

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
DİSİPLİNLERARASI ÇEVRE SAĞLIĞI ANABİLİM DALI



BAZI BİTKİSEL UÇUCU YAĞLARIN DEPO ZARARLISI
Tenebrio molitor (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)'UN BİYOLOJİSİNE
ETKİSİ, İNSEKTİSİT OLARAK KULLANIMI VE ÇEVREYE OLAN
ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ORHAN ŞİMŞEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Evrim SÖNMEZ

SİNOP - 2024

TEZ KABUL

ORHAN ŞİMŞEK tarafından hazırlanan **BAZI BİTKİSEL UÇUCU YAĞLARIN DEPO ZARARLISI *Tenebrio molitor* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)’UN BİYOLOJİSİNE ETKİSİ, İNSEKTİSİT OLARAK KULLANIMI VE ÇEVREYE OLAN ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ** başlıklı bu çalışma 17.07.2024 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **YÜKSEK LİSANS tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Aydan Acar Şahin
Ankara Üniversitesi/Fen Fakültesi

İmza

**Üye
(Danışman)**

Doç. Dr. Evrim Sönmez
Sinop Üniversitesi/Eğitim Fakültesi

İmza

Üye

Doç. Dr. Dilek Sağır
Sinop Üniversitesi/Sağlık Bilimleri Fakültesi

İmza

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Fadime Dirik

.....

ETİK BEYANI

Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Orhan ŞİMŞEK

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI BİTKİSEL UÇUCU YAĞLARIN DEPO ZARARLISI *Tenebrio molitor* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)'UN BİYOLOJİSİNE ETKİSİ, İNSEKTİSİT OLARAK KULLANIMI VE ÇEVREYE OLAN ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ORHAN ŞİMŞEK

SİNOP ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
DİSİPLİNLERARASI ÇEVRE SAĞLIĞI ANABİLİM DALI
DANIŞMAN: DOÇ. DR. EVRİM SÖNMEZ

Bu çalışma bitkisel uçucu yağların depo zararlıları üzerinde insektisit olarak sentetik pestisitlerin yerine kullanılabilirliğini araştırmak için yapılmıştır. Çalışmada *Tyhmus vulgaris* (Kekik), *Hypericum perforatum* (Sarı kantaron), *Pogostemon cablin* (Paçuli) ve *Azadirachta indica* (Tesbih Ağacı) bitkisel uçucu yağlarının önemli depo zararlısı olan *T. molitor*'un gelişim evrelerinde kontakt ve repellent etkileri araştırılmıştır. Bitkisel uçucu yağların %10'luk çözeltileri kontakt ve repellent testlerinde uygulanmış ve 24 saat sonunda ölüm oranları araştırılmıştır. Her iki metod için testler beş tekerrürlü olarak yapılmış ve her tekerrür için 10 adet larva, pupa ve ergin kullanılmıştır. Larva, pupa ve erginlerin aynı oranda bitkisel uçucu yağlardan etkilendiği görülmüştür. Kontakt etki testi sonuçlarına göre bitkisel uçucu yağların muamelesinde larva, pupa ve erginlerde $100,0 \pm 0,0$ ölüm oranı gözlemlenmiştir. Repellent etki testlerinde ise kekik bitkisel uçucu yağının larva testlerinde $90,0 \pm 0,1$ oranında ölüm meydana gelmiş, *T. molitor*'un diğer yaşam evrelerinde $100,0 \pm 0,0$ oranında ölüm meydana gelmiştir. Tesbih ağacı ergin denemelerinde $95,0 \pm 0,6$ oranında ölüm meydana gelmiş, *T. molitor*'un diğer yaşam evrelerinde $100,0 \pm 0,0$ oranında ölüm meydana gelmiştir. Sarın kantaron ve paçuli bitkisel uçucu yağı *T. molitor*'un bütün yaşam evrelerinde $100,0 \pm 0,0$ ölüm meydana getirmiştir. Çalışmada kullanılan bitkisel uçucu yağların *T. molitor*'un larva, pupa ve erginlerinde yüksek derecede toksik etki gösterdiği görülmüştür. Yapılan çalışma sonuçlarına göre ümitvar sonuçlar elde edilmiş ve bitkisel uçucu yağların insektisit olarak kullanılabilir olduğunu göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELE: Zararlılar; *Tenebrio molitor*; Çevre; Çevre Sağlığı; Bitkisel Uçucu Yağlar; Pestisitler.

Temmuz 2024, 65 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

THE EFFECT OF SOME PLANT ESSENTIAL OILS ON THE BIOLOGY OF THE STORAGE PEST *Tenebrio molitor* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE), THEIR USE AS INSECTICIDE AND EVALUATION OF THEIR EFFECTS ON THE ENVIRONMENT

ORHAN ŞİMŞEK

SINOP UNIVERSITY INSTITUTE OF GRADUATE PROGRAMS
DEPARTMENT OF INTERDISCIPLINARY ENVIRONMENTAL HEALTH
SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. EVRİM SÖNMEZ

This study was carried out to investigate the use of herbal essential oils as insecticides to replace synthetic pesticides on storage pests. In the study, contact and repellent effects of *Tyhmus vulgaris* (Thyme), *Hypericum perforatum* (St John's wort), *Pogostemon cablin* (Patchouli) and *Azadirachta indica* (Chinaberry tree) essential oils were investigated on the developmental stages of the important storage pest *Tenebrio molitor*. Contact and repellent trials were carried out with %10 solutions of essential oils and mortality rates were investigated after 24 hours. The trials for both methods were carried out in five replicates and 10 larvae, pupae and adults were used for each replicate. It was observed that larvae, pupae and adults were affected by plant essential oils at the same rate. According to the results of the contact effect trial, %100,0 $\pm$ 0,0 mortality rate was observed in larvae, pupae and adults in the treatment of plant essential oils. In the repellent effect trials, %90,0 $\pm$ 0,1 mortality occurred in the larval trials of thyme essential oil and %100,0 $\pm$ 0,0 mortality occurred in other life stages of *T. molitor*. In the adult trials of Chinaberry tree, %95,0 $\pm$ 0,6 mortality occurred, %100,0 $\pm$ 0,0 mortality occurred in other life stages of *T. molitor*. St John's wort and patchouli essential oils caused %100,0 $\pm$ 0,0 mortality in all life stages of *T. molitor*. The plant essential oils used in the study showed highly toxic effects on larvae, pupae and adults of *T. molitor*. According to the results of the study, promising results were obtained and it was shown that plant essential oils can be used as insecticides.

KEYWORDS: Pest; *Tenebrio molitor*; Environment; Environmental health; Plant essential oils; Pesticides.

July 2024, 65 Page

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında bilgi, birikimi, tecrübeleri ile bana yol göstereci ve destek olan çok değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Evrim SÖNMEZ'e sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarım boyunca maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan başta babam Tuncay ŞİMŞEK'e, annem Ayten ŞİMŞEK'e, kardeşlerim Emre ve Mert ŞİMŞEK'e çok değerli büyüklerim olan Naciye GÜRBÜZ, Melih ve Mikail ÖZER'e, bana destek olup yol gösteren çok kıymetli Doç. Dr. Mustafa Tuğfan BİLKAN'a sonsuz teşekkürler ederim.

Orhan ŞİMŞEK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ KABUL	ii
ETİK BEYANI	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	8
2.1. Sekonder Metabolitler.....	8
2.1.1 Terpenler	9
2.1.2 Fenolik bileşikler	13
2.1.3 Alkaloidler	14
2.2 Uçucu Yağ Elde Etmede Kullanılan Bazı Bitkiler.....	15
2.2.1 <i>Thymus vulgaris</i> Linnaeus (Kekik)	15
2.2.2 <i>Hypericum perforatum</i> Linnaeus (Sarı Kantaron)	16
2.2.3 <i>Pogostemon cablin</i> Benthām (Paçuli).....	17
2.2.4 <i>Azadirachta indica</i> A. Jussieu (Tesbih Ağacı).....	18
2.2.5 <i>Laurus nobilis</i> Linnaeus (Defne)	19
2.2.7 <i>Nicotiana tabacum</i> ve <i>Nicotina rustica</i> Linnaeus (Tütün)	19
2.2.8 <i>Rosmarinus officinalis</i> Linnaeus (Biberiye)	20
2.2.9 <i>Allium sativum</i> Linnaeus (Sarımsak)	21
2.3 Literatür Özeti.....	22
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	30
3.1 <i>Tenebrio molitor</i> laboratuvar koşullarında üretimi	30
3.2 Kontakt etki denemeleri.....	31
3.3 Repellent etki denemeleri	33
3.4 Verilerin Analizi	35

4.1 Denemede Kullanılan Bitkisel Uçucu Yağların <i>Tenebrio molitor</i> Üzerinde Kontakt ve Repellent Etkileri.....	36
5. TARTIŞMA	39
6. SONUÇ	45
KAYNAKLAR.....	47
ÖZGEÇMİŞ	53



TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 4.1 Dört farklı bitki uçucu yağının <i>Tenebrio molitor</i> üzerindeki kontakt denemeleri sonucu ilk 24 saat sonrası mortalite oranları (%)	36
Tablo 4.2 Kontakt etki denemelerinde dört farklı bitki uçucu yağı ile muamele edilmiş olan ve kontrol grubu <i>Tenebrio molitor</i> 'ların farklı yaşam evrelerindeki gelişim süreleri	36
Tablo 4.3 Dört farklı bitki uçucu yağının <i>Tenebrio molitor</i> üzerindeki repellent denemeleri sonucu ilk 24 saat sonrası mortalite oranları (%)	37
Tablo 4.4 Repellent etki denemelerinde dört farklı uçucu yağ ile muamele edilmiş olan gruplar ile kontrol grubu <i>Tenebrio molitor</i> larvalarının larval, pupal gelişim süreleri ile ergin ömür uzunlukları (gün)	37
Tablo 4.5 Dört farklı uçucu yağın <i>Tenebrio molitor</i> ergini üzerindeki repellent etkileri (gün)	38

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1 <i>T. molitor</i> larvası.....	6
Şekil 1.2 <i>T. molitor</i> pupası	6
Şekil 1.3 <i>T. molitor</i> ergini	6
Şekil 2.1 Terpenlerin Genel Yapısı	10
Şekil 2.2 Prenol ve tiglik asitin açık yapıları	10
Şekil 2.3 α -pinen ve limonen açık yapıları	11
Şekil 2.4 Farnesol ve dendrolasin açık yapıları	11
Şekil 2.5 Kauran ve 1,6-siklopitanın açık yapıları.....	12
Şekil 2.6 Skalaren ve cerifol açık yapıları	12
Şekil 2.7 Protostan ve arborinanın açık yapıları	12
Şekil 2.8 β -karotenin açık yapısı.....	13
Şekil 2.9 Plastokinon A ve vitamin K ₁	13
Şekil 2.10 Flavonoidlerin Temel yapısı	14
Şekil 2.11 Alkaloidin kimyasal yapısı	15
Şekil 2.12 <i>T. vulgaris</i> (Kekik).....	15
Şekil 2.13 <i>H. perforatum</i> (Sarı Kantaron)	16
Şekil 2.14 <i>P. cablin</i> (Paçuli).....	17
Şekil 2.15 <i>A. indica</i> (Tesbih Ağacı)	18
Şekil 2.16 <i>L. nobilis</i> (Defne).....	19
Şekil 2.17 <i>N. tabacum</i> (Tütün).....	20
Şekil 2.18 <i>R. officinalis</i> (Biberiye)	21
Şekil 2.19 <i>A. sativum</i> (Sarımsak).....	22
Şekil 3.1 <i>T. molitor</i> kültür üretimi	31
Şekil 3.2 Bitkisel uçucu yağların <i>T. molitor</i> larvaları üzerindeki kontakt etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemelerden bazı görüntüler	32
Şekil 3.3 Bitkisel uçucu yağların <i>T. molitor</i> pupaları üzerindeki kontakt etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemelerden bazı görüntüler	32
Şekil 3.4 Bitkisel uçucu yağların <i>T. molitor</i> erginleri üzerindeki kontakt etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemelerden bazı görüntüler	33

Şekil 3.5 Bitkisel uçucu yağların <i>T. molitor</i> larvaları üzerindeki repellent etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemelerden bazı görüntüler	34
Şekil 3.6 Bitkisel uçucu yağların <i>T. molitor</i> pupaları üzerindeki repellent etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemelerden bazı görüntüler	34
Şekil 3.7 Bitkisel uçucu yağların <i>T. molitor</i> erginleri üzerindeki repellent etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemelerden bazı görüntüler	35



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	: Derece
%	: Yüzde
µL	: Mikrolitre
ppm	: Milyonda bir birim
µm	: Mikrometre
L	: Litre
ml	: Mililitre
kg	: Kilogram
mg	: Miligram
cm ²	: Santimetre kare

Kısaltmalar

LC	: Lethal konsantrasyon
LC ₅₀	: Teste tabi tutulan canlı popülasyonun %50'sini öldürmek için gerekli olan toksikant konsantrasyonu
LC ₉₀	: Teste tabi tutulan canlı popülasyonun %90'ını öldürmek için gerekli olan toksikant konsantrasyonu
LC ₉₉	: Teste tabi tutulan canlı popülasyonun %99'unu öldürmek için gerekli olan toksikant konsantrasyonu

1. GİRİŞ

Dünya nüfusuna yönelik Birleşmiş Milletler (UN)'in 2015 yılında yapmış olduğu çalışmaya göre, dünya nüfusunun 2050 yılında 9,7 milyar olması beklenmektedir (UN, 2015). Yine aynı çalışmada 2100 yılında ise dünya nüfusunun 11,2 milyar olacağı tahmin edilmektedir (UN, 2015). Artan nüfus kişi başına düşen bitkisel üretimin yapıldığı verimli toprak alanını düşürmektedir. Verimli toprakların gıda ihtiyacını karşılaması amacı ile sürekli olarak işlenmesi toprağın fiziksel ve kimyasal olarak olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Bu olumsuz etki ise gelecek neslin gıdaya ulaşmasını zorlaştırmaktadır (TÜBİTAK, 2003). FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü)'ya göre dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılayabilmesi için üretimin 2050 yılında %70 oranında artması gerektiği bildirilmiştir (Odegard ve Voet, 2014).

Görüldüğü üzere dünya nüfusunun artması gıda ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Gıda ürünlerinin verimini korumak amacıyla üretim, hasat, taşıma ve depolama aşamasında güvenliğinin sağlanması gerekmektedir. Verimin düşmesi ve gıda ürünlerinin hasara uğraması gıdaya ulaşmayı zorlaştırmaktadır. Gıdalar üretimden tüketiciye ulaşana kadar çeşitli zararlı maruziyetine uğramaktadır. Bunlar kimyasal, fiziksel ve biyolojik tehlikelerdir (Giray ve Soysal, 2007). Tarım arazilerinden elde edilen ürünlerin patojen organizmalar, böcekler, yabancı otlar gibi çeşitli zarar verici etkenlerden korumak için modern tarım yöntemleri uygulanmaktadır. Kimyasal mücadele olan sentetik pestisitler bu yöntemlerden bir tanesidir. Bu kimyasal mücadele yöntemi zararlılarla mücadelede hızlı sonuç veren ve en etkili olan mücadele yöntemidir (Delen vd., 2005).

Pestisitler insan ve hayvanlarda oluşabilecek hastalıklara ve tarımsal ürünlerin, gıdaların, ahşap ürünlerin üretiminden depolanmasına kadar geçen sürede zararlılara karşı zararlıları kontrol altına almak amacıyla kullanılan maddelerdir (FAO, 2002). Pestisitler insektisit (böcek öldüren), nemasit (nematodları öldüren), akarisit (akarları öldüren), mollussitit (yumuşakçaları öldüren), rodendisit (kemirgenleri öldüren), avisit (kuşları öldüren), afisit (yaprak bitlerini öldüren), fungusit (fungusları öldüren), bakterisit (bakterileri öldüren), herbisit (otları öldüren), algisit (algleri öldüren) olarak sınıflandırılmıştır (Öncüler, 1995). Kimyasal mücadele yöntemi diğer mücadele yöntemlerine göre %95'in üzerinde bir paya sahiptir ve geçerliliğini korumaktadır. Kimyasal mücadele yöntemi olan pestisitlerin zararlılarla mücadelede kullanılmadığı durumlarda %60'lara varan oranlarda ürünlerin verim ve kalitesinde düşüşler meydana

geldiği bilinmektedir. Sentetik pestisitleri zararlıları kontrol etmek amacıyla tüm dünya ülkelerinin kullandığı gibi ülkemizde kullanılması kaçınılmazdır (Tiryaki vd., 2010).

Gıda ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla üretilen tahıl ve ürünleri böcek maruziyetine uğramakta ve bu sorun için mücadele edilse de depolanan ürünlerde yıllık %10'a yakın oranlarda kayıp meydana gelmektedir. Ürün kayıplarını önlemek amacıyla depolanan tahıl ürünlerinin böcek maruziyetine uğramaması için böceklerle karşı etkin uzaklaştırma yöntemleri ve böceklerin kontrol altına alınması uzun süreden beri amaç haline gelmiştir. (Yıldız ve Doğan, 2021). Bununla birlikte tarım arazilerinde kullanılan pestisitler toprak, hava ve suya karışmakta, bu ortamda yaşayan besin zinciri ile diğer canlılara geçmekte, biyolojik birikim ile dokularda birikerek istenmeyen sonuçlara neden olmaktadır. Pestisitlerin çevredeki hareketlerini fiziksel özelliği, kimyasal yapısı, uygulama şekli, formülasyon tipi, tarım ve iklim koşulları gibi faktörler etkilemektedir. Tarımsal ürünleri zararlılara karşı korumak ve kaliteli ürün elde etmek için kullanılan pestisitler insan, hayvan ve çevre sağlığı bakımından sorunlar ortaya çıkarmaktadır (Yıldırım, 2008). Toksik oldukları bilinen pestisitlerin yaygın olarak kullanılmaları sonucunda akut zehirlenmeler meydana gelmektedir. Yine bu toksik maddelerin çok düşük miktarlarına dahi temas halinde; kanser, sinir sistemi bozuklukları, sakat doğumlar, hormonal sistem bozuklukları, şeker hastalığı gibi insanlarda geri dönüşü olmayan kronik hastalıklar meydana getirdiği ya da bu hastalıkların meydana gelmesini kolaylaştırdıkları bilinmektedir (Tekbaş, 2009; Bronstein vd., 2012).

Yapılan bazı çalışmalarda pestisitlerin insanlarda mutajenik (mutasyona neden olan), karsinojenik (kansere neden olan) ve teratojenik (doğumsal anomalilere neden olan) etkileri ortaya koyulmuştur (Soyöz ve Özçelik, 2003; Çakar vd., 2020). İstanbulluoğlu vd. (2009)'in yapmış oldukları çalışmada pestisit maruziyetinin insanlarda nörolojik bozukluklara, Özay ve Arslantaş (2016)' ise nöropsikiyatrik etkilere neden olduğunu belirtmişlerdir. Yücesan vd., (2013)'in yapmış oldukları bir çalışmada ilaçlama sektöründe çalışan işçilerin zehirlenme şüphesi sonucunda kolinesteraz (Asetilkolini parçalayan enzim) seviyesi ölçümlerinde kolinesteraz seviyelerinin referans seviyesinin altında olduğunu tespit etmişlerdir.

Çevrede kalıcı olarak bulunan pestisitler ve endüstriyel kimyasallar anne sütünde de çözünmekte ve birikmektedir. Bebek maması hazırlarken kullanılan suların pestisitlerle kirlenme riskinin bulunması nedeniyle ilk 4-6 ay boyunca anne sütünün tek besin kaynağının olması önerilmektedir (Gökmen ve Yurttagül, 2001). Pestisit kullanımının

tamamen kaldırılması mümkün olmayacağından üreticilerin daha iyi verim alması için yüksek dozda pestisit kullanımının önlenmesi amacıyla kullanıcılara gerekli eğitimin verilmesi gerekmektedir (Gökmen ve Yurttagül, 2001).

