

T.C.  
ADYAMAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HERBİSİT MEZOTRİON'un *Galleria mellonella* L. ÜZERİNE TOKSİK  
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

TURAN TANKUT

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

2017

**T.C.  
ADİYAMAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HERBİSİT MEZOTRİON'UN *Galleria mellonella* L. ÜZERİNE TOKSİK  
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Turan TANKUT**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Biyoloji Anabilim Dalı**

Bu tez ..../..../20.. tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Doç.Dr Mustafa COŞKUN  
BAŞKAN (DANIŞMAN)**

**Doç.Dr. Tamer KAYIŞ  
ÜYE**

**Yrd.Doç.Dr Mehmet ARSLAN  
ÜYE**

**Prof. Dr. Ramazan GÜRBÜZ  
Enstitü Müdür V.**

Bu çalışma Adıyaman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: FEFYL/2014-0005

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

## ÖZET

### Yüksek Lisans Tezi

# HERBİSİT MEZOTRİON'UN *Galleria mellonella* L. ÜZERİNE TOKSİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Turan TANKUT

Adıyaman Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Mustafa COŞKUN

Yıl: 2017, Sayfa: 55

Jüri : Doç. Dr. Mustafa COŞKUN

: Doç. Dr. Tamer KAYIŞ

: Yrd. Doç. Dr. Mehmet ARSLAN

Mezotrion zararlılara karşı kullanılan yeni bir herbisittir. Mezotrion, etkileri hedef organizmalarda iyi karakterize edilmiş atrazin yerine kullanılması planlanan oldukça yeni, triketon grubu bir herbisittir. Son yıllarda tarım ürünlerinde ve birçok zararlı türün kontrolünde kullanılmaktadır.

Bu çalışmada Mezotrionun farklı subletal dozlarının ( 0.1 µg, 0.2 µg, 0.3 µg, 0.4 µg, 0.5 µg, 0.6 µg, 0.7 µg, 0.8 µg, 0.9 µg, 1 µg ) model organizma *Galleria mellonella*'da neden olduğu oksidatif stresin, lipid peroksidasyonu (MDA), Süperoksit dismutaz (SOD) ve Katalaz (CAT) aktiviteleri ile lipid, karbonhidrat ve total protein miktarlarına olan etkileri araştırılmıştır. Mezotrion protein, lipid ve karbonhidrat düzeylerinde azalmaya neden olurken, lipid peroksidasyonu (MDA), Süperoksit dismutaz (SOD) ve Katalaz (CAT) aktivitelerinde artışa neden olmuştur.

Sonuç olarak, mezotrionun CAT ve SOD gibi antioksidan enzimlerin aktivitesi ile lipid peroksidasyonu (MDA) düzeyini artırarak oksidatif strese neden olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Galleria mellonella*, MDA, SOD, CAT, Mezotrion

## ABSTRACT

Master Thesis

### INVESTIGATIONS TOXIC EFFECTS OF HERBICIDE MESOTRIONE ON *Galleria mellonella* L.

Turan TANKUT

Adiyaman University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Mustafa COŞKUN

Year: 2017, Number of Pages: 55

Jury : Assoc. Prof. Dr. Mustafa COŞKUN

: Assoc. Prof. Dr. Tamer KAYIŞ

: Asst. Prof. Dr. Mehmet ARSLAN

Mesotrione is a new herbicide being developed for pests. Mesotrione is an alternative herbicides among the triazine group which could be used instead of Atrazine. In recent years it has been used in agricultural products and many pests control.

In this study, lipid the effects of different sublethal doses of Mesotrione (0.1 µg, 0.2 µg, 0.3 µg, 0.4 µg, 0.5 µg, 0.6 µg, 0.7 µg, 0.8 µg, 0.9 µg and 1 µg) was investigated about the induced oxidative stress on Lipid Peroxidation (MDA), superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) activities with lipid, carbohydrate and total protein amounts in the model organism *Galleria mellonella*. Mesotrion treatment caused a decrease in protein, lipid and carbohydrate levels, while an increase in MDA levels with SOD and CAT enzyme activity were observed.

In conclusion, it has been determined that mesotrione increases the lipid peroxidation (MDA) level by the activity of antioxidant enzymes such as CAT and SOD, leading to oxidative stress.

**Keywords:** *Galleria mellonella*, MDA, SOD,CAT, Mezotrion

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmalarım boyunca bana çalışma fırsatı veren, araştırma sırasında yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, bilgisini, sabrını ve hoşgörüsünü benden esirgemeyen ve yanımda olan, değerli Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa COŞKUN 'a, çalışmamın her aşamasında değerli öneri ve bilgilerinden yararlandığım Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Tamer KAYIŞ 'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Laboratuvar olanaklarından faydalanmamı sağlayan Adıyaman Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölüm Başkanlığına teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca beni büyük bir özveri ile yetiştiren, maddi ve manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen sevgili annem Ayfer TANKUT ve çok erken kaybettiğim babam Mehmet TANKUT 'a, her fırsatta yanımda olan canımdan çok sevdiğim eşim Fatma ile kardeşlerim Ömer ve Nesrin'e yürekten minnettar olduğumu belirtmek isterim.

Tez çalışmam süresince bana büyük katkıları olan ve desteklerini benden esirgemeyen değerli arkadaşlarım Bilal DAĞDEVİRAN, Ökkeş Oktay İBİŞAĞAOĞLU, Turgay İBİŞAĞAOĞLU ve Mustafa YÜCEL 'e teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Pestisitler .....	1
1.1.1. İnsektisitler .....	2
1.1.2. Herbisitler .....	3
1.1.2.1. Mezotrion .....	4
1.2. Antioksidan Enzimler .....	4
1.2.1. Katalaz .....	6
1.2.2. Süperoksit dismutaz (SOD) .....	7
1.2.3. Malondialdehit (MDA) .....	7
1.3. Model Organizmalar .....	8
1.3.1. Bir model organizma olarak <i>Galleria mellonella</i> .....	9
1.4. Böceklerde Büyüme Gelişme İçin Yapay Besinlerin Önemi .....	10
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	16
3.1. Materyal .....	16
3.1.1. Deneyde kullanılacak böceklerinin yetiştirilmesi .....	16
3.1.2. Kontrol besinin hazırlanması .....	16
3.2. Yöntem .....	17
3.2.1. Protein ve enzim analizleri için böceklerin homojenizasyonu .....	17
3.2.2. Protein miktarının tayini .....	17
3.2.3. Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin belirlenmesi .....	18
3.2.4. Katalaz (CAT) aktivitesinin belirlenmesi .....	19
3.2.5. Malondialdehit (MDA) aktivitesinin tayini .....	20

3.2.6. Lipit ve karbonhidrat analizi için böceklerin homojenizasyonu.....	21
3.2.7. Lipit miktarının belirlenmesi .....	21
3.2.8. Karbonhidrat miktarının belirlenmesi .....	22
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi .....	23
4.BULGULAR .....	24
5.TARTIŞMA VE SONUÇ .....	38
KAYNAKLAR .....	42
ÖZGEÇMİŞ .....	55



## ÇİZELGELERİN DİZİNİ

## SAYFA

Çizelge 4.1. Mezotrionun farklı konsantrasyonlarının <i>Galleria mellonella</i> 'nın toplam protein miktarına etkileri.....	24
Çizelge 4.2. Mezotrionun farklı konsantrasyonlarının <i>G. mellonella</i> 'nın toplam protein miktarına zamana bağlı etkileri.....	25
Çizelge 4.3. Farklı mezotrion konsantrasyonlarının <i>G. mellonella</i> 'nın toplam lipit miktarına etkileri.....	26
Çizelge 4.4. Farklı mezotrion konsantrasyonlarının <i>G. mellonella</i> 'nın toplam lipit miktarına zamana bağlı etkileri.....	27
Çizelge 4.5. Farklı mezotrion konsantrasyonlarının <i>G. mellonella</i> 'nın toplam karbonhidrat miktarına etkileri.....	28
Çizelge 4.6. Mezotrionun farklı konsantrasyonlarının <i>G. mellonella</i> 'nın toplam karbonhidrat miktarına zamana bağlı etkileri.....	29
Çizelge 4.7. Farklı mezotrion konsantrasyonlarının <i>G. mellonella</i> 'nın SOD enzim aktivitesine etkileri .....	30
Çizelge 4.8. Farklı mezotrion konsantrasyonlarının <i>G. mellonella</i> 'nın SOD enzim aktivitesine zamana bağlı etkileri.....	31
Çizelge 4.9. Farklı mezotrion konsantrasyonlarının <i>G. mellonella</i> 'nın CAT enzim aktivitesine etkileri.....	33
Çizelge 4.10. Farklı mezotrion konsantrasyonlarının <i>G. mellonella</i> 'nın CAT enzim aktivitesine zamana bağlı etkileri.....	34
Çizelge 4.11. Farklı mezotrion konsantrasyonlarının <i>G. mellonella</i> 'nın MDA düzeyine etkileri.....	35
Çizelge 4.12. Farklı mezotrion konsantrasyonlarının <i>G. mellonella</i> 'nın MDA düzeyine günlere göre etkileri.....	36

## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

Şekil 1.1. Mezotrionun molekül yapısı.....	4
Şekil 1.2. Malondialdehit molekül yapısı.....	8
Şekil 3.1. Bronksill (1961) 'in bal, petek, saf su, kepek ve gliserin karışımından hazırladığı yarı sentetik besin ortamında bulunan <i>G. mellonella</i> larvaları.....	16



## SİMGELER DİZİNİ

AChE	: Asetilkolinesteraz
CAT	: Katalaz
DDT	: Diklorodifeniltriokloreten
DNA	: Deoksironükleik asit
GSPx	: Glutasyonperoksidaz
GST	: Glutasyon –S-Transferaz
H <sub>2</sub> O	: Su
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	: Hidrojen peroksit
HPPD	: p-hidroksifenilpiruvat dioksijenaz
MDA	: Malondialdehid
RNA	: Ribonükleik asit
ROT	: Reaktif Oksijen Türleri
SOD	: Süperoksitdismutaz

## 1.GİRİŞ

Kirlilik, insan sağlığını tehlikeye sokan maddelerin veya enerjinin insanlar tarafından doğrudan ya da dolaylı olarak canlı kaynaklara, ekosistemlere ve çevreye girmesidir. Ayrıca farklı kullanım alanları yüzünden maddenin bozularak çevreye olan zararlı etkileri olarak da adlandırılır. Her türlü kirlilikte kirleticilerin kendilerini, taşıma ortamını, bir bölgeyi, ekosistemleri, bireysel organizmaları ve yapıları içeren bir kirlilik kaynağı vardır. Kirlilik, kaynak (örn. Tarımsal kirlilik), etkilenen ortam (örn. Su kirliliği) veya kirleticinin niteliğine (örn. Pestisit kirliliği) göre çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir (Alloway ve Ayres 1997).

Çoğu zaman insanlar için en endişe verici kirlilik çeşidi, hava kirliliğidir. Özellikle içme suyu kaynaklarını etkilediğinden gözle görülür ikinci kirlilik tipi, su kirliliğidir. Toprak kirliliği genellikle daha az göze çarpmaktadır ancak yine de çok önemlidir. Toprağın absorbe edici ve tamponlayıcı özelliklerinin bir sonucu olarak, bazı kirleticiler uzun ömürlüdür ve toprakta birikirler. Toprağın iyileştirilmesi zor olduğu için kirli toprak yüzyıllar boyu kalıcı etkilere sahip olabilir. Ayrıca yeraltı suları genellikle fark edilir derecede pestisit seviyelerine sahiptir (Hill 2004).

Pestisitler yaygın kullanımlarından ötürü her yerde bulunan su ve toprak kirleticileridir. Son yıllarda, birçok çalışma canlı yapıların, içme ve yeraltı sularının çoğunlukla ve yüksek konsantrasyonlarda pestisit içerdiğini göstermiştir (Steen vd. 1997). Atmosferik yağış pestisit taşınmasının önemli bir yoludur ve doğal kaynak sularının tarım alanlarından çok uzaklarda kirlenmesine neden olur (Vidal vd. 2000). Pestisitler gibi kimyasal girdilerin sürekli kullanılması, çevreye ve insan sağlığına zarar vermiş, tarımsal üretimi olumsuz etkilemiş ve tarımsal sürdürülebilirliği azaltmıştır (Pimentel vd. 1992, Pimentel ve Greiner 1997).

### 1.1. Pestisitler

Pestisit, zararlıyı ortadan kaldıran veya bir şekilde gelişimini engelleyen herhangi bir madde veya madde karışımını ifade eder (Wright 2003). Fungisitler, nematisitler, insektisitler, molluskisitler, rodentisitler, herbisitler ve bitki büyüme hormonları gibi çok sayıda biyosidal bileşici içeren genel bir terimdir (Aktar vd. 2009).

Birçok pestisit kimyasal olarak sınıflandırılabilir. Önemli böcek öldürücü pestisit sınıfları organiklorinler, organofosfatlar ve karbamatlardır. Organoklor hidrokarbonlar (örneğin DDT), diklorodifeniletanlar, siklodien bileşikleri ve diğer ilgili bileşikler olarak ayrılabilir (Kamrin 1997).

Artan gıda üretim talebini karşılamak ve tarımsal verimliliği artırmak için tüm dünyada yaygın pestisit kullanımına ihtiyaç vardır (Hill 2004). Pestisit kullanımının sınırlandırılması, giderek artan insan nüfusunun gıda ihtiyacını karşılarken, insan sağlığının da güvenliğini sağlayarak zararlı etkileri önlemek için önemlidir (Bolognesi 2003).

Pestisitlerin kullanımı tarım için faydalı olsa da, bunların çoğu etki edecekleri gruplardan farklı yerlere ulaşip toprak, su ve gıda kirliliğine sebep olabilir. Bazı pestisitler kanserojen olduğundan, sinir ve üreme sistemlerinde düşük konsantrasyonlarda bile fonksiyon bozukluğuna neden olabileceğinden, insan sağlığına ciddi derecede zararlı olabilirler (Neufeld vd. 2000, Varsamis vd. 2008, Sharma vd. 2010).

### **1.1.1. İnsektisitler**

İnsektisitler tüm dünyada, ancak özellikle gelişmekte olan ve böceklerin büyümesi için ideal koşullar olan, tropikal iklimlere sahip ülkelerde kullanılmaktadır. Bazı böcek türlerinin, tarlada ve serada yetişen bitkiler için büyük bir tehdit oluşturduğundan sanayileşmiş ülkelerde çok miktarda insektisit kullanılmaktadır. Birçok insektisit, sıtmaya neden olan böceklerle mücadelede yıllar içinde önemli bir rol oynamıştır. İnsektisitlerin çoğu subtropikal veya tropikal ülkelerde görülse de, bu maddeler dünyada, örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde ve İskandinav ülkelerinde az miktarlarda serbetçe kullanılmaktadır. Günümüzde kullanılan tüm insektisitler nörotoksiktir ve en önemli akut etkilerine merkezi sinir sistemi (CNS) yoluyla gerçekleşir. Nörotoksik etkilere ek olarak, böcek öldürücü ilaçların başka toksik etkileri vardır, ancak nörotoksikite daha baskındır. Yaygın olarak kullanılan böcek öldürücülerin üç ana sınıfı organofosfatlar, karbamatlar ve piretroidlerdir. Ayrıca, bir grup insektisit, organoklor bileşiği (örneğin DDT), geçmişte yaygın şekilde kullanılmıştır ve halen gelişmekte olan ülkelerde sıtma taşıyıcılarına karşı mücadelede

kullanılmaktadır. Antikolinesteraz insektisitleri, özellikle organofosfatlar ve karbamatlar, genellikle 1 ila 10 mg / kg bw arasında değişen insektisitlerin en yüksek akut toksisitesine sahiptir ve akut insektisit kaynaklı zehirlenmelerin çoğunun bu bileşiklere bağlanabileceği düşünölmektedir. Organofosfat insektisitlerinin bazılarına maruz kalmış bireylerde, genellikle periferik sinir sistemlerinde, uzun süreli veya kalıcı sağlık riskleri ortaya çıkabilir. DDT gibi organoklorin bileşiklerinin akut toksisitesi yaklaşık 100 mg / kg bw civarından daha azdır ancak son derece kalıcıdır, insanlar için kanserojen tehlikeler oluşturabilir ve biyolojik bozulmaya direnci nedeniyle çevreye tehdit oluşturabilirler (Savolainen ve Vähäkangas 2009).

### **1.1.2. Herbisitler**

Herbisitler yabancı ot kontrolünde önemli bir rol oynamaktadır, çevre içinde kalıcıdır ve dolayısıyla besin zincirinde birikerek ciddi sağlık problemlerine neden olabilirler (Corsonline vd. 2005). Seçici olmayan herbisitler, tüm bitki gruplarını etkilerken, seçici herbisitler geniş yapraklı bitkiler gibi belirli grupları hedef alır (Davy 2002). Herbisitlerin hayvan türleri üzerinde de (örn., Eklembacaklılar) doğrudan etkisi olabilir (Haughton vd. 2001, Evans vd. 2009, Evans vd. 2010, Stark vd. 2012).

Herbisitler genelde 1) kimyasal yapı 2) kullanım alanları ve 3) bitkiler üzerindeki etkisine göre sınıflandırılır ve ayrıca toksisite veya tehlike seviyesine göre de sınıflandırılmıştır (Zimdhal 1993).

Kontakt herbisitler sadece kimyasalla temas eden bitki dokusunu yok eder. Bunlar etkisi en hızlı olan herbisitlerdir. Rizomlardan, köklerden veya yumrulardan yeniden yetişebilen çok yıllık bitkiler üzerinde daha az etkili olurlar (Hamid vd. 2011).

Sistemik herbisitler, yapraktan uygulanarak köklere, ya da toprak uygulamasından yapraklara kadar bitkinin vasküler kısımlarında tamamen yayılırlar. Kontakt herbisitlere göre daha etkili olmalarının yanında çok yıllık bitkileri kontrol etme yeteneğine sahiptirler ve bitkileri daha yavaş etkileyebilirler (Howard 1992).

