



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Thymbra spicata BİTKİ EKSTRAKTININ
TURUNÇGİL UNLU BİTİ (*Planococcus citri*) VE
AVCISI ERGİN UĞUR BÖCEĞİ (*Cryptolaemus
montrouzieri*) ÜZERİNE İNSEKTİSİDAL
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Ramazan YILDIRIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Tarım Bilimleri Anabilim Dalı

Ocak 2026
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ramazan YILDIRIM tarafından hazırlanan “*Thymbra spicata* Bitki Ekstraktının Turunçgil Unlu Biti (*Planococcus citri*) ve Avcısı Ergin Uğur Böceği (*Cryptolaemus montrouzieri*) Üzerine İnsektisidal Etkisinin Belirlenmesi.” adlı tez çalışması .../.../... 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. Süleyman DOĞU

.....

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

Prof. Dr. Havvanur UÇBEYİAY
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü tarafından 25YL51002 nolu proje ile desteklenmiştir.

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.

Ramazan YILDIRIM

08.01.2026

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

***Thymbra spicata* BİTKİ EKSTRAKTININ TURUNÇGİL UNLU BİTİ (*Planococcus citri*) VE AVCISI ERGİN UĞUR BÖCEĞİ (*Cryptolaemus montrouzieri*) ÜZERİNE İNSEKTİSİDAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Ramazan YILDIRIM

**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Zeliha ÜSTÜN ARGON

2026, 54 Sayfa

Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Zeliha ÜSTÜN ARGON

Prof. Dr. Kubilay Kurtuluş BAŞTAŞ

Prof. Dr. Süleyman DOĞU

Tarımda verimliliği artırmak ve ürün kalitesini korumak için zararlı organizmalarla mücadelede çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler, ekonomik kayıpları en aza indirmeyi hedeflemektedir. Geleneksel olarak kimyasal pestisitler bu amaçla yaygın olarak tercih edilse de bu maddelerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri ve zararlıların pestisitlere karşı direnç geliştirme riski, alternatif mücadele yöntemlerine olan ilgiyi artırmıştır. Bu bağlamda biyolojik mücadele, zararlıları doğal düşmanları, parazitleri veya patojenleri kullanarak kontrol etmeyi hedefleyen, sürdürülebilir ve çevre dostu bir yaklaşım olarak ön plana çıkmaktadır. Biyolojik mücadele, tarımsal ekosistemleri koruyarak ekolojik dengeyi sağlamaya katkıda bulunurken aynı zamanda kimyasal kullanımını azaltma potansiyeli ile tarım sektöründe giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu çalışmada *Thymbra spicata* bitkisinden CO₂ ekstraksiyonu metodu kullanılarak elde edilen ekstraktın önemli tarımsal kayıplara neden olan *Planococcus citri* ergini ve bu zararlının doğada avcısı olarak bilinen *Cryptolaemus montrouzieri* ergini üzerindeki insektisidal etkisi araştırılmıştır. Çalışma ortamı olarak kullanılan iklim kabininde sıcaklık 24±1°C, nem %65±5 ve gün ışığı 16 saat olacak şekilde ayarlanmıştır. Ekstraktın %0,1, %0,3 ve %0,5 'lik çözeltileri hazırlanmış ve yaprak disk daldırma yöntemi kullanılmıştır. Uygulamadan sonraki 24., 48., 96., 120., ve 144. saatlerde sayımlar yapılarak etki oranları tespit edilmiştir. *P. citri* için gerçekleştirilen çalışmanın sonuçlarına bakıldığında beşinci gün sonunda ortalama ölüm oranı kontrol grubunda %38 iken %0,1- 0,5 doz aralığında %90'ın üzerindedir. Doz arttıkça %50 ölüm oranına ulaşmak için geçen sürenin azaldığı görülmektedir. Kontrolde %50 ölüm 5 günü aşarken, %0,5 dozda yaklaşık 2,2 günde %50 ölüm gerçekleşmiştir. Bu ekstrenin etkinliğinin dozla doğru orantılı olarak arttığını ve kullanmış olduğumuz dozların tamamının *P. citri* üzerinde etkisinin oldukça yüksek olduğu sonucunu göstermektedir. *P. citrinin* doğal düşmanı olan *C. montrouzieri* (uğur böcekleri) üzerinde yapılan denemelerde ekstrenin farklı dozlarının ölüm oranları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Beşinci gün sonunda tüm gruplarda ölüm oranı %0–10 arasında seyretmiştir. Bu bulgular, ekstrenin hedef zararlı üzerinde öldürücü etki gösterirken, doğal düşman türü olan uğur böcekleri için güvenli olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma sonucunda *T. spicata* bitkisinden CO₂ ekstraksiyonu yöntemi ile elde edilen ekstraktın *P. citri* ile mücadelede güvenilir bir bitkisel kaynaklı insektisit olma potansiyeli gösterebileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki ekstraktı, *Thymbra spicata*, *Cryptolaemus montrouzieri*, *Planococcus citri*, süperkritik CO₂ ekstraksiyonu

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF THE INSECTICIDAL EFFECT OF *Thymbra spicata* PLANT EXTRACT ON CITRUS MEALYBUG (*Planococcus citri*) AND ITS PREDATOR, THE ADULT LADYBUG (*Cryptolaemus montrouzieri*)

Ramazan YILDIRIM

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

Advisor: Asst. Prof. Dr. Zeliha ÜSTÜN ARGON

2026, 54 Pages

Jury

Asst. Prof. Dr. Zeliha USTUN ARGON

Prof. Dr. Kubilay Kurtulus BASTAS

Prof. Dr. Suleyman DOGU

Various methods are employed in pest management to increase agricultural productivity and maintain crop quality, with the primary aim of minimizing economic losses. Although chemical pesticides have traditionally been widely used for this purpose, their adverse effects on the environment and human health, along with the risk of pests developing resistance, have increased interest in alternative control strategies. In this context, biological control has emerged as a sustainable and environmentally friendly approach that aims to regulate pest populations through the use of their natural enemies, parasites, or pathogens. Biological control contributes to the preservation of agricultural ecosystems and the maintenance of ecological balance, while its potential to reduce chemical inputs has led to its growing importance in the agricultural sector. In this study, the insecticidal effects of an extract obtained from *Thymbra spicata* using the CO₂ extraction method were investigated on adults of *Planococcus citri*, a pest responsible for significant agricultural losses, and on adults of *Cryptolaemus montrouzieri*, a species known as a natural predator of this pest. Experiments were conducted in a climate chamber maintained at 24 ± 1 °C, $65 \pm 5\%$ relative humidity, and a 16-hour photoperiod. Extract solutions at concentrations of 0,1%, 0,3%, and 0,5% were prepared, and the leaf-dip disc method was applied. Mortality rates were recorded at 24, 48, 96, 120, and 144 hours after treatment. The results of the assays conducted on *P. citri* showed that by the fifth day, the mean mortality rate in the control group was 38%, whereas mortality exceeded 90% at concentrations ranging from 0,1% to 0,5%. As the concentration increased, the time required to reach 50% mortality decreased. While 50% mortality in the control group occurred after more than five days, approximately 50% mortality was achieved in about 2,2 days at the 0,5% concentration. These findings indicate that the efficacy of the extract increased proportionally with concentration and that all tested concentrations exhibited high insecticidal activity against *P. citri*. In experiments conducted on *C. montrouzieri*, the natural enemy of *P. citri*, no statistically significant effect of the different extract concentrations on mortality rates was observed. By the fifth day, mortality in all groups ranged between 0% and 10%. These results demonstrate that while the extract exhibits a lethal effect on the target pest, it is safe for beneficial insects such as lady beetles. In conclusion, the extract obtained from *T. spicata* using the CO₂ extraction method shows potential as a safe, plant-derived insecticide for the control of *P. citri*.

Keywords: Plant extract, *Thymbra spicata*, *Cryptolaemus montrouzieri*, *Planococcus citri*, supercritical CO₂ extraction

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmasında “*Thymbra spicata* Bitki Ekstraktının *Turunçgil Unlu Biti (Planococcus citri)* ve *Avcısı Ergin Uğur Böceği (Cryptolaemus montrouzieri)* Üzerine İnsektisidal Etkisinin Etkisi” araştırılmıştır.

Yüksek Lisans eğitimim süresince bilgisi ve yardımları ile bana destek olan danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Zeliha ÜSTÜN ARGON’a, *Thymbra spicata* bitkisinin toplanmasının yanında, bilgisi ile destek olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Süleyman DOĞU’ya, ekstrakt elde etme sürecinde teknik olarak yardımcı olan Tarım Bilimleri Yüksek Lisans Öğrencisi Abdulkadir ARSLAN’a ve Tıbbi ve Kozmetik Bitkiler Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü (TİBAM) personeline, çalışmam süresi boyunca büyük bir özveri ile bana destek veren Trimail Biyolojik Tarım Gıda Eğitim Hizmetleri Turizm Hayvancılık Sanayi ve Ticaret Limited Şirketinde görev yapan Ziraat Yüksek Mühendisi Sayın İsmail ATAY’a, Bioladybug firmasının kurucusu Harika AYIK’a ve tez süresi boyunca benden desteklerini esirgemeyen sevgili eşime ve aileme çok teşekkür ederim.

Ramazan YILDIRIM
KONYA-2026

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
ÇİZELGELER/TABLolar LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
2.1. <i>Thymbra spicata</i> (Zahter) bitkisi	6
2.2. <i>Planococcus citri</i>	8
2.3. <i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. <i>Thymbra spicata</i> (zahter) bitkisinin temini.....	18
3.1.2. Konukçu bitkinin temini	18
3.1.3. <i>Planococcus citri</i> temini	19
3.1.4. <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> (Ergin Uğur Böceği) temini	19
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Konukçu bitkinin denemeye hazırlanması.....	20
3.2.2. <i>Thymbra spicata</i> ekstraksiyonu	20
3.2.3. Fenolik bileşen analizi	21
3.2.4. Etkin madde analizi.....	22
3.2.5. <i>T. spicata</i> ekstraktın <i>P. citri</i> üzerine toksik etkisinin tespit edilmesi	23
3.2.6. <i>T. spicata</i> ekstraktının <i>C. montrouzieri</i> üzerine toksik etkisinin tespit edilmesi	26
3.2.7. Doz ölüm denemeleri.....	28
3.2.8. İstatiksel analizler	28
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	29
4.1. <i>Thymbra spicata</i> Bitkisinin Etkin Bileşenleri	29
4.2. <i>Thymbra spicata</i> Bitkisinin Fenolik Bileşenleri	32
4.3. <i>T. spicata</i> Ekstresinin <i>P. citri</i> Üzerine Etkileri.....	36
4.4. <i>T. spicata</i> Ekstresinin <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Üzerine Etkileri.....	40
4.5. Tür × Doz Etkileşimi	43

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	45
5.1. Sonuçlar	45
5.2. Öneriler	46
KAYNAKLAR	48



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. <i>Thymbra spicata</i> (zahter)	7
Şekil 2.2. <i>P. citri</i>	9
Şekil 2.3. <i>C. montrouzieri</i>	13
Şekil 3.1 <i>Thymbra spicata</i> bitkisi	18
Şekil 3.2. Konukçu asma bitkisi	19
Şekil 3.3. Patates ve bağ yapraklarında <i>Planococcus citri</i>	19
Şekil 3.4. <i>Cryptolaemus montrouzier</i> ergini	20
Şekil 3.5. <i>Thymbra spicata</i> bitkisinin öğütülmesi	21
Şekil 3.6. <i>Thymbra spicata</i> eksraktunun cihazdan alınması.....	21
Şekil 3.7. Çözelti hazırlıkları	23
Şekil 3.8. Yapraklara daldırma yönteminin uygulanması	24
Şekil 3.9. Yaprakların kurutma kağıdına serilmesi	24
Şekil 3.10. <i>P. citri</i> ekimi yapılmış petri kapları.....	25
Şekil 3.11. <i>P. citri</i> canlılık durumlarının kontrol edilmesi.....	26
Şekil 3.12. <i>C. montrouzieri</i> ergininin yapraklara ekimi ve beslenmesi.....	27
Şekil 3.13. <i>C. montrouzieri</i> erginlerinin canlılık durumunun kontrol edilmesi	27
Şekil 4.1 <i>Thymbra spicata</i> L. bitkisinin uçucu yağ kromotogramı	29
Şekil 4.2. Etkin madde miktarları yüzde dağılımı	31
Şekil 4.3. Unlu Bit – 5. Gün Ortalama Ölüm (%) ve Duncan Grupları	37
Şekil 4.4. Uğur Böceği – 5. Gün Ortalama Ölüm (%) ve Duncan Grupları.....	41
Şekil 4.5. Tür × Doz Etkileşimi (5. Gün Ortalama Ölüm %).....	44

ÇİZELGELER/TABLolar LİSTESİ

Çizelge 4.1. <i>Thymbra spicata</i> bitkisinin etken madde miktarları.....	30
Çizelge 4.2. <i>T. spicata</i> negatif fenolik bileşen analizi.....	33
Çizelge 4.3. <i>T. spicata</i> pozitif fenolik bileşen analizi	34
Çizelge 4.4. Unlu Bit – LT ₅₀ (Probit Regresyon Sonuçları).....	37
Çizelge 4.5. <i>P. citri</i> bireylerinde <i>T. spicata</i> ekstraktının farklı konsantrasyonlarda ölüm oranları	38
Çizelge 4.6. <i>C. montrouzieri</i> erginlerinde <i>T. spicata</i> ekstraktının uygulama sonrası ölüm oranları.....	40
Çizelge 4.7. <i>C. montrouzieri</i> sayılarının <i>T. spicata</i> dozlarına bağlı değişimi	41
Çizelge 4.8. <i>C. montrouzieri</i> sayılarının süreye bağlı değişimi.....	42

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

SİMGELER

CO₂	Karbondioksit
°C	Santigrad derece
g	Gram
l	Litre
LC50	Deney hayvanlarının %90'ında ölüm meydana getiren konsantrasyon.
LT50	Zamana ve doza bağlı probit analizi
ml	Mililitre
mm	Milimetre50
ppm	Milyanda bir
s	Saniye
µL	Mikrolitre
µM	Mikrometre
%	Yüzde

KISALTMALAR

AMU	Atomik Kütle Birimi
EI	Elektron Çarpma
eV	Elektronvolt
GC-MS	Gaz kromatografisi/kütle spektroskopisi
IPM	Entegre Zararlı Yönetimi
TİBAM	Tıbbi ve Kozmetik Bitkiler Uygulama ve Araştırma Merkezi

1. GİRİŞ

Bitkiler canlılar için en temel gıda kaynaklarından biridir. Dünyada nüfusun artışıyla birlikte gıda talebi de yükselmekte, ancak tarım alanları sürekli olarak azalmaktadır. Bu nedenle, tarım arazilerinin verimli bir şekilde kullanılması ve sağlıklı bir tarım uygulaması, gerekli besin maddelerinin temini açısından büyük bir önem taşımaktadır. Ancak, verim ve kaliteyi düşüren en önemli faktörlerden biri tarımsal zararlılardır. Çiftçilerin zararlılarla mücadelede en çok başvurduğu yöntemlerden biri, kısa sürede verimli sonuçlar sağlayan kimyasal mücadelelerdir.

Kimyasal ilaçların keşfinden önce, zararlı böcekler ile mücadelede bitkisel insektisitlerden yararlanıldığı bilinmektedir. Fakat sentetik olarak üretilen insektisitlerin daha etkili olmaları, uygulama kolaylıkları ve uzun süreli etkileri, kimyasal ilaçların alternatif yöntemlerden daha fazla kullanılmasına yol açmıştır. Farklı yöntemler geliştirilmesine rağmen, kimyasal mücadelenin kullanımı günden güne artış göstermiştir. Ancak bu durum, beraberinde bazı önemli sorunları da getirmiştir. Tarım alanlarındaki azalmanın yanı sıra, kimyasal mücadele sonuçları da ek bir sorun haline gelmiştir. Kimyasal mücadelenin ardından ortaya çıkan kalıntılar, çevre kirliliği ve ürünlerde oluşan kayıplar, üreticileri yeni çözüm yolları arayışına yöneltmiştir.

Kültür bitkileri, özellikle gıda üretiminde hayati bir öneme sahiptir. Ancak, tarımda ve üretim süreçlerinde büyük kayıplara yol açan tarımsal zararlılara karşı alternatif mücadele yöntemlerinin önemi giderek artmaktadır. Tarımsal zararlılar, bitkilerde beslenme, üreme, hastalıkların yayılmasına aracılık etme, konukçuluk yapma ve gıda kaynaklarını tüketme gibi çeşitli zararlar vermektedir. Bunun yanı sıra, bazı zararlı türler, çeşitli salgılar ile bitkilerde virüs hastalıklarının yayılmasına neden olmaktadır. Polifag türleri, yani birden fazla bitki türüne zarar verebilen zararlılar, ciddi ürün ve değer kaybına yol açabilmektedir. Bu zararlılarla mücadelede, bazı yırtıcı ve parazitoid larva ve erginlerin biyolojik mücadeledeki rolleri oldukça önemlidir. Ancak, insektisitlerin bilinçsiz kullanımı, yararlı böcek popülasyonlarını da olumsuz etkileyerek ekosistem dengesini bozabilmektedir. Zararlılarla yapılan mücadelede sıklıkla tercih edilen böcek ilaçları, hem avcı hem de parazitler üzerinde önemli ölçüde etkili olmaktadır. Sonuç olarak, doğal düşmanların azalması ve çevresel olumsuz etkiler, tarımsal sistemler için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır.

Ülkemizde tarımsal üretimde en sık karşılaşılan bitki zararlıları; iklim koşullarına, yetiştirilen bitki türlerine ve bölgelere göre değişiklik göstermekle birlikte, genel olarak

yaprak bitleri (*Aphididae*), kırmızı örümcekler (*Tetranychidae*), beyazsinekler (*Aleyrodidae*), tripsler (*Thripidae*), unlu bitler (*Pseudococcidae*) ve yaprak galeri sinekleri (*Agromyzidae*) gibi emici ve yaprak dokusunu bozan zararlılardır (Özdemir vd., 2024).

Planococcus citri (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae), özellikle narenciye çiftliklerinde sıkça rastlanan önemli bir zararlı olarak bilinir. Bu böcekler, bitkilerin yaprak, sürgün, meyve ve kök kısımlarında koloni kurarak bitki özsuğunu emmekte ve doğrudan hasar vermektedir. Bu beslenme durumu, bitkilerin zayıflamasına, yaprak dökme, sürgün kısılması ve meyve kalitesinin düşmesine yol açabilir. Ayrıca, tatlımsı bir sıvı olan ballı madde üreterek fumajin (siyah küf mantarı) oluşumunu teşvik eder. Bununla birlikte, bazı bitki virüslerinin yayılmasına katkıda bulunarak dolaylı hasarlara da sebep olur. Bu zararlının kontrolü için kimyasal mücadele yöntemleri sıkça kullanılmaktadır. Ancak, bu durum zararlının pestisitlere karşı dayanıklılık kazanmasına ve yararlı böceklerin (avcı ve parazitoitler) olumsuz etkilenmesine yol açmaktadır (Franco vd., 2009).

Ülkemizde bitki zararlılarına karşı çevre dostu ve sürdürülebilir yaklaşımlar çerçevesinde biyolojik mücadele yöntemleri giderek yaygınlaşmaktadır. Bu kapsamda, zararlı böcek popülasyonlarını doğal yollarla baskılamak amacıyla faydalı böcekler, akarlar ve mikroorganizmalar kullanılmaktadır (Yiğit, 1992). Örneğin, seralarda yaprak bitlerine karşı *Aphidius colemani* adlı parazitoit yaban arısı, beyazsineklere karşı *Encarsia formosa*, kırmızı örümceklere karşı *Phytoseiulus persimilis* gibi predatör akarlar başarıyla kullanılmaktadır.

Özellikle *Planococcus citri* gibi birçok unlu bit türüne karşı etkili bir yırtıcı uğur böceği olan *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), biyolojik mücadelede yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Avustralya kökenli olan bu böcek, özellikle narenciye yetiştiriciliği için pek çok ülkeye getirilmiştir. Hem larva hem de erişkin dönemlerinde aktif bir avcı olarak görev yapan *C. montrouzieri*, unlu bitlerin yumurta, nimf ve erişkin hallerine karşı yüksek biyolojik etkinliğe sahiptir. Özellikle larvaları, kalın mum tabakası ile unlu bit larvalarını andırdığından, avlarını gizleyerek rahatlıkla yakalayabilmektedir. Daha yüksek sıcaklıklarda (25–28 °C) daha etkili olan bu tür, 16 °C'nin altındaki sıcaklıklarda verimliliğini kaybeder ve 9 °C altındaki koşullarda duraklama evresine geçer. Dişi böceklerin yaşamları boyunca yaklaşık 200–400 yumurta bırakabilmesi, bir larvanın ise 250–1000 unlu bit tüketebilmesi dikkat çekicidir. Doğal rakiplere zarar vermemesi ve hedef zararlılar üzerinde seçici bir etki göstermesi, onu

entegre zararlı yönetimi (IPM) programları için mükemmel bir biyolojik kontrol ajanı haline getirmiştir (Li vd., 2021; Mansour vd., 2018).

