



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ENDEMİK *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus*
var. *sipyleus* BİTKİ EKSTRAKTININ BAKLA
YAPRAK BİTİ (*Aphis fabae*) VE AVCISI ASYA
UĞUR BÖCEĞİ (*Harmonia axyridis*) ÜZERİNE
İNSEKTİSİDAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Emine MALASLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarım Bilimleri Anabilim Dalı

**Ağustos-2024
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Emine MALASLI tarafından hazırlanan “Endemik *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* Bitki Ekstraktının Bakla Yaprak Biti (*Aphis fabae*) ve Avcısı Asya Uğur Böceği (*Harmonia axyridis*) Üzerine İnsektisidal Etkisinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması 07/08/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Bilimleri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Kubilay Kurtuluş BAŞTAŞ

.....

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Zeliha ÜSTÜN ARGON

.....

Üye

Prof. Dr. Hasan Hüseyin KARA

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/.../20.. gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Havvanur UÇBEYİAY
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Emine MALASLI

11.07.2024

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDEMİK *THYMUS SİPYLEUS* BOİSS. SUBSP. *SİPYLEUS* VAR. *SİPYLEUS* BİTKİ EKSTRAKTININ BAKLA YAPRAK BİTİ (*APHIS FABAE*) VE AVCISI ASYA UĞUR BÖCEĞİ (*HARMONIA AXYRIDIS*) ÜZERİNE İNSEKTİSİDAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Emine MALASLI

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Bilimleri Anabilim Dalı**

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Zeliha ÜSTÜN ARGON
Eş Danışman: Doç. Dr. Süleyman DOĞU**

2024, 57 Sayfa

Jüri

**Dr. Öğr. Üyesi Zeliha ÜSTÜN ARGON
Prof. Dr. Kubilay Kurtuluş BAŞTAŞ
Prof. Dr. Hasan Hüseyin KARA**

Tarımda zararlılar ile mücadelede ilk sırada gelen kimyasal mücadele yöntemi insan ve çevre sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Ekolojik dengeyi bozarak bitki ve hayvan türlerine zarar vermesinin yanı sıra zararlıların ilaca karşı direnç oluşturmalarına neden olmaktadır. Ekolojik dengenin bozulması sonucu doğal düşmanlar yok olmakta baskılanan zararlı türler çoğalmakta ve ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Tüm bu olumsuzluklara sebep olan kimyasal ilaçlara alternatif olan bitkisel insektisitlere olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Bu çalışmada *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* endemik bitkisinden CO₂ ekstraksiyonu yöntemiyle elde edilen ekstraktın tarımda önemli kayıplara neden olan *Aphis fabae* ergini ve zararlının predatörü olan *Harmonia axyridis* 4. larva dönemi üzerindeki toksik etkisi araştırılmıştır. Çalışmalar 24 ± 1°C sıcaklık, %65±5 nem ve 14 gün ışığı şeklinde ayarlanmış iklim kabininde yürütülmüştür. Ekstraktın %0.1, % 0.3 ve % 0.5 'lik çözeltilerinin toksik etkisini belirlemek için yaprak disk daldırma yöntemi kullanılmıştır. Uygulamadan sonraki 1., 2., 3., 4., ve 5.gün sonu sayımları yapılarak ölüm oranları tespit edilmiştir. *Aphis fabae* erginleri için elde edilen sonuçlara bakıldığında bitki ekstraktının kullanılan tüm dozlarında güne bağlı olarak ölüm oranlarının arttığı bulunmuştur. Sonuçlar karşılaştırıldığında en yüksek ölüm oranı %0.5'lik çözeltide 3.gün sonunda %100, %0.3'lük çözeltide 4.gün sonunda %100, %0.1'lik çözeltide ise 4.günün sonunda %95 şeklinde olduğu belirlenmiştir. Kullanmış olduğumuz tüm dozların *Aphis fabae* ergini üzerinde oldukça etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Kullanılmış olan kekik ekstraktının *Harmonia axyridis* 4. larva dönemi üzerindeki toksik etkisi ise %2.5 şeklinde çok düşük oranda çıkmış ve predatör üzerinde güvenli olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* endemik bitkisinden CO₂ ekstraksiyonu yöntemi ile elde edilen ekstraktın *Aphis fabae* ergin evresi mücadelesinde güvenilir bir bitkisel insektisit potansiyeline sahip olabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Aphis fabae*, bitki ekstraktı, *Harmonia axyridis*, süperkritik CO₂ ekstraksiyonu, *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus*

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF THE INSECTICIDAL EFFECT OF ENDEMIC *THYMUS SIPYLEUS* BOISS. SUBSP. *SIPYLEUS* VAR. *SIPYLEUS* PLANT EXTRACT ON BROAD BEAN APHID (*APHIS FABAE*) AND ITS PREDATOR, THE ASIAN LADY BEETLE (*HARMONIA AXYRIDIS*)

Emine MALASLI

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURAL SCIENCES

Advisor: Dr. Öğr. Üyesi Zeliha USTUN ARGON
Co-adviser: Assoc. Prof. Dr. Suleyman DOGU

2024, 57 Pages

Jury

Asst. Prof. Dr. Zeliha USTUN ARGON
Prof. Dr. Kubilay Kurtuluş BAŞTAŞ
Prof. Dr. Hasan Hüseyin KARA

The chemical control method, which comes first in the fight against pests in agriculture, negatively affects human and environmental health. It disrupts the ecological balance and harms plant and animal species, as well as causing pests to develop resistance to drugs. As a result of the disruption of ecological balance, natural enemies disappear, suppressed harmful species proliferate and cause economic losses. The demand for herbal insecticides, which are alternatives to chemical pesticides that cause all these negativities, is increasing day by day. In this study, the toxic effect of the *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *Sipyleus*'s extract obtained from by CO₂ extraction method on the *Aphis fabae* adult, which causes significant losses in agriculture and the 4th larval stage of *Harmonia axyridis*, the predator of the pest, was investigated. The studies were carried out in a climate chamber set at 24 ± 1°C temperature, 65±5% humidity and 14 days of daylight. The leaf disk dipping method was used to determine the toxic effect of 0.1%, 0.3% and 0.5% solutions of the extract. Mortality rates were determined by counting at the end of the 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th days after the application. When the results obtained for *Aphis fabae* adults were examined, it was found that mortality rates increased depending on the day in all doses of the plant extract used. When the results were compared, the highest mortality rate was determined as 100% at the end of the 3rd day in the 0.5% solution, 100% at the end of the 4th day in the 0.3% solution, and 95% at the end of the 4th day in the 0.1% solution. It was concluded that all the doses we used were very effective on *Aphis fabae* adults. The toxic effect of the used thyme extract on the 4th larval stage of *Harmonia axyridis* was found to be very low, 2.5%, and it was determined to be safe on the predator. As a result of the study, *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *Sipyleus*. It has been determined that the extract obtained from the endemic plant by CO₂ extraction method may have a reliable herbal insecticide potential in the fight against *Aphis fabae* adult stage.

Keywords: *Aphis fabae*, *Harmonia axyridis*, plant extract, supercritical CO₂ extraction, *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus*

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmasında endemik bir tür olan *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* bitki ekstraktının bakla yaprak biti (*Aphis fabae*) ve avcısı Asya uğur böceği (*Harmonia axyridis*) üzerine olan insektisidal etkisi araştırılmıştır.

Yüksek Lisans eğitimim süresince bilgisi ve yardımları ile bana destek olan danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Zeliha ÜSTÜN ARGON'a, kekik bitkisinin toplanması ve tür teşhisinin yapılmasının yanı sıra, bilgisi destek olan ikinci danışman hocam Sayın Doç. Dr. Süleyman DOĞU'ya, ekstrakt elde etme sürecinde teknik olarak yardımcı olan Tıbbi ve Kozmetik Bitkiler Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü (TİBAM) personeline, tez çalışmam boyunca laboratuvar desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Ahmet ÜNVER'e, İstatistik analizlerin yapılmasında emeği geçen Sayın Doç. Dr. Aras TÜRKOĞLU'na, çalışmam süresi boyunca büyük bir özveri ile bana desteklerini esirgemeyen Bioladybug firmasının kurucusu Harika AYIK'a ve tez süresi boyunca benden desteklerini esirgemeyen sevgili eşime ve aileme çok teşekkür ederim.

Emine MALASLI
KONYA-2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. <i>Aphis fabae</i>	18
2.2. <i>Harmonia axyridis</i>	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. <i>Thymus sipyleus</i> Boiss. subsp. <i>sipyleus</i> var. <i>sipyleus</i> endemik bitkisinin temini	20
3.1.2. Konukçu bitkinin üretimi.....	20
3.1.3. Konukçu <i>Aphis fabae</i> ' nin devamlılığı için kullanılan baklanın üretimi.....	21
3.1.4. <i>Aphis fabae</i> temini	22
3.1.5. <i>Harmonia axyridis</i> (uğurböceği) temini	22
3.1.6. Fenolik bileşen analizi	23
3.1.7. Etken madde analizi.....	23
3.2. Yöntem.....	24
3.2.1. Konukçu bitkinin denemeye hazırlanması.....	24
3.2.2. <i>Thymus sipyleus</i> Boiss. subsp. <i>sipyleus</i> var. <i>sipyleus</i> ekstraksiyonu	24
3.2.3. <i>Thymus sipyleus</i> Boiss. subsp. <i>sipyleus</i> var. <i>sipyleus</i> ekstraktının <i>Aphis fabae</i> üzerine toksik etkisinin tespit edilmesi	26
3.2.4. <i>Thymus sipyleus</i> Boiss. subsp. <i>sipyleus</i> var. <i>sipyleus</i> ekstraktının <i>Harmonia axyridis</i> üzerine toksik etkisinin tespit edilmesi	28
3.2.5. Doz ölüm denemeleri.....	30
3.2.6. İstatistiksel analizler	30
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	32
4.1. <i>Thymus sipyleus</i> Boiss. subsp. <i>sipyleus</i> var. <i>sipyleus</i> Bitkisinin Fenolik Bileşenleri	32
4.2. <i>Thymus sipyleus</i> Boiss. subsp. <i>sipyleus</i> var. <i>sipyleus</i> Bitkisinin Etken Bileşenleri	35
4.3. Kekik Ekstresinin <i>Aphis fabae</i> 'ye Toksik Etkisi	37
4.4. Kekik Ekstresinin <i>Harmonia axyridis</i> 4. Dönem Larvalarına Toksik Etkileri	43

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	47
6. KAYNAKLAR	49



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Konukçu fasulye bitkisinin mor ve mavi ışıktta yetiştirilmesi	21
Şekil 3.2. <i>Aphis fabae</i> 'nin bakla bitkisine bulaştırılması	21
Şekil 3.3. <i>Aphis fabae</i>	22
Şekil 3.4. <i>Harmonia axyridis</i> larvası ve temin edilme şekli.....	23
Şekil 3.5. <i>Thymus sipyleus</i> Boiss. subsp. <i>sipyleus</i> var. <i>sipyleus</i> 'un öğütülmesi.....	25
Şekil 3.6. <i>Thymus sipyleus</i> Boiss. subsp. <i>sipyleus</i> var. <i>sipyleus</i> ekstraktının cihazdan alınması.....	26
Şekil 3.7. Hazırlanan çözeltiye yaprak disk daldırma yöntemi	27
Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan petri ve yaprak diskler	27
Şekil 3.9. <i>Aphis fabae</i> ekimi yapılmış petri kapları.....	28
Şekil 3.10. <i>Harmonia axyridis</i> larvalarının petrideki yapraklara ekimi	29
Şekil 3.11. <i>Harmonia axyridis</i> 'in beslenmesi	30
Şekil 4.1. Kekik bitkisindeki timol miktarının tespiti	36
Şekil 4.2. Kekik bitkisindeki karvakrol miktarının tespiti.....	37
Şekil 4.3. <i>Aphis fabae</i> 'nin yaprak disk üzerinden uzaklaşması.....	38
Şekil 4.4. Kontrol grubu <i>Aphis fabae</i> üremesi.....	39
Şekil 4.5. Farklı konsantrasyondaki kekik ekstrakt çözeltilerinin <i>Aphis fabae</i> ergini üzerine toksik etkisi	40
Şekil 4.6. <i>Harmonia axyridis</i> larvasının beslenmesi ve canlılığının devam etmesi	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. <i>Thymus sipyleus</i> Boiss. subsp. <i>sipyleus</i> var. <i>sipyleus</i> Fenolik Bileşen Analizi.....	32
Çizelge 4.2. <i>Thymus sipyleus</i> Boiss. subsp. <i>sipyleus</i> var. <i>sipyleus</i> bitkisinin etken madde miktarları.....	36
Çizelge 4.3. Kekik ekstraktı uygulamasının <i>Aphis fabae</i> ergini üzerine etkisi	38
Çizelge 4.4. Farklı miktardaki kekik ekstrakt çözeltisi uygulanan <i>Aphis fabae</i> ergini sayılarının değişimi.....	39
Çizelge 4.5. Farklı miktardaki kekik ekstrakt çözeltisi uygulanan <i>Aphis fabae</i> ergini günlere göre sayılarının değişimi.....	40
Çizelge 4.6. Farklı miktardaki kekik ekstrakt çözeltileri ve günlere göre <i>Aphis fabae</i> ergini üzerindeki toksik etkisinin varyans analizi önemlilik dereceleri	41
Çizelge 4.7. Kekik ekstresinin <i>Harmonia axyridis</i> 4. dönem larvalarına etkisi	43
Çizelge 4.8. Farklı miktardaki kekik ekstrakt çözeltisi uygulanan uğur böcekleri sayılarının değişimi.....	44
Çizelge 4.9. Farklı miktardaki kekik ekstrakt çözeltisi uygulanan uğur böceklerinde günlere göre sayılarının değişimi.....	44
Çizelge 4.10. Farklı miktardaki kekik ekstrakt çözeltileri ve günlere göre uğur böceği üzerindeki toksik etkisinin varyans analizi önemlilik dereceleri	44

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

ppm	: milyonda bir
μL	: mikrolitre
μg	: mikrogram
$^{\circ}\text{C}$: santigrat derece
%	: yüzde
ml	: mililitre
cm^2	: santimetre kare
mm	: milimetre
g	: gram
s	: saniye
L	: litre
LD_{50}	: Deney hayvanlarının belirli bir süre sonunda %50'sini öldürmek için gerekli doz
LD_{90}	: Deney hayvanlarının belirli bir süre sonunda %90'nını öldürmek için gerekli doz
LC_{50}	: Deney hayvanlarının %90'ında ölüm meydana getiren konsantrasyon

Kısaltmalar

amu	: atomik kütle birimi
eV	: elektronvolt
Max	: maksimum
Dak	: dakika

1. GİRİŞ

Bitkiler canlıların en önemli besin kaynaklarından birisidir. Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte gıdaya olan talep artmakta fakat tarım alanları ise gün geçtikçe azalmaktadır. Tarım alanlarının verimli kullanılması ve tarımın sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi gerekli besinlerin temini için önem arz etmektedir. Verim ve kaliteyi düşüren en önemli etkenlerin başında tarımsal zararlılar yer almaktadır. Zararlılar ile mücadelede çiftçilerin uyguladığı mücadele yöntemlerinin başında ise en hızlı ve etkili sonuç veren kimyasal mücadele gelmektedir. Kimyasal ilaçlar keşfedilmeden önce bitkisel insektisitlerin kullanıldığı bilinmektedir. Sentetik insektisitler keşfedildikten sonra bu kimyasalların daha etkili olması, kolay uygulanması ve etki süresinin uzunluğu kimyasal ilaçların kullanımını diğer metotlardan daha fazla tercih edilir hale getirmiştir. Zamanla çeşitli mücadele yöntemleri geliştirilmiş fakat bunların içinde en hızlı ve etkili olan kimyasal mücadelenin kullanımı gün geçtikçe hız kazanmıştır. Fakat bu durum büyük sorunları da beraberinde getirmiştir. Tarım alanlarındaki azalmalara ek bir sorun olarak kimyasal mücadelede eklenmiştir. Kimyasal mücadele sonucunda ortaya çıkan son üründe yaşanan kalıntı sorunları, çevrede oluşturulan kirlilik ve ürün kayıpları üreticileri alternatif mücadele yöntemleri arayışına itmiştir.

Özellikle besin kaynaklarının üretiminde önemli yere sahip olan kültür bitkileri başta olmak üzere tarım alanlarında ve üretimin her aşamasında önemli kayıplara neden olan zararlılara karşı alternatif yöntemleri önem kazanmıştır (Çelik, 2019).

Tarımsal zararlıların oluşturduğu hasarlar, bitkiler üzerinde beslenme, yumurta bırakma, bazı hastalıklara vektör olma, konukçu olma ve besinlere ortak olma şeklinde sıralanabilir. Bunun yanında bazı zararlılar çeşitli salgılar çıkararak virüs hastalığının bitkilere bulaşmasına sebebiyet verirler. Polifag türleri de içinde bulunduran zararlılar önemli ürün ve değer kaybına neden olurlar. Bu zararlılar üzerinde ise bazı predatör ve parazitoit larva ve erginleri biyolojik mücadelede önemli bir yere sahiptir. Fakat insektisitlerin bilinçsiz kullanımı yararlı popülasyonunu da olumsuz yönde etkilemektedir. Zararlılar ile yapılan mücadelede yoğun olarak kullanılan insektisitler, predatörler ve parazitoitler üzerinde oldukça yüksek oranda zararlara sebebiyet vermektedir (Liu ve ark., 2012). Doğal düşmanlar ve faydalı böceklerin yok olmasının yanı sıra çevre üzerinde olumsuz etkilere de sebebiyet vermektedir (Hassan ve Gökçe, 2014).

Bitkiler sentezledikleri kimyasal maddeler ile kendilerini zararlılara karşı korumaya çalışmaktadırlar (Aydın ve Mammadov, 2017). Bitkilerin salgıladığı bu ikincil metabolitler alkaloidler, glikozitler, fenoller, terpenoidler, tanenler ve saponinler olarak adlandırılmaktadır (Shanker ve Solanki, 2000). Bitkiler salgıladıkları metabolitler ile kendilerini zararlılara karşı korurken bu bileşikler aynı zamanda zararlıların doğal düşmanlarını cezbeder. Parazitoit ve predatörleri kendisine çekerek zararlılar ile beslenmesine ve parazitlenmesine olanak sağlar (Price 1986). Yaprak bitlerinin istila ettiği bitkilerden yayılan uçucu bileşikler predatörlerin başarılı bir şekilde avlarını bulmasında önemli rol oynar (Yi ve ark., 2023). Bu bağlamda bitkilerde doğal olarak bulunan metabolitler bitkisel ekstraktların da yararlılığını ortaya koymuştur. Bu nedenle bitkilerden elde edilen ekstraktlar sağlıklı olması açısından daha da fazla önem kazanmıştır.

Kökenini bitkilerin ya da bitkisel kaynaklı maddelerin oluşturduğu insektisitler bitkisel kökenli insektisitler olarak adlandırılmaktadır. Alternatif mücadele yöntemleri arasında yer alan bitkisel kökenli insektisitler bitkisel ekstraktlar, biyoinsektisitler, biyorasyonel insektisit, organik pestisitler, feromonlar yerel ekolojik uygulamalar gibi çeşitli şekillerde isimlendirilmektedir (Şanlı, 2015; Karakaş 2018). Biyopestisitler kimyasallara oranla nispeten daha az zehirlidir ve genellikle hedefe özgüdür. Bu nedenle insan sağlığı ve çevreye karşı daha az tehdit oluşturmaktadır. Kalıntı sorununun çok az veya hiç olmaması nedeni ile organik tarımda kullanılabilirler (Kumar, 2012).

Aphis fabae çok geniş bir yayılış alanına sahip bir zararlı türüdür. Konak olarak kullandıkları üründe koloniler oluştururlar. Burada bitki özsuğunu emerek zarar vermesinin yanında çok fazla sayıda virüs hastalığının da vektörüdür. Kimyasal mücadele ile bu tür kontrol altında tutulabilir fakat bu durum olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Böceklerin kimyasallara direncinin artmasının yanı sıra tozlaştırıcı, parazitoit ve predatör böcekleri de etkilemektedir (Kataria ve Kumar, 2012).

Harmonia axyridis 1988'den beri en az 38 ülkede yayılış göstermektedir. Kuzey Amerika'da üç, Güney Amerika'da altı, Avrupa'da yirmi altı ve Afrika'da ise üç ülke de yaşadığını bilinmektedir (Brown ve ark., 2011). *H. axyridis* meyve bahçeleri ve ormanlarda yaprak biti zararlılarına karşı biyolojik mücadele amacıyla piyasaya sürülmüş bir predatördür. 1994 yılından bu yana ise tarla ve sera bitkilerinde de ticari bir ürün olarak da kullanımı mevcuttur. Tarım ve ormanlarda yaprak bitlerinin, psillidlerin ve kabuklu bitlerin çok aç gözlü ve etkili bir doğal düşmanıdır (Poutsma ve ark., 2008).