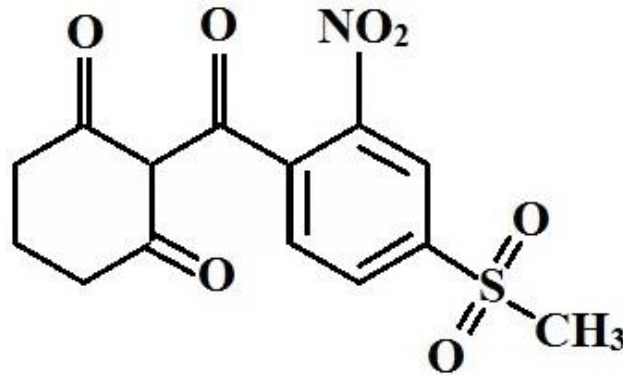
Günümüzde kullanılan hemen hemen tüm herbisitler temel moleküler bileşen olarak karbon içerdikleri için "organik" herbisitler olarak düşünölmektedir. Dikkat çekici bir istisna, herbisitlerin arsenik sınıfıdır. Bazen bunlara sentetik organik herbisitler de denir. Organik herbisitler, sentetik herbisitlerden çok daha az etkilidirler

ve genellikle kültürel ya da makina ile yapılan yabancı ot kontrolü uygulamalarında kullanılırlar (Kolberg ve Wiles 2002).

### 1.1.2.1. Mezo-trion

Mezo-trion, *Callistemon citrinus*'tan elde edilen doğal fitotoksin leptospermona yapı bakımından benzer olan triketon ailesinin bir üyesidir. Mezo-trion son zamanlarda mısır (*Zea mays* L.) üretiminde, geniş yapraklı bitkilerin ve yabancı otların kontrol altında tutulması için tanımlanmış karotenoid biyosentez inhibitörüdür (Mitchell vd. 2001). Mezo-trion, tirozinin plastokinon (fotosentezin elektron taşıma zinciri arasındaki bir ara elektron taşıyıcısı) ve R-tokoferol'e biyokimyasal dönüşümü için vazgeçilmez bir bileşen olan p-hidroksifenilpiruvat dioksijenaz enzimini (HPPD) rekabetçi bir şekilde inhibe eder. Mısır mezo-trion uygulamalarına duyarlıdır. Bununla birlikte tatlı mısır genotiplerinin arasında farklı duyarlılık dereceleri bulunur (O'Sullivan vd. 2002). Mısırdaki mezo-trion metabolizması aktif bileşiğin hidroksilasyonu sayesinde hızlı bir şekilde meydana gelir (Armel vd. 2005).

Mezo-trion uygulamasının ardından, hassas bitkilerde karotenoid biyosentezinin engellenmesinin bir sonucu olarak doku ölümü ve beyazlaşması gerçekleşir. (Triantaphylidès ve Havaux 2009).



Şekil 1.1. Mezo-trionun molekül yapısı

## 1.2. Antioksidan Enzimler

Normal metabolik fonksiyonlar sırasında, vücutta yüksek oranda serbest radikal olarak adlandırılan reaktif bileşikler üretilir. Bununla birlikte, bunlar dışarıdan da

alnabilir. Bu moleküller elektron çiftlerine sahip oldukları ve oldukça reaktif oldukları için doğal olarak kararsızdırlar. Bunlar proteinler, lipitler ve karbonhidratlar gibi hücrel moleküller ile tepki verirler ve onları denatüre ederler. Bunun bir sonucu olarak hayati hücrel yapılar ve fonksiyonlar kaybolur ve sonunda çeşitli patolojik durumlara yol açar (Krishnamurthy ve Wadhvani 2009).

Antioksidan enzimler, hücrel bileşenleri etkilemeden önce serbest radikalleri stabilize edebilirler veya etkisiz hale getirebilirler. Serbest radikallerin enerjisini azaltarak veya bazı elektronlarının kullanımından vazgeçerek kararlı hale gelmelerine sebep olurlar. Bunlara ek olarak, serbest radikallerin neden olduğu zararı en aza indirmek için oksitleyici zincir reaksiyonu ile de müdahale edebilirler. Son on yılda, antioksidan enzimlerin yararlı etkileri için sayısız çalışma yapılmıştır. Serbest radikaller ile yaşlanma süreci, kanser, diyabet, Alzheimer hastalığı, inme, kalp krizi ve ateroskleroz gibi altmıştan fazla farklı sağlık durumu arasında önemli bir bağ bulunduğu görülmüştür. Serbest radikallere maruziyeti azaltarak ve antioksidan enzim açısından zengin gıdalar veya antioksidan enzim takviyelerinin alımını artırarak, vücudumuzun serbest radikal ile ilgili sağlık sorunları riskini azaltma potansiyeli daha da hissedilir hale gelir. Bu nedenle, antioksidan enzimler hücre sağlığı ve vücut sağlığını korumak için kesinlikle önemlidir (Krishnamurthy ve Wadhvani 2009).

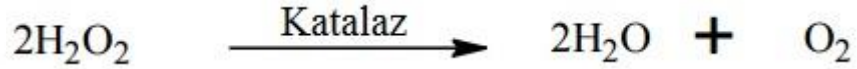
Oksijen, serbest radikal veya reaktif oksijen türleri olarak adlandırılan potansiyel olarak zarar verici moleküllerin bir parçası haline gelebilen oldukça reaktif bir atomdur. Solunan O<sub>2</sub>'nin yaklaşık % 5 'i veya daha fazlası O<sub>2</sub>'nin tek değerliğe indirilmesi ile süperoksit, hidrojen peroksit ve hidroksil radikalleri gibi reaktif oksijen türlerine dönüştürülür (Bandyopudya vd. 1999). Dolayısıyla aerobik koşullardaki hücreler, reaktif oksijen türlerinin tehdidiyle karşı karşıyadır, ancak etkili herhangi bir etki yaratmadan hücrenin yüksek güçlü antioksidan sistemleri tarafından verimli bir şekilde alınır. Bu antioksidan sistem, antioksidan enzimler (örn., SOD, GPx ve redüktaz, CAT, vb.), besin kökenli antioksidanlar (örneğin askorbik asit, tokoferoller ve tokotrioller, karotenoidler, glutatyon ve lipoik asit), metal bağlayıcı proteinler (örn. Ferritin, laktoferrin, albümin ve serüloplazmin) ve çok çeşitli bitki gıdalarında bulunan sayısız antioksidan bitkisel besinlerdir. Reaktif oksijen türleri üretimi ile antioksidan savunma arasındaki denge kaybedildiğinde, bir dizi olay yoluyla hücrel işlevleri

çeşitli patolojik koşullara yol açan 'oksidatif stres' ortaya çıkar (Chitra ve Pillai 2002, Slater 1984).

### 1.2.1. Katalaz

Katalazlar, hidroperoksidazlardan, hidrojen peroksite suya ve moleküler oksijene dönüşümünü katalize eden, hücreleri toksik etkilerinden koruyan bir antioksidan enzim sınıfıdır. Hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), oksidatif hücre metabolizmasının bir sonucu olarak süperoksit dismutaz tarafından üretilir. Hidrojen peroksit, Fenton reaksiyonu ile  $Fe^{2+}$  veya  $Cu^{2+}$  gibi geçiş metalleri vasıtasıyla yüksek reaktif hidroksil radikaline dönüştürülebilir, bu radikal hücre içindeki çeşitli moleküllere zarar verebilir, oksidatif strese ve hücre ölümüne neden olabilir (Flint vd. 1993). Organizmalar  $H_2O_2$  toksisitesi nedeniyle, iki elektron katalizine ihtiyaç duyan ve hızlı ayrışmada yardımcı olan yöntemler geliştirdiler (Kono ve Fridovich 1983, McCann vd. 1998).

$H_2O_2$  aşağıdaki denkleme göre parçalanır :



Denklem. Katalaz aktivitesi yoluyla  $H_2O_2$ 'nin giderilmesi (Kono ve Fridovich 1983, McCann vd. 1998).

Katalaz, oksijene maruz kalan hemen hemen tüm canlı organizmalarda bulunan ortak bir enzimdir (Chelikani vd. 2004). Üreme reaksiyonları açısından çok önemli bir enzim olup, tüm enzimlerin en yüksek devir sayılarından birine sahiptir. Bir katalaz molekülü her saniye milyonlarca hidrojen peroksit molekülünü su ve oksijene dönüştürebilir (Goodsell 2004).

İnsan katalazının optimum pH değeri yaklaşık 7 'dir (Maehly ve Chance 1954) ve oldukça geniş bir kapasiteye sahiptir (reaksiyon hızı, 6.8 ila 7.5 arasındaki pH'larda belirgin bir şekilde değişmez) (Aebi 1984). Diğer katalazlar için optimum pH ve sıcaklık türe bağlı olarak değişiklik gösterir (Toner vd. 2000).

CAT, yağ asitlerinin  $\beta$ -oksidasyonu, fotorespirasyon ve pürin katabolizması sırasında peroksizomlarda üretilen  $H_2O_2$  'nin giderilmesinde de önemlidir (Ahmad vd. 2008, Gill ve Tuteja 2010, Karuppanapandian vd. 2011).

### 1.2.2. Süperoksit Dismutaz (SOD)

Süperoksit dismutaz, organizmanın  $O_2^{\cdot-}$  'nin toksik etkilerinden korunmasına önemli derecede katkıda bulunan oksidoredüktaz grubuna ait bir antioksidan enzimdir (Schaich 1992). Canlı sistemlerde,  $O_2^{\cdot-}$  başka bir  $O_2^{\cdot-}$  molekülü ile reaksiyona girebilir (bozunum) veya NO gibi başka bir radikalle reaksiyona girebilir. Metal-katalizörlü Haber-Weiss reaksiyonu yoluyla  $O_2^{\cdot-}$ 'den HO'nun oluşması, kendiliğinden bozunmaya göre 10.000 kat daha hızlı bir reaksiyon hızına sahip olduğundan SOD, reaktif oksijen ürünlerine karşı ilk savunma hattını oluşturur (Ghafourifar ve Cadenas 2005).

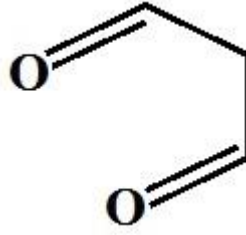


Aerobik organizmalar arasında süperoksit dismutazın geniş dağılımı, bu enzimin özel rolüne işaret etmektedir (Fridovich 1995). Süperoksit dismutazın hücrelerin süperoksit radikallerinin zararlı etkilerine karşı korunmasında, süperoksidi ortadan kaldırmak ve böylece hücreleri oksijen toksisitesine karşı korumak gibi çok önemli bir rolü vardır. SOD, aktif bölgedeki geçiş metalinin arka arakaya indirgenmesi ve yeniden oksidasyonu ile hidrojen peroksit ve oksijene süperoksit dismutasyonunu katalize eder (Hsieh vd. 1998, Mates 2000).

Süperoksit dismutaz, tüm aerobik organizmalarda oksidatif strese karşı savunma konusunda merkezi bir rol oynamaktadır (Scandalios 1993).

### 1.2.3. Malondialdehit (MDA)

Malondialdehit (MDA) doğal olarak oluşan lipit peroksidasyon ürünüdür. Lipit peroksidasyonu, hem bitkilerde hem de hayvanlarda hücresel hasarın iyi bilinen bir mekanizması olup, hücrelerdeki ve dokulardaki oksidatif stresin bir göstergesi olarak kullanılır (Yagi 1998, Armstrong ve Browne 1994). Çoklu doymamış yağlı asitlerinden türetilmiş lipit peroksitler kararsızdır ve MDA da dahil olmak üzere reaktif karbonil bileşiklerini içeren kompleks bir dizi bileşik oluşturmak için ayrışır (Wang vd. 2001). MDA, proteinler, lipoproteinler, RNA ve DNA gibi moleküller üzerinde çeşitli fonksiyonel gruplarla birleşebilir (Sevilla vd. 1997).



Şekil 1.2. Malondialdehit molekül yapısı

### 1.3. Model Organizmalar

Model organizmalar, dünyada bulunan biyoçeşitliliğin yalnızca küçük bir bölümünü temsil eder. Tarihsel olarak, araştırma toplulukları model organizmalarda genetik, gelişme ve evrim gibi çeşitli bilim dallarının altında yatan genel ilkeleri kavrayabilmek için odaklanmışlardır. Prokaryotlar, protistler, mantarlar, bitkiler ve hayvanlar gibi canlı grupları içinde model organizmalar bulunur (Hedges 2002).

Model organizmalar 20. yüzyılın sonuna kadar biyomedikal araştırmaların ön saflarında yer almıştır (Dietrich vd. 2014). Biyomedikal araştırmalarda model organizmaların incelenmesinin en önemli nedeni, birçok canlı ya da tüm canlı varlıklar tarafından paylaşılacak temel özellikleri incelemektir. Bazı model organizmalar (*Drosophila*, fare ve mısır gibi) uzun zamandır kullanılırken, diğerleri günümüze daha yakın zamanlarda geliştirilmiştir (Tang vd. 2015).

Çoğu durumda, ekonomi ve ziraat açısından önemli türler (örneğin pirinç) ve insan sağlığına ilişkin olanlar (örneğin sıtma paraziti *Plasmodium*) gibi, çalışılacak organizmanın seçimi açısından büyük bir rol oynamıştır (Hedges 2002).

Bu türlerin kökenleri ve akrabalık derecelerinin bilinmesi, farklı alan araştırmaları üzerinde çok önemli etkilere sahip olabilir (Pagel 1999). Örneğin, bir hastalık taşıyıcısının en yakın akrabalarını belirlemek, bir hastalık fenotipine katkıda bulunabilecek tek nükleotid polimorfizmleri gibi benzersiz özelliklerin şifresini çözmeye yardımcı olacaktır. Benzer şekilde, en yakın akrabamızın şempanze olduğunun bilinmesi, insanlara özgü kodlayıcı ve düzenleyici genomik bölgelerdeki genetik değişiklikleri belirlemek için çok önemlidir ve zeka gibi özelliklerle ilişkilendirilmiş olabilir (Enard vd. 2002).

İnsan genomuna genetik ve biyolojik benzerliklerinden dolayı seçilen model organizmalar insan genomik diziliminin yorumlanmasına yardımcı olurlar. Bunlarla

birlikte, embriyonik gelişiminin kolayca izlenebilmesi ve jenerasyonlar arası sürenin kısa oluşu gibi etmenler de bir canlının model organizma olarak seçilmesinde etkilidir. Gen düzeninin ve insan genetik hastalıklarının mekanizması ile biyolojik, gelişim ve fizyolojik işlemlerinin anlaşılması model organizmaların genom haritalarının çıkarılması ile mümkündür (Ankeny 2006). Bir organizma ile ilgili yapılan çalışmanın diğer türler için de veri kaynağı olarak kullanılabilceği, bütün organizmalarda var olan türler arası genetik benzerliklere dayandırılmaktadır (Collins vd. 1998).

### **1.3.1. Bir model organizma olarak *Galleria mellonella***

Büyük balmumu güvesi *Galleria mellonella*, dünyadaki en önemli ve tahrip gücü yüksek zararlılardan biridir (Smith 1965, Burges 1978, Chang ve Hsieh 1992, Haewoon vd. 1995).

*G.mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) çoğunlukla arı kovanlarında yaşar, mum ve polen ile beslenir. Yaşam döngüsü yaklaşık 7-8 haftadır, yumurtadan çıktıktan sonra larva, son döneme ulaşmadan önce 6 larval safhadan geçer. Bu 25 – 28 °C 'de yaklaşık 5-6 hafta sürer. Daha sonra öncül pupa ve pupa oluşur, 2 hafta sonra yetişkin güveler görünür. Bu mum güvesi, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Fusarium oksysporum* ve *Aspergillus fumigatus* gibi insan patojenlerinin de dahil olduğu birçok patojenin böcek bağışıklık tepkisi ve virülans faktörlerini incelemek için iyi bir model olmuştur (Gibreel ve Upton 2013, Gomez-Lopez vd. 2014, Koch vd. 2014, Muñoz-Gómez vd. 2014, Maekawa vd. 2015, Amorim-Vaz vd. 2015). Diğer taraftan, *G.mellonella*, sağlıklı insanlar için patojen olmayan *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana* gibi doğal böcek patojenleri ile olan etkileşimini incelemek için de iyi bir modeldir ve bu nedenle, biyolojik insektisitlerin üretimi için tarımda kullanılabilir (Ortiz-Urquiza vd. 2015, Ruiu 2015). *G.mellonella*, ucuz ve nispeten kolayca kültüre alınabilen bir model organizmadır. Larvalar, hemolimf ve hemositleri elde etmek, daha ileri analiz ile diğer organları izole etmek için kolayca enjekte edilebilecek kadar (2 cm uzunluğunda, larval evrede 250 mg ağırlık) büyüktür (Ramarao vd. 2012).

#### 1.4. Böceklerde Büyüme Gelişme için Yapay Besinlerin Önemi

Parazitoid böceklerin yapay olarak yetiştirilmesi, biyolojik mücadele stratejilerinde kullanılacak parazitoidlerin çoğaltılması ve üretilmesi için bir yöntem elde etme çalışmaları uzun zaman önce başlamıştır (Grenier 2000).

Bugüne kadar ekonomik olarak önemli böceklerin bakımı ve sürekli yetiştirilmesi için çeşitli yapay besinler geliştirilmiş ve önerilmiştir (Ahmed vd. 1998, Cohen 2001, Castane ve Zapata 2005). Bu böceklerin art arda gelen nesilleri tamamen yapay bir besin üzerinde araştırmaya yönelik çalışmalarda kısmen başarı olmasına rağmen, birçok durumda hem yetişkinlik hem de üreme potansiyelinin kaybı, daha uzun gelişimsel süre ve düşük doğurganlık hızına neden olur (Coudron vd. 2002).

*Galleria mellonella*, besin gereksinimlerinin kolayca elde edilebilir olması sebebiyle en fazla kültüre alınan böcek türlerinden biri olup, bu böcek türü için çeşitli sentetik besinler geliştirilmiştir (Yendol 1970, Dadd 1973, Stanley-Samuelson ve Dadd 1984, Mohamed ve Coppel 1983). Bunlara ;890 g un, 500 g bal, 22 g kuru ekmek mayası, 500 g gliserin, 445 g buğday kepeğinden oluşan özel yapay besin (Haydak 1936, Mohamed ve Coppel 1983) ve Bronskill 1961 tarafından gösterilen, 2000 ml kepek, 300 ml gliserin, 300 ml petek, 100 ml bal ve 100 ml saf su karışımından oluşan yapay besin örnek olarak verilebilir.

Bu çalışmada farklı konsantrasyonlarda hazırlanan herbisit mezotrionun bir model organizma olan büyük balmumu güvesi *Galleria melonella*'ya toksik etkileri araştırılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bardot vd. (2015), toprağa bağlı *Bacillus megaterium* suşu Mes11'in herbisit mezotrionu parçalayabileceğini, mezotriona maruz bırakılan Mes11'in hücre içi proteomu, kütle spektrometrisiyle birleştirilmiş iki boyutlu in-jel elektroforezi yaklaşımı kullanarak analiz etmişlerdir. Sonuçlar, tespit edilen ortalama 1820 protein lekesi göstermiştir. Jel profili analizleri, mezotrion uygulamasından sonra fazlaca modifiye edilmiş 32 protein lekesi ortaya çıkarmış ve başta stres, metabolik ve dopolama mekanizmalarını kapsayan 17 tanesi önemli protein olan 20 leke tanımlamışlardır.