Pestisitler ve pestisit kalıntıları insanlar kadar doğal çevreye ve diğer canlılara da zararlıdır. Uluocak ve Egemen (2005) İzmir ve Aliğa Körfezi'ndeki barbun (*Mullus barbatus*), kefal (*Mugil cephalus*), dil (*Solea solea*) ve çipura (*Sparus aurata*) balıkları ile dört mevsim boyunca yaptıkları bir çalışmada, Gediz nehrinin çeşitli kimyasal pestisitleri getirmesi sonucunda Kış ve İlkbahar aylarında yakalanan balıklarda fazla biyolojik birikim olduğunu tespit etmişlerdir. Bu tip çalışmalar çevre ve halk sağlığı açısından önem arz etmektedir. Arman (2019) Zebra (*Danio rerio*) balıklarının pestisite maruz kalmaları sonucunda balıklarda perikardiyal ödem, kalp atım sayılarında azalma ve kardiyotoksisite gözlemlemiştir. Tarımsal üretim alanlarında kullanılan pestisitler tarım zararlılarında direnç gelişmesine ve bu tarım zararlıların doğal düşmanlarını öldürerek doğal dengenin bozulmasına da neden olurlar. Ekolojik dengede önemli olan çeşitli bitki ve hayvan türlerinin zarar görmesi, baskılanan ve sorun yaratmayan tarım zararlılarının baskın hale gelerek ekonomik açıdan zararlı hale gelmesi gibi sonuçlar ortaya çıkarmaktadırlar (Karakaş, 2018).

Günümüzde modern çevrecilik anlayışı ile doğanın sınırsız bir üretim kaynağı olmadığı ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının ön plana çıktığı görülmektedir. Yapılan konvansiyonel tarımda kimyasalların yoğun olarak kullanılması sonucunda olumsuz etkileri göz önüne alındığında alternatif mücadele yöntemleri tarım ürünlerinin üretiminde büyük önem taşımaktadır (Eryılmaz vd., 2019). Kimyasal pestisitlerin tarımsal üretimde zararlılar ve hastalıklar ile mücadelede kullanıldığı görülmektedir. Son yıllarda kimyasal pestisitlerin kullanımı sonucunda meydana gelen sorunların önüne geçmek amacıyla biyolojik mücadeleye yönelim söz konusudur. Biyolojik mücadelelerde yeni yöntemlerin araştırılmasına ve mevcut yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Topuz, 2005).

Zararlılar ile mücadelede kullanılan ve son yıllarda ön plana çıkan alternatif mücadele yöntemlerinden biri bitkisel uçucu yağlar ve bitkisel ekstraktlardır. Bilindiği gibi pestisitler tarımsal ürünlerde kalıntı bırakır, bu kalıntılar çeşitli yollarla çevresel kaynaklara bulaşarak hem tüm canlılarda hem de insan üzerinde istenmeyen olumsuz etkiler oluştururlar. Son yıllarda bitkisel uçucu yağlar ve bitkisel ekstraktlar ile tarım zararlılarının önüne geçilmeye çalışılmakta ve bu alanda yapılan çalışmalar hızla

artmaktadır (Topuz ve Madanlar 2011; Usanmaz-Bozhüyük vd., 2019; Nohutçu vd., 2021). Bitkilerden elde edilen bitkisel uçucu yağlar kısa zamanda parçalanırlar, doğaya ek toksik madde yaymazlar, gıdalarda uzun süreli kalıntı bırakmazlar. Pestisitlerin zararları göz önüne alındığında yapılan çalışmalar ışığında tarımsal zararlılarla mücadelede bitkisel kökenli bileşikler pestisitlere alternatif olarak görülmektedir (Topuz ve Madanlar, 2011).

Bitkiler alemi günümüzde yaklaşık 300 familya ile temsil edilmektedir. Bu bitkilerin 1/3'ü uçucu yağ içermektedir. Bu önemli familyalarda uçucu yağ içeren türler: Apiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, Compositaceae, Cupressaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Rutaceae, Ridaceae, Rosaceae, Poaceae, Pineaceae ve Zingiberaceae'dir (Kesdek vd., 2015). Bitkisel uçucu yağlar bitkilerin özelliklerine göre elde edilmektedir. Uçucu yağ elde etme yöntemleri; Distilasyon (buhar, su ve vakum ile), Soğuk sıkım (mekanik), Anfloraj (sabit yağda) ve Süper kritik CO₂ ekstraksiyonu (basınç ve sıcaklık altında) yöntemleridir (Kılıç, 2008; Kaya ve Ergönül, 2015). Bitkiler sekonder metabolitler adı verilen farklı molekülleri sentezleme kapasitesine sahiptirler. Sekonder metabolitleri önemli kılan karbon iskelet yapılarının olmasıdır. Bitkilerin büyümesinde ve gelişmesinde ihtiyaç duymadığı sekonder metabolitler hücre metabolizmasının yan ürünüdür. Bu sekonder metabolitler bitkiler tarafından üretilen kimyasal bileşiklerdir. Düşük ağırlıklı bileşiklere sahip olan sekonder metabolitlerin oluşumu organ, doku ve hücreye özgüdür. Bu düşük ağırlıklı bileşikler türleri ve miktarları bakımından aynı bitki türleri arasında farklılık göstermektedir. Bitkileri biyotik (mantarlar, bakteriler, nematodlar, böcekler veya hayvanlar) ve abiyotik (ağır metallerin varlığı, yaralanma ve yüksek sıcaklık) streslere karşı korurlar. Sekonder metabolitlerin ekonomik değerlerinin yüksek olması nedeniyle tat, koku, ilaç, boya ve böcek öldürücü olarak kullanılmaktadır (Bakır, 2020).

Bitkisel uçucu yağ içeren bitkiler terpenoid, flavonoid ve alkoloid gibi biyoaktif maddelerce zengindirler. Biyolojik mücadelede kullanılan bu biyoaktif bileşenler hastalık (antimikrobiyal, antiviral ve antifungal) ve tarım zararlılarına karşı (insektisit, ovisit, gelişmeyi ve çoğalmayı engelleyici, beslenmeyi engelleyici, uzaklaştırıcı toksik etki) kullanılmış ve bu zararlılara karşı etkili oldukları belirtilmiştir. Ana bileşenleri terpenler olan bitkisel uçucu yağlar birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Önemli bir biyoaktif olan terpenlerin karvakrol, timol, α -pinen, limonen, geraniol ve sitral olarak ön

plana çıktığı görülmektedir (Topuz, 2005; Kordali vd., 2007; Yeşilbağ, 2007; Yaylı, 2013).

Böceklerin bitkilerle aynı dönemde evrimleştiği ve 480 milyon yıl önce ortaya çıktığı bilinmektedir (Grimaldi ve Engel, 2005). Ekosistemde böceklerin yararlı ve zararlı rolleri bulunabilmektedir. Böcekler depolanan ürünler, kereste ve bazı hastalıkların vektörleri olarak da zararlı olabilirler. Ekosistemin taşı olan böcekler tozlaşmada rol alırlar, besin maddelerini geri dönüştürürler, toprak verimliliği ve yapısını korurlar, diğer taksonlar için besin kaynağıdır ve diğer organizmaların popülasyonlarını düzenlerler (Gullan ve Cranston, 2014; Schwalter, 2020). İnsanlar ulaşım, tarım ve yerleşim alanlarını oluşturmak amacıyla doğal yaşam alanlarını değiştirirken, bazı böcek türlerinin avantajlı duruma geçmesine neden olurken bazılarının ise dezavantajlı duruma geçmesine neden olmuştur (Schwalter, 2020). Depolanmış tarımsal ürünlere bulaşan zararlı böcekler ürünlerden beslenerek doğrudan ve dolaylı olarak zarar vermektedirler. Depo zararlılarının bulaşmış olduğu ürünlerde verimde azalma, kalite düşmesi ve ticari kayıplar gibi olumsuz sonuçlar meydana gelmektedir. Bunun yanında depo zararlılarının ürünlerden beslenirken meydana getirdikleri salgılar, pislikler ve vücut atıkları ile insanlarda astım, alerji gibi bazı hastalıkların oluşmasına neden olurlar (Boxall, 2001). Zararlıların popülasyonlarının artması sonucunda sıcaklık ve nemin etkisiyle birlikte ürünlerde kızışma, küflenme ve kokuşma gözlemlenmektedir. Zarar gören bu ürünlerin tüketilmesi insan ve hayvanlarda önemli hastalıkların meydana gelmesinde rol oynamaktadır (Stejskal ve Hubert, 2006).

Depolanmış ürün zararlılarından biri olan *Tenebrio molitor* (Un kurdu) (Linnaeus 1758) (Tenebrionidae: Coleoptera), un, kepek, hububat ve kuru meyvelerde zarar yapmaktadır (Ekin ve Yeşilayer, 2019). *T. molitor*'un yaşam süresi 280-630 gün arasındadır. Un kurdu larvaları 18-20 °C sıcaklıkta yumurtadan 10-12 gün sonra çıkmaktadırlar. Çıkan larvalar oda sıcaklığında 3-4 ay sonra ergin hale gelmektedirler. Ergin hale gelmeleri 18 ay kadar sürebilir. Larvalar 20-32 mm uzunluğunda ve 130-160 mg ağırlığındadır. Erginler 300 mg ağırlığa ulaşabilirler ve 2-3 ay kadar yaşarlar (Finke, 2002; Hill, 2002). Un kurtları sıcaklık değişimlerine karşı dirençlidirler. Böcekler için en uygun sıcaklık 20 ile 35 °C'dir (Child, 2007). Sıcaklık değişimlerine karşı dirençli olsalarda 28 °C'de en uygun gelişim olurken, 15 °C'de 48 saat yaşayabilirler. Un kurtlarının yaşamlarını devam ettirebilmeleri için %30-55 arasında neme ihtiyaçları vardır. Sıcaklık değişimlerine dirençli olsalar da

nem değişimlerine karşı hassastırlar. Un kurtları %70 ve üzeri nem koşullarında çok çabuk ölürler (Jozefiak ve Engberg, 2015).

T. molitor larvası Şekil 1.1’de, *T. molitor* pupası Şekil 1.2’de, *T. molitor* ergini Şekil 1.3’te gösterilmiştir.



Şekil 1.1 *T. molitor* larvası



Şekil 1.2 *T. molitor* pupası



Şekil 1.3 *T. molitor* ergini

T. molitor arpa, yulaf, mısır, buğday, un ve kepek gibi depo ürünlerinde çok ciddi ekonomik zararlara neden olan önemli bir depo zararlısıdır. *T. molitor* larvalarının depolanmış ürünlerden beslenmesi ve dışkılarını bırakması ürün kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır (Baş ve Ersoy, 2020). Özellikle mısır, buğday ve yulaf gibi gıdaların

depolanması aşamasında *T. molitor* gibi depo zararlılarının olması gıdalarda büyük riske neden olmaktadır. Zararlılar kepek ve tahıllara depolanma aşamasında kütikül (yaprak zarı) parçalarıyla da bulaşmaktadır. Böcek dışkılarının olması, bulaşın artması ve verimin düşmesi endüstriyel olarak önemli sorunlara neden olmaktadır. Bulaşa uğrayan gıdalarda patojenlerin yayılması ve alerjenlerin üremesi gibi halk sağlığı ve gıda güvenliğini olumsuz etkileyen durumlar ortaya çıkarmaktadır. *T. molitor* gibi depo zararlıları ile mücadelede kimyasal pestisitler kullanılmaktadır. Kimyasal pestisitlerin kullanılması gıdalarda toksik maddenin birikmesine, çevre kirliliğine ve haşere direncine neden olmaktadır (Baş ve Ersoy, 2020; Ntalli vd., 2021).

Depo zararlılarına karşı kullanılan kimyasal pestisitlerin olumsuz etkileri göz önüne alındığında bitkisel içerikli insektisitlerin kullanılması çevre ve insan sağlığı açısından önemli bir yer almaktadır. Depo zararlısı olan *T. molitor* üzerinde öldürücü ve uzaklaştırıcı etkilerinin araştırılması için birçok bitki kullanılmıştır. *T. molitor* ve diğer depo zararlısı olan böcekler üzerinde *Allium sativum* Linnaeus (Amaryllidaceae) (Sarımsak), *Artemisia annua* Linnaeus (Asteraceae) (Peygamber süpürgesi), *Ocimum basilicum* Linnaeus (Lamiaceae) (Fesleğen), *Lavandula angustifolia* Miller (Lamiaceae) (Lavanta), *Eucalyptus globulus* Labillardiere (Myrtaceae) (Ökalyptus), *Origanum onites* Linnaeus (Lamiaceae) (Kekik) ve *Pinus sylvestris* Linnaeus (Pinaceae) (Sarıçam) gibi birçok bitki uçucu yağının öldürücü ve uzaklaştırıcı etkilerinin olduğu ve kimyasal pestisitlere alternatif olarak kullanılabilecekleri yapılan çalışmalarla desteklenmiştir (Cagán vd., 2022; Leite vd., 2023).

Bu tez çalışmasında önemli depo zararlılarından olan *T. molitor* ile mücadelede bitkisel uçucu yağların kullanılabilirliği ve etkinliği amaçlanmıştır. Kimyasal pestisitlerin olumsuz etkileri göz önüne alındığında alternatif mücadele yöntemi olarak *Tyhmus vulgaris* Linnaeus (Kekik), *Hypericum perforatum* Linnaeus (Sarı kantaron), *Pogostemon cablin* Benthham (Paçuli) ve *Azadirachta indica* A. Juss (Tesbih Ağacı) gibi doğada doğal olarak bulunan ve önemli depo zararlıları için yüksek aktiviteye sahip bitkilerin uçucu yağları seçilmiştir. Depo zararlısı olan *T. molitor*'un larva, pupa ve ergin dönemlerinde bu 4 bitkinin ayrı ayrı olarak toksik ve uzaklaştırıcı etkisi araştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sekonder Metabolitler

Bitkiler büyüme ve gelişme aşamalarında çok çeşitli organik bileşikler üretmektedir. Primer metabolitler (birincil metabolitler: amino asitler, nükleotitler ve organik asitler) bitkilerin yaşamsal işlevlerinde doğrudan etkiliyken, sekonder metabolitler (ikincil metabolitler) ise doğrudan etkili olmayan kimyasal bileşiklerdir (Tiring vd., 2021). “Bu kimyasal bileşikleri 1891 yılında A. Kossel sekonder metabolit olarak adlandırmıştır” (Ahmed, vd, 2017, s. 205). Bu organik bileşikler tesadüfen ortaya çıkan ve bitki yaşamı için büyük önem taşımayan bileşikler olarak tanımlanmıştır. Bitkilerde bulunan bu bileşiklerin büyük çoğunluğu bitkilerin gelişmesi, büyümesi ve üremesine doğrudan katılmazlar ve bu nedenle “ikincil (sekonder) metabolitler” olarak adlandırılırlar. Sekonder metabolitler taksonomik gruplarda sınırlı dağılıma sahiptirler ve taksonomik belirteç olarak kullanılırlar. Buna karşılık olarak birincil metabolitler, bitkilerin tüm dokularında bulunan ve bitkilerin gelişmesi ve büyümesi için gerekli aktiviteyi gerçekleştiren açıl lipitleri, karbonhidratları, organik asitleri ve fito-sterollerini içerir. İki metabolit çeşidi arasında kesin bir sınır yoktur. Her ikisi de öncü molekülleri, kimyasal yapıları ve biyosentetik kökenleri temelinde ayrılamazlar. Örneğin amino asit prolin bir primer metabolit iken C₆ analog molekülü piperkolik bir asit alkoloididir. Benzer olarak diterpenler ve triterpenler her iki sınıfta birinci ve ikincil metabolitler içerir (Edreva vd., 2008; Ahmed, vd., 2017).

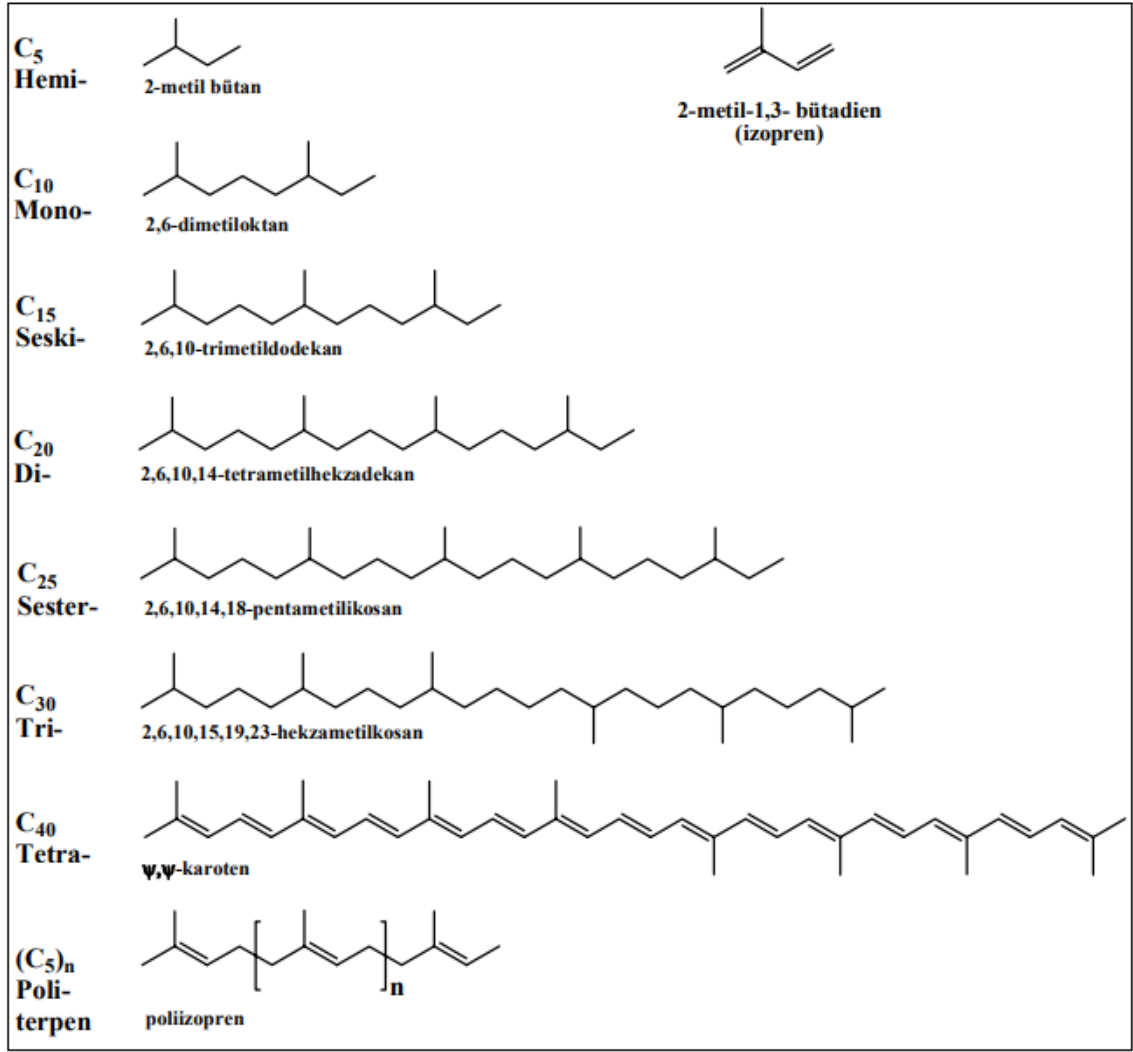
Sekonder metabolitler, bitki parçalarının spesifik koku, tat ve rengine önemli katkılarda bulunurlar. Bu organik bileşiklerin geçmişte biyolojik olarak önemsiz olduğu düşünülmüş ve bitki biyologları bunlara çok az ilgi göstermiştir. Ancak bu bileşiklerin kimyasal yapıları ve özellikleri 1850’lerden beri organik kimyacılar tarafından kapsamlı olarak incelenmiştir. İncelemeler sonucunda sekonder metabolitlerin potansiyel savunma mekanizmalarında, özellikle bitkiler ve patojenleri arasındaki kimyasal savaşta etkin ve kilit bir rol oynadığı açıkça ortaya konulmuştur (Bennet ve Wallsgrove, 1994; Croteau vd., 2000). Etkili olan bu bileşiklerden bazılarının allelopatik ajanlar ve toksisiteye karşı koruma, herbivorlara (sadece bitkilerle beslenenler) karşı, tozlayıcıları çekme, UV-ışık perdeleme ve sinyal iletimi gibi rollerinin de olduğu açıklanmıştır. Sekonder metabolitlerin mevcut durumu göz önüne alındığında bitkiler için önemli role sahiptirler (Grassmann vd., 2002; Vasconsuelo ve Boland, 2007).