Bitkiler, sentezledikleri kimyasal maddeler sayesinde kendilerini zararlılara karşı korumaktadır. Salgıladıkları bu ikincil metabolitler, fenoller, tanenler, saponinler, alkaloidler, terpenoidler ve glikozitler gibi çeşitli bileşenler içerir. Bu metabolitler, bitkilerin zararlılarla mücadele etmesine yardımcı olurken, zararlıların doğal düşmanlarını da harekete geçirir. Parazitoid ve predatörleri kendine çekerek, bu düşmanların zararlılarla beslenmesine ve onları parazitlenmesine imkân tanır. Örneğin, unlu bit zararlılarının istila ettiği bitkiler farklı uçucu bileşikler atmosfere bırakırlar. Bu bileşenleri takip ederek predatörler avlarına ulaşırlar ve biyolojik mücadele süresini başlatmış olur (Farhan vd., 2024).

Bu çerçevede, bitkilerde doğal olarak bulunan metabolitler, bitkisel ekstraktların faydalarını göstermektedir. Dolayısıyla, bitkisel ekstraktlar, sağlıklı olma açısından giderek daha da çok önem kazanmaktadır. Bitkilerin veya bitkisel kaynaklı maddelerin köken oluşturduğu insektisitler, bitkisel insektisitler olarak isimlendirilmektedir. Bitkisel ekstraktlar, organik pestisitler, feromonlar, biyorasyonel insektisitler ve biyoinsektisitler gibi farklı terimlerle tanımlanmaktadır (Malasli, 2024). Biyopestisitler, kimyasallara kıyasla daha az zehirli olup hedef odaklıdır. Bu özellikleri sayesinde, insan sağlığı ve çevre açısından daha az risk oluştururlar. Ayrıca, kalıntı etkisinin yok denecek kadar az olması, onları organik tarımda güvenle kullanılabilir hale getirmektedir.

Ülkemizde ve dünyada bitki zararlılarına karşı en çok kullanılan bitkisel ekstraktlar, doğal bileşenleri sayesinde çevreye ve insan sağlığına zarar vermeden etkili biyopestisitler olarak öne çıkmaktadır. Özellikle neem (*Azadirachta indica*) ekstraktı, içerdiği azadirachtin maddesiyle birçok emici ve çiğneyici zararlı üzerinde güçlü bir böcek büyüme düzenleyicisi etkisi gösterir. Sarımsak (*Allium sativum*), acı biber (*Capsicum annuum*), nane (*Mentha* spp.), biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ve tütün (*Nicotiana tabacum*) ekstraktları da insektisit, repelant veya antifeedant özellikleri nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye’de özellikle ısırgan otu (*Urtica dioica*), soğan kabuğu ve defne yaprağı ekstraktları, yerel üreticiler tarafından doğal mücadele yöntemlerinde tercih edilmektedir. Bu bitkisel ekstraktlar, kimyasal pestisitlere alternatif olarak biyolojik dengeyi koruyarak sürdürülebilir tarım uygulamalarına önemli katkı sağlar. (Cura, 2019).

Thymbra spicata L. (zahter), Akdeniz ikliminin olduğu yerlerde doğal olarak yetişen, Lamiaceae ailesine ait bir bitkidir ve hem aromatik hem de tıbbi özellikleri vardır.

Lamiaceae familyası, dünya genelinde 245'ten fazla cins ve yaklaşık 7.886 farklı tür barındıran geniş bir bitki grubudur. Türkiye'de ise bu familya, doğal bitki çeşitliliği açısından dördüncü en büyük grup konumundadır. Son verilere göre, Türkiye'de 782 takson bulunmaktadır ve bunların 346'sı endemik özellik taşımaktadır. Bu durum, endemizm oranının genel takson sayısına oranla %44,2 olduğu anlamına gelmektedir (Kaya, 2024). Lamiaceae familyasına ait taksonlar genellikle tek veya çok yıllık çalı bitkileri olup, otsu formadadırlar. Yoğun salgı tüyleri ve aromatik özellikleri ile dikkat çekerler. Ayrıca, içeriklerindeki sekonder metabolitler ve yağların çeşitliliği sayesinde birçok biyolojik aktivite sergileyebilirler (Kaya, 2024).

Bu bitkinin yapısında karvakrol ve timol gibi yüksek oranda fenolik bileşenler bulunmakta olup, bu bileşenler insektisit, antifungal, antibakteriyel ve antioksidan etkiler sergilemektedir. Zahter özleri, özellikle karvakrol varlığıyla birçok tarımsal zararlı üzerinde zehirleyici bir etki yaratmakta ve hem doğrudan ölüm oranlarını artırmakta hem de zararların gelişimini engelleyici etkiler göstermektedir. Türkiye'de yapılan araştırmalar, *Aphis fabae* (bakla yaprak biti), *Planococcus citri* (turunçgil unlu biti) ve diğer zararlı türler üzerindeki zahter özlerinin değişik konsantrasyonlarda dikkate değer ölüm oranları sağladığını ortaya koymuştur. Örneğin, %0,5 konsantrasyonundaki bir çözeltinin 3. gün içerisinde %90'ın üzerinde ölüm oranlarına ulaşabileceği gözlemlenmiştir. Bu bulgular, kimyasal pestisitlere alternatif olarak biyolojik kökenli bir çözüm olarak görülmektedir. Dünya genelinde, özellikle İran, İtalya ve Yunanistan gibi ülkelerde *Thymbra spicata* ve benzeri kokulu türlerin zararlı kontrolü için giderek artan sayıda araştırma yapılmaktadır. Zahter özlerinin, çevreye ve yararlı böceklerle zarar vermemesi, kalıntı bırakmaması ve direnç gelişme riski taşımaması gibi nedenlerle entegre zararlı yönetimi (IPM) sistemlerine dâhil edilmesi, sürdürülebilir tarım için önemli bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Yılar vd., 2018).

Bu veriler ışığında, *Thymbra spicata* ekstraktı ve uçucu yağı; Türkiye'de mantar zararlıları üzerinde etkili bir performans sergilemiş olup, dünya çapında hem depolama böcekleri hem de akar ve mantar zararlılarıyla mücadelede potansiyeli olan doğal bir pest kontrol maddesi olarak görülmektedir. Özellikle karvakrol içeriği, çevresel etkilere duyarsızlığı ve bütünlük zararlı yönetiminde kullanılabilirliği nedeniyle alternatif doğal stratejiler arasında bir yer edinmektedir.

Bu çalışmada, *Thymbra spicata* (zahter) bitkisinin ekstraktının, tarımsal üretimin her basamağında önemli kalite kayıplarına yol açmasının yanısıra verimliliği de olumsuz etkileyen *Planococcus citri* (turunçgil unlu biti) ve avcısı *Cryptolaemus montrouzieri*

(Ergin uğur böceği) üzerindeki toksik etkileri araştırılmıştır. Necmettin Erbakan Üniversitesi Tıbbi ve Kozmetik Bitkiler Uygulama ve Araştırma Merkezi (TİBAM) bünyesinde hazırlanan örnekler, süperkritik CO₂ metodu ile ekstrakte edilmiştir. Çalışmada, zahter ekstraktının, turunçgil unlu biti ve onun doğal düşmanı olan *C. montrouzieri* üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bunun yanında, *T. spicata* bitkisinin insektisidal potansiyelinin değerlendirilmesi, bu bitkinin korunmasına yönelik çalışmaların teşvik edilmesi ve üretiminin artırılarak katma değerli ürün haline dönüştürülmesi hedeflemiştir.

Tez çalışmasında kullanılan bitki örnekleri titizlikle seçilmiştir. Bu çalışma, daha önce araştırılmamış bir bitki türünün incelenmesinin yanı sıra, zahter bitkisinden ekstrakt elde etmek için uygulanan yöntemin de önemini vurgulamaktadır. Ekstraksiyon işlemi sırasında tercih edilen süperkritik CO₂ ekstraksiyon metodu ile elde edilen son üründe; proses esnasında çözücü kullanılmadığı için istenmeyen çözen bileşenlere dair hiçbir kalıntı bulunmamakta; ayrıca, ekstraksiyon süreci sonunda çevresel atık oluşmadığı için bu işlem “yeşil teknoloji” kapsamında, çevre dostu ve sürdürülebilir bir süreç olarak değerlendirilmektedir. Çalışmanın amacı, mevcut kimyasal pestisitlerin insan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltarak, bunlara alternatif olabilecek bitkisel kökenli insektisitlerin geliştirilmesidir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

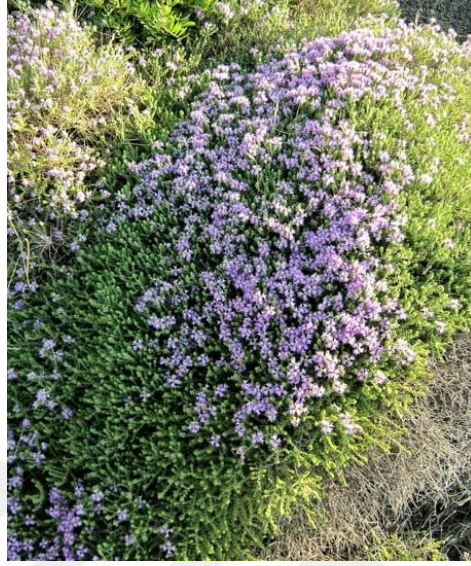
Tarımda verimliliği artırmak ve ürün kalitesini korumak için zararlı organizmalarla mücadelede çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler, ekonomik kayıpları en aza indirmeyi hedeflemektedir. Geleneksel olarak kimyasal pestisitler bu amaçla yaygın olarak tercih edilse de bu maddelerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri ve zararlıların pestisitlere karşı direnç geliştirme riski, alternatif mücadele yöntemlerine olan ilgiyi artırmıştır. Bu bağlamda biyolojik mücadele, zararlıları doğal düşmanları, parazitleri veya patojenleri kullanarak kontrol etmeyi hedefleyen, sürdürülebilir ve çevre dostu bir yaklaşım olarak ön plana çıkmaktadır. Biyolojik mücadele, tarımsal ekosistemleri koruyarak ekolojik dengeyi sağlamaya katkıda bulunurken aynı zamanda kimyasal kullanımını azaltma potansiyeli ile tarım sektöründe giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Akdoğan, 2012).

Hızla çoğalan dünya nüfusunun gıdaya olan ihtiyaçlarını karşılamak için tarım sektörü, en önemli alanlardan biridir. Ancak, tarım arazileri farklı sebeplerle giderek azalış göstermektedir. Arttı gösteren talepleri karşılamak amacıyla, tarımsal üretimde daha az alanda üretim yaparak fazla verim elde etmek ve ürünlerde kaliteyi arttırmak amaçlanmaktadır. Tarımsal üretimde ürün kaybına neden olan zararlılarla mücadele, büyük bir öneme sahiptir. Uygulama kolaylığı ve yüksek başarı oranı nedeniyle, kimyasal mücadelenin en çok tercih edilen yöntem olduğu görülmektedir. Ancak, kimyasal yöntemlerin bilinçsiz kullanımı, insan sağlığını tehdit etmekte ve çevre ile yeraltı sularının kirlenmesine yol açmaktadır. Bunun yanı sıra, hedef dışındaki organizmalar da etkilenirken, zararlılar zamanla kimyasallara karşı direnç geliştirmektedir. Bu sebeplerle, kimyasal mücadelenin alternatifi olarak doğal mücadele yöntemleri üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar kapsamında, zararlılar ve faydalı olan böceklerde denemeleri gerçekleştirilen uçucu yağlar ve bitkisel ekstraktlar ile ilgili gerçekleştirilen uygulamalar değerlendirilmiştir.

2.1. *Thymbra spicata* (Zahter) bitkisi

Thymbra spicata L. , Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyasına mensup, çok yıllık ve aromatik bir bitkidir. Türkiye’de özellikle Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde doğal olarak yetişmektedir ve halk arasında zahter, kara kekik ya da sater gibi isimlerle anılmaktadır. Bitki, yüksek miktarda karvakrol, timol, p-simen ve γ -terpinen gibi fenolik bileşenler içeren uçucu yağı ile dikkat çekmektedir. Bu kimyasallar,

bitkinin antimikrobiyal, antioksidan ve insektisidal nitelikler sergilemesine olanak tanır (Erugur vd., 2021). Araştırmalar, *Thymbra spicata*'nın uçucu yağının, özellikle yaprak bitleri (*Aphis gossypii*) gibi tarımsal zararlılar üzerinde zararlı etkiler yarattığını ve ölüm oranlarının dozla orantılı olarak yükseldiğini göstermiştir.



Şekil 2.1. *Thymbra spicata* (zahter) (URL-1,2024)

T. spicata subsp. *spicata* L. (Lamiaceae) uçucu yağı, *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) ikinci dönem nimflerine 0,0625, 0,125, 0,25, 0,5 ve 1 ml konsantrasyonları ile uygulanmıştır; en yüksek ölüm oranı %81 ile 1 ml'lik dozda gözlemlenmiştir. Uygulamalarda, değişik konsantrasyonların etkisinin doz arttıkça yükseldiğı ve düşük dozların da etkili olduğı tespit edilmiştir. Bitkisel kökenli olmasının yanı sıra çevreye zarar vermediğı için, bu uçucu yağ biyolojik savaşta kullanılabilecek bir alternatif oluşturduğı belirtilmiştir (Erol vd., 2023).

Kirpik vd., (2019) çalışmalarında, defne ve *T. spicata* uçucu yağlarının, değişik miktarlarda kullanılarak *Rhyzopertha dominica* ve *Oryzaephilus surinamensis* gibi depolama zararlıları üzerinde gaz halinde pestisit (fumigant) etkileri araştırılmıştır. *T. spicata* uçucu yağı kullanımında en yüksek miktarda her iki tür için de %100 ölüm oranı gözlemlenmiş, bu nedenle biyolojik mücadele açısından önemli bir katkı sağlayabileceğı tespit edilmiştir.

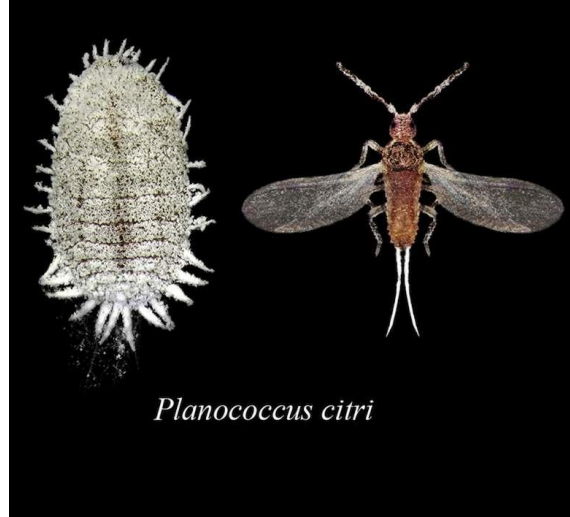
2.2. *Planococcus citri*

Turunçgil unlu biti, *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae), 74 familyaya mensup 175 türde gözlemlenen polifaj bir böcektir. Turunçgiller ve asma gibi farklı meyve ağaçları ve çalı türlerinin yanı sıra, çoğunlukla seralarda yetiştirilen birçok bahçe ve süs bitkisinin zararlısı olarak bilinmektedir (Cid vd., 2010)

Planococcus citri (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae), turunçgiller başta olmak üzere birçok tarım ve süs bitkisine zarar veren çok çeşitli beslenme alışkanlıklarına sahip bir zararlıdır. Dişi bireyler pembe tonlarında, kanatsız ve yaklaşık 3 mm uzunluğunda ile 1.5 mm genişliğinde olup, üzerlerinde beyaz pamuklu bir balmumu tabakası bulunmaktadır. Vücutlarının etrafında uzun balmumumsu iplikler mevcuttur. Dişi bireyler uçamayacak şekilde yapılandırılmıştır ancak hareketlilik gösterirler. Her biri 5-20 yumurtadan oluşan gruplar halinde toplamda 300-600 yumurta bırakmaktadırlar. Yumurtalar pembe renkte olup larvalar 2-10 gün içerisinde çıkmaktadır. Yumurtadan çıkan ilk dönem larvalar (crawler) sarımsı-pembemsi renkte olup oldukça dinamiktirler. Gelişmeleri sırasında iki nimf aşamasından geçmekte ve her aşama 7-16 gün sürmektedir. Erkek bireyler 7-14 gün içinde pupadan çıkmakta, yaklaşık 4. 5 mm uzunluğunda olup kanatları bulunmakta ve sivrisinek gibi bir görünüm taşımaktadırlar (Kerns vd., 2004).

Dişi unlu bitler oval ve biraz yassıdır ve kendilerine yünlü bir görünüm veren mumsu bir maddeyle kaplıdır. Renkleri soluk sarıdan pembeye kadar değişmektedir. Buna karşılık, erkek unlu bitler çok daha küçüktür, kanatları vardır ve tek işlevleri çiftleşmektir; beslenmezler ve çok kısa yaşarlar. Unlu bitler, bitkilerin gövde, dal, çiçek, yaprak, meyve ve kökleri gibi neredeyse tüm bölümlerinden özsu emerek beslenirler. Bu beslenme süreci, bitkilerin yaprakların küçülmesine, gelişim geriliğine, üründe kalitenin ve miktarının azalmasına, ayrıca pazar değerinin düşmesine yol açar (Muştu, 2010).

Turunçgil unlu biti (*P. citri*), Citrus spp. gibi turunçgil bitkilerinde, bağ ve süs bitkilerinde yaygın olarak görülen ve ciddi ekonomik kayıplara yol açabilen bir zararlıdır. Bu zararlı böcekler, bitkilerin özsuyunu emerek beslenir ve bu süreçte bitki dokularına zarar verir. Unlu bitlerin salgıladığı tatlımsı madde, fumajin mantarının büyümesine sebep olur ve bu mantar, bitki yüzeylerini kaplayarak fotosentezi engeller. Ayrıca, unlu bitler, bitkiler arasında virüs ve diğer patojenlerin yayılmasına da neden olabilir. (Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, 2024)



Şekil 2.2. *P. citri* (URL-2, 2024)

Unlu bitler, turunçgil ağaçlarının kökleri dışında kalan her yeri etkisi altına alır. Unlu bitlerin turunçgillerde yol açtığı zararlar arasında; solma, meyve ve çiçeklerin dökülmesi, meyve ve yaprakların bozulması, aşırı pigment oluşumu, meyve üzerindeki lekeler ve isli küf meydana gelmesi bulunmaktadır (van Iersel, 2017). *P. citri*, özellikle ıslak ortamları seven ve narenciye bahçelerinde büyük hasara yol açan, yönetimi zor bir zararlı türüdür. Yoğun topraklarda ve sık şekilde dikilen büyük ağaçların bulunduğu yerlerde daha fazla görülmektedir. Ağaçlar arasında hareket ederek, rüzgar, kuşların ayakları, tarım ekipmanları ve işçiler sayesinde yayılım gösterebilir (Kerns vd., 2004).

P. citri, çok sayıda konukçu bitkide, Mısır'daki tüm meyve bahçesi ağaçları da dahil olmak üzere birçok konukçu bitkiye zarar vermektedir. Yapılan bir araştırmada, turunçgil unlu bitinin Mısır'da 20 farklı şehirde, 36 familyadan 56 cins ile toplam 65 bitki türünü etkisi altına aldığı görülmüştür. Ayrıca, 12 farklı parazitoid türü bulunmuş, bu türlerden biri olan *Leptomastix abnormis* Girault (Hymenoptera: Encyrtidae) Mısır faunası için yeni bir tür olarak kaydedilmiştir. Bunun yanı sıra, *P. citri* üzerinde etkili olduğu bildirilen 9 farklı yırtıcı tür de tespit edilmiştir. Araştırma aynı zamanda turunçgil, guava ve üzüm bitkilerinin üzerinde yapılan biyolojik denemeleri içermekte ve konukçunun türü ile çevre sıcaklığı gibi değişkenlerin *P. citri*'nin gelişimini etkilediğini ortaya koymaktadır. Özellikle, düşük sıcaklıkların unlu bitin gelişim süresini uzattığı ve birey boyutlarını artırdığı belirlenmiştir. 30°C'de gerçekleştirilen deneylerde, turunçgilde yaşam döngüsü ortalama $21,4 \pm 2,45$ gün, guavada $32,6 \pm 2,44$ gün ve üzümde ise $38,8 \pm 1,56$ gün sürdüğü görülmüştür. Bu sonuçlar, turunçgil unlu bitinin en çok turunçgili

tercih ettiğini, ardından guava ve üzümün geldiğini göstermektedir (Ahmed ve Abd-Rabou, 2010).

Modafferi vd., (2025) çalışmasında, %15 oranında *Allium sativum* L. uçucu yağ içeren nano-emülsiyonları çeşitli yöntemlerle oluşturmuş, sarımsak uçucu yağının %96,3'ü kükürt bazlı bileşenlerden meydana gelmekte olduğunu ve ana bileşenleri diallil disülfür (%37,26) ile diallil trisülfür (%28,15) olarak belirlenmiştir. Uygulamalarda *P. citri* nimflerine karşı böcek öldürücü etkinin arttığı, ancak *Apis mellifera* işçileri üzerinde herhangi bir olumsuz etki görülmediği belirtilmiştir. Bu formülasyonlar, organik ve entegre zararlı kontrolü programlarında biyolojik böcek öldürücüler olarak değerlendirilebilmektedir.