Harmonia axyridis yaprak bitlerinin ve diğer hemiptera zararlılarının da önemli bir biyolojik kontrol ajanı olmuştur (Pell ve ark., 2008).

Dünya üzerinde Lamiaceae familyası doğal olarak yetişen 245'ten fazla cins ve yaklaşık 7886 tür içermektedir. Türkiye'de doğal olarak yetişen bitkiler arasında Lamiaceae familyası içerdiği tür açısından en büyük familyalar arasında dördüncü sırada yer almaktadır. Son verilere göre; 782 takson içermektedir ve bu türlerin 346 tanesi endemiktir. Bu sayı genel takson sayısına oranlandığında endemizm oranının %44.2 görülmektedir (Celep ve Dirmenci, 2017). Lamiaceae familyasına ait taksonlar otsu, tek yıllık veya çok yıllık çalı bitkilerdir, genellikle yoğun salgı tüylerine sahip ve aromatiklerdir. İçerdikleri sekonder metabolitler ve yağların çeşitliliğinden kaynaklı birçok biyolojik aktiviteye sahiptirler (Kokkini ve ark., 2003).

Bu çalışmada, endemik *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* bitki ekstraktının bitkisel üretimin her aşamasında önemli verim ve kalite kayıplarına neden olan *Aphis fabae* (bakla yaprak biti) ergini ve avcısı *Harmonia axyridis* (Asya uğur böceği) dördüncü larva dönemi üzerine toksik etkisi belirlenmiştir. Endemik *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* örnekleri Necmettin Erbakan Üniversitesi Tıbbi ve Kozmetik Bitkiler Uygulama ve Araştırma Merkezi (TİBAM) bünyesinde hazırlanarak CO₂ ekstraksiyonu prosesine tabi tutulmuştur. Elde edilen ekstrenin bakla yaprak biti ve predatörü olan uğur böceği üzerine etkisi incelenmiştir. Ayrıca endemik bitkinin bitkisel insektisit olarak kullanılabilirliğinin araştırılması ile bu bitkiye dikkat çekilerek koruma altına alınması ve üretimi sağlanarak katma değerli ürüne dönüştürme potansiyelinin incelenmesi hedeflenmiştir.

Tez çalışmasında kullanılan bitki örnekleri endemik bitkiler arasından seçilmiş olup, daha önce hakkında bir çalışma yapılmamış bir bitki örneğinin değerlendirilmesinin yanı sıra bitkiden elde edilecek ekstrakt için uygulanan yöntem de önem taşımaktadır. Ekstraksiyon için süperkritik ekstraksiyon yöntemi uygulanmış olup, bu metotla son üründe solvent gibi istenmeyen bileşenlerin kalıntıları bulunmamakta aynı zamanda ekstraksiyon süreci sonunda da çevresel herhangi bir atık oluşturulmadığı için “green technology” olarak nitelendirilebilecek çevre dostu ve sürdürülebilir bir proses gerçekleştirilmektedir. Çalışma kapsamında hali hazırda kullanılan, çevre ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri bulunan kimyasal pestisitler yerine alternatif olabilecek bitkisel kökenli insektisit geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Hızla artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacının karşılanması açısından tarım sektörü en önemli sektörler arasında yer almaktadır. Tarım alanları ise farklı sebeplerden dolayı azalmaktadır. Artan ihtiyaçları karşılamak için tarımsal üretimde daha az alandan daha fazla verim elde etmekle birlikte kaliteli ürün almak da hedeflenmektedir. Tarımda birçok ürün kaybına neden olan zararlılar ile mücadele büyük önem taşımaktadır. Kullanılan mücadele yöntemlerinin arasında uygulama kolaylığı ve başarı oranının yüksek olması sebebi ile, kimyasal mücadele en çok tercih edilen yöntemdir. Fakat kimyasal mücadele yöntemlerinin bilinçsiz bir şekilde kullanılması insan sağlığını bozulmasına, çevrenin ve yeraltı sularının kirlenmesine sebep olmaktadır. Hedef olmayan organizmaların da etkilenmesinin yanı sıra zararlılar üzerinde de zamanla ilaca karşı direnç gelişmektedir. Bu nedenle kimyasal mücadeleye alternatif olarak kullanılacak doğal mücadele yöntemleri konusunda çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla gerçekleştirilen, zararlıların yanı sıra faydalı böcekler üzerinde de denemeleri yapılan uçucu yağlar ve ekstraktlar ile ilgili bilimsel çalışmalar incelenerek bu bölümde ele alınmıştır.

Beş farklı Azadirachtin (neem) miktarlarının *Bemisia tabaci* (Genn.)'nin farklı biyolojik evreleri üzerinde yapılan çalışmada, kullanılan dozlardan hiçbirinin *B. tabaci*'nin (beyaz sinek) yumurta açılımını etkilemediği gözlemlenmiştir. Birinci dönemdeki larvalar üzerinde yapılan uygulamada gelişimini yavaşlatmış ve yetişkin çıkışı 10 ppm'de %56.3 olurken, 60 ppm'de %0 şeklinde bulunmuştur. Üçüncü larva evresindeki larvalarda ise erginlerin çıkışı uygulama dozuna göre sırasıyla; %91.1, %71.0, %18.9 ve %0 şeklinde tespit edilmiştir. Çalışmada, repellent etkisi doz seviyesinin artışı ile kaçırıcı etkinin arttığı, Azadirachtin kullanılan dozların yumurtlamaya etkili olmadığı bildirilmiştir (Göçmen ve ark., 2007).

Azadirachtin'in pamuk kırmızı örümceğinin yaşam evrelerine olan etkilerinin incelendiği laboratuvar ortamında yapılan çalışmada, pamuk kırmızı örümceği yumurta açılımlarını araştırmışlardır. Azadirachtin etken maddesinin etkisi 10, 20, 40 ve 60 ppm'de sırasıyla %81.7, %67.7, %56.8 ve %37.8 şeklinde, kontrol grubunda ise %98.4 olarak bulunmuştur. Larva dönemi üzerindeki çalışmalarda 20, 40 ve 60 ppm'de ergin çıkışları görülmezken, 10 ppm dozunda %18.6 şeklinde düşük bir oranda, kontrol grubunda ise %83'lük bir oranda çıkış tespit edilmiştir. Deutonymf dönemindeki yetişkin çıkış oranı ise yapılan kontrol uygulamasında %100 şeklinde olup, 10 ppm dozunda %60, 20 ppm de %31.6, 40 ppm'de %13.3 ve 60 ppm'lik dozda ise %0 olarak bulunmuşlardır.

Azadirachtin'in tüm dozlarının pamuk kırmızı örümceği üzerinde %90-100 oranında uzaklaştırıcı etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Topakçı ve Göçmen, 2008).

Hori ve Komatsu (1997), biberiye bitkisinin uçucu yağı ile 13 bileşenini soğan afiti *Neotoxoptera formosana* 'ya üzerindeki uzaklaştırıcı etkisini belirlemek için çalışma yapmışlardır. Sonuçlardan elde ettikleri verilere göre biberiye uçucu yağının afitler üzerinde konukçusu oldukları *Allium fistulosum* L. ve *A. tuberosum* L. bitkilerinin üstünde buldukları zaman dahi son derece uzaklaştırıcı özelliğe sahip olduğunu; bu özelliğin biberiye uçucu yağının ana bileşeni olan ve uçucu yağın bünyesinde %48 oranındaki bulunan 1.8 içeriğinin neden olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca biberiye uçucu yağı ana bileşenleri ile yapılan uzaklaştırıcı denemelerinde maksimum uzaklaştırıcı etkili bileşenin 1.8-sineol olduğunu bulmaları da bu sonuçları desteklemiştir.

Tunç ve ark. (2000), *Pimpinella anisum* (anason), *Cuminum cyminum* L. (kimyon) ve *Origanum syriacum* var. *bevanii* (dağ kekiği) uçucu yağı ile yaptıkları denemelerde, *Tribolium confusum* ve *Ephestia kuehniella*'nın yumurtaları üzerinde kimyon, anason ve dağ kekiği uçucu yağının fümigant etkisini test etmişlerdir. Anason uçucu yağının uygulandığı yumurtalarda %100 ölümün gerçekleştiği tespit edilmiştir. Yumurtaların kimyon uçucu yağına maruz bırakılmaları sonucu her iki böcekte de %100 ölüm görülmüştür. *Origanum syriacum* var. *Bevanii* (dağ kekiği) uçucu yağı ile yapılan araştırmada ise, *Tribolium confusum* ve *Ephestia kuehniella*'nın yumurtaları üzerindeki uçucu yağın fümigant etkisi ile sırasıyla %77 ve %89 oranında ölümlere neden olduğunu belirtmişlerdir.

Traboulsi ve ark., (2002) *Myrtus communis* L (mersin) yaptıkları araştırmada, *Culex pipiens*'in 4. dönemdeki larvasına karşı mersin bitkisi uçucu yağı ve ekstraktının böcek öldürücü aktivitesini tespit etmek için fumigant olarak uygulamışlardır. Buna göre, Mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.)'nin zararlıya zehirli etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Thrips tabaci'ye karşı biberiyeden elde edilen uçucu yağın uzaklaştırıcı ve caydırıcı etkilerini tespit etmek için yapılan çalışmada, biberiye uçucu yağının biyolojik tahlil denemelerinde olfaktometre içerisinde %10 konsantrasyonda zararlının dişileri üzerinde kaçıracı etkisinin olduğunu bildirmişlerdir (Koschier and Sedy, 2003).

Isikber ve ark. (2006), *Rosmarinus officinalis* (biberiye) ve *Laurus nobilis* L. (defne) bitkisinden elde edilen uçucu yağların *Tribolium confusum* üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmalarının sonucunda, biberiye yağını erişkin ile larva dönemlerindeki kırma bitine karşı etkili bulmuşlardır. Buna ilave olarak, yumurtalar üzerinde ise %65'lik bir ölümün gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Defne ekstraktının ise *T. absoluta* 'nın

yumurta bırakmayı engelleyici etkisinin önemli oranda fazla olduğu ve %100'e varan seviyelere çıktığını bildirmiştir. Konsantrasyon yükseldikçe ölüm oranlarının da % 100'e ulaştığını bildirmişlerdir.

Topuz ve Madanlar (2011), *Vitex agnus-castus L.* (Verbenaceae) (hayıt) bitkisinden elde edilmiş olan uçucu yağın değme etkisini, farklı konsantrasyon oranlarında tween 20 çözeltisi içerisinde çözerek *Tetranychus cinnabarinus*'a üzerinde uygulamışlardır. Uçucu yağın içerisine yaprak disklerini daldırmışlar ve sonuç olarak; uzaklaştırıcı etki uygulamalarında 1 ml/L konsantrasyondaki bitkinin uçucu yağının 48 saat süresince %85'ten fazla seviyesinin üzerinde uzaklaştırıcı etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Yılmaz ve Tunaz (2013) gerçekleştirdikleri çalışmada, *Allium sativum* (sarımsak) bitkisinden elde edilen uçucu yağın amerikan hamam böceğine olan fumigant etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, amerikan hamam böceği yetişkinleri *A. sativum* bitkisinden elde edilen uçucu yağa 5µl/L konsantrasyonda 24 ve 48 saat maruz bırakılmıştır. 24 saatlik süre sonunda erginlerde görülen ölüm oranı %73; 48 saat sonunda %78 olarak kaydedilmiştir. Aynı araştırmacıların *Brassica nigra* (siyah hardal) ile yaptıkları çalışmada ise bitkiden elde edilen uçucu yağın fumigant etkisi test edilmiştir. Amerikan hamam böceği erginleri uçucu yağın 5µl/L konsantrasyonunda 24 ve 48 saat maruz bırakılarak test edilmişlerdir. Erginlerde 24 saat sonunda ölüm oranı %100 bulunmuştur. Araştırmacılar, çalışmadan elde ettikleri sonuçlarda *Periplaneta americana*'nın mücadelesinde *A. sativum* ve *Brassica nigra* bitkisinin uçucu yağının potansiyel bir fumigant olabileceğini bildirmişlerdir.

Salvia officinalis (adaçayı) esansiyel yağının *Tetranychus urticae* Koch (iki noktalı kırmızı örümcek) üzerindeki toksik etkisini belirlemek amacı ile daldırma ve yaprak diskli biyo-tahlil yöntemlerini kullanarak yapılan bir denemede, uçucu yağın farklı konsantrasyonlarının akut temas zehirliliğe yol açtığı, adaçayının akar öldürücü etkinlik gösterdiği, bütün adaçayı yağı dozlarında %0.20 oranında uçucu yağ içeriğinde bile ölümlerin yaklaşık %95-100 oranında olduğu belirlenmiştir (Laborda ve ark., 2013).

Lavandula angustifolia Mill. (lavanta)'dan elde edilen uçucu yağın *Ephestia kuehniella* Zeller'in (un güvesi) 20–25 günlük larvalarına ve bir günlük yumurtaları üzerinde fumigant etkisi araştırılmış olup, un güvesinin larva ve yumurtaları 24, 48 ve 72 saat boyunca uçucu yağın buharına maruz bırakılması sonucunda yumurtaların larvalara kıyasla daha duyarlı olduğu sonucu tespit edilmiştir. Lavanta yağının 72 saatlik uygulama

süresinde 225 µl/L hava dozunda yumurtaların ölüm oranı %95 olarak belirlenmiştir (Alpkent ve ark., 2013).

Güdek (2014), *Rosmarinus officinalis L.* bitkisinin uçucu yağı *Callosobruchus maculatus (F.)*'un çeşitli evrelerine fumigant etkisini bulmak için laboratuvar şartlarında yaptıkları çalışmada, yumurta ve larva dönemlerine 10, 20, 30, 40 ve 50 µl/L hava dozları; pupa dönemine 20, 30, 40, 50, 60 µl/L hava dozları ve ergin dönemlerine ise 10, 15, 20 ve 25 µl/L hava dozları ve bütün dönemlerde 96 saat süresince uçucu yağın buharını uygulamıştır. Uygulama süresi ve uygulanan dozların artırılmasına bağlı olarak zararlının bütün yaşam evrelerindeki ölümlerde de artışların olduğu gözlemlenmiştir. Bütün yaşam dönemleri içerisinde ergin böcekler uçucu yağa daha hassas iken, pupalar biberiye uçucu yağına en fazla toleransı göstermiştir. Sonuç olarak biberiye uçucu yağının, depo zararlısı olan *C. maculatus* ile mücadele yöntemlerine alternatif bir biyofumigant olabileceğini bildirilmiştir.

İnal (2014), *Cyclotrichium origanifolium* (dağ nanesi) bitkisinden elde edilen ekstrenin *Sitophilus granarius* (buğday biti) üzerindeki farklı dozlarda fumigant etkisini araştırmıştır. Meydana gelen ölüm oranları 24 saatlik sürenin sonunda LD₅₀ değeri 0.020 ml/L, LD₉₀ değeri ise 0,030 ml/L şeklinde bulunmuştur. Bitki yağının 24 saat sonundaki fumigant etkisinin ise % 100 oranında ölüm olarak bulunduğu ifade edilmektedir.

Selimoğlu ve ark., (2015) yaptıkları çalışmada *Foeniculum vulgare* (rezene)'den elde edilen uçucu yağın fasulye tohum böceği üzerindeki fumigant toksisite etkisini araştırmıştır. Rezene uçucu yağı, zararlının erginlerine uygulanmış ve 100 µl/L dozun fumigant etkisine bakıldığı denemelerde fumigant toksisite oranının oldukça yüksek olduğunu gözlemlenmişlerdir. Çalışmada rezene uçucu yağının doz-etki denemeleri sonucunda ise LC₅₀ değerini 22.3 µl/L olarak hesaplamışlardır. Araştırmacılar rezene bitkisinin ana bileşenlerinin anisol (%79) ve L-fenkon (%13) olduğunu belirtmişler ve L-fenkon ile kamforun 80 µl/L dozda ve 48 saatlik uygulama süresi sonunda zararlının tamamının ölümüne sebep olduğunu saptamışlardır. Sonuç olarak rezene uçucu yağı veya bileşenlerinin söz konusu zararlı ile mücadelede etkin bir şekilde kullanılarak önemli bir potansiyele sahip olabileceğini belirlemişlerdir.

Foeniculum vulgare (rezene) uçucu yağı ile yapılan çalışmada, *Cacopsylla pyri*'nin kışı geçiren erginlere karşı yumurta bırakmayı önleyici ve yumurtayı öldürme şeklindeki etkilerin tek doz (120 µl/L su) kullanmak suretiyle araştırılmıştır. Yumurta bırakmayı engelleyici çalışmadan çıkan sonuçlar dikkate alındığında, uygulama yapıldıktan 24 saat sonra ekstrenin tamamen engelleyici olduğu gözlemlenmiş olup,

rezene yağının, bütün sayımlar süresince kalıcı bir etki ortaya koyduğu saptanmıştır. Ayrıca, çalışmanın 10. gününden sonra yapılan sayımlarda bile rezene uçucu yağının %50'den daha yüksek önleyici etki gösterebilen bir uçucu yağ olduğunu ortaya koymuşlardır. Rezene uçucu yağının, zararlı yumurtalarını öldürücü etkisi üzerinde yapılan denemelerde, uygulama yapıldıktan üç gün sonra sayım gerçekleştirilmiş ve zararlıların 0-48 saatlik yumurtalarında %85'in üzerinde ölümler meydana geldiği, buna karşın yağın etkisinin 7 ve 10 gün sonra yapılan sayımlarda yağın etkinliğinin önemli oranda azaldığı ve rezene uçucu yağının kullanımının armut psillidinin erken döneminde bu şekilde bir mücadele yapıldığında kimyasal ilaçların yerine kullanılabileceğini belirtmişlerdir (İmrek ve ark., 2017).

Ravan ve ark. (2019), *Teucrium polium* L. bitkisinin uçucu yağının *Aphis fabae* üzerindeki bir günlük fumigant etkisini test etmişlerdir. En yüksek doz olan 12 µL/L hava dozunda %82.5'lik bir ölüm oranı gözlemlenmiştir. *Teucrium polium* L. bitkisinin uçucu yağının yaprak bitini kontrol etmede iyi bir yöntem olabileceğini bildirmişlerdir.

Mülayim ve ark. (2020), *Foeniculum vulgare* Mill. (rezene) uçucu yağının *Aphis craccivora* Koch ve *Myzus persicae* Sulzer üzerindeki fumigant etkisini araştırmışlardır. Denemede, *A. craccivora*'ya rezene uçucu yağının 30, 45, 60 µL/L hava doz oranları uygulanırken, *M. persicae*'ya 10, 20, 30 µL/L hava doz oranları uygulanmıştır. Uçucu yağın *A. craccivora*'ya üzerindeki 24 saat uygulama süresi sonunda en yüksek fumigant etkisinin 30 µL/L hava dozunda %53.33 ölüm ve 45µL/L hava dozunda %70'lik ölüm oranı ile sonuçlandığını ve en yüksek değerlere ulaştığını tespit etmişlerdir. *M. persicae*'ye karşı ise biyofumigant olabilme potansiyeli olduğunu belirtmişlerdir. *Pimpinella anisum* L. (anason) uçucu yağı şeftali yaprak afidine 30µL/L hava dozunda uygulanmış ve %86.67 ölüm oranı gözlemlenmiştir. Lavanta uçucu yağının *Myzus persicae* Sulzer 'a karşı fumigant etkisinin 24 saat uygulama süresinde 20µL/L hava dozunda %66.7'lik ölüm oranı ve 30µL/L hava dozunda ise %86.7'lik ölüm oranı ile en yüksek fumigant etkiyi gösterdiğini belirtmişlerdir. İzmir kekiği uçucu yağının ise belirtilen dozlarda *A. craccivora*'ya 24 saat uygulama süresi sonunda en yüksek fumigant etkisinin 60µL/L hava dozunda olduğu ve ölüm oranının %96.7 olduğu belirlenmiştir. Kekik uçucu yağının *M. persicae*'ya karşı 24 saat uygulama süresinde ise en yüksek fumigant etkisi 10µL/l hava dozunda %46.67'lik ölüm oranı ile gerçekleşmiştir.

Tunaz (2017), adi kekik bitkisinden elde edilen yağın, daldırma yöntemi kullanılarak *Leptinotarsa decemlineata* L.'nin larvaları üzerindeki öldürücü etkisini araştırmıştır. Uçucu yağın, patates böceği larvalarına karşı 100 µL/10 mL sabit

konsantrasyonda uygulandıktan 72 saat süre sonra da %70-100 arasında yüksek bir oranda larva ölümüne neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kekik yağının uygulama süresi ile miktarının artırılmasına bağlı olarak zararlı larva ölümlerinde de artış gözlenmiştir. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre *L. decemlineata*'nın larvaları ile mücadelede kekik yağının geliştirilerek bitkisel böcek öldürücü olarak değerlendirilebileceği vurgulanmıştır.