Büyükgüzel ve Kayaoğlu (2013), salisilanilid sınıfı bir ilaç olan niklozamidin *Galleria mellonella* larvalarında in vivo insektisit etkisini araştırmıştır. Niklozamid, 7. evre larvaları, pupa, ergin evrelerinin hayatta kalma oranını düşürürken, en yüksek konsantrasyonu (% 1,0) ergin gelişme süresini uzatmış, % 0,1'lik niklozamid konsantrasyonunda glutatyon-S-transferaz enzimi (GST) etkinliği 2 kat, malondialdehit (MDA) miktarı 4 kat artmıştır. Sonuçta, niklozamidin böceğin biyolojik özelliklerine ve antioksidan savunma cevabı üzerine negatif etkisi olduğu prooksidan etkisine bağlı olarak belirlenmiştir.

Cengiz ve Büyükgüzel (2011), borik asitin fruktoz ile beraber *Galleria mellonella* 'da eşey oranı, hayatta kalma, gelişim, ergin ömür uzunluğu, yumurta verimi, açılma oranı ile son evre larvalarının hemolenfinde oksidatif stres indikatörleri olan malondialdehit, protein karbonil miktarları ve glutatyon-S-transferaz aktivitelerine etkilerini incelemiştir. Böceğin antioksidatif tepkisinin ve biyolojik özelliklerinin borik asitin denenen konsantrasyonları ile şeker ve borik asit kombinasyonları yoluyla oluşturulan oksidatif stresin düzeyine göre değiştiği sonucuna varılmıştır.

Dere vd. (2015), *Galleria mellonella* L. larvalarına zorla besleme uygulaması yaparak Azadirachtin'nin insektisidal etkilerini araştırmıştır. Azadirachtin dozlarına bağlı olarak ergin yaşam süresi, pupal ve ergin ağırlıkları azaldığı, azadirachtin *G. mellonella* larvaları üzerinde zamana ve doza bağlı olarak ölüme, toksik belirtilere ve oksidatif strese neden olduğu gözlenmiştir.

Dubovskiy vd. (2013), bir organofosfat (pirimifosmetil) uygulanan böceklerde bağışıklık tepkisinin çeşitli yönlerini araştırmışlardır. Patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera, Chrysomelidae) ve balmumu güvesi *Galleria mellonella*

(Lepidoptera, Pyralidae) iki böcek sınıfının larva örneklerinde hem humoral (fenoloksidaz aktivitesi) hem de hücrenel (hemosit sayımı ve kapsülleşme hızı) bağışıklık değişiklikleri incelenmiştir. İnsektisit ölümöl ve ölümöl dozlarıyla doğrudan teması immün reaksiyonların uyarılmasına neden olur: fenoloksidaz aktivitesi ve kapsülleme hızı artar ve hemosit sayısı artar.

Durmuş ve Büyükgüzel (2007), *Galleria mellonella* gelişimi, erginlerinin ömür uzunluğu, hayatta kalma oranı ile yağ ve hemolenf dokularında lizozim ve malondialdehit miktarı, aspartat aminotransferaz, glutatyon Stransferaz, asetil kolinesteraz ve alanin aminotransferaz enzimlerinin aktivitesine sodyum tetraboratın etkisini incelemişlerdir. Bu araştırmada *G.mellonella*'da sodyum tetraboratın oluşturduğu oksidatif stresin sinaptik iletimi ve bazı metabolik işlevleri olumsuz etkilediği, farklı fizyolojik ve biyokimyasal tepkilere neden olduğu gösterilmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma sodyum tetraboratın oluşturduğu oksidatif stresin böceğin ömür uzunluğu ile yaşama ve gelişim üzerindeki olumsuz etkisinde önemli bir faktör olabileceği fikrini güçlendirmektedir.

Glendhill vd. (2001), sıçan ve farede mesotrionun metabolik etkilerini araştırmıştır. Mezotrion her iki türdede yoğun bir şekilde absorbe edilmiş ve idrar yoluyla hızlıca atılmıştır. Mezotrionun metabolizması ve atılımında türk farklılıkları olmadığı sonucuna varmışlardır.

Görer ve Ünsal (2011), 6. evre *Galleria mellonella* L. larvalarında alsystin'in kitin sentez inhibitörü etkisini araştırmıştır. Alsystin'in 12.5 ve 25 ppm'lik dozlarının larvalar için kütikula kalınlığı üzerine herhangi bir etkisi olmadığı; 50, 100, 200 ve 400 ppm'lik dozların etkili olduğu gözlenmiştir. Farklı üç dozunda (100, 200 ve 400 ppm) bütün larvalarda eşit oranda olmamakla birlikte hemolenf kaybı, gelişim inhibisyonu, kararma, hareketlerde yavaşlama gözlenmiş ve larvaların deri değişimleri üç dozda da gerçekleşmemiştir. Diğer üç dozda (12.5, 25 ve 50 ppm) larvalar gelişimlerine devam ederek, bir üst evreye geçmişler ancak erginlerin kanat yapılarında anomaliler görülmüştür. Larval periyot süresinin, uygulanan tüm dozlarda kontrol grubuna göre uzamıştır.

Hız vd. (2016), *Galleria mellonella* 'da fluorokinolon grubu antibiyotik olan gemifloksasinin böceğin dişi ve erkek ömür uzunluğu, eşey oranı, yumurta verimi, açılma oranı gibi biyolojik özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Bu antibiyotiği

içeren besinlerle beslenen böceklerde ergin ömür uzunluğu ile erkek ve dişi eşey oranını etkilenmemiş ancak yumurta verimi ciddi derecede düşmüştür. Böceğin biyolojik özelliklerinin gemifloksasin artan konsantrasyonlarına bağlı olarak ciddi şekilde etkilendiği belirlenmiştir.

Kaczynski vd. (2016), mezotritonun toprak sistemi üzerinde yayılımı ile mısırdaki dehidrojenaz aktivitesi üzerine etkilerini araştırmıştır. İlk kez herbisit çeşitli dozlarda uygulanan asidik ve alkalik ortamdaki davranışları açıklamışlardır. Sonuçlar, mezotritonun uygulanmasının toprakta dehidrojenaz aktivitesini etkilediğini göstermiştir.

Kastamonuluoğlu ve Büyükgüzel (2012), *Galleria mellonella* L. yapay besin ortamına eklenen Allilamin sınıfından sentetik antifungal antibiyotik olan terbinafinin böceğin biyolojik özelliklerine (yaşama, gelişme, eşey oranı, ergin dişi ve erkek ömür uzunluğu, yumurta verimi, açılma oranı gibi) etkisini araştırmıştır. Ayrıca, böceğin son evre larvalarının orta bağırsağında malondialdehit, protein karbonil miktarları ve glutatyon S-transferaz aktivitesi üzerine olan etkilerini incelemiştir. Böceğin ergin biyolojik özellikleri ile orta bağırsak oksidatif durum ve detoksifikasyon kapasitesinde terbinafin konsantrasyonlarına bağlı değişimler olduğu sonucuna varılmıştır.

Kılıç vd. (2015), *Galleria mellonella* 'nın farklı gelişme evrelerinde benzimidazol sınıfı bir antihelmintik olan triklabendazolun, yaşama oranı ve gelişme süresi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bu maddenin düşük konsantrasyonlarında, ergin olma ve son evre larva oranı kontrol grubuna göre ciddi derecede düşük bulunmuş, pupa olma oranı yönünden kontrol grubu ile arasında istatistiksel fark bulunmamıştır. Tam tersine, en yüksek besinsel triklabendazol konsantrasyonunda, pupa ve ergin evreye ulaşma oranı kontrol grubundan ciddi derecede düşük bulunurken, kontrol grubu ile 7. evreye ulaşan larva oranı arasında farklılık görülmemiştir. Bu çalışmanın önemi, kimyasal yapısı ve etki mekanizması farklı olan antihelmintiklerin zararlı böcek kontrolünde, çevreye ve hedef olmayan canlılara karşı minimum zararlı kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır.

Kurt ve Kayış (2013), *Galleria mellonella* 'nın hemositleri üzerinde farklı deltametrin konsantrasyonlarının etkilerini araştırmışlardır. Bu böcekte prohemosit, granülosit, sferülosit, plazmatosit ve önositler ve olmak üzere beş farklı hemosit tanımlamışlar ve toplam hemosit sayısı (THS) ciddi şekilde deltametrinden

etkilenmiştir. Deltametrinin *G. mellonella*' da genotoksik hasarlara neden olduğu ve immün sisteminini etkilediği sonucuna varmışlardır.

Özer ve Emre (2011), *Galleria mellonella*' nın lipit, karbonhidrat ve total protein miktarlarına farklı Diazinon konsantrasyonlarının etkilerini araştırmıştır. Denenen bütün diazinon oranlarında protein yüzdelerinde ciddi bir etkileşim görülmemiş ve lipit yüzdesi önemli oranda etkilenmemiştir. Besinde 60.00 µl/100 g diazinon bulunması durumunda karbonhidrat yüzdesi önemli derecede etkilenecek artmış, 120.00 µl içerdiğinde ise azaldığı gözlenmiştir.

Özparlak vd. (2003), 5. evre *G. mellonella* larvalarında bir kitin sentez inhibitörü olan teflubenzuronun etkilerini incelemiştir. Larvalar 250, 500 ve 1000 ppm teflubenzuron içerikli besinle beslendiği zaman teflubenzuronun kütikula birikimini bozduğunu ve işlem yapılan larvalarda kütikula kalınlığının kontrol grubuna göre ciddi derecede azaldığı gözlenmiştir.

Piancini vd. (2015), uygun mesotrione konsantrasyonlarına (1.8, 7, 30, 115 e 460 µg L<sup>-1</sup>) şiddetli (96 h) maruz kalmanın etkisini *Oreochromis niloticus* ve *Geophagus brasiliensis* 'in karaciğerinde ölçmüşlerdir. *O.niloticus* 'un glutatyon peroksidaz aktivitesi ve glutatyon konsantrasyonu ile *G.brasiliensis*'in SOD vs glutatyon-S-transferaz aktivitesinde bir artış gözlemlenmiş her iki türün de tüm dokularında DNA hasarında önemli artış bulmuşlardır. Çalışmalarının sonuçları, mezotriona şiddetli maruziyetin her iki türe de oksidatif stres ve DNA hasarını indükleyebildiğini göstermiştir.

Taşkıran ve Er (2016), bitkisel kaynaklı bir insektisit olan azadirachtinin, *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae)'ya topikal olarak uygulanmasının böcekte biyolojik parametrelere, yumurta verimine ve hücrel bağışıklık tepkilerine etkileri belirlemiştir. Azadirachtinin topikal olarak uygulanması toplam yumurta verimini azaltmış, uygulamayı takiben 24 ve 48 saatlik periyotlarda toplam hemosit sayılarında belirgin bir düşüş, granülosit sayısındaki azalma ve plazmatosit sayısındaki artış sadece 100 ppm'de önemli bulunurken, prohemosit ve önositoid oranlarındaki değişimler anlamlı bulunmamıştır. Mitotik hemositlerin oranları ise 1000 ve 3000 ppm'de azalma göstermiştir. Bu çalışma, Entegre zararlı yönetiminde kullanılmaya aday olan azadirachtinin, model böcek *G. mellonella*'da biyolojik parametrelere ve hücrel bağışıklık tepkilerine etkilerini ilk kez ortaya koymuştur.

Yalçinkaya ve Coşkun (2013), organofosforlu insektisit fenthionun değişik subletal konsantrasyonlarının *Galleria mellonella* larvalarında antioksidan enzimler, lipid peroksidasyonu ve oksidatif stres oluşturma potansiyelleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Fenthion CAT aktivitesinde ve MDA miktarında artışa, protein düzeylerinde azalmaya neden olmuştur. Yüksek fenthion dozları SOD aktivitesini önemli ölçüde azaltırken, düşük fenthion dozları SOD aktivitesi artırmıştır. CAT and SOD gibi antioksidan enzimlerin aktivitesi fenthion'un oksidatif strese bağlı toksisitesinden etkilenerek böcekte oksidatif stres oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Yılmaz ve Nurulloğlu (2013), değişik dozlarda alüminyum klorür içeren besinle beslenen *G.mellonella* 'da, larval ve pupal gelişimi, larva ve pupa ağırlığı, son evre larvada hemosit sayısı, erginleşmesi, ergin ağırlığı, ergin eşey oranı, ergin ömür süresi, erginde morfolojik anormallikler ve kimyasalın etkilerini araştırmış, alüminyum klorür uygulamasına bağlı olarak *G. mellonella*'nın larval ve pupal gelişim sürelerinin ve ergin ömür uzunluğunun kısaltıldığını belirlemiştir. Ayrıca, larval, pupal ve ergin ağırlıklarının, gelişim oranlarının, eşey oranlarının, ergin morfolojisinin ve larval hemosit sayısının alüminyum klorür uygulamalarından etkilenmediğini tespit etmiştir.

Zorlu ve Nurulloğlu (2016), farklı dozlarda titanyum dioksit eklenmiş besinlerle beslenen *Galleria mellonella*'da hemolenf toplam protein miktarı ve gelişme fizyolojisi ile hemolenf MDA seviyesi ve antioksidan enzim (GST, SOD ve CAT) aktivitelerini incelemiştir. Titanyum dioksit etkisine bağlı olarak, doz gruplarında kontrol grubuna göre, pup ve ergin ağırlıklarının, larval ve pupal gelişim süresinin, erkek ömür uzunluğunun arttığı bulunmuştur. Toplam protein miktarının sadece 1000 ppm, MDA seviyesinin ise 100, 500 ve 1000 ppm dozlarda arttığı belirlenmiştir. GST, SOD ve CAT aktiviteleri dozlara bağlı olarak değiştiği sonucuna varılmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Deneyde kullanılacak böceklerinin yetiştirilmesi

Herbisit mezotrionun büyük balmumu güvesi *Galleria mellonella* L. larvalarının SOD, Katalaz, MDA aktivitesi üzerine etkileri ile karbonhidrat lipit ve protein miktarı tayininin incelendiği bu çalışmada kullanılacak stok böcek kültürü %70±5 bağıl nem ve 28±2 °C koşullarda 24 saat karanlık fotoperiyodu uygulanan laboratuvar koşullarında Bronskill (1961) tarafından gösterilen yapay besinle yetiştirildi.

Hazırlanan besin, bir litrelik plastik kavanozların yaklaşık 2/3'ne kadar dolduruldu. İçerisinde besin bulunan plastik kavanozların içine bırakılan *G.mellonella* ergin erkek ve dişi böceklerinin çiftleşmesi sonucunda dişilerin bıraktığı yumurtaların açılmasıyla stok böcek kültürünün devamlılığı sağlandı. Yumurtalardan çıkan larvaların gelişimlerini tamamlamasıyla 7. evre larvaları meydana geldi. Larvalar Şekil 3.1. de besin ortamında görülmektedir.

##### 3.1.2. Kontrol besinin hazırlanması

*G. mellonella* larvalarına besin olarak 2000 ml kepek, 300 ml gliserin, 300 ml petek, 100 ml bal ve 100 ml saf sudan oluşan besin bileşenleri geniş bir kap içerisinde el yardımı ile gliserininin diğer bileşenlerce emilmesi için bir süre karıştırıldı.



Şekil 3.1. Bronskill (1961) 'in bal, petek, saf su, kepek ve gliserin karışımından hazırladığı yarı sentetik besin ortamında bulunan *G. mellonella* larvaları.

### 3.2. Yöntem

Deneylere başlamadan önce mezotrionun *Galleria mellonella* L. larvaları için LD<sub>50</sub> değeri µl/mg olarak hesaplandı.

Hazırlanan farklı mezotrion ( 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1 µl/mg) konsantrasyonları son larval evredeki böceklere enjekte edildi. Enzim aktivitelerinin belirlenmesi için her serinin her tekrarında 3 böcek, her karbonhidrat ve lipit tayini için de 1 böcek, petri kaplarına konularak 24, 48, 72 ve 96 saatlik gruplar oluşturuldu. Deney periyodu sonunda böcekler petrilere alınıp tartılarak -80 °C de biyokimyasal analizler yapılarak kadar bekletildi. -80 °C de saklanan larvalar SOD, ve Katalaz enzim aktiviteleri ile MDA , protein, lipit ve karbonhidrat miktarı tayini için kullanıldı.

#### 3.2.1. Protein ve Enzim Analizleri İçin Böceklerin Homojenizasyonu

Analiz işlemlerini yapmak için -80 °C de bekletilen *Galleria mellonella* larvaları deney tüplerine konuldu ve fenol oksidaz aktifliğinin önlenmesi için tüplerin içerisine birkaç (0,01 g ) fenilthioure kristali eklendi ve 1/5 oranında fosfat tamponu (pH7.4) ile 24000 devir/dk da homojenize edildi. Homojenize edilen örnekler +4 °C de 10000 devirde 15 dakikalık santrifüj işlemi sonucu oluşan supernatant enzim ve protein analizleri için kullanıldı.

#### 3.2.2. Protein Miktarının Tayini

Santrifüj sonucu oluşan süpernatanttan protein miktarı tayini Lowry vd. (1951) yöntemiyle yapıldı. Standart olarak Sığır Serum Albumin çözeltisiyle protein değerleri belirlendi.

**Çözelti A:** [% 2 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (0.1 N NaOH içinde)] : 2 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> tartılarak 0.1 N NaOH içerisinde toplam hacim 100 ml'ye tamamlanacak şekilde çözüldü.

**Çözelti B1:** (% 1 CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O): 1 g CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O tartılarak bidistile saf su ile çözeltinin hacmi toplam 100 ml'ye tamamlanarak çözüldü.

**Çözelti B2:** (%2 Na-K-tartarat): 2 g Na-K-tartarat tartılarak bidistile saf su ile çözeltinin hacmi toplam 100 ml'ye tamamlanarak çözüldü.