Emantis Rosa vd, (2025) çalışmalarında, Endonezya'da Robusta kahve meyvelerine zarar veren *P. citri*'ye karşı doğal bir mücadele yöntemi olarak *Cymbopogon nardus* bitkisinin özünün böcek öldürücü etkilerini araştırmıştır. Ekstraktın %5 ile %25 oranları arasındaki farklı derişimleri, kahve meyvelerine uygulanmış ve 10 adet yetişkin unlu bit üzerinde 12, 24, 48 ve 72 saatlik gözlemler gerçekleştirilmiştir. Ekstraktın flavonoidler, tanenler, alkaloidler, fenoller ve terpenoidler gibi bileşenler içerdiği belirlenmiştir. Ölüm oranı, uygulanan ekstraktın yoğunluğu ve süre ile birlikte artış göstermiş; LC50 değerleri sırasıyla 20,2%, 12,4%, 7, 6% ve 5,3% olarak bulunmuştur.

Lopes vd., (2023) çalışmasında, ekonomik zarar veren *P. citri* ve *Maconellicoccus hirsutus* unlu bitlerinin nimf ve dişi erginlerine yönelik doğal böcek ilaçlarının etkinliği laboratuvar ortamında incelenmiştir. Azact®, Azamax®, Matrix® ve Orobor® gibi ticari doğal ürünlerle birlikte, tarlada önerilen dozda tiametoksam, farklı konsantrasyonlarda potter kulesi aracılığıyla uygulanmış ve 24, 48 ve 72 saat sonra ölüm oranları değerlendirilmiştir. Tiametoksam, her iki türde de nimf ve dişi erginlerde %100 ölüm oranı sağlamıştır. Matrix®, Azamax® ve Orobor® ürünleri nimflerde yüksek toksik etki gösterirken, yetişkin *P. citri* dişilerinde yalnızca Matrix® ve Orobor® etkili olmuştur. Öte yandan, yetişkin *M. hirsutus* üzerinde doğal ürünlerin etkisinin belirlenmediği gözlemlenmiştir. Elde edilen bulgular, özellikle São Francisco Vadisi'nde unlu bitlerin kontrolü açısından bu doğal ürünlerin potansiyel kullanımını ortaya koymakta ve sürdürülebilir zararlı yönetimi için daha fazla araştırma yapılması gerektiğine dikkat çekmektedir.

Khadem vd., (2022) çalışmalarında, turuncgil unlu biti (*P. citri*) geniş bir konukçu yelpazesine sahip olması, vücut üzerindeki mumsu kaplama ve yüksek üreme kabiliyeti dolayısıyla mücadelenin zorluklarını gündeme getirmiş, bu sebeple, fermente edilmiş

bitki özlerinin biyolojik mücadele için etkinliğini incelemişlerdir. Soğan, sarımsak, zerdeçal, aromatik zencefil, limon otu, Meksika nanesi, alacalı nane, nane, kaffir lime ve lime türü bitkilerden elde edilen fermente özler test edilmiştir. Özellikle Meksika nanesi, zerdeçal ve soğan özleri %10 (w/v) altında LC50 değerleri ile 120 saat sonunda %80'in üzerinde bir ölüm oranı elde etmiştir. Ayrıca, %10'un üzerindeki konsantrasyonlarda mumsu tabakanın ayrıldığı gözlemlenmiştir. Ancak Meksika nanesi özünün yapraklarda %40'tan fazla fitotoksik etki yarattığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, fermente bitki özlerinin çevreye zarar vermeyen ve etkili bir biyolojik mücadele aracı olabileceğini göstermektedir.

Yayla vd., (2020) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, turunçgillerin yetiştirildiği alanlarda bulunan *Sympherobius pygmaeus* türüne ait bireylerin, zararlı olan *P. citri* nüfusunu ekonomik zarar sınırının altına çektiği ve bu yırtıcının biyolojik kontrol için etkili bir kaynak olabileceği tespit edilmiştir. Araştırma, üç farklı greyfurt bahçesinde iki yıl süresince yapılan incelemeler sonucunda, doğal düşmanın zararlı üzerindeki etkisinin net bir şekilde gözler önüne serildiği ve çevreye duyarlı bir alternatif önerdiği ifade edilmiştir.

Mansour vd., (2018) çalışmalarında, ekonomik öneme sahip unlu bit türlerinin kontrolünde kullanılan sentetik kimyasallar ve semiyokimyasallar (örneğin, seks feromonları) üzerine odaklanmıştır. Bu kimyasalların yalnızca zararlılar üzerinde değil, aynı zamanda yararlı eklembacaklılar ve polinatörler üzerinde de olumsuz etkiler yaratabileceği belirtilmiştir. Araştırmada; organofosfatlar, imidaklopid, buprofezin ve spirotetramat gibi insektisitlerin hedef organizmalar ve hedef dışı organizmalara etkileri, yarı kimyasal tabanlı stratejilerin uygulama alanları ve bu yaklaşımların sürdürülebilir zararlı yönetimi için sağladığı fırsatlar incelenmiştir. Çevreye zarar vermeyen, seçici insektisitlerin semiyokimyasallar ile bir arada kullanılması, biyoçeşitliliği korumaya yardımcı olan etkili bir entegre mücadele yöntemi olarak önerilmiştir.

Satar vd., (2013), çalışmaların içeriğinde, *P. citri*'nin yumurta ve nimf evrelerine karşı beş değişik insektisit, yani yazlık yağ, imidaklopid, klorpirifos-etil, buprofezin ve spirotetramat'ın etkilerini incelemiştir. Tüm insektisitlerin yumurta açılımında olumsuz bir etki oluşturduğu; özellikle yazlık yağ, imidaklopid ve klorpirifos-etil'in %100 ölüm oranı sağladığı belirtilmiştir. Nimf aşamasında ise tüm insektisitlerin 7 gün sonunda %100 ölüm oranı sağladığı; buprofezin ve klorpirifos-etil uygulamalarında ise bu sürenin 3 gün olduğu ifade edilmiştir. Yazlık yağ ve klorpirifos-etil'in turunçgil unlu bitiyle başa çıkmada daha etkili alternatifler olduğu vurgulanmıştır; bununla birlikte, bu

insektisitlerin faydalı canlılar üzerindeki etkilerinin de göz önünde bulundurulması gerektiği söylenmiştir.

Telli vd., (2012) çalışmalarında, turunçgil zararlısı *P. citri*'ye karşı kullanılan kimyasal pestisitlerin insan ve çevre üzerinde yarattığı olumsuz etkiler dikkate alınarak, alternatif bir yöntem olarak *Pelargonium citronellum* bitkisinden elde edilen gümüş nanoparçacıkların (AgNPs) insektisit etkisi incelenmiştir. UV-Vis, XRD ve SEM analizleri ile belirlenen nanoparçacıklar, ortalama 12,4 nm çapında, küresel ve kristal özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. 100 ppm konsantrasyondaki uygulama sonrasında 72 saat boyunca yumurta, birinci dönem nimf ve ergin bireylerde sırasıyla %40, %68 ve %70 oranında ölüm gerçekleşmiştir. Bu çalışma, doğal bitki özlerinden elde edilen nanoparçacıkların *P. citri*'ye karşı etkili bir biyopestisit olarak potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Willmott, (2008) araştırmalarında, sera ve kapalı bitki alanlarında sıkça rastlanan zararlılar olan *P. citri* (turunçgil unlu biti) ve *Frankliniella occidentalis* (batı çiçek tripsi) ile ilgili mücadele tekniklerini incelemiştir. Çalışmanın ilk bölümünde, sistemik insektisitlerin *P. citri* üzerindeki etkisi ve kalıcılığı, ayrıca zararlının bitkideki beslenme yerleri gözden geçirilmiştir. *Solenostemon scutellarioides* bitkileri sera ortamında yapay olarak unlu bit ile enfekte edilmiş ve sistemik insektisitler kökten sulama yöntemiyle uygulanmıştır. Azadiraktin ve spirotetramat kullanımları hem koruma hem de tedavi amacıyla denendiğinde, düşük ölüm oranları görülmüştür. Elde edilen veriler, *C. nardus* özünün *P. citri*'ye karşı etkili bir doğal böcek ilacı olma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

2.3. *Cryptolaemus montrouzieri*

C. montrouzieri (Avcı ergin uğur böceği) hem doğada hem de tarımda zararlıları kontrol etmede önemli bir rol üstlenir. Bu böcekler, özellikle bitkilere zarar veren yaprak bitleri gibi zararlılarla beslenerek ekosistem dengesini korumada katkıda bulunur. Böylece, pestisit kullanımını azaltmaya da yardımcı olurlar. Uğur böceği, güçlü bir doğal düşman olarak tanınır ve farklı türleri, çeşitli bitki zararlılarıyla mücadelede etkili bir şekilde kullanılır. Çiftlikler, seralar ve tarım alanlarında uğur böceği popülasyonları, bitki zararlılarıyla savaşmak amacıyla yaygın bir biyolojik kontrol aracı olarak tercih edilmektedir (Şimşek vd., 2013).

Erginlerin boyu 4-5 mm, eni ise 3-4 mm'dir. Baş ve abdomen ile elytra'nın ucu kıızılkahve tonlarındayken, diğer kısımları parlak siyah renktedir. Vücut, ince sarımsı kıllarla kaplıdır. *C. montrouzieri* erginleri, larvası ve yumurtaları oval bir biçime sahiptir, limon sarısı rengindedir; boyutları 1,0 x 0,3 mm'dir. Yumurtadan yeni çıkan larva, unlu bitki nimflerinden daha iridir. (Şekil 2. 3) Ergin olana kadar dört larva döneminden geçmektedir. Son larva döneminde boyu 6-9 mm arasında değişir. Bu tür, spesifik bir unlu bitki predatörü olarak, ömrü boyunca 25°C sıcaklık ve %70 nem oranında 30,000'e yakın *P. citri* yumurtası tüketme kapasitesine sahiptir (Öztop, 2017).



Şekil 2.3. *C. montrouzieri* (URL-3, 2024)

C. montrouzieri Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), özellikle turuncgillerde bulunan unlu bit zararlıları, örneğin *P. citri* (Risso) gibi türlerin biyolojik kontrolü için yaygın bir doğa düşmanı olarak kullanılmaktadır. (Afifi vd., 2010) , Mısır'ın Giza bölgesinde *Codiaeum variegatum* (kraton) üzerine gerçekleştirdikleri saha araştırmasında, 50 adet ergin *C. montrouzieri* saldıktan sadece üç ay sonra *P. citri* popülasyonunun tamamen ortadan kaybolduğunu bildirmiştir. Bu çalışma, *C. montrouzieri*'nin açık alanlarda etkili bir biyolojik kontrol aracı olduğunu ortaya koymaktadır.

Mendoza ve del-Val, (2024) araştırmalarında, uğur böceklerinin (Coleoptera: Coccinellidae) farklı yaşam alanlarındaki popülasyon yapıları ve üzerindeki doğal düşman etkileri incelemiştir. 2018 tarım dönemi boyunca (haziran–eylül) gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında, doğal ve yönetilen ortamlarda toplamda yedi ayrı uğur böceği türü belirlenmiştir. En fazla görülen türler, %70 oranıyla *Hippodamia convergens* ve %20

oranıyla *Cycloneda sanguinea* olarak kaydedilmiştir; egzotik tür olan *Harmonia axyridis* ise %3,33 oranında bulunmuştur. Ayrıca, *Paranaemia vittigera*, *Coleomegilla maculata*, *Brachiacantha* sp. ve *Olla v-nigrum* gibi türler de daha az oranlarda tespit edilmiştir. Toplanan veriler, uğur böceklerinin doğal alanlarda bulunmaktan ziyade tarımsal mekanlarda daha yoğun olduğunu ortaya koymaktadır. Uğur böcekleriyle bağlantılı olarak *Dinocampus coccinellae* (Hymenoptera: Braconidae), dışsal parazit akarlar (*Coccipolipus* sp.) ve nematodlar (*Mermithidae*) gibi çeşitli doğal düşmanların varlığı tespit edilmiştir; ancak bunların hiçbirisi uğur böceklerinin %10'undan fazlasını etkilemediği belirtilmiştir. Bu durum, doğal düşman baskısının sınırlı olduğunu göstermektedir. Çalışma, uğur böceklerinin Meksika'daki insan etkili yaşam alanlarında da başarılı bir şekilde gelişebileceklerini ve biyolojik kontrol için etkili ajanlar olarak değerlendirilebileceklerini göstermiştir.

Yakar vd., (2023) çalışmalarında, pamuk bitkilerine zarar veren Thrips türlerine karşı uygulanan farklı insektisitlerin etkileri karşılaştırılmış ve bu insektisitlerin zararlı popülasyonunu %66,9 ile %89,5 oranında azalttığını bulmuştur. En yüksek başarı Thiodan ile sağlanırken, bunu Zolone D. T., Azodrin ve Nuvacron takip etmiştir. Özellikle Thiodan ve Zolone D. T., uygulama yapıldıktan sonraki 14 gün boyunca etkilerini sürdürmüştür; Thiodan, birinci gün %84,5, on dördüncü gün ise %77,6 oranında azalma göstermiştir. Kontrol gruplarında ise Thrips popülasyonunun %19,5 oranında arttığı tespit edilmiştir.

Kirişik vd., (2020) çalışmasında, *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (Btk) içeren Delfin adlı biyoinsektisit, *Cryptolaemus montrouzieri* *Mulsant* (Coleoptera: Coccinellidae) üzerine hem doğrudan hem de dolaylı etkilerini araştırmıştır. Deneyler laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiş ve etkinlikleri IOBC kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Predatör böcek olarak $28\pm1^{\circ}\text{C}$, 16:8 saat (aydınlık: karanlık) ve 60 ± 5 bağıl nem koşullarında, patates filizleri üzerinde yetiştirilen *Planococcus citri* *Risso* (Hemiptera: Pseudococcidae) kullanılmıştır. Doğrudan etki testlerinde, Btk hem yetişkin bireylere hem de 4. dönem *C. montrouzieri* larvalarına sprey-tower yöntemiyle uygulanmıştır. Uygulamadan sonra 24 saat, 48 saat ve 10 gün (yetişkinler), 20 gün (larvalar) sonra sağlıklı ve hastalıklı böcekler sayılmıştır. Dolaylı etki testlerinde ise, Btk içeren biyoinsektisit petri kaplarına yerleştirilmiştir. Kontrol grubu için saf su kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, Btk içeren biyoinsektisit, *C. montrouzieri* üzerindeki hem yetişkin hem de larvalara karşı doğrudan ve dolaylı etkisinin bulunmadığını, yani çalışma süresince ölüm tespit edilmediğini ortaya koymuştur

(Zararsız: 1; IOBC). Bu bulgular, Btk'nın *C. montrouzieri* için uygulandığı narenciye bahçelerindeki entegre mücadele (IPM) yöntemlerinde güvenle kullanılabileceğini göstermektedir.

Zhao vd., (2020) çalışmalarında, yaprak bitlerinin önemli doğal düşmanlarından biri olan uğur böceklerini çekmek için farklı çiçeklerden elde edilen uçucu bileşiklerin etkileri incelenmiştir. Y-tipi olfaktometre ile yapılan deneylerde 58 farklı bileşik test edilmiştir; bunlardan 29'u *Harmonia axyridis* ve *Coccinella septempunctata* türleri için çekici olarak değerlendirilmiştir. Rüzgar tüneline gerçekleştirilen deneylerde ise yalnızca izoamil asetat, α -humulen, trans-3-heksen-1-ol, metil salisilat ve β -pinen bileşenleri etkili olmuştur. Uğur böceklerini tarlalara çekmek için uygulanan saha testleri sonucunda; α -humulen, β -pinen, metil salisilat ve trans-3-heksen-1-ol bileşimlerinin (1:3:3:10 oranında) kabak ve buğday tarlalarında uğur böcekleri için başarılı cezbediciler olduğu ortaya konmuştur. Bu bulgular, yaprak bitleriyle yapılan biyolojik mücadelenin entegre zararlı yönetimi bakımından umut verici olduğu sonucunu doğurmaktadır.

Markó vd., (2017) çalışmasında, Macaristan'daki elma bahçelerindeki peyzaj düzenlemesinin yararlı ve zararlı kınkanatlı böcekler (Coleoptera) üzerine etkileri incelenmiştir. Farklı çevresel özelliklere sahip bahçelerde pestisitlerin birikimli toksisitesinin yanı sıra, zararlılar ve doğal düşmanlar üzerindeki etkilerine de bakılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, daha fazla pestisit toksisitesinin az hareket eden zararlılarda popülasyon azalmasına yol açtığı, fakat yırtıcı uğur böcekleri üzerinde belirgin bir etkisinin bulunmadığı gözlemlenmiştir. Bu durum, peyzajın meyve bahçelerine sürekli olarak yeniden kolonizasyon sağladığı ile açıklanmaktadır. Peyzaj yapısı, yırtıcı ve ziyaretçi türlerin sayısını etkilemesine rağmen, zararlıların yoğunluğu üzerinde etkili olmamıştır. Yarı doğal yaşam alanlarının beklenenden daha sınırlı etkileri olduğu görülürken, tarım alanları ve yerleşim bölgeleri birçok yararlı tür için önemli besin kaynakları olarak öne çıkmıştır. Özellikle *Harmonia axyridis*'in farklı mevsimlerde farklı ortamlar altında değişiklikler gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bulgular, meyve bahçelerindeki doğal düşmanların korunmasında yarı doğal habitatların yanı sıra tarım arazileri ve yerleşim alanlarının da önemli rol oynadığını göstermektedir.

Alkan vd., (2017) çalışmasında, *Leptinotarsa decemlineata* (patates böceği) larvalarına karşı yedi farklı bitkisel kökenli bileşik ve yağın (sitronella, karvakrol, öjenol, linalol, biberiye, kekik, sarımsak) toksik etkileri daldırma yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Özellikle karvakrol, kekik yağı ve öjenolün, 72 saat içinde %70–100 oranında larva ölümüne yol açtığı; uygulama süresi ve konsantrasyonun artmasıyla toksik

etkinin de yükseldiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, karvakrol ve kekik yağının biyoinsektisit olarak değerlendirilme olasılığını desteklemektedir.

Riddick (2017) çalışmasında, uğur böceklerinin seralarda yaprak bitlerine karşı biyolojik kontrol etkisi incelemiştir; yapılan salınımlar neticesinde yaprak biti popülasyonlarında genellikle %50'nin üzerinde bir azalma tespit edilmiştir. Fakat yaprak biti sayılarındaki azalma ile uğur böceği salımı arasında doğrudan bir bağlantı görülmemektedir. Larva bireylerin etkinliği, yetişkinlere nazaran daha az oranda gözlemlenmiş olup, bu durum larvaların yaprak bitlerini kontrol etmede daha az etkili olduğunu göstermektedir. Bazı deneylerde uğur böceklerinin salımı kafesli sistemler içinde gerçekleştirilmiş ve bu durum böceklerin bitkiler arasında serbestçe hareket etmesini kısıtlamıştır. Uçamayan *H. axyridis* bireylerinin yaprak bitlerini baskılamada daha az etkili olduğu, buna karşın, çeşitli türlerin birleşiminden oluşan normal uğur böceği suşlarının yetişkin bireylerinde bu etkinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, uğur böcekleri ile zar kanatlı parazitoidlerin birlikte kullanılması yaprak biti popülasyonlarını kontrol etmede sinerjik bir etki oluşturmuş ve mahsul bitkileri üzerinde olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bununla birlikte, karıncalar gibi biyotik engellerin uğur böceklerinin etkinliğini azaltabileceği ifade edilmiştir.

Kairo vd., (2013) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, sistemik insektisit uygulanan tohumlarla yetişen ayçiçeği bitkilerinin ekstrafloral nektarlarının, yırtıcı böcekler olan *Coleomegilla maculata* ve *Hippodamia convergens* üzerinde öldürücü olmayan olumsuz etkiler yarattığı tespit edilmiştir. Araştırmada, tiametoksam ve klorantraniliprol maruziyeti, larvaların gelişim sürecini yavaşlatmış, yumurtlama davranışlarını ve yumurta canlılığını azaltmıştır. Ayrıca, bazı durumlarda cinsiyet oranlarında değişiklikler ve pupa sürelerinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, yırtıcıların bitkisel kaynaklı besinlerden sistemik pestisitlere maruz kalabileceğini ve bunun biyolojik mücadele etkinliğini olumsuz yönde etkileyebileceğini ortaya koymaktadır.

Kairo vd., (2013) yine yaptığı incelemelerde *C. montrouzieri*'nin çeşitli iklimlerde ve ekosistemlerde hem meyve hem de süs bitkilerinde başarılı bir şekilde biyolojik mücadelede kullanıldığını belirtmiştir. Yırtıcının unlu bitlerin yumurta, nimf ve ergin evrelerini yiyerek zararlı popülasyonunu azalttığı ifade edilmiştir. Bu doğal düşmanın kitlesel üretimi ve ekolojik uyumu, entegre zararlı yönetimi programlarında kimyasal pestisitlerin kullanımını azaltarak çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmaktadır.