Salvia officinalis L. (adaçayı) ve *Coriandrum sativum* L. (kişniş) uçucu yağının, değirmen güvesi *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera pyralidae)'nın iki farklı gelişme evresi, *Mentha spicata* L. (Nane) uçucu yağının ise aynı zararlının yumurta evresi üzerindeki fumigant toksisitesi incelenmiştir. *E. kuehniella*'nın larva döneminde üç günlük süreçte ve yumurta döneminde kişniş uçucu yağının en yüksek fumigant etkisinin sırasıyla %98 ve %100'e yakın olduğunu belirlenmiştir. Değirmen güvesinin larva döneminde üç gün süre ile adaçayı uçucu yağının fumigant etkisinde ise; en yüksek ölüm oranı %96 olarak bulunmuştur. Kişniş, adaçayı ve nane uçucu yağlarının en düşük seviyedeki doz uygulamasının ise yumurta açılımını büyük oranda engellediği tespit edilmiştir (Alpkent ve ark., 2020).

Ncibi ve ark. (2021), Tunus'tan toplanmış olan *Thymbra capitata* L. nin büyük mum güvesi (*G. mellonella*) üzerine etkisini incelemiş ve larva dönemlerinde fumigant testi yaparak uçucu yağın toksik etkisini gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, ikinci larva dönemini, 4. evreye göre daha hassas bulmuşlardır. Araştırmanın sonucunda *Thymbra capitata* L. uçucu yağının mum güvelerini kontrol altına almak için böcek ilaçlarına iyi bir alternatif olabileceği belirtilmiştir.

Yiğit ve ark. (2021) *Tribolium confusum* (Jacquelin du val) (Coleoptera: Tenebrionidae) erginlerine karşı *Origanum majorana* (mercanköşk) uçucu yağının farklı doz oranlarında (%0.1, %0.5 ve %1.0) püskürtme uygulamasını yapmıştır. Çalışmada *T. confusum*'un besinine uygulanan %1 dozunda kekik yağının 4. gün sonunda %100 ölüm ile sonuçlandığını bildirmiştir.

Harizia ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, *Salvia officinalis* uçucu yağının *Aphis fabae*'ye karşı kovucu ve öldürücü etkisini araştırmıştır. Yaprak biti erginleri uçucu yağ 24 saat boyunca en yüksek konsantrasyonda (0.16 µl/ cm²) maruz bırakılmıştır. Denemenin sonucunda yüksek oranda kovucu etkinin yanında öldürücü aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

Achillea wilhelmsii L. ve *Ferula assa-foetida*'nın uçucu yağlarının temas ve fumigant toksisiteleri *Aphis gossypii*'nin iki günlük nimfleri üzerinde test edilmiştir.

Fumigant toksisite, 12 saatin sonunda *Achillea wilhelmsii* L. ve *Ferula assa-foetida* için sırasıyla 23.4 ve 16.8 µl/L hava dozu olarak bulunmuştur. Uçucu yağların temas toksisitesi, 24 saatin sonunda LC₅₀ değerleri sırasıyla 6620 µl/L ve 2040 µl/L olarak hesaplanmıştır (Koorki ve ark., 2022).

Abdelmaksoud ve ark. (2023), *Rheum palmatum* uçucu yağının *Aphis fabae* (Scopoli) üzenindeki etkisini araştırdıkları çalışmada, uçucu yağın emülsifiye edilebilir konsantre ve nano emülsiyon formülasyonlarını yaprak biti üzerinde uygulamıştır. Sonuç olarak emülsifiye edilebilir konsantrenin nano emülsiyona göre daha etkili olduğu ayrıca fasulye bitkisi üzerinde hiçbir olumsuz etki göstermediğini bildirmişlerdir.

Aloysia citrodora bitkisinden elde edilen uçucu yağın fumigant etkisi *Aphis fabae*, *Tribolium castaneum* ve *Rhopalosiphum maidis* zararlıları üzerinde test edilmiştir. Uçucu yağa 48 saatlik maruz kalma süresi sonunda böcek ölümlerinde önemli farklılıkların tespit edildiğini bulmuştur. Uçucu yağ en fazla etkiyi *Aphis fabae* üzerinde göstermiştir. *Aloysia citrodora* uçucu yağının her üç zararlı üzerinde de potansiyel bir insektisit özelliğine sahip olduğu bildirilmiştir (Boukabache ve ark., 2023).

Yıkınç ve Tunaz (2023), yaptıkları çalışmada 17 farklı bitkisel kökenli uçucu yağın *Periplaneta americana* L. (Blattodea:Blattidae) erginleri üzerindeki fümigant etkisine bakmışlardır. 5 µl/L'lik konsantrasyona 24 ve 48 saat süre boyunca maruz kalan *P. americana* erginlerinde *B. nigra* uçucu yağı %100 ölümlere neden olurken *C. ambrosioides* uçucu yağının ölüm oranı %53.3 olduğu bildirilmiştir. *P. americana* erginin üzerine uygulanan diğer yağların ise düşük oranlarda ölümlere neden olduğunu bildirmişlerdir.

Yaşar ve ark. (2023), yaptıkları çalışmada, portakal yağının ticari formülasyonu olan insektisit 0.2, 0.4, 0.6, 1 ve 2 ml 100 ml/L su dozlarında *T. urticae*' nin yumurta bırakma ve akarısidal etkileri üzerine etkisini araştırmışlardır. Daldırma yöntemi yapılan denemede 1, 24, 48, 72 ve 96 saat sonra ölü ve canlı böcek sayımları yapmışlar ve çalışma sonucunda *T. urticae* bireyleri üzerindeki en yüksek akarisit etkinin uygulamadan 96 saat sonra portakal yağının %2 konsantrasyonunda %75.56 ölüm oranı şeklinde olduğunu belirlemişlerdir. *T. urticae*'nin yumurta bırakma davranışı üzerindeki etkisinde ise kullanılan insektisit %2'lik konsantrasyonunda 96 saatlik sürenin sonunda yumurta sayısı 8.80±1.87 iken bu durum kontrol grubunda 99.40±1.26 şeklinde belirlenmiştir.

Kayahan (2023), çalışmasında *C. limon* bitkisel yağının *Myzus persicae* üzerine olan etkisini araştırmıştır. Uygulamada ölüm oranı *C. Limon* 'un en yüksek

konsantrasyonunda (12 µL/L) %94.73 olarak bulmuştur. Bunun yanı sıra uçucu yağın konsantrasyonu arttıkça ölüm oranlarında da artış olduğunu belirtmiştir.

Biçer ve ark. (2023), nane (*Mentha spicata L.*) uçucu yağını fumigant olarak 1, 3, 5 µL/L hava dozlarında depo zararlısı *Ephestia kuehniella Z.* (Lepidoptera: Pyralidae)'nın iki farklı gelişim evreleri üzerine uygulamışlardır. Uçucu yağın, doza bağlı olarak üremedeki azalmaların istatistiksel olarak değişikliğine sebep olması sonraki nesilde popülasyonun düşmesine neden olacağı için ürünlere verilen zararın da azalmasına katkı sağlayacağını bildirmişlerdir.

Yiğit ve ark. (2023), *Salvia* türlerinden elde edilen uçucu yağların depo zararlısı olan *Rhyzopertha dominica*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Tribolium confusum* ve *Callosobruchus maculatus*'un ergin dönemlerine karşı fumigant etkilerini araştırmışlardır. 5, 10, 15 µL/petrik yapılı bütün dozlarda *S. hydrangea* uçucu yağının *R. dominica*, *C. maculatus* ve *C. ferrugineus* erginleri üzerinde % 100, *O. surinamensis* erginleri üzerinde ise % 63.3-100 ölüm oranlarının olduğunu bildirmişlerdir. *T. confusum* erginleri üzerinde ise tüm yağların oldukça az etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Pavela ve Chermenskaya (2004), *Ocimum basilicum* (fesleğen) bitkisi ile gerçekleştirdikleri araştırmada, *Spodoptera littoralis*'in 3. dönemdeki larvalarına fesleğen metanol ekstraktı uygulamışlar ve ekstraktın larvalara karşı toksik etki gösterdiğini bildirmişlerdir. *Ocimum basilicum*'un toksik etkisi LC50 1.7 µg/mL şeklinde bulunmuş olup, elde edilen sonuçlar *Ocimum basilicum* ekstraktının beslenmeyi engelleyici etkiye sahip olduğunu saptamışlardır.

Dayıoğlu (2008), *Melia azederach* (tesbih ağacı) bitkisinin kuru ve yaş tohumlarından temin edilmiş olan ekstraktları *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (çam keşiböceği) larvalarının tüm larva dönemlerinde 4 farklı dozda uygulanmış, yapılan istatistikler sonucunda bütün denemelerdeki ortalama ölüm oranı 3.9 olarak bulunmuştur. *Sytrax officinalis* (Tesbih çalısı) ile yapılan aynı çalışmada *Thaumetopoea pityocampa* (schiff.) larvalarının bütün evrelerinde 4 farklı dozda uygulanmış ve kontak etkisi incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına bakıldığı zaman bütün denemelerdeki ortalama ölüm oranı tesbih çalısı kuru kabukta 3.2, tesbih çalısı yaş kabukta 3.3, tesbih çalısı kuru çekirdekte 3.7 olarak tespit edilmiştir.

Adaçayı ile yapılan diğer bir çalışmada, ülkemizden toplanmış olan dört farklı *Salvia L.* türünün, toprak üstü kısımlarından elde edilen hekzan ekstraktlarını laboratuvar şartlarında *Culex pipiens L.* sivrisinek türünün üçüncü ve dördüncü larva dönemleri

üzerinde 10, 25, 50, 100, 150 ve 200 ppm şeklindeki farklı konsantrasyonların öldürücü etkisine bakılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, *Salvia tomentosa* Mill. ekstraktı'nın çok yüksek öldürücü etkisinin olduğu, bunların LC₅₀ değerlerinin *Salvia sclarea* L., *Salvia argentea* L., *Salvia syriaca* L. için sırasıyla 60.61 ppm, 62.05 ppm ve 107.40 ppm olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmanın sonuçları, farklı *Salvia* türlerinin hekzan ekstraktlarının da önemli düzeyde larva öldürücü etkisinin olduğunu vurgulamıştır (Gün ve ark., 2011).

Karakoç (2012), özge pireotu ekstraktının *Spodoptera littoralis* üzerindeki kontak toksisitesi test etmiş ve çizgili yaprak kurdu üzerinde %91 oranında ölüm oranı görülmüştür. Bitkinin çiçek ve gövdesinden elde edilen ekstraktlar zararlının larva dönemine uygulanmış ve en fazla etkinin çiçek üzerinde metanol'da LD₉₀ değeri 0.039 mg/böcek olduğunu bildirmiştir. Ayrıca zararlının ikinci döneminin diğer dönemlere göre daha hassas olduğunu belirlemiştir. *Chrysanthemum segetum* bitkisi ile yapılan çalışmada ise, bitki ekstraktının *Spodoptera littoralis* 'in (çizgili yaprak kurdu) kontak ve mide zehiri toksisiteleri ile beslenmeyi ve yumurta bırakmayı engelleyici etkilerine bakılmıştır. Kasım çiçeğinin farklı dozlarının etkisine yönelik çalışmada 0.35 mg/cm² LD₉₀ değeri hesaplanmıştır. Mide zehiri etkileri çalışmalarında ise beslenmeyi engelleyici olarak en yüksek aktiviteyi gösterdiğini bildirmiştir. Pelin otu ekstraktı ile yapılan aynı çalışmada ise beslenmeyi engelleyici etki yüksek aktivite göstermiş ve etki indeksi %100 bulunmuştur. Ayrıca yumurta bırakmayı engelleme testlerinde *A. vulgaris* ekstraktı yüksek etki yaratmış, bu bitki ekstraktının ovipozisyonu tamamen önlediği vurgulanmıştır.

Humulus lupulus L (şerbetçi otu) ile yapılmış olan başka çalışmada bitkinin methanol ekstraktları *Leptinotarsa decemlineata* (patates böceğinin) farklı gelişim dönemlerine uygulanmıştır. Ekstrakt, larvanın dördüncü dönemi ve ergin dönemi dışında bütün dönemlerinde en yüksek aktiviteyi göstermiştir. Patates böceğinin farklı gelişim evrelerine uygulanan *H. lupulus* ekstraktı doz-etki çalışmaları yürütülmüş, LC₅₀ değerleri 1. larva dönemi için %66.6 olurken, 2. larva dönemi için %41.1 ve 3. larva döneminde ise %28.7 şeklinde olduğunu bildirmişlerdir (Çam ark., 2012).

Şenel (2013), *Rosmarinus officinalis* L. (biberiye) ile yaptığı çalışmada biberiye bitkisinin etanol ve hekzan ekstraktlarının 1-30 mg/ml arasında hazırlanmış 14 farklı konsantrasyonlarının *Tuta absoluta* (meyrick)'nın yumurta bırakmayı engelleyici, yumurta açılması ve çıkan larvaların ergin dönemine kadar toksik etkisi, üçüncü dönem larva ve pupalara toksikliğini incelemiştir. Denemenin sonunda *L. nobilis* ekstraktının *T.*

absoluta 'nın yumurta bırakmasını engelleyici olduğu tespit edilmiş ve etkinin oldukça fazla olduğu, %100' e ulaşan seviyelerde olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, konsantrasyonu artırdıkça ölüm oranlarının da %100' e ulaştığını bulmuştur. *Laurus nobilis* bitkisi ile yaptığı aynı çalışmada ise *L. nobilis* ekstraktının *T. Absoluta* 'nın yumurta bırakmayı engelleyici etkisinin önemli oranda fazla olduğu ve %100'e varan seviyelere çıktığını konsantrasyon yükseldikçe ölüm oranlarının da %100'e ulaştığını bildirmiştir.

Şimşek (2014), *Humulus lupulus* (şerbetçi otu) bitkisinin çiçek ve yaprağından elde edilen metanol ekstraktının *Sitophilus granarius*'un erginleri üzerine uygulamıştır. Tek doz etki çalışması sonucuna bakıldığında şerbetçi otu ekstraktının *S. granarius* üzerinde %70.8 oranında kontak toksisite gösterdiğini bildirmiştir. *Hyoscyamus niger* (banotu) ekstraktı ile yapılan aynı çalışmada LD₅₀ değeri banotu ekstraktı için, 0.180 µg/böcek olarak bulunurken, LD₉₀ değerinde ise 0.289 µg/böcek şeklinde bulmuştur. Banotu ekstraktının kaçıracı ve beslenmeyi engelleyici etkisi seçenek ve zorunluluk testleri ile belirlenmiştir. *Bifora radians* (%37.4)'ın ise metanol ekstraktının *S. granarius* üzerinde orta ve düşük derecede kontak zehirlenmeye neden olduğunu tespit edilmiştir. *B. radians* (%1.9) ekstraktı ile yapılan seçenek testinde ise uzaklaştırıcı bir etki gözlemlenmiştir. *Achillea millefolium* (%14.2) bitkisinin metanol ekstraktlarının orta ve düşük oranda kontak toksisiteye sahip olduğu da belirtilmiştir.

Erdoğan (2015), yapmış olduğu çalışmada, *Allium sativum* L. ve *Capsicum annuum* L. ekstraktlarını *Myzus persicae* Sulzer'in ergin ve nimf dönemlerinde yaprak disk daldırma şeklinde uygulamıştır. Acı biber ekstraktında en yüksek konsantrasyonda ölüm oranını %88 şeklinde bulmuştur. Sarımsak ekstraktında ise, ölüm oranının ergin döneminde %83, nimf döneminde %84 şeklinde bulunduğunu belirtmiştir.

Şanlı (2015), yapmış olduğu çalışmada *Verbascum cheiranthifolium* ekstraktının *Lycopersicon esculentum* Miller (domateste) önemli düzeyde zararlara sebep olan *Trialeurodes vaporariorum* (beyazsineğe)'a karşı olan etkisini araştırmıştır. Denemede, 5 farklı konsantrasyonda hazırlanan sığırkuyruğu ekstraktı örnek olarak kullanılan domateslere daldırma ve sprey olmak üzere iki farklı yöntem olacak şekilde uygulanmıştır. 24 saat sonra gerçekleştirilen sayımlarda etki gözlemlenmemiştir. Uygulamanın 72. saatinin sonundaki böcek sayımların da ölüm oranı %42.9, 120 saat sonraki sayımlarda ise ölüm oranı %74.1 bulmuştur. *Chrysanthemum cinerariaefolium* (krizantem) ekstraktı ile yaptığı aynı çalışmada ise 24 saatin sonunda yapılan sayımlarda herhangi bir etki gözlemlenmemiştir. 72 saat sonra yapılan sayımlarda ölüm oranında önemli bir şekilde artarak %69.3'e çıkmış, 120 saat sonraki sayımlarda ise ölüm oranı

%100 olarak bulunmuştur. Biberiye (*Rosmarinus officinalis*) uçucu yağı ile yapılan aynı çalışmada 24 saatin sonundaki ölüm oranı %46.3, uygulamadan 120 saat sonra yapılan sayımlarda ise bu oran %100 şeklinde bulunmuştur.

Yorulmaz Salman ve ark. (2015), yapmış oldukları çalışmada *Thymus vulgaris* L. bitkisinin metanol ekstraktını *Leptinotarsa decemlineata*'nın farklı dönemlerinde test etmişlerdir. Ekstrakt patates böceğinin 3. dönem larvasında %96.45 toksik etki gösterirken, 4. dönem larvasında %85.70, ergin döneminde ise %53.50 toksik etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Shah ve ark (2016), *Bactrocera zonata* Saunders (şeftali meyve sineği) üzerine bazı bitkilerin metanol ekstraktını uygulamışlardır. Bitki ekstraktlarının içinde erkek şeftali meyve sineğinde en yüksek ölüm oranını *Tagetes minuta* da %73 olarak bulmuşlardır. Dişi şeftali meyve sineğinde ise en yüksek ölüm oranını *Cinnamomum camphora* (L.) ekstraktında %16.6 şeklinde olduğunu bildirmişlerdir.

Alkan ve ark. (2017) patates böceğinin 3. dönem larvalarına karşı laboratuvar şartlarında, *Heracleum platytaenium* Boiss (öğrekotu) bitki ekstraktının değerlendirildiği çalışmada, en yüksek ölüm oranının 48 saat sonra olduğunu gözlemlemişlerdir. *H. platytaenium* ekstraktına 2. dönemdeki larvaların 3. dönem larvalarına göre çok daha hassas olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına bakılınca *H. platytaenium*'un zararlıda mide zehiri etkisinin olduğunu ve mücadelesinde ekstraktın uygulanabileceğini belirtmişlerdir.

İrtaş (2019), *Thymus vulgaris*, *Thymus sientici*, *Thymus citriodorus* ve *Thymus cililus* isimli dört farklı kekik çeşidinden elde edilen kekik ekstraktları *Sitobion avenae*'nin nimflerine karşı püskürtme testi yaparak incelemiştir. Her bir çeşit için 10 cm çaplı plastik petrilere 100'er nimf konulmuş ve test beş tekerrürlü olacak şekilde uygulamıştır. Püskürtme etki testlerinde tahıl yaprak bitine karşı her çeşidin 0.1 ml, 0.5 ml ve 1.0 ml dozları uygulanmıştır. Püskürtme testinde dört ekstraktın bütün dozları *S. avenae* nimflerinde 5. günde %100 ölüme neden olmuştur. En yüksek ölüm oranı ise 4 çeşit için de 1 ml'lik dozun uygulandığı 48 saatin sonunda %99 ölüm oranı ile gerçekleşmiştir.

Şahin (2019), *Tagetes patula* L. kadife çiçeğinin gümüş nano partiküllü su ekstraktı ile, depolarda önemli düzeyde zararlara neden olan *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae)'un ergin dönemine karşı araştırmalar yapmıştır. Denemelerin sonuçlarına bakıldığı zaman *S. granarius* erginlerine karşı tek doz kontak etkisini 24 saat sonunda 1. denemede %10 şeklinde bulunurken, 2. denemede ise %16.65

ölüm oranı olarak bulmuştur. 48. ve 72. saatteki sayımlarda ise 1. denemede %13.33 ölüm oranı bulunmuş iken 2. denemede %23.33 ölüm oranı tespit edilmiştir.

Melaleuca alternifolia (Maiden & Betche) Cheel (Myrtaceae) (çay ağacı) ekstraktının klasik ve nano formülasyonlu preparatlarının *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'ye etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda kullanılan bitki ekstraktının %0.5 konsantrasyonda klasik formülasyonunun tesirinin 3. günde %48.9, 5. günde ise %59.2 şeklinde bulunmuştur. Çay ağacı ekstraktı içeren bitkisel kökenli preparatın nano formülasyonlarının da klasik formülasyonlarından hem biyolojik etkinlik hem de etki süresi açısından genellikle daha etkili oldukları belirlenmiştir (Balcı vd., 2020).