Sekonder metabolitler kimyasal yapıları ve biyosentez yolları gibi farklı özelliklerine göre sınıflandırılabilir. En yaygın olan sınıflandırma şekli biyosentez yollarına göre sınıflandırma şeklidir. Bu sınıflandırma şeklinde sekonder metabolitler terpenler, fenolikler ve alkaloidler olarak 3 ana gruba ayrılırlar (Tiring vd., 2021).

2.1.1 Terpenler

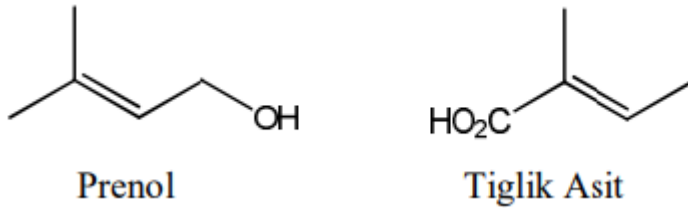
Terpenler sekonder metabolitlerin en büyük sınıfıdır. Çeşit ve karmaşıklık olarak birbirinden farklı 25.000 çeşidi bulunmaktadır. Yalnız temel yapı bloklarından oluşan (izopren gazı benzeri yapı) ortak özellikleri bulunmaktadır. Bitkilerin büyümesi ve gelişmesi için terpenler önemli bir yer tutmaktadır. Terpenler memeliler ve herbivorlar için oldukça toksiktir (Alaca ve Arslan, 2012). Terpen veya terpenoid olarak adlandırılmalarının nedeni, ilk üyelerinin terebentin yağından izole edilmiş olmasıdır. 1850'lerde keşfedilen monoterpenler (C_{10}) ve sonraki isimlendirmelerin türetildiği temel birimler olarak kabul edilirler. Oksijen içeren terpenler terpenoid olarak adlandırılırlar. Terpenoidler genellikle izopren (beş karbon) birimleri olarak adlandırılan tekrarlanan dallanmış izopentan iskeletinden türetilir. Terpenoidlerin ayrışması sonucunda ürün olarak izopren gazı ortaya çıkmaktadır. Kimyasal koşulların uygun olması durumunda 5 karbonlu izopren birimi çeşitli terpenoidler oluşturmak üzere polimerize olabilirler. Bu nedenle terpenoidler genellikle izopreneoid olarak adlandırılırlar. Terpenlerin sınıflandırılması izopren birimlerinin sayısına göre olmaktadır. İzopren birimler baş-kuyruk şeklinde bağlanarak düz zincirler oluşturabilirler veya baş-baş, baş-orta şeklinde bağlanarak halkalar oluşturabilirler (Croteau vd., 2000).

Terpenler çekirdek yapıdaki beş karbonlu izopentan birimlerine göre sınıflandırılır. 5-C'lu terpenler hemiterpenler, 10-C'lular monoterpenler, 15-C'lular seskiterpenler, 20-C'lular diterpenler, 25-C'lular sesterterpenler, 30-C'lular triterpenler, 40-C'lular tetraterpenler ve üstü politerpenler $(C_5)_n$ olarak adlandırılırlar (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Terpenlerin Genel Yapısı

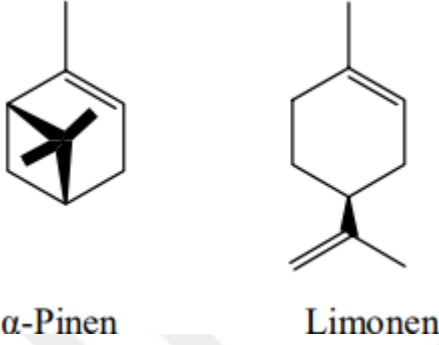
Hemiterpenler (C₅) terpenlerin en küçük grubunu oluşturmaktadır ve tek bir izopren birimi içermektedir. 50 çeşit kadar hemiterpen olduğu bilinmektedir. Prenol ve tiglik asit hemiterpenlere örnektir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Prenol ve tiglik asitin açık yapıları

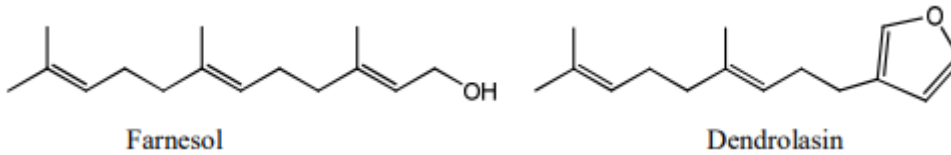
Monoterpenler (C₁₀) iki izopren birimden oluşurlar. Patojenlere karşı bitkilerin savunmasında önemli bir araçtır. Buna örnek verecek olursak piretroidler, Chrysanthemum türlerinin yapraklarında bulunan monoterpen esterleridir. Eşek arıları, arılar, güveler ve böceklerle karşı nörotoksik böcek öldürücü aktiviteye sahiptirler.

Memeliler için düşük toksisiteye sahip olduklarından dolayı ticari insektisitlerde de kullanılmaktadırlar (Ahmed vd., 2017). Monoterpenler açık tohumlu bitkilerin reçine kanallarında α -pinen, β -pinen, limonen ve myresin şeklinde bulunurlar. Bu da onları ciddi zararlılar için toksik hale getirir (Picman, 1986). Örnek olarak α -pinen ve limonen ait görsel Şekil 2.3 de gösterilmiştir.



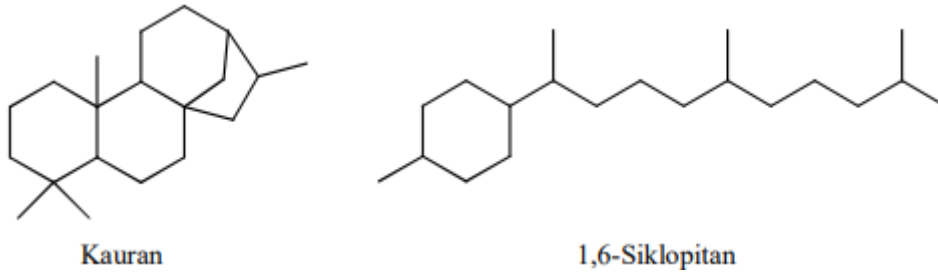
Şekil 2.3 α -pinen ve limonen açık yapıları

Seskiterpenler (C_{15}) üç izopren birimden oluşurlar. Monoterpenler gibi uçucu yağlarda bulunurlar. Seskiterpenler yaygın olmalarına rağmen çok az bir kısmı bitkilerin yağından elde edilir. Seskiterpenoitler mikrobiyal etmenlere tepki olarak bitkiler tarafından üretilirler ve antibiyotik bileşik olarak işlev görmektedirler (Croteau vd., 2000). Bitki hormonu olan absisik asit yapısal olarak bir seskiterpendir (Tiring vd., 2021). Seskiterpenlere örnek olarak Şekil 2.4’ te farnesol ve dendrolasinin açık yapıları verilmiştir.



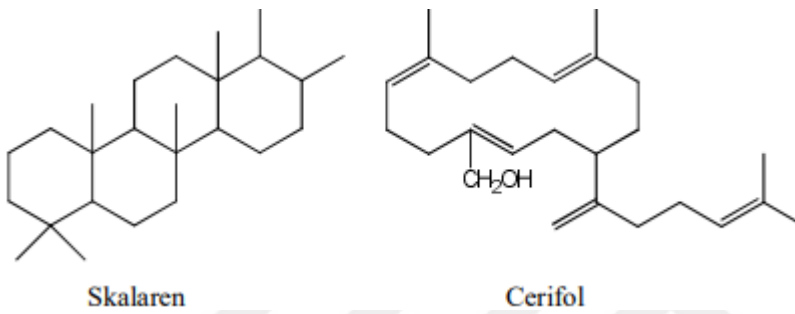
Şekil 2.4 Farnesol ve dendrolasin açık yapıları

Diterpenler (C_{20}) dört izopren birimden oluşmaktadır. Diterpenoitler 3 gruba ayrılmaktadır. Bunlar, toksik diterpenler, reçine diterpenler ve gibberellinlerdir. Bazı gibberellinler sadece 19 karbon atomuna sahiptirler. Metabolik reaksiyonu ile 1 karbon kaybettikleri için norditerpenoit olarak kabul edilmektedirler (Croteau vd., 2000). Diterpenlere örnek olarak Şekil 2.5’te kauran ve 1,6-siklopitanın açık yapıları verilmiştir.



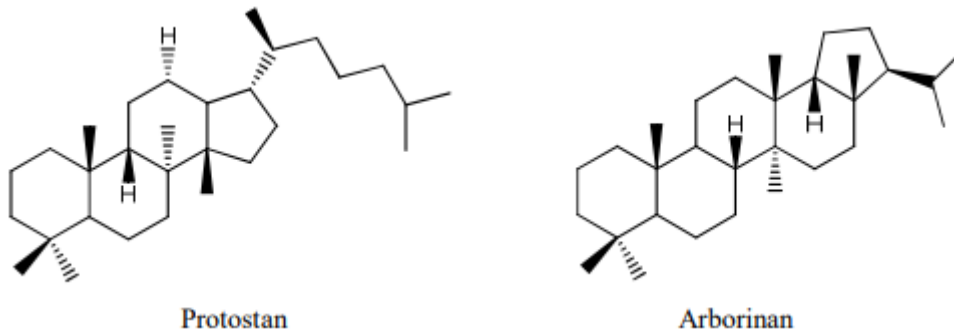
Şekil 2.5 Kauran ve 1,6-siklopitanın açık yapıları

Sesterpenler (C_{25}) beş izopren birimden oluşmaktadır. Diğer terpenlere göre bu bileşikler daha ender bulunurlar. 150'den fazla sesterterpen olduğu bilinmektedir. Örnek olarak Şekil 2.6'da skalaren ve cerifol açık yapıları verilmiştir (Breitmeier, 2006).



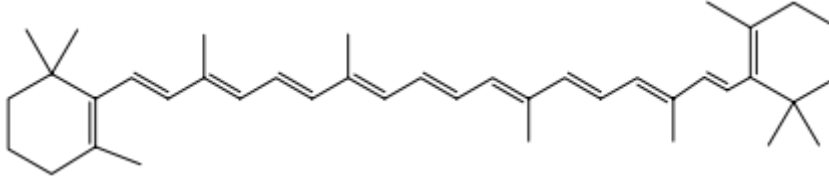
Şekil 2.6 Skalaren ve cerifol açık yapıları

Triterpenler (C_{30}) altı izopren birimden oluşmaktadır. Büyük molekül sınıfı olan triterpenler fitosterol membran bileşenlerini, brassinosteroidleri, bazı fitoaleksinleri, çeşitli toksinleri, oleanolik asidi, beslenmeyi engelleyicileri ve yüzey mumların bileşenlerini içermektedir. *Salvia spp.* (Lamiaceae) (adaçayı) türlerinde yaygın olarak bulunmaktadır (Tiring vd., 2021). Triterpenoit gurubu içerisinde yer alan cardenolidler ve saponinler birçok böcek için toksiktirler ve böceklerin deri değiştirmesini engellerler (Croteau vd., 2000). Örnek olarak Şekil 2.7'de protostan ve arborinanın açık yapıları verilmiştir.



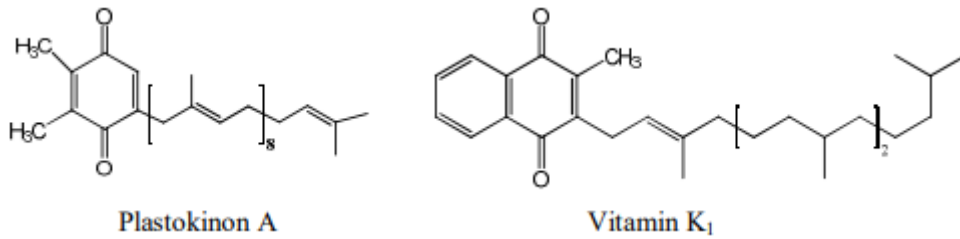
Şekil 2.7 Protostan ve arborinanın açık yapıları

Tetraterpenler (C_{40}) sekiz izopren birimden oluşmaktadırlar. 200 kadar doğal tetraterpen olduğu bilinmektedir. Bu bileşikler karotenoidler olarak adlandırılmaktadır. Karotenoid olarak adlandırılmalarının sebebi tetraterpenlerin β -karotenin başka bir yapısal türevi ya da parçalanma ürünü olmasıdır. Örnek olarak Şekil 2.8’de β -karotenin açık yapısı verilmiştir (Breitmeier, 2006).



Şekil 2.8 β -karotenin açık yapısı

Politerpenler (C_5)_n sekiz izoprenden daha fazla birimden oluşurlar ve kırktan fazla karbon içermektedirler. 1 500 – 15 000 izopentenil birimi içeren kauçuk bir politerpendir. Kauçuğun bütün C-C çift bağları cis konfigürasyonuna sahiptir (Rohmer vd., 1993). Politerpenlere örnek olarak plastokinon A ve vitamin K₁ Şekil 2.9’da örnek olarak verilmiştir (Breitmeier, 2006).



Şekil 2.9 Plastokinon A ve vitamin K₁

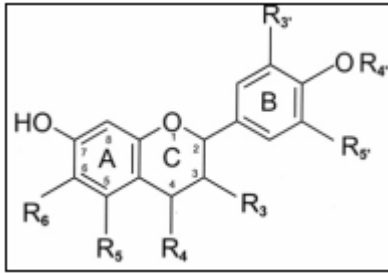
2.1.2 Fenolik bileşikler

Fenolik bileşikler bitkilerin kendilerini korumak amacıyla farklı konsantrasyon ve nicelikte ürettiği sekonder metabolitlerdir. Bitkilerde bolca bulunmaktadır. Fenolik bileşikler bir veya birden fazla hidroksil grubuna bağlı ve fonksiyonel gruba sahiptirler (Atak vd., 2017). Fenolik bileşiklerin bitkileri hayvanlara, patojenlere ve böceklere karşı koruma gibi caydırıcı yetenekleri vardır. Fenolik bileşiklerin yüksek konsantrasyonları fungal direnç kazandırmaktadır (Parr ve Bolwell, 2000). Fenolik bileşiklerin şekerlere bağlı olarak bulunması endojen toksisitelerini azaltmaktadır. Bu bileşikler bitkileri soğuk stresinden ve zararlı UV radyasyonundan korumaktadırlar (Tiring vd., 2021). Bu da fenolik bileşiklerin yoğun stres altında bitkiler tarafından üretildiğini göstermektedir.

Fenolik bileşikler meyvelerde, sebzelerde, tahıllarda, baklagillerde, kahve ve çay gibi bitki kaynaklı içeceklerde bulunmaktadır. Fenolik bileşiklerin sebze ve meyvelere renk ve koku verme özellikleri vardır. Fenolik bileşiklerin antienflamatuar, antimikrobiyal, antiviral, antidiyabetik, antitrombotik, antipatojenik gibi insan sağlığına etkileri vardır (Atak vd., 2017).

Günümüze kadar 8000'den fazla fenolik bileşik olduğu bildirilmiştir. Fenolik bileşikler flavonoidler ve flavonoid olmayanlar olmak üzere gruba ayrılmıştır (Ahmed vd., 2017).

Flavonoidler yaprakların epidermisinde ve meyvelerin kabuğunda bulunurlar. Bitkileri hastalıklara, UV ışınlarına karşı korurlar ve bitki kısımlarına pigmentasyon sağlarlar. Flavonoidler arasında flavonlar, flavoneller, flavan-3-oller, izoflavonlar, flavononlar ve antosiyanidinler önemli bir yer tutmaktadır. Kumarinler, kalkonlar, flavan-3, 4-dioller, auronlar ve dihidrokalkonlar bulunmaktadır. Flavonoid olmayan fenolik bileşikler arasında ise fenolik asitler, polifenolikler, tanenler, stilbenler, hidroksisinnamatlar ve türevleri bulunmaktadır. Flavonoidlerin temel yapısı Şekil 2.10'da verilmiştir (Ahmed vd., 2017).

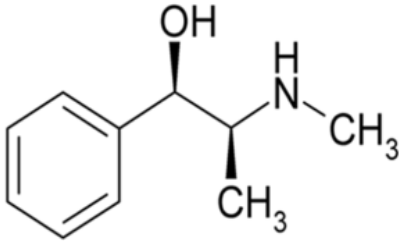


Şekil 2.10 Flavonoidlerin Temel yapısı

2.1.3 Alkaloidler

Alkaloidler yapıları karışık olan suda az çözünen ve organik çözücülerde daha fazla çözünen zehirli bileşiklerdir (Alaca ve Aslan, 2012). Alkaloidler triptofan, lizin, tirozin ve aspartik asit gibi amino asitlerden türetilen azotlu bileşiklerdir. Alkaloidler bir veya daha fazla heterosiklik nitrojen atomu içerirler. Farmakolojik olarak aktif bazı bileşikler olarak tanımlanırlar. Alkaloidler bitki türlerinin yaklaşık %20'sinde sekonder metabolit olarak bulunurlar. Morfin, reserpin, nikotin ve kafein gibi alkaloid molekülleri farmasötik ürünlerde, yiyecek ve içeceklerde bulundukları için ekonomik olarak önemli bir yere sahiptir. Bitkileri herbivorlara ve patojen saldırılarına karşı korurlar. Çeşitli biyolojik aktiviteleri olması 12 000 alkaloidin farmasötik, narkotik ve zehir olarak kullanılmasını

sağlamıştır. Alkaloit içeren bitkilerin ilaç olarak, antikanser olarak kullanılan vinblastin, vinkristin ve kamptotestin, analjezik olarak kodein ve morfin, gut baskılayıcı olarak kolşisin ve yatıştırıcı olarak skopolamin bulunmaktadır (Ahmed vd., 2017; Tekin, 2022).



Şekil 2.11 Alkaloitin kimyasal yapısı

Alkaloitler genel olarak gerçek alkaloitler, protoalkaloitler, poliamin alkaloitler, peptit ve siklopeptit alkaloitler ve psödoalkaloitler olarak ana gruplara ayrılmaktadır (Tiring, 2021).