Snyder vd. (2004), tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, sera ortamında yetiştirilen güllerde (*Rosa hybrida* L.) bulunan zararlı *Macrosiphum euphorbiae* yaprak biti popülasyonunu azaltmak için iki biyolojik kontrol aracının, parazitoit *Aphelinus asychis* ve yırtıcı uğur böceği *Harmonia axyridis*'in birlikte kullanımının etkileri incelenmiştir. Mikrokozmos besleme deneylerinde, uğur böceklerinin sadece yaprak bitleri ile değil, aynı zamanda parazitoit mumyaları ile de beslendiği ve bu durumun lonca içindeki avcılığı etkileyerek biyolojik mücadeleyi olumsuz yönde etkileyebileceği ileri sürülmüştür. Ancak, büyük kafes ve sera ortamındaki deneylerde, *H. axyridis*'in parazitoit popülasyonu üzerinde negatif bir etki yarattığı tespit edilmemiştir. Elde edilen bulgular, uğur böceği ve parazitoitin birlikte kullanılmasının yaprak biti kontrolünde bir bozulmaya yol açmadığını, tersine birbirini tamamlayıcı bir etki yaratabileceğini göstermiştir.

Legaspi vd. (2000), çalışmasında, narenciye bitkilerine uygulanan farklı insektisitlerin faydalı böcekler üzerinde temas yoluyla yarattığı toksisiteden ve biyolojik mücadele yöntemleriyle olan uyumundan bahsetmiştir. Araştırmada, böcek gelişim düzenleyicilerinin (IGR'ler) ve antibiyotik etkili insektisitlerin (abamektin, milbemektin) yanı sıra bazı yeni maddelerin (klorfenapir, pyridaben) genel olarak yararlı türlere zarar vermediği ve entegre zararlı yönetimi stratejilerinde kullanılabileceği belirlenmiştir. Özellikle, IGR'lerin bütün türler için güvenli olduğu, abamektin ve milbemektin'in ise *C. cacti*, *C. flavipes* ve *A. pyralophagus* gibi türlere zarar vermediği saptanmıştır. Diğer yandan, organofosfat grubu insektisitlerin (örneğin chlorpyrifos, methidathion, oxydemeton-methyl gibi) çoğu faydalı tür üzerinde yüksek seviyede toksik etkiye sahip olduğu ve kalıcı hasarlara yol açabileceği anlaşılmıştır. Sonuç olarak, IGR ve antibiyotik insektisitlerin biyolojik mücadele için uygun olduğu, organofosfatların ise biyolojik kontrol yöntemleriyle birlikte kullanımının risk taşıdığı vurgulanmaktadır.

Genel olarak, literatürde *C. montrouzieri*'nin biyolojik mücadelede etkili ve güvenilir bir ajan olarak kabul edildiği hem doğal hem de kontrollü koşullarda *P. citri* popülasyonunu azaltma konusunda başarıyla kullanıldığı ve çevre dostu bir alternatif yöntem olarak değerlendirildiği vurgulanmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan ana materyaller; *Thymbra spicata* bitkisinden süperkritik karbondioksit ekstraksiyonu ile elde edilen eksrakt, patates bitkisi üzerinde yetiştirilmiş *Planococcus citri*, bu zararlının predatörü olan *Cryptolaemus montrouzieri* ve konukçu bitki olan bağ yapraklarından oluşmaktadır.

3.1.1. *Thymbra spicata* (zahter) bitkisinin temini

Çalışmanın ana materyali olan *Thymbra spicata* bitki örnekleri, doğal yayılış alanları olan Gaziantep, Kilis bölgesinden toplanmıştır (Şekil 3.1). Araştırmada kullanılan bitki materyali türünün tespiti, Prof. Dr. Süleyman Doğu'nun tarafından gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1 *Thymbra spicata* bitkisi

3.1.2. Konukçu bitkinin temini

Un bitlerinin temini ve test alanına taşınması aşamasında zararlının yaşamsal faaliyetlerini optimum olarak tutabilmesi için patates filizleri kullanılmıştır. Laboratuvar uygulamasında patates ile beslenen unlu bitler yine sıkça zarar verdikleri bağ yapraklarına bulaştırılarak denemede kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Konukçu asma bitkisi

3.1.3. *Planococcus citri* temini

Denemede kullandığımız patates bitkisi üzerinde yetiştirilmiş *P.citri* (turunçgil unlu biti), *C. montrouzier* üretimi yapan Ankara merkezli biyolojik mücadele firması Bioladybug'dan tedarik edilmiştir. Tedarik edilen turunçgil unlu bitleri yaşamlarını sürdürebilmeleri için bağ yapraklarına transfer edilerek uygun konukçu ortamı oluşturulmuştur (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Patates ve bağ yapraklarında *Planococcus citri*

3.1.4. *Cryptolaemus montrouzieri* (Ergin Uğur Böceği) temini

Denemede kullanılan *C. montrouzieri* erginleri, Bioladybug Ankara firması aracılığıyla temin edilmiştir. Çalışmanın gerçekleştirildiği petri kaplarına, üzerine unlu

bit bulaştırılmış asma yaprakları yerleştirilmiş ve ergin uğur böceklerinin beslenmeleri bu yapraklar üzerindeki unlu bitlerle sağlanmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. *Cryptolaemus montrouzier* ergini

3.2. Yöntem

3.2.1. Konukçu bitkinin denemeye hazırlanması

Denemeler esnasında konukçu olarak kullanılacak bağ yaprakları ilaç kullanılmamış bitkilerden temin edilmiş, yaprak saplarından özenle ayrılmıştır. Kesilen yaprakların tazeliğini korumak için özel saklama kapları tercih edilmiştir. Toplama işlemini takip eden gün içinde petri kaplarının içine pamuk yerleştirilmiş ve pamuk saf su ile tamamen ıslatılmıştır. Daha sonra üzerine kurutma kâğıdı serilmiştir. Kesilen yapraklar, petrilere yerleştirildikten sonra kapaklar kapatılmış ve uygulama süresine kadar buzdolabında bekletilmiştir.

3.2.2. *Thymbra spicata* ekstraksiyonu

Thymbra spicata bitkisi TİBAM laboratuvarında yabancı maddelerden ayıklanarak kurutulması sağlanmıştır. Kurutma sonrası Türkiye Menşeli Emir İstanbul markalı EMR-0-01, 2800 r/m model doğrayıcı cihaz ile işlenerek parçacık boyutu 0,55 mm olacak şekilde toz haline getirilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. *Thymbra spicata* bitkisinin öğütülmesi

Toz haline getirilen ham maddeden 200 g alınıp 70 ml etanol çözücüsü eklenmiştir. Proses koşulları; sıcaklık; 50 °C, basınç; 300 bar ve süre; 120 dakika olarak belirlenmiştir. Ekstraksiyon cihazı olarak Nantong Borisbang markalı BIT HUAAN Süper Kritik CO₂ Ekstraktör Sistemi kullanılmıştır. Elde edilen 70 ml ürün, bir tüpe konularak evaporatör yardımıyla etanolün uzaklaştırılması sağlanmıştır. Sonuçta elde edilen 6,3 gr kuru ekstrakt aynı gün içinde uygulamalar için kullanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. *Thymbra spicata* ekstraktunun cihazdan alınması

3.2.3. Fenolik bileşen analizi

Kromatografik ayırma işlemi, otomatik örnekleyici, ikili pompa ve çevrimiçi gaz giderici içeren HPLC Agilent 1260 Infinity serisi (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, ABD) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bileşiği ayırmak için Poroshell 120

EC-C18 (3.0 × 50 mm, partikül boyutu 2.7 µm) (Agilent Technologies) kolonu kullanılmıştır. Mobil faz sistemi, %0,1 formik asit içeren su (A) ve asetronitril (B) çözeltilerinden oluşmaktadır. Gradyan elüsyon programı aşağıdaki gibi uygulanmıştır:

- 0–0.5 dk, %5 B;
- 0.5–2 dk, %25 B;
- 2–4 dk, %50 B;
- 4–6 dk, %75 B;
- 6–10 dk, %95 B;
- 10–16 dk, kolon dengelemesi için %5 B.

Kolonun sıcaklığı, 35 °C olarak ayarlanmış, enjeksiyon hacmi ise 10.0 µL ve akış hızı 0.4 mL/dk olarak saptanmıştır.

MS analizi, Agilent 6550 iFunnel yüksek çözünürlüklü Hassas Kütle QTOF-MS cihazının pozitif iyon modunda işlev gören Agilent Dual Jet Stream elektrosprey iyonizasyon (Dual AJS ESI) arayüzü ile yapılmıştır. Kullanılan koşullar; gaz kurutma sıcaklığı 290 °C; nebulizer basıncı 35 psi; kurutma gazı akışı 14.0 L/dk; kılıf gazı akışı azot, 12 L/dk, kılıf gazı sıcaklığı 400 °C'dir. Tarama aralığı m/z 50–1800 ve veri toplama hızı 1,5 spektrum/sn. olacak şekilde belirlenmiştir. Çarpışma enerjisi 20 eV olarak ayarlanmıştır. Kütle spektrumları pozitif ve negatif iyonizasyon modlarında kaydedildi. Entegrasyon ve veri analizi MassHunter Workstation yazılımı (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, ABD) kullanılarak yapılmıştır.

3.2.4. Etken madde analizi

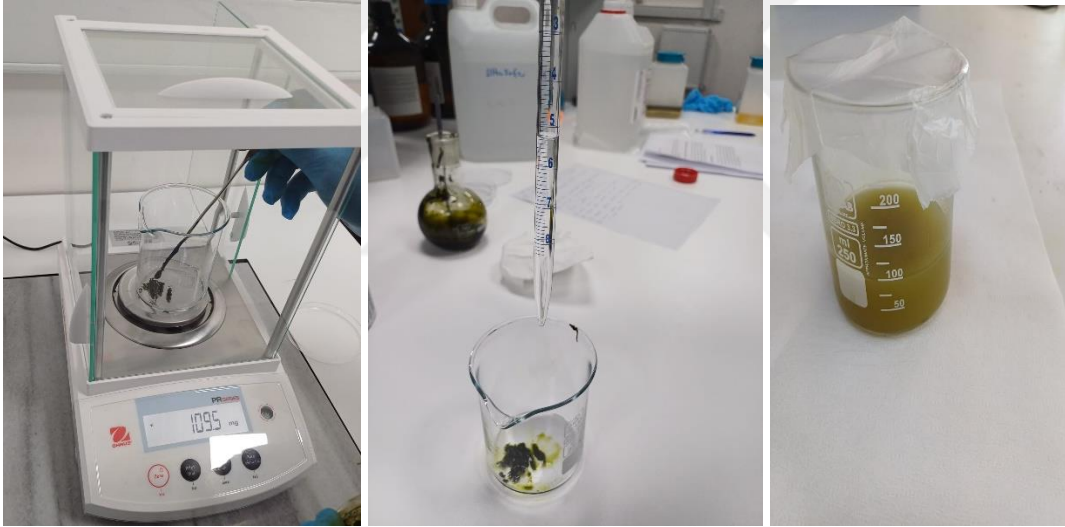
Numunelerin analizi, PAL RSI 85 Liquid otomatik örnekleyici ve MSD 5977A kütle spektrometresi ile eşleştirilmiş 7890B gaz kromatografisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bileşenlerin ayrımı için HP-5MS kılcal kolon (film kalınlığı 0.25 µm, iç çap 0,30 mm ve uzunluk 30 m) kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum tercih edilmiş olup akış hızı 0.7 mL/dk olarak ayarlanmıştır.

Gaz kromatografisi sıcaklık programı şu şekilde uygulanmıştır: Başlangıç sıcaklığı 50 °C'de 3 dakika tutulmuş, ardından sıcaklık 4 °C/dk artışla 210 °C'ye yükseltilmiştir. Daha sonra 210 °C'den itibaren 20 °C/dk hızla 280 °C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 5 dakika süreyle bekletilmiştir. Enjeksiyon işlemi bölünmüş modda (1:50) gerçekleştirilmiş, enjeksiyon hacmi 1.0 µL ve enjeksiyon sıcaklığı 230 °C olarak ayarlanmıştır.

GC-MS ara yüz sıcaklığı 260 °C, iyon kaynak sıcaklığı 180 °C ve kuadrupol sıcaklığı 150 °C olarak belirlenmiştir. Elektron çarpma (EI) iyonizasyonu 70 eV enerjide uygulanmış, kütle taramaları 50–500 atomik kütle birimi (amu) aralığında yapılmıştır. Bileşiklerin tanımlanması, elde edilen kütle spektrumlarının WILEY kütüphanesi ile karşılaştırılması yoluyla gerçekleştirilmiştir.

3.2.5. *T. spicata* ekstraktın *P. citri* üzerine toksit etkisinin tespit edilmesi

TİBAM laboratuvarlarında, süperkritik CO₂ ekstraksiyon sistemi ile oluşturulan ekstrakt, hassas bir terazi ile sırasıyla 0,1 g, 0,3 g ve 0,5 g olarak tartılmıştır. Her bir ekstrakt üzerine, 5 ml aseton eklenerek çözündürülme sağlanmış daha sonra 100 ml hacmine saf su eklenerek tamamlanmış ve sırasıyla %0,1, %0,3 ve %0,5 konsantrasyonlarında çözeltiler oluşturulmuştur (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Çözelti hazırlıkları

Deneyin gerçekleştirilmesi için ortamın nem düzeyinin sağlanması amacıyla, içinde ıslatılmış pamuk ve kurutma kâğıdı bulunan petri kaplarına uygun bir şekilde 5 cm çapında bağ yaprakları kesilerek hazırlanmıştır. Preparatların *P. citri* üzerindeki etkisi, (Kasap, 2016) tarafından gerçekleştirilen yaprak daldırma tekniği ile tespit edildi. (Şekil 3.8.). Ekstrakt çözeltisine batırılan yapraklar kurutma kâğıdının üzerine konulmuş ve birkaç dakika bekletildikten sonra, yaprağın alt yüzeyi yukarı gelecek şekilde her bir petri kabına 1 adet yaprak yerleştirilmiştir (Şekil 3.9).

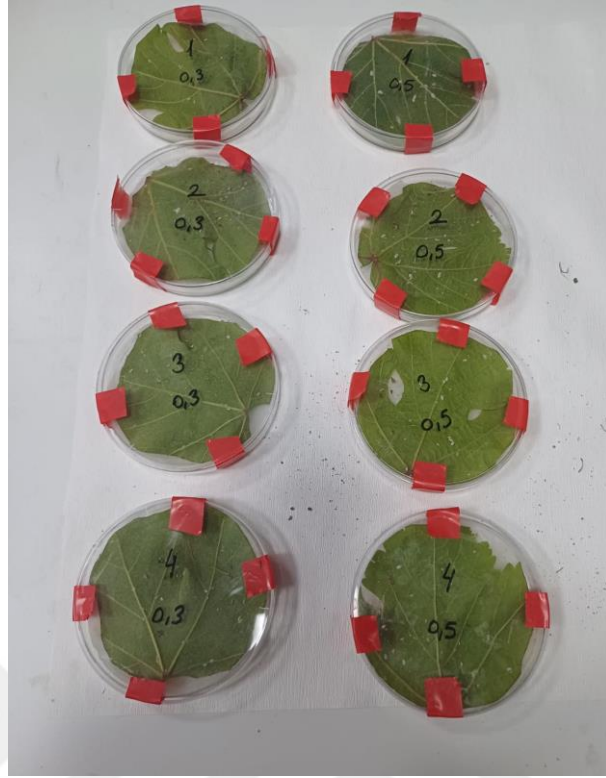


Şekil 3.8. Yapraklara daldırma yönteminin uygulanması



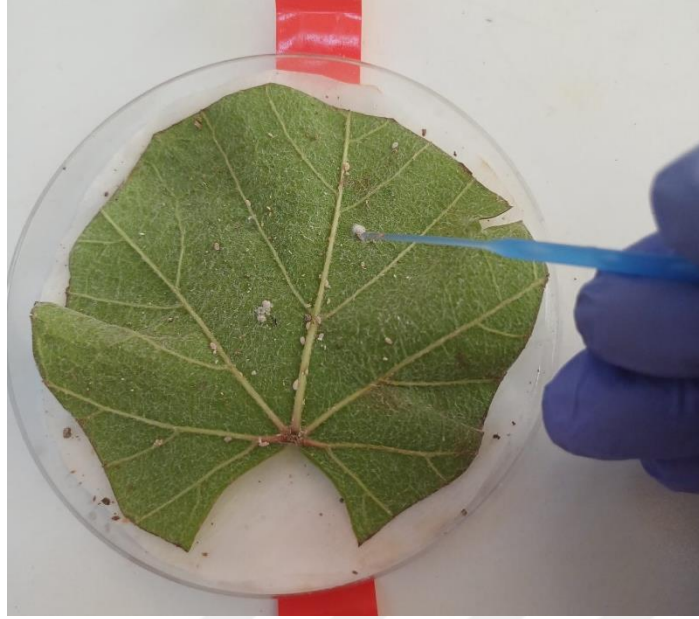
Şekil 3 9. Yaprakların kurutma kağıdına serilmesi

Turunçgil unlu bitlerinin erginleri, yaprak disklere 10'ar adet gelecek şekilde patates filizlerinde beslenen bitki üzerinden samur fırça kullanılarak dikkatlice alınıp petrilere yerleştirilmiştir. Daha sonra petrilerin kapakları kapatılarak, unlu bitlerinin dışarı çıkmalarını önlemek için dört kısımda bantlanmıştır. Kontrollerin sağlıklı bir şekilde yapılması ve yapraklara uygulanan dozların karışmasını önlemek için petrilerin üzerine asetatlı kalem ile tekrerr ve doz bilgileri yazılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. *P. citri* ekimi yapılmış petri kapları

Her petri kabı, bir tekrar olarak değerlendirilmiştir. Çalışma, on tekrar içerecek şekilde planlanmıştır. Her tekerrürde, %0,1, %0,3 ve %0,5 lik dozlarda ekstraktlar kullanılmıştır. Hazırlanan petri kapları, 65 ± 5 bağıl nem, $24 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık, ve gün ışığı 16 saat koşullarına sahip olacak şekilde ayarlanmış bir iklim kabinine konulmuştur. Uygulama sonrasında; 24, 48, 72, 96 ve 120. saat olmak üzere toplam beş gün boyunca unlu bitlerin ölüm sayımları gerçekleştirilmiştir. Unlu bitlerin ölüm durumu, ince uçlu bir fırça yardımıyla kontrol edilmiş ve vücutlarının hareketsiz kalması temel alınarak değerlendirilmiştir. Unlu bitlerin bacakları ya da antenleri hareket etmediği zaman ölü sayılmıştır (Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. *P. citri* canlılık durumlarının kontrol edilmesi

3.2.6. *T. spicata* ekstraktının *C. montrouzieri* üzerine toksik etkisinin tespit edilmesi

Süperkritik CO₂ yöntemi ile üretilen ekstrakt, *P. citri* denemelerinde olduğu gibi %0,1, %0,3 ve %0,5 dozlarında ekstre çözeltileri oluşturularak hazırlanmıştır. Petri kablarına pamuk yerleştirilip saf su eklenerek doyurulmuş, sonrasında pamukların üzerine petri boyutunda kesilmiş kurutma kâğıtları yerleştirilmiştir. Konukçu olarak belirlenen bağ yaprağından 5 cm çapında parçalar kesilerek petrilere bir tane olacak şekilde konumlandırılmıştır. Preparatların *C. montrouzieri* üzerindeki etkileri yaprak daldırma tekniği ile belirlenmiştir. Yapraklar, hazırlanan çözeltiye batırılıp bir süre kurutma kâğıtları üzerinde bekletilmiştir. Ardından her bir petri tabağına bir tane yaprak gelecek şekilde, kurutma kâğıtları üzerine ters bir biçimde konularak uğur böceklerinin beslenmesi için belirli miktarda unlu bit eklenmiştir. Hazırlanan petri kaplarındaki daldırma yöntemi uygulanan bağ yapraklarına, 3 adet *C. montrouzieri* ergini samur fırça kullanılarak ilave edilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. *C. montrouzieri* ergininin yapraklara ekimi ve beslenmesi

Hazırlanan petri kapları, iklim kabinine 65 ± 5 bağıl nem, 24 ± 1 °C sıcaklık, ve gün ışığı 16 saat olacak şekilde yerleştirilmiştir. Deney süresince, predatör unlu bit ile beslenmiş ve bu besin her gün değiştirilmiştir. Kullanılan unlu bitlerin ve predatörlerin yapraklara düzgün bir şekilde yerleştirilmesine dikkat edilmiştir. Uğur böceğinin ölüm yüzdesi, ince bir fırça kullanılarak nazikçe incelenmiş ve hareketsiz kalma durumuna bağlı olarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. *C. montrouzieri* erginlerinin canlılık durumunun kontrol edilmesi

3.2.7. Doz ölüm denemeleri

T. spicata ekstraktı tekdoz ölüm denemeleri *P. citri* ve avcısı *C. montrouzier* üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ekstraktın %0,1 oranındaki çözeltisi, ön doz belirleme çalışması için en düşük doz olarak kullanılmıştır. On tekrarlı doz ölüm denemeleri, *P. citri* ve predatörü *C. montrouzier* ile kontrol grupları oluşturularak tamamlanmıştır. Kontrol grubunda ise turuncgil unlu bit ve avcısı uğur böceği için %5 aseton ve %95 saf sudan oluşan çözelti kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, ilk 24 saatlik sürenin tamamlanmasının ardından olumlu geri dönüşler göstermiştir. Belirlenen diğer dozlar, en düşük olarak tayin edilen dozun etkisi dikkate alınarak belirlenmiştir.