**Çözelti C:** 50 hacim çözelti A, 1 hacim 1/1 oranındaki çözelti B1 ve B2 karışımı ile karıştırıldı.

**Folin-ciocalteu çözeltisi:** Kullanmadan önce 1/1.5 oranında bidistile saf su ile seyreltildi.

Protein miktarı tayininden önce 100 ml'sinde 1 g sığır serum albümin (Sigma; A-2153) bulunan stok çözelti elde edildi ve seyreltme yoluyla bu çözeltiden 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1 mg/ml albümin içeren standart çözeltiler hazırlandı. Her bir standart çözeltinin 750 nm'deki absorpsiyon değerleri, Lowry vd. (1951) protein ölçümü yöntemi kullanılarak spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800) okundu. Protein tayini yapmak amacıyla kör tüpüne 0.3 ml bidistile saf su ve üzerine 3 ml çözelti C ilave edildi, oda sıcaklığında 15 dakika bekletildikten sonra 0.3 ml Folin-ciocalteu eklendi. Kör tüpü 30 dakika daha oda sıcaklığında bekletilip 750 nm'de okundu. Örnekleri okumak için ilk olarak 0.3 ml örnek üzerine 3 ml çözelti C ilave edildi ve 15 dakika oda sıcaklığında bekletildi. Daha sonra üzerine 0.3 ml Folin-ciocalteu eklenerek 30 dakika daha bekletildi. Örneklerin köre karşı absorbans değerleri 750 nm'de okundu. Spektrofotometrede ölçülen ışık absorpsiyon değeri regresyon doğrusu denkleminde yerine koyularak bir deney serisinin bir tekrarındaki böceklerde toplam protein miktarı belirlendi.

### 3.2.3. Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesinin Belirlenmesi

SOD aktivitesi tayininde Sun vd. (1988) tarafından geliştirilen yöntem kullanıldı.

**Reaktif çözeltisi (20 testlik):** 10 ml EDTA ( $C_{10}H_{14}N_2O_2Na_2H_2O$ ) çözeltisi, 20 ml ksantin çözeltisi, 6 ml  $Na_2CO_3$  çözeltisi, 3 ml BSA (Bovin serum albümin) çözeltisi ve 10 ml NBT (Nitrotetrazoliumbluechloride) çözeltisi karıştırılarak hazırlandı.

**Ksantinoksidaz (EC:1.17.3.2) (Sigma; X1875) (167 U/l)** enziminden 48  $\mu$ l alınarak, 3 ml 2M buz içerisinde tutulan  $(NH_4)_2SO_4$  de çözüldü.

**2M (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:** 2.643 g (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> toplam hacim 10 ml'ye ayarlanarak bidistile saf suda çözüldü.

**CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (0.8 mM):** 13,6 mg CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O toplam hacim 100 ml'ye ayarlanarak bidistile saf içerisinde çözüldü.

Her bir örneğin SOD aktivitesinin tayini için iki tüp alındı. Kör tüpüne 1.425 ml reaktif çözeltisi konuldu, üzerine 0.025 ml ksantinoksidaz çözeltisi eklendi ve karıştırıldı. Oda sıcaklığında 20 dakika bekletildikten sonra 0.05 ml bakır klorür ilave edilerek reaksiyonun durması sağlandı. Son olarak protein kaynaklı absorbans sonuçları etkilemesin diye 0.05 ml örnek eklenerek, spektrofotometrede saf suya karşı 560 nm de okundu. Örnek tüpüne yeniden 1.425 ml reaktif çözeltisi konuldu, üzerine 0.025 ml ksantinoksidaz ile 0.05 ml örnek eklendi ve oda sıcaklığında 20 dakika bekletildi. Sonra 0.05 ml bakır klorür eklenerek reaksiyonun durması sağlandı ve 560 nm de okundu.

#### **Hesaplama:**

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{(\text{Absorbans kör} - \text{Absorbans numune}) \times 100}{\text{Absorbans kör}}$$

$$\text{Aktivite (U/ml)} = \frac{\% \text{ İnhibisyon}}{50 \times 0.1}$$

$$\text{Spesifik aktivite (U/mg protein)} = \frac{\text{Aktivite (U/ml)}}{\text{Protein miktarı (mg/ml)}}$$

#### **3.2.4. Katalaz (CAT) Aktivitesinin Belirlenmesi**

Katalaz aktivitesinin tayininde Aebi (1974) yöntemi kullanıldı. Çözelti olarak Fosfat tamponu (50 mM) ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30 mM) kullanıldı.

Katalaz aktivitesi tayininde kör ve numune tüpü olarak belirlenen iki tüp alındı, kör tüpüne 2.8 ml 30 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve üzerine 0.2 ml fosfat tamponu ilave edildikten hemen sonra seri olarak çalkalandı. 240 nm'de 30 saniye aralıklarla spektrofotometrede iki kez okundu. Örnek tüpüne yine aynı miktarda 30 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve üzerine 0.2 ml örnek

eklendikten sonra hızlıca çalkalanarak 240 nm'de absorbanların okuması yapıldı. Okumalar, ilk okuma A1, ikinci okuma A2 şeklinde adlandırıldı.

**Hesaplama:**

$$U = \frac{2.3}{\Delta x} \times \log \frac{A_1}{A_2}$$

$$U = \frac{2.3}{30} \times \log \frac{A_1}{A_2}$$

Formülüyle hesaplandı ve katalaz aktivitesi U/mg protein olarak ifade edildi.

**3.2.5. Malondialdehit (MDA) Aktivitesinin Tayini**

MDA aktivitesinin belirlenmesinde Dubovskiy vd. (2008) metodu kullanıldı.

**Çözeltiler**

TBA (%0.8): 0.8 g TBA tartıldı ve 100 ml distile suda çözüldü.

TCA (%20): 20 g TCA tartıldı 100 ml distile suda eritildi.

**Stok Standart :** 1,1,3,3 Tetrametoksipropan.

MDA aktivitesi tayini için süpernatantan alınan 250µl örnek, 125 µl % 20 TCA ile karıştırıldı. Bu karışım 15000 devirde, 10 dakika süreyle +4 °C derecede santrifüj edildi. Tüpteki süpernatant (300 µl), 200 µl TBA ile karıştırıldı ve 60 dakika süreyle sıcak su banyosunda (90°C) bekletildi. Bu işlem sonunda 535 nm de spektrofotometrede okuma yapıldı. Sonuçlar standart eğride değerlendirildi. Standart olarak 1,1,3,3 Tetrametoksipropan kullanıldı. Stok standarttan 6.6 µl alınıp bidistile saf su eklenerek 100 ml 'ye tamamlandı. Bu hazırlanan çözeltiden 10, 20, 40, 60, 80 ve 100 nmol/ml lik çalışma standartları hazırlandı ve standart eğri çizimi için örneklere yapılan işlemin aynısı yapılarak standart eğri çizimi gerçekleştirildi. Bu eğriden yararlanılarak MDA miktarı hesaplandı.

### 3.2.6. Lipit ve Karbonhidrat Analizi İçin Böceklerin Homojenizasyonu

Lipit ve karbonhidrat analizi için, yaş ağırlıkları alınan ve -80 °C de bekletilen *Galleria mellonella* larvaları, deney tüplerine alındı.

Oda sıcaklığında buz çözüldükten sonra üzerlerine 2 ml sodyum sülfat eklendi ve melaninleşmeyi önlemek için birkaç fenilthioure kristali konuldu ve Ultra-Turrax ile 24000 devir/dk da homojenize edildi. Homojenizasyon işlemi takiben tüplere 8 ml kloroform/metanol (1/2) çözeltisi eklendi ve 10000 devir / dk da 10 dk santrifüj edildi. Tüplerde oluşan süpernatanttan 0.2 ml alındı, karbonhidrat ve lipit analizlerinde kullanıldı.

### 3.2.7. Lipit Miktarının Belirlenmesi

Çözeltiler;

- 1- **%2 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:** 2 gr Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tartılarak balon jodede saf su ile 100 ml ye tamamlandı.
- 2- **Vanilin-Fosforik Asit:** 600 mg vanilin 100 ml sıcak suda çözüldü ve 400 ml % 85 'lik fosforik asitle karıştırılarak karanlıkta saklandı.
- 3- **Konsantre Sülfürik Asit (%95–97).**
- 4- **Kloroform/Metanol Karışımı (1/2):** Erlenmayer içerisinde 10 ml kloroform ile 20 ml metanol karıştırıldı ve ağzı sıkıca kapatılarak saklandı.

Analizler için, stoklanan örneklerdeki total lipit miktarının belirlenmesinde Van Handel (1985b) in geliştirdiği yöntem kullanıldı.

Lipit analizleri sonucunda elde edilecek lipit değerlerinin belirlenmesi amacıyla, öncelikle lipit standart grafiği çizildi. Bu işlem için % 0.1 lik mısır yağı kullanıldı. Stok standart çözelti konsantrasyonunun 1 mg/ml olması sağlandı. Bunun için kloroform/metanol (1/2) çözeltisi kullanıldı. Daha sonra bu stok çözeltilerden seri seyreltmeler ile 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1 mg/ml mısır yağı içeren çözeltiler hazırlandı.

Hazırlanan her tüpten 200 er µl alınıp deney tüplerine aktarıldı. Bu tüpler homojenizasyon sırasında eklenen kloroform/methanol karışımı buharlaşınca kadar 90 °C lik su banyosunda bekletildi. Su banyosundan alınan tüplere 40 µl konsantre sülfürik asit çözeltisi eklendi ve vortex ile karıştırıldı. Tekrar 2 dk boyunca 90 °C lik su banyosunda bekletildi. Bu işlemi takiben soğutulan tüpler içerisine 960 µl vanilin fosforik asit reaktifi eklendi. Tüpler karıştırıldı ve oda sıcaklığında 30 dk bekletildi ve bir renk oluşumu gözlemlendi. Bu işlemlerin sonunda tüpler karıştırılarak spektrofotometrede 525 nm de tüplerin absorbans değerleri köre karşı okundu. Her standart çözelti konsantrasyonu için bu işlemler beş kez tekrarlandı. Elde edilen absorbans değerleri ile standart lipit grafiği (regresyon eğrisi) çizildi.

Bu regresyon denkleminde, okunan absorbansların yerine konulmasıyla örneklerin lipit miktarları hesaplandı.

Lipit analizi yapmak için, santrifüj sonucunda elde edilen süpernatantlardan 200'er µl örnek alındı ve deney tüplerine konuldu. Bu tüplerin içinde bulunan kloroform/metanol çözeltisi tamamen buharlaşana kadar 90°C lik su banyosunda bekletildi. Bu işlem sonunda kalan lipit çökeleğinin üzerine, 40 µl konsantre sülfürik asit çözeltisi eklenerek tüpler vortex ile karıştırıldı ve 90°C lik su banyosunda 2 dk daha bekletildi. Tüpler soğutulduktan sonra her bir tüp içerisine, 960 µl vanilin-fosforik asit reaktifi eklendi ve tüpler 30 dk oda sıcaklığında bırakılarak renk oluşumu sağlandı. Son işlem olarak tüpler karıştırıldı ve tüplerin absorbans değerleri spektrofotometrede 525 nm dalga boyunda köre karşı okundu. Okunan absorbans değerleri, standart grafikte yerine konularak değerlendirildi ve toplam lipit miktarı belirlendi.

### **3.2.8. Karbonhidrat Miktarının Belirlenmesi**

Karbonhidrat miktarının belirlenmesinde Van Handel (1985a) in geliştirdiği yöntem kullanıldı.

Çözeltiler;

- 1- **Antron Çözeltisi:** 750 mg antron, 150 ml bidistile saf su ve 380 ml konsantre H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> içinde çözüldü.

- 2- **%2 lik Sodyum Sülfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) çözeltisi:** 2 gr  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  tartıldı ve son hacim 100 ml olacak şekilde bidistile saf su ile çözüldü.
- 3- **Kloroform/Metanol Karışımı (1/2):** Erlenmayer içinde 10 ml kloroform ve 20 ml metanol karıştırıldı ve ağzı sıkıca kapatılarak saklandı.

Karbonhidrat miktarı tayininden önce, mililitresi 0.1 g saf glikojen (Sigma G-8751) içeren bir stok çözelti hazırlanarak bu çözülden seyreltme yöntemiyle 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1 mg/ml glikojen standart çözeltiler elde edildi. Bu glikojen standardı serisine Van Handel (1985a) metodu uygulanarak, örnekler spektrofotometrede 625 nm dalga boyunda okundu ve oluşan absorbans değerlerinden standart glikojen grafiği (regresyon doğrusu) çizildi.

Karbonhidrat analizi için, santrifüj sonucunda elde edilen süpernatantlardan 200'er µl örnek alındı ve deney tüplerine konuldu. Bu tüplerin içinde bulunan kloroform/metanol çözeltisi tamamen buharlaşana kadar 90°C lik su banyosunda bekletildi. Tüpler soğutulduktan sonra üzerlerine 1 ml antron çözeltisi eklendi ve 90°C lik su banyosunda 15 dakika daha bekletildi. Süre sonunda buzdolabında soğutulan tüplerin absorbansı spektrofotometrede 625 nm dalga boyunda okundu. Elde edilen absorbans değerleri regresyon denklemine yerine koyularak, 1 ml örnek içindeki total karbonhidrat miktarı mg cinsinden elde edildi.

### **3.3. Verilerin değerlendirilmesi**

Deneyler farklı zaman dilimlerinde beşer defa tekrarlandı. Bir deney serisinden elde edilen veriler, kontrol besini ve kendi aralarında karşılaştırılarak değerlendirildi. Verileri karşılaştırmak için varyans analiz yöntemi, ortalamalar arasındaki farkın öneminin kontrolü için ise Student Newman Keul's (SNK) testi, bilgisayarda SPSS istatistik veri paketi kullanılarak uygulandı.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Mezotrionun *G. mellonella*' nın Toplam Protein Miktarına Etkileri

Denenen farklı mezotrion konsantrasyonlarının *G.mellonella*' nın toplam protein miktarına olan etkileri çizelge 4.1. 'de gösterilmiştir. Deney periyodunun 24 ve 72. saatlerinde *G. mellonella* larvalarının protein miktarlarında tüm konsantrasyonlarda kontrol grubuna göre bir azalma olmakla beraber istatistiksel olarak fark gözlenmemektedir.

Çizelge 4.1. Mezotrionun farklı konsantrasyonlarının *Galleria mellonella*' nın toplam protein miktarına etkileri

Konsantrasyon	PROTEİN(mg/100mg)			
	24 Saat (Ort±Std)	48 Saat (Ort±Std)	72 Saat (Ort±Std)	96 Saat (Ort±Std)
Kontrol	6.260±0.170a	6.062±0.080c	6.164±0.229a	6.122±0.248b
0.1 µg	6.086±0.160a	6.022±0.100c	6.090±0.259a	5.744±0.072ab
0.2 µg	5.922±0.067a	5.756±0.217bc	5.752±0.248a	5.712±0.218ab
0.3 µg	6.046±0.223a	5.556±0.166bc	5.896±0.324a	6.078±0.297b
0.4 µg	5.696±0.154a	5.392±0.095b	5.948±0.226a	5.482±0.120ab
0.5 µg	5.954±0.137a	5.672±0.060bc	5.984±0.286a	5.460±0.147ab
0.6 µg	5.730±0.085a	5.590±0.078bc	5.856±0.383a	5.526±0.326ab
0.7 µg	6.052±0.202a	5.570±0.072bc	5.790±0.199a	5.708±0.192ab
0.8 µg	5.850±0.135a	5.548±0.233bc	5.502±0.297a	5.724±0.175ab
0.9 µg	6.082±0.211a	4.626±0.125a	5.624±0.304a	5.464±0.249ab
1 µg	5.846±0.163a	4.770±0.115a	5.426±0.317a	4.948±0.163a

\*: a, b, c harfleri ortalamalar arasındaki farkları göstermektedir. Aynı sütundaki aynı harfi içeren veriler arasında istatistiksel ayırım yoktur ( $P>0.05$ )

(Ort±Std): Beş tekrarın ortalaması±standart hata

48. saat periyodunda kontrol grubunda 6.062 mg olan mezotrion konsantrasyonu istatistiksel olarak önemli ölçüde azalarak 0.4 µg konsantrasyonda 5.392 mg, 0.9 µg konsantrasyonda 4.626 mg, 1.0 µg konsantrasyonda 4.770 mg olarak hesaplanmıştır. 96. saatte kontrol grubu ile 0.1 – 0.9 µg arasındaki konsantrasyonlarda bir azalma gözlenmekle beraber istatistiksel olarak fark yoktur

#### 4.2. Mezotrionun günlere göre *G. mellonella*'nın Toplam Protein Miktarına Etkileri

Çizelge 4.2. Mezotrionun farklı konsantrasyonlarının *G. mellonella*'nın toplam protein miktarına zamana bağlı etkileri

Konsantrasyon	PROTEİN (mg/100mg)			
	24 Saat (Ort±Std)	48 Saat (Ort±Std)	72 Saat (Ort±Std)	96 Saat (Ort±Std)
Kontrol	6.260±0.170x	6.062±0.080x	6.164±0.229x	6.122±0.248x
0.1 µg	6.086±0.160x	6.022±0.100x	6.090±0.259x	5.744±0.072x
0.2 µg	5.922±0.067x	5.756±0.217x	5.752±0.248x	5.712±0.218x
0.3 µg	6.046±0.223x	5.556±0.166x	5.896±0.324x	6.078±0.297x
0.4 µg	5.696±0.154x	5.392±0.095x	5.948±0.226x	5.482±0.120x
0.5 µg	5.954±0.137x	5.672±0.060x	5.984±0.286x	5.460±0.147x
0.6 µg	5.730±0.085x	5.590±0.078x	5.856±0.383x	5.526±0.326x
0.7 µg	6.052±0.202x	5.570±0.072x	5.790±0.199x	5.708±0.192x
0.8 µg	5.850±0.135x	5.548±0.233x	5.502±0.297x	5.724±0.175x
0.9 µg	6.082±0.211y	4.626±0.125x	5.624±0.304y	5.464±0.249y
1 µg	5.846±0.163y	4.770±0.115x	5.426±0.317xy	4.948±0.163x

\*: x, y harfleri ortalamalar arasındaki farkları göstermektedir. Aynı satırdaki aynı harfi içeren veriler arasında istatistiksel ayırım yoktur ( $P>0.05$ )  
(Ort±Std): Beş tekrarın ortalaması±standart hata

Mezotrionun farklı konsantrasyonlarının günlere göre *G.mellonella*'nın toplam protein miktarına olan etkileri çizelge 4.2. 'de gösterilmiştir. Kontrol grubunda ve 0.1 µg, 0.2 µg, 0.3 µg, 0.4 µg, 0.5 µg, 0.6 µg, 0.7 µg, 0.8 µg konsantrasyonlarda elde edilen

veriler incelendiğinde 24. saatten itibaren 96. saate kadar değerler arasında bir azalma gözlenmekle beraber istatistiksel olarak fark yoktur. 0.9 µg konsantrasyonda 24. saatte 6.082 mg olan protein miktarı, 48. saatte önemli ölçüde azalarak 4.626 mg olarak hesaplanmış, 72 ve 96. saatlerde 24. saate göre bir azalma olmakla beraber istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir. 1.0 µg konsantrasyonda 24. saatte 5.846 mg olan protein miktarı, 48, 72 ve 96. saatlerde önemli ölçüde azalarak sırasıyla 4.770 mg, 5.426 mg ve 4.948 mg olarak hesaplanmıştır.