2.2 Uçucu Yağ Elde Etmede Kullanılan Bazı Bitkiler

2.2.1 *Thymus vulgaris* Linnaeus (Kekik)

Alem: Plantae

Bölüm: Tracheophyta

Sınıf: Magnoliopsida

Takım: Lamiales

Familiya: Lamiaceae

Tür: *Thymus vulgaris*



Şekil 2.12 *T. vulgaris* (Kekik)

Kekik, Lamiaceae familyasına ait uçucu yağında timol ve karvakrol gibi bileşenleri içeren bitki türüdür. Kekiğin Türkiye florasında yayılış gösteren türleri arasında *Thymus*,

Origanum, *Thymbra* ve *Satureja* bulunmaktadır. Bu kekik türleri otsu ve bazısı çalimsı, çoğunluğu çok yıllık ve bazı türler ise tek yıllık olan bitkilerdir. Buhar distilasyonu ile kekik yapraklarından %0,5-7,7 arasında uçucu yağ elde edilmektedir. *Thymbra*, *Origanum* ve *Satureja* türü kekiklerin uçucu yağlarında karvakrol yüksek oranda bulunmaktadır. *Thymus* türü kekiklerde ise timol daha yüksek oranlarda bulunmaktadır. Timol ve karvakrol içermesi kekik uçucu yağını güçlü bir antifungal ve antibakteriyel madde yapmaktadır. Kekik yağı bitkisel insektisit olarak depo zararlılarına karşı da kullanılmaktadır. Kekiğin diğer önemli bileşenleri γ -terpinene, p-cymene, β -caryophyllene, α -terpinendir (Özderin vd., 2014; Bozdemir, 2019; Tuğlu vd., 2021.).

2.2.2 *Hypericum perforatum* Linnaeus (Sarı Kantaron)

Alem: Plantae

Bölüm: Magnoliophyta

Sınıf: Magnoliopsida

Takım: Malpighiales

Familya: Hypericaceae

Cins: *Hypericum*

Tür: *Hypericum perforatum*



Şekil 2.13 *H. perforatum* (Sarı Kantaron)

Sarı kantaron, Hypericaceae familyasına ait uçucu yağında polifenoller grubu bileşiklerinden fenolik asitleri ve flavonoidleri gibi birçok fenolik bileşiği içeren bitki türüdür. Türkiye’de Karadeniz, Marmara, Ege, Orta ve Doğu Anadolu, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu bölgelerinde 96 *Hypericum* türünün 46’sı endemik olarak doğal yetişmektedir. Fenolik bileşik içermesi *H. perforatum* ’un yanıklar, açık yaralar, şişmeler, morarmalar ve dermatolojik rahatsızlıklarda kullanılmasını sağlamıştır. Antidepresan

olarak depresyon tedavilerinde de kullanıldığı bilinmektedir. Fenolik bileşikleri içermesi depo zararlıları üzerinde insektisit olarak uygulanmasını sağlamış ve toksik etki gösterdiği belirtilmiştir (Taş vd., 2015; Burunkaya vd., 2021)

2.2.3 *Pogostemon cablin* Bentham (Paçuli)

Alem: Plantae

Bölüm: Tracheophyta

Familya: Lamiaceae

Cins: *Pogostemon*

Tür: *Pogostemon cablin*



Şekil 2.14 *P. cablin* (Paçuli)

Paçuli, Lamiaceae familyasına ait paçuli alkolü olmak üzere seskiterpenler bakımından zengindir. Monoterpenoid, triterpenoid, seskiterpenoid, fitostoreller, organik asitler, flavonoidler, ligninler, glikozitler, alkoller ve aldehitler gibi fitokimyasallar içermektedir. Paçuli uçucu yağı anti-böcek öldürücü, antibakteriyel (bakteri üremesini engelleyici), antiviral (virüs enfeksiyonlarına karşı), antifungal (mantar enfeksiyonlarına karşı), antioksidan (bağışıklık sistemini güçlendirici), analjezik (ağrı kesici olarak), anti enflamatuvar (inflamasyonu ve ödemi azaltan), afrodizyak (cinsel istek ve gücü arttırıcı), antiplatelet ve antitrombik (arteriyal ve tromboza karşı), antimutajenik (mutasyon önleyici), antidepresan (ruh sağlığı üzerinde etkili olan), antiemetik (kusma semptomunu baskılayıcı), sitotoksik (kansere hücrelerini etkileyen) ve fibrinolitik (trombüsü parçalayan) gibi biyolojik aktiviteleri vardır (Pandey vd., 2021). Paçuli uçucu yağının baskın aromatik baharatlı kokusunun olması aromaterapide ve parfümeride kullanılmasını sağlamıştır. Paçuli uçucu yağı güçlü bir baz görevi görmektedir. Buharlaşmayı önlediği için ve dayanıklılığı arttırdığı için deterjanlar, sabunlar, vücut

losyonları ve parfümeri gibi çeşitli sağlık ürünlerinin üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır (Swamy ve Sinniah, 2015; Pandey vd., 2021).

2.2.4 *Azadirachta indica* A. Jussieu (Tesbih Ağacı & Neem)

Alem: Plantae

Bölüm: Magnoliophyta

Sınıf: Magnoliopsida

Takım: Sapindales

Familya: Meliaceae

Cins: *Azadirachta*

Tür: *Azadirachta indica*



Şekil 2.15 *A. indica* (Tesbih Ağacı)

Tesbih ağacı, Meliaceae familyasına ait farklı kısımlarından 300'den fazla fitokimyasal bileşik içeren bitki türüdür. Tesbih ağacının tüm kısımlarında biyolojik olarak aktif bileşik elde edilmektedir. En yüksek aktivite ise tohum çekirdeklerinden elde edilmektedir. Bu bileşiklerden 130'dan fazlası limonoid tipte triterpenoidlerdir. En önemli limonoidleri arasında azadiraktin, salannin, nimbolide, nimbin, mahmoodin, deacetylnimbi, epoxy-azadiradione, gedunin ve deacetylgedunin bulunmaktadır (Erdem-Küçük ve Tunca-Cosic, 2023). *A. indica* böcekler üzerinde gelişmeyi, yumurtlamayı ve beslenmeyi engelleyici etkileri bulunmaktadır (Schmutterer, 1990). *A. indica* bu etkiler üzerinde en fazla araştırma yapılan bitkilerden birisidir. *A. indica* entegre mücadele yöntemlerinde kullanılmaktadır. Tesbih ağacı insektisit özelliğinin yanında immüno-uyarıcı, antiviral, antimikrobiyal (mikropların gelişimini engelleyen), antidiyabetik (kan şekerini kontrol altında tutmaya yardımcı olan), kolesterol düşürücü ve kanser ilacı olarak kullanılmaktadır (Erdem-Küçük ve Tunca-Cosic, 2023).

2.2.5 *Laurus nobilis* Linnaeus (Defne)

Alem: Plantae

Bölüm: Magnoliophyta

Sınıf: Magnoliopsida

Takım: Laurales

Familya: Lauraceae

Cins: *Laurus* L.

Tür: *Laurus nobilis*



Şekil 2.16 *L. nobilis* (Defne)

Defne, Lauraceae familyasına ait yapraklarında 35 farklı bileşik içeren orman bitkisi­dir. Uçucu yağları yapraklarından elde edilmektedir. Yaprakları %0,50 - %4,69 arasında uçucu yağa sahiptir. Defne yapraklarından elde edilen uçucu yağlarda 1,8-cineol (ökaliptol, %30 - 60) en önemli bileşenlerdendir. Defne uçucu yağının diğer önemli bileşenleri arasında α -pinen, β -pinen, linalol, α -terpinenil asetat ve sabinen bulunmaktadır (Avcı, 2019; Şimşek ve Sönmez, 2023). Defne uçucu yağı bitkisel kökenli pestisit özelliği taşımaktadır. Defne uçucu yağı zararlı böcek­lere karşı uzaklaştırıcı, fümigant toksisite gösteren ve depo zararlısı böceklerin larvalarına karşı kaçı­rıcı etki gösteren bitkisel pestisittir (Özdemir, 2021).

2.2.7 *Nicotiana tabacum* ve *Nicotina rustica* Linnaeus (Tütün)

Alem: Plantae

Bölüm: Magnoliophyta

Sınıf: Magnoliopsida

Takım: Solanales

Familya: Solanaceae

Cins: *Nikotina*



Şekil 2.17 *N. tabacum* (Tütün)

Tütün, Solanaceae familyasına ait bir bitki türüdür. Tütün yapraklarından elde edilen ekstraktların eskiden beri emici ağız yapısına sahip olan böceklerle karşı insektisit olarak kullanılmaktadır (Şimşek ve Sönmez, 2023). Tütün yapraklarından elde edilen ekstraktların etkili olması tütün yapraklarının içerdiği nikotin öncelikli anabasin ve nornikotin alkaloidlerinden kaynaklanmaktadır. Nikotin böceklerle karşı insektisit olarak gaz formunda kullanılmaktadır. Trake sistemi yoluyla böceğe etki eden nikotin böceğin önce felç olmasına sonra ise ölmesine neden olmaktadır. Nikotin gaz formu kullanımının haricinde kontak ve mide zehiri şeklinde de etki etmektedir (Karakaş, 2018).

2.2.8 *Rosmarinus officinalis* Linnaeus (Biberiye)

Alem: Plantae

Bölüm: Magnoliophyta

Sınıf: Magnoliopsida

Takım: Lamiales

Familya: Lamiaceae

Cins: *Rosmanirus*

Tür: *Rosmarinus officinalis*



Şekil 2.18 *R. officinalis* (Biberiye)

Biberiye, Laminaceae familyasından olan önemli bir tıbbi ve aromatik bitki türüdür. Yapılan çalışmalar biberiye'nin antioksidan, antiviral, antibakteriyel ve bağışıklık sistemini iyileştirici etkilerinin olduğunu göstermiştir. Biberiye uçucu yağının ana bileşenleri α -pinene, 1,8-cineole, camphene, camphor, borneol, bornly acetate, β -caryophyllene, verbenone, limonene, linalool, sabinene, α -terpineoldür. Biberiye ekstresinin ana bileşenleri ise karnosik asit, karnosol, rosmadial, rosmanol, epirosmanol, isorosmanol, rosmaririk asit, rosmaridifenol ve rosmariquinondür (Basmacıoğlu-Malayoglu, 2010).

2.2.9 *Allium sativum* Linnaeus (Sarımsak)

Alem: Plantae

Bölüm: Tracheophyta

Sınıf: Magnoliopsida

Takım: Asparagales

Familya: Amaryllidaceae

Cins: *Allium*

Tür: *Allium sativum*



Şekil 2.19 *A. sativum* (Sarımsak)

Sarımsak, Amaryllidaceae familyasına ait bol miktarda fenolik bileşik bulunduran bitki türüdür. Sarımsağın kükürtlü bileşikler gibi biyoaktif bileşenler içermesi sağlık kaynağı olarak gösterilmesini sağlamıştır. Sarımsak bitkisel insektisit olarak genel olarak depolanmış ürün zararlılarına karşı kullanılmaktadır. Depo zararlılarına karşı repellent etkisi bulunmaktadır. Bu etki sarımsağın bitkisel uçucu yağında bulunan kükürt içeren sekonder metabolitlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Günçan ve Durmuşoğlu, 2004; Şimşek ve Sönmez, 2023).

2.3 Literatür Özeti

Bumbulyte vd., (2023), *T. molitor* larvalarının bitkisel uçucu yağlara karşı davranışını araştırdıkları bir çalışmada kekik (*T. vulgaris*), okaliptüs (*E. globulus*), nane (*Mentha spicata*), lavanta (*Lavandula hybrida*), limon otu (*Cympogon flexuosus* W. Watson) ve karanfil (*Eugenia caryophyllus* Merriel & Perry) bitkisel uçucu yağlarını kullanmışlardır. Bitkisel uçucu yağların analizi sonucunda limonen, linalool ve trans-karyofilen olmak üzere sadece bu üç bileşen ortak olarak bulunmuştur. Bu ortak üç bileşenin bitkilerde bulunma oranlarının ise %30'a kadar değiştiği bulunmuştur. Kullanılan kekik uçucu yağında diğer bitkilerde bulunmayan ana bileşen olarak ve cis-sabinen hidrat (%36, 55), terpinen-4-ol (%13, 08) ve timol (%4,72) tespit etmişlerdir. Bileşenlerin etkilerini anlamak amacıyla her biri için 0, 001 mM, 0,1 mM ve 1 mM olmak üzere 3 farklı doz kullanılmıştır. Uygulama yapıldıktan sonra tek bir *T. molitor* larvası petri kabının ortasına yerleştirilmiştir. Larvaların davranışları 5 dakika boyunca kamera ile kayıt altına alınmıştır. 6 uçucu yağ arasında en az etkiyi gösteren okaliptüs, limon otu, kekik ve lavanta uçucu yağlarıdır. Uçucu yağlar arasında en fazla kovucu etki nane bitkisel uçucu yağında gözlenmiş, naneyi sırasıyla karanfil ve kekik uçucu yağları izlemiştir. Bitkilerin

aktif bileşenleri ile yapılan denemelerde ise en yüksek aktiviteyi kekik bitkisinin aktif bileşeni olan Terpinen-4-ol (1 mM) ve bunu nane bitkisinin aktif bileşeni olan carvone (1 mM) göstermiştir.

Kavallieratos vd., (2021a), 12 farklı bitkiden elde edilen uçucu yağların [*T. vulgaris*, *P. cablin*, *Coriandrum sativum* (kişniş), *Tanacetum annuum* Linnaeus (solucan otu), *Boswellia carteri* Flückiger (reçine), *Canarium luzonicum* Asa Gray (elemi), *Copaifera officinalis* Linnaeus (dizel ağacı), *Corymbia citriodora* Hill & Johnson (limon okalıptüs), *Melaleuca cajuputi* Powell (kajuput), *Syzygium aromaticum* Merr. & Perry (karanfil), *Santalum album* Linnaeus (sandal ağacı) ve *Elettaria cardamomum* Maton (kakule)] *T. molitor*, *Trogoderma granarium* Everts, 1898 (Coleoptera: Dermestidae) (kapra böceği), *Tribolum castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) (un biti) ve *Tribolum confusum* Jacquelin du Val, 1863 (Coleoptera: Tenebrionidae) (kıрма biti)'a karşı insentisidal etkisini araştırmışlardır. Uçucu yağlar 500 ve 1000 ppm olarak iki farklı dozda uygulanmıştır. Deneme için şişelere yerleştirilen böceklerin ölüp ölmediği 4, 8 ve 16 saat ve 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 gün sonra fırça ile hafif itilerek kontrol edilmiştir. *T. molitor* erginlerine karşı *C. luzonicum* bitkisinden elde edilen uçucu yağ ise 500 ppm'de %93,3; 1000 ppm'de %90 oranında öldürücü etki göstermiştir. *T. molitor* larvaları üzerinde ise on iki bitkisel uçucu yağın iki konsantrasyonunda öldürücülük oranının çok düşük olduğu belirtilmiştir. Çalışmaya genel olarak bakıldığında *S. aromaticum*, *T. annuum* ve *C. luzonicum* bitkilerinden elde edilen bitkisel uçucu yağlar *T. molitor* ve *T. granarium* erginleri, *T. castaneum* ve *T. confusum* larvaları üzerinde ise yüksek toksisite göstermiştir.

Baranova ve Grul'ova (2020), *Sitophilus granarius* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Curculionidae) (buğday ambar böceği) erginleri ve *T. molitor* larvaları üzerinde kekik (*Origanum vulgare* Linnaeus), anason (*Pimpinella anisum* Linnaeus), kimyon (*Carum carvi* Linnaeus) ve rezene (*Foeniculum vulgare* Philip Miller) bitkisel uçucu yağlarının biyo-insektisidal etkisini araştırmışlardır. Çalışmada *T. molitor* larvaları ve *S. granarius* erginleri kullanılmıştır. Bitkisel uçucu yağların bu iki zararlı üzerinde fumigant ve toksisite etkisi araştırılmıştır. Fumigant toksisite etkileri 24, 48 ve 72 saat sonra belirlenmiştir. Temas toksisite etkileri ise 48 saat sonra belirlenmiştir. Fumigant etki denemeleri bitkisel uçucu yağların her birinin 250 µl ve 750 µl olarak 1, 5 ml'lik Eppendorf tüplerine alınarak petri kaplara sabitlenmesi ile yapılmıştır. Temas toksisite etki denemeleri (2, 5 µl, 5 µl, 9, 5 µl ve 14 µl) farklı dozlarda petri kaplarında bulunan filtre kağıtlara emdirilmiştir. Fumigant etki denemelerinde *S. granarius* erginlerinde 250

μl dozda en fazla öldürücü etkiyi (98 ± 4 , 08) 72 saat sonra *C. carvi* göstermiş; 250 μl dozda en az öldürücü etki (37 , $96 \pm 44,50$) gösteren *O. vulgare* uçucu yağı 72 saat sonra 90 ± 24 , 50 oranında öldürücü etki göstererek aynı dozda diğer uçucu yağlara yakın öldürücü etki göstermiştir. Temas toksisite denemelerinde 48 saat sonra bütün dozlarda (2, 5 μl , 5 μl , 9, 5 μl ve 14 μl) *C. carvi* ve *O. vulgare* bitkisel uçucu yağları göstermiştir. *T. molitor* larvaları üzerinde fumigant ve temas toksisite denemelerinde ölüm gözlemlenmemiştir.

George vd., (2009), 7 farklı bitki uçucu yağının *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) (Mesostigmata: Dermanyssidae) (kanatlı kırmızı akar) üzerinde kovucu etkisini, *T. molitor* üzerinde de toksisitesini değerlendirmişlerdir. Çalışmada kekik (*T. vulgaris*), manuka (*Leptospermum scoparium* Forst.), palmarosa (*Cymbopogon martini* Roxb.), kimyon (*C. carvi*), nane (*M. spicata*), kara biber (*Piper nigrum* Linnaeus) ve ardıç yaprağı (*Juniperus communis* Linnaeus) bitkilerinden elde edilen bitkisel uçucu yağlar kullanılmıştır. Uçucu yağların ilk 2 gün *D. galliane*'ye karşı anlamlı derecede kovucu etki gösterdiği, kekiğin 13 gün boyunca *D. galliane*'ye karşı kovucu etki gösteren tek uçucu yağ olduğu belirtilmiştir. Uçucu yağlardan *T. molitor* erginlerine karşı en az toksik etkiyi palmarosa ve manuka, orta düzeyde toksik etkiyi kara biber ve kekik, yüksek toksik etkiyi ardıç yaprağı, kimyon ve nane bitkilerinden elde edilen bitkisel uçucu yağlar göstermiştir.

Baş ve Ersoy (2020), *T. molitor* larva, pupa ve erginleri üzerinde *H. perforatum* bitki uçucu yağının fumigant etkisini araştırmışlardır. *H. perforatum* bitkisel uçucu yağının analizi sonucunda ana bileşenleri olarak yüksek miktarda α -Pinen (%51,2), 3-karen (%7,3), α -karyofilen (%5,2) tespit edilmiştir. Erginler (0, 1, 2, 3 ,4 ,5 ve 6 $\mu\text{l/L}$ hava), larvalar (0, 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5 ve 15 $\mu\text{l/L}$ hava) ve pupalar (0, 5; 10; 15; 20; 25 ve 30 $\mu\text{l/L}$ hava) farklı sarı kantaron uçucu yağ konsantrasyonlara 24 saat boyunca maruz bırakılmıştır. Erginlerin uçucu yağın 6 $\mu\text{l/L}$ hava konsantrasyonunda öldüğü, larva ve pupaların ölmediği bu nedenden dolayı larva ve pupalara farklı dozlar uygulandığı belirtilmiştir. Doz ile birlikte mortalite oranının arttığı, en yüksek direnci pupaların gösterdiği tespit edilmiştir.