3.2.8. İstatiksel analizler

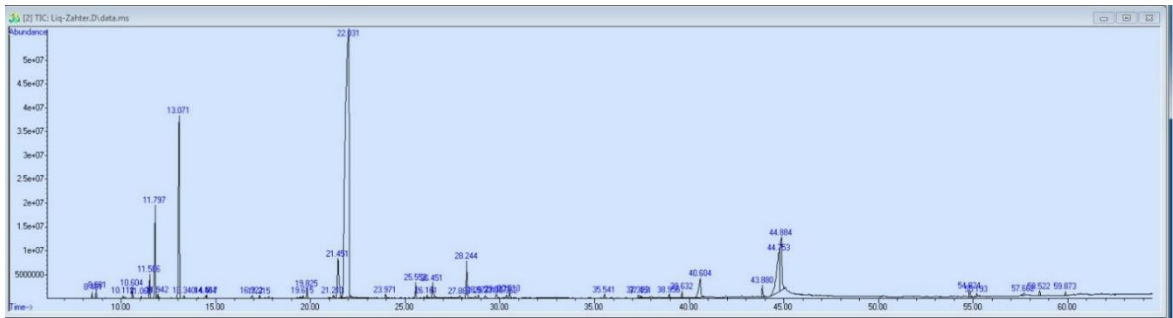
Her tekerrür ve gün için ölüm yüzdesi hesaplanmış ve her tür için doz etkisi tek yönlü ANOVA ile test edilmiştir. ANOVA anlamlı bulunduğunda, doz düzeyleri arasındaki farklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile incelenmiştir. Gruplar, ortalamaların üzerine harflerle (a, b, c ...) gösterilmiştir ($P \leq .05$). Ayrıca Unlu bit ve uğur böceği verileri birleştirilerek Tür (2 seviye) $\times$ Doz (4 seviye) iki yönlü ANOVA modeli oluşturulmuş, LT_{50} , LC_{50} (zamana ve doza bağlı probit analizi) değerleri belirlenmiştir. Analizler Python 3.11 programı üzerinde gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırmanın bulguları, *Thymbra spicata* bitki türünden süperkritik karbondioksit kullanılarak belirlenen ekstraktların fenolik bileşiklerinin belirlenmesi, bileşen analizleri ve farklı konsantrasyonlardaki turuncgil unlu bitleri ile bunların doğal düşmanı olan uğur böcekleri üzerindeki zehirleyici etkilerine odaklanmaktadır. Çalışmalar sonucunda toplanan verilere, istatistiksel analizler ile çoklu karşılaştırma testleri uygulanmıştır. Sonuçlar ise tablolar ve grafiklerde gösterilmiştir. Ayrıca, deneylerdeki faktörlerden bazı ikili etkileşimler, çoklu karşılaştırma testleri sonucuna göre istatistiksel olarak önemli bulunarak grafikler ile gösterilmiştir.

4.1. *Thymbra spicata* Bitkisinin Etken Bileşenleri

Denemelerde kullandığımız *Thymbra spicata* bitkisinden GC-MS (Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi) yöntemiyle yapılan test sonuçlarına göre, *T. spicata* ekstraktında toplam beş önemli uçucu bileşen tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.). Analiz sonuçlarına göre, bu ekstraktın en yüksek miktartlı bileşeninin %54,74 oranı ile karvakrol olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1.). Daha önceki araştırmalar, karvakrolün zahter ve kekik türlerinde biyolojik aktivitenin en önemli bileşenlerinden biri olduğunu göstermiştir (Elkhair, 2014). Bu nedenle, elde edilen bulgular karvakrolün ekstraktın insektisit potansiyelini büyük ölçüde etkilediğini ortaya koymaktadır.



Şekil 4.1 *Thymbra spicata* L. bitkisinin uçucu yağ kromatogramı

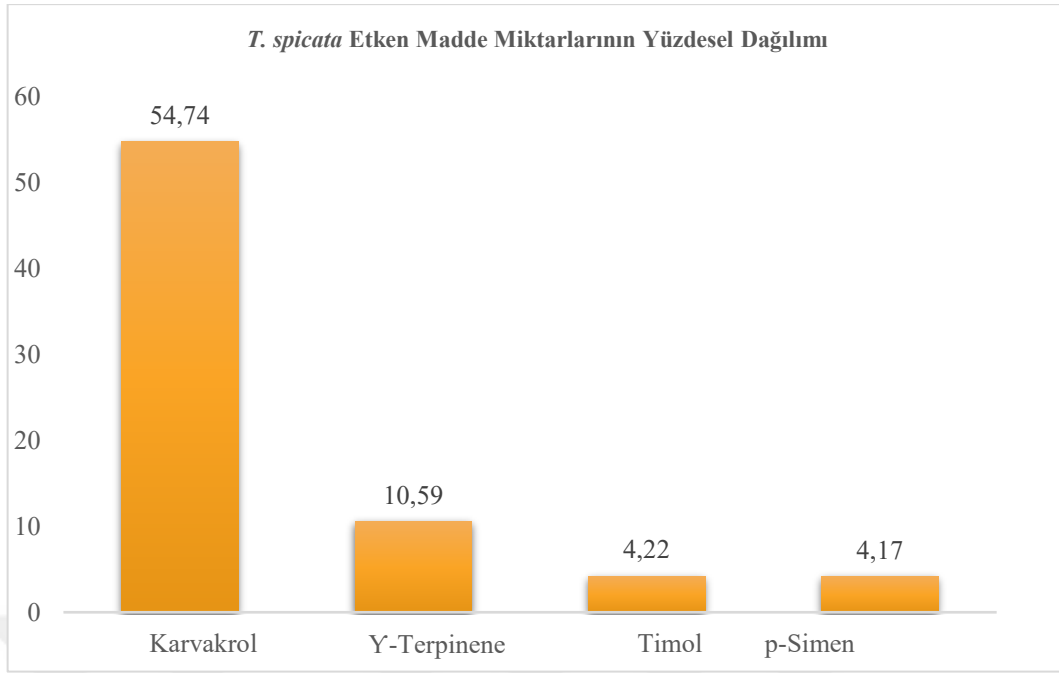
Çizelge 4.1. *Thymbra spicata* bitkisinin etken madde miktarları

Etken Madde	Miktar (%)
Karvakrol	54,74
Y-Terpinene	10,59
Timol	4,22
p-Simen	4,17
Linalool	0,15

Ekstraktın ikinci en yüksek bileşeni olan γ -terpinene (%10,59), monoterpenik fenollerin biyosentezinde kritik bir öncü işlevi görmekte ve zahter türlerinin kimyasal yapısını etkilemektedir (Elgendy vd., 2017). Ayrıca, timol (%4,22) varlığı, ekstraktın fenolik monoterpenler açısından zengin bir yapı sergilediğini göstermekle birlikte, insektisidal aktivitede karvakrol ile birlikte sinerjik bir etki yaratabildiği bilinmektedir (Rota vd., 2008).

Uçucu yağın aromatik profilini destekleyen p-simen (%4,17), zahter yağının belirleyici aromatik yapısının oluşmasına katkıda bulunmaktadır (Viuda-Martos vd., 2007). Literatürde zahter bitkisinde bulunduğu bildirilen fakat çalıştığımız numunede daha az oranda bulunan linalool (%0,15) ise, ekstraktın aromatik çeşitliliğini artıran bir monoterpen alkol olarak kaydedilmiş ve uçucu yağların biyolojik etkilerine katkıda bulunduğu gösterilmiştir (Burt, 2004).

Elde edilen bileşenlerin dağılımı genel olarak göz önüne alındığında, *T. spicata* ekstraktının özellikle fenolik monoterpenler yönünden zengin bir kimyasal profile sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, karvakrol ve timolün, ekstraktın hem zararlı böcek türleri hem de yararlı predatör türleri üzerindeki toksik etkilerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir (Isman, 2020).



Şekil 4. 2. Etken madde miktarları yüzde dağılımı

Literatürde *T. spicata* ve benzer türler üzerine yazılmış çok sayıda tez ve akademik çalışma, karvakrolün uçucu yağın en önemli bileşeni olduğunu ortaya koymuştur. Yayınlanmış birçok araştırmada, *T. spicata* ve *Thymus* türlerine ait uçucu yağlarda karvakrolün en baskın bileşen olduğu belirtilmiştir. Kılıç (2006) ve Tümen vd., (1994a) yaptıkları incelemelerde, *T. spicata*'nın uçucu yağında karvakrol yüzdesinin %40 ile %70 arasında değiştiği ifade edilmiştir. Benzer bir şekilde Başer vd., (2000) *T. spicata* örneklerinde karvakrol oranını %52 ile %65 arasında bildirmişlerdir. Bu rakamlar, mevcut çalışmamız kapsamında tespit edilen %54,74 karvakrol oranı ile büyük bir uyum sergilemektedir (Şekil 4.2).

γ -terpinen ve p-simen gibi monoterpen hidrokarbonların, karvakrol ve timol üretiminde öncü elementler oldukları bilinmektedir. Birçok araştırmada γ -terpinenin %5–15, p-simen miktarlarının ise %3–10 arasında olduğu bildirilmiştir (Baser vd., 1993). Bu çalışmada elde edilen %10,59 γ -terpinen ve %4,17 p-simen değerleri de yine mevcut literatürde belirtilen aralıklarla örtüşmektedir.

Timol oranı bakımından incelendiğinde ise *T. spicata* türlerinde timol miktarının %2-6 aralığında olduğu ve diğer bileşenlere kıyasla daha düşük miktarda olduğu belirtilmektedir (Tümen vd., 1994b). Bu araştırmada elde edilen %4,22 timol seviyesi, literatürdeki bilgilerle uyumludur.

Linalool miktarı bu araştırmada %0.15 gibi düşük bir oranda tespit edilmiştir. Benzer şekilde, daha önce yayımlanan araştırmalarda linaloolün *T. spicata* uçucu yağında

iz miktarlarında veya çok düşük seviyelerde yer aldığı ve genellikle %1'in altında kaldığı belirtilmiştir (Kılıç, 2006).

Etken madde açısından incelendiğinde, mevcut çalışmamızda belirlenen *T. spicata*'nın uçucu yağ bileşimi, daha önce yayımlanan akademik çalışmalarda bildirilen verilerle büyük ölçüde örtüşmektedir. Uçucu yağın karvakrol odaklı yapısı, bitkinin böcek öldürücü ve biyopestisit özelliklerini güçlendirmekte, elde edilen sonuçlar ise çalışmanın literatürle uyumlu, güvenilir ve bilimsel olarak geçerliliği yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Genel miktarlardaki farklılıkların ise ürün menşei, iklim koşulları, depolama ve taşıma şartları, ekstraksiyon metotları gibi çevresel farklılıklardan kaynaklandığı öngörülmektedir.

4.2. *Thymbra spicata* Bitkisinin Fenolik Bileşenleri

T. spicata bitkisi, barındırdığı zengin fenolik bileşenler sayesinde etkili farmakolojik ve biyolojik faaliyetler göstermektedir. Gerçekleştirdiğimiz çalışmada tercih edilen bitkinin fenolik bileşen analizi sonuçları negatif ve pozitif listelerde ayrı ayrı incelendiğinde Fenolik bileşenler, organik asitler, terpenler, terpenoidler Özellikle yapraklarından elde edilen metanol ve etanol ekstraktlarının incelenmesi, rosmarinik asit, carvacrol ve farklı flavonoidlerin (örneğin luteolin ve apigenin) varlığını ortaya koymuştur (Diab vd., 2022). Bu bileşikler, antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antisteatotik ve potansiyel insektisidal etkiler göstermektedir. Özellikle karvakrol bileşiği ile dikkat çekmekte ve çeşitli biyolojik etkilerde başrol oynamaktadır (Khalil vd., 2024)

Çizelge 4.2. *T. spicata* negatif fenolik bileşen analizi

İsim	Formül	İsim	Formül
Lipit		İnhibitörler	
Stearidonik asit	C ₂₇ H ₄₅ O ₁₂ P	CAY10492	C ₁₇ H ₂₂ N ₃ O ₂
Araşidonik asit	C ₄₂ H ₇₃ O ₁₃ P	Lactacystin	C ₁₅ H ₂₄ N ₂ O ₇ S
DHA	C ₅₁ H ₈₅ O ₁₃ P	Iso-Olomoucine	C ₁₅ H ₁₈ N ₆ O
Oleik asit	C ₂₁ H ₃₉ O ₆ P	Lactacystin	Lactacystin
Digalaktosildiacylglicerol	C ₅₁ H ₈₄ O ₁₅	Trandolapril	C ₂₄ H ₃₄ N ₂ O ₅
9-oxo-octadecadienoic acid	C ₁₈ H ₃₀ O ₃	Ester / Organik tuz	
10E,12Z-Octadecadienoic	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	Diphenoxylate	C ₃₀ H ₃₂ N ₂ O ₂
Yağ asidi-amino asit amid lipid		Glyceryl lactopalmitate	C ₂₀ H ₁₆ N ₆ O ₂ S
N-oleoyl glutamine	C ₂₃ H ₄₂ N ₂ O ₄	Methyl cis-p-coumarate octadienyl)	C ₂₀ H ₂₆ O ₃
N-stearoyl glutamine	C ₂₃ H ₄₄ N ₂ O ₄	Mevalonate-P	C ₆ H ₁₃ O ₇ P
Palmitoyl dopamine	C ₂₄ H ₄₁ NO ₃	Phorbol 13-acetate 12-	C ₃₆ H ₅₆ O ₈
Tetrahydrogeranylgerany	C ₂₀ H ₄₀ O ₇ P ₂	Rosmarinate	C ₁₈ H ₁₆ O ₈
Amino Asit ve Peptidler		Citronellyl cinnamate	C ₁₉ H ₂₆ O ₂
Acetyl-DL-Valine	C ₇ H ₁₃ NO ₃		
Lysyl-Arginine	C ₁₂ H ₂₆ N ₆ O ₃	Fenilpropanoid glikozidi	
N-oleoyl asparagine	C ₂₂ H ₄₀ N ₂ O ₄	Lucyoside N	C ₃₆ H ₅₈ O ₁₀
2-Hexylbenzothiazole	C ₁₃ H ₁₇ NS		
Pilocerine	C ₄₅ H ₆₅ N ₃ O ₆	Flavonoid/ Flavonoid glikozidi	
Provincialin	C ₂₇ H ₃₄ O ₁₀	Scutellarein	C ₁₅ H ₁₀ O ₆
Lys-Gln-Ala-Gly-Asp-Val	C ₂₅ H ₄₄ N ₈ O ₁₀	Apuleirin	C ₂₀ H ₂₀ O ₉
Val Ala Arg	C ₁₄ H ₂₈ N ₆ O ₄	Casticin	C ₁₉ H ₁₈ O ₈
Val His Lys	C ₁₇ H ₃₀ N ₆ O ₄	Diosmetin	C ₁₆ H ₁₂ O ₆
Ala Glu Arg	C ₁₄ H ₂₆ N ₆ O ₆	(±)-Naringenin	C ₁₅ H ₁₂ O ₅
Gln Gln Asn	C ₁₄ H ₂₄ N ₆ O ₇	(25R)-11alpha,20,26-	C ₂₇ H ₄₄ O ₉
Gln Gln Trp	C ₂₁ H ₂₈ N ₆ O ₆	(+)-Taxifolin	C ₁₅ H ₁₂ O ₇
Gln Glu His	C ₁₆ H ₂₄ N ₆ O ₇	Citrusin A	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₂
Glu Arg Glu	C ₁₆ H ₂₈ N ₆ O ₈	Citrusin B	C ₂₇ H ₃₆ O ₁₃
His Leu Lys	C ₁₈ H ₃₂ N ₆ O ₄	Sagittatoside C	C ₃₅ H ₄₂ O ₁₆
His Ser Lys	C ₁₅ H ₂₆ N ₆ O ₅		
Ser Arg Ala	C ₁₂ H ₂₄ N ₆ O ₅	İnorganik tuz / iyonik bileşik	
Ser Ser Arg	C ₁₂ H ₂₄ N ₆ O ₆	14,14,14-Trifluoro-11Z-	C ₁₆ H ₂₇ F ₃ O ₂
Ser-Thr-OH	C ₁₃ H ₁₆ N ₂ O ₈	2,4-Dichloro-3-	C ₆ H ₆ Cl ₂ O ₅
Thr His Gln	C ₁₅ H ₂₄ N ₆ O ₆	Trifluoro-norcholecalciferol	C ₂₆ H ₃₉ F ₃ O ₂
Tyr Arg Leu	C ₂₁ H ₃₄ N ₆ O ₅	4,4-Difluoropregn-5-ene-	C ₂₁ H ₂₈ F ₂ O ₂
Arg Gly Leu	C ₁₄ H ₂₈ N ₆ O ₄	Caloxanthin sulfate	C ₄₀ H ₅₆ O ₆ S
Vinaginsenoside R3	C ₄₈ H ₈₂ O ₁₇	CAY10448	C ₁₈ H ₂₈ INO ₃
Carvacrol	C ₁₀ H ₁₄ O	Descarboethoxyloratadin	C ₁₉ H ₁₉ ClN ₂
Halopemide	C ₂₁ H ₂₂ ClFN ₄ O ₂	Antibiyotik	
Lofepamine	C ₂₆ H ₂₇ ClN ₂ O	Utilin	C ₄₁ H ₅₂ O ₁₇
Metofluthrin	C ₁₈ H ₂₀ F ₄ O ₃	Urdamycin G	C ₃₇ H ₄₆ O ₁₄
PD 184161	C ₁₇ H ₁₃ BrClF ₂ IN ₂	Mupirocin	C ₂₆ H ₄₄ O ₉
Posaconazole	C ₃₇ H ₄₂ F ₂ N ₈ O ₄	Azithromycin	C ₃₈ H ₇₂ N ₂ O ₁₂
Karbonhidratlar		Megalomicin A	C ₄₄ H ₈₀ N ₂ O ₁₅
6-Deoxy-5-ketofructose	C ₆ H ₁₁ O ₈ P	Diacetylfusarochromanon	C ₁₉ H ₂₄ N ₂ O ₆
Dulcitol	C ₆ H ₁₄ O ₆	Eupatorin	C ₁₈ H ₁₆ O ₇
Isomaltulose	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	Epicatechin-(2beta-epicatechin	C ₃₀ H ₂₄ O ₁₂
L-Xylulose	C ₅ H ₁₀ O ₅	Nitrovin	C ₁₄ H ₁₂ N ₆ O ₆
Sucrose	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	Docetaxel M4	C ₄₃ H ₄₉ NO ₁₅
Keton		Diğer	
Aziridyl benzoquinone	C ₁₆ H ₂₂ N ₂ O ₆	16-Hydroxy-4-oxoretinoic	C ₂₀ H ₂₆ O ₄
Dihydromunduletone	C ₂₅ H ₂₈ O ₆	5beta-Cholestane-tetrol	C ₂₇ H ₄₈ O ₄