### 4.3. Mezotrionun *G. mellonella*'nın Lipit Miktarına Etkileri

Çizelge 4.3. Farklı mezotrion konsantrasyonlarının *G. mellonella*'nın toplam lipit miktarına etkileri

Konsantrasyon	LİPİT (mg/100mg)			
	24 Saat (Ort±Std)	48 Saat (Ort±Std)	72 Saat (Ort±Std)	96 Saat (Ort±Std)
Kontrol	7.200±0.075d	6.900±0.152e	6.580±0.200e	6.080±0.554b
0.1 µg	6.903±0.058cd	6.697±0.371de	5.997±0.130d	5.183±0.471a
0.2 µg	6.630±0.084bc	6.130±0.104cd	5.383±0.080c	5.010±0.091a
0.3 µg	6.523±0.139bc	6.010±0.098cd	5.310±0.196c	4.883±0.123a
0.4 µg	6.163±0.369b	6.190±0.155cd	5.746±0.098d	4.960±0.140a
0.5 µg	5.503±0.030a	5.757±0.066bc	5.200±0.100bc	4.850±0.081a
0.6 µg	5.283±0.187a	5.277±0.205ab	4.993±0.057bc	4.783±0.091a
0.7 µg	5.480±0.133a	5.253±0.246ab	4.943±0.017bc	4.767±0.329a
0.8 µg	5.353±0.127a	5.103±0.097ab	4.800±0.046b	4.547±0.187a
0.9 µg	5.243±0.122a	4.840±0.412a	4.400±0.090a	4.167±0.077a
1 µg	4.973±0.032a	4.737±0.003a	4.290±0.081a	4.153±0.079a

\*: a, b, c, d, e harfleri ortalamalar arasındaki farkları göstermektedir. Aynı sütündeki aynı harfi içeren veriler arasında istatistiksel ayırım yoktur ( $P>0.05$ )  
(Ort±Std): Beş tekrarın ortalaması±standart hata

Herbisit mezotrionun farklı konsantrasyonlarının *G.mellonella*'nın lipit miktarına olan etkileri çizelge 4.3. 'de gösterilmiştir. Deney periyodunun 24, 48, 72 ve 96. Saatlerdeki veriler incelendiğinde bütün konsantrasyonlarda kontrol grubuna göre bir azalma gözlenmektedir.

24. ve 48. Saatlerde kontrol grubu ile 0.1 µg konsantrasyon arasında istatistiksel olarak fark olmamakla beraber diğer 0.2 µg – 1.0 µg arasındaki konsantrasyonlarda önemli ölçüde azalma gözlenmektedir. 72. ve 96. saatlerde bütün mezotrion konsantrasyonlarında lipit miktarının kontrol grubuna göre önemli ölçüde azaldığı ve her iki zaman periyodunda en yüksek azalmanın 1.0 µg konsantrasyonda olduğu gözlenmektedir.

#### 4.4. Mezotrionun günlere göre *G. mellonella*'nın Lipit Miktarına Etkileri

Çizelge 4.4. Farklı mezotrion konsantrasyonlarının *G. mellonella*'nın toplam lipit miktarına zamana bağlı etkileri

Konsantrasyon	LİPİT (mg/100mg)			
	24 Saat (Ort±Std)	48 Saat (Ort±Std)	72 Saat (Ort±Std)	96 Saat (Ort±Std)
Kontrol	7.200±0.075x	6.900±0.152x	6.580±0.200x	6.080±0.554x
0.1 µg	6.903±0.058y	6.697±0.371y	5.997±0.130y	5.183±0.471x
0.2 µg	6.630±0.084t	6.130±0.104z	5.383±0.080y	5.010±0.091x
0.3 µg	6.523±0.139z	6.010±0.098y	5.310±0.196x	4.883±0.123x
0.4 µg	6.163±0.369y	6.190±0.155y	5.746±0.098y	4.960±0.140x
0.5 µg	5.503±0.030z	5.757±0.066t	5.200±0.100y	4.850±0.081x
0.6 µg	5.283±0.187x	5.277±0.205x	4.993±0.057x	4.783±0.091x
0.7 µg	5.480±0.133x	5.253±0.246x	4.943±0.017x	4.767±0.329x
0.8 µg	5.353±0.127z	5.103±0.097yz	4.800±0.046xy	4.547±0.187x
0.9 µg	5.243±0.122y	4.840±0.412xy	4.400±0.090xy	4.167±0.077x
1 µg	4.973±0.032z	4.737±0.003y	4.290±0.081x	4.153±0.079x

\*: x, y, z, t harfleri ortalamalar arasındaki farkları göstermektedir. Aynı satırdaki aynı harfi içeren veriler arasında istatistiksel ayırım yoktur ( $P>0.05$ )  
(Ort±Std): Beş tekrarın ortalaması±standart hata

Mezotrionun farklı konsantrasyonlarının günlere göre *G.mellonella*'nın lipit miktarına etkileri çizelge 4.4. 'de gösterilmiştir. Kontrol grubu, 0.6 µg ve 0.7 µg konsantrasyonlarda elde edilen veriler incelendiğinde 24. saat ile 48, 72. ve 96. saatler arasında bir azalma olmakla beraber istatistiksel olarak fark gözlenmemektedir. 0.1 µg, 0.4 µg ve 0.9 µg konsantrasyonlarda 24. saat ile 48 ve 72. saatler arasında istatistiksel olarak

fark olmamakla birlikte 96. Saatte önemli ölçüde azalma gözlenmektedir. Lipit miktarının 0.2 µg, 0.3 µg, 0.5 µg ve 1.0 µg konsantrasyonlarda 24. saate göre 48, 72 ve 96. saatlerde önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. 0.8 µg konsantrasyonda ise 24. saat periyodunda 5.353 mg olan lipit miktarı 72. ve 96. Saatlerde önemli ölçüde azalarak sırasıyla 4.800 mg ve 4.547 mg olarak hesaplanmıştır.

#### 4.5. Mezo-trionun *G. mellonella*'nın Toplam Karbonhidrat Miktarına Etkileri

Çizelge 4.5. Farklı mezo-trion konsantrasyonlarının *G. mellonella*'nın toplam karbonhidrat miktarına etkileri

KARBONHİDRAT (mg/100mg)				
Konsantrasyon	24 Saat (Ort±Std)	48 Saat (Ort±Std)	72 Saat (Ort±Std)	96 Saat (Ort±Std)
Kontrol	13.323±0.118c	12.426±0.170d	11.007±0.167b	10.000±0.105c
0.1 µg	12.380±0.365bc	11.827±0.619cd	10.983±0.467b	9.847±0.335bc
0.2 µg	12.283±0.238bc	11.620±0.436bcd	10.140±0.144a	9.370±0.082abc
0.3 µg	12.127±0.290b	11.463±0.074bcd	10.130±0.106a	9.283±0.095abc
0.4 µg	11.850±0.251ab	10.753±0.641abc	9.633±0.139a	9.317±0.316abc
0.5 µg	11.460±0.271ab	10.643±0.194abc	9.657±0.243a	9.180±0.119abc
0.6 µg	11.420±0.536ab	10.840±0.266abc	9.590±0.201a	9.080±0.119abc
0.7 µg	11.257±0.128ab	10.780±0.164abc	9.613±0.217a	8.947±0.284abc
0.8 µg	11.143±0.235ab	10.490±0.195abc	9.523±0.182a	8.957±0.382abc
0.9 µg	11.020±0.180ab	10.193±0.099ab	9.507±0.023a	8.890±0.130ab
1 µg	10.617±0.376a	9.887±0.099a	9.097±0.226a	8.537±0.083a

\*: a, b, c, d harfleri ortalamalar arasındaki farkları göstermektedir. Aynı sütundaki aynı harfi içeren veriler arasında istatistiksel ayırım yoktur ( $P>0.05$ )

(Ort±Std): Beş tekrarın ortalaması±standart hata

Farklı mezo-trionun konsantrasyonlarının *G. mellonella*'nın toplam karbonhidrat miktarına olan etkileri çizelge 4.5. 'de gösterilmiştir. Deney periyodunun 24, 48, 72 ve 96. saatlerinde *G. mellonella* larvalarının karbonhidrat miktarlarında tüm konsantrasyonlarda kontrol grubuna göre bir azalma gözlenmekle birlikte, 24. saatte 0.1 µg ve 0.2 µg düşük mezo-trion konsantrasyonları ile, 48. Saatte 0.1 µg, 0.2 µg ve 0.3 µg konsantrasyonları ile, 72. saatte sadece 0.1 µg konsantrasyonu ile kontrol grupları arasında istatistiksel olarak fark yoktur ancak diğer konsantrasyonlarda önemli ölçüde

azalma gözlenmektedir. 96. saatte ise kontrol grubunda 10.00 mg olan karbonhidrat miktarı 0.9 µg ve 1.0 µg gibi yüksek mezotrion konsantrasyonlarında önemli ölçüde azalarak sırasıyla 8.890 µg ve 8.537 µg olarak hesaplanmış, diğer mezotrion konsantrasyonlarında bir azalma olmakla beraber istatistiksel olarak fark yoktur.

#### 4.6. Mezotrionun günlere göre *G. mellonella*'nın Toplam Karbonhidrat Miktarına Etkileri

Çizelge 4.6. Farklı mezotrion konsantrasyonlarının *G. mellonella*'nın toplam karbonhidrat miktarına zamana bağlı etkileri

KARBONHİDRAT (mg/100mg)				
Konsantrasyon	24 Saat (Ort±Std)	48 Saat (Ort±Std)	72 Saat (Ort±Std)	96 Saat (Ort±Std)
Kontrol	13.323±0.118t	12.426±0.170z	11.007±0.167y	10.000±0.105x
0.1 µg	12.380±0.365y	11.827±0.619y	10.983±0.467xy	9.847±0.335x
0.2 µg	12.283±0.238y	11.620±0.436y	10.140±0.144x	9.370±0.082x
0.3 µg	12.127±0.290t	11.463±0.074z	10.130±0.106y	9.283±0.095x
0.4 µg	11.850±0.251y	10.753±0.641xy	9.633±0.139x	9.317±0.316x
0.5 µg	11.460±0.271z	10.643±0.194y	9.657±0.243x	9.180±0.119x
0.6 µg	11.420±0.536y	10.840±0.266y	9.590±0.201x	9.080±0.119x
0.7 µg	11.257±0.128y	10.780±0.164y	9.613±0.217x	8.947±0.284x
0.8 µg	11.143±0.235y	10.490±0.195y	9.523±0.182x	8.957±0.382x
0.9 µg	11.020±0.180t	10.193±0.099z	9.507±0.023y	8.890±0.130x
1 µg	10.617±0.376y	9.887±0.099y	9.097±0.226x	8.537±0.083x

\*: x, y, z, t harfleri ortalamalar arasındaki farkları göstermektedir. Aynı satırdaki aynı harfi içeren veriler arasında istatistiksel ayırım yoktur ( $P>0.05$ )

(Ort±Std): Beş tekrarın ortalaması±standart hata

Farklı mezotrion konsantrasyonlarının günlere göre *G.mellonella*'nın karbonhidrat miktarına etkileri çizelge 4.6. 'da gösterilmiştir. Kontrol grubunda, 0.3 µg ve 0.9 µg konsantrasyonlarda elde edilen veriler incelendiğinde karbonhidrat miktarının 24. saatten itibaren 96. saate kadar tüm zaman periyotlarında önemli ölçüde azaldığı gözlenmektedir. 0.1 µg konsantrasyonda 24. Saatte 12.380 mg olarak hesaplanan karbonhidrat miktarı ile 48 ve 72. saatteki değerler arasında istatistiksel olarak fark olmamakla beraber 96. saatte önemli ölçüde azalma meydana gelmiş ve karbonhidrat

miktarı 9.847 mg olarak hesaplanmıştır. 0.5 µg konsantrasyonda ise 24. Saatte 11.460 mg olarak hesaplanan karbonhidrat değeri 48,72 ve 96. Saatlük periyotlarda önemli ölçüde azalarak sırasıyla 10.643 mg , 9.657 mg , 9.180 mg olarak hesaplanmıştır.

#### 4.7. Mezotrionun *G. mellonella*'nın SOD Enzim Aktivitesine Etkileri

Çizelge 4.7. Mezotrionun farklı konsantrasyonlarının *G. mellonella*'nın SOD enzim aktivitesine etkileri

Konsantrasyon	SOD (U/mg protein)			
	24 Saat (Ort±Std)	48 Saat (Ort±Std)	72 Saat (Ort±Std)	96 Saat (Ort±Std)
Kontrol	1.282±0.163a	1.356±0.057a	1.394±0.037a	1.468±0.020a
0.1 µg	1.782±0.172b	1.586±0.062b	1.630±0.014ab	1.646±0.056ab
0.2 µg	1.348±0.011a	1.622±0.060bc	1.666±0.042ab	1.688±0.038abc
0.3 µg	1.356±0.022a	1.692±0.020bcd	1.626±0.077ab	1.848±0.032bcd
0.4 µg	1.552±0.014ab	1.742±0.018bcd	1.602±0.106ab	1.858±0.029bcd
0.5 µg	1.534±0.034ab	1.810±0.031bcde	1.780±0.030b	1.982±0.045cd
0.6 µg	1.816±0.024b	1.854±0.041cde	1.720±0.030b	1.896±0.159bcd
0.7 µg	1.836±0.046b	1.916±0.021def	1.882±0.087b	1.984±0.113cd
0.8 µg	1.846±0.019b	1.986±0.077ef	1.942±0.066b	2.012±0.028cd
0.9 µg	1.862±0.057b	2.092±0.030f	2.228±0.169c	1.998±0.062cd
1 µg	2.130±0.042c	2.440±0.124g	2.478±0.048d	2.070±0.081d

\*: a, b, c, d, e, f, g harfleri ortalamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı sütundaki aynı harfi içeren veriler arasında istatistiksel ayırım yoktur ( $P>0.05$ )  
(Ort±Std): Beş tekrarın ortalaması±standart hata

Denenen farklı mezotrion konsantrasyonlarının *G.mellonella*'nın SOD enzim aktivitesine etkileri çizelge 4.7. 'de gösterilmiştir. Deney periyodunun 24, 48, 72 ve 96. saatlerinde mezotrion enjekte edilen *G. mellonella* larvalarının SOD enzim aktivitelerinde tüm konsantrasyonlarda bir artış gözlenmekle birlikte, 24. saatte 0.1 µg, 0.6 µg, 0.7 µg, 0.8 µg, 0.9 µg ve 1.0 µg konsantrasyonlarda, 48. saatte tüm mezotrion

konsantrasyonlarında, 72. saatte 0.5 µg, 0.6 µg, 0.7 µg, 0.8 µg, 0.9 µg, 1.0 µg konsantrasyonlarında ve 96. saatte 0.3 µg, 0.4 µg, 0.5 µg, 0.6 µg, 0.7 µg, 0.8 µg, 0.9 µg ve 1.0 µg konsantrasyonlarında SOD enzim aktivitesinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli ölçüde arttığı gözlenmektedir.

#### 4.8. Mezotrionun günlere göre *G. mellonella*'nın SOD Enzim Aktivitesine Etkileri

Çizelge 4.8. Farklı mezotrion konsantrasyonlarının *G. mellonella*'nın SOD enzim aktivitesine zamana bağlı etkileri

Konsantrasyon	SOD (U/mg protein)			
	24 Saat (Ort±Std)	48 Saat (Ort±Std)	72 Saat (Ort±Std)	96 Saat (Ort±Std)
Kontrol	1.282±0.163x	1.356±0.057x	1.394±0.037x	1.468±0.020x
0.1 µg	1.782±0.172x	1.586±0.062x	1.630±0.014x	1.646±0.056x
0.2 µg	1.348±0.011x	1.622±0.060y	1.666±0.042y	1.688±0.038y
0.3 µg	1.356±0.022x	1.692±0.020y	1.626±0.077y	1.848±0.032z
0.4 µg	1.552±0.014x	1.742±0.018xy	1.602±0.106x	1.858±0.029y
0.5 µg	1.534±0.034x	1.810±0.031y	1.780±0.030y	1.982±0.045z
0.6 µg	1.816±0.024x	1.854±0.041x	1.720±0.030x	1.896±0.159x
0.7 µg	1.836±0.046x	1.916±0.021x	1.882±0.087x	1.984±0.113x
0.8 µg	1.846±0.019x	1.986±0.077x	1.942±0.066x	2.012±0.028x
0.9 µg	1.862±0.057x	2.092±0.030x	2.228±0.169x	1.998±0.062x
1 µg	2.130±0.042x	2.440±0.124y	2.478±0.048y	2.070±0.081x

\*: x, y, z harfleri ortalamalar arasındaki farkları göstermektedir. Aynı satırdaki aynı harfi içeren veriler arasında istatistiksel ayırım yoktur ( $P>0.05$ )  
(Ort±Std): Beş tekrarın ortalaması±standart hata

Mezotrionun farklı konsantrasyonlarının günlere göre *G.mellonella*'nın SOD enzim aktivitesine etkileri çizelge 4.8. 'de gösterilmiştir. Kontrol grubu ve 0.1 µg, 0.6 µg, 0.7 µg, 0.8 µg, 0.9 µg konsantrasyonlarda elde edilen veriler incelendiğinde 24. saat ile 48, 72 ve 96. saatler arasında bir artış olmakla birlikte istatistiksel olarak fark yoktur.

0.4 µg konsantrasyonda 24. Saatte 1.552 U/mg pr olan SOD enzim aktivitesi 96. Saatte önemli ölçüde artarak 1.858 U/mg pr olarak hesaplanmıştır. 0.5 µg konsantrasyonda 24. saatte 1.534 U/mg pr olan SOD enzim aktivitesi 48,72 ve 96 saatte önemli ölçüde artarak sırasıyla 1.810 U/mg pr, 1.780 U/mg pr, 1.982 U/mg pr olarak hesaplanmıştır. 1.0 µg konsantrasyonda 24 ile 96. saat arasında istatistiksel olarak fark olmamakla birlikte, 24. saatte 2.130 U/mg pr olan SOD enzim aktivitesi 48 ve 72. Saatlerde önemli ölçüde artarak sırasıyla 2.440 U/mg pr ve 2.478 U/mg pr olarak hesaplanmıştır. 0.2 µg ve 0.3 µg konsantrasyonlarda SOD enzim aktivitesi 24. Saate göre 48, 72 ve 96. Saatlerde önemli ölçüde artmıştır.