Prangos ferulacea (L.) (çakşır) bitkisinden elde edilen bitki ekstraktının *S. granarius* ve *T. castaneum* ile mücadelesinde kullanılabilirliği araştırılmış ve 72 saat sonunda, *S. granarius* üzerinde *P. ferulaceae* hekzan test edilmiş ve değme aktivitesi %74 bulunmuştur. Bitki ekstraktının *T. castaneum* üzerinde yüksek oranda uzaklaştırıcı etkisi olduğu belirtilmiştir. *Achillea phrygia* Boiss. et Bal. (Compositae) (özge civan perçemi) bitkisinden elde edilen bitki ekstraktının ise *S. granarius* ve *T. castaneum* ile mücadelesinde 72 saat sonunda, *S. granarius* üzerinde *A. phrygia* metanol çözeltisi test edilmiş ve değme aktivitesi %71 bulunmuştur. *T. castaneum* üzerinde ise 72 saatin sonrasında %42 ile özge civan perçemi etil ekstraktının uzaklaştırıcı etki gösterdiği tespit edilmiştir. *Salvia wiedemannii* Boiss. (Lamiaceae) (sultan tacı) bitkisinden elde edilen ekstraktın *Sitophilus granarius* ve *Tribolium castaneum* üzerinde 72 saatlik süre sonunda %61.2 öldürücü etki gösterdiği, *T. castaneum* üzerinde ise %15 civarında bir ölüm oranına sahip olduğunu görülmüştür. Bitki ekstraktının *T. castaneum* üzerinde ise yüksek oranda uzaklaştırıcı etkisinin olduğu belirtilmiştir (Kanik ve Karakoç, 2020).

Daraban ve ark. (2022), Moldova'da yapmış oldukları çalışmada *Origanum vulgare* (kekik) *Achillea millefolium* (civan perçemi), *Artemisia absinthium* (pelin) ve *Primula veris* (çuha çiçeği) bitki ekstraktlarını *Leptinotarsa decemlineata* ergin ve larvaları üzerinde uygulamışlardır. En yüksek ölüm oranını %100 konsantrasyonda *Origanum vulgare* ekstreleri ile 24 saatlik uygulamanın sonunda kaydetmişlerdir. %60 ve %100 konsantrasyonlarda ise *Origanum vulgare* ekstraktının en yüksek etkisinin 48 saat sonra olduğunu belirlemişlerdir.

Küçüktopçu ve ark. (2023), *Nigella sativa* ve *Lavandula angustifolia* bitkilerinden elde ettikleri ekstraktları *Tribolium confusum* erginleri ve larvaları üzerindeki etkisini bulmak için bir çalışma yürütmüşlerdir. *T. confusum* erginlerine uygulamanın 13.

gününde alınan verilere bakıldığında en yüksek etkiyi %89.69 ile %20 *N. sativa* sıcak su ekstraktının gösterdiğini bildirmişlerdir. %20 *L. angustifolia* soğuk su ekstraktı etkisini ise %62.86 şeklinde bulmuşlardır. *T. confusum* larvaları üzerindeki uygulamada ise 13 gün sonra en yüksek etkiyi, %91.43 ile %20 *L. angustifolia* soğuk su ekstraktı gösterirken; %20 *N. sativa* sıcak su ekstraktının ise %89.47 ölüm oranı gösterdiğini bildirmişlerdir.

Semerdjieva ve ark. (2023), *Hypericum* türleri ile yapmış oldukları çalışmada bitkilerin uçucu yağlarını *Sitobion avenae* ve *Rhopalosiphum padi* üzerine uygulamışlardır. *Hypericum perforatum*'un uçucu yağının iki yaprak bitine karşı da yüksek oranda kaçıracı etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Demir ve ark. (2023), 13 *Achillea* L. türünden elde ettikleri n-hekzan, kloroform ve metanol ekstraktlarının *Aedes aegypti* sivrisinekleri üzerindeki kovucu etkisini incelemişler. *A. multifida*, *A. crithmifolia*, *A. setacea* ve *A. Teretifoli* bitkilerinden elde edilen n-hekzan ekstaktlarının diğer bitkilere göre daha çok kovucu etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. *Achillea* türlerindeki lipofilik bileşenlerin sivrisinekleri kovmada büyük etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Öz (2023), *Sisymbrium officinale* (L.) Scop.'un çiçek kısmına ait etil alkol ve aseton ekstraktlarının *Culex pipiens* L.'in larvaları üzerindeki toksik etkisini incelemiştir. Gerçekleştirilen çalışmada sivrisineklerin ikinci ve üçüncü larva dönemleri 10, 25, 50, 100, 250 ve 500 ppm' lik konsantrasyonlara 120 saat boyunca maruz bırakılmıştır. 500 ppm olan en yüksek konsantrasyonunun etil alkol ekstraktında %96.67 oranında ölüm gözlemlenirken aseton ekstraktında %90 ölüm oranı şeklinde gözlemlenmiştir.

Pistacia lentiscus bitkisinin yapraklarından elde edilen uçucu yağ *Aphis spiraecola* larvalarına karşı temas yöntemiyle uygulanmış ve en yüksek ölüm oranı %89.6 şeklinde bildirilmiştir. *Pistacia lentiscus* uçucu yağının biopestisit olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Amokrane ve ark., 2023).

Çelik (2019), azadiraktin ile yaptığı çalışmada bal arısı erginlerindeki zehirlenme oranlarının tespit edilmesi için gerçekleştirdiği denemede iki yöntem kullanmış ve bu uygulamaların sonucuna göre, uygulanan farklı doz ve uygulama süresine bağlı olarak arı ölüm oranlarının arttığını belirlemiştir. Lokal uygulamada meydana gelen ölümler, 50 ppm ve daha fazla miktarlarda ikinci günden itibaren görülmeye başlanmış olup, beşinci güne ulaşıldığında 400 ppm'lik uygulama dozunda %80 gibi yüksek bir ölüm oranı bulmuştur. Yüzey uygulamasında meydana gelen ölümlerde ise, 50 ppm ile üzerindeki dozlarda birinci günden itibaren ölümler görülmüş olup, beşinci günde ve 400 ppm'lik dozda %90 oranında yüksek bir ölüm oranı belirlenmiştir. Topikal uygulamada LD₅₀ dozu

188.7 ppm şeklinde ve LD₉₀ değerleri ise 560.1 ppm olarak bulunurken, yüzey uygulamalarında ise LD₅₀ için 98.8 ppm ve LD₉₀ için 385.5 ppm şeklinde tespit edilmiştir. *Lavandula sp.* (lavanta) uçucu yağının bal arısı erginleri üzerindeki toksik etkisinde ise 43 farklı doz ve farklı günlere bağlı olarak arı ölümlerinde artışlar tespit edilmiştir. Lokal uygulaması yapılan erginlerde ölümler; 50 ppm ve üzerindeki dozlarda 2. günden itibaren başlamış, ölüm oran 5. günde 400 ppm dozunda %77 olarak ortaya çıkmış ve önemli bir düzeye gelmiştir. Yüzey uygulamasında, 50 ppm ve üzeri dozlarda ölümler ilk günden itibaren görülmeye başlamış, 5. güne gelindiğinde 400 ppm dozunda ölüm oranı %85 olarak saptanmıştır. Bal arısı erginlerine kekik yağı topikal uygulama ve yüzey uygulaması yöntemi ile uygulanmış sonuç olarak ise, farklı uygulama dozlarına ve gün sayısına bağlı olarak arı ölümlerinde belli oranda artışların olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, her iki uygulamada da ölümler 2. günden itibaren 50 ppm ve üstündeki dozlarda meydana gelmiş olup, beşinci güne ulaşıldığında 400 ppm dozunda topikal ve yüzeysel uygulamada sırasıyla, %77.5 ve %92.5 oranında ölüm meydana gelmiştir. *Mentha tomentosa var. villosa Benth* yağının 50 ppm ve üzeri dozlarında yapılan topikal testlerde 3. günden itibaren arı ölümleri gerçekleşmiş, 5. günde 400 ppm dozunda ise %12.5 ile çok düşük seviyede ölüm belirlenmiştir. Yüzey uygulamasında tespit edilen ölümler ise; topikal yöntemle benzer şekilde 50 ppm ve üzeri dozlarda 3. günden sonra başlamış, 5. günde ise uygulamadaki en yüksek doz olan 400 ppm'de %20 oranında olduğunu saptamıştır.

Kanada'da laboratuvar ve tarla koşullarında yapılan çalışmada, *Azadirachta indica* tohum yağı ve ekstraktının *Myzus persicae* 'ya (yeşil seftali afidi) olan etkisini araştırmıştır. Laboratuvarda bitki üzerine püskürtme yapılan *A. indica* tohum yağının, zararlılarda önemli oranda azalmalara sebep olduğu görülürken, arazi koşullarında ise kabak, çilek ve biberde yaprak biti (afit) mücadelesinde kimyasal ilaçlara göre daha etkili olduğu bildirilmiştir. Tohumdan elde edilen yağın %1'lik konsantrasyon da püskürtme yönteminde uygulamadan 9 gün sonra afitlerde %94-100 oranında ölümler olduğu gözlemlenmiştir. Laboratuvar ortamında uygulanan uçucu yağ ve ekstraktların yaprak bitlerinin avcılarına *Coccinellaun decimpunctata L.* ve *Eupeodes fumipennis Thomson* ve parazitoitlerinin azalmasına neden olduğu, arazi uygulamasında ise çok fazla bir zarara neden olmadığı, *A. indica*'dan elde edilen böcek öldürücülerin zararlılarla mücadele yöntemleriyle birlikte uygulanmasının önemi belirtilmiştir (Lowery, 1992).

Kayahan vd. (2016) *Syzygium aromaticum* (Karanfil) uçucu yağının Şeftali yeşil yaprak afiti *Myzus persicae* (Sulz.) üzerine ve afit zararlısının predatörü *Chrysoperla*

carnea (Stephens)'ya püskürtme şeklindeki yöntemi uygulamış ve 1., 3., 5. ve 7. günlerden sonra yapılan sayımlarda ölmüş ve canlı kalan bireyleri saymışlardır. Çalışmadan elde edilen veriler incelendiğinde, karanfil uçucu yağının *M. persicae* üzerinde 7. gün sonunda etkisinin %78.26 şeklinde olduğunu tespit etmiş ayrıca, test edilen uçucu yağın predatör *C. carnea*'ya zararsız olduğunu belirtmişlerdir.

Solanum tuberosum (patates) yapraklarından ve *Lycopersicon esculentum* (domates) bitkisinden elde edilen ekstraktların *Tenebrio molitor* ve *Harmonia axyridis*'e karşı test edildiği çalışmada, böceğin farklı larva evrelerine ve erginlerine ekstraktlar uygulanmıştır. Ekstraktlar 1, 10, 100 veya 1000 ppm'lik farklı konsantrasyonlarda kullanılmıştır. Özellikle daha düşük konsantrasyonlarda ekstraktlar çekici aktivite göstermiştir. Yüksek dozlarda ise böceklerde kovucu etki gösterdiği tespit edilmiştir (Adamski ve ark., 2016).

Ben Abdallah ve ark. (2023), yaptıkları çalışmada beş uçucu yağın *Tuta absoluta*'yı kontrol etmedeki etkisi ve avcısı olan *Nesidiocoris tenuis* üzerindeki etkisi incelemişlerdir. Çalışmada, *A. millefolium* ve *A. sativum* ile sprey uygulaması yapılan yapraklarda enfekte oranında azalma olduğunu, bunun yanı sıra *N. tenuis*'in üremesini etkilemediğini bildirmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre bitki özlerinin kimyasallara bir alternatif olabileceğini bildirmişlerdir.

2.1. *Aphis fabae*

Tarımsal üretimin her aşamasında büyük ölçüde ekonomik zararlara yol açan yaprak bitlerinin bitkiler üzerinde beslenmesiyle gelişme durmakta ve popülasyonun artması halinde ölümlere sebep olmaktadır (Çevik ve ark., 2023). *Aphis fabae* yüzden fazla bitkinin üzerinde beslenen ve otuzdan fazla bitki virüs hastalığının taşınmasına sebep olan önemli bir tarımsal zararlıdır (Özgökçe ve ark., 2022). Bitkilerin daha çok sürgün uçları ve genç yapraklarında bitki öz suyunu emerek zararlara neden olurlar. Beslenen afitler daha sonra anüslerinden tatlı bir madde salgılar ve bunlar sürgünler ve yapraklara bulaşır. Yapraklarda stomaları tıkayarak fotosentez yapmasını engellerler. Diğer önemli bir zararı ise virüs hastalıklarının potansiyel vektörleri olarak sağlıklı bitkilere hastalığı taşımalarıdır.

2.2. *Harmonia axyridis*

Harmonia axyridis (Coleoptera Coccinellidae) bir Asya türüdür ve dünyanın her yerinde yayılış göstermektedir. Geniş bir yaşam habitat yelpazesine, hayatta kalabilme ve çoğalabilme yeteneğine sahiptir. *Harmonia axyridis* kısa yaşam döngüsü avantajının yanı sıra kolaylıkla yetiştirilebilir ve zedelenen doku ve organlarını yenileyebilme kapasitesine sahiptir (Zhou ve ark., 2021). Ekonomik açıdan birçok üründe zararlı olan böceklerin popülasyonunun kontrol altına alınmasını sağlayan biyolojik mücadele ajanıdır. *H. axyridis* 'in en önemli özelliklerinden biri doymak bilmeyen polifag bir tür olmasıdır (Majerus ve ark., 2006). Dört larva dönemine sahiptir ve larvalar erginlere oranla daha fazla zararlı tüketir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* bitkisinden elde edilen ekstrakt, *Aphis fabae*, *Harmonia axyridis* ve konukçu bitki olan fasulye oluşturmaktadır.

3.1.1. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* endemik bitkisinin temini

Çalışmanın ana materyali olan *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* endemik bitkisi Konya Seydişehir Gidengelmez Dağları Maden Bölgesinden toplanmıştır. Toplama alanın yüksekliği yaklaşık 1700 m civarı olup habitatına bakıldığında tahrip olmuş orman açıklıklarıdır. Çalışmada kullanılan endemik bitkinin tür teşhisi Doç. Dr. Süleyman DOĞU tarafından yapılmıştır.

3.1.2. Konukçu bitkinin üretimi

Uygulama, Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Ziraat Fakültesi laboratuvarında 24 °C de %60 nem ve 18 saat aydınlatma sağlanarak gerçekleştirilmiştir. Konukçu bitki olarak üretilen fasulye bitkisi tohumları aynı büyüklükteki ve aynı toprağı içeren saksılara uygun ekim derinliğinde ekilmiştir. Fasulyeleri yetiştirmek için mor ve mavi ışıktan oluşan yetiştirme ünitesi kurulmuştur. Ekim yapılan saksılar ünite altına yerleştirilerek fasulye yapraklarının en az 6 adet olması beklenerek yeterli büyüklüğe erişince denemede kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Konukçu fasulye bitkisinin mor ve mavi ışıktaki yetiştirilmesi

3.1.3. Konukçu *Aphis fabae*'nin devamlılığı için kullanılan baklanın üretimi

Bir gün boyunca suda bekletilen bakla tohumları toprak ile doldurulmuş plastik bardaklara ekilmiştir. Laboratuvar koşullarında filizlenen baklalar yaklaşık 15-20 cm boyuna geldiği zaman bakla bitlerinin bakla bitkisine bulaştırılması sağlanmıştır. Bakla yaprak bitinin bulaştırılma işlemi belirli aralıklarla yeni bitkilerle devam ettirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. *Aphis fabae*'nin bakla bitkisine bulaştırılması

3.1.4. *Aphis fabae* temini

Denemede kullanmış olduğumuz *Aphis fabae* (bakla biti), *Harmonia axyridis* üretimi yapan Bioladybug, Ankara firmasından temin edilmiştir (Şekil 3.3). Temin edilen bakla bitlerinin yaşam sürecinin devamlılığı için yetiştirmiş olduğumuz baklalara bulaşmaları sağlanmıştır. Bitki üzerinde yetiştirilen bakla bitleri ile denemede kullanılan uğur böceği larvaları beslenmiştir.



Şekil 3.3. *Aphis fabae*

3.1.5. *Harmonia axyridis* (uğurböceği) temini

Denemede kullanılan *Harmonia axyridis* larvaları dördüncü dönem larva olacak şekilde bu alanda faaliyet gösteren Bioladybug Ankara firmasından temin edilmiştir (Şekil 3.4). Çevik ve ark. (2023), *Harmonia axyridis*'in 3. ve 4. larva döneminde diğer dönemlere nazaran daha fazla sayıda yaprak biti tükettiğini bildirmişlerdir. *Harmonia axyridis*' in yaşamının devamlılığı için düzenli olarak denemeye kadar bakla yaprak bitleri ile beslenmeleri sağlanmıştır.



Şekil 3.4. *Harmonia axyridis* larvası ve temin edilme şekli

3.1.6. Fenolik bileşen analizi

Fenolik bileşenlerin taranması için Q-TOF cihazı kullanıldı. Kromatografik ayırma, ikili pompa, çevrimiçi gaz giderici, otomatik örnekleyici ve Poroshell 120 EC-C18 (3.0x50 mm, parçacık boyutu) ile donatılmış bir HPLC Agilent 1260 Infinity serisi (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, ABD) kullanılarak gerçekleştirildi. Bileşiği ayırmak için 2.7 µm) (Agilent Technologies) kullanıldı. Mobil faz sistemi, aşağıdaki gibi bir gradyan elüsyonu kullanılarak su (A) ve asetonitril (B) içindeki % 0.1 formik asitten oluşmaktaydı: 0–0.5 dakika, %5 B; 0.5–2 dakika, %25 B; 2–4 dakika, %50 B; 4–6 dakika, %75 B; 6–10 dakika, %95 B; 10-16 dakika, kolonun dengelenmesi için %5B. Kolon sıcaklığı 35°C'de tutuldu. Enjeksiyon hacmi 10.0 µL ve akış hızı 0.3 mL/dk idi.

MS analizi, aşağıdaki koşullarda pozitif iyonunda çalışan Agilent Dual Jet Stream elektrosprey iyonizasyon (Dual AJS ESI) arayüzü ile donatılmış Agilent 6550 iFunnel yüksek çözünürlüklü Accurate-Mass QTOF-MS kullanılarak gerçekleştirildi: kurutucu gaz akışı, 14.0 L /dak; nebulizör basıncı, 35 psi; gaz kurutma sıcaklığı, 290 °C; kılıf gazı sıcaklığı, 400 °C; kılıf gazı akışı, 12 L/dk'da nitrojen. Tarama aralığı m/z 50 ila 2000 arasındaydı. Edinim oranı 1.5 spektrum/s, çarpışma enerjisi 20 eV idi. Entegrasyon ve veri değerlendirmesi MassHunter Workstation yazılımı kullanılarak yapıldı. (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, ABD).

3.1.7. Etken madde analizi

Etken madde analizi için GCMS cihazı PAL RSI 85 Liquid otomatik örnekleyiciyle ve MSD 5977 A kütle spektrometresiyle bağlanmış 7890 B gaz

kromatografisi ile analiz edilmiştir. Bileşenler HP-5MS kılcal kolonunda (0.25 µm film, 0.30 mm çap ve 30 m uzunluk) analiz edildi. Taşıyıcı gaz olarak, 0.7 ml / dk akış hızında helyum kullanıldı. GC için sıcaklık programı sırasıyla; 50 °C başlangıç sıcaklığı, 210 °C, 4 °C/dk ile 3 dakika tutuldu ve daha sonra programlanan sıcaklık, 5 dakika süreyle 20 °C/dk tutularak 280 °C sıcaklığa yükseldi. Enjeksiyon bölünmüş modda yapıldı (1:50). Enjeksiyon hacmi 1.0 µL olarak enjeksiyon gerçekleşti. GC-MS ara yüzü, 250 °C, MS kaynağı 180 °C ve MS-kuadropolde 150 °C'dir. Elektron çarpma enerjisi 70 eV olarak kullanılmıştır ve veriler 50-500 atomik kütle birimi (amu) aralığında toplandı. Numunelerin taranması, WILEY kütüphanesinde yapılmıştır.