Çizelge 4.2. (devam) *T. spicata* negatif fenolik bileşen analizi

Euchrenone a6	C ₃₀ H ₃₄ O ₆	Aflatoxicol	C ₁₇ H ₁₄ O ₆
Helilupolone	C ₃₀ H ₃₈ O ₄	Leukotriene E4-d5	C ₂₃ H ₃₂ D ₅ NO ₅ S
Simalikilactone D	C ₂₅ H ₃₄ O ₉	Chlorophyllide b	C ₃₅ H ₃₂ MgN ₄ O ₆
beta-D-Glc-(1->4)-alpha-	C ₁₈ H ₃₂ O ₁₅	Red chlorophyll	C ₃₅ H ₃₈ N ₄ O ₇
Organik asit		Scorzonoside	C ₂₇ H ₃₄ O ₁₂
3-Epimasticadienolic acid	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	Lyciumoside VII	C ₄₄ H ₇₄ O ₂₁
Acetyl Podocarpic Acid	C ₃₈ H ₄₆ O ₇	Biliverdin-IX- α	C ₃₃ H ₃₄ N ₄ O ₆
Betulinic Acid	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	Leukotriene D4 methyl	C ₂₆ H ₄₂ N ₂ O ₆ S
Medicagenic acid	C ₃₀ H ₄₆ O ₆	β -D-acid, 2-(1H-indol-4-methylethyl)amino]meth	C ₂₀ H ₂₈ N ₂ O ₈
Piperoic acid	C ₂₂ H ₃₀ O ₄	Canentrine	C ₃₆ H ₃₄ N ₂ O ₇
Quinic acid	C ₇ H ₁₂ O ₆	1-(4-Hydroxy-3,5- methoxy-4-(1-propanol)	C ₂₁ H ₂₆ O ₆
Sagerinic acid	C ₃₆ H ₃₂ O ₁₆	3-Methoxytyramine-	C ₁₈ H ₂₀ N ₂ O ₆
Vaccenic acid	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	Fenolikler	
Pigment		Macrocarpal H	C ₂₈ H ₄₀ O ₆
Vat Yellow 4	C ₂₄ H ₁₂ O ₂	4,4'-(2,3-Dimethyl-1,4-methoxyphenol)	C ₂₀ H ₂₆ O ₄
Scarlet Red	C ₂₄ H ₂₀ N ₄ O	4,4'-Dihydroxy-5,5'-3,6-biphenyldione	C ₂₀ H ₂₄ O ₄
Terpenler / Triterpenoid		4'-Hydroxy-5,5'-3,4-biphenylquinone	C ₂₀ H ₂₄ O ₃
2a-Hydroxygypsogenin	C ₃₆ H ₅₆ O ₁₀	Caffeic acid	C ₉ H ₈ O ₄
Hexandraside D	C ₃₉ H ₅₀ O ₁₉	(7'R,8'R)-4,7'-Epoxy-3'-lignanetetrol 9'-glucoside	C ₂₅ H ₃₂ O ₁₁
Occidentoside	C ₃₆ H ₃₂ O ₁₅	Lupinisoflavone N	C ₂₅ H ₂₈ O ₉
Ginsenoside F1	C ₃₆ H ₆₂ O ₉	trans-Resveratrol 4'-O-	C ₂₀ H ₂₀ O ₉
Ginsenoside Rh3	C ₃₆ H ₆₀ O ₇	Embelin	C ₁₇ H ₂₆ O ₄
Morellinol	C ₃₃ H ₃₈ O ₇	3-Hydroxycoumarin	C ₉ H ₆ O ₃
Vinaginsenoside R3	C ₄₈ H ₈₂ O ₁₇		
Carvacrol	C ₁₀ H ₁₄ O		
Bruceantin	C ₂₈ H ₃₆ O ₁₁		
Steviolbioside	C ₃₂ H ₅₀ O ₁₃		

Çizelge 4.3. *T. spicata* pozitif fenolik bileşen analizi

İsim	Formül	İsim	Formül
Alkaloid / Nitrogenli bileşik		Pigment	
Aconine	C ₂₅ H ₄₁ NO ₉	Carotene-3,3'-dione	C ₄₀ H ₅₂ O ₂
Berberine	C ₂₀ H ₁₈ NO ₄	carotene-3',5'-diol	C ₄₀ H ₅₄ O ₃
Piperine	C ₁₇ H ₁₉ NO ₃	Harderoporphyryin	C ₃₅ H ₃₆ N ₄ O ₆
Tymazoline	C ₁₄ H ₂₀ N ₂ O	Harderoporphyryinogen	C ₃₅ H ₄₂ N ₄ O ₆
Aconine	C ₂₅ H ₄₁ N	Idoxanthin	C ₄₀ H ₅₄ O ₄
Argentine	C ₂₃ H ₂₆ N ₄ O ₃	Mutatoxanthin	C ₄₀ H ₅₆ O ₃
Benzothiazole	C ₇ H ₅ NS	Pheophorbide a	C ₃₅ H ₃₆ N ₄ O ₅
Ceanothine E	C ₃₄ H ₄₀ N ₄ O ₄	Violaxanthin	C ₄₀ H ₅₆ O ₄
Cepharanthine	C ₃₇ H ₃₈ N ₂ O ₆	Phaeophorbide b	C ₃₅ H ₃₄ N ₄ O ₆
Cinnzeylanine	C ₂₂ H ₃₄ O ₈	Pyropheophorbide a	C ₃₃ H ₃₄ N ₄ O ₃
Drotaverine	C ₂₄ H ₃₁ N	Şeker / Karbonhidrat	
Europine	C ₁₆ H ₂₇ N	6-(alpha-Dglucosaminy)-1D-myoinositol	C ₁₂ H ₂₃ NO ₁₀
Haplophytine	C ₃₇ H ₄₀ N ₄ O ₇	glucoside	C ₁₆ H ₂₈ O ₁₀
Heliotrine	C ₁₆ H ₂₇ NO ₆	Isomaltulose	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁
Lasiocarpine	C ₂₁ H ₃₃ N O ₇	Mebeverine metabolite	C ₁₅ H ₁₈ O ₁₀
Parsonsine	C ₂₂ H ₃₃ N O ₈	propanediol 1-glucoside	C ₁₉ H ₃₀ O ₁₀
Trichotomine	C ₃₀ H ₂₀ N ₄ O ₆	İlaç	
Usambarine	C ₃₀ H ₃₄ N ₄	Drotaverine	C ₂₄ H ₃₁ NO ₄

Çizelge 4.3. (devam) *Thymbra spicata* pozitif fenolik bileşen analizi

Berberrubine	C ₁₉ H ₁₆ NO ₄	Ethacridine	C ₁₅ H ₁₅ N ₃ O
Cassythine	C ₁₉ H ₁₉ NO ₅	Meptazinol glucuronide	C ₂₁ H ₃₁ NO ₇
Terminaline	C ₂₃ H ₄₁ NO ₂	Phenacetine	C ₁₀ H ₁₃ NO ₂
Fenolik bileşik / Flavonoid		Repaglinide	C ₂₇ H ₃₆ N ₂ O ₄
Biochanin A	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	Sulfadiazine	C ₁₀ H ₁₀ N ₄ O ₂ S
Butin	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	HDAC inhibitörü	
Eupatorin	C ₁₈ H ₁₆ O ₇	Romidepsin	C ₂₄ H ₃₆ N ₄ O ₆ S ₂
Isokaempferide	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	Trichostatin A	C ₁₇ H ₂₂ N ₂ O ₃
Pentamethoxyflavone	C ₂₀ H ₂₀ O ₈	Ester	
Wogonin	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	Citronellyl alpha-toluate	C ₁₈ H ₂₆ O ₂
Apigenin	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	Diethyl phthalate	C ₂₄ H ₃₈ O ₄
Coriandrone B	C ₁₆ H ₂₀ O ₅	Geranyl acetoacetate	C ₁₄ H ₂₂ O ₃
Euchrenone a6	C ₃₀ H ₃₄ O ₆	Glyceryl lactooleate	C ₂₄ H ₄₄ O ₆
Euchrenone b4	C ₂₇ H ₂₈ O ₇	Glikozit	
Irisresorcinol	C ₂₃ H ₃₈ O ₂	Citrusin B	C ₂₇ H ₃₆ O ₁₃
Lonchocarpenin	C ₂₇ H ₂₈ O ₆	Pisumionoside	C ₁₉ H ₃₂ O ₉
Luteolin	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	Scorzonoside	C ₂₇ H ₃₄ O ₁₂
Velutin	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	Scorzoside	C ₂₁ H ₃₀ O ₈
Celastrol	C ₂₉ H ₃₈ O ₄	Lipit / Yağ asidi	
Cinnzeylanol	C ₂₀ H ₃₂ O ₇	Dihydroxyeicosanoic acid	C ₂₀ H ₄₀ O ₄
Montanol	C ₂₁ H ₃₆ O ₄	furanheptanoic acid	C ₁₈ H ₃₀ O ₃
Spinoflavanone A	C ₂₅ H ₂₄ O ₄	octadecatetraenoic acid	C ₁₈ H ₂₆ O ₃
Tussilagonone	C ₂₁ H ₃₀ O ₃	octadecenoic acid	C ₁₈ H ₃₂ O ₅
Ventinone A	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	Nükleobaz/Nükleozit/Amin	
Peptit		Adenine	C ₅ H ₅ N ₅
Asn Tyr Tyr	C ₂₂ H ₂₆ N ₄ O ₇	Adenosine	C ₁₀ H ₁₃ N ₅ O ₄
Gingerglycolipid A	C ₃₃ H ₅₆ O ₁₄	Queuosine	C ₁₇ H ₂₃ N ₅ O ₇
Glu Arg Glu	C ₁₆ H ₂₈ N ₆ O ₈	Diğer Organik bileşikler	
His Ile Pro	C ₁₇ H ₂₇ N ₅ O ₄	(-)-Bisdechlorogedin	C ₁₇ H ₁₄ O ₇
Ile Gly Phe	C ₁₇ H ₂₅ N ₃ O ₄	(Z)-3-Phenyl-2-propenal	C ₉ H ₈ O
Leu Trp Lys	C ₂₃ H ₃₅ N ₅ O ₄	3-O-Acetylpadmatin	C ₁₈ H ₁₆ O ₈
Lys Thr Gln	C ₁₅ H ₂₉ N ₅ O ₆	AM3102	C ₂₁ H ₄₁ NO ₂
Met Thr Arg	C ₁₅ H ₃₀ N ₆ O ₅ S	Asparanin B	C ₄₅ H ₇₄ O ₁₇
Ser Gln His	C ₁₄ H ₂₂ N ₆ O ₆	Citreoviridinol A1	C ₂₂ H ₂₈ O ₈
Trp Asp Ile	C ₂₁ H ₂₈ N ₄ O ₆	Corchorosol A	C ₂₉ H ₄₄ O ₉
Trp Ile Phe	C ₂₆ H ₃₂ N ₄ O ₄	Dihydrocapsiate	C ₁₈ H ₂₈ O ₄
Val Phe Val	C ₁₉ H ₂₉ N ₃ O ₄	Dihydrofukinolide	C ₂₂ H ₃₂ O ₆
Terpenoid / Saponin		DL-pipecolic acid	C ₆ H ₁₁ NO ₂
Cyclopasifloic acid E	C ₃₁ H ₅₂ O ₈	Ecabet	C ₂₀ H ₂₈ O ₅ S
Cyclopasifloside II	C ₃₇ H ₆₂ O ₁₁	Europine	C ₁₆ H ₂₇ NO ₆
Hovenidulcioside A2	C ₃₈ H ₅₈ O ₁₂	Fabianine	C ₁₄ H ₂₁ NO
Lyciumoside VII	C ₄₄ H ₇₄ O ₂₁	Helilupolone	C ₃₀ H ₃₈ O ₄
Notoginsenoside T1	C ₃₆ H ₆₀ O ₁₀	Herniarin	C ₁₀ H ₈ O ₃
Pseudoginsenoside RT3	C ₄₁ H ₇₀ O ₁₃	MEDICA 16	C ₂₀ H ₃₈ O ₄
Torvoside F	C ₄₅ H ₇₄ O ₁₈	MET-enkephalin	C ₂₇ H ₃₅ N ₅ O ₇ S
LİPİT Sfingolipit		Muscomin	C ₁₈ H ₁₈ O ₇
C16 Sphinganine	C ₁₆ H ₃₅ NO ₂	O-Geranylvanillin	C ₁₈ H ₂₄ O ₃
C-2 Ceramide	C ₂₀ H ₃₉ NO ₃	Panaquinquecol 7	C ₁₇ H ₂₄ O ₃
N-linoleoyl valine	C ₂₃ H ₄₁ NO ₃	PGDM	C ₁₆ H ₂₄ O ₇
5alpha-Cholestane	C ₂₇ H ₄₈	Polhovolid	C ₂₃ H ₃₂ O ₈
Ursololactone	C ₃₂ H ₅₀ O ₄	U-83836E	C ₃₀ H ₄₄ N ₆ O ₂
Secobryononic acid	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	Uriolide	C ₄₀ H ₅₄ O ₅
Eikosanoid/Prostanoid		Xestoaminol C	C ₁₄ H ₃₁ NO
[7]-Paradol	C ₁₈ H ₂₈ O ₃	D-Tartaric acid	C ₄ H ₆ O ₆
3-methoxy Limaprost	C ₂₃ H ₄₀ O ₆	propenoic acid	C ₂₀ H ₁₈ O ₈

Çizelge 4.3. (devam) *Thymbra spicata* pozitif fenolik bileşen analizi

ent-8-deoxy-J2-IsoP	C ₂₀ H ₂₈ O ₃	Yüzey aktif (noniyonik)	
Fluprostenol Lactone Diol	C ₁₈ H ₁₉ F ₃ O ₅	Nonoxynol-9	C ₃₃ H ₆₀ O ₁₀
Isopentyl gentiobioside	C ₁₇ H ₃₂ O ₁₁	Polidocanol	C ₃₀ H ₆₂ O ₁₀
Makrolid		Ketolid (makrolid)	
Oligomycin A	C ₄₅ H ₇₄ O ₁₁	Telithromycin	C ₄₃ H ₆₅ N ₅ O ₁₀
Keton		Ester/Tuz	
3,3',4,4'-tetrone	C ₂₀ H ₂₂ O ₄	Dichloroacetate	C ₂ H ₂ Cl ₂ O ₂
one	C ₂₉ H ₅₀ O ₄	furanbutanoate	C ₁₃ H ₂₀ O ₃
Kumarin		Toksin	
4-Hydroxycoumarin	C ₉ H ₆ O ₃	Pectenotoxin 1	C ₄₇ H ₇₀ O ₁₅
Vitamin Benzeri		Ritterazine A	C ₅₄ H ₇₆ N ₂ O ₁₀
Choline	C ₅ H ₁₄ NO	Aflatoxin ExB2	C ₁₉ H ₁₈ O ₇
Fosfolipit (oksitlenmiş PC)		Aflatoxin G2	C ₁₇ H ₁₄ O ₇
POV-PC	C ₂₉ H ₅₇ NO ₉ P	Methylmercury chloride	CH ₃ ClHg
Amid		Aldehit	
C-2Ceramide	C ₂₀ H ₃₉ N	(methylidithio)propanal	C ₅ H ₁₀ O
Halojenli bileşik		Diğer	
2,2-Dichloro-1,1-ethanediol	C ₂ H ₄ Cl ₂ O ₂	(±)10-Gingerol	C ₂₁ H ₃₄ O ₄
Amino asit		13-hydroxy	C ₂₀ H ₃₂ O ₂
DL-pipecolicacid	C ₆ H ₁₁ N	furanpropionate	C ₁₁ H ₁₆ O ₃
Steroid		gingerdiol	C ₂₄ H ₃₈ O ₆
5alpha-Cholestane	C ₂₇ H ₄₈	Meptazinolglucuronide	C ₂₁ H ₃₁ N
Triamcinolone diacetate	C ₂₅ H ₃₁ FO ₈	Pinostilbenoside	C ₂₁ H ₂₄ O ₈
Aminoglikozid antibiyotik		Propenyl phenol	C ₁₁ H ₁₄ O ₂
Neomycin B	C ₂₃ H ₄₆ N ₆ O ₁₃	Sophoroside	C ₂₀ H ₂₇ N
Neomycin C	C ₂₃ H ₄₆ N ₆ O ₁₃		

4.3. *T. spicata* Ekstresinin *P. citri* Üzerine Etkileri

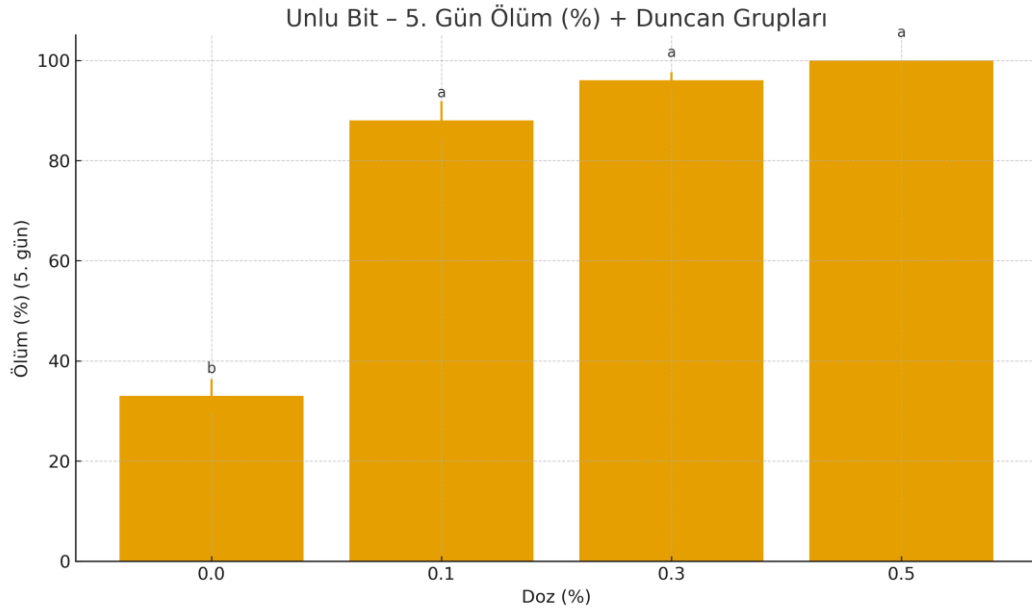
T. spicata ekstresi ile unlu bitler üzerinde %0,1, %0,3 ve %0,5 dozlarında gerçekleştirilen uygulamalarda beş günlük takip sonucunda elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Bitki ekstresinin artan dozlarının ölüm oranlarını anlamlı biçimde etkilediği tespit edilmiştir (*F*(3,36) = 52.84, *p* < .001). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, %0,1, %0,3 ve %0,5'lik uygulamalar aynı istatistiksel grupta (a) yer alırken, kontrol grubu (b) anlamlı biçimde daha düşük ölüm oranına sahiptir (Şekil 3.16). Bu bulgu, ekstrenin en düşük dozunun bile zararlı üzerinde belirgin bir toksik etki oluşturduğunu göstermektedir.

Beşinci gün sonunda ortalama ölüm oranı kontrol grubunda %38,0 iken, %0,1–%0,5 doz aralığında %90'ın üzerindedir. Bu sonuçlara göre LC₅₀ değeri 0,0309% olarak hesaplanmış; LT₅₀ değerleri ise dozla ters orantılı olarak azalmıştır (Çizelge 4.5.). Sonuçlar incelendiğinde doz arttıkça %50 ölüm oranına ulaşmak için geçen süre azaldığı görülmektedir. LT₅₀ değerleri, doz arttıkça ölümün gerçekleştiği sürenin belirgin biçimde azaldığını göstermektedir. Kontrolde %50 ölüm 5 günü aşarken, %0,5 dozda yaklaşık 2,2

günde %50 ölüm gerçekleşmiştir. Bu, ekstresin etkinliğinin dozla doğru orantılı olarak arttığını ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.4. Unlu Bit – LT_{50} (Probit Regresyon Sonuçları)

Doz (%)	LT_{50} (gün)	95% Güven Aralığı	R^2
0.0	6.22	(6.14 – 6.30)	0.982
0.1	2.67	(2.65 – 2.69)	0.987
0.3	2.36	(2.33 – 2.39)	0.994
0.5	2.19	(1.82 – 2.56)	0.991



Şekil 4.3. Unlu Bit – 5. Gün Ortalama Ölüm (%) ve Duncan Grupları

Çizelge 4. 5. *P. citri* bireylerinde *T. spicata* ekstraktının farklı konsantrasyonlarda ölüm oranları

Dozaj (%)	Tekerrür	Süre (gün)									
		1. Gün		2. Gün		3. Gün		4. Gün		5. Gün	
		Canlı	Ölü	Canlı	Ölü	Canlı	Ölü	Canlı	Ölü	Canlı	Ölü
Kontrol	T1	9	1	8	2	7	3	7	3	6	4
	T2	9	1	8	2	6	4	6	4	6	4
	T3	9	1	8	2	6	4	5	5	5	5
	T4	8	2	7	3	7	3	6	4	6	4
	T5	10	0	9	1	9	1	8	2	8	2
	T6	10	0	10	0	9	1	9	1	8	2
	T7	8	2	7	3	7	3	6	4	6	4
	T8	10	0	10	0	8	2	7	3	7	3
	T9	10	0	9	1	8	2	8	2	7	3
	T10	10	0	10	0	9	1	8	2	8	2
0.1	T1	9	1	6	4	4	6	2	8	0	10
	T2	8	2	6	4	3	7	0	10	0	10
	T3	7	3	6	4	2	8	0	10	0	10
	T4	9	1	7	3	5	5	2	8	1	9
	T5	9	1	6	4	5	5	3	7	2	8
	T6	8	2	7	3	6	4	5	5	3	7
	T7	7	3	6	4	5	5	4	6	0	10
	T8	9	1	6	4	3	7	2	8	1	9
	T9	8	2	6	4	5	5	3	7	2	8
	T10	7	3	6	4	5	5	4	6	3	7
0.3	T1	7	3	5	5	3	7	1	9	1	9
	T2	8	2	6	4	4	6	2	8	0	10
	T3	9	1	7	3	4	6	1	9	0	10
	T4	8	2	6	4	3	7	2	8	1	9
	T5	7	3	5	5	3	7	1	9	1	9
	T6	8	2	6	4	4	6	2	8	0	10
	T7	9	1	7	3	4	6	1	9	0	10
	T8	7	3	5	5	3	7	1	9	1	9
	T9	8	2	6	4	4	6	2	8	0	10
	T10	9	1	7	3	4	6	1	9	0	10
0.5	T1	9	1	7	3	5	5	2	8	0	10
	T2	8	2	6	4	4	6	0	10	0	10
	T3	8	2	7	3	5	5	2	8	0	10
	T4	8	2	6	4	3	7	1	9	0	10
	T5	8	2	6	4	5	5	2	8	0	10
	T6	9	1	7	3	2	8	0	10	0	10
	T7	8	2	4	6	2	8	0	10	0	10
	T8	8	2	6	4	2	8	0	10	0	10
	T9	8	2	5	5	2	8	1	9	0	10
	T10	8	2	6	4	2	8	0	10	0	10

P. citri üzerinde bitkisel ekstraktların insektisit etkisini araştıran pek çok çalışmada, özellikle Thymbra, Thymus ve Origanum türlerine ait bitki ekstraktların yüksek ölüm oranları oluşturduğu belirtilmiştir. Pavela vd., (2016), monoterpen (karvakrol–timol vb.) açısından zengin bitkisel ekstraktların *P. citri* bireylerinde hücre zarının bütünlüğünü bozarak hızlı bir şekilde ölüme neden olduğunu ifade etmiştir. Bizim çalışmamızda %0,3 ve %0,5 konsantrasyonlarında ikinci günden itibaren belirgin bir ölüm artışı gözlemlenmesi, gerçekleştirdiğimiz çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Aynı şekilde, Cloyd vd., (2007), *Planococcus* türlerinin bitkisel kaynaklı bileşenlere yüksek düzeyde hassasiyet gösterdiğini ve ölüm oranlarının genellikle dozun artışıyla hızla yükseldiğini rapor etmiştir. Bu araştırmada %0,5 konsantrasyondaki kısa sürede neredeyse tüm bireylerin ölmesi, *P. citri*'nin bitkisel ekstraktlara karşı duyarlı bir hedef zararlı olduğunu kanıtlamaktadır.