#### **4.9. Mezotrionun *G. mellonella*'nın CAT Aktivitesine Etkileri**

Mezotrionun farklı konsantrasyonlarının *G.mellonella*'nın CAT enzim aktivitesine olan etkileri çizelge 4.9. 'da gösterilmiştir. Deney periyodunun 24, 48, 72 ve 96. saatlerinde tüm konsantrasyonlarda *G. mellonella* larvalarının CAT aktivitelerinde kontrol grubuna göre bir artış gözlenmektedir. 24. saatte kontrol grubu ile 0.5 µg konsantrasyon arasındaki tüm konsantrasyonlarda, 48. saatte kontrol grubu ve 0.1 µg konsantrasyon arasında, 72. Saatte kontrol grubu ile 0.3 µg konsantrasyon arasındaki tüm konsantrasyonlarda bir artış söz konusu olmakla beraber istatistiksel olarak fark yoktur. Ancak 24. saatte 0.6 µg, 0.7 µg, 0.8 µg, 0.9 ve 1.0 µg mezotrion konsantrasyonlarında, 48. saatte 0.2 µg, 0.3 µg, 0.4 µg, 0.5, 0.6 µg, 0.7 µg, 0.8 µg, 0.9 ve 1.0 µg mezotrion konsantrasyonlarında, 72. saatte 0.4 µg, 0.5, 0.6 µg, 0.7 µg, 0.8 µg, 0.9 ve 1.0 µg mezotrion konsantrasyonlarında, 96. saatte tüm mezotrion konsantrasyonlarında kontrol grubuna göre önemli ölçüde bir artış gözlenmektedir.

Çizelge 4.9. Farklı mezotrion konsantrasyonlarının *G. mellonella*' nin CAT enzim aktivitesine etkileri

Konsantrasyon	CAT (U/mg protein)			
	24 Saat (Ort±Std)	48 Saat (Ort±Std)	72 Saat (Ort±Std)	96 Saat (Ort±Std)
Kontrol	0.277±0.015a	0.278±0.013a	0.290±0.008a	0.277±0.011a
0.1 µg	0.299±0.005ab	0.305±0.004ab	0.310±0.010ab	0.321±0.010b
0.2 µg	0.305±0.004abc	0.317±0.006b	0.324±0.010abc	0.335±0.009b
0.3 µg	0.304±0.002abc	0.328±0.008bc	0.337±0.023abcd	0.350±0.010bc
0.4 µg	0.310±0.005abc	0.340±0.011bc	0.359±0.012bcde	0.361±0.018bcd
0.5 µg	0.310±0.004abc	0.345±0.006bc	0.362±0.012bcde	0.380±0.011cde
0.6 µg	0.318±0.016bc	0.345±0.012bc	0.375±0.011cdef	0.400±0.010def
0.7 µg	0.326±0.006bc	0.365±0.008c	0.390±0.006def	0.406±0.009def
0.8 µg	0.339±0.006c	0.405±0.013d	0.399±0.022def	0.402±0.005def
0.9 µg	0.366±0.006d	0.419±0.014d	0.407±0.021ef	0.422±0.012ef
1 µg	0.402±0.013e	0.431±0.013d	0.427±0.017f	0.434±0.020f

\*: a, b, c, d, e, f harfleri ortalamalar arasındaki farkları göstermektedir. Aynı sütundaki aynı harfi içeren veriler arasında istatistiksel ayırım yoktur ( $P>0.05$ )  
(Ort±Std): Beş tekrarın ortalaması±standart hata

#### 4.10. Mezotrionun günlere göre *G. mellonella*' nin CAT Aktivitesine Etkileri

Mezotrionun farklı konsantrasyonlarının günlere göre *G.mellonella*'nin CAT enzim aktivitesine etkileri çizelge 4.10. 'da gösterilmiştir. Kontrol grubunda ve 0.1 µg, 0.3 µg, 0.9 µg, 1.0 µg konsantrasyonlarda elde edilen veriler incelendiğinde 24. saat ile 48,72 ve 96. saatler arasında bir artış gözlenmekle beraber istatistiksel olarak fark yoktur. 0.2 µg konsantrasyonda 24. saatte 0.305 U/mg pr olan CAT enzim aktivitesi 96. saatte önemli ölçüde artarak 0.335 U/mg pr olarak hesaplanmış olmakla beraber, 24. saat ile 48 ve 72. Saatler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.0.4 µg konsantrasyonda 24. Saatten 96. Saate kadar CAT enzim aktivitesinde artış gözlenmiş ancak 24 ile 48 saatler arasında ve 72 ile 96. saatler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. 0.5 µg ve 0.7 µg

konsantrasyonlarda 24. saatten itibaren 48, 72 ve 96. saatlerde CAT enzim aktivitesi istatistiksel olarak önemli ölçüde artmıştır. 0.6 µg konsantrasyonda 24. saat ve 48. saat arasında istatistiksel olarak fark olmamakla beraber, 72 ve 96. Saatlerde 24. Saate göre önemli ölçüde artış gözlenmiştir. 0.8 µg konsantrasyonda 24. Saatte 0.339 U/mg pr olan CAT enzim aktivitesi 48, 72 ve 96. saatlerde önemli ölçüde artarak sırasıyla 0.405 U/mg pr, 0.399 U/mg pr ve 0.402 U/mg pr olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.10. Farklı mezotrion konsantrasyonlarının *G. mellonella*'nın CAT enzim aktivitesine zamana bağlı etkileri

Konsantrasyon	CAT (U/mg protein)			
	24 Saat (Ort±Std)	48 Saat (Ort±Std)	72 Saat (Ort±Std)	96 Saat (Ort±Std)
Kontrol	0.277±0.015x	0.278±0.013x	0.290±0.008x	0.277±0.011x
0.1 µg	0.299±0.005x	0.305±0.004x	0.310±0.010x	0.321±0.010x
0.2 µg	0.305±0.004x	0.317±0.006xy	0.324±0.010xy	0.335±0.009y
0.3 µg	0.304±0.002x	0.328±0.008x	0.337±0.023x	0.350±0.010x
0.4 µg	0.310±0.005x	0.340±0.011xy	0.359±0.012y	0.362±0.018y
0.5 µg	0.310±0.004x	0.345±0.006y	0.362±0.012yz	0.380±0.011z
0.6 µg	0.318±0.016x	0.345±0.012xy	0.375±0.011yz	0.400±0.010z
0.7 µg	0.326±0.006x	0.365±0.008y	0.390±0.006z	0.406±0.009z
0.8 µg	0.339±0.006x	0.405±0.013y	0.399±0.022y	0.402±0.005y
0.9 µg	0.366±0.006x	0.419±0.014x	0.407±0.021x	0.422±0.012x
1 µg	0.402±0.013x	0.431±0.013x	0.427±0.017x	0.434±0.020x

\*: x, y, z harfleri ortalamalar arasındaki farkları göstermektedir. Aynı satırdaki aynı harfi içeren veriler arasında istatistiksel ayırım yoktur ( $P>0.05$ )

(Ort±Std): Beş tekrarın ortalaması±standart hata

#### 4.11. Mezo-trionun *G. mellonella*'nın Lipit Peroksidasyon (MDA) Düzeyine Etkileri

Çizelge 4.11. Farklı mezo-trion konsantrasyonlarının *G. mellonella*'nın MDA düzeyine etkileri

Konsantrasyon	MDA (nmol/mg protein)			
	24 Saat (Ort±Std)	48 Saat (Ort±Std)	72 Saat (Ort±Std)	96 Saat (Ort±Std)
Kontrol	21.50±0.280a	22.97±0.699a	23.76±0.478a	24.00±0.324a
0.1 µg	22.37±1.051ab	23.51±0.768a	27.86±0.602b	26.57±0.939ab
0.2 µg	23.30±0.645ab	26.19±0.486b	28.58±0.312b	27.84±0.158bc
0.3 µg	25.34±0.577bc	26.42±0.331b	28.56±0.530b	29.88±0.565cd
0.4 µg	26.62±0.312cd	26.63±0.053b	29.97±0.815bc	30.13±1.005cd
0.5 µg	27.42±0.417cde	27.05±0.232b	31.57±0.792c	31.17±0.743cd
0.6 µg	29.33±1.347de	29.27±0.497c	32.32±0.701c	32.42±0.841d
0.7 µg	29.83±1.220de	30.57±0.558c	32.45±1.307c	35.84±0.821e
0.8 µg	30.90±1.503e	30.81±0.711c	35.36±0.792d	36.33±0.701e
0.9 µg	30.97±0.847e	34.47±0.760d	35.37±0.719d	35.84±0.840e
1 µg	35.83±0.737f	35.84±0.515d	38.61±0.537e	38.79±1.200e

\*: a, b, c, d, e, f harfleri ortalamalar arasındaki farkları göstermektedir. Aynı sütundaki aynı harfi içeren veriler arasında istatistiksel ayırım yoktur ( $P>0.05$ )  
(Ort±Std): Beş tekrarın ortalaması±standart hata

Herbisit mezo-trionun farklı konsantrasyonlarının *G.mellonella*'nın MDA düzeylerine olan etkileri çizelge 4.11 'de gösterilmiştir. Deney periyodunun 24. saatinde kontrol grubu ile 0.1 µg ve 0.2 µg konsantrasyonları arasında, 48. ve 96. saatlerde ise kontrol grubu ile 0.1 µg konsantrasyon arasında bir artış olmakla beraber istatistiksel olarak fark yoktur. Ancak 24. saatte 0.3 µg, 0.4 µg, 0.5, 0.6 µg, 0.7 µg, 0.8 µg, 0.9, 1.0 µ konsantrasyonlarda, 48 ve 96. saatlerde 0.1 µg konsantrasyon haricindeki tüm konsantrasyonlarda, 72. saatte tüm mezo-trion konsantrasyonlarında kontrol grubuna göre önemli ölçüde artış gözlenmektedir.

#### 4.12. Mezotriyonun *G. mellonella*'nın günlere göre Lipit Peroksidasyon (MDA) Düzeyine Etkileri

Çizelge 4.12. Farklı mezotriyon konsantrasyonlarının *G. mellonella*'nin MDA düzeyine zamana bağlı etkileri

Konsantrasyon	MDA (nmol/mg protein)			
	24 Saat (Ort±Std)	48 Saat (Ort±Std)	72 Saat (Ort±Std)	96 Saat (Ort±Std)
Kontrol	21.50±0.280x	22.97±0.699y	23.76±0.478y	24.00±0.324y
0.1 µg	22.37±1.051x	23.51±0.768x	27.86±0.602y	26.57±0.939y
0.2 µg	23.30±0.645x	26.19±0.486y	28.58±0.312y	27.84±0.158y
0.3 µg	25.34±0.577x	26.42±0.331x	28.56±0.530y	29.88±0.565y
0.4 µg	26.62±0.312x	26.63±0.053x	29.97±0.815y	30.13±1.005y
0.5 µg	27.42±0.417x	27.05±0.232x	31.57±0.792y	31.17±0.743y
0.6 µg	29.33±1.347x	29.27±0.497x	32.32±0.701x	32.42±0.841x
0.7 µg	29.83±1.220x	30.57±0.558x	32.45±1.307x	35.84±0.821y
0.8 µg	30.90±1.503x	30.81±0.711x	35.36±0.792y	36.33±0.701y
0.9 µg	30.97±0.847x	34.47±0.760y	35.37±0.719y	35.84±0.840y
1 µg	35.83±0.737x	35.84±0.515x	38.61±0.537x	38.79±1.200x

\*: x, y harfleri ortalamalar arasındaki farkları göstermektedir. Aynı satırdaki aynı harfi içeren veriler arasında istatistiksel ayırım yoktur ( $P>0.05$ )

(Ort±Std): Beş tekrarın ortalaması±standart hata

Herbisit mezotriyonun farklı konsantrasyonlarının günlere göre *G. mellonella*'nin MDA düzeyine etkileri çizelge 4.12. 'de gösterilmiştir. 0.6 µg ve 1.0 µg konsantrasyonlarda elde edilen veriler incelendiğinde 24. saat ile 48, 72 ve 96. Saatler arasında bir artış olmakla beraber istatistiksel olarak fark yoktur. Kontrol grubunda ve 0.2 µg, 0.9 µg konsantrasyonlarda 24. Saate göre 48, 72 ve 96. saatlerde MDA düzeyi istatistiksel olarak önemli ölçüde artmıştır. 0.1 µg, 0.3 µg, 0.4 µg, 0.5 µg, 0.8 µg konsantrasyonlarda 24. saat ile 48. saat arasında istatistiksel olarak fark olmamakla beraber, 72 ve 96. saatlerde 24. saate göre önemli ölçüde artış gözlenmektedir. 0.7 µg konsantrasyonda 24. saatte 29.83 nmol/mg pr olan MDA düzeyi ile 48 ve 72.

Saatlerdeki MDA düzeyleri arasında istatiksels olarak fark olmamakla beraber, MDA düzeyi 96. saatte önemli ölçüde artarak 38.79 nmol/mg pr olarak hesaplanmıştır.



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Farklı mezotrion konsantrasyonlarının *G.mellonella*'nın toplam protein, karbonhidrat, lipit miktarı ile MDA seviyesi ve katalaz, SOD enzim aktivitelerine olan etkisinin incelendiği çalışmada birçok parametre herbisit miktarına bağlı olarak gelişen stres karşısında artma ve azalma eğilimindedir.

Çevreye ekonomik ve sağlık açısından hasar veren zararlı böceklerin ortadan kaldırılması ve tarımda kullanılacak protokollerin birçoğu, günümüze kadar yapılan çalışmalarından elde edilen veriler sayesinde gelişmektedir. Bu canlılarla savaşta üreticiler açısından en etkin ve öncelikli yöntem kimyasal mücadeledir. Ancak uygulanan kimyasal mücadelede sentetik kimyasalların aşırı ve bilinçsizce kullanımı sonucu bozulan doğal dengeyi yeniden restore etmeye yönelik alternatiflerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte insektisitlerin bilinçsizce kullanımının önüne de geçilmelidir.

Böceklerin yaşama ve üreme faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için diğer canlılar gibi belirli miktarlarda karbonhidrat, protein ve lipide ihtiyaçları vardır. Bu gereksinim büyük oranda alınan besinlerden sağlanmaktadır (Coskun ve Emre 2015). Gerekli biyomoleküller, larva evresinde depolanabilir veya erginler tarafından öncül moleküllerin dışarıdan alınmasıyla üretilebilir.

Proteinler, böcek gelişimi ve büyümesi için gerekli olan en önemli biyokimyasal bileşenlerden biridir. Mojarab-Mahboubkar vd. (2015) yaptıkları çalışmada *Helicoverpa armigera* Hübner larvaları için protein, trigliserit ve glikozun aktivitesinde bir azalmaya neden olduğunu göstermişlerdir. Yaptığımız çalışmada bazı yüksek herbisit konsantrasyonları tarafından oluşan protein, karbonhidrat ve lipit miktarındaki azalma durumu, *G. mellonella* larvalarında da dışarıdan enerji ihtiyacını karşılayacak besin alımını gerçekleştirmediği için depo edilen glikojen ve protein bileşenlerini kullanma gereksinimine yol açmış olabilir. Bu tükenme, bir enerji talebinin ve metabolizmanın artmasına bağlı da olabilir. Ayrıca, protein bu böceklerin maruz kaldığı stres koşullarından kurtulmak için enerji gereksinimini karşılamak üzere kullanılmış olabilir. Bununla birlikte özellikle 24 saatlik verilerden elde edilen sonuçlarda protein miktarı bakımından kontrol ile arasında çok önemli farklar görülmemiştir. Bu durum herbisit mezotrion stresinin azaltılması için geliştirilmiş fizyolojik bir adaptasyon mekanizması olabilir. Benzer durum Altuntaş 2015 tarafından yapılan çalışmada görülmüş olup

oluşan bu durum ethephon protein katabolizmasını olumlu yönde etkilediği şeklinde açıklanmıştır.

Lipitler üreme, hücrel onarım ve deri değiştirme için önemli bir enerji kaynağıdır. Birçok böcek türünde üreme olgunluğuna ulaşma ve yumurta üretimi için lipitlere gereksinim duyulduğu bilinmektedir (Vanderzant ve Richardson 1964). Böcekler ihtiyaç duydukları bu besinleri doğrudan doğroya besinden alabildikleri gibi vücutta depo edilmiş protein ve karbonhidrat rezervlerinden sentezleyebilirler. Sunulan çalışmada lipit miktarının denenen konsantrasyonlarında önemli şekilde düşmesine neden olmuştur. Bu durum uygulanan oranların artmasına bağlı olarak böceği strese sokarak bir an önce ergin evreye ulaşmak için lipit tüketiminin artmasının bir sonucu da olabilir. Bununla birlikte azalan lipoprotein stoklarını tamamlamak için lipit rezervleri kullanılırken mezotrion stresine maruz kalan larvalardaki oluşan organ ve doku hasarları lipit tarafından onarılmaktadır ve buda düşüşün diğer bir nedeni olabilir.

Böcekler yaşam süresi ve üreme performansına pozitif yönde etkide bulunduğu için karbonhidrat yönünden zengin bileşenleri tercih etmektedir. Genel olarak böcekler ana karbonhidrat kaynağı olarak glukoz, fruktoz ve sükrozu kullanırlarsa da bazı türlerin trehaloz gibi karbonhidratları da kullanabilme özellikleri besin kaynağının önemini ve çeşitliliğini ortaya koyması bakımından dikkat çekicidir. (Baker ve Baker 1983, Sasaki vd. 1990, Hendrix vd. 1992). Karbonhidrat miktarında belirgin düşüşlerin görülmesi böceklerin ilk olarak bu besin bileşenlerini kullanmaya başlamasından dolayı olabilir.