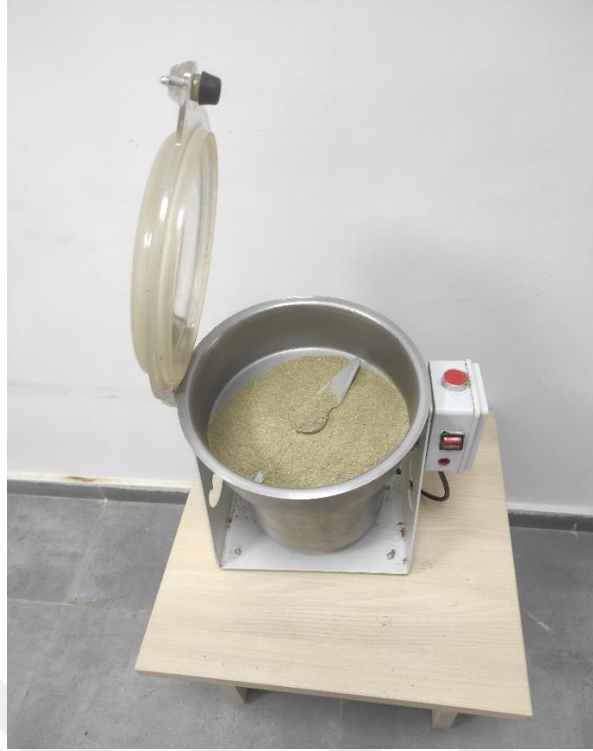
3.2. Yöntem

3.2.1. Konukçu bitkinin denemeye hazırlanması

Petri kaplarında konukçu olarak kullanılacak olan fasulye yaprakları istenilen çapa ulaştığı zaman yaprak saplarından kesilmiştir. Kesilen yaprakların canlılığını kaybetmemesi için saklama kapları kullanılmış olup, bu kapların içine pamuk yerleştirilerek saf su ile doyurulmuş ve üzerine kâğıt havlu serilmiştir. Daha sonra kesilen yapraklar saklama kaplarına yerleştirilmiş ve kapakları kapatılarak uygulama saatine kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir.

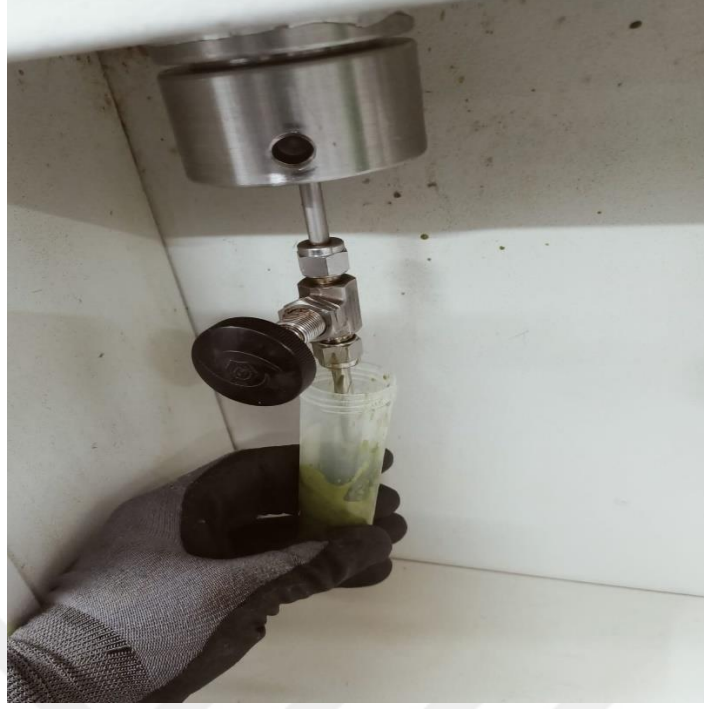
3.2.2. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* ekstraksiyonu

Thymus sipyleus Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* bitkisi Necmettin Erbakan Üniversitesi Tıbbi ve Kozmetik Bitkiler Uygulama ve Araştırma Merkezi (TİBAM) laboratuvarında temizlenerek kurutuldu. Daha sonra EMR-0-01, 28000 r/m, Emir, İstanbul, Türkiye model doğrayıcı cihazıyla 0.55 mm boyutlarına gelinceye kadar öğütüldü (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus*'un öğütülmesi

Öğütülen ham maddeden 250 g alınarak, 80 ml etanol çözücüsü ile 300 bar basınç ve 50 °C sıcaklıkta, 120 dakika boyunca Nantong Borisbang Industrial Technology Co., Ltd, BIT HUAAN Süper Kritik CO₂ Ekstraktör Sistemi cihazıyla ekstre edildi (Şekil 3.6). Ekstre edilen 50 ml'lik ürün tüpe konularak evaporatör yardımı ile içerisindeki etanol uzaklaştırıldı. Elde edilen 15 ml'lik ekstrakt denemenin yapılacağı güne kadar buzdolabında saklandı.



Şekil 3.6. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* ekstraktının cihazdan alınması

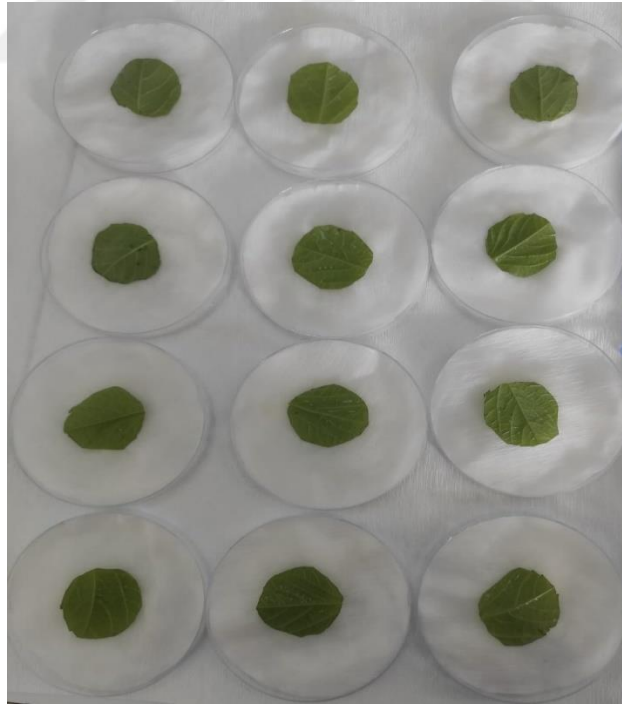
3.2.3. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* ekstraktının *Aphis fabae* üzerine toksik etkisinin tespit edilmesi

TİBAM bünyesinde süperkritik karbondioksit ekstraksiyon cihazı kullanılarak elde edilen ekstrakt 0.1 g, 0.3 g ve 0.5 g olacak şekilde hassas terazi ile tartılmıştır. Hazırlanan her ekstrakt 5 ml aseton ile çözüldü ve saf su ile 100 ml' ye tamamlanarak %0.1, %0.3 ve %0.5 oranlarında olacak şekilde çözeltiler hazırlandı. Kullanılan her bir petriye pamuk yerleştirilerek fasulye yapraklarının canlılığını devam ettirmesi için saf su ile doyurulması sağlandı. Daha sonra pamuğun üzerine kurutma kâğıtları petri büyüklüğünde kesilerek yerleştirildi. Çalışmada kullanılan bitkinin toksik etkilerini belirlemek amacıyla yaprak disk yedirme metodu kullanıldı (Karakoç, 2012). Konukçu bitki olan fasulye yaprağı 3 cm çapında her bir petriye bir adet olacak şekilde kesilerek hazırlandı. Preparatların *Aphis fabae* üzerindeki etkisi Kasap ve ark. (2016)'nın uyguladığı gibi yaprak daldırma yöntemi kullanılarak belirlendi (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Hazırlanan çözeltiye yaprak disk daldırma yöntemi

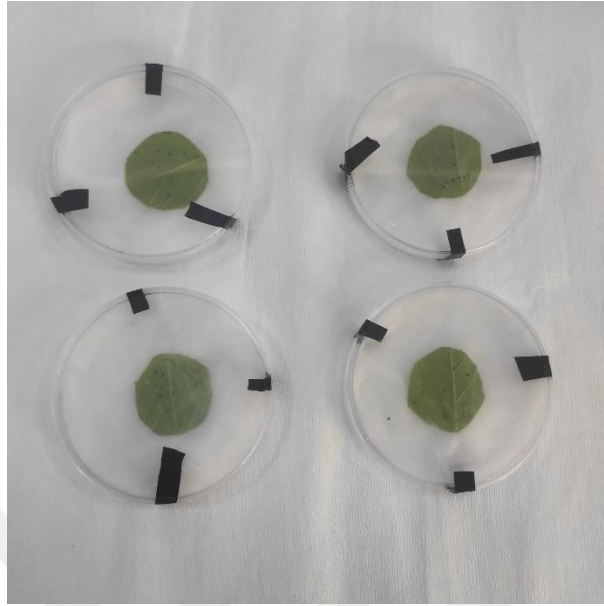
Yapraklar ekstrakt çözeltisine daldırılarak birkaç dakika kurutma kağıtları üzerinde bekletildi. Daha sonra her bir petriye bir yaprak olacak şekilde petrideki kurutma kağıtlarına ters bir şekilde yerleştirildi (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan petriyer ve yaprak diskler

Bakla yaprak biti erginleri her bir petrideki daldırma yöntemi uygulanmış yaprak diske 10'ar adet olacak şekilde konukçu bitki üzerinden samur fırça yardımıyla nazikçe

alınarak petriye konuldu. Petrilerin kapakları kapatılarak yaprak bitlerinin dışarı çıkmalarını engellemek için üç kısımdan bantlandı (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. *Aphis fabae* ekimi yapılmış petri kapları

Her bir petri bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. Deneme dört tekerrürlü olacak şekilde hazırlandı. Her bir tekerrürde ekstraktların %0.1, %0.3 ve %0.5 dozları uygulandı. Hazırlanan petriler $24\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, $\%65\pm 5$ nem ve 14 gün ışığı şeklinde ayarlanmış iklim kabinine konuldu. Uygulamadan 24 saat sonra 1. gün, 48 saat sonra 2. gün, 72 saat sonra 3. gün, 96 saat sonra 4. gün ve 120 saatin sonunda ise 5. gün sonu yaprak bitindeki ölüm sayımları yapıldı (İritaş, 2019). Bakla yaprak bitinin ölüm tespiti ince uçlu samur fırça yardımı ile kontrol edilmiş olup vücudunun hareket etmemesi ile değerlendirildi (Sayed vd., 2020). Yaprak bitlerinin bacak veya anten hareketi gözlemlenmediğinde ölü kabul edildi (Harizia ve ark., 2021).

3.2.4. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* ekstraktının *Harmonia axyridis* üzerine toksik etkisinin tespit edilmesi

Süperkritik karbondioksit ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen bitki ekstraktı *Aphis fabae* denemeleri ile aynı şekilde %0.1, %0.3 ve %0.5 oranlarında çözeltiler hazırlandı. Kullandığımız her bir petriye pamuk yerleştirilerek saf su ile doyurulması sağlandı. Daha sonra pamuğun üzerine kurutma kâğıtları petri büyüklüğünde kesilerek yerleştirildi. Konukçu bitki olan fasulye yaprağı 3 cm çapında her bir petriye bir adet

olacak şekilde kesilerek hazırlanmıştır. Preparatların *Harmonia axyridis* üzerindeki etkisi Kasap ve ark. (2016)'nın uyguladığı gibi yaprak daldırma yöntemi kullanılarak belirlendi. Yapraklar, ekstrakt çözeltisine daldırılarak birkaç dakika kurutma kağıtları üzerinde bekletildi. Daha sonra her bir petriye bir yaprak olacak şekilde petrideki kurutma kağıtlarına ters bir şekilde yerleştirilerek larvaların beslenmesi için belirli oranda yaprak biti konuldu. Hazırlanan petri kaplarındaki daldırma yöntemi uygulanmış fasulye yaprakları üzerine 3 adet son dönem *Harmonia axyridis* larvaları samur fırça yardımı ile eklendi (Şekil 3.10). Larvalar arasındaki kanibalizmi (yamyamlık) önlemek amacı ile düz beyaz kâğıt ince şerit halinde kesilerek zikzak oluşturacak şekilde hazırlandı ve petrideki yaprak üzerine dik bir şekilde yerleştirildi.



Şekil 3.10. *Harmonia axyridis* larvalarının petrideki yapraklara ekimi

Hazırlanan petriler 24 ± 1 °C sıcaklık, $\%65 \pm 5$ nem ve 14 gün ışığı şeklinde ayarlanmış iklim kabinine konuldu. Denemeler süresince avcı böcek yaprak biti ile beslendi ve besini günlük olarak değiştirildi (Kayahan vd., 2016). Besin olarak kullanılan yaprak bitlerinin yaprak üzerine konulmasına özen gösterildi (Şekil 3.11). Uğur böceği ölüm oranı ince bir fırça yardımıyla nazik bir şekilde incelenerek hareketsizlik gözlemlenmesiyle değerlendirildi (Sayed vd., 2020).



Şekil 3.11. *Harmonia axyridis* 'in beslenmesi

3.2.5. Doz ölüm denemeleri

Thymus sipyleus Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* ekstraktının tek doz ölüm denemeleri *Aphis fabae* ve predatörü *Harmonia axyridis* üzerinde yürütüldü. Ekstraktın %0.1'lik çözeltisi en düşük doz olarak ön doz belirleme çalışmasında kullanıldı. Doz-ölüm denemeleri dört tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüş olup, *Aphis fabae* ve *Harmonia axyridis*'in kontrol grupları bulunacak şekilde denemeler tamamlandı. Kontrol grubunda ise bakla yaprak biti ve predatörü uğur böceği üzerinde kullanılan ekstraktın çözeltisi olan %5 oranında aseton içeren çözelti kullanıldı. Elde edilen sonuçlarda 24 saatlik sürenin sonunda olumlu sonuçlar elde edildi. Diğer dozlar ise en düşük dozun etkisi baz alınarak belirlendi.

3.2.6. İstatistiksel analizler

Denemelerde alınan tüm sonuçlar % ölüm değerlerine çevrilmiş olup daha sonra veriler ile varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır ($P \leq 0.05$). Analiz sonucu, faktör seviyelerine ait ortalamalar DUNCAN çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına ilişkin grafikler ve önemli çıkan interaksiyonların grafikleri Microsoft Excel ortamında hazırlanmıştır. Araştırmadan elde edilen verilerin varyans analizi ve ortalamaların karşılaştırılması için SPSS paket programından yararlanılmıştır.



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırma sonuçları, *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* bitkisinden süperkritik karbondioksit ekstraksiyonu yöntemi ile elde edilen ekstraktların fenolik bileşenlerinin tanımlanması, etken madde analizleri, farklı konsantrasyonlarda yaprak biti ve doğal düşmanı olan uğur böceği üzerindeki toksik etkisini ele almaktadır. Çalışmada elde edilen verilere, varyans analizi ve çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış olup sonuçlar, çizelge ve grafikler şeklinde aktarılmıştır. Buna ilave olarak, denemelerde kullanılan faktörler içerisinde, çoklu karşılaştırma testlerine göre istatistiksel olarak önemli çıkan ikili interaksiyonlar da grafik olarak sunulmuştur.

4.1. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* Bitkisinin Fenolik Bileşenleri

Kekik bitkisinin QTOF-MS cihazı ile gerçekleştirilen kütüphane taramalarında tanımlanan fenolik bileşenler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Genel olarak kütüphane taramaları incelendiğinde kekik bitkisinin fenolik asitler, flavonlar, flavonoller, flavanonlar, izoflavonlar, flavanonoller, tanninler, kumarinler, terpenler, triterpenoitlerin yanı sıra yağ asitleri ve türevleri, yağ asidi amitler, dikarboksilik asitler, fosfolipitler, vitaminler ve türevleri, nükleositler, karbonhidratlar, steroidler gibi pek çok farklı bileşeni bünyesinde bulundurduğu ve oldukça zengin bir kimyasal yapıya sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* Fenolik Bileşen Analizi

Fenolik Bileşenler	Kapalı formül	Polarite
Temel Fenoller ve Fenolik Asitler		
Vanillin	C ₈ H ₈ O ₃	+, -
3,4-Dihydroxybenzaldehyde	C ₇ H ₆ O ₃	+, +
4-Hydroxybenzoic acid	C ₇ H ₆ O ₃	-, +
Gentisic acid	C ₇ H ₆ O ₄	-, +
Salicylic acid	C ₇ H ₆ O ₃	-, +
Caffeic acid	C ₉ H ₈ O ₄	-, +
Flavonoidler		
<i>Flavonlar</i>		
Luteolin	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	-, + ve -, +
Jaceidin	C ₁₈ H ₁₆ O ₈	+, -
Apigenin 7-glucoside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	+, +
Apigenin	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	+, + ve -, +

Çizelge 4.1. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* Fenolik Bileşen Analizi (devamı)

Fenolik Bileşenler	Kapalı formül	Polarite
Diosmetin	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	-, +
Cirsimaritin	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	+, -
Artemetin	C ₂₀ H ₂₀ O ₈	+, -
Baicalin	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₁	+, -
<i>Flavonoller</i>		
Quercetin	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	+, + ve -, +
Quercetin Tetramethyl (5,7,3',4') Ether	C ₁₉ H ₁₈ O ₇	+, -
Myricetin 3,7,3',4'-tetramethyl ether	C ₁₉ H ₁₈ O ₈	+, -
Kaempferol 3-glucuronide	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₂	+, -
Kaempferol	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	-, +
<i>Flavanoller</i>		
Naringenin	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	+, + ve -, +
Naringenin 5-methyl ether	C ₁₆ H ₁₄ O ₅	+, -
(±)-Naringenin	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	+, +
Eupatorin	C ₁₈ H ₁₆ O ₇	+, -
<i>İzoflavonlar</i>		
Vitexin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	+, -
Isovitexin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	+, +
Prunetin	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	+, -
<i>Flavanonoller</i>		
(+)-Taxifolin	C ₁₅ H ₁₂ O ₇	+, +
<i>Tanninler</i>		
Rosmarinate	C ₁₈ H ₁₆ O ₈	-, +
<i>Kumarinler</i>		
7,8-Dihydroxycoumarin	C ₉ H ₆ O ₄	+, -
3-Hydroxycoumarin	C ₉ H ₆ O ₃	-, +
Esculetin	C ₉ H ₆ O ₄	-, +
<i>Terpenler</i>		
α-Famesene	C ₁₅ H ₂₄	+, -
(+)-alpha-Pinene	C ₁₀ H ₁₆	+, -
(R)-(+)-Pulegone	C ₁₀ H ₁₆ O	+, -
Anethole	C ₁₀ H ₁₂ O	+, -
Carvacrol	C ₁₀ H ₁₄ O	-, +
Carnosol	C ₂₀ H ₂₆ O ₄	-, +
Totarol-19-carboxylic acid	C ₂₀ H ₂₈ O ₃	-, +
<i>Triterpenoitler</i>		
Glycyrrhetic acid	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	+, -
Dehydro (11,12)ursolic acid lactone	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	+, -
Maslinic Acid	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	-, +
Betulonic acid	C ₃₀ H ₄₆ O ₃	-, +
Betulonic Acid	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	-, +
18α-Glycyrrhetic acid	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	+, +
<i>Yağ asitleri ve türevleri</i>		
Stearidonic Acid	C ₁₈ H ₂₈ O ₂	+, -
5,8,11-Eicosatriynoic Acid	C ₂₀ H ₂₈ O ₂	+, -
α-Linolenic Acid	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	-, +

Çizelge 4.1. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* Fenolik Bileşen Analizi (devamı)

Fenolik Bileşenler	Kapalı formül	Polarite
Traumatic Acid	C ₁₂ H ₂₀ O ₄	-, +
Pinolenic Acid	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	-, +
Elaidic Acid	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	-, +
Azelaic acid	C ₉ H ₁₆ O ₄	-, +
cis-9,10-Epoxystearic acid	C ₁₈ H ₃₄ O ₃	-, +
9-Thiastearic Acid	C ₁₇ H ₃₄ O ₂ S	-, +
9-OxoOTrE	C ₁₈ H ₂₈ O ₃	-, +
9(S)-HOTrE	C ₁₈ H ₃₀ O ₃	-, +
9(E),11(E)-Conjugated Linoleic Acid	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	-, +
2-Hydroxyhexadecanoic acid	C ₁₆ H ₃₂ O ₃	-, +
2-Hexyldecanoic acid	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	-, +
16-Hydroxy hexadecanoic acid	C ₁₆ H ₃₂ O ₃	-, +
13-OxoODE	C ₁₈ H ₃₀ O ₃	-, +
13(S)-HOTrE	C ₁₈ H ₃₀ O ₃	-, +
13(S)-HODE	C ₁₈ H ₃₂ O ₃	-, +
<i>Yağ asidi amitler</i>		
Palmitic amide	C ₁₆ H ₃₃ NO	+, -
Oleamide	C ₁₈ H ₃₅ NO	+, -
<i>Dikarboksilik asitler</i>		
Succinic acid	C ₄ H ₆ O ₄	-, +
Sebacic acid	C ₁₀ H ₁₈ O ₄	-, +
Hexadecanedioic acid	C ₁₆ H ₃₀ O ₄	-, +
<i>Fosfolipitler</i>		
PAz-PC	C ₃₃ H ₆₅ NO ₁₀ P	+, -
PG(16:0/0:0)[U]	C ₂₂ H ₄₅ O ₉ P	-, +
1-Palmitoyllylphosphatidylcholine	C ₂₄ H ₅₁ NO ₇ P	+, -
<i>Vitaminler ve türevleri</i>		
Niacinamide	C ₆ H ₆ N ₂ O	+, -
D-Pantothenic acid	C ₉ H ₁₇ NO ₅	+, -
<i>Nükleositler</i>		
Adenosine	C ₁₀ H ₁₃ N ₅ O ₄	+, -
<i>Karbonhidratlar</i>		
Sucrose	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	+, +
D-(+)-Mannose	C ₆ H ₁₂ O ₆	-, +
Quinic acid	C ₇ H ₁₂ O ₆	-, +
Arbutin	C ₁₂ H ₁₆ O ₇	-, +
<i>Steroidler</i>		
Norethindrone	C ₂₀ H ₂₆ O ₂	+, -
<i>Diğer</i>		
Trimethylammonioacetate	C ₅ H ₁₂ NO ₂	+, -
Empenthrin	C ₁₈ H ₂₆ O ₂	+, -
Larixinic Acid	C ₆ H ₆ O ₃	+, -
PGJ2	C ₂₀ H ₃₀ O ₄	+, -
O-1821	C ₁₇ H ₂₂ O ₂	+, -