Ouryemchi vd., (2024) *Olea europaea* L. yapraklarından soxhlet yöntemiyle elde ettikleri özütün *Aphis fabae* üzerinde güçlü bir kovucu etki yarattığını ve bu etkinin özütün polifenol ve flavonoid bileşenleriyle bağlantılı olabileceğini belirtmiştir. Aynı şekilde, Şimşek vd., (2023) *Cannabis sativa* L. 'nin metanol özütlerinin farklı yaprak biti türleri üzerindeki etkilerini inceleyerek *A. fabae*'de %91,76'ya kadar ölüm oranları tespit etmiştir. Bu sonuçlar, çalışmamızda *T. spicata* özütünün *P. citri* üzerinde %0,1- %0,5 doz aralığında beşinci günün sonunda %90'dan fazla ölüm oranı sağlamasıyla örtüşmektedir.

Acheuk vd., (2017) *Artemisia judaica* L. etanol ekstraktının *A. fabae* üzerinde hızla %100 ölüm oranı sağladığını ve bu etkinin bitkinin fenolik bileşikler açısından zengin olmasından kaynaklanabileceğini ifade etmiştir. Araştırmamızda elde edilen LC₅₀ değerinin %0,0309 gibi oldukça düşük bir seviyede bulunması, *T. spicata* ekstraktının *P. citri* üzerinde yüksek derecede biyolojik etkinliğe sahip olduğunu ve düşük dozlarda bile etkili bir insektisit etkisi yarattığını göstermektedir.

Mentha ve *Thymus* türleri üzerine gerçekleştirilen araştırmalar da, elde ettiğimiz bulguları desteklemektedir. Gedik vd. (2022), *Mentha longifolia* L. çeşidinin uçucu yağının yaprak bitleri üzerinde hem öldürücü hem de uzaklaştırıcı etkiler sağladığını belirtmiştir. Çoşkun vd., (2021) ise *Thymus algeriensis* Boiss. Uçucu yağındaki temel bileşenleri γ -terpinen (%8,81), p-simen (%10,83) ve karvakrol (%61,5) olarak tanımlamış ve *A. fabae*'de %75,51 ölüm oranı elde ettiklerini bildirmiştir. Araştırmamızda yapılan GC-MS analizleri sonucunda *T. spicata* ekstraktında karvakrolün (%54,74) ana bileşen olarak tespit edilmesi ve *P. citri* üzerinde yüksek ölüm oranlarının görülmesi, kekik türlerinin böcek öldürücü etkisinde karvakrolün önemli bir bileşen olduğunu göstermektedir.

Elde ettiğimiz sonuçlar değerlendirildiğinde, doz ve süre arttıkça *P. citri*'lerde belirgin bir ölüm oranı artışı gözlenmiştir. Literatür ile de uyumlu olan sonuçlar, *T. spicata* ekstresinin unlu bit zararlısı ile mücadelede etkili bir doğal pestisit alternatifi olabileceğini işaret etmektedir.

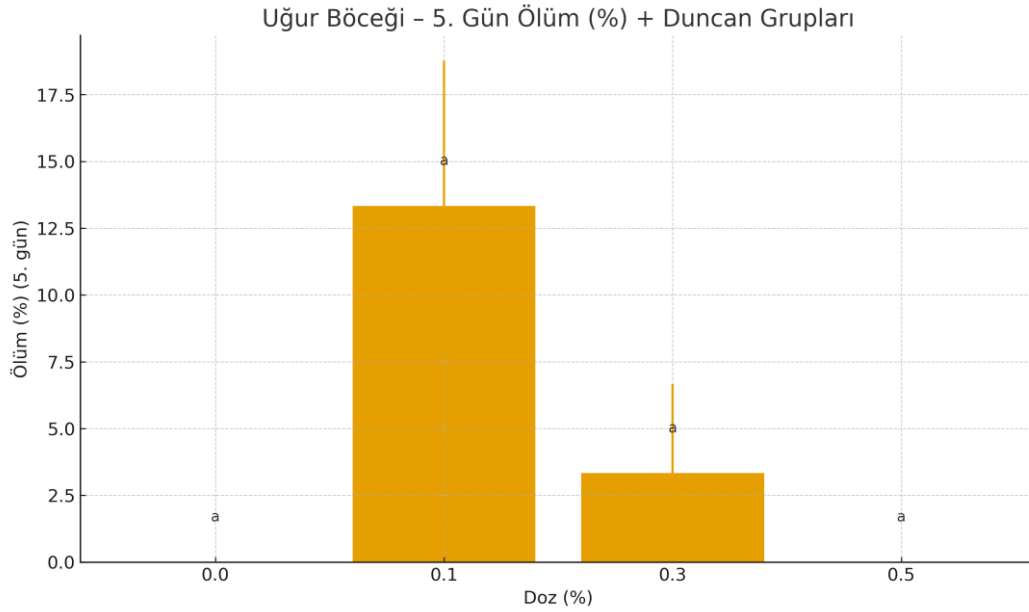
4.4. *T. spicata* Ekstresinin *Cryptolaemus montrouzier* Üzerine Etkileri

P. citri'nin doğal düşmanı olan uğur böcekleri üzerinde yapılan denemelerde, ekstrenin farklı dozlarının ölüm oranları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamıştır ($*F(3,36) = 1.02$, $*p = .39$). Duncan testi sonuçlarına göre tüm gruplar aynı istatistiksel harf grubunda (a) yer almaktadır. Beşinci gün sonunda tüm gruplarda ölüm oranı %0–10 arasında seyretmiştir (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. *C. montrouzieri* erginlerinde *T. spicata* ekstraktının uygulama sonrası ölüm oranları

Dozaj (%)	Tekerrür	Süre (gün)									
		1. Gün		2. Gün		3. Gün		4. Gün		5. Gün	
		Canlı	Ölü	Canlı	Ölü	Canlı	Ölü	Canlı	Ölü	Canlı	Ölü
Kontrol	T1	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T2	2	1	2	0	2	0	2	0	2	0
	T3	3	0	3	0	2	1	2	0	2	0
	T4	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T5	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T6	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T7	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T8	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T9	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T10	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
0.1	T1	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T2	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T3	2	1	2	0	2	0	2	0	1	1
	T4	3	0	3	0	3	0	3	0	2	1
	T5	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T6	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T7	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T8	2	1	2	0	2	0	2	0	1	1
	T9	3	0	3	0	3	0	3	0	2	1
	T10	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
0.3	T1	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T2	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T3	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T4	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T5	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T6	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T7	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T8	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T9	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T10	3	0	3	0	2	1	2	0	2	0
0.5	T1	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T2	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T3	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T4	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T5	3	0	3	0	2	1	2	0	2	0
	T6	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T7	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T8	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
	T9	3	0	3	0	2	1	2	0	2	0
	T10	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0

Bu bulgular, ekstrenin hedef zararlı üzerinde öldürücü etki gösterirken, doğal düşman türü olan uğur böcekleri için güvenli olduğunu göstermektedir. LC_{50} ve LT_{50} değerleri %0,5 dozda dahi %50 ölüm elde edilemediği için hesaplanamamış; dolayısıyla $LC_{50} > 0,5\%$ ve $LT_{50} > 5$ gün olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4. 4. Uğur Böceği – 5. Gün Ortalama Ölüm (%) ve Duncan Grupları

Deneyin sonucunda, farklı *T. spicata* konsantrasyonlarına maruz kalan *C. montrouzieri* örneklerinin ortalama ölü ve canlı sayıları Çizelge 4. 7'de sunulmuştur. %0,1 oranındaki çözeltide ortalama 0,75 bireyde ölüm gözlemlenirken, %0,3 ve %0,5 oranlarındaki çözeltilerde hiçbir ölüm durumu ortaya çıkmamıştır. İstatistiksel olarak, uygulanmış olan dozlar arasında kayda değer bir fark tespit edilmemiştir ve bu dozların *C. montrouzieri* için güvenli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4. 7. *C. montrouzieri* sayılarının *T. spicata* dozlarına bağlı değişimi

Çözelti (%)	<i>C. montrouzieri</i> Ergin Sayıları*	
	Canlı (adet)	Ölü (adet)
Kontrol	2,85	0,15
0,1	2,25	0,75
0,3	3,00	0,00
0,5	3,00	0,00

*Sonuçlar 10 tekrerrün ortalaması olarak verilmiştir.

Beşinci gün sonunda, değişik dozlarda uygulanan bitkisel ekstraktın *C. montrouzieri* erginleri üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama ölüm oranının %0,1 dozunda meydana geldiği görülmektedir. Bu dozda ölüm oranı yaklaşık %13–15 seviyelerine ulaşmıştır. Öte yandan, %0,3 dozundaki ölüm oranı daha düşük kalmış, kontrol ve %0,5 dozunda ise çok az ölüm gözlemlenmiştir.

Günlere göre yapılan analizde, uygulamanın süresi uzadıkça canlı birey sayısında aşamalı bir düşüş, buna bağlı olarak ölü birey sayısında bir artış meydana geldiği gözlemlenmiştir. Ancak bu değişikliğin düşük seviyelerde gerçekleştiği ve ani bir ölüm oranı artışının tespit edilmediği anlaşılmıştır.

Çizelge 4. 8. *C. montrouzieri* sayılarının süreye bağlı değişimi

Gün	<i>C. montrouzieri</i> ergin sayıları	
	Canlı (adet)	Ölü (adet)
1	2,93	0,07
2	2,92	0,08
3	2,88	0,12
4	2,85	0,15
5	2,78	0,22

Bitkisel ekstraktların entegre mücadeledeki kullanılabilirliği açısından en mühim faktörlerden biri, doğal düşmanlar üzerindeki olumsuz etkilerinin minimal olmasıdır. Bu bağlamda, araştırmamızda *C. montrouzieri* yetiştikleri üzerinde yapılan testlerde, *T. spicata* özünün %0,3 ve %0,5 dozlarındaki ölüm oranlarının oldukça düşük olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı bir zehirleyici etki göstermediği tespit edilmiştir. Bu durum, özün hedef zararlısı *P. citri* üzerinde yüksek öldürücü bir etkiye sahipken, avcı böcekler için nispeten güvenli bir profile sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Literatürdeki benzer araştırmalar da bu sonuçlarla uyum göstermektedir. Örneğin, Michaud, (2002) biyolojik kontrol ajansı olarak kullanılan *C. montrouzieri*'nin çeşitli pestisitler ve bitkisel bileşiklere karşı duyarlılık sergilediğini, ancak bazı doğal ürünlerin ergin böcekler üzerindeki toksik etkilerinin sınırlı olduğunu bildirmiştir. Benzer bir şekilde, Kim vd. (2023) çalışmalarında, kekik ve biberiye gibi uçucu yağların yararlı böcekler üzerindeki etkilerini incelemiş ve düşük dozların toksisitesinin oldukça az olduğunu ifade etmiştir. Bu çerçevede, *T. spicata* ekstresinin de doğal bir alternatif olarak

zararlı kontrolünde biyolojik dengeyi bozmayacak şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir.

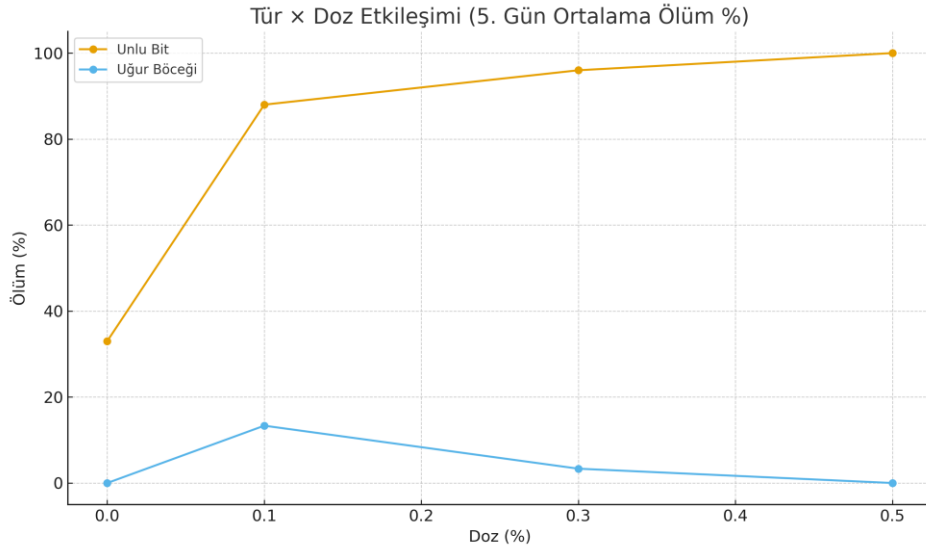
C. montrouzieri, biyolojik kontrolde yaygın olarak kullanılan önemli bir avcı türdür ve bitkisel ekstraktların bu tür üzerindeki etkileri, özellikle hedef dışı etkiler bağlamında daha önce incelenmiştir. Isman, (2020), Regnault-Roger vd., (2012) bitkisel özlerin genellikle yararlı böcekler üzerinde zararlılara kıyasla daha az toksik olduğunu bildirmiş; ancak yüksek dozlar ve uzun süreli maruziyet durumlarında olumsuz etkilerin oluşabileceğini de belirtmiştir.

Bu çalışmada, düşük ve orta konsantrasyonlarda (özellikle %0,1 ve kısmen %0,3) *C. montrouzieri* bireylerinde zamanla artan ölüm oranlarına rağmen, erken dönemde ani ölümlerin gözlenmemesi literatürle tutarlı bir bulgudur Zhu vd., (2011). *C. montrouzieri*'nin monoterpen içeren bitkisel özlere karşı göreceli bir tolerans sergileyebileceğini, fakat maruziyet süresi uzadıkça toksik etkinin kendini gösterdiğini bildirmiştir.

Bunun yanında, %0,5 konsantrasyonunda ölüm oranlarının hızla artması, bitkisel ekstraktların yüksek dozlarda seçiciliğini kaybedebileceğini göstermektedir. Bu durum, özellikle biyolojik kontrol programlarında doz optimizasyonunun önemli olduğunu vurgulayan literatüre paralel bir durumu işaret etmektedir (Desneux vd., 2007).

4.5. Tür × Doz Etkileşimi

İki faktörlü varyans analizi sonuçlarına göre tür ve doz etkileşimi anlamlı bulunmuştur ($*F(3,72) = 47,16$ $*p < .001$). Şekil 4.5'te görüldüğü üzere, doz arttıkça unlu bitlerde ölüm oranı hızla yükselirken, uğur böceklerinde ölüm oranı sabit kalmaktadır. Bu durum, bitki ekstresinin türlere özgü bir toksisiteye sahip olduğunu ve biyoselektif bir etki gösterdiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 4. 5. Tür x Doz Etkileşimi (5. Gün Ortalama Ölüm %)

Sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, uygulanan bitki ekstresi; zararlı tür olan *P. citri* üzerinde yüksek doz-bağımlı mortalite oluştururken, doğal düşman olan uğur böcekleri üzerinde biyolojik güvenlik açısından risk taşımamaktadır. Bu durum, ekstrenin biyopestisit olarak kullanılabilirliğine işaret etmektedir. Özellikle LC_{50} ve LT_{50} değerlerinin düşük olması, hızlı ve etkili bir öldürme kapasitesini; uğur böceklerinde etkisiz kalması ise seçiciliği desteklemektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, *Thymbra spicata* bitkisinden elde edilen ekstaktın, turunçgil unlu biti (*Planococcus citri*) ile bu zararlının biyolojik kontrolünde kullanılan doğal düşman *C. montrouzieri* erginleri üzerindeki pestisidal etkisi incelenmiştir. Araştırma, kontrollü iklim şartlarında gerçekleştirilmiş ve farklı konsantrasyonlardaki ekstraktların her iki tür üzerindeki etkileri yaprak disk dalma yöntemi ile analiz edilmiştir.

Bitkisel ekstaktın *P. citri* üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde beşinci gün sonunda ortalama ölüm oranı kontrol grubunda %38,0 iken, %0,1–%0,5 doz aralığında %90'ın üzerindedir. Sonuçlar incelendiğinde doz arttıkça %50 ölüm oranına ulaşmak için geçen süre azaldığı görülmektedir. Kontrolde %50 ölüm 5 günü aşarken, %0,5 dozda yaklaşık 2,2 günde %50 ölüm gerçekleşmiştir. Bu, ekstresin etkinliğinin dozla doğru orantılı olarak arttığını ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgulara göre, *T. spicata* ekstaktın *P. citri* bireyleri üzerinde ciddi bir zehirleyici etkisi olduğu tespit edilmiştir. Deneme sürecinin ilerlemesiyle birlikte ölüm oranlarının yükseldiği, özellikle yüksek konsantrasyonlarda etkilerin hızla belirgin hale geldiği gözlemlenmiştir. Uygulamanın ilk günlerinden itibaren zarar veren bireylerde ölüm oranlarının arttığı, sonraki günlerde ise bu etkinin daha da yoğunlaştığı belirlenmiştir. En yüksek konsantrasyonlarda, deneme sürecinin ilk aşamalarında bile yüksek ölüm oranlarına ulaşılmış, ilerleyen günlerde ise zararlı bireylerde neredeyse tam ölüm oranları elde edilmiştir. Bu durum, *T. spicata* ekstaktının *P. citri* ile mücadelede hızlı ve etkili bir etki mekanizması sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, bitkisel kaynaklı ekstraktların zararlı popülasyonları kontrol etmede etkili olabileceğini ve kimyasal pestisitler için bir alternatif olarak göz önünde bulundurulabileceğini desteklemektedir.

Ekstaktın *C. montrouzieri* yetiştiklinleri üzerindeki etkileri incelendiğinde, beşinci gün sonunda, değişik dozlarda uygulanan bitkisel ekstaktın en yüksek ortalama ölüm oranının %0,1 dozunda meydana geldiği görülmektedir. Bu dozda ölüm oranı yaklaşık %13–15 seviyelerine ulaşmıştır. Öte yandan, %0,3 dozundaki ölüm oranı daha düşük kalmış, kontrol ve %0,5 dozunda ise çok az ölüm gözlemlenmiştir. Bu da uygulanan konsantrasyonların doğal düşman olan *C. montrouzieri* üzerinde oldukça hafif bir toksik etki yarattığı görülmüştür. Deney süresi boyunca yetiştiklin bireylerdeki ölüm oranlarının düşük seviyelerde seyrettiği ve uygulamalar arasında belirgin bir farklılık olmadığı

saptanmıştır. Bu durum, *T. spicata* ekstraktının avcı böcek *C. montrouzieri* üzerinde olumsuz bir etki göstermediğini ve biyolojik mücadele unsurlarıyla uyumlu olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, yapılan araştırmalar *T. spicata* bitkisi ekstraktının *P. citri* üzerinde düşük miktarlarda bile güçlü ve hızlı bir pestisit etki gösterdiğini, ancak *C. montrouzieri* yetişkinleri üzerinde sınırlı bir etkisi bulunduğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu bakımdan, *T. spicata* ekstraktının, turuncgil unlu bitine karşı uygulanan entegre mücadele yöntemlerinde kimyasal böcek ilaçlarına çevre dostu ve seçici bir seçenek olarak değerlendirilebilecek bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir.