Hassan ve Shaw (2020), *T. molitor* larva ve erginleri üzerinde Tesbih ağacı (*A. indica* A. Juss) ve tulsı (*Ocimum tenuiflorum* Linnaeus, Hint fesleğeni) bitkisel uçucu yağlarının insektisidal etkileri araştırılmıştır. Denemelerde iki bitkinin (10 ml/kg, 25 ml/kg ve 50 ml/kg) farklı dozları uygulanmış, 10 ml/kg dozda en yüksek larva ve ergin mortalite oranları Tesbih ağacı ile muamele edilenlerde tespit edilmiştir (sırasıyla %61,4 ve %56,5).

Tulsi de ise ölüm oranı yine sırasıyla %36,5 ve %31,5 olmuştur. 25 ml/kg dozda ve 50 ml/kg dozda ise yine en yüksek larval ve ergin mortalite oranı *A. indica* ile muamele edilmiş böceklerde bulunmuştur (sırasıyla %74,8- %69,9; %86,9- %81,9).

Anurag ve Yadav (2020), kimyasal insektisit olarak kullanılan Coragen (Rynaxypyr içeren)'in, bitkisel uçucu yağların (karanj, hint, kafur yağı) ve kurutulmuş bitkilerin yapraklarından (*A. indica*, *Lantana camara* ve *E. globulus* yaprakları) yakılarak elde edilen dumanın *T. molitor* erginleri üzerinde öldürücü etkisini araştırmışlardır. 3, 24, 48, 72, 96 ve 120. saatlerde *T. molitor*'un mortalite oranlarını belirledikleri bu çalışmada 120 saat sonra Coragen'in ve *A. indica* bitkisinin yapraklarından elde edilen dumanın *T. molitor* üzerindeki mortalite oranı sırasıyla %57,33 ve %51,33 olarak tespit edilmiştir. Bitkisel uçucu yağlarda en fazla mortalite oranı %36,67 ile karanj yağında belirlenmiştir. Çalışma sonuçları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında denemelerde kullanılan bitkisel uçucu yağların ve kurutulmuş bitkilerin yapraklarından elde edilen dumanın kontrol grubuna göre anlamlı derecede etkili olduğu tespit edilmiştir.

Michel vd., (2023), Tesbih ağacı (*A. indica*) yapraklarından elde ettikleri uçucu yağı koaservasyon yöntemi ile mikrokapsüller haline getirmişlerdir. Elde edilen mikrokapsüllerin çapı 1-5 µm arasındadır ve bu mikrokapsülleri etanolde çözerek *T. molitor* larvalarını 10 saniye süreyle çözeltiye batırmışlardır. Larva ölümlerinin işlemde 48 saat sonra gözlemlendiği, ölüm oranının $85 \pm 10,49$ olarak bulunduğu belirtilmiştir. Mikrokapsüllerin böceklerin larval dönemden ergin döneme geçmelerini geciktirdiğini ve erginlerde ağırlık kaybına neden olarak böcek popülasyonunu azalttığını belirtmişlerdir.

Darwiati vd., (2020), Tesbih ağacı (*A. indica*), maun (*Swietenia mahogani* Linnaeus) ve surian (*Toona sinensis* A.Juss) tohumlarından elde edilen ekstraktların 3. larval dönemde olan *T. molitor* larvaları üzerinde öldürücü etkilerini araştırmışlardır. Bitki ekstraktlarının farklı (0 mg/l, 9mg/l, 15 mg/l, 30 mg/l ve 45 mg/l) konsantrasyonları larvaların gövde kısımlarına 5 ml olacak şekilde püskürtülmüştür. Çalışmada larva ölümleri 24 saatte bir kontrol edilmiştir. *T. molitor* larvaları üzerinde öldürücü etki gösteren 3 bitkinin de ekstraktları önemli derecede etki göstermiştir. *A. indica* tohumlarından elde edilen ekstraktların larvalar üzerinde yüksek derecede öldürücü ($LC_{50} = 0,72$ mg/l) olduğu bulunmuş, maun ($LC_{50} = 5,2$ mg/l) ve surian ($LC_{50} = 7,02$ mg/l) tohumlarının *A. indica* tohumlarına göre daha az öldürücü etki gösterdiği belirtilmiştir.

Plata-Rueda vd., (2021), çalışmalarında kekik (*O. vulgare*) bitkisel uçucu yağının *T. molitor* larva, pupa ve erginleri üzerinde ölüm, hayatta kalma, solunum ve davranışsal etkileri araştırılmıştır. Kekik bitkisel uçucu yağının analizi sonucunda başlıca bileşenlerini karvakrol (%25,6), p-simen (%12,3), linalool (%8,71), timol (%7,22), γ -terpinen (%7,21), caryophyllene oksit (%4,67), α -pinen (%2,71) ve eucalyptol (%2,69) belirtmişlerdir. Kekik bitkisel uçucu yağının *T. molitor* larvalarında ($LD_{50} = \%3,03 \mu g$ böcek⁻¹), pupalarında ($LD_{50} \%5,01 \mu g$ böcek⁻¹) ve erginlerinde ($LD_{50} = \%5,12 \mu g$ böcek⁻¹) yüksek toksisite gösterdiği bulunmuştur. Farklı doz (LD_{25} , LD_{50} , LD_{75} ve LD_{90}) uygulamalarında ölüm oranının arttığı belirtilmiştir. Kekik bitkisel uçucu yağının uygulanması sonucunda larva, pupa ve erginlerin solunum güçlüğü çektiği ve erginlerde davranışsal kaçınma tepkisinin ortaya çıktığı belirtilmiştir. Kekik bitkisel uçucu yağının *T. molitor*'un farklı gelişim aşamalarında öldürücü ve kaçırıcı etkilerinin olduğu çalışma sonucunda vurgulanmış ve sentetik pestisitlere alternatif bir seçenek olabileceği vurgulanmıştır.

Nasution vd., (2021), Tesbih ağacı (*A. indica*) kök kabuklarından elde ettikleri bitkisel uçucu yağın *T. molitor*'un 3. larval dönemdeki larvaları üzerinde beslenme önleyici (antifeedant) etkisini araştırmışlardır. *A. indica* bitkisel uçucu yağı n-hekzan, metanol ve etil asetatta çözündürülmüştür. Çözeltilerin %0,5'lik konsantrasyonları yaprak disk yöntemi kullanılarak *T. molitor* larvalarına uygulanmıştır. Çalışma sonunda *T. molitor* larvalarına karşı beslenme önleyici etkiyi *A. indica* uçucu yağının çözündürülerek elde edildiği etil asetat çözeltisi %71,78 olarak en fazla oranda göstermiş, metanol çözeltisi %40,14 oranında ve n-hekzan %6,71 oranında göstermiştir.

Kavallieratos vd., (2021b), solucanotu (*Tanacetum vulgare* Linnaeus) bitkisel uçucu yağının *T. molitor*, *T. castaneum*, *T. confusum* ve *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus (Coleoptera: Silvanidae) (testereli böcek) gibi önemli depo zararlıları üzerindeki mortalite oranlarını araştırdıkları bir çalışmada *T. vulgare* bitkisel uçucu yağını (500 ve 1000 ppm) buğday üzerine püskürterek uygulamışlardır. Larva ve ergin ölüm oranları 4, 8 ve 16 saat sonra ve 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 gün sonra kontrol edilmiştir. *T. vulgare* uçucu yağının 1000 ppm'de *T. molitor* erginlerinde %52,2 oranında ölüme neden olduğu, larvalarında ise %8,9 oranında düşük ölüme neden olduğu belirtilmiştir. Diğer depo zararlısı böcekler üzerinde de *T. vulgare* uçucu yağının öldürücü etki gösterdiği belirtilmiştir.

Martynov vd., (2019), 18 bitki uçucu yağının [limon otu yağı (*Melissa officinalis*), bergamot yağı (*Citrus bergamia*), çay ağacı yağı (*Melaleuca alternifolia*), portakal yağı (*Citrus sinensis*), okaliptüs yağı (*E. globulus*), lavanta yağı (*L. angustifolia*), greyfurt yağı (*Citrus paradisi*), ladin yağı (*Picea abies*), greyfurt yağı (*Citrus paradisi*), biberiye yağı (*R. officinalis*), tarçın yağı (*Cinnamomum verum*), ardıç yağı (*Juniperus communis*), zencefil yağı (*Zingiber officinale*), sedir yağı (*Cedrus atlantica*), batı mazısı yağı (*Thuja occidentalis*), ıtır yağı (*Pelargonium graveolens*), sandal ağacı yağı (*Pterocarpus santalinus*), misket limonu yağı (*Citrus aurantiifolia*)] ve 18 kurutulmuş bitkinin [limon otu (*Melissa officinalis*), bahçe nanesi (*M. piperita*), pelin otu (*Artemisia absinthium*), defne ağacı (*L. nobilis*), yabani kekik (*Thymus serpyllum*), tazmanya mavisı sakızı (*E. globulus*), lavanta (*L. angustifolia*), biberiye (*R. officinalis*), karanfil (*S. aromaticum*), civanperçemi (*Achillea millefolium*), solucanotu (*T. vulgare*), altın otu (*Helichrysum arenarium*), ada çayı (*Salvia officinalis*), kekik (*O. vulgare*), yabani biberiye (*Rhododendron tomentosum*), uzun lohusa otu (*Aristolochia clematidis*), fesleğen (*O. basilicum*), papatya (*Matricaria chamomilla*)] 3. larval aşamadaki *T. molitor* larvaları ve *S. granarius* erginleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma polietilen tüpler içerisinde gerçekleştirilmiş ve bitkisel uçucu yağlar 0,06 mL olacak şekilde pamuklara emdirilerek uygulanmıştır. *T. molitor* larvalarına karşı kaçıracı etkiyi bitkilerin kurutulmuş yapraklarından *O. vulgare* ve *E. globulus*, bitkisel uçucu yağlardan ise *J. communis*, *P. abies*, *P. santalinus*, *C. sinensis* ve *C. aurantiifolia* kaçıracı etki göstermiştir. *S. granarius* erginlerine karşı ise en fazla kaçıracı etkiyi *C. sinensis* ve *P. abies* bitkisel uçucu yağları göstermiştir.

Kavallieratos vd., (2021c), *Hazomalania voyronii* Jum. bitkisinin kabuklarından elde edilen bitkisel uçucu yağın (500 ppm ve 1000 ppm) *T. molitor*, *T. castaneum* ve *T. confusum* gibi zararlıların larva ve erginleri üzerinde öldürücü etkisi üzerine yaptıkları bir çalışmada *T. molitor* erginlerinde ölüm oranını 500 ppm’de 7. gün sonunda %94,8; 1000 ppm’de 6. gün sonunda ise %93,5 olarak tespit etmişlerdir.

Plata-Rueda vd., (2017), sarımsak (*A. sativum*) bitkisel uçucu yağı ve sarımsak bitkisel uçucu yağının başlıca bileşenleri olan dialil disülfid ve dialil sülfür bileşiklerinin *T. molitor* larva, pupa ve erginleri üzerindeki kovucu ve öldürücü etkilerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, sarımsak bitkisel uçucu yağının larvalar üzerinde yüksek toksik etki gösterdiği fakat pupa ve erginlerde bu etkiyi çok fazla göstermediğini belirtmişlerdir. Bileşenlerden ise dialil disülfidin toksik etkisini sırasıyla pupa>larva>ergin olarak

bulmuşlardır. *A. sativum* ve bileşiklerinin zararlılarla mücadelede alternatif olarak kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Kavallieratos vd., (2022), *Carlina acaulis* Linnaeus (gümüş diken) bitkisel uçucu yağının (500 ppm ve 1000 ppm) önemli depolanmış ürün zararlıları [*T. molitor* (larva ve erginleri), *Acarus siro* Linnaeus (Sarcoptiformes: Acaridae) (un akar) (nimf ve erginleri), *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae) (Buffalo kurdu) (larva ve erginleri), *O. surinamensis* (larva ve erginleri), *Rhyzopertha dominica* Fabricius, 1792 (Coleoptera: Bostrichidae) (ekin kambur biti) (erginleri), *Sitophilus oryzae* Linnaeus, 1763 (Coleoptera: Curculionidae) (pirinç biti) (erginleri), *T. castaneum* (larva ve erginleri) ve *T. confusum* (larva ve erginleri)] üzerinde mortalite etkisini araştırmışlardır. Aynı zamanda bu bitkiden elde edilen uçucu yağın mortalite etkisini organofosfat insektisit olan pirimiphos-metil ile karşılaştırılmıştır. 1000 ppm *C. acaulis* dozuna 7 gün maruz kalan *T. molitor* erginlerinde %81,1 oranında ölüm meydana gelmiştir. *T. molitor* larvalarında 500 ppm uygulamasında 7 gün sonra, 1000 ppm uygulamasında 4 gün sonra tamamen ölüm gerçekleşmiştir. *C. acaulis* bitkisel uçucu yağı uygulaması diğer depolanmış ürün zararlıları üzerinde de yüksek öldürücü etki göstermiştir. Çalışma sonunda *C. acaulis* bitkisel uçucu yağının organofosfat insektisit olan pirimifos-metile göre daha yüksek insektisit etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Sönmez ve Şimşek (2023), defne (*L. nobilis*), sinameki (*Cassia angustifolia* Mill.) ve rezene (*F. vulgare*) bitki uçucu yağlarının *T. molitor*'un farklı gelişim evreleri ve gelişim sürelerinin uzunluğu üzerindeki etkisini belirledikleri bir çalışmada *T. molitor* larvalarının ölümleri ilk 24 saatte *L. nobilis* için $83,32 \pm 8,43$, *C. angustifolia* için $48,88 \pm 11,45$, *F. vulgare* için ise $62,00 \pm 18,54$ olarak bulunmuştur. *T. molitor* pupalarının ölümleri ilk 24 saatte *L. nobilis* için $70,77 \pm 7,70$, *C. angustifolia* Mil. için $43,73 \pm 9,86$ ve *F. vulgare* için $30,47 \pm 6,66$ olarak bulunmuştur.

Pestisitlerin insan ve çevre sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda; Tiryaki vd., (2018), İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı bulunan ilaçlama merkezinde çalışanların pestisit maruziyetini inceledikleri bir çalışmada 370 erkek çalışanın çalışma sürelerinin $4,4 \pm 2,4$ olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma kapsamına alınan kişilerin 134'ünde (%36,2) hipertansiyon tespit edilmiştir. 12 (%9) çalışanın daha önce hipertansiyon tanısı koyulduğu, 122 (%32,9) katılımcının ise hipertansiyon olduklarının farkında olmadıkları belirtilmiştir. Çalışmaya katılanların topluma göre yüksek hipertansiyon ve obezite prevalansı bulunmuştur. Sabarwal vd.,

(2018), çocuk ve yetişkinlerde kanser gelişiminin pestisit maruziyeti ile ilişkili olduğunu vurgulamışlardır. Pestisit maruziyetinin kanserin yanı sıra Parkinson hastalığı, Alzheimer hastalığı, üreme bozuklukları ve solunum bozukluklarına da yol açtığı bildirilmiştir. Yine pestisit maruziyetinin genetik hasarlara, endokrin bozulmasına ve oksidatif strese yol açtığı çalışma içerisinde yer almaktadır. Altıkat vd., (2009), çalışmalarında pestisit kalıntılarının çok düşük seviyesinin bile canlı organizmalarda birikime yol açtığına yer verilmektedir. Pestisitlerin uygulanması sırasında bir kısmının dağıldığı bir kısmının ise bitki ve toprakta kaldığı bilgisine yer vermişlerdir. Dağılan pestisitlerin hava karıştığı ve yağmurlarla tekrar yeryüzüne döndüğünü vurgulamışlardır. Pestisit uygulamasının havada, suda ve toprakta kirliliğe yol açtığı, doğada zararlıları baskı altında tutan en önemlisi olan parazitoit ve predatörlere zarar verdiğini bildirmişlerdir. Pestisitlerin insanlarda ağız, solunum ve deri yoluyla girerek zehirlenmelere yol açtığını, doza bağlı olarak akut ve veya kronik olarak zehirlediğini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada dört farklı bitki uçucu yağının *T. molitor* larva, pupa ve erginleri üzerindeki lethal etkileri ile larval, pupal, ergin gelişim zamanları ile ergin ömür uzunluğuna etkileri belirlenmiştir. Çalışmanın ana materyalini, *T. molitor* (un kurdu) larvaları, pupaları, erginleri ile *T. vulgaris* (Kekik), *H. perforatum* (Sarı kantaron), *P. cablin* (Paçuli), *A. indica* (Tesbih Ağacı) bitkilerinin uçucu yağları oluşturmuştur.

Çalışmada kullanılan bitki uçucu yağları Kekik (Arifoğlu), Sarı kantaron (Botalife), Paçuli (Melis Özel) ve Tesbih Ağacı (Destek) ticari olarak yerel aktarlardan elde edilmiştir. Bitki uçucu yağlarının laboratuvarda saf su ile %10'luk (v/v) çözeltileri hazırlanmıştır.

3.1 *Tenebrio molitor* laboratuvar koşullarında üretimi

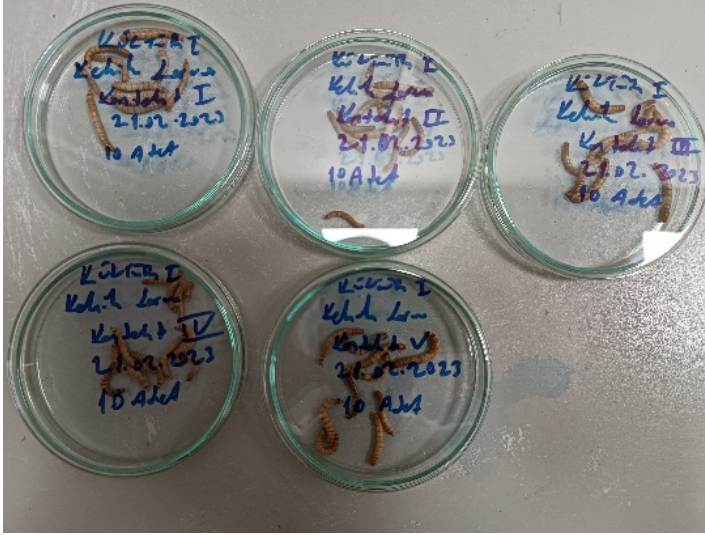
Çalışmada kullanılan *T. molitor* kültürleri Sinop Üniversitesi Eğitim Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'ndan temin edilmiştir (Şekil 3.1). *T. molitor* larva, pupa ve erginlerini elde edebilmek kültür kaplarına buğday unu (1:1), beyaz un (1:1) ve 10 gr ruşeym ve böceklerin nem ihtiyacı için patates eklenmiştir. Çalışma devam ettiği sürece besinler kontrol edilmiş ve eksilen besin yerine aynı oranda besin eklenmiştir. Her bir kültür kabına 15 adet dişi-erkek karışık olarak *T. molitor* ergini bırakılmıştır. Kültür kapları daha sonra oda sıcaklığı 28 ± 2 °C ve 65 ± 5 bağıl nem olan ışık almayan laboratuvar ortamında bekletilmiştir. Erginler 15 gün kültür kaplarında tutulduktan sonra alınmıştır. Erginler alındıktan sonra larva, pupa ve ergin çıkışları günlük olarak kontrol edilip çıkış tarihleri kaydedilerek yeni çıkan larva, pupa ve ergin böcekler denemelerde kullanılmıştır.