Çizelge 4.1. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* Fenolik Bileşen Analizi (devamı)

Fenolik Bileşenler	Kapalı formül	Polarite
Piperine	C ₁₇ H ₁₉ NO ₃	+, -
Luteolin	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	+, -
Herbacetin	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	+, -
Genkwanin	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	+, -
Diosmetin	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	+, -
13-epi-12-oxo Phytodienoic Acid	C ₁₈ H ₂₈ O ₃	+, -
Rutin	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	-, +
Pyrocatechol	C ₆ H ₆ O ₂	-, +
Phloracetophenone	C ₈ H ₈ O ₄	-, +
Gentisic acid	C ₇ H ₆ O ₄	-, +
Genkwanin	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	-, +
Emodin	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	-, +
Dinoterb	C ₁₀ H ₁₂ N ₂ O ₅	-, +
Citric acid	C ₆ H ₈ O ₇	-, +
Casticin	C ₁₉ H ₁₈ O ₈	-, +
4-Hydroxybenzaldehyde	C ₇ H ₆ O ₂	-, +
4-Hydroxy-3-methoxycinnamaldehyde	C ₁₀ H ₁₀ O ₃	-, +
4-Acetoxyphenol	C ₈ H ₈ O ₃	-, +
3,4-Dihydroxybenzoic acid	C ₇ H ₆ O ₄	-, +

4.2. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* Bitkisinin Etken Bileşenleri

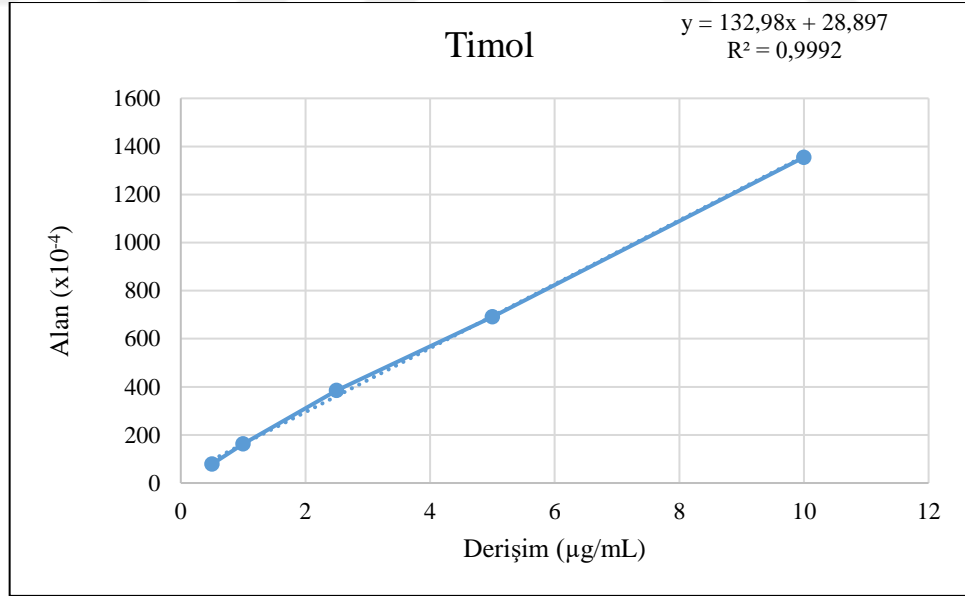
Kekik bitkisinin GC-MS ile yapılan analizleri sonucunda timol ve karvakrol etken maddeleri tespit edilmiş olup miktarları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Kullanmış olduğumuz kekik içerisindeki karvakrol oranı %85.38 iken, timol oranı %3.16 şeklinde tespit edilmiştir. Çıkan sonuçlara bakıldığında kullanmış olduğumuz kekiğin yüksek oranda karvakrol ana bileşeninden oluştuğu görülmektedir. Gerçekleştirilen diğer çalışmalarda aynı ve farklı kekik çeşitleri içerisindeki karvakrol ve timol oranlarının yanı sıra ana bileşenler değişkenlik göstermiştir. Baser ve ark. (1995), *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* bitkisinden elde edilen uçucu yağın ana bileşeni %21.77 oranında linalool ve %25.48 oranında α -terpineol + izoborneol oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Demirci ve ark. (2018), *T. sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus*’un uçucu yağının ana bileşeni olan timol oranının %66.2 olduğunu tespit etmişlerdir. Tepe ve ark. (2005), *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* uçucu yağının ana bileşenini olan borneol oranının %11.2 şeklinde bulurken, *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *rosulans* uçucu yağının karvakrol ve timol oranı sırası ile %58.1 ve %20.5 olduğunu bildirmişlerdir. Ceylan ve Uğur (2015), *Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS.

var. *davisanus* RONNIGER uçucu yağı ile yapmış oldukları çalışmada timol ve karvakrol oranını sırası ile %38.31 ve %37.95 şeklinde bulmuşlardır.

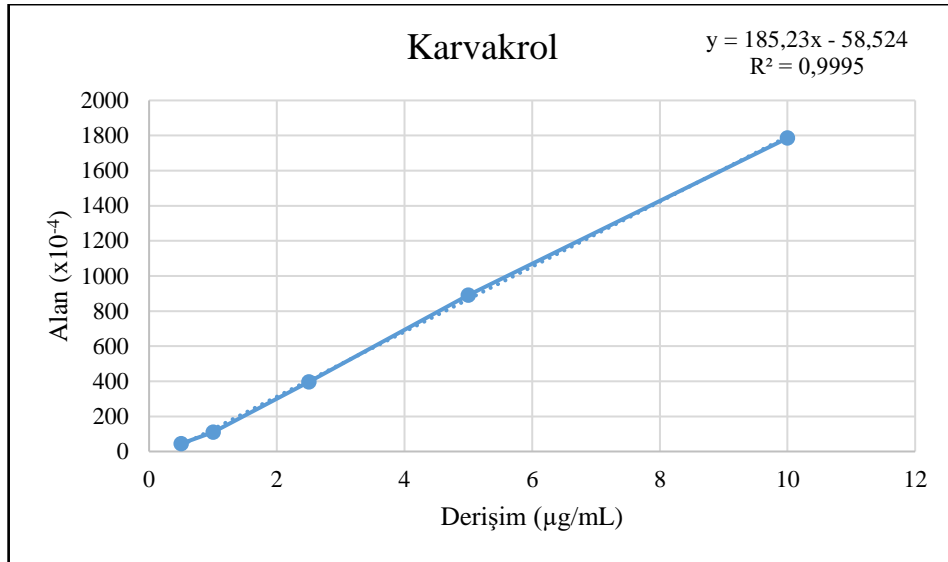
Yiğit ve ark. (2021), *Thymbra spicata* var. *spicata* L. içerisindeki karvakrol oranı %60, *Origanum majarona* içerisinde %23, *Origanum saccatum* P. H. DavıS'de ise %17 oranında tespit etmişlerdir. Tümen ve ark. (1994), *Thymbras picata* uçucu yağı ile yapmış oldukları çalışmada sadece bir örnekte timolü %50.71 oranında ana bileşen olarak saptamışlardır. Kordali ve ark (2008), *Origanum acutidens'in* toprak üstü kısımlarından hidrodistilasyonla izole edilen uçucu yağın etken madde analizini GC-MS ile gerçekleştirmiş ve karvakrol oranını %87.0 şeklinde bulmuşlardır.

Çizelge 4.2. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* bitkisinin etken madde miktarları

Analit	Miktar (µg/mL)	Oran (%)
Timol	986±75	3.16
Karvakrol	19576±1379	85.38



Şekil 4.1. Kekik bitkisindeki timol miktarının tespiti



Şekil 4.2. Kekik bitkisindeki karvakrol miktarının tespiti

4.3. Kekik Ekstresinin *Aphis fabae*'ye Toksik Etkisi

Çalışmada, farklı çözeltiler miktarlarının yaprak bitlerine etkisini belirlemek amacıyla; petri kaplarına fasulye yaprağı ve 10 adet yaprak biti dört tekerrürlü olacak şekilde yerleştirilmiştir. Her gün sonunda olmak üzere 5 gün boyunca canlı ve ölü yaprak bitleri sayılarak kayıt altına alınmıştır. Farklı miktarda kekik ekstraktı çözeltileri uygulanan yaprak bitlerinde sayılarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.3'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Çözeltiler miktarının canlı kalan böcekler üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P=0.000$). Buna göre çözeltiler miktarı arttıkça canlı kalma sayıları azalmıştır.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde %0.1'lik ekstrakt çözeltilerinde 1. gün sonunda %50 oranında bir ölüm oranı gözlemlenmiştir. Ölüm oranları 2. ve 3. günde sırası ile %80 ve %90 şeklinde gözlemlenmiştir. En yüksek ölüm oranı ise 4.gün sonunda %95 şeklinde olmuştur. Ekstraktın en düşük dozunun bile yüksek bir toksik etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. % 0.3'lük çözeltilerin kullanıldığı denemenin 1. gün sonunda %72.5'lik yüksek bir ölüm oranı gözlemlenmiştir. 2. gün sonundaki ölüm oranı ise %92.25'e yükselmiştir. Çalışmada en yüksek ölüm oranı 4. günün sonunda %100 şeklinde belirlenmiştir. Ekstraktın %0.3'lük çözeltilerinin *Aphis fabae*'e karşı güçlü bir öldürücü etkisi olduğu tespit edilmiştir. %0.5'lik ekstrakt çözeltiler uygulamasında 1. günün sonunda %60 oranında ölüm gözlemlenmiştir. 2. günün sonunda bu oran %92.25'e yükselmiştir. Birinci gün ve ikinci gün arasındaki farkın %0.5'lik çözeltiler uygulanan petrilere kekik ekstraktının yoğun kokusundan dolayı 1. günde yaprak bitlerinin yaprak disk üzerinden

uzaklaştıkları gözlemlenmiştir (Şekil 4.3). İkinci gün tekrar beslenmeye başlayan yaprak bitlerinde yüksek oranda bir ölüm gözlemlenmiştir. En yüksek ölüm oranı 3. günün sonunda %100 olarak belirlenmiştir. *Aphis fabae*'nin bütün kontrol grubunda ise yüksek oranda üreme ve büyüme gözlemlenmiştir (Şekil 4.4).

Çizelge 4.3. Kekik ekstraktı uygulamasının *Aphis fabae* ergini üzerine etkisi

Çözelti (%)	Gün	Yaprak Biti Sayıları		
		Canlı (adet) *	Ölü (adet)*	Ölüm Oranı (%)
K	1	6.00	4.00	40.0
	2	3.25	2.75	67.5
	3	2.50	0.75	75.0
	4	2.00	0.50	80.0
	5	1.25	0.75	87.5
0,1	1	5.00	5.00 ^a	50.0
	2	2.00	3.00 ^b	80.0
	3	1.00	1.00 ^c	90.0
	4	0.50	0.50 ^c	95.0
	5	0.50	0.00 ^c	95.0
0,3	1	2.75	7.25 ^a	72.5
	2	0.75	2.00 ^b	92.5
	3	0.50	0.25 ^c	95.0
	4	0.00	0.50 ^c	100.0
	5	0.00	0.00 ^c	100.0
0,5	1	4.00	6.00 ^a	60.0
	2	0.75	3.25 ^b	92.5
	3	0.00	0.75 ^c	100.0
	4	0.00	0.00 ^c	100.0
	5	0.00	0.00 ^c	100.0

*Değerler tekrarlilerin ortalaması olarak verilmiştir.



Şekil 4.3. *Aphis fabae*'nin yaprak disk üzerinden uzaklaşması



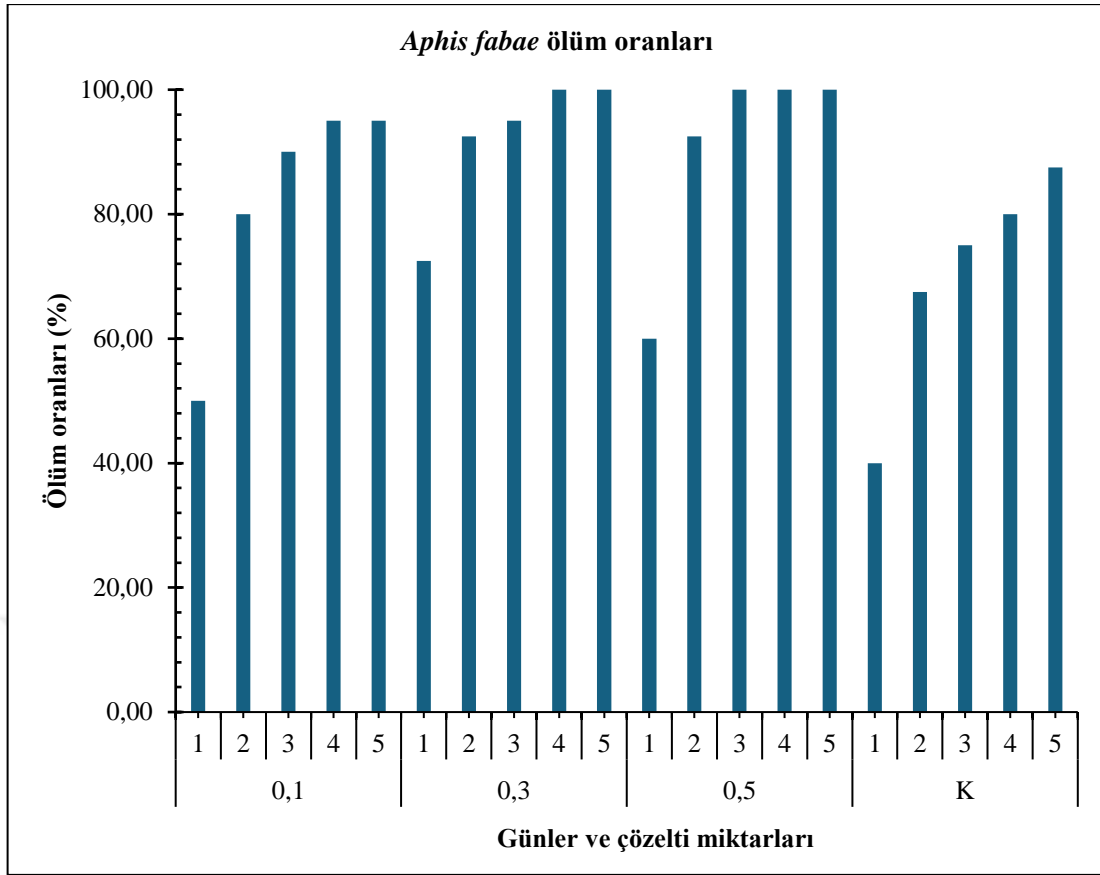
Şekil 4.4. Kontrol grubu *Aphis fabae* üremesi

Farklı miktarda kekik ekstraktı çözeltilisi uygulanan yaprak bitlerinde sayılarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.4'te, sonuçlara ilişkin grafikler ise Şekil 4.5'te sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, Çözelti miktarının canlı kalan böcekler üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P=0.000$). Buna göre çözelti miktarı arttıkça canlı kalma sayıları azalmıştır. Çıkan sonuçlara bakıldığı zaman kullanılan kekik ekstraktının geliştirilerek kimyasal ilaçlara alternatif olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.4. Farklı miktardaki kekik ekstrakt çözeltilisi uygulanan *Aphis fabae* ergini sayılarının değişimi

Çözelti (%)	Yaprak Biti Sayıları	
	Canlı (adet)	Ölü (adet)
K	3.0 ^a	1.8 ^{ns}
0.1	2.0 ^b	1.9 ^{ns}
0.3	0.8 ^c	2.0 ^{ns}
0.5	0.95 ^c	2.0 ^{ns}

Not: Aynı sütun içerisinde aynı harfi gösteren ortalamalar arasında fark yoktur (Duncan, $P=0.05$).



Şekil 4.5. Farklı konsantrasyondaki kekik ekstrakt çözeltilerinin *Aphis fabae* ergini üzerine toksik etkisi

Farklı miktardaki kekik ekstrakt çözeltisi uygulanan yaprak bitlerinde günlere göre sayılarının değişimi Çizelge 4.5'te verilmiştir. Kullanılan tüm dozların toksik etkisi 1. günden itibaren etkisini göstermeye başlamış ve 5. günde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Önceki araştırmalarda da bu yönde sonuçların elde edildiği görülmektedir.

Çizelge 4.5. Farklı miktardaki kekik ekstrakt çözeltisi uygulanan *Aphis fabae* ergini günlere göre sayılarının değişimi

Gün	Yaprak Biti Sayıları	
	Canlı (adet)	Ölü (adet)
1	4.4 ^a	5.6 ^a
2	1.7 ^b	2.8 ^b
3	1.0 ^{ab}	0.7 ^c
4	0.6 ^a	0.4 ^c
5	0.4 ^a	0.2 ^c

Not: Aynı sütun içerisinde aynı harfi gösteren ortalamalar arasında fark yoktur (Duncan, P=0.05).

Çalışmada kullanılan faktörlerin canlı ve ölü yaprak biti sayılarına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Buna göre, farklı çözelti miktarlarına

ve günlere göre canlı kalan böcek sayılarına etkisi çok önemli bulunmuştur ($P=0.000$). Farklı oranlardaki çözeltilerin yaprak biti ölümlerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır ($P<0.005$). Ancak, kullanılan bütün dozlarda deneme sonunda yüksek oranda ölüm gözlemlenmiştir ve günlere göre ise çok önemli bulunmuştur ($P=0.000$). Ayrıca, çözeltiler*gün interaksyonunun yaprak biti ölüm oranlarına etkisi ise istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($P<0.005$).

