, V., Babu V. R. and Satyanarayana, J.,** 2018. Effect of variable temperature on the toxicity of novel insecticides against diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linn.), *Journal of Entomology and Zoology Studies*; 6(5): 409-412.

- Tiryaki, O., Canhilal, R., & Horuz, S.** 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 26(2), 154-169.
- Toth S. J. and Sparks T. C.** 1988 Influence of treatment technique on the temperature-toxicity relationships of cis-and trans-permethrin in the cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae). *J. econ. Ent.* 81, 115-I 18
- Toth., S. J., Sparks, A.C.,** 1990. Effect of Temperature on Toxicity and Knockdown Activity of cis-Permethrin, Esfenvalerate and A-Cyhalothrin in the Cabbage Looper (Lepidoptera: Noctuidae), *J. Econ.Entomol.*83(2): 342-346
- Tomar M.,Kumar A., Kataria S.K.,**2015. Evaluation of acut toxicity of Lambda-cyhalothrin in *Mus musculus* L.,*Indian Journal Of Experimental Biology*,53, 551-555.
- Türkeş, M.** 2002. İklim Değişikliği-İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi İlişkileri ve İklim Değişikliği Politikaları. Vizyon 2023 Bilim ve Teknoloji Stratejileri Teknoloji Öngörü Projesi Ekim 2002.
- Uluturhan, E., Darılmaz, E., Kontas, A., Bilgin, M., Alyuruk, H., Altay, O., & Sevgi, S.** 2019. Seasonal variations of multi-biomarker responses to metals and pesticides pollution in *M. galloprovincialis* and *T. decussatus* from Homa Lagoon, Eastern Aegean Sea. *Marine pollution bulletin*, 141, 176-186.
- URL 1 2022** <https://indigodergisi.com/2018/03/zebra-midyasi-nedir> erişim tarihi 11.05.2022, saat 13.50
- Valavanidis, A., Fiதாகis, K., Vlahogianni, T., Papadimitriou, V., & Pantikaki, V.** 2006. Determination of selective quinones and quinoid radicals in airborne particulate matter and vehicular exhaust particles. *Environmental Chemistry*, 3(2), 118-123.
- Velmurugan, B., Selvanayagam, M., Cengiz, E.I., Unlu, E.,** 2007. Histopathology of lambda-cyhalothrin on tissues (gill, kidney, liver and intestine) of *Cirrhinus mrigala*, *Environmental Toxicology and Pharmacology* 24 286–291
- Vural, N.** 2005. Toksikoloji. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, 73(381), 504-520.
- Winston, G. W., & Di Giulio, R. T.** 1991. Prooxidant and antioxidant mechanisms in aquatic organisms. *Aquatic toxicology*, 19(2), 137-161.
- Xing, H., Li, S., Wang, Z., Gao, X., Xu, S., Wang, X.,** 2012. Histopathological Changes and Antioxidant Response in Brain and Kidney of Common Carp Exposed Atrazine and Chlorpyrifos. *Chemosphere*, 88(4): 377-383.
- Yanar, O.** 2019. *Bacillus thuringiensis* subsp. kurstaki tarafından enfekte edilen *Malacosoma neustria* larvalarının hayatta kalmasına ve bazı bağışıklık enzimlerine bitkideki metal iyonlarının etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(1), 84-92.