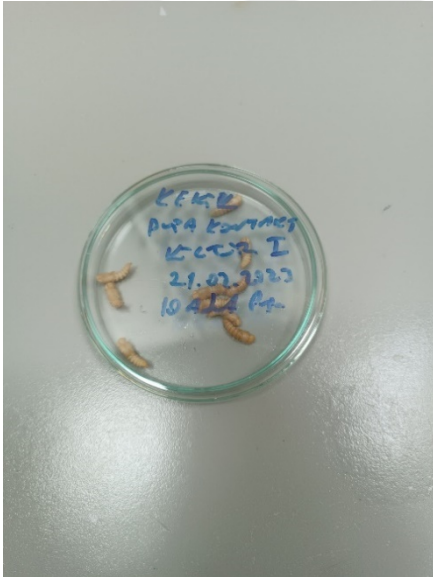
Şekil 3.1 *T. molitor* kültür üretimi

3.2 Kontakt etki denemeleri

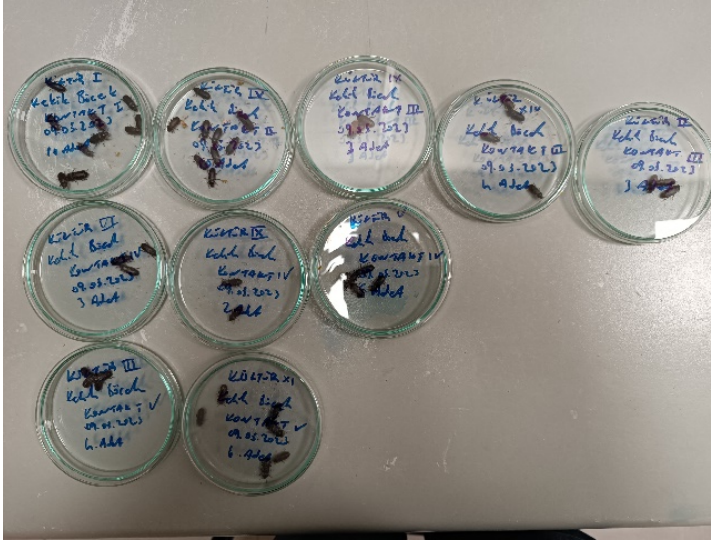
Bitkisel uçucu yağların kontakt etkilerini belirlemek amacıyla uçucu yağlar *T. molitor* 'un 3 farklı (larva, pupa ve ergin) yaşam evresinde daldırma yöntemi uygulanmıştır (Keskin-Öztekin vd, 2017). Çalışmada kullanılacak olan 4 bitkisel uçucu yağın saf su ile %10'luk çözeltileri hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiler bir kaba aktarılmış *T. molitor* larva, pupa ve erginleri pens yardımıyla 1 sn süre ile çözeltiliye daldırılmıştır. Daha sonra böcekler 10'arlı gruplar halinde petrilere aktararak belirtilen şartlarda laboratuvar koşullarında bekletilmiştir. 24 saatte bir kontrol edilerek ölü ve yaşayan böcek sayıları kayıt edilmiştir. Böceklerin ölüp ölmediği bir fırça yardımıyla kontrol edilmiştir. Her bitkisel uçucu yağ için 5 tekrar yapılmış, her tekrar için ayrı ayrı 10 adet *T. molitor* larva (50), pupa (50) ve ergini (50) kullanılmıştır. Toplamda 200 adet böcek kullanılmıştır. Kontrol grupları (50) için de saf su ile aynı işlemler yapılmıştır.



Şekil 3.2 Bitkisel uçucu yağların *T. molitor* larvaları üzerindeki kontakt etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemelerden bazı görüntüler



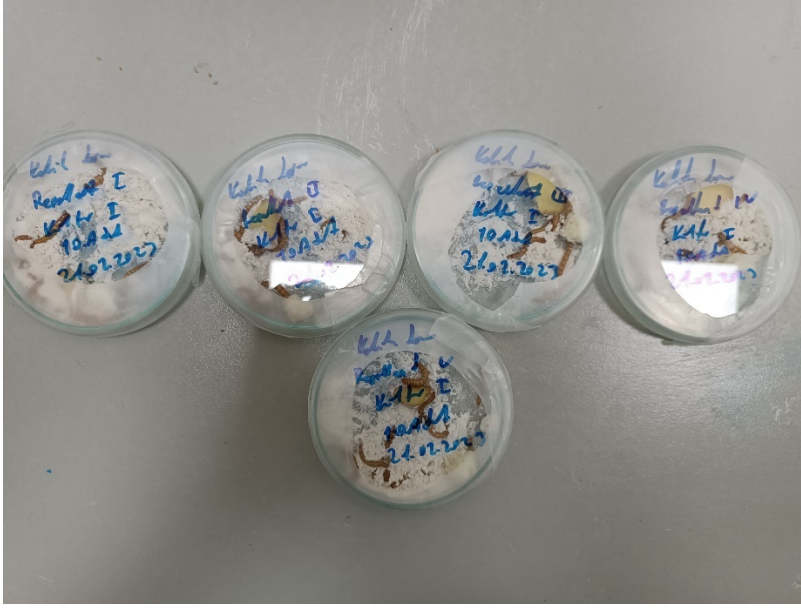
Şekil 3.3 Bitkisel uçucu yağların *T. molitor* pupaları üzerindeki kontakt etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemelerden bazı görüntüler



Şekil 3.4 Bitkisel uçucu yağların *T. molitor* erginleri üzerindeki kontakt etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemelerden bazı görüntüler

3.3 Repellent etki denemeleri

Bitkisel uçucu yağların repellent etkilerini belirlemek amacıyla uçucu yağlar *T. molitor*'un 3 farklı (larva, pupa ve ergin) yaşam evresinde uygulama yapılmıştır (Sönmez ve Şimşek, 2023). Her bitkisel uçucu yağ için 5 tekrar yapılmış, her tekrar için ayrı ayrı 10 adet *T. molitor* larva, pupa ve ergini kullanılmıştır. Bitki uçucu yağlarının %10'luk hazırlanmış çözeltileri (yaklaşık 1 ml) küçük pamuk topçuklarına emdirilerek petri kaplarına bırakılmıştır. Deneme yapılacak larva ve erginlerin petri kaplarına besin eklenmiş, pupa döneminde böcekler beslenmediği için pupa bulunan petri kaplarına besin eklenmemiştir. Larva, pupa ve erginler ayrı ayrı içerisinde bitki uçucu yağı ile muamele edilmiş pamuk bulunan petri kaplarına yerleştirilmiştir. Hava sirkülasyonu ile bitki uçucu yağlarının uçmasını engellemek amacı ile petri kapları Parafilm yardımıyla sıkıca kapatılmıştır. Petri kapları daha sonra belirtilen laboratuvar şartlarında bekletilmiş ve 24 saat sonra kontrol edilerek ölü ve yaşayan böcek sayıları kayıt edilmiştir. Böceklerin ölüp ölmediği bir fırça yardımıyla kontrol edilmiştir. Her bitkisel uçucu yağ için 5 tekrar yapılmış, her tekrar için ayrı ayrı 10 adet *T. molitor* larva (50), pupa (50) ve ergini (50) kullanılmıştır. Toplamda 200 adet böcek kullanılmıştır. Kontrol grupları (50) için de saf su ile aynı işlemler yapılmıştır.



Şekil 3.5 Bitkisel uçucu yağların *T. molitor* larvaları üzerindeki repellent etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemelerden bazı görüntüler



Şekil 3.6 Bitkisel uçucu yağların *T. molitor* pupaları üzerindeki repellent etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemelerden bazı görüntüler



Şekil 3.7 Bitkisel uçucu yağların *T. molitor* erginleri üzerindeki repellent etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemelerden bazı görüntüler

3.4 Verilerin Analizi

Bitki uçucu yağlarının *T. molitor* larva, pupa ve erginleri üzerindeki lethal etkilerini belirlemek amacıyla elde edilen veriler öncelikle Abbot (1925) formülü ile düzeltilmiştir. Bunun için aşağıdaki formülden yararlanılmıştır.

Ölüm Oranı (%): $A-B / A \times 100$

A: kontrol grubundaki yaşayan böcek sayısı

B: deneme grubundaki yaşayan böcek sayısı

Larval, pupal gelişim zamanı ile ergin ömür uzunlukları denemeleri sonucu elde edilen veriler Microsoft Excel programında tablo haline getirilip ortalamaları alınmış ve daha sonra standart sapmaları hesaplanmıştır. Bu çalışmada denenmiş kekik bitki uçucu yağı hariç tüm bitki uçucu yağlarının letalite oranı %100 çıktığından istatistiksel bir program kullanılmamıştır. Larval, pupal ve ergin ömür uzunluğu verileride yine kekik bitki uçucu yağı hariç çok anlamlı olmadığından istatistiksel bir program kullanılmamıştır.

4. BULGULAR

4.1 Denemede Kullanılan Bitkisel Uçucu Yağların *Tenebrio molitor* Üzerinde Kontakt ve Repellent Etkileri

Tablo 4.1 Dört farklı bitki uçucu yağının *Tenebrio molitor* üzerindeki kontakt denemeleri sonucu ilk 24 saat sonrası mortalite oranları (%)

Kontakt Denemeleri			
	Larva	Pupa	Ergin
Kontrol	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Kekik	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
Sarı K.	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
Paçuli	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
Tesbih A.	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0

Tablo 4.1’den de görüldüğü gibi kekik, sarı kantaron, paçuli ve tesbih ağacı uçucu yağları ile yapılan kontakt denemeleri sonucu farklı yaşam evrelerindeki (larva, pupa ve ergin) *T. molitor*’ların ilk 24 saat sonra ölüm oranları % 100 bulunmuştur.

Tablo 4.2 Kontakt etki denemelerinde dört farklı bitki uçucu yağı ile muamele edilmiş olan ve kontrol grubu *Tenebrio molitor*’ların farklı yaşam evrelerindeki gelişim süreleri

	Larval gelişim zamanı	Pupal gelişim zamanı	Ergin ömür uzunluğu
Kontrol Grubu	142,7 ± 4,3	10,3 ± 2,5	29,5 ± 3,7
*	-	-	-

**T. molitor* larva, pupa ve erginleri üzerinde yapılan kontakt etki denemelerinde ilk 24 saatte tüm uçucu yağlarda mortalite oranları %100 bulunduğundan larval gelişim zamanı, pupal gelişim zamanı ve ergin ömür uzunlukları tespit edilmemiştir.

Tablo 4.3 Dört farklı bitki uçucu yağının *Tenebrio molitor* üzerindeki repellent denemeleri sonucu ilk 24 saat sonrası mortalite oranları (%)

Repellent Denemeleri			
	Larva	Pupa	Ergin
Kontrol	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Kekik	90,0 ± 0,1	100 ± 0,0	100 ± 0,0
Sarı K.	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
Paçuli	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
Tesbih A.	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	95,0 ± 0,6

Tablo 4.3'den de görüldüğü gibi kekik bitki uçucu yağı hariç tüm denemelerde *T. molitor* larva, pupa ve erginlerinin ilk 24 saatte mortalite oranları %100 bulunmuştur.

Tablo 4.4 Repellent etki denemelerinde dört farklı uçucu yağ ile muamele edilmiş olan gruplar ile kontrol grubu *Tenebrio molitor* larvalarının larval, pupal gelişim süreleri ile ergin ömür uzunlukları (gün)

Uçucu yağlar	Larval gelişim zamanı	Pupal gelişim zamanı	Ergin ömür uzunluğu
Kontrol	142,7 ± 4,3	10,3 ± 2,5	29,5 ± 3,7
Kekik	131,5 ± 2,1	9,9 ± 0,6	32,4 ± 1,3
Sarı Kantaron	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Paçuli	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
Tesbih Ağacı	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0

Tablo 4.4'de dört farklı bitkisel uçucu yağ ile muamele edilmiş *T. molitor* larvalarının larval, pupal gelişim zamanları ile ergin ömür uzunlukları verilmiştir. Kekik uçucu yağı dışında diğer bitkisel uçucu yağların mortalite oranları %100 olduğundan bu larvalar gelişimlerini tamamlayamamıştır. Yalnızca kekik uçucu yağı ile muamele edilenler gelişim aşamalarını tamamlamış ve larval gelişim zamanı 131,5; pupal gelişim zamanı 9,9; ergin ömür uzunluğu ise 32,4 olarak tesbit edilmiştir.

Pupa repellent denemelerinde dört farklı bitki uçucu yağı ile muamele edilmiş *T. molitor*'ların pupal gelişim zamanları ile ergin ömür uzunlukları sıfır bulunmuştur. Bu nedenle tablo olarak verilmemiştir.

Tablo 4.5 Dört farklı uçucu yağın *Tenebrio molitor* ergini üzerindeki repellent etkileri (gün)

Uçucu yağlar	Ergin ömür uzunluğu
Kontrol	$29,5 \pm 3,7$
Kekik	$1,0 \pm 0,0$
Sarı Kantaron	$1,0 \pm 0,0$
Paçuli	$1,0 \pm 0,0$
Tesbih Ağacı	$5,8 \pm 1,0$

Ergin *T. molitor*'ların dört farklı bitki uçucu yağı ile muamele edilmesi sonucu sadece tesbih ağacı hariç diğer tüm bitki uçucu yağlarından elde edilen veriler sıfır bulunmuştur. Sadece tesbih ağacı uçucu yağı ile muamele edilmiş *T. molitor* erginlerinin ömür uzunlukları $5,8 \pm 1,0$ bulunmuştur. İlgili veriler Tablo 4.5'de verilmiştir.

5. TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmada kekik, sarı kantaron, paçuli ve tesbih ağacı bitki uçucu yağlarının *T. molitor*'un farklı yaşam evrelerine (larva, pupa ve erginlerine) karşı kontakt ve repellent etkisi araştırılmıştır. Laboratuvar ortamında *T. molitor*'un farklı yaşam evrelerinde yapılan kontakt etki denemelerinde %10'luk kekik, sarı kantaron, paçuli ve tesbih ağacı bitkisel uçucu yağlarının *T. molitor* üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Yapılan denemeler sonucunda denemelerde kullanılan bitkisel uçucu yağlar böceğin farklı yaşam evrelerinde (larva, pupa ve ergin) %100 mortalite oranına sahiptir (Tablo 4.1). Tablo 4.2'de kontrol grubu *T. molitor*'ların larval gelişim zamanı $142,7 \pm 4,3$ pupa gelişim zamanı $10,3 \pm 2,5$ ve ergin ömür uzunluğu $29,5 \pm 3,7$ olarak tespit edilmiştir.

Tez çalışmasının ikinci basamağı olan %10'luk kekik, sarı kantaron, paçuli ve tesbih ağacı bitkisel uçucu yağlarının *T. molitor*'un farklı yaşam evrelerinde repellent etkisi araştırılmıştır. Deneme sonuçlarına göre kekik bitkisel uçucu yağı böceğin larvaları üzerinde %90, pupa ve erginlerde ise %100 oranında mortaliteye neden olmuştur (Tablo 4.3) Kekik bitkisel uçucu yağının *T. molitor* larvaları üzerindeki mortalite oranı %90 olarak tespit edilmiş ve repellent etki denemelerinde kullanılan bu larvaların larval, pupal gelişimlerini tamamlayarak ergin olarak çıkışları gözlenmiştir. Larval gelişim zamanı $131,5 \pm 2,1$, pupal gelişim zamanı $9,9 \pm 0,6$ ve ergin ömür uzunluğu ise $32,4 \pm 1,3$ olarak tespit edilmiştir. Sarı kantaron, paçuli ve tesbih ağacı bitkisel uçucu yağlarının *T. molitor*'un larva ve pupa evrelerinde %100 mortaliteye neden olduğu belirlenmiştir. Tesbih uçucu yağının *T. molitor* erginleri üzerinde ise $95,0 \pm 0,6$ oranında mortaliteye neden olduğu ve ergin ömür uzunluğu $5,8 \pm 1,0$ olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışma sonuçlarına göre çalışmada kullanılan kekik, sarı kantaron, paçuli ve tesbih ağacı bitkisel uçucu yağlarının *T. molitor*'un bütün yaşam evrelerinde son derece toksik olduğu ve bu böceğin entegre mücadelesinde umut verici sonuçlar alınabileceğini göstermiştir. Bitkisel uçucu yağların etkinliği son yıllarda yapılan birçok çalışma ile artık kanıtlanmış durumdadır.

Plata-Rueda vd., (2021), kekik bitkisel uçucu yağının *T. molitor* larva, pupa ve erginleri üzerinde toksik, solunum ve davranışsal etkilerini belirledikleri bir çalışmada kekik bitkisel uçucu yağının *T. molitor* larvalarında ($LD_{50} = \%3,03 \mu g \text{ böcek}^{-1}$), pupalarında ($LD_{50} \%5,01 \mu g \text{ böcek}^{-1}$) ve erginlerinde ($LD_{50} = \%5,12 \mu g \text{ böcek}^{-1}$) yüksek toksisiteye neden olduğunu tespit etmişlerdir. LD_{25} , LD_{50} , LD_{75} ve LD_{90} doz uygulanan böceklerde

yaşam süreleri sırasıyla %65-54; %38-44; %30-23 ve %6-2'ye düştüğü, böceğin tüm yaşam evrelerinde solunum güçlüğü çektiği ve davranışsal kaçınma tepkisi gösterdiği belirtilmiştir. *T. molitor*'un yaşam evreleri üzerinde kekik bitkisel uçucu yağının toksik etki gösterdiğini ve dozun önemli bir rol oynadığı görülmektedir. Mevcut tez çalışmasında da kekik bitkisel uçucu yağının *T. molitor*'un tüm yaşam evrelerinde toksik etki gösterdiği tespit edilmiştir. Bumbulyte vd., (2023), ticari olarak satın alınan kekik, okaliptüs, nane, lavanta, limon otu ve karanfil bitkisel uçucu yağının *T. molitor* larvaları üzerinde kovucu etkisini araştırdıkları bir çalışmada 0, 001 mM, 0,1 mM ve 1 mM olmak üzere farklı dozlarda bitkisel uçucu yağ kullanmışlar ve en yüksek kovucu etkiyi nane uçucu yağında tespit etmişlerdir. Nane bitkisel uçucu yağının ana bileşeni carvone olarak bulunmuştur. Kekik uçucu yağının düşük dozda kovucu etki gösterdiği tespit edilmiş ve kullandıkları kekik bitkisinin (*T. vulgaris*) analizleri sonucunda ana bileşenin Terpinen-4-ol olduğu tespit edilmiştir. En fazla kovucu etkiyi gösteren nane ve az etki gösteren kekik bitkisinin 6 adet bileşeni ticari olarak satın alınmış ve bu bileşenler *T. molitor* larvaları üzerinde denenmiştir. Çalışmada kullanılan bileşenler carvone, Limonen, Myrecene, γ -terpinen, Cis, sabinen hidrat ve Terpinen-4-ol olarak seçilmiştir. Terpinen-4-ol'ün 0,01 ve 1 mM dozlarının daha kovucu olduğu tespit edilmiştir. Terpinen-4-ol'ü takiben carvone bileşenin kovucu etki gösterdiği sonucuna varılmıştır. Genellikle çalışmalarda tercih edilen bitkilerin içerdikleri sekonder metabolitler zararlılar üzerinde yüksek oranda toksik ve uzaklaştırıcı etki göstermektedir. Bununla birlikte bitkisel uçucu yağların uygulanması sırasında etkinliğin artmasında hem sekonder metabolitler hem de doz doğru orantılı olarak etki etmektedir. Çiftçi vd., (2021), *T. castaneum* üzerinde kekik yağı (*Origanum minutiflorum*), Lavanta yağı (*L. hybrida*), Ardıç tohumu yağı (*Juniperus excelsa*) ve Sedir ağacı yağı (*Cedrus atlantica*)'nın fumigant etkisini belirledikleri bir çalışmada, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan (%1; %0,5; %0,25; %0,125; %0,0625 ve %0,03125) bitkisel uçucu yağların mortalite oranlarını tespit etmişlerdir. Pamuklara 2 ml olarak emridilen bitki uçucu yağları *T. castaneum* bireyleri ile birlikte petri kaplarına aktarılmış ve petriler sıkıca parafilm ile kaplanmıştır. Kekik bitkisel uçucu yağının mortalite oranlarının 7. gün sonunda sırasıyla %100; %92; %76; %60; %60 ve %24 oranında olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan bitkisel uçucu yağlar arasında en fazla etkinlik gösteren bitkisel uçucu yağın kekik bitkisel uçucu yağı olduğu belirtilmiştir. *T. castaneum* tez çalışmasında kullanmış olduğumuz *T. molitor* ile aynı aileye (Coleoptera: Tenebrionidae) ait bir türdür. *T. molitor* üzerinde yüksek mortalite oranı göstermiş olan kekik bitkisel uçucu yağı *T. castaneum* üzerinde de yüksek toksik etki göstermiştir.