Çizelge 4.6. Farklı miktardaki kekik ekstrakt çözeltileri ve günlere göre *Aphis fabae* ergini üzerindeki toksik etkisinin varyans analizi önemlilik dereceleri

Varyasyon kaynakları	Yaprak Biti					
	Canlı			Ölü		
	Serbestlik derecesi	Canlı F değeri	Önem düzeyi	Serbestlik derecesi	Ölü F değeri	Önem düzeyi
Çözelti	3	17.730	0.000	3	0.362	0.781
Gün	4	36.866	0.000	4	108.268	0.000
Çözelti × Gün	12	0.586	0.845	12	3.186	0.001

Ouryemchi ve ark. (2024), *Olea europaea L.* (zeytin) yapraklarından Soxhlet cihazı kullanarak ekstrakt elde etmişler ve toplam polifenol ve flavonoidlerin miktarları belirlemişlerdir. *Aphis fabae Scop*'a karşı ekstraktın beş farklı dozunu uygulamışlar ve ekstraktın yaprak biti üzerinde kuvvetli bir böcek kovucu özelliğe sahip olduğunu bildirmişlerdir. Şimşek ve ark. (2023), *Cannabis sativa L.*'nin üç farklı genotipinin metanol ekstraktının *Diuraphis noxia* Kurdjumov, *Myzus persicae* (Sulzer) ve *Aphis fabae* (Scopoli) üzerine etkisini araştırmışlardır. Yaprak bitlerinin 2. ve 3. nimf dönemlerine karşı ekstrakt püskürtme yöntemi ile uygulamışlardır. 72 saat süresi sonunda yapılan sayımlarda *D. noxia*'da en yüksek ölüm oranı %54.04 ile Narlısaray genotipinde olurken, *Aphis fabae*' de bu oran %91.76 oranında Kavacık genotipinde olduğunu bildirmişlerdir. Acheuk ve ark. (2017), *Artemisia judaica L.* (Asteraceae) bitkisinin böcek öldürücü etkisini araştırdıkları çalışmada etanol ekstraksiyonu ile çalışmışlardır. Ekstraktın dört farklı dozu *Aphis fabae Scop.*'un üzerinde test edilmiş ve en yüksek doz olan 12.5 mg/mL uygulamasından iki saat sonra %100 oranında ölüm gözlemlenmiştir. Test edilen ham ekstraktın güçlü böcek öldürücü etkisinin bitkinin fenolik bileşikler açısından zengin olmasından kaynaklanıyor olabileceğini bildirmişlerdir. Saifi ve ark. (2023), Cezayir'de yetişen *Mentha longifolia L.* uçucu yağını *Aphis craccivora* Koch üzerinde test etmişlerdir. Uçucu yağın yaprak biti üzerinde öldürücü ve kovucu etkiye

sahip olduğunu bildirmişlerdir. En yüksek etkiyi 8 µL/mL konsantrasyonunda kaydetmişlerdir. Test edilen ham ekstraktın güçlü böcek öldürücü etkisinin bitkinin fenolik bileşikler açısından zengin olmasından kaynaklanıyor olabileceğini bildirmişlerdir. *Aphis fabae* ile yapılmış olan çalışmalarda farklı bitkilerinde zararlı üzerinde çeşitli etkilere sebep olduğu görülmektedir. Meradsi ve Laamari (2016), *Vicia faba*'nin yaprak bitlerine karşı dirençli bir çeşidi olan CV-12'nin sulu yaprak ekstraktı ve metanolik yaprak ekstraktı *Aphis fabae* üzerine uygulamışlardır. Metanolik ekstrakt yaprak biti üzerinde öldürücü bir etkiye neden olurken, sulu yaprak ekstraktının kovucu bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Kullanılan ekstraktın *Aphis fabae*'ye karşı insektisidal ve kovucu özelliklere sahip olduğunu ve entegre mücadelede kimyasal insektisitlere alternatif olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Abbas ve ark. (2023), *Aphis fabae Scopoli* erginler üzerine *Dodonaea viscosa* bitkisinin kabuk ve yaprağının alkollü ekstraktını uygulamışlardır. Uygulamanın 3000 ppm konsantrasyonunda 72. saat sonunda ölüm oranının %96.33'e ulaştığını bildirmişlerdir. *Capsicum annuum* ekstraktı ile yapılan çalışmada ise 3000 ppm'lik konsantrasyonda 72 saatlik sürenin sonunda *Aphis fabae* ölüm oranının %91.33 olduğunu bildirmişlerdir. Ekstrakta maruz kalma süresi arttıkça ölümler artmıştır. Kouache ve ark. (2023), *Thymus algeriensis* Boiss'in toprak üstü kısımlarından hidro-distilasyon yöntemi ile uçucu yağı çıkarmışlardır. Uçucu yağın analizleri sonucunda, 22 bileşik tespit edilmiş ve ana bileşenler karvakrol (%61.5), g-terpinen (%8.81) ve p-simen (%10.83) oranlarında bulunduğunu tespit etmişlerdir. Uçucu yağın %0.1'lik dozunu *Aphis fabae Scopoli*'ye karşı uygulamışlar. Sonuç olarak %75.5'lik ölüm oranının olduğunu tespit etmişlerdir. *Thymus algeriensis* Boiss' in uçucu yağının sonuçlarının umut verici olduğunu, böcek ilacı olarak kullanılabilceğini bildirmişlerdir. Regnault-Roger ve Hamraoui (1995), *Acanthoscelides obtectus* erginlerine karşı yürütmüş oldukları çalışmada karvakrol ve timol ve diğer birkaç monoterpenoidlerinin fumigant toksisitesini test etmişlerdir. Çalışmada LC₅₀ konsantrasyonunda 24 ve 48 saat uygulama süresi sonunda erginlere en fazla toksisiteyi karvakrol, timol, öjenol, linalol ve terpineol'un gösterdiğini bildirmişlerdir. Kordali ve ark. (2008), *O. acutidens* uçucu yağının *Sitophilus granarius* ve *Tribolium confusum* yetişkinlerin üzerindeki toksit etkisini belirlemek için yapmış oldukları çalışmada ölüm oranlarını sırasıyla %68.3 ve %36.7 şeklinde bulmuşlardır. Çıkan sonuçlarda insektisit özelliğinin ana bileşende bulunan karvakrol olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmaların sonuçları gerçekleştirdiğimiz çalışma sonuçları ile uyum göstermekte, kekik

etken maddeleri timol ve karvakrolün toksik etkisinden benzer şekilde bahsedilebilmektedir.

4.4. Kekik Ekstresinin *Harmonia axyridis* 4. Dönem Larvalarına Toksik Etkileri

Harmonia axyridis 4. dönem larvası üzerine kekik ekstraktının farklı dozlarının günlere göre toksik etkisi Çizelge 4.7’de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında %0.1’lik çözeltilerde 5. gün sonunda %2.5 ölüm oranı bulunmuştur. %0.3’lük ve %0.5’lik çözeltilerde ise 2. günün sonunda %2.5 ölüm oranı tespit edilmiştir. Kontrol grubunda 3. günün sonunda %2.5 ölüm oranı tespit edilmiştir. Kullanılan çözeltilerin her birinin uğur böceği 4. larva dönemi üzerinde oldukça düşük etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Kekik ekstresinin *Harmonia axyridis* 4. dönem larvalarına etkisi

Çözelti (%)	Gün	Larva Sayısı	
		Canlı (adet)*	Ölü (adet)*
Kontrol	1	3.00	0.00
	2	3.00	0.00
	3	2.75	0.25
	4	2.75	0.00
	5	2.75	0.00
0.1	1	3.00	0.00
	2	3.00	0.00
	3	3.00	0.00
	4	3.00	0.00
	5	2.75	0.25
0.3	1	3.00	0.00
	2	2.75	0.25
	3	2.75	0.00
	4	2.75	0.00
	5	2.75	0.00
0.5	1	3.00	0.00
	2	2.75	0.25
	3	2.75	0.00
	4	2.75	0.00
	5	2.75	0.00

*Değerler tekrerrürlerin ortalaması olarak verilmiştir.

Harmonia axyridis 4. dönem larvası üzerinde kekik ekstraktının farklı dozlarının toksik etkisi Çizelge 4.8’de verilmiştir. Kullanılan çözeltiler, dozları arasında istatistiki olarak herhangi bir fark bulunamamıştır. Kullanılan dozlar *Harmonia axyridis* üzerinde aynı oranda etkiye neden olmuştur. Çıkan sonuçlara göre kekik ekstraktının kullanmış olduğumuz dozları *Harmonia axyridis* üzerinde güvenli bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Farklı miktardaki kekik ekstrakt çözeltisi uygulanan uğur böcekleri sayılarının değişimi

Çözelti	Larva Sayıları*	
	Canlı (adet)	Ölü (adet)
Kontrol	2.85	0.50
0.1	2.95	0.50
0.3	2.80	0.50
0.5	2.80	0.50

*Sonaçlar 4 tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir.

Harmonia axyridis 4. dönem larvası üzerine kekik ekstraktının günlere göre toksik etkisi Çizelge 4.9’da verilmiştir. Ekstrakta maruz kalma sürelerinin *Harmonia axyridis* 4. larva dönemi üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı miktardaki kekik ekstrakt çözeltisi uygulanan uğur böceklerinde günlere göre sayılarının değişimi

Gün	Larva Sayıları	
	Canlı (adet)	Ölü (adet)
1	3.00	0.00
2	2.88	0.13
3	2.81	0.63
4	2.81	0.00
5	2.75	0.63

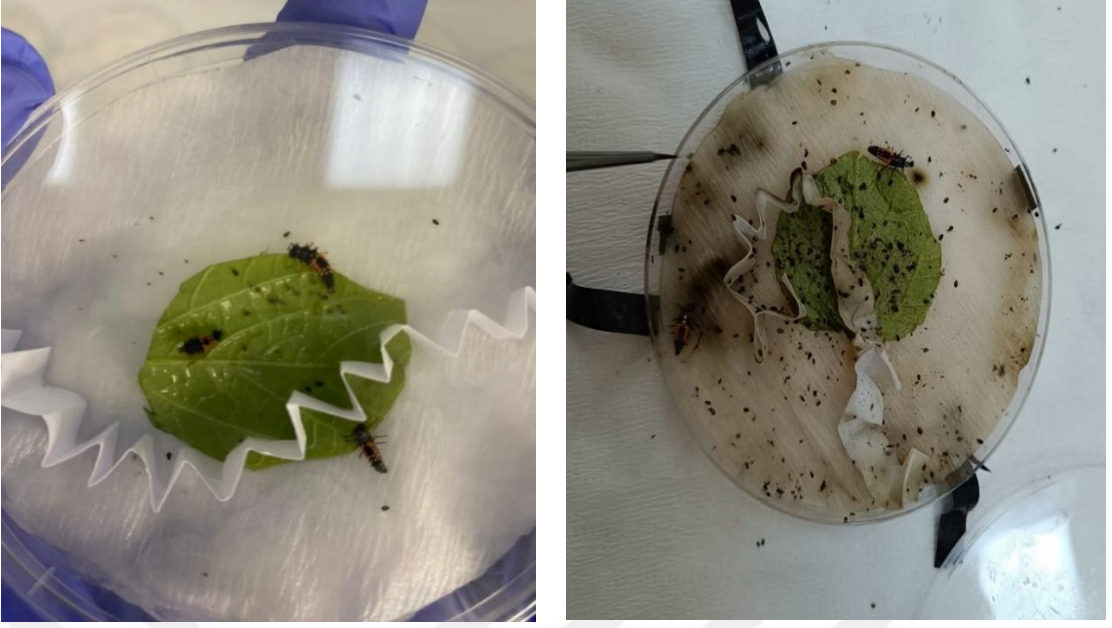
Farklı çözelti oranlarının günlere göre *Harmonia axyridis* 4. dönem larvaları üzerindeki toksik etkileri Çizelge 4.10’da verilmiştir. Kullanılan kekik ekstraktının farklı çözelti miktarlarının günlere göre larvalar üzerinde etkisi önemsiz düzeydedir. *Harmonia axyridis* 4. dönem larvalarının kekik ekstraktının farklı dozlarına maruz kalma süresinin artması önemsiz bulunmuş olup, 4. larva dönemi üzerinde güvenli olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.6).

Çizelge 4.10. Farklı miktardaki kekik ekstrakt çözeltileri ve günlere göre uğur böceği üzerindeki toksik etkisinin varyans analizi önemlilik dereceleri

Varyasyon kaynakları	Larva Sayıları					
	Canlı			Ölü		
	Serbestlik derecesi	F değeri	Önem düzeyi	Serbestlik derecesi	F değeri	Önem düzeyi
Çözelti	3	0.667 ^{ns}	0.576	3	0.000 ^{ns}	1.000
Gün	4	0.958 ^{ns}	0.437	4	0.875 ^{ns}	0.484
Çözelti * Gün	12	0.181 ^{ns}	0.999	12	1.042 ^{ns}	0.424

Not: Aynı sütun içerisinde aynı harfi gösteren ortalamalar arasında fark yoktur (Duncan, P=0.05).

Bitkisel kökenli insektisitlerin, birçok araştırmacının da belirttiği üzere çevre ve hedef olmayan organizma üzerindeki etkilerinin düşük olması, zararlı böcek türlerine karşı ise farklı şekillerde olumlu etkilerinin bulunduğu bildirilmiştir (Aydın ve Mammadov, 2017; Yiğit ve ark., 2019). Farklı bitkiler ile yapılmış olan çalışmalarda çıkan sonuçlar *Harmonia axyridis* 4.dönem larvası üzerindeki etkisi mevcut çalışmamız ile benzerlik göstermektedir. Gospodarek ve ark. (2023), *M. piperita* uçucu yağı *Aphis fabae* avcı böcek olan *Harmonia axyridis* Pallas üzerine olan etkisini araştırmışlar. Uçucu yağın *Aphis fabae* ye karşı iyi bir böcek öldürücü etkinliğin olduğu uğur böceği açısından ise nane yağının güvenilir olduğunu bildirmişlerdir. *Aphis fabae* ve zararlının avcısı olan diğer uğur böcekleri ile yapılan çalışmalarda olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Abdel-Rahman ve ark. (2019), *Ballota undulata*, *Teucrium polium*, *Phlomis aurea*, *Pulicaria incisa*, *Seriphidium herba-alba* ve *Euphorbia saint catherine* bitki ekstraktlarının *Aphis fabae* ile zararlının avcıları *Chrysoperla carnea* (Steph.) ve *Coccinella undecimpunctata* L. üzerindeki etkisine laboratuvar ve tarla koşullarında bakılmıştır. *Ballota undulata* ekstraktı %74.3 ile en yüksek ölüme neden olmuştur. Denemede kullanılan altı ekstraktın da yırtıcılar üzerinde zarara neden olmadan yaprak biti üzerinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Luo ve ark. (2023), *Spodoptera frugiperda* ile mücadelede Azadirachtin uygulaması yapılan alanlarda avcı böcek olan *Harmonia axyridis* üzerinde ilacın etkisini incelemişlerdir. Azadirachtin uygulaması *Spodoptera frugiperda* üzerinde önemli derecede gelişimsel ve öldürücü etkiye neden olurken *Harmonia axyridis* üzerinde de büyüme ve gelişmeyi engelleyici bir etkiye neden olduğunu bildirmişlerdir. Azadirachtin ile gerçekleştirilen çalışma yapmış olduğumuz araştırma ile tamamen farklı sonuçlar vermiştir. Buradan da doğal bitki ekstrelerinin kullanımı ile pestisitlerin aksine çevresel zararın asgari düzeye indirilebileceği ve predatörlere zarar vermeden ekolojik dengenin korunabileceği sonucuna ulaşılabilir.



Şekil 4.6. *Harmonia axyridis* larvasının beslenmesi ve canlılığının devam etmesi

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Aphis fabae, neredeyse tüm dünyaya yayılış gösteren ciddi bir tarımsal tehdittir. 200'den fazla bitki türü üzerinde konukçuluk ederek bitki özsuyunu emerek, yapraklar üzerine anüslerinden tatlı yapışkan madde salgılayarak küf oluşumunu teşvik ederler. Ayrıca bitki virüslerinin vektörüdürler ve virüslerin bitkilere bulaşmasına neden olarak çeşitli hasarlara sebebiyet verirler (Bennour ve ark., 2021).

Kimyasal ilaçlar, *A. fabae*' yi kontrol etmek için kullanılan en yaygın yöntemdir. Kimyasal mücadeleye alternatif olan yöntemler tüm dünyada ilgi görmekte ve bu alanda çalışmalara ağırlık verilmektedir.

Bu tez kapsamında yürütülmüş olan çalışmada *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* endemik bitkisinin CO₂ ekstraksiyonu yöntemi ile elde edilmiş ekstraktı *Aphis fabae* erginleri ve bu zararlının avcısı olan *Harmonia Axyridis* 4. dönem larvaları üzerindeki toksik etkileri araştırılmıştır. İklim kabininde yürütülen çalışmada ekstraktın üç farklı dozunun zararlı ve avcısı üzerinde etkisi yaprak disk daldırma metodu uygulanarak çalışılmıştır.

Uygulamaların sonuçlarına bakıldığı zaman, 5. gün sonuna kadar yürütülen çalışmaların sonucunda %0.1'lik ekstrakt çözeltisinin *Aphis fabae* erginleri üzerindeki en yüksek toksik etkisi 4. günün sonunda %95 şeklinde bulunmuştur. %0.3'lük çözeltide 1. günün sonunda %72.5 oranında yüksek bir ölüm gözlenmiştir. En yüksek ölüm oranı 4. günün sonunda %100 olarak bulunmuştur. En yüksek doz olan %0.5'lik çözeltide 2. günde %92.5 oranında yüksek miktarda ölüm gözlemlenmiş, 3. günün sonunda yaprak bitlerinde %100 ölüm oranı bulunmuştur. Deneme süresi boyunca kullanılan ekstraktın farklı dozlarının her birinin *Aphis fabae* erginleri üzerinde oldukça etkili olduğu sonucuna varılmıştır. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* ekstraktının *Aphis fabae* mücadelesinde pestisitlere alternatif olarak bitkisel kökenli pestisitlerin geliştirilmesine olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

Ekstraktın farklı çözelti oranlarının *Harmonia axyridis* 4. dönem larva üzerindeki toksik etkisine bakıldığı zaman %2.5 oranında oldukça düşük bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Kullanılan konsantrasyonların her birinin etkisi *Harmonia axyridis* 4. dönem larva üzerinde aynı bulunmuştur. Ekstraktın biyolojik mücadelede doğal düşman üzerinde güvenli ve uyumlu olduğu bulunmuş olup bitkisel kökenli pestisitlerin geliştirilmesine olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

Aphis fabae ve avcısı *Harmonia axyridis* üzerinde yapılan bu çalışma, *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* endemik bitkisinin CO₂ ekstraksiyonu yöntemi ile yapılmış ilk çalışma özelliği taşımaktadır.

Çalışma sonuçları göz önünde bulundurularak değerlendirme yapıldığında, kullanılan %0.1'lik ekstrakt çözeltisi gibi düşük dozların bile *Aphis fabae* üzerinde oldukça etkili olabileceği görülmektedir. Ekstraktın tarla koşullarında ve özellikle seralarda etkilerinin araştırılması ile elde edilecek sonuçlarla *Aphis fabae*'ye karşı mücadelede ve özellikle *Harmonia axyridis* salımı yapılan seralarda bu bitki ekstraktının kullanımına olanak sağlayacağı ön görülmektedir. Çalışmalarda kullanılan ekstraktlardan alınan olumlu sonuçlar, çalışmada kullanılan kekik ekstraktının halihazırda sıklıkla tercih edilen pestisitlere doğal bir alternatif olabileceği düşünülmektedir. Bitkisel kaynaklı ekstrelerin, özellikle predatörlerde toksik etkisinin olmaması sonucundan yola çıkarak, insan sağlığı ve çevrenin ekolojik dengesinin korunması açısından daha sağlıklı bir alternatif olabileceğini işaret etmektedir. Ayrıca ithal edilen pestisitlerin yerine ikame edilebilecek bitkisel kaynaklı bu ürünler ile finansal olarak da bir avantaj sağlanarak ekonomik olarak ülkemize katkı sağlanabilir. Ürünün ticarileştirilme potansiyelinin olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bitkisel kaynaklı ürünlerin toplanması, kurutulması, işlenmesi ve pazarlanması gibi yerel insan kaynakları ile gerçekleştirilecek ürün üretim sürecinde, bölgesel olarak yeni iş imkanlarının oluşması ve sosyo-ekonomik kalkınmaya katkıda bulunmak da çalışmanın uzun vadede ön görülen önemli bir çıktısıdır. Ayrıca çalışmada kullanılan süperkritik karbondioksit ekstraksiyon yöntemi bu alanda yaptığımız literatür araştırmalarında henüz kullanılmamış yeni bir metot olup, diğer ekstraksiyon yöntemlerine kıyasla daha yüksek miktarda etken maddenin elde edildiği katma değerli ürün geliştirilmesine imkân sağlayacak bir üretim metodu olduğu düşünülmektedir.