5.2. Öneriler

Bu tez çalışması sonucunda elde edilen bulgular ışığında, *T. spicata* bitkisi ekstraktının tarımda zararlılarla mücadeledeki potansiyelinin daha net bir şekilde ortaya konulabilmesi için bazı öneriler geliştirilmiştir. İlk olarak, ekstraktın çeşitli formülasyonlarının hazırlanarak sera ve açık hava koşullarında test edilmesi, laboratuvar ortamında elde edilen sonuçların pratik uygulamalara aktarılması açısından önem taşımaktadır.

Gelecek araştırmalarda, ekstraktın *P. citri*'nin çeşitli biyolojik evreleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi önerilebilir. Böylece uygulama zamanlaması daha etkin biçimde belirlenebilir ve mücadele başarısı artırılabilir. Ayrıca, ekstraktın uzun süreli kullanımının zararlı popülasyonlar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi için çalışmalar yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Biyolojik mücadele açısından incelendiğinde, *T. spicata* ekstraktının *C. montrouzieri* ile uyumlu olması önemli bir avantaj sunmaktadır. Bu nedenle, ekstraktın diğer yararlı böcek türleri üzerindeki etkilerinin de araştırılması entegre mücadele programlarında güvenli kullanıma yönelik olanakların genişletilmesine yardımcı olacaktır.

Bu doğrultuda, *T. spicata* ekstresinin de benzer doğal bileşenlerle uyumlu olarak biyolojik olarak etkili fakat toksik olmayan bir alternatif olarak değerlendirilebileceği söylenebilir. Bununla birlikte, bitkisel ekstraktların toksik etkilerinin; uygulama dozu, yaşam evresi, tür ve uygulama biçimine bağlı olarak değişiklik gösterebileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, gelecekte yapılacak çalışmalarda *C. montrouzieri*'nin larva ve yumurta evrelerinde de toksisite analizi gerçekleştirilmeli ve farklı dozlar, süreler ve

uygulama yöntemleri karşılaştırmalı olarak incelenmelidir. Böylece, ekstraktın entegre zararlı yönetimi stratejilerindeki rolü daha net bir şekilde belirlenebilir.



KAYNAKLAR

- Acheuk, F., Lakhdari, W., Abdellaoui, K., Belaid, M., Allouane, R., ve Halouane, F. (2017). Aphicidal Potential Of The Essential Oil Isolated From Pistacia Lentiscus Against The Larvae Of Aphis Spiraecola, Vector Of Multiple Phytoviruses. The Journal "Agriculture and Forestry", 63(1).
<https://doi.org/10.17707/AgricultForest.63.1.11>
- Afifi, A. I., Arnaouty, S. A. E., Attia, A. R., ve Alla, A. E.-M. A. (2010). Biological Control of Citrus Mealybug, Planococcus citri (Risso.) using Coccinellid Predator, Cryptolaemus montrouzieri Muls. Pakistan Journal of Biological Sciences, 13(5), 216-222. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2010.216.222>
- Ahmed, N., Abd-Rabou, S. (2010). Host plants, geographical distribution, natural enemies and biological studies of the citrus mealybug, Planococcus citri (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae). Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology, 3(1), 39-47. <https://doi.org/10.21608/eajbsa.2010.15207>
- Akdoğan, A. (2012). Bazı Pestöğtlerögn Kromatograföğk Ayrılmaları Ve Tayöğnleröğ.
- Alkan, M., Gökçe ve A., Kara, K. (2017). Bazı bitki ekstraktlarının Patates böceöği (Coleoptera: Chrysomelidae) üzerindeki mide zehiri aktivitesi. Bitki Koruma Bülteni, 57(3), 305-315. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.297213>
- Baser, K. H. C., Kirimer, N., Tümen, G. (1993). Composition of the Essential Oil of Origanum majorana L. from Turkey. Journal of Essential Oil Research, 5(5), 577-579. <https://doi.org/10.1080/10412905.1993.9698283>
- Başer, K. H. C., Zek, T., Demirci, B., Duman, H. (2000). Composition of the essential oil of Prangos heyneae H. Duman et M. F. Watson, a new endemic from Turkey. Flavour and Fragrance Journal, 15(1), 47-49. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1026\(200001/02\)15:1%253C47::AID-FFJ869%253E3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1026(200001/02)15:1%253C47::AID-FFJ869%253E3.0.CO;2-9)
- Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. International Journal of Food Microbiology, 94(3), 223-253. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>
- Cid vd. (2010). Characterization of the Probing and Feeding Behavior of Planococcus citri (Hemiptera: Pseudococcidae) on Grapevine. Annals of the Entomological Society of America, 103(3), 404-417. <https://doi.org/10.1603/an09079>
- Cloyd, R. A., Chiasson, H. (2007). Activity of an Essential Oil Derived from Chenopodium ambrosioides on Greenhouse Insect Pests. Journal of Economic Entomology, 100(2), 459-466. [https://doi.org/10.1603/0022-0493\(2007\)100%255B459:AOAEO%255D2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0022-0493(2007)100%255B459:AOAEO%255D2.0.CO;2)
- Cura, M. S. (2019). Azadirachtin'in farklı dozlarının bazı faydalı böcekler üzerine etkileri (Master's thesis, Bursa Uludağ University (Turkey)).
- Çoşkun, Y., Taş, İ., Oral, A., Tütenocaklı, T., Türker, G. (2021). Kekik Uçucu Yağı Bileşenlerinden Timol, Karvakrol ve Alfa-Terpinen'in Yabani Yulaf Üzerine Allelopatik Etkileri.

- Desneux, N., Decourtye, A., Delpuech, J.-M. (2007). The Sublethal Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods. *Annual Review of Entomology*, 52(1), 81-106. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.52.110405.091440>
- Diab, F., Khalil, M., Lupidi, G., Zbeeb, H., Salis, A., Damonte, G., Bramucci, M., Portincasa, P., Vergani, L. (2022). Influence of Simulated In Vitro Gastrointestinal Digestion on the Phenolic Profile, Antioxidant, and Biological Activity of *Thymbra spicata* L. Extracts. *Antioxidants*, 11(9), 1778. <https://doi.org/10.3390/antiox11091778>
- Elgendy, E. M., Ibrahim, H. S., Elmecherry, H. F., Sedki, A. G., Mekhemer, F. U. (2017). Chemical and Biological Comparative in Vitro Studies of Cinnamon Bark and Lemon Peel Essential Oils. *Food and Nutrition Sciences*, 08(01), 110-125. <https://doi.org/10.4236/fns.2017.81008>
- Elkhair, E. K. A. (2014). Antidermatophytic Activity of Essential Oils against Locally Isolated *Microsporum canis* in Gaza Strip. *Natural Science*, 06(09), 676-684. <https://doi.org/10.4236/ns.2014.69067>
- Rosa, E. Aliya Az Zahra, Lili Chrisnawati, Gina Dania Pratami, Mohammad Kanedi (2025) *Cymbopogon nardus* L. Etanol Ekstraktının Kahve Unluböceğine (*Planococcus citri* Riso.) Karşı Böcek Öldürücü Etkisi. *Güney Asya Res J Bio Appl Biosci* , 7 (2), 123-126.
- Bayındır Erol, A., Günal, B., Semiz, G., Birgücü, A. K. (2023). *Thymbra spicata* subsp. *spicata* L. uçucu yağının *Aphis gossypii* glover (hemiptera: aphididae) üzerinde insektisidal etkisinin belirlenmesi.
- Eruygur, N., Koçyiğit, Ü. M., Ataş, M., Çevik, Ö., Gökalp, F., Taslımi, P., ve Gülçin, İ. (2021). Composition characterization and biological activity study of *Thymbra spicata* l. Var. *Spicata* essential oil. *Cumhuriyet Science Journal*, 42(3), 565-575. <https://doi.org/10.17776/csj.911818>
- Farhan, M., Pan, J., Hussain, H., Zhao, J., Yang, H., Ahmad, I., Zhang, S. (2024). Aphid-Resistant Plant Secondary Metabolites: Types, Insecticidal Mechanisms, and Prospects for Utilization. *Plants*, 13(16), 2332. <https://doi.org/10.3390/plants13162332>
- Franco, J. C., Zada, A., Mendel, Z. (2009). Novel Approaches for the Management of Mealybug Pests. İçinde I. Ishaaya A. R. Horowitz (Ed.), *Biorational Control of Arthropod Pests* (ss. 233-278). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2316-2_10
- Gedik, O., Kocabaş, Y. Z., Çinar, O. (2022). *Mentha longifolia* subsp. *Typhoides* Alt Türüne Ait İki Farklı Varyetenin Uçucu Yağ Bileşenlerinin Belirlenmesi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 12(2), 131-137. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1096208>
- Isman, M. B. (2020). Botanical Insecticides in the Twenty-First Century—Fulfilling Their Promise? *Annual Review of Entomology*, 65(1), 233-249. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025010>

- Kairo, M. T. K., Paraiso, O., Gautam, R. D., Peterkin, D. D. (2013). *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coccinellidae: Scymninae): a review of biology, ecology, and use in biological control with particular reference to potential impact on non-target organisms. CABI Reviews, 1-20. <https://doi.org/10.1079/pavsnr20138005>
- Kasap, İ. (2016). The effect of two different botanical extracts on *Aphis gossypii* Glover 1877 (Hemiptera: Aphididae) and *Tetranychus urticae* Koch 1836 (Acari: Tetranychidae). Turkish Journal of Entomology, 40(2). <https://doi.org/10.16970/ted.43736>
- Kaya, A. (2024). Lamiaceae Familyasının Tüy Morfolojisi Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 48(3), 34-34. <https://doi.org/10.33483/jfpau.1430569>
- Kerns, D., Wright, G., Loghry, J. (2004). Citrus mealybug (*Planococcus citri*). Citrus Arthropod Pest Management in Arizona.
- Khadem, A. G., Chin, N. L., Mokhtar, A. S., ve Hong, W. (2022). Potential Use of Fermented Plant Extracts as Biological Control Agents for Citrus Mealy Bugs, *Planococcus citri*.
- Khalil, M., Piccapane, F., Vacca, M., Celano, G., Mahdi, L., Perniola, V., Apa, C. A., Annunziato, A., Iacobellis, I., Procino, G., Calasso, M., De Angelis, M., Caroppo, R., Portincasa, P. (2024). Nutritional and Physiological Properties of *Thymbra spicata*: In Vitro Study Using Fecal Fermentation and Intestinal Integrity Models. Nutrients, 16(5), 588. <https://doi.org/10.3390/nu16050588>
- Kılıç, T. (2006). Analysis of Essential Oil Composition of *Thymbra spicata* var. *spicata*: Antifungal, Antibacterial and Antimycobacterial Activities. Zeitschrift Für Naturforschung C, 61(5-6), 324-328. <https://doi.org/10.1515/znc-2006-5-604>
- Kim, S.-I., Boo, K.-H., Na, Y.-E., Tak, J.-H. (2023). Screening of insecticidal activity of plant essential oils and extract-based formulations against four agricultural insect pests and their risk assessment. Journal of Asia-Pacific Entomology, 26(4), 102127. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2023.102127>
- Kirişik, M., Kahraman, T., Erler, F. (2020). *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk)'nin *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae)'ye karşı farklı yöntemlerle etkisinin belirlenmesi. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 11(1), 55-63. <https://doi.org/10.31019/tbmd.620020>
- Kirpik, M. A., Aksu Kiliçle, P., Yıldız Asker, Y. (2019). Defne (*Laurus nobilis* L.) ve Zahter (*Thymbra spicata* L.) Uçucu Yağlarının Farklı Konsantrasyonlarda *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) ve *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) Üzerine Fumigant Etkilerinin Araştırılması. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(3), 1234-1242. <https://doi.org/10.21597/jist.488946>
- Legaspi, J. C., French, J. V., Legaspi, B. C. (2000). Toxicity of novel and conventional insecticides to selected beneficial insects.
- Li, H.-S., Huang, Y.-H., Chen, M.-L., Ren, Z., Qiu, B.-Y., De Clercq, P., Heckel, G., Pang, H. (2021). Genomic insight into diet adaptation in the biological control agent

- Cryptolaemus montrouzieri*. BMC Genomics, 22(1).
<https://doi.org/10.1186/s12864-021-07442-3>
- Lopes, F. S. C., De Oliveira, J. V., De Moraes Oliveira, J. E., De Souza, A. M., Miranda, T. R., De Araújo Fernandes, M. H., De Souza, G. M. M., Barbosa, D. R. S. (2023). Products of natural origin in the control of *Planococcus citri* and *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in the viticulture. International Journal of Tropical Insect Science, 43(6), 1919-1927. <https://doi.org/10.1007/s42690-023-01094-4>
- Malasli, E. (2024). 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, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Mansour, R., Belzunces, L. P., Suma, P., Zappalà, L., Mazzeo, G., Grissa-Lebdi, K., Russo, A., Biondi, A. (2018). Vine and citrus mealybug pest control based on synthetic chemicals. A review. Agronomy for Sustainable Development, 38(4). <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0513-7>
- Markó, V., Elek, Z., Kovács-Hostyánszki, A., Körösi, Á., Somay, L., Földesi, R., Varga, Á., Iván, Á., Báldi, A. (2017). Landscapes, orchards, pesticides—Abundance of beetles (Coleoptera) in apple orchards along pesticide toxicity and landscape complexity gradients. Agriculture, Ecosystems Environment, 247, 246-254. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.038>
- Mendoza, del-Val, E. (2024). Ladybird predators in natural and agricultural landscapes in Mexico: Diversity and parasitism. Arthropod-Plant Interactions, 18(4), 741-751. <https://doi.org/10.1007/s11829-024-10075-4>
- Michaud, J. P. (2002). Non-Target Impacts Of Acaricides On Ladybeetles In Citrus: A Laboratory Study. Florida Entomologist, 85(1), 191-196. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2002\)085%255B0191:NTIOAO%255D2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2002)085%255B0191:NTIOAO%255D2.0.CO;2)
- Modafferi, A., Giunti, G., Urbaneja, A., Laudani, F., Latella, I., Pérez-Hedo, M., Ricupero, M., Palmeri, V., Campolo, O. (2025). High-energy emulsification of *Allium sativum* essential oil boosts insecticidal activity against *Planococcus citri* with no risk to honeybees. Journal of Pest Science, 98(1), 337-348. <https://doi.org/10.1007/s10340-024-01800-2>
- Muştu. (2010). *Planococcus ficus* (Signoret)'ün Parazitoitleri *Anagyrus pseudococci* (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae) ve *Leptomastix dactylopii* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) İle Avcısı *Nephus kreissli* Fürsch Uygun (Coleoptera: Coccinellidae).
- Ouryemchi, I., Oubihi, A., Taibi, M., Elbouzidi, A., Jaber, H., Haida, S., Asehraou, A., Addi, M., Ouhssine, M., Benzakour, A. (2024). Phytochemical Components, Antioxidant Properties, Antimicrobial Effects, and Insecticidal Prospects Against the Black Bean Aphid (*Aphis fabae* Scop.) of *Olea europaea* L. Leaves Extracts

- from Morocco. *Journal of Ecological Engineering*, 25(3), 64-74.
<https://doi.org/10.12911/22998993/177639>
- Özdemir, M., Yüksel, E. (2024). Toxicity of Spirotetramat and Cell-free Supernatants of *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* Bacteria On the Citrus Mealybug, *Planococcus citri* and Its Coccinellid Predator, *Cryptolaemus Montrouzieri*. *Journal of Crop Health*, 76(4), 811-820. <https://doi.org/10.1007/s10343-024-00990-0>
- Öztop, A. (2017). Turunçgil Entegre Mücadele Teknik Talimatı. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü.
- Pavela, R., Benelli, G. (2016). Essential Oils as Ecofriendly Biopesticides? Challenges and Constraints. *Trends in Plant Science*, 21(12), 1000-1007.
<https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.10.005>
- Regnault-Roger, C., Vincent, C., Arnason, J. T. (2012). Essential Oils in Insect Control: Low-Risk Products in a High-Stakes World. *Annual Review of Entomology*, 57(1), 405-424. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100554>
- Riddick, E. (2017). Identification of Conditions for Successful Aphid Control by Ladybirds in Greenhouses. *Insects*, 8(2), 38.
<https://doi.org/10.3390/insects8020038>
- Rota, M. C., Herrera, A., Martínez, R. M., Sotomayor, J. A., Jordán, M. J. (2008). Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis* and *Thymus hyemalis* essential oils. *Food Control*, 19(7), 681-687.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.07.007>
- Satar, G., Ateş, H. F., Satar, S. (2013). Effects of different insecticides on life stages of *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae).
- Snyder, W. E., Ballard, S. N., Yang, S., Clevenger, G. M., Miller, T. D., Ahn, J. J., Hatten, T. D., Berryman, A. A. (2004). Complementary biocontrol of aphids by the ladybird beetle *Harmonia axyridis* and the parasitoid *Aphelinus asychis* on greenhouse roses. *Biological Control*, 30(2), 229-235.
<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2004.01.012>
- Şimşek, Ş., Kayahan, A., Pekbey, G., Yilmaz, G., 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.
<https://doi.org/10.31015/jaefs.2023.2.6>
- Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. (2024). Ziraî Mücadele Teknik Talimatları Bağda Unlubiti *Planococcus citri* Risso, *P. ficus* (Signoret): C. IV.
- Telli, S., Yiğit, A. (2012). Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) ile bazı predatör coccinellid (Coleoptera) türleri arasındaki av/avcı ilişkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 3(2), 121-132.

- Tümen, G., Ermin, N., Özek, T., Kürkçüoğlu, M., Baser, K. H. C. (1994a). Composition of Essential Oils from Two Varieties of *Thymbra spicata* L. *Journal of Essential Oil Research*, 6(5), 463-468. <https://doi.org/10.1080/10412905.1994.9698427>
- Tümen, G., Ermin, N., Özek, T., Kürkçüoğlu, M., Baser, K. H. C. (1994b). Composition of Essential Oils from Two Varieties of *Thymbra spicata* L. *Journal of Essential Oil Research*, 6(5), 463-468. <https://doi.org/10.1080/10412905.1994.9698427>
- Uygun, N., Ulusoy, M. R., Satar, S. (2016). Biyolojik mücadele. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1(1), 1-14.
- Van Iersel, M. W. (2017). Optimizing LED Lighting in Controlled Environment Agriculture. İçinde S. Dutta Gupta (Ed.), *Light Emitting Diodes for Agriculture: Smart Lighting* (ss. 59-80). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5807-3_4
- Şimşek, V. M., Uygun, N. (2013). Bazı tarımsal savaş ilaçlarının turuncgil bahçelerindeki önemli parazitoit ve predatörlere etkilerinin laboratuvar koşullarında araştırılması. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 4(2), 141-154.
- URL-1: (2024). Wikimedia Commons. (n.d.). *Thymbra spicata* [Photograph]. <https://commons.wikimedia.org/> [Erişim tarihi: 25.09.2024].
- URL-2: (2024). CSIRO. (n.d.). *Planococcus citri* [Photograph]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Planococcus_citri_from_CSIRO.jpg [Erişim tarihi: 25.09.2024].
- URL-3: (2024). Wikimedia Commons. (n.d.). *Cryptolaemus montrouzieri* [Photograph]. <https://commons.wikimedia.org/> [Erişim tarihi: 25.09.2024].
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A. (2007). Chemical Composition of the Essential Oils Obtained From Some Spices Widely Used in Mediterranean Region. *Acta Chim. Slov.*
- Willmott, A. L. (2008). Efficacy Of Systemic Insecticides Against The Citrus Mealybug, *Planococcus Citri*, And Pesticide Mixtures Against The Western Flower Thrips, *Frankliniella Occidentalis*, In Protected Environments.
- Yakar, S., Tuna, A. L. (2023). Bazı Yaygın İnsektisitlerin Domates (*L. esculentum* Mill.) Bitkisinde Lipid Peroksidasyon ve Antioksidatif Sistem Üzerine Etkileri. *Anadolu Journal Of Agricultural Sciences*. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.1092843>
- Yayla, M., Tusun, A., Satar, S. (2020). The Potential of *Sympherobius pygmaeus* (Rambur, 2020) as a Biological Agent Against *Planococcus citri* (Risso, 1813) in Citrus Orchards. it edilen Turuncgil beyaz sineği avcısı.
- Yiğit, A. (1992). Türkiye’de yeni tespit edilen turuncgil Beyazsineği avcısı bir böcek: *Serangium parcesetosum* Sicard (Coleoptera: Coccinellidae). *Türk. Entomolog. Derg.* 16(3), 163-167.
- Yılar, M., Bayar, Y. (2018). Antifungal activity of *Thymbra spicata* L. and *Rosmarinus officinalis* L. essential oils against *Monilinia fructigena* Honey in Whetze. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(2), 121-126.

- Zhao, J., Wang, Z., Li, Z., Shi, J., Meng, L., Wang, G., Cheng, J., Du, Y. (2020). Development of lady beetle attractants from floral volatiles and other semiochemicals for the biological control of aphids. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 23(4), 1023-1029. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2020.08.005>
- Zhu, J. J., Li, A. Y., Pritchard, S., Tangtrakulwanich, K., Baxendale, F. P., ve Brewer, G. (2011). Contact and Fumigant Toxicity of a Botanical-Based Feeding Deterrent of the Stable Fly, *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(18), 10394-10400. <https://doi.org/10.1021/jf2016122>