Yapılan çalışmada *T. castaneum* bireyleri üzerinde kullanılan deneme metodu tez çalışmamızda kullanılan repellent uygulama metoduyla aynıdır ve mortalite sonuçlarımız benzerlik göstermektedir. Plata-Rueda vd., (2021)'nin *T. molitor* ile, Çiftçi vd., (2021)'nin *T. castaneum* ile yapmış olduğu çalışma sonuçları mortalite oranları ve doz arttıkça mortalite oranının da artması yönleri ile benzerlik göstermektedir. Coleoptera takımına ve Tenebrionidae ailesine ait olan bu iki böcek türünün kekik bitkisel uçucu yağından yüksek derecede etkilendiği söylenebilir.

Baş ve Ersoy (2020), sarı kantaron bitkisel uçucu yağının *T. molitor* larva, pupa ve erginleri üzerinde fumigant etkisini inceledikleri bir başka çalışmada en dirençli yaşam evresinin larva olduğu tespit edilmiştir. Sarı kantaron bitkisel uçucu yağının analizi sonucunda kimyasal bileşenleri α -Pinen (%51,2), 3-karen (%7,3) ve α -karyofilen (%5,2) olarak bulunmuştur. Yaman ve Şimşek (2022), *T. molitor* ile aynı takıma ait olan *R. dominica* zararlısı üzerinde *H. perforatum*, *Hypericum heterophyllum* Ventenat (yara yaprağı), *Hypericum scabrum* Linnaeus (karahasançayı) bitkilerinin çiçek, yaprak ve gövde kısımlarından elde edilen uçucu yağların etanol ekstraktlarını kullanarak tasarladıkları bir çalışmada belirtilen bitki uçucu yağlarının etkilerini incelemişlerdir. Bitkisel uçucu yağların %10'luk çözeltileri böceklere 1 μ l topikal olarak uygulanmış 24., 48. ve 72. saatteki mortalite oranları kaydedilmiştir. Deneme sonuçlarına göre *H. perforatum*, *H. heterophyllum* ve *H. scabrum* bitkisel uçucu yağlarının *R. dominica* erginleri için mortalite oranları sırasıyla %88,9; %78,8 ve %50,3 olarak bulunmuştur. *Hypericum* türleri arasında en yüksek mortalite oranı *H. Perforatum* bitkisinin yaprağından elde edilen bitkisel uçucu yağda ve %79,4 oranında olmuştur. *H. heterophyllum* bitkisinin yaprağı ise %70,6 oranında mortalite oranı göstererek *H. perforatum* bitkisini takip etmiştir. Mevcut çalışmada da *H. perforatum* bitkisel uçucu yağının %10'luk çözeltisi kullanılmış ve benzer kontakt etki metodu uygulanmıştır. Yapılan iki çalışmada sonuçları birbirine yakındır. Çalışmada Yaman ve Şimşek (2022), kontakt etki metodunu böceklere mikro aplikatör ile topikal olarak uygulayarak, mevcut çalışmada ise daldırma yöntemiyle uygulanmıştır. Mevcut çalışmada %10'luk *H. perforatum* bitkisel uçucu yağının *T. molitor*'un bütün yaşam evrelerinde ilk 24 saatte mortalite oranı %100 iken, mevcut veriler *R. dominica* üzerinde yapılan kontakt etki denemeleri ile birbirlerini destekler niteliktedir. *R. dominica*'da *T. molitor* ile aynı takıma (Coleoptera) ait bir türdür. Coleoptera takımına ait olan iki türün *H. perforatum* bitkisel uçucu yağından yüksek derecede toksik olarak etkilendiğini söyleyebiliriz.

Kavallieratos vd., (2021a), paçuli bitkisel uçucu yağı da dahil 12 bitkisel uçucu yağın farklı konsantrasyonlarda (500 ppm ve 1000 ppm) *T. molitor*, *T. granarium*, *T. castaneum* ve *T. confusum* üzerine etkilerini incelediği bir çalışmada *P. cablin* uçucu yağının 1000 ppm’lik konsantrasyonunun *T. granarium* erginleri üzerinde %93,3; *T. confusum* larvalarında %71,1; *T. castaneum* erginlerinde %14,4 mortalite oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. *T. molitor* erginlerine karşı yapılan toksisite denemelerinde ise *T. annuum* ve *C. luzonicum* bitkisel uçucu yağlarının 7 gün sonra 500 ve 1000 ppm’de sırasıyla %92,2 - %93,3 ve %83,3 - %90 olarak bulunmuştur. 500 ve 1000 ppm’de *P. cablin*, *T. vulgaris*, *E. cardamomum*, *S. aromaticum*, *C. sativum*, *M. cajuputi* ve *B. carteri* bitkisel uçucu yağlarının ise orta düzeyde ölüm meydana getirdiği bulunmuştur. Yapılan bu geniş kapsamlı çalışmada Coleoptera ailesine ait 4 farklı böcek türünün farklı yaşam evreleri üzerinde 12 bitkisel uçucu yağın toksisite etkisi incelenmiştir. Görüldüğü üzere her böcek türü için farklı bulgular elde edilmiştir. Denemelerde uygulanan iki farklı konsantrasyonun da bitkisel uçucu yağların böcekler üstüne etkisi doz/konsantrasyon ilişkisi ile doğrudan bağlantılıdır. 4 farklı tür aynı takıma veya ailelere ait olmalarına rağmen gelişim evreleri ve anatomik yapıları farklı olduğundan bazı böcek türleri uygulanan bitkisel uçucu yağlara direnç gösterirken, bazı böcek türlerinde ise yüksek mortalite oranları tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan bitkisel uçucu yağlara karşı *T. castaneum* ve *T. confusum* erginlerinin dirençli olduğu, *T. molitor* erginlerinin ise dirençsiz olduğu, larvalarının ise diğer 3 böcek türüne göre daha dirençli olduğu belirlenmiştir. Mevcut çalışmada dört farklı bitkisel uçucu yağ *T. molitor* erginleri ve larvaları üzerinde yüksek mortalite oranlarına sahiptir. Yani Plata-Rueda vd., (2021) çalışmalarında kekik bitkisel uçucu yağı denemelerinde *T. molitor* larvalarında ($LD_{50} = \%3,03 \mu g \text{ böcek}^{-1}$), pupalarında ($LD_{50} \%5,01 \mu g \text{ böcek}^{-1}$) ve erginlerinde ($LD_{50} = \%5,12 \mu g \text{ böcek}^{-1}$) yüksek toksisite gösterdiğini bulmuşlardır.

Hassan ve Shaw (2020), *A. indica* ve *O. Tenuiflorom* bitkisel uçucu yağının *T. molitor* larva ve erginleri üzerinde insektisidal etkisini belirledikleri bir çalışmada, denemelerde kullanılan tüm dozlarda (10 ml/kg, 25 ml/kg ve 50 ml/kg) larvaların erginlere göre *A. indica* bitkisel uçucu yağından daha çok etkilendiği bulunmuştur. *A. indica* uçucu yağının larvalar üzerinde sırasıyla %61,4; %74,8 ve %86,9, erginler üzerinde ise sırasıyla %56,5; %69,9 ve %81,9 oranında mortaliteye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Coleoptera ailesinden olan *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831 (Fasulye tohum böceği) ve *Callosobruchus maculatus* Fabricius, 1775 (Börülce tohum böceği) üzerinde *E.*

globulus, *T. vulgaris*, *L. nobilis* ve *Juglas regia* Linnaeus (Plantae) (Ceviz) yapraklarının etanol ekstraktlarının etkisinin incelendiği çalışmada kullanılan ekstraktların zararlıların yaşam sürelerinde ve yumurtlama sayılarında azalma meydana getirmesi zararlı popülasyonunu azaltmaya yönelik umut verici bir çalışmadır (Sönmez, 2021).

T. molitor beyaz un, kepek unu, mısır unu gibi depolanmış ürünlerde ekonomik kayıplara neden olan zararlı bir böcek türüdür. Aynı şekilde *A. obtectus*'da depolanmış kuru fasulye üzerinde zararlı bir böcek türü olmasına rağmen *A. obtectus*'un bulaşması tarlalarda olabilir. Tarlada fasulyeye bulaşan böcekler, bulaşık taneler ile depolara taşınır ve orada zararına devam eder. İki farklı bitkisel uçucu yağın [*E. globulus* bitkisel uçucu yağı, %1.25'lik, *Melia azedarach* Linnaeus (Plantae) (Tesbih ağacı), %1,25'lik, Azadirachtin 10 g/l (500 ml/1000) metanolde] *A. obtectus* (Say.) (Coleoptera) (Fasulye tohum böceği) üzerindeki etkisinin tarla şartlarında incelendiği bir çalışma sonuçları bitkisel uçucu yağların bitkilerin yetiştiği yerde de etkili olabileceği konusunda oldukça umut vaat edicidir (Yanar ve Düzdemir, 2012). Yanar ve Düzdemir (2012) bitkisel uçucu yağların etkisini belirlemek amacıyla tarlaya doğal olarak bulaşmış böcekler üzerinde Cypermethrin 250 g/L EC (kimyasal insektisit) uygulaması da yapmışlardır. Çalışma sonucunda kullanılan bitkisel uçucu yağ ve preparatların kimyasal insektisit olan Cypermethrin ile aynı seviyede etki gösterdiği, bu bitkisel uçucu yağların biyolojik mücadelede kimyasal pestisitlerin kullanımını azaltmak amacıyla kullanılabilir olduğunu vurgulamışlardır.

Bitkisel uçucu yağlar içerdikleri bileşikler sayesinde zararlılar üzerinde çekici ve itici özellik gösterebilirler. Bu özellikleri zararlılarla mücadelede önemli katkıda bulunabilir. İki farklı bitkinin yapraklarından elde edilen uçucu yağın [*Solanum tuberosum* Linnaeus (Plantae) (Patates) ve *Lycopersicon esculentum* Linnaeus (Plantae) (Domates)] *T. molitor* ve *Harmonia axyridis* Linnaeus 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) (Asya uğur böceği) üzerinde çekici ve kovucu etkinliği incelendiği bir çalışmada zararlılar üzerinde etkili olabileceğini ve zararlılara karşı kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Adamski vd., 2016). Adamski vd., (2016), Bitkisel uçucu yağların farklı konsantrasyonlarını (1; 10; 100 ve 1000 ppm) çalışmada kullanmış; düşük konsantrasyonların çekici etki gösterdiği, yüksek konsantrasyonların ise kovucu etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Kullanılan her iki bitkininde zararlılarla mücadelede kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Sentetik pestisitlerin çevreye olan zararlı etkisini azaltmak amacıyla Spochacz vd., (2020), *T. molitor* larvalarına organofosfatlı bir insektisit olan Fenitrothion ile muamele

edilmeden önce uygulanan *Solanum nigrum* Linnaeus (Plantae) (Köpek üzümü) ekstraktının, Fenitrothon toksisitesini artırabileceğini ve bu yolla uygulanacak entegre zararlılar ile mücadelede sentetik böcek ilaçlarının çevreye emisyonunun azalmasına yol açabileceğini bildirmişlerdir.

Bitkisel uçucu yağların belirtilen metotlar dışında mikrokapsüller halinde sıkıştırılarak zararlılar üzerinde denenmesi de yeni geliştirilen yöntemler arasındadır. Michel vd., (2023), *A. indica* bitkisinin yapraklarından elde edilen bitkisel uçucu yağı konservasyon (Kolloidal partiküllerin birleşmesi) yöntemi kullanarak mikrokapsüller elde etmişlerdir. *T. molitor* larvaları üzerinde toksisite temas denemesi yapılan mikrokapsüllerin çapının 1-5 µm olduğu belirtilmiştir. Çapı 1-5 µm arasında değişen mikrokapsüller organik çözücü olan etanolle çözündürülmüş ve *T. molitor* larvaları 10 sn süreyle çözeltiye batırılmıştır. İşlemden 48 saat sonra mortalite oranlarının $85 \pm 10,49$ olarak tespit edildiği, işleme maruz kalan larvaların ergin döneme geçme sürelerinin uzadığı, erginlerin ağırlıklarının ve popülasyonun azaldığı belirlenmiştir.

6. SONUÇ

Gıdaları böcek, mantar, virüs gibi zararlı etmenlerden korumak amacıyla kullanılan kimyasal pestisitlerin insanlarda mutajenik, karsinojenik ve teratojenik etkilerinin olduğu uzun yıllardır bilinmektedir. Kimyasal pestisitlerin gıdalara bulaşması tarlada, üretimde ve depolanma aşamasında olmaktadır. Tarım arazilerinde kullanılan pestisitlerin parçalanması ve buharlaşması sonucu toprak, hava ve suya karışarak biyolojik birikim sonucunda dokularda birikerek istenmeyen sonuçlara neden olmaktadır (Soyöz ve Özçelik, 2003; Yıldırım, 2008; Çakar vd., 2020). % 95'in üzerinde kullanıma sahip olan bu kimyasal yöntem %60'lara varan ürün kaybını önlemektedir. Kullanılması kaçınılmaz olan insanlara ve çevreye son derece zarar veren bu kimyasal yönteme alternatif mücadele yöntemleri aranmakta ve ihtiyaç duyulmaktadır (Topuz, 2005; Tiryaki vd., 2010). Bitkilerden elde edilen bitkisel uçucu yağların kısa zamanda parçalanmaları, doğaya ek toksik madde yaymamaları ve gıdalarda uzun süreli kalıntı bırakmamaları dikkate alındığında kimyasal mücadele yöntemlerine alternatif olarak bitkisel kökenli bileşikler görülmektedir (Topuz ve Madanlar, 2011).

Günümüzde zararlılarla mücadele yöntemleri arasında ilk sırada kimyasal mücadele yöntemi olan sentetik pestisitler kullanılmaktadır. Sentetik pestisitlerin zararlarının bilinmesine rağmen kullanılması alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine bağlıdır. Alternatif mücadele yöntemleri arasında bulunan bitkisel uçucu yağların insektisit olarak kullanılması sentetik pestisitlerin kullanımını azaltarak insan ve çevre sağlığına verdiği zararı azaltacaktır. Sentetik pestisitlerin insanlarda akut ve kronik olarak verdiği rahatsızlığın önüne geçmede bitkisel uçucu yağların faydası olacaktır.

Tez çalışmasından elde edilen sonuçlara göre kekik, sarı kantaron, paçuli ve tesbih ağacı bitkisel uçucu yağlarının *T. molitor*'un gelişme dönemlerinde toksik etki göstermiştir. Bitkisel uçucu yağların içerdiği bileşiklerin bitkisel uçucu yağların toksik etkisi üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre ümitvar olarak görülen kekik, sarı kantaron, paçuli ve tesbih ağacı bitkisel uçucu yağlarının toksik etkisi üzerine daha ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Başka bitki uçucu yağları üzerinde de çalışmalar yapılarak etkili bileşenleri belirlenmeli ve zararlılar üzerinde denenmelidir.

Toksisite etkisi yüksek olan bitkisel uçucu yağların farklı dozlarının ve bu bitkisel uçucu yağların bileşenlerinin farklı dozlarının zararlılar üzerinde daha çok etki denemeleri yapılmalıdır.

Çalışmada kullanılan bitkisel uçucu yağların bileşikleri tek ya da çoklu olarak birleştirilerek *T. molitor*'a karşı biyo-insektisit olarak kullanılması üzerine çalışmalar yapılmalıdır.

Bitkisel uçucu yağların uzun salınımlı tabletler haline getirilip zararlılara karşı kullanılması saha ve laboratuvar çalışmalarına katkı sağlayacaktır.

Uçucu yağların zararlılara karşı yumurtlama ve popülasyonunu azaltmaya yönelik daha çok çalışmaya ihtiyacı vardır. Bitkisel uçucu yağ toksik etki denemelerinin sahada yapılması zararlılarla mücadelede bitkisel uçucu yağların biyo-insektisit olarak kullanılmasına daha çok yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Adamski, Z., Kabzinska, M., Pruskaya, A., Konwerski, S., Marciniak, P., Szymczak, M., Chowanski, S., Spochacz, M., Scrano, L. A., Bufo, S., Büyükgüzel, E., & Büyükgüzel, K. (2016). Sublethal effects of *Solanum tuberosum* and *Lycopersicon esculentum* leaf extracts on *Tenebrio molitor* and *Harmonia axyridis*. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6(1), 59-66.
- Ahmed, E., Arshad, M., Khan, Z., Amjad, M. S., Sadaf, H. M., Riaz, I., Sabir, S., Ahmad, N., & Sabaoon (2017). Secondary metabolites and their multidimensional prospective in plant life. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(2), 205-214.
- Alaca, F., & Arslan, N. (2012). Sekonder metabolitlerin bitkiler açısından önemi. *Ziraat Mühendisliği*, 358, 48-55.
- Altıkat, A., Turan, T., & Ekmekyapar-Torun, F. (2009). Türkiye’de pestisit kullanımı ve çevreye olan etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(2), 87-92.
- Anurag, K., & Yadav, U. (2020). Bioassay on the effect of plant origin smoke and essential oils against mealworm (*Tenebrio molitor*) on stored wheat at Prayagraj, Uttar Pradesh. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 9(2), 1005-1009.
- Arman, S. (2019). Pestisit kaynaklı toksisite araştırmalarında zebra balığı. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7, 1417-1430.
- Atak, E., Yıldız, E., & Uslu, M. (2017). Fenolik bileşiklerin enkapsülasyonu. *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 2, 82-92.
- Avcı, G. (2019). Türkiye defne (*Laurus nobilis* L.) popülasyonlarının uçucu yağ bileşenleri ve antioksidan aktiviteleri (Yayın No. 579277) [Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi].
- Bakır, Ö. (2020). Sekonder metabolitler ve rolleri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 2(4):39-45.
- Baranova, B., & Grul’ova, D. (2020). Bio-insecticidal efficacy of four essential oils against adults of *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera: Curculionidae) and larvae of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Scientific Bulletin of the Uzhgorod University (Series Biology)*, 48, 7-13. <https://doi.org/10.24144/1998-6475.2020.48.7-13>
- Basmacıoğlu-Malayoğlu, H. (2010). Biberiyenin (*Rosmarinus officinalis* L.) antioksidan etkisi. *Hayvansal Üretim*, 51(2), 59-67.
- Baş, H., & Ersoy, D.H. (2020). Fumigant toxicity of essential oil of *Hypericum perforatum* L., 1753 (Malpighiales: Hypericaceae) to *Tenebrio molitor* L., 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 44(2), 237-248.
- Bennet, R. N., & Wallsgrove, R. M. (1994). Secondary metabolites in plant defense Mechanisms. *New Phytologist*, 127, 617-633.
- Bozdemir, Ç. (2019). Türkiye’de yetişen kekik türleri, ekonomik önemi ve kullanım alanları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3), 583-594.
- Boxall, R. A. (2001). Post-harvest losses to insect-a world overview. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 48, 137-152.
- Breitmeier, E. (2006). Terpenes: flavours, fragrances, pharmaca, pheromones, *WileyVCH*, 1-3.
- Bronstein, A. C., Spyker, D. A., Cantilena, L. R., Rumack, B. H., & Dart, R. C. (2012). 2011 Annual Report of the American Association of poison control Centers ’ National Poison Data System (NPDS). *29th Annual Report Clinical Toxicology*, 50, 911-1164.