Elde edilen sonuçlar ve çalışmanın farklı alanlarda avantaj sağlayabilecek pek çok yönü ele alındığında kekik bitkisinin sentetik pestisitlere doğal bir alternatif olabileceği, dozlama, etki süresi ve kullanılacak bitki alternatifleri konusunda detaylı çalışmaların yapılması önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abbas, M. A., Husani, A. H. A. and Ali, M. T. M., 2023, Evaluation of the efficacy of some alcoholic plant extracts and the biocide naturalis-l against *Aphis fabae* scopoli (homoptera: aphididae) under laboratory conditions: evaluation of extracts of plant against *Aphis fabae*, *Biological Sciences-PJSIR*, 66 (3), 215-219.
- Abdelmaksoud, N. M., El-Bakry, A. M., Sammour, E. A. and Abdel-Aziz, N. F., 2023, Comparative toxicity of essential oils, their emulsifiable concentrates and nanoemulsion formulations against the bean aphid, *Aphis fabae*, *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 56 (3), 187-208.
- Abdel-Rahman, R. S., Ismail, I. A. E., Mohamed, T. A., Hegazy, M. E. F. and Abdelshafeek, K. A., 2019, Laboratory and field evaluation of certain wild plant extracts against *Aphis fabae* Scop. (Homoptera: Aphididae) and its predators, *Bulletin of the National Research Centre*, 43, 1-5.
- Acheuk, F., Lakhdari, W., Abdellaoui, K., Belaid, M., Allouane, R. and Halouane, F., 2017, Phytochemical study and bioinsecticidal effect of the crude ethonolic extract of the Algerian plant *Artemisia judaica* L. (Asteraceae) against the black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. *Poljoprivreda i Sumarstvo*, 63 (1), 95.
- Adamski, Z., Kabzińska, M., Pruskaya, A., Konwerski, S., Marciniak, P., Szymczak, M., Chowański, S., Spochacz, M., Scrano, L., Bufo, S. A., Büyükgüzel, E. and Büyükgüzel, K., 2016, Sublethal effects of *Solanum tuberosum* and *Lycopersicon esculentum* leaf extracts on *Tenebrio molitor* and *Harmonia axyridis*, *Karaelmas Science and Engineering Journal*, 6 (1), 59-66.
- Alkan, M., Gökçe, A. and Kara, K., 2017, Stomach poison activity of some plant extracts on *Colorado potato beetle* (Coleoptera: Chrysomelidae), *Plant Protection Bulletin*, 57 (3), 305-315.
- Alpkent, Y. N., Alaoğlu, Ö. ve Çetin, H., 2020, Dört farklı uçucu yağın düşük sıcaklıkta değirmen güvesi *Ephestia kuehniella* zeller (Lepidoptera: Pyralidae)'nın farklı dönemlerine karşı fümigant toksisitesi, *Plant Protection Bulletin*, 60 (2), 3-13.
- Amokrane, D., Mohammedi, A., Belabbes, M., Tegger, H. and Merouane, A., 2023, Aphicidal potential of the essential oil isolated from pistacia lentiscus against the larvae of *Aphis spiraecola*, vector of multiple phytoviruses, *Pakistan Journal of Phytopathology*, 35 (2), 259-267.
- Aydın, Ç. ve Mammadov, R., 2017, Insektisit aktivite gösteren bitkisel sekonder metabolitler ve etki mekanizması, *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21 (1), 30-37.
- Balcı, H., Ersin, F. ve Durmuşoğlu, E., 2020, *Azadirachta indica* A. juss (Meliaceae) ve *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel (Myrtaceae) ekstraktlarının klasik ve nano formülasyonlarının *Tetranychus urticae* koch (Acari: Tetranychidae) ve

- Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)'ye etkilerinin belirlenmesi, *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 11 (2), 237-251.
- Baser, K. H. C., Kürkçüoğlu, M., Özek, T., Tümen, G. and Akgül, A., 1995, Essential oil of *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus*. *Journal of Essential Oil Research*, 7 (4), 411-413.
- Ben Abdallah, S., Riahi, C., Vacas, S., Navarro-Llopis, V., Urbaneja, A. and Pérez-Hedo, M., 2023, The dual benefit of plant essential oils against *Tuta absoluta*, *Plants*, 12 (5), 985.
- Bennour, C., Belgacem, A. B. and Nasr, H. B., 2021, A review of the management of *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae), *Journal of Oasis Agriculture and Sustainable Development*, 3 (1), 32-44.
- Biçer, E. Ç., Güner, P. ve Aylin, E. R., 2023, Nane (*Mentha spicata* L.) uçucu yağının depo zararlısı *Ephestia kuehniella* Z. (Lepidoptera: Pyralidae)'nın iki farklı gelişim evresine etkisi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25 (2), 661-674.
- Boukabache, M., Chibani, S., Otmani, A., Nouichi, A., Abdelaziz, O. and Karaca, I., 2023, Chemical composition and insecticidal activity of *Aloysia citrodora* essential oil against *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae), *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *International Journal of Tropical Insect Science*, 43 (2), 455-461.
- Brown, P. M., Thomas, C. E., Lombaert, E., Jeffries, D. L., Estoup, A. and Lawson Handley, L. J., 2011, The global spread of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae): distribution, dispersal and routes of invasion, *Biocontrol*, 56, 623-641.
- Celep F. and Dirmenci T., 2017, Systematic and biogeographic overview of Lamiaceae in Turkey, *Naturel Volatiles & Essential Oils*, 4 (4), 14-27.
- Ceylan, O. and Ugur, A., 2015, Chemical composition and anti-biofilm activity of *Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *davisianus* RONNIGER essential oil, *Archives of Pharmacal Research*, 38, 957-965.
- Çam, H., Gökçe, A., Kadioğlu, İ., Yanar, Y., Demirtaş, İ., Gören, N. ve Whalon, M. E., 2012, Residual toxicities and stomach poison effects of plant extracts to different stages of *Colorado potato beetle* [*Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae)], *Turkish Journal of Entomology*, 36 (2), 249-254.
- Çelik, B., 2019, Bazı bitkisel yağların Bal Arısı (*Apis mellifera linnaeus*) (Hymenoptera: Apidae) üzerine toksik etkisinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.
- Çevik, H., Oğuzoğlu, Ş., Özek, T., Avcı, M. ve Karaca, İ., 2023, *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Hemiptera: Aphididae) ile beslenen *Harmonia axyridis* Pallas, 1773

(Coleoptera: Coccinellidae)'in işlevsel tepkisi, *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 116-122.

- Dayıoğlu, K., 2008, Bazı bitki (*Melia azederach* L., *Sytrax officinalis* L., *Quercus* Ssp.) tohumlarından elde edilen ekstraktların Çam Keseböceği, *Thaumetopoea pityocampa* (Schiff.), larvalarına karşı kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş.
- Daraban, G. M., Rusu, L., Dinica, R. M., Roşca, M., Badeanu, M., Mihaila, M. D. I. and Suteu, D., 2022, Exploring the antioxidant and bioinsecticidal activity of spontaneous flora vegetal extracts for plant protection and prevention of soil contamination, *Separations*, 9 (9), 260.
- Demir, S., Karaalp, C., Tabanca, N., Bernier, U. R. and Linthicum, K. J., 2023, Evaluation of the repellent activity of 13 *Achillea* L. species from Türkiye against the virus vector *Aedes aegypti* L. Mosquitoes, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 29 (1), 33-40.
- Demirci, F., Karaca, N., Tekin, M. and Demirci, B., 2018, Anti-inflammatory and antibacterial evaluation of *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* essential oil against rhinosinusitis pathogens, *Microbial Pathogenesis*, 122, 117-121.
- Emre, Ö. Z., 2023, *Sisymbrium officinale* (L.) Scop. bitki ekstraktlarının *Culex pipiens* L.'e karşı larva öldürücü etkisi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23 (6), 1373-1380.
- Erdoğan, P., 2015, *Capsicum annuum* L.(Solanaceae) ve *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae) ekstraktlarının *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) üzerine insektisit etkisi, *Plant Protection Bulletin*, 55 (4), 305-315.
- Gospodarek, J., Krajewska, A. and Paśmionka, I. B., 2023, Contact and gastric effect of peppermint oil on selected pests and aphid predator *Harmonia axyridis* pallas, *Molecules*, 28 (12), 4647.
- Göçmen, H., Topakçı, N. ve İkten, C., 2007, Pamuk beyazsineği, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae)'ye karşı azadirachtin'in etkinliği üzerine bir araştırma, *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 20 (1), 119-126.
- Güdek, M., 2014, Biberiye [*Rosmarinus officinalis* L.(Lamiales: Lamiaceae)] uçucu yağ buharının *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae) ve nohut daneleri üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Gün, S. Ş., Çinbilgel, İ., Öz, E. ve Çetin, H., 2011, Bazı *Salvia* L. (Labiatae) bitki ekstraktlarının, sivrisinek *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae)'e karşı larva öldürücü aktivitesi, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, (17), 61-65.

- Harizia, A., Benguerai, A., Elouissi, A., Mahi, T. and Bonal, R., 2021, Chemical composition and biological activity of *Salvia officinalis* L. essential oil against *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae), *Journal of Plant Diseases and Protection*, 128 (6), 1547-1556.
- Hassan, E. and Gökçe, A., 2014, Production and consumption of biopesticides, *Advances in Plant Biopesticides*, 361-379.
- Hori, M. and Komatsu, H., 1997, Repellency of rosemary oil and its components against the onion aphid, *Neotoxoptera formosona* (Takahashi) (Homoptera, Aphididae), *Applied Entomology and Zoology*, 32 (2), 303-310.
- İritaş, U., 2019, Bazı kekik yağlarının buğdayda zararlı olan *Sitobion avenae* (Fabricious)'ye etkisinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Diyarbakır.
- Isikber, A. A., Alma, M. H., Kanat, M. and Karci, A., 2006, Fumigant toxicity of essential oils from *Laurus nobilis* and *Rosmarinus officinalis* against all life stages of *Tribolium confusum*, *Phytoparasitica*, 34 (2), 167-177.
- İmrek, B., Güven, H., Erler, F. ve Tosun, H. Ş., 2017, Bazı bitki uçucu yağlarının armut psillidi [*Cacopsylla pyri* (L.) (Hemiptera: Psyllidae)]'nin kışlık-formuna karşı yumurta bırakmayı engelleyici ve ovisidal etkileri, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21 (3), 259-265.
- İnal, İ., 2014, Bazı bitki uçucu yağlarının *Stophilus granarius* (L) (Buğday Biti) üzerindeki fumigant toksisitesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat.
- Kanik, F. and Karakoç, Ö. C., 2020, Insecticidal and behavioral effect of some plant extracts on *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Plant Protection Bulletin*, 60 (4).
- Karakaş, M., 2018, Bitkisel insektisitler, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 11 (2), 32-37.
- Karakoç, Ö. C., 2012, Bazı bitki ekstraktlarının *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lep. Noctuidae) üzerindeki toksisitesi ve davranışsal etkileri Doktora Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat.
- Kasap, İ., Kök, Ş. and Hassan, E., 2016, Effect of fungatol and gamma-t-ol from *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) cheel on *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), *Turkish Journal Of Entomology*, 40 (2), 117-123.
- Kataria, R. and Kumar, D., 2012, Occurrence and infestation level of sucking pests: aphids on various host plants in agricultural fields of Vadodara, Gujarat (India), *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2 (7), 1-6.

- Kayahan, A., Şimşek, B., Karaca, C. ve Karaca, İ., 2016, Bazı uçucu yağların *Myzus persicae* ve avcısı *Chrysoperla carnea* üzerindeki etkileri, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (2), 364-368.
- Kayahan, A., 2023, The effects of some essential oils on the life table parameters of green peach aphid *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae), *Turkish Journal of Entomology*, 47 (4), 373-386.
- Kokkini, S., Karousou, R. and Hanlidou, E., 2003, Herbs of the Labiatae, *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (Second Edition).
- Kumar, S., 2012, Biopesticides: a need for food and environmental safety, *Journal of Biofertilizers & Biopesticides*, 3 (4), 1-3.
- Küçüktopcu, Y., Can, B. ve Saruhan, İ., 2023, Bazı bitki ekstraktlarının *Tribolium confusum*'un Jacquelin Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) larva ve ergin dönemleri üzerine etkileri, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26 (3), 570-578.
- Koorki, Z., Shahidi-Noghabi, S., Smagghe, G. and Mahdian, K., 2022, Insecticidal activity of the essential oils from yarrow (*Achillea wilhelmsii* L.) and sweet asafetida (*Ferula assa-foetida* L.) against *Aphis gossypii* Glover. (Hemiptera: Aphididae) under controlled laboratory conditions, *International Journal of Tropical Insect Science*, 42 (4), 2827-2833.
- Kordali, S., Cakir, A., Ozer, H., Cakmakci, R., Kesdek, M. and Mete, E., 2008, Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, karvakrol, timol and p-cymene, *Bioresource Technology*, 99 (18), 8788-8795.
- Kouache, B., Kaci, Z., Brada, M. and Fauconnier, M. L., 2023, Chemical composition and insecticidal activity of *Thymus algeriensis* Boiss and Reut. Essential oil against *Aphis fabae* Scopoli1763, *Indian Journal of Agricultural Research*, 58 (1), 164-169.
- Koschier, E. H. and Sedy, K. A., 2003, Labiate Essential oils affecting host selection and acceptance of *Thrips tabaci* Lindeman, *Crop Protection*, 22 (7), 929-934.
- Laborda, R., Manzano, I., Gamón, M., Gavidia, I., Perez-Bermudez, P. and Boluda, R., 2013, Effects of *Rosmarinus officinalis* and *Salvia officinalis* essential oils on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), *Industrial Crops And Products*, 48, 106-110.
- Liu, X., Chen, M., Collins, H. L., Onstad, D., Roush, R., Zhang, Q. and Shelton, A. M., 2012, Effect of insecticides and *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) genotype on a predator and parasitoid and implications for the evolution of insecticide resistance, *Journal of Economic Entomology*, 105 (2), 354-362.
- Lowery, D. T., 1992. Effects of extracts from neem, *Azadirachta indica* (A. Juss.), on aphids (Homoptera: Aphididae) with respect to their control, Doctoral Dissertation, *University of British Columbia*.

- Luo, P., Qin, D., Wu, H., Zheng, Q., Zhao, W., Ye, C. and Zhang, Z., 2023, Azadirachtin affected the intestinal structure and microbiota of adult *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) while controlling *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), *Journal of Pest Science*, 96 (3), 973-988.
- Majerus, M., Strawson, V. and Roy, H., 2006, The potential impacts of the arrival of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae), in Britain, *Ecological Entomology*, 31 (3), 207-215.
- Meradsi, F. and Laamari, M., 2016, Aphicidal and behavioral effects of *Vicia faba* L. (Fabales: Fabaceae) leaf extracts against *Aphis fabae* scopoli (Hom., Aphididae), *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 12 (4).
- Mülayim, O., Alaoğlu, Ö. ve Çetin, H., 2020, Bazı bitkisel uçucu yağların *Aphis craccivora* (Koch) ve *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)'ya karşı fumigant etkileri, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24 (2), 195-203.
- Ncibi, S., Amor, A. B. and Abdelkader, F. B., 2021, Efficacy of essential oils of *Thymbra capitata* L. and *Mentha pulegium* L. collected in tunisia on larvae of *Galleria mellonella* L., *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 21 (1), 31-38.
- Ouryemchi, I., Oubihi, A., Taibi, M., Elbouzidi, A., Jaber, H., Haida, S. and Benzakour, A., 2024, Phytochemical components, antioxidant properties, antimicrobial effects, and bio-aphicidal prospects against the black bean aphid (*Aphis fabae* Scop.) of *Olea europaea* L. leaves extracts from Morocco, *Journal of Ecological Engineering*, 25 (3).
- Pavela, R. and Chermenskaya, T., 2004, Potential insecticidal activity of extracts from 18 species of medicinal plants on larvae of *Spodoptera littoralis*, *Plant Protection Science*, 40, 145-150.
- Pell, J. K., Baverstock, J., Roy, H. E., Ware, R. L. and Majerus, M. E., 2008, Intraguild predation involving *Harmonia axyridis*: a review of current knowledge and future perspective, *Biocontrol*, 53, 147-168.
- Poutsma, J., Loomans, A. J. M., Aukema, B. and Heijerman, T., 2008, Predicting the potential geographical distribution of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*, using the CLIMEX model, *From Biological Control to Invasion: the ladybird Harmonia axyridis as a model species*, 103-125.
- Price, P. W., 1986, Ecological aspects of host plant resistance and biological control: interactions among three trophic levels, *Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects*, 11-30.
- Ravan, S., Khani, A. and Sufi, S., 2019, Fumigant toxicity and sublethal effects of *Teucrium polium* essential oil on *Aphis fabae* scopoli A., *Chinese Herbal Medicines*, 11 (2), 231-235.
- Regnault-Roger, C. and Hamraoui, A., 1995, Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Acanthoscelides obtectus*

- (Say)(Coleoptera), a bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.), *Journal of Stored Products Research*, 31 (4), 291-299.
- Shah, M. M., Khan, S., Ahmad, R. and Haq, İ. U., 2016, The insecticidal potential of botanical extracts for management of Peach fruit fly, *Bactrocera zonata* Saunders, 1842, *Turkish Journal of Entomology*, 40 (4), 445-453.
- Saifi, R., Saifi, H., Akca, İ., Benabadelkader, M., Askın, A. K. and Belghoul, M., 2023, Insecticidal and repellent effects of *Mentha longifolia* L. essential oil against *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae), *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 10 (1), 18.
- Selimoğlu, T., Gökçe, A. and Yanar, D., 2015, Fumigant toxicity of some plant essential oils to *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae), *Turkish Journal of Entomology*, 39 (1), 109-118.
- Semerdjieva, I., Zheljzakov, V. D., Dincheva, I., Piperkova, N., Maneva, V., Cantrell, C. L. and Ivanova, T., 2023, Essential oil composition of seven Bulgarian Hypericum Species and its potential as a biopesticide, *Plants*, 12 (4), 923.
- Shanker, C. and Solanki, K. R., 2000, Botanical insecticides: A historical perspective. *India, Asian Agrihistory*, 4 (2), 21-30.
- Şahin, Z., 2019, *Tagetes patula* L. (Asterales: Asteraceae)'nın gümüş nanopartiküllü su ekstraktının *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) karşı laboratuvar koşullarında etkinliğinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kırşehir.
- Şanlı, B., 2015, *Verbascum cheiranthifolium*, *Chrysanthemum cinerariaefolium* ve *Rosmarinus officinalis* ekstraktlarının Sera Beyazsineği (*Trialeurodes vaporariorum*)'ne etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Şenel, M., 2013, Bazı bitkisel ekstraktların *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın farklı biyolojik dönemlerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aydın.
- Şimşek, Ş., 2014, Bazı bitkilerden elde edilen ekstraktların *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera, Curculionidae)'a olan toksisite ve davranışsal etkileri, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat.
- Şimşek, Ş., Kayahan, A., Pekbey, G., Yılmaz, G. and Karaca, İ., 2023, Effects of different industrial Cannabis (*Cannabis sativa* (Linnaeus 1753) (Cannabaceae)) genotype extracts on *Diuraphis noxia* Kurdjumov, 1913 *Myzus persicae* Sulzer, 1776 and *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Hemiptera: Aphididae), *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 7 (2), 292-297.
- Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H. A., Daferera, D., Polissiou, M. and Sokmen, A., 2005, Antioxidative activity of the essential oils of *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var.

- sipyleus and *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *rosulans*, *Journal of Food Engineering*, 66 (4), 447-454.
- Topakçı, N. ve Göçmen, H., 2008, Pamuk Kırmızı Örümceği *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.) (Acari: Tetranychidae)'a karşı Azadirachtin'in etkinliği üzerine bir araştırma, *Bitki Koruma Bülteni*, 48 (4), 9-18.
- Topuz, E. ve Madanlar N., 2011, Bazı bitkisel kökenli uçucu yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval, 1867) (Acari: Tetranychidae) üzerine kontakt ve repellent etkileri, *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 1 (2), 99-107.
- Traboulsi, A. F., Taoubi, K., El-Haj, S., Bessiere, J. M. And Rammal, S., 2002, Insecticidal properties of essential plant oils against the Mosquito *Culex pipiens* Molestus (Diptera: Culicidae), *Pest Management Science*, 58 (5), 491-495.
- Tunç, I., Berger, B.M., Erler, F. and Dağlı, F., 2000, Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored product insects, *Journal of Stored Products Research*, 36 (2), 161-168.
- 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.
- Tümen, G., Ermin, N., Özek, T., Kürkçüoğlu, M. and Baser, K. H. C., 1994, Composition of essential oils from two varieties of *Thymbra spicata* L., *Journal of Essential Oil Research*, 6 (5), 463-468.
- Yaşar, İ., Şahin, K. Ö. K. ve Kasap, İ., 2023, Portakal yağının laboratuvar koşullarında İki Noktalı Kırmızı örümcek, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) üzerine akarisit etkisi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (2), 410-417.
- Yıkınç, M. ve Tunaz, H., 2023, Bazı bitkisel kökenli uçucu yağların Amerikan Hamamböceği (*Periplaneta americana* L.) erginlerine karşı ölüm etkisi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26 (3), 579-587.
- Yılmaz, Y. B. ve Tunaz, H., 2013, Bazı bitki uçucu yağlarının ve monoterpenoid bileşenlerinin Amerikan Hamamböceği, *Periplaneta americana* (Dictyoptera: Blattellidae), erginlerine karşı fumigant toksisitesi, *Turkish Journal of Entomology*, 37 (3), 319-328.
- Yi, C., Teng, D., Xie, J., Tang, H., Zhao, D., Liu, X. and Zhang, Y., 2023, Volatiles from Cotton Aphid (*Aphis gossypii*) infested plants attract the natural enemy *Hippodamia variegata*, *Frontiers in Plant Science*, 14, 1326630.
- Yiğit, Ş., Saruhan, I. and Akça, İ., 2019, The effect of some commercial plant oils on the pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera: Notodontidae), *Journal of Forest Science*, 65 (8), 309-312

- Yiğit, Ş., Aşkın, A. K., Saruhan, İ., Akça, İ., Budak, E., Bayhan, E. ve Tekin, F., 2021, Bazı kekik yağlarının *Tribolium confusum* Duv (Coleoptera: Tenebrionidae)'a karşı etkilerinin araştırılması, *Akademik Ziraat Dergisi*, 10 (2), 285-290.
- Yiğit, N., Gözüaçık, C. ve Gültekin, L., 2023, Adaçayı (*Salvia* Sp.) (Lamiaceae) türlerine ait uçucu yağların bazı depolanmış ürün zararlılarına karşı fumigant etkilerinin araştırılması, *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 10 (1), 51-59.
- Yorulmaz Salman, S., Kara, N. ve Öz, O., 2015, Bazı Bitkilerin hekzan, etanol ve metanollü ekstraktlarının *Leptinotarsa decemlineata* SAY (Coleoptera: Chrysomelidae)'nın farklı dönemleri üzerine kontakt toksisiteleri, *Journal of Natural & Applied Sciences*, 19 (1), 124-130.
- Zhou, H., Ma, Z., Wang, Z., Yan, S., Wang, D. and Shen, J., 2021, Hedgehog signaling regulates regenerative patterning and growth in *Harmonia axyridis* Leg., *Cellular and Molecular Life Sciences*, 78, 2185-2197.