Canlılar sahip olduğu hücreler ile ROT 'ların oluşturduğu zararlara karşı antioksidanları kullanırlar. Bu antioksidanların birçoğu DNA ve protein kayıplarını düşürdüğü gibi lipit peroksidasyonunu da önlemektedir. (Felton ve Summers 1995, Lyakhovich vd. 2006, Dubovskiy vd. 2008). Askorbat peroksidaz, SOD, katalaz, peroksidaz, GST, askorbik asit ve vitamin E böceklerdeki antioksidan savunma sisteminin en önemli bileşenleridir (Felton ve Summers 1995). SOD organizmada oluşan süperoksit radikali  $O_2^{\cdot-}$  nin  $H_2O_2$  dönüşümünü sağlarken oluşan  $H_2O_2$  katalaz ve askorbat peroksidazlar sayesinde elimine edilir. Bununla birlikte, GST lipit peroksidasyonuna sebep olan etkenleri ortadan kaldırırken aynı zamanda hücrelerden hidrojen peroksiti uzaklaştırır (Barbehenn 2002, Dubovskiy vd. 2008). Sunulan çalışmada lipitlerin peroksidasyonunun bir göstergesi olarak MDA seviyesinin artması, böcekte oksidatif stresin meydana geldiği şeklinde yorumlanabilir. SOD ve Katalazın

serbest radikallerin ortadan kaldırılması için aktivilerinde meydana gelen artışa rağmen tüm radikallerin ortadan kaldırılmasında yetersiz kalmışlardır. Diğer antioksidan enzimler olan GST ve Askorbat peroksidazlar artan mezotrion karşısında inhibe olmuş ve görevini yerine getirmemiş olabilir. Bu enzimlerin aktiviteleri ölçülmediğinden kesin bir yargıya varamıyoruz. Ksenobiyotiklerin artışına bağlı olarak SOD, GST ve katalaz'ın aktivitesinde düşüşlerin olduğu ve bu durumda oksidatif stres ajanlarının enzimleri inaktive etmesi sonucu ortaya çıktığı birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır. Bu durum bizim çalışmamızda da ortaya çıkmış olabilir (Emre vd. 2013, Kayis vd. 2015).

*Galleria mellonella'* nın SOD aktivitesi, genel olarak denenen konsantrasyonlarında önemli ölçüde artmıştır. Gözlenen bu aktivite artışı, oksidatif stres sonucu artan süperoksit radikallerinin ortamdaki uzaklaştırılabilmesi için SOD aktivitesinin arttığını açıkça göstermesi açısından dikkat çekicidir.

Serbest radikal üretiminin artması veya antioksidan savunma sistemlerinin yetersiz kalması durumunda oksidatif stres oluşur ve bu da organizmada çeşitli hasarlara yol açar (Mercan 2004, Serafini ve Del Rio 2004).

Serbest radikal oluşumunun ana kaynağı organizmaya giren ksenobiyotikler ve bunların biyoaktivasyonu sonucu oluşan ürünlerdir. Birçok maddenin serbest radikal oluşturarak oksidatif hasara neden olduğu bilinmektedir. Herbisitlerin neden olduğu toksik etkilerin ortaya çıkarılmasında, serbest radikal oluşumu önemli rol oynar. Herbisitlerin farklı böcek türlerinin SOD aktiviteleri üzerine etkileri birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur. Bulunan sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Farklı herbisit oranları etkisinde bırakılan *G. mellonella* larvalarının katalaz aktivitesi, genel olarak konsantrasyon artışına bağlı olarak artmıştır. Mezotrionun neden olduğu oksidatif stres sonucunda artan hidrojen peroksidin ortamdaki uzaklaştırılabilmesi için katalaz aktivitesi ile birlikte SOD aktivitesinin lineer bir artışı söz konusudur. Bu durum bazı böcek türlerinde ortaya konmuştur. Katalaz ve SOD aktivitesi oksidatif strese bağlı olarak genellikle birlikte artma veya azalma eğilimi gösterirler. Söz konusu durum yapılan çalışmada da görülmektedir. Fakat bazı oksidatif stres ajanları bu durumun ortadan kalkmasına neden olabilmektedir.

SOD ile CAT arasında dengeli bir ilişki vardır. Askorbat peroksidaz aktivitesine bakılmadığı için kesin bir yargıya varılmamakla birlikte bu yönde çalışmaların yapılması oksidatif strese bağlı enzim aktivitelerinin açıklanmasına büyük katkıda bulunacaktır.

Reaktif atom ve moleküller paylaşılmamış elektronlarından dolayı serbest radikalleri meydana getirir. Serbest radikallerin hücre zarı ile etkileşmesi sonucunda, hücre zarının yapısında bulunan lipit ve proteinlerin hasara uğramasına bağlı olarak seri halde kimyasal reaksiyonlar meydana gelir. Bu reaksiyonlar sonucunda özellikle MDA ve protein karbonil ürünleri oluştuğu bilinmektedir. Bu ürünlerin miktarındaki artış lipit peroksidasyonunun ve protein oksidasyonunun önemli bir indikatörüdür. Herbisit lipit hidroperoksit miktarını yükseltmektedir. Ayrıca bazı kirleticilerin *G. mellonella* larvalarında oksidatif strese neden olduğuna yönelik yayınlar bulunmaktadır.

Yüksek konsantrasyonlardaki oksidatif stres belirteçleri olan MDA ve protein karbonil miktarlarındaki artış ile buna paralel olarak SOD enziminin aktivitesinin artması böceğin yaşamını devam ettirebilmek için geliştirdiği bir savunma mekanizmasıdır. Bu oksidatif stres parametrelerindeki yükselme böceğin yaşama oranında azalma, gelişim süresinde uzama, yumurta veriminde ve açılma oranında düşmeye neden olabilir. Bu sonuçlar herbisitlerin böceğin biyolojisi üzerindeki olumsuz etkisinde oksidatif stresin önemli rol oynadığını açıkça göstermektedir.

*Galleria mellonella* 'nın, sadece herbisitlerin etkilerinin ortaya çıkarıldığı çalışmalarda değil, ağır metal, insektisit, bakteri, fungi ve sıcaklık etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda da model organizma olarak kullanımı artmıştır. (Er vd. 2017; James ve Xu 2012; Kryukov vd. 2016; Maguire vd. 2017; Tarhan vd. 2013; Tsai vd. 2016; Wu ve Liu 2012; Yang vd. 2017). Fizyoloji, biyokimya, toksikoloji başta olmak üzere mikrobiyoloji, immünoloji, moleküler biyoloji ve genetik gibi birçok bilim dalına ait yapılan çalışmalarda, üretimi ile kullanımın kolay olması ve etik problemlerin olmamasından dolayı büyük balmumu güvesi *G.mellonella* larvalarının kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle taşıdığı antimikrobiyal peptitler açısından ileride insan sağlığı açısından da önemli bir görev üstlenecektir. Bu anlamda özellikle kullanımda olan mezotrion gibi moleküllerin etkilerinin detaylı olarak ortaya çıkarılması gelecekte yapılacak multidisipliner çalışmalara ışık tutacaktır. Bu bağlamda model organizma *G.mellonella* üzerine yapılacak daha detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR

- Aebi, H., (1974). Catalase, in *Methods of Enzymatic Analysis* (Bergemeyer, H U., ed) Academic Press, New York-London, 673-684.
- Aebi, H., (1984). Aebi, Hugo. ed. "Catalase in Vitro". *Meth. Enzymol., Methods in Enzymology* 105: 121–126. doi:10.1016/S0076-6879(84)05016-3. ISBN 0-12-182005-X. PMID 6727660.
- Ahmad, P., Serwat, M., Sharma, S., (2008). Reactive Oxygen Species, Antioxidants And Signaling in Plants, *J. Plant Physiol.*, 51(3):167-173.
- Ahmed, K., Khalique, F., Malik, B.A., (1998). Modified Artificial Diet For Mass Rearing of Chickpea Pod Borer, *Helicoverpa armigera* (H.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 1:183-187.
- Aktar, M.W., Sengupta, D., Chowdhury, A., (2009). Impact of Pesticides Use in Agriculture: Their Benefits and Hazards, *Interdiscip Toxicol.*, 2:1-12.
- Alloway, B.J., Ayres, D.C., (1997). *Chemical Principles of Environmental Pollution*, Blackie Academic and Professional, Chapman & Hall, London UK.
- Altuntaş, H., (2015). Effects of ethephon on the hemolymph metabolites of the greater wax moth *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Acta Physica Polonica A*, 128: 182-183, DOI: 10. 12693/AphysPolA.128.B-182.
- Amorim-Vaz, S., Delarze, E., Ischer, F., Sanglard, D., Coste, A.T., (2015). Examining The Virulence of *Candida Albicans* Transcription Factor Mutants Using *Galleria mellonella* and Mouse Infection Models, *Frontiers in Microbiology*, 6, e367.
- Armel, G. R., Hall, G. J., Wilson, H. P., Cullen, N., (2005). Mesotrione Plus Atrazine Mixtures For Control of Canada Thistle (*Cirsium arvense*), *Weed Sci.*, 53:202-211.
- Ankeny, R.A., (2006). Wormy Logic: Model Organisms as Case-Based Reasoning, *Working Papers on the Nature of Evidence: How Well Do ‘Facts’ Travel?* No. 07/06.
- Armstrong, D., Browne, R., (1994). *The Analysis of Free Radicals, Lipid Peroxides, Antioxidant Enzymes and Compounds to Oxidative Stress as Applied to The*

- Clinical Chemistry Laboratory, Free Radicals in Diagnostic Medicine, 366: 43-58.
- Baker, H. G. And Baker, I., (1983). Floral Nectar Constituents in Relation to Pollinator Type. In: Handbook Of Experimental Pollination Biology. Ed. By Jones, C. E.; Little, R. J. New York : Van Nostrand Reinhold, 117–141.
- Bandyopudya, U., Das, D., Banerjee, R. K., (1999). Reactive Oxygen Species: Oxidative Damage and Pathogenesis, Current Science, 77: 658-666.
- Barbehenn, R.V., (2002). Gut-Based Antioxidant Enzymes in a Polyphagous and a Graminivorous Grasshopper, J. Chem. Ecol., 28:1329–1347.
- Bardot, C., Besse-Hoggan, P., Carles,L., Le Gall,M., Clary,G., Chafey,P., Federici, C., Broussard,C., Batisson, I., (2015). How The Edaphic *Bacillus Megaterium* Strain Mes11 Adapts its Metabolism to the Herbicide Mesotrione Pressure, Environmental Pollution, 199:198-208.
- Bolognesi, C., (2003). Genotoxicity of Pesticides: A Review Of Human Biomonitoring Studies, Rev. Mutat. Res., 543: 251-272.
- Burges, H. D., (1978). Control of Wax Moth: Physical, Chemical and Biological Methods, Bee World, 59(4): 129-138.
- Büyükgüzel, E., Kayaoğlu, S., (2013). Niklozamidin *Galleria Mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) 'nın Bazı Biyolojik ve Fizyolojik Özelliklerine Etkisi, Türk. Entomol. Derg., 38 (1): 83-99.
- Bronskill, J.K., (1961). A Cage to Simplify the Rearing of Greater Wax Moth, *Galleria mellonella* (Pyralidae), J. Lep. Soc., 102-104.
- Castane, C., Zapata, R., (2005). Rearing the Predatory Bug *Macrolophus Caliginosus* on a Meat Based Diet, Biological Control, 34: 66-72.
- Cengiz, S., Büyükgüzel, E., (2011). Besinsel Borik Asit ve Fruktöz Karışımlarının *Galleria mellonella* l. (Lepidoptera:pyralidae) Üzerine Biyolojik ve Oksidatif Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Chang, C.P., Hsieh, F.K., (1992). Morphology and Bionomics of *Galleria mellonella*, Chinian Journal of Entomology, 12 (2):121-129.
- Chelikani, P., Fita, I., Loewen, P.C., (2004). "Diversity of Structures and Properties Among Catalases". Cell. Mol. Life Sci., 61(2): 192–208. doi:10.1007/s00018-003-3206-5. PMID 14745498.

- Chitra, K.P., Pillai, K.S., (2002). "Antioxidants in Health", Ind. J. Physiol. Pharmacol., 46(1):01-05.
- Cohen, A.C., (2001). Formalizing Insect Rearing and Artificial Diet Technology, American Entomologist, 47: 198-206.
- Collins, F.S., Patrinos, A., Jordan, E., Chakravarti, A., Gesteland, R., Walters, L. (1998). New Goals for The U.S. Human Genome Project: 1998-2003, Science, 282:682-689.
- Coskun, M., Emre, I. (2015). Role of Lipids, Amino Acids, and Sucrose on the Total Adult and Female Emergence, and Content of Glycogen and Protein in *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 108 (4), 820-826.
- Coudron, T.A., Wittmeyer, J., Kim, Y., (2002). Life History and Cost Analysis For Continuous Rearing of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) on a Zoophytophagous Artificial Diet, Journal of Economic Entomology, 95:1159-1168.
- Corsonlini, S., Ademollo, N., Romeo, T., Greco, S., Focardi, S., (2005). Persistent Organic Pollutants in Edible Fish: A Human and Environmental Health Problem, Microchem. J., 79:115–123.
- Dadd, R.H., (1973). Long-chain Polyenoics and The Essential Dieatary Fatty Acid Requirement of The Wax Moth, *Galleria mellonella* J.Insect Physiol., 29:779-786.
- Davy, A. J. (2002). Establishment and Manipulation of Plant Populations and Communities in Terrestrial Systems, Pages 223–241 in M. R. Perrow and A. J. Davy, editors, Handbook of Ecological Restoration. Volume 1: Principles of Restoration. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Dere, B., Nurullohoğlu, U., Altuntaş, H., (2015). Azadirachtin'in *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: pyralidae) Hemolenfinde Bulunan Bazı Antioksidan Enzimlerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Dietrich, M.R., Ankeny, R.A., Chen, P.M., (2014). Publication Trends in Model Organism Research, Genetics, 198:787–94.
- Dubovskiy, I. M., Martemyanov, V. V., Vorontsova, Y. L., Rantala, M. J., Gryzanova, E. V., Glupov, V. V., (2008). Effect of Bacterial Infection on Antioxidant

- Activity and Lipid Peroxidation in The Midgut of *Galleria mellonella* L. larvae (Lepidoptera, Pyralidae), Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 148:1-5.
- Dubovskiy, I. M., Yaroslavtseva, O. N., Kryukov, V. Yu., Benkovskaya, G. V., Glupov V. V., (2013). An Increase in The Immune System Activity of the Wax Moth *Galleria mellonella* and of The Colorado Potato Beetle *Leptinotarsa decemlineata* Under Effect Of Organophosphorus Insecticide, Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology, 49(6): 592—596.
- Durmuş, Y., Büyükgüzel, K., (2007). Sodyum Tetraboratın Büyük Bal Mumu Güvesi *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: pyralidae)'nin Yaşama, Gelişim ve Bazı Enzimlerinin Aktivitesi Üzerine Etkisi, Bilim Uzmanlığı Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Emre, I., Kayis, T., Coskun, M., Dursun, O., and Cogun, H.Y., (2013). Changes in antioxidative enzyme activity, glycogen, lipid, protein, and malondialdehyde content in cadmium-treated *Galleria mellonella* larvae, Annals of the Entomological Society of America, 106(3): 371-377.
- Enard, W., Khaitovich, P., Klose, J., Zöllner, S., Heissig, F., Giavalisco, P., Nieselt-Struwe, K., Muchmore, E., Varki, A., Ravid, R., Doxiadis, G.M., Bontrop, R.E., Pääbo, S., (2002). Intra- and Interspecific Variation in Primate Gene Expression Patterns, Science, 296:340–343.
- Er, A., Taşkıran, D., Sak, O., (2017). Azadirachtin-induced Effects on Various Life History Traits and Cellular Immune Reactions of *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae), Arch. Biol. Sci., 69(2):335-344.
- Evans, A.M., McCaw, J., Beggs, W., (2009). Could Herbicide Used to Control Alien Weeds Be Harming Threatened New Zealand spiders? J. Appl. Entomol., 133: 767–770.
- Evans, S.C., Shaw, E.M., Rypstra, A.L., (2010). Exposure to a Glyphosate-Based Herbicide Affects Agrobiont Predatory Arthropod Behaviour and Long-Term Survival, Ecotoxicology, 19:1249–1257.

- Felton, G.W., Summers, C.B., (1995). Antioxidant Systems in Insects. Arch. Insect Biochem. Physiol., 2:187–197.
- Flint, D., Tuminello, J., Emptage, M., (1993). The Inactivation of Fe-S Cluster Containing Hydro-Lyases By Superoxide, J. Biol. Chem., 268:22369-22376.
- Freeman, B.A., Crapo, J.D., (1989). Biology of Disease: Free Radicals and Tissue Injury, Lab. Invest., 47(5):412-426.
- Fridovich, I., (1995). Superoxide Radical and Superoxide Dismutase, Annual Review of Biochemistry, 64:97-112.
- Ghafourifar, P., Cadenas, E., (2005). Mitochondrial Nitric Oxide Synthase, Trends in Pharmacological Sciences, 26(4):190-195.
- Gibreel, T.M., Upton, M., (2013). Synthetic Epidermicin NI01 can Protect *Galleria mellonella* Larvae From Infection with *Staphylococcus aureus*, Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 68: 2269–2273.
- Gill, S.S., Tuteja, N., (2010). Reactive Oxygen Species and Antioxidant Machinery in Abiotic Stress Tolerance in Crop Plants, Plant Physiol.Biochem., 48: 909-930.
- Glendhill, A. J., Jones, B. K., Laird, W. J. D., (2001). Metabolism of 2-(4-methylsulphonyl-2-nitrobenzoyl)-1,3-cyclohexanedione (mesotrione) in Rat and Mouse, Xenobiotica, 31(10):733-747.
- Gomez-Lopez, A., Forastiero, A., Cendejas-Bueno, E., Gregson, L., Mellado, E., Howard, S.J., Livermore, J.L., Hope, W.W., Cuenca-Estrella, M., (2014). An Invertebrate Model to Evaluate Virulence in *Aspergillus fumigatus*: The Role of Azole Resistance, Medical Mycology, 52: 311–319.
- Goodsell, D.S., (2004). "Catalase" ([http : / / www. rcsb. org / pdb / static.do?p=education\\_discussion / molecule\\_of\\_the\\_month / pdb57\\_1.html](http://www.rcsb.org/pdb/static.do?p=education_discussion/molecule_of_the_month/pdb57_1.html)). Molecule of the Month, RCSB Protein Data Bank, Erişim tarihi 2007-02-11.
- Görer, N., Ünsal, S., (2011). Alsystin'in Altıncı Evre *Galleria mellonella* L. Larval İntegümenti Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Grenier, S., (2000). Rearing in Artificial Conditions as a Tool for Physiological or Behavioural Studies of Egg Parasitoid Insects, Proceedings XXI International Congress of Entomology, Iguaçú, Brazil, 389:1541.