- Bumbulyte, G., Büdiene, J., & Būda, V. (2023). Essential oils and their components control behaviour yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae. *Insects*, 14(7), 636. <https://doi.org/10.3390/insects14070636>
- Burunkaya, B., Selli, S., & Kelebek, H. (2021). Sarı kantaron (*Hypericum perforatum* L.) fenoliklerinin karakterizasyonu, antioksidan ve antimikrobiyal potansiyelinin belirlenmesi. *Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi*, 36(2), 309-324.
- Cagán, L., Fuskova, M. A., Hlavkova, D., & Habustova, O. S. (2022). Essential oils: useful tools in storage-pest management. *Plants*, 11(22), 3077. <https://doi.org/10.3390/plants11223077>
- Çakar, N. Ö., Kutsal, D., & Kiran, S. (2020). Tarım çalışanlarında pestisit maruz kalımı ve kronik böbrek hastalığı. *Ankara Medical Journal*, 20(3), 761-772.
- Child, R. (2007). *Insect Damage as a Function of Climate*” In: T. Padfield and K. Borchersen, eds. *Museum Microclimates*, 57 p. Copenhagen: National Museum of Denmark.
- Çiftçi, S., Kayahan, A., & Karaca, İ. (2021). Bazı bitkisel yağların *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) üzerindeki fumigant etkileri. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 3(1), 5-12.
- Croteau, R., Kutchan, T.M., & Lewis, N.G., (2000). Natural products (secondary metabolites). *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, 24, 1250-1319.
- Darwiati, W., Darmawan, U. W., & Syukur, C. (2020). Effectiveness of ethanol extract of neem, mahogany and surian seeds on *Tenebrio molitor* Linnaeus larva (Tenebrionidae: Coleoptera). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 31(1), 40-47.
- Delen, N., Durmuşoğlu, E., Güncan, A., Güngör, N., Turgut, C., & Burçak, A. (2005). *Türkiye’de pestisit kullanımı, kalıntı ve organizmalarda duyarlılık azalışı sorunları*. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, Ankara, 629-648.
- Edreva, A., Velikova, V., Tsonev, T., Dagnon, S., Gürel, A., Aktaş, L., & Gesheva, E. (2008) Stress-Protective Role of Secondary Metabolites: Diversity of Functions and Mechanisms. *General and Applied Plant Physiology*, 34(1-2), 67-78.
- Ekin, H. & Yeşilayer, A. (2019). *Farklı bitki ekstraktlarının un kurdu (Tenebrio molitor L.)’na karşı uzaklaştırıcı etkisi*. 3.Uluslararası ÜNİDOKAP Karadeniz Sempozyumu “Sürdürülebilir Tarım ve Çevre”, 50-54.
- Erdem-Küçük, M., & Tunca-Cosic, H. (2023). Azadiraktin üzerine genel bir değerlendirme. *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 19-30.
- Eryılmaz, A., Kılıç, G., & Boz, O.İ. (2019). Türkiye’de organik tarım ve iyi tarım uygulamalarının ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), 352-361. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.446002>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2002). *International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides*. Retrieved on, 10-25.
- Finke, M.D., (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21(3), 269-285.
- Yeşilbağ, D. (2007). Fitobiyotikler. *Uludağ Üniversitesi Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, 26(1-2), 33-39.
- George, D. R., Sparagano, O. A. E., Port, G., Okello, E., Shiel, R. S., & Guy, J. H. (2009). Repellence of plant essential oils to *Dermanyssus gallinae* and toxicity to the non-target invertebrate *Tenebrio molitor*. *Veterinary Parasitology*, 162(1-2), 129-134. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.02.009>
- Giray, H., & Soysal, A. (2007). Türkiye’de gıda güvenliği ve mevzuatı. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6(6), 485-490.

- Gökmen, H., & Yurttagül, M. (2001). Anne sütünün ve bebek mamalarının pestisitlerle montaminasyonu. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 30(2), 42-54.
- Grassmann, J., Hippeli, S., & Elstner, E.F. (2002). Plant's defence and its benefits for animals and medicine: role of phenolics and terpenoids in avoiding oxygen stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 40(6-8), 471-478.
- Grimaldi, D., & Engel, M. (2005). *Evolution of insects*. Cambridge University Press: Vol. 144.
- Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2014). *The insects: an outline of entomology*. JohnWiley & Sons.
- Hassan, S.M.M. & Shaw, P.K. (2020). Effect of medicinal plant neem and tulsı on the control of harmful stored grain pest *Tenebrio molitor* (TENEBRIONIDAE). *International Journal of Zoology and Applied Biosciences*, 5 (6), 288-291. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4361379>
- Hill, D.S. (2002). *Pests of stored foodstuffs and their control*. Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/0-306-48131-6>
- Güncan, A. & Durmuşoğlu, E. (2004). Bitkisel kökenli doğal insektisitler üzerine bir değerlendirme. *HASAD*, 20(233), 26-32.
- İstanbuluoğlu, H., Oğur, R. & Güleç, M. (2009). Pestisit maruziyeti ve nörolojik bozukluklar. *Genel Tıp Dergisi*, 19(4).
- Jozefiak, D., & Engberg, R. M., (2015). Insect as poultry feed. *20th European symposium on Poultry Nutrition*, 24-27 August, Prague, Czech Republic.
- Karakaş, M. (2018). Önemli bazı insektisitler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 11(2), 32-37.
- Kavallieratos, G. N., Boukouvala, M. C., Ntalaka, C. T., Skourti, A., Nika, E. P., Maggi, F., Spinozzi, E., Mazzara, E., Petrelli R., Lupidi, G., Giordani, C., & Benelli, G. (2021a). Efficacy of 12 commercial essential oils as wheat protectants against stored-product beetles, and their acetylcholinesterase inhibitory activity. *Entomologia Generalis*, 41(4), 385-414. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2021/1255>
- Kavallieratos, N. G., Skourti, A., Nika, E. P., Martonfi, P., Spinozzi, E., & Maggi, F. (2021b). *Tanacetum vulgare* essential oils as grain protectant against adults and larvae of four major stored-product insect pests. *Journal of Stored Products Research*, 94. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101882>
- Kavallieratos, N. G., Nika, E. P., Skourti, A., Ntalli, N., Boukouvala, M. C., Ntalaka, C. T., Maggi, F., Rakotosaona, R., Cespi, M., Perinelli D. R. Canale, A., Bonacucina, G., & Benelli, G. (2021c). Developing a *Hazomalania voyronii* essential oils nanoemulsion for the eco-friendly management of *Tribolium confusum*, *Tribolium castaneum* and *Tenebrio molitor* larvae and adults on stored wheat. *Molecules*, 26(6), 1812. <https://doi.org/10.3390/molecules26061812>
- Kavallieratos, N. G., Nika, E. P., Skourti, A., Spinozzi, E., Ferrati, M., Petrelli, R., Maggi, F., & Benelli, G. (2022). *Carlina acaulis* essential oil: a candidate product for agrochemical industry due to its pesticidal capacity. *Industrial Crops & Products*, 188. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115572>
- Kaya, D., & Ergönül, P. G. (2015). Uçucu yağları elde etme yöntemleri. *GIDA*, 40(5), 303-310.
- Kesdek, M., Kordali, S., Usanmaz, A. & Ercisli, S. (2015). The toxicity of essential oils of some plant species against adults of colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, 68(1), 127-136.
- Keskin-Öztekin, E., Işıkbir, A. A., Er, M. K., & Tunaz, H. (2017). Bitkisel kökenli bazı yağların ve bileşenlerin patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* L.), (Col.: Chrysomelidae)'nın larvalarına karşı toksik etkisi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1), 325-332.

- Kılıç, A. (2008). Uçucu yağ elde etme yöntemleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 10(13), 37-45.
- Kordali, S., Kesdek, M., & Cakir, A. (2007). Toxicity of monoterpenes against larvae and adults of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). *Industrial Crops and Products*, 26(3), 278-297.
- Leite, B. M., Cunha, F. A., Bertozzi, B. G., Rocha, L. O., & Queiroz, L. C. (2023). A review of insecticidal effect of essential oils on stored grain pests. *Food Science and Technology*, 43. <https://doi.org/10.5327/fst.106022>
- Martynov, V. O., Hladkyi, O. Y., Kolombar, T. M., & Brygadyrenko, V. V. (2019). Impact of essential oil from plants on migratory activity of *Sitophilus granarius* and *Tenebrio molitor*. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(4), 359-371. <https://doi.org/10.15421/021955>
- Michel, M. R., Aguilar-Zarate, M., Rojas, R., Martinez-Avila, G. C. G., & Aguilar-Zarate, P. (2023). The insecticidal activity of *Azadirachta indica* leaf extract: optimization of the microencapsulation process by complex coacervation. *Plants*, 12(6), 1318. <https://doi.org/10.3390/plants12061318>.
- Nasution, R., Candean, C. N., Saidi, N., Bahi, M., & Marianne, M. (2021). Isolation of ethyl *p*-methoxycinnamate from *Azadirachta indica* toor bark as Hong Kong caterpillar (*Tenebrio molitor*) antifeedant. *Indonesian Journal of Chemistry*, 21(6), 1348-1357. <https://doi.org/10.22146/ijc.64487>
- Nohutçu, L., Şelem, E., Tunçtürk, R., & Tunçtürk, M. (2021). Uçucu yağların tarımsal hastalık ve zararlılara karşı kullanımı. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(2): 499-523.
- Ntalli, N., Skourti, A., Nika, E. P., Boukouvala, M. C., & Kavallieratos, N. G. (2021). Five natural compounds of botanical origin as wheat protectants against adults and larvae of *Tenebrio molitor* L. and *Trogoderma granarium* evets. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(31), 42763-42775.
- Odegard, I., & Van der Voet, E. (2014). The future of food—Scenarios and the effect on natural resource use in agriculture in 2050. *Ecological Economics*, 97, 51-59. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.10.005>
- Özay, Ö., & Arslantaş, D. (2016). Pestisit maruziyeti ve nöropsikiyatrik etkileri. *Osmangazi Tıp Dergisi*, 38(1), 42-48. <http://dx.doi.org/10.20515/otd.88785>
- Öncüer, C. (1995). *Tarımsal zararlılarla savaş yöntemleri ve ilaçlar*. Ege Üniversitesi Basım Evi. pp 333.
- Özdemir, N. (2021). Bazı orman bitkilerinin bitkisel kökenli pestisit olarak kullanım potansiyeli. *Teorik ve Uygulamalı Ormancılık*, 1(1), 5-16.
- Özderin, S., Fakir, H. & Dönmez, İ. E. (2014, Ekim 22-24). *Muğla-Ulu yöresinde doğal yayılış yapan bazı kekik türlerinin uçucu yağ oranları ve bileşenlerinin belirlenmesi* [Konferans sunumu]. II. ULUSAL AKDENİZ ORMAN VE ÇEVRE SEMPOZYUMU “Akdeniz ormanlarının geleceği: Sürdürülebilir toplum ve çevre”, Isparta.
- Parr, A.J. & Bolwell, G.P. (2000). Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 985-1012.
- Pandey, S. K., Bhandari, S., Sarma, B., Begum, T., Munda, S., Baruah, J., Gogoi, R., Hakdar, S. & Lal, M. (2021). Essential oil compositions, pharmacological importance and agro technological practices of Patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.): A review. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 24(6), 1212-1216.

- Picman, A.K. (1986). Biological activities of sesquiterpene lactones. *Biochemical Systematics and Ecology*, 14(3), 255-281.
- Plata-Rueda, A., Martinez, L.C., Dos Santos, M. H., Fernandes, F. L., Wilcken, C. F., Soares, M. A., Serrao, J. E., & Zanuncio, J.C. (2017). Insecticidal activity of garlic essential oil and their constituents against the mealworm beetle, *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae). *Scientific Reports*, 7: 46406. <https://doi.org/10.1038/srep46406>
- Plata-Rueda, A., Zanuncio, J.C., Serrao, H. E. & Martinez, L.C. (2021). *Origanum vulgare* essential oil against *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae): composition, insecticidal activity, and behavioral response. *Plants*, 10(11), 2513. <https://doi.org/10.3390/plants10112513>
- Rohmer, M., Knani, M., Simonin, P., Sutter, B., & Sahn, H. (1993). Isoprenoid biosynthesis in bacteria: a novel pathway for the early steps leading to isopentenyl diphosphate. *Biochemical Journal*, 295(2), 517-524.
- Schmahl, G., Al-Rasheid, K. A. S., Abdel-Ghaffar, F., Klimpel, S., & Mehlhorn, H. (2010). The efficacy of neem seed extracts (Tre-san®, MiteStop®) on a broad spectrum of pests and parasites. *Parasitol Research*, 107(2), 261-269.
- Schmutterer, H. (1990). Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*, 35, 271-297.
- Soyöz, M., & Özçelik, N. (2003). Ziraat mücadelede kullanılan pestisitlerin sitogenetik etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 10(1), 6-9.
- Sönmez, E. (2021). The effect of four plant extracts on life expectancy, the number of eggs laid and the reproductive physiology of *Acanthoscelides obtectus* and *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Biology Bulletin*, 48(2), 81-91. <https://doi.org/10.1134/S106235902115005X>
- Sönmez, E. & Şimşek, O. (2023) Lethal effects of laurel, senna and fennel plant extracts on *Tenebrio molitor*. *V. International Agricultural, Biological & Life Science Conference*, Edirne, Türkiye, September 2023.
- Stejskal, V. & J. Hubert, (2006). Arthropods as sources of contaminants of stored products: an overview. In. *Proceedings of the Ninth International Working Conference on Stored-Product Protection*, 15-18.
- Spochacz, M., Szymczak, M., Chowanski, Bufo, S.A. & Adamski, Z. (2020). *Solanum nigrum* fruit extract increases toxicity of fenitrothion-a synthetic insecticide, in the mealworm beetle *Tenebrio molitor* larvae. *Toxins*, 12(10), 612. <https://doi.org/10.3390/toxins12100612>
- Swamy, M. K., & Sinniah, U. R. (2015). A comprehensive review on the phytochemical constituents and pharmacological activities of *Pogostemon cablin* Benth.: An aromatic medicinal plant of industrial importance. *Molecules*, 20(5), 8521-8547. <https://doi.org/10.3390/molecules20058521>
- Şimşek, O. & Sönmez, E. (2023). The importance of plant essential oils in the fight against Warehouse pests. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 137-151.
- Taş, M. N., Uysal, M., & Çetin, H. (2015). Bazı bitki ekstraktlarının *Callosobruchus maculatus* (F.) (Col.: Bruchidae)'e olan kontak toksisiteyi. *Bitki Koruma Bülteni*, 55(3), 195-205.
- Tekbaş, Ö.F. (2009). Kene ve haşerelerle mücadelede yapılan önemli bir yanlış: açık alanları ilaçlamak. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 8(3).
- Tekin, M. (2022). Endemik *Bellevia sasonii* bitkisinde fitokimyasal bileşikler ile antioksidan aktivitenin belirlenmesi. [Yüksek Lisans Tezi]. Batman Üniversitesi.

- Tiring, G., Satar, S., & Özkaya, O. (2021). Sekonder metabolitler. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35(1), 203-215.
- Tiryaki, O., Canhilal, R., & Horuz, S. (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(2), 154-169.
- Tiryaki, H. D., Şeker, N., Yazıcı, Y., Duman, A., Tarım, E., Ceylan-Demirel, A., Duruş, Ş. S., Arslan, Ş., Ezirmik, E., & İşsever, H. (2018). Pestisit maruziyeti olan ilaçlama çalışanlarında hipertansiyon sıklığı ve ilişkili faktörler. *İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi*, 81(3), 84-90. <https://doi.org/10.26650/IUITFD.391782>
- Topuz, E. (2005). Tarımsal zararlılarla mücadelede kimyasal pestisitlere alternatif bazı yöntemler. *Derim*, 22(2), 53-59.
- Topuz, E. & Madanlar, N. (2011). Bazı bitkisel uçucu yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval, 1867) (Acari: Tetranychidae) üzerine kontakt ve repellent etkileri. *Türk Entomoloji Bülteni*, 1(2), 99-107.
- Tuğlu, Ü., Baydar, H. & Erbaş, S. (2021). Distilasyon yöntemlerinin, sürelerinin ve fraksiyonlarının kekik (*Origanum onites* L.) uçucu yağ oranları ve bileşenleri üzerine etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(4), 3195-3202.
- TÜBİTAK, (2003). Vizyon 2023, Bilim ve Teknoloji öngörüsü projesi. *Tarım ve Gıda Paneli*, Son Rapor. Ankara.
- Uluocak, B. H & Egemen, Ö. (2005). İzmir ve Aliaga körfezinde mevsimsel olarak avlanan bazı ekonomik balık ürünlerinde organik klorlu pestisit kalıntılarının araştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 22(1-2), 149-160.
- UN, (2015). World population prospects: the 2015 revision, key findings and advance tables. *United Nations Department of Economic and Social Affairs and Population Division*, No: 241.
- Usanmaz-Bozhüyük, A., Kesdek, M. & Kordali, Ş. (2019). Farklı bitkilerden elde edilen uçucu yağların *ACANTHOSCELIDES OBTECTUS* (Say, 1831) (Coleoptera: Bruchidea) ve *Tribolum confusum* Jacquelin du Val, 1863 (Coleoptera: Tenebrionidae) erginlerine karşı insektisidal etkileri. *International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, 7(3).
- Vasconsuelo, A. & Boland, R. (2007). Molecular aspects of the early stages of elicitation of secondary metabolites in plants. *Plant Science*, 172(5), 861-875.
- Yaman, C. & Şimşek, Ş. (2022). Contact Toxicity of Hypericum Extracts against *Rhyzopertha dominica* (Fab.) (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 19(4), 737-744.
- Yanar, D. & Düzdemir, O. (2012). Bazı bitki ekstraktlarının ve bitkisel preparatların fasulye tohum böceğine (*Acanthoscelides obtectus* (Say.)) Olan Etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(1), 36-40.
- Yaylı, N. (2013). Uçucu Yağlar ve Tıbbi Kullanımları. *İlaç Kimyasi, Üretimi, Teknolojisi, Standardizasyonu Kongresi, Kimyagerler Derneği*, 29-31 Mart 2013, Antalya.
- Yıldırım, E. (2008). Tarımsal Zararlılarla Mücadele Yöntemleri ve Kullanılan İlaçlar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No:219, Erzurum, 350 s.
- Yıldız, Ö. & Doğan, İ. S. (2021). *Unlu mamüllerde pestisit kalıntısı*. Gıda Mühendisliği Kongresi. Antalya.
- Yücesan, B., Kurt, M., Sezen, F., & Subaşı, S. A. (2013). İlaçlama sektöründe çalışan işçiler ile zehirlenme şüphesi görülen hastaların kolinesteraz seviyelerinin belirlenmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 70(1), 7-14.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Orhan ŞİMŞEK

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Olur Sağlık Meslek Lisesi (Tıbbi Sekreterlik), 2010

Ön Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi (Optisyonluk), 2012

Lisans : Atatürk Üniversitesi (Sağlık Yönetimi), 2021

Yayın Listesi

Şimşek, O., Sönmez E. 2023. The Importance of Plant Essential Oils in The Fight Against Warehouse Pests. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(1): 137-151.

Sönmez, E., Şimşek O. 2023. Lethal Effects of Laurel, Senna and Fennel Plant Extracts on *Tenebrio molitor*. V. International Agricultural, Biological & Life Science Conference, Edirne, Turkey, 18-20 September 2023.