- Haewoon, O., Young, M., Chang, Y., (1995). Developing Periods of Damage Patterns of Combs by the Wax Moth, *Galleria mellonella*, Journal of Apiculture Research, 10(1):5-10.
- Hamid, A.A., Aiyelaagbe, O.O., Balogun, G.A., (2011). Advances in Natural and Applied Sciences, Herbicides and its Applications, 5(2): 201-213.
- Haughton, A.J., Bell, J.R., Wilcox, A., Boatman, N.D., (2001). The Effects of The Herbicide Glyphosate on Non-Target Spiders: part I: Direct Effects on *Lepthyphantes tenuis* Under Laboratory Conditions, Pest Manag. Sci., 57:1033-1036.
- Haydak, M.H., (1936). A Food for Rearing Laboratory Insect, J.Econ. Ent., 29(5): 10-26.
- Hedges, S. B., (2002). The Origin and Evolution of Model Organisms, Nature Publishing Group, 3:838.
- Hendrix, D. L., Wei, Y. A. And Leggett, J. E., (1992). Homopteran Honeydew Sugar Composition is Determined by Both the Insect and Plant Species. Comp. Biochem. Physiol., 101b, 23–27.
- Hız, P., Erdem, M., Büyükgüzel, E., Büyükgüzel, K., (2016). Gemifloksasinin *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: pyralidae) Erginlerinin Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkisi, Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 22 (5): 777-784.
- Hill, M.K., (2004). Understanding Environmental Pollution, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Howard, I.M., Kathryn, W., Robert, S., Yang, M., Don, W., (1992). "Herbicides and Cancer", Journal of the National Cancer Institute, 84(24): 1866-1874.
- Hsieh, Y., Guan, Y., Tu, C., Bratt, P.J., Angerhofer, A., Lepok, J.R., Hickey, M.J., Tainer, J.A., Nick, H.S., Silverman, D.N., (1998). Probing the Active Site of Human Mn-SOD: the Role of Glutamine 143, Biochemistry, 37(14):4731-4739, ISSN 0006-2960.
- James, R. R., Xu, J., (2012). Mechanisms by Which Pesticides Affect Insect Immunity, Journal of Invertebrate Pathology, 109: 175-182.
- Kaczynski, P., Lozowicka, B., Hrynko, I., Wolejko, E., (2016). Behaviour of Mesotrione in Maize and Soil System and its Influence on Soil Dehydrogenase Activity, Science of the Total Environment, 571:1079–1088.

- Kamrin, M.A., (1997). Pesticide Profiles: Toxicity, Environmental Impact and Fate, CRC Press.
- Karuppanapandian, T., Moon, J.H., Kim, C., Manoharan, K., Kim, W., (2011). Reactive Oxygen Species in Plants: Their Generation, Signal Transduction and Scavenging Mechanisms, Australian J. Crop Scie., 5(6): 709-725.
- Kastamonuluoğlu, S., Büyükgüzel, E., (2012). Terbinafinin *Galleria mellonella* L. 'nın Bazı Biyolojik ve Biyokimyasal Parametrelerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak.
- Kayis, T., Coskun, M., Dursun, O., and Emre, I., (2015). Alterations in antioxidant enzyme activity, lipid peroxidation and ion balance induced by Dichlorvos in *Galleria mellonella* L. Annals of the Entomological Society of America: 108(4): 570-574.
- Kılıç, A., Büyükgüzel, K., Büyükgüzel, E., (2015). Antihelmintik Triklabendazolun Yapay Besin ile Beslenen *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) Larvalarının Yaşama ve Gelişimine Etkisi, Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 21 (6): 841-847.
- Koch, G., Nadal-Jimenez, P., Cool, R.H., Quax, W.J., (2014). Assessing Pseudomonas Virulence with Nonmammalian Host: *Galleria mellonella*, Methods in Molecular Biology, 1149: 681–688.
- Kolberg, R. L., Wiles, L. J., (2002). Effect of Steam Application on Cropland Weeds, Weed Technology, 16(1): 43-49.
- Kono, Y., Fridovich, I., (1983). Superoxide Radical Inhibits Catalase, J. Biol. Chem., 258: 3646-3648.
- Kurt, D., Kayış, T., (2013). Piretroit Grubu İnsektisit Deltametrinin *Galleria mellonella* L'nin Hemositleri Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman.
- Krishnamurthy, P. and Wadhvani, A., (2009). Antioxidant Enzymes and Human Health, Edited By Mohammed Amr El-Missiry, Antioxidant Enzyme, pp. 381.

- Kryukov, V. Y., Yaroslavtseva, O. N., Whitten, M. M., Tyurin, M. V., Ficken, K. J., Greig, C., Melo, N. R., Glupov, V. V., Dubovskiy, I. M., Butt, T. M., (2016). Fungal Infection Dynamics in Response to Temperature in The Lepidopteran Insect *Galleria mellonella*, *Insect Sci.*, doi: 10.1111/1744-7917.12426.
- Lowry, O. H., Rose Brough, N. J., Farr, A. L. and Randall, V. J., (1951). Protein Measurement with the Folin Phenol. *J. Biol. Chem.*, (193):265.
- Lyakhovich, V.V., Vavilin, V.A., Zenkov, N.K., Menshchikova, E.B., (2006). Active Defense Under Oxidative Stress, The Antioxidant Responsive Element, *Biochemistry (Mosc)*, 71: 962–1183.
- Maekawa, L.E., Rossoni, R.D., Barbosa, J.O., Jorge, A.O., Junqueira, J.C., Valera, M.C., (2015). Different Extracts of *Zingiber Officinale* Decrease *Enterococcus faecalis* Infection in *Galleria mellonella*, *Brazilian Dental Journal*, 26:105–109.
- Maehly, A., Chance, B., (1954). "The Assay of Catalases and Peroxidases", *Methods of Biochemical Analysis*, 1: 357–424. doi:10.1002/9780470110171.ch14. ISBN 978-0-470-11017-1. PMID 13193536.
- Maguire, R., Kunc, M., Hyrsl, P., Kavanagh K., (2017). Analysis of The Acute Response of *Galleria mellonella* Larvae to Potassium Nitrate, *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 195: 44-51.
- Mates, J.M., (2000). Effects of Antioxidant Enzymes in the Molecular Control of Reactive Oxygen Species Toxicology, *Toxicology*, 153(1-3): 83-104, ISSN 0300-483x.
- Mccann, S., Mccann, M., Casey, M., Jackman, M., Devereux, M., Mckee, V., (1998). Syntheses and X-Ray Crystal-Structures of [Mn(Bipy)(2)Cl-2]Center-Dot-2h(2)O-Center-Dot-Etoh and cis-[Mn(Phen)(2)Cl-2] (Bipy = 2,2'-Bipyridine Phen = 1,10-Phenanthroline) Catalysts for The Disproportionation of Hydrogen-peroxide, *Inorg. Chim. Acta.*, 279: 24-29.
- Mercan, U., (2004). Toksikolojide Serbest Radikallerin Önemi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Vet. Fak. Derg.* 15 (1-2): 91-96.

- Mitchell, G., Bartlett, D.W., Fraser, T. E.M., Hawkes, T. R., Holt, D. C., Townson, J. K., Wichert, R. A., (2001). Mesotrione: A New Selective Herbicide For Use in Maize, *Pest Manage. Sci.*, 57:120–128.
- Mohamed, M.A., Coppel, H.C., (1983). Mass Rearing of the Greater Wax Moth , *Galleria mellonella* (L.) (Lepitoptera:Pyralidae) for Small-Scale Laboratory Studies, *The Great Lakes Entomologist*, 16(4): 139-142.
- Mohamed, M.A., Coppel, H.C., (1983). Mass Rearing of the Greater Wax Moth , *Galleria mellonella* (L.) (Lepitoptera:Pyralidae) for Small-Scale Laboratory Studies, *The Great Lakes Entomologist*, 16(4): 139-141.
- Mojarab-Mahboubkar, M., Sendi, J. J., Aliakbar, A., (2015). Effect of *Artemisia annua* L. essential oil on toxicity, enzyme activities, and energy reserves of cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Plant Prote Ct Ion Research*. 55(4). DOI: 10.1515/jppr-2015-0049
- Muñoz-Gómez, A., Corredor, M., Benítez-Páez, A., Peláez, C., (2014). Development of Quantitative Proteomics Using iTRAQ Based On The Immunological Response of *Galleria mellonella* Larvae Challenged with *Fusarium oxysporum microconidia*. *PLoS ONE*, 9, e112179.
- Neufeld, T., Eshkenazi, I., Cohen, E., Rishpon, J., (2000). A Micro Flow Injection Electrochemical Biosensor for Organophosphorus Pesticides, *Biosens. Bioelectron.*, 15: 323–329.
- O’Sullivan, J., Zandstra, J., Sikkema, P., (2002). Sweet Corn (*Zea mays*) Cultivar Sensitivity to Mesotrione, *Weed Technol.*, 16: 421–425.
- Ortiz-Urquiza, A., Luo, Z., Keyhani, N.O., (2015). Improving Mycoinsecticides for Insect Biological Control, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99:1057-1068.
- Özer, C., Emre, İ., (2011). Subletal Dozlardaki Diazinon’ nun *Galleria mellonella* L.’ nin Bazı Biyokimyasal Parametrelerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Özparlak, H., Bakar, B., Ünsal, S., Aktümsek, A., (2003). Kitin Sentez İnhibitörü Teflubenzuron'un Beşinci Evre *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera:Pyralidae) Larvalarının Kütikulası Üzerindeki Etkileri, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (1-2):27-40.

- Pagel, M., (1999). Inferring the Historical Patterns of Biological Evolution, *Nature*, 401:877–884.
- Piancini, L.D.S., Guiloski, I.C., Silva de Assis, H.C., Cestaria, M.M., (2015). Mesotrione Herbicide Promotes Biochemical Changes and DNA Damage in Two Fish Species, *Toxicology Reports*, 2:1157–1163.
- Pimentel, D., Acquay, H., Biltonen, M., Rice, P., Silva, M., Nelson, J., Lipner, V., Giordano, S., Horowitz, A., D'Amore, M., (1992). Environmental and Human Costs of Pesticide Use, *Bioscience*, 42: 750-760.
- Pimentel, D., Greiner, A., (1997). Environmental and Socio-economic Costs of Pesticide Use, In. Pimentel, D., (Ed.), *Techniques for Reducing Pesticide Use: Economic and Environmental Benefits*, John Wiley and sons, Chichester, 51-78.
- Ramarao, N., Nielsen-Leroux, C., Lereclus, D., (2012). The insect *Galleria mellonella* as a Powerful Infection Model to Investigate Bacterial Pathogenesis, *Journal of Visualized Experiments*, 70, e4392.
- Ruiu, L., (2015). Insect Pathogenic Bacteria in Integrated Pest Management, *Insects*, 6:352–367.
- Sasaki, T., Aoki, T., Hayashi, H. and Ishikawa, H., 1990. Amino Acid Composition of the Honeydew of Symbiotic and Aposymbiotic Pea Aphids *Acyrtosiphon pisum*. *J. Insect Physiol.*, 36:35–40.
- Savolainen, K.M., Vähäkangas, K., (2009). Environmental Toxicology and Human Health, *Insecticides*, 1: 164-165.
- Scandalios, J. G., (1993). “Oxygen Stress and Superoxide Dismutases,” *Plant Physiology*, 101(1): 7–12.
- Schaich, K.M., (1992). Metals and Lipid Oxidation. *Contemporary Issues, Lipids*, 27(3):209-218.
- Serafini, M., Del Rio, D., (2004). Understanding the Association Between Dietary Antioxidants, Redox Status and Disease: Is the Total Antioxidant Capacity the Right Tool?. *Redox Report*, 9 (3): 145-152.
- Sevilla, C. L., Mahle, N. H., Eliezer, N., Uzieblo, A., O'Hara, S. M., Nokubo, M., Miller, R., Rouzer, C. A., Marnett, L. J., (1997). Development of Monoclonal

- Antibodies to The Malondialdehyde-Deoxyguanosine Adduct, Pyrimidopurinone, Chem. Res. Toxicol., 10:172-180.
- Sharma, D., Nagpal, A., Pakade, Y.B., Katnoria, J.K., (2010). Analytical Methods for Estimation of Organophosphorus Pesticide Residues in Fruits and Vegetables: a Review, Talanta, 82:1077–1089.
- Slater, T.F., (1984). “Free Radical Mechanism in Tissue Injury”, Biochem. J., 222: 1-15.
- Smith, T.L., (1965). External morphology of the Larva, Pupa and Adult of the Wax Moth *Galleria mellonella*, Journal of Kansas Entomology Society, 38 (3):287-310.
- Stanley-Samuelson, D.W., Dadd, R.H., (1984). Polyunsaturated Fatty Acids in The Lipids from Adult *Galleria mellonella* Reared on Diets to Which only one Unsaturated Fatty Acid Had Been Added, Insect Biochem., 14:321-327.
- Stark, J.D., Chen, X.D., Johnson, C.S., (2012). Effects of Herbicides on Behr's Metalmark Butterfly, a Surrogate Species for the Endangered Butterfly, Lange's Metalmark, Environ. Pollut., 164: 24–27.
- Steen, R.J.C.A., Freriks, I.L. Cofino, W.P., Brinkman, U.A.Th., (1997). Large Volume Injection Gas Chromatography-ion Trap Tandem MS for the Determination of Pesticides in the Marine Environment at the Low ng/l Level, Chim. Acta, 353:153.
- Sun, Y. Oberley, L.W. and Li, Y. (1988). A Simple Method for Clinical Assay of Superoxide Dismutase. Clin. Chem., 34(3): 497–500.
- Tang, B., Wang, Y., Zhu, J., Zhao, W., (2015). Web Resources for Model Organism Studies, Genomics Proteomics Bioinformatics, 13:64–68.
- Tarhan, L., Kayalı, H. A., Karacali, S., (2013). The Glutathione-related Detoxication Responses to Juvenile and Ecdysone Hormones in *Galleria mellonella*, Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 158(2): 117-121.
- Taşkıran, D., Er, A., (2016). Azadirachtin'in *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) ' da Hemositler Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

- Triantaphylidès, C., Havaux, M., (2009). Singlet Oxygen in Plants: Production, Detoxification and Signaling, *Trends Plant Sci.*, 14:219–228.
- Toner, K., Sojka, G., Ellis, R., (2000). "A Quantitative Enzyme Study; CATALASE" ([http:// web. archive. org/ web/ 20000612104029/ http:// www.facstaff. bucknell. edu/ toner/ gb/ lab121/ labs34. html](http://web.archive.org/web/20000612104029/http://www.facstaff.bucknell.edu/toner/gb/lab121/labs34.html)). bucknell.edu. Archived from the Original ([http:// www. facstaff. bucknell. edu/ toner/gb/ lab121/ labs34. html](http://www.facstaff.bucknell.edu/toner/gb/lab121/labs34.html)) on 2000-06-12, Retrieved 2007-02-11.
- Tsai, C. J., Loh, J. M., Proft, T., (2016). *Galleria mellonella* Infection Models for the Study of Bacterial Diseases and for Antimicrobial Drug Testing, *Virulence*, 2-7(3):214-29.
- Vanderzant, E.S. and C.D. Richardson, (1964). Nutrition of the adult boll weevil: lipid requirements. *J. Insect Physiol.*, 10:267- 272.
- Van Handel, E., (1985b). Rapid Determination of Total Lipid's Mosquitoes, *J. Am. Mosq. Control. Assoc.*, 1: 302-304.
- Van Handel, E., (1985a). Rapid Determination of Glycogen and Sugars in Mosquitoes, *J. Am. Mosq. Control. Assoc.*, 1: 199-301.
- Varsamis, D.G., Touloupakis, E., Morlacchi, P., Ghanotakis, D.F., Giardi, M.T., Cullen, D. C., (2008). Development of a Photosystem II-based Optical Microfluidic Sensor for Herbicide Detection, *Talanta*, 77: 42–47.
- Vidal, J. M. L., Espada, M. C. P., Frenich, A. G. and Arrebola, F. J., (2000). Pesticides Trace Analysis Using Solid-Phase Extraction and Gas Chromatography with Electron-Capture and Tandem Mass Spectrometric Detection in Water Samples, *Journal of Chromatography A.*, 867:235-245.
- Wang, L.-H., Tsai, A., Hsu, P.-Y. J., (2001). Substrate Binding is the Rate-limiting Step in Thromboxane Synthase Catalysis, *Biol. Chem.*, 276(18):14737-14743.
- Wright, J. (2003). *Environmental Chemistry*, Routledge Introductions to Environment Series, Taylor and Francis Group, NY, USA.
- Wu, H., Liu, Q., (2012). Antioxidative Responses in *Galleria mellonella* Larvae Infected with the Entomopathogenic Nematode *Heterorhabditis sp. Beicherriana*, *Biocontrol Sci. Techn.*, 22:601–606.
- Yagi, K., (1998). Simple Assay for the Level of Total Lipid Peroxides in Serum or Plasma, *Methods in Molecular Biology*, 108: 101-106.

- Yalçinkaya, E., Coşkun, M., (2013). Organofosforlu İnsektisit Fenthion' un *Galleria mellonella* L.' nin Antioksidan Savunma Sistemi ve Lipit Peroksidasyonu Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman.
- Yang, H. F., Pan, A. J., Hu, L. F., Liu, Y. Y., Cheng, J., Ye, Y., Li, J. B., (2017). *Galleria mellonella* as an In Vivo Model for Assessing The Efficacy of Antimicrobial Agents Against *Enterobacter cloacae* Infection, Journal of Microbiology, Immunology and Infection. 50:55-61.
- Yendol, W.G., (1970). Fatty Acid Composition of *Galleria mellonella* Larvae, Hemolymph and Diet (Lepidoptera:Galleridae), Ann. Ent. Soc. Amer., 63: 339-341.
- Yılmaz, E., Nurulloğlu, U., (2013). Farklı Dozlardaki Alüminyum Klorür'ün *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera:Pyralidae)'nın Biyolojisine ve Hemosit Sayılarına Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Zimdhal R. L., (1993). Fundamental of Weed Science, Academic Press, San Diego, CA.
- Zorlu, T., Nurulloğlu, U., (2016). Farklı Dozlardaki Titanyum Dioksit (TiO<sub>2</sub>) Nanopartikülünün *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera:Pyralidae)'nın Biyolojisine ve Enzim Sistemine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- <http://www.dragobarbuto.it/wp-content/uploads/2013/03/camola-del-miele.jpg>

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Turan TANKUT  
Doğum Yeri : Besni  
Doğum Tarihi : 29.01.1986  
Medeni Hali : Evli  
Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu ( Kurum ve Yıl )

Lise : Besni Lisesi (Y.D.A) - 2004  
Lisans : Mustafa Kemal Üniversitesi, Biyoloji Bölümü - 2010  
Yüksek Lisans : Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü - 2017

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

- Besni Kaymakamlığı Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı, 2012-Halen