

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Farklı Bitkisel Kökenli Uçucu Yağların Akdeniz meyvesineği
(*Ceratitis capitata* Wied.) (Diptera: Tephritidae) Erginleri
Üzerinde Bazı Etkilerinin Araştırılması**

Nilüfer HACİİSMAİLOĞLU

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Şubat, 2025

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI

**Farklı Bitkisel Kökenli Uçucu Yağların Akdeniz meyvesineği
(*Ceratitis capitata* Wied.) (Diptera: Tephritidae) Erginleri
Üzerinde Bazı Etkilerinin Araştırılması**

Nilüfer HACİSMAİLOĞLU

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Bu Yüksek Lisans Tez 11/02/2025 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Değerlendirilmiş ve Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. Serdar SATAR (Danışman)

: Prof. Dr. Ali Kemal BİRGÜCÜ

: Doç. Dr. Asime Filiz ÇALIŞKAN KEÇE

Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Tez No:.....

Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

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

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. <i>Ceratitis capitata</i> Üretimi	17
3.2. Bitki Materyali, Uçucu Yağ Distilasyonu ve Bileşenleri.....	19
3.2.1. Bitki materyali.....	19
3.2.2. Uçucu yağ distilasyonu ve bileşenleri	20
3.3. Olfaktometre Denemeleri.....	24
3.4. Böcek Topikal Uygulamaları	26
3.5. Böcek Yumurtlama Tespiti	28
3.6. İstatistiksel Analizler	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1. Bitki Materyali, Uçucu Yağ GC-MS Analiz Sonucu Belirlenen Bileşenler	31
4.2. Uçucu Yağ Distilasyonu Sonucu Elde Edilen Yağların Yağ Verimlerinin Belirlenmesi ..	31
4.3. Olfaktometre Uygulamaları	32
4.3.1. Akdeniz meyvesineği erginlerinin davranışsal yönelim tercihlerine civanperçemi uçucu yağının etkisinin belirlenmesi.....	32
4.3.2. Akdeniz meyvesineği erginlerinin davranışsal yönelim tercihlerine fesleğen uçucu yağının etkisinin belirlenmesi	36
4.3.3. Akdeniz meyvesineği erginlerinin davranışsal yönelim tercihlerine okaliptüs uçucu yağının etkisinin belirlenmesi.....	39
4.3.4. Genel değerlendirme	42
4.4. Topikal Uygulamaların Değerlendirilmesi	45
4.4.1. Civanperçemi uçucu yağının topikal uygulamasının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde öldürücü etkisinin belirlenmesi	45
4.4.2. Fesleğen yağının topikal uygulamasının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde öldürücü etkisinin belirlenmesi.....	50
4.4.3. Okaliptüs uçucu yağının topikal uygulamasının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerine öldürücü etkisinin belirlenmesi	53

4.4.4. Topikal uygulama yapılan Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde Abbott ölüm oranlarının incelenmesi	57
4.4.5. Topikal uygulama sonunda canlı kalan Akdeniz meyvesineği dişi ve erkek sayıları.....	65
4.5. Akdeniz meyvesineği Ergin Dişilerinin Yumurtlamasına Topikal Uygulanan Uçucu Yağların Etkisi	67
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	69
KAYNAKLAR	71
ÖZGEÇMİŞ	84
EKLER.....	86
Ek 1. <i>Achillea millefolium</i> uçucu yağ kromotogramı.....	87
Ek 2. <i>Eucalyptus spp.</i> uçucu yağ kromotogramı.....	88
Ek 3. <i>Ocimum basilicum</i> uçucu yağ kromotogramı	89
Ek 4. <i>Ceratitis capitata</i> erginleri üzerinde denemelerde kullanılan uçucu yağların kimyasal bileşenleri (%).....	90
Ek 5. Topikal uygulanan uçucu yağlardan sonra <i>Ceratitis capitata</i> ergin sağ kalım sayıları..	91
Ek 6. <i>Achillea millefolium</i> uçucu yağının topikal uygulama yöntemi sonrasında <i>Ceratitis capitata</i> erginlerinde görülen Abbott yüzde ölüm oranları	92
Ek 7. <i>Ocimum basilicum</i> uçucu yağının topikal uygulanma yöntemi sonrasında <i>Ceratitis capitata</i> erginlerinde görülen Abbott yüzde ölüm oranları	93
Ek 8. <i>Eucalyptus spp.</i> uçucu yağının topikal uygulama yöntemi sonrasında <i>Ceratitis capitata</i> erginlerinde görülen Abbott yüzde ölüm oranları.....	94

Farklı Bitkisel Kökenli Uçucu Yağların Akdeniz meyvesineği (*Ceratitis capitata* Wied.) (Diptera: Tephritidae) Erginleri Üzerine Bazı Etkinliklerinin Araştırılması

Nilüfer HACİİSMAİLOĞLU

Danışman: Prof. Dr. Serdar SATAR

Bitki Koruma Anabilim Dalı

ÖZ

Akdeniz meyvesineği, *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae), 300'den fazla konukçusu olan ve Akdeniz ve Ege bölgesinde meyve ağaçlarında önemli ekonomik kayıplara neden olan bir karantina zararlısıdır. Bu zararlıya karşı yaygın olarak kullanılan kimyasal mücadeleye alternatif olarak, çevre dostu, güvenli ve pratik bir çözüm olarak uçucu yağlar dikkati çekmektedir. Yapılan bu çalışma *C. capitata* erginleri üzerinde laboratuvar koşullarında Y-tüp olfaktometre ve topikal uygulama yöntemi kullanılarak fesleğen (*Ocimum basilicum* Linn. (Lamiaceae)), okaliptüs (*Eucalyptus* spp. (Myrtaceae)) ve civanperçemi (*Achillea millefolium* L. (Asteraceae)) uçucu yağlarının; davranışsal yönelim ve biyolojik etkinliğin ortaya konulması ve zararlı ile mücadelede kullanılabilme potansiyellerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Civanperçemi uçucu yağının (%80.60), fesleğen (%35.05) ve okaliptüs (%57.14) uçucu yağlarına göre Akdeniz meyvesineği erginlerine en yüksek repellent etkiyi gösteren uçucu yağ olduğu; bu uçucu yağın etki skalasına göre repellent etki yüzdesinin “çok yüksek etki skalasında” olduğu tespit edilmiştir. Uçucu yağların zaman bazlı toksik etkileri karşılaştırıldığında, her birinin farklı bir etki profili sergilediği görülmüştür. Okaliptüs ve fesleğen uçucu yağı ile topikal muamele gören Akdeniz meyvesineği erginlerinin toplam sağ kalım sayıları; artan uçucu yağ konsantrasyona bağlı olarak azalmıştır. Civanperçemi uçucu yağının Akdeniz meyvesineği ergin dişilerinin yumurtlama davranışını, %1 konsantrasyon hariç diğer tüm konsantrasyonlarda (%0.5, %2, %4) tamamen durduğu (tam engelleme) gözlemlenmiştir. Tüm uçucu yağların konsantrasyon bazlı toksik etkileri karşılaştırıldığında; genel olarak konsantrasyon artışıyla birlikte ölüm oranının arttığı belirlenmiştir. Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde en yüksek ölüm oranının %4 konsantrasyonda uygulamadan 48 saat sonra fesleğen uçucu yağında %86.7 ve okaliptüs uçucu yağında %78.9 olduğu belirlenmiş olup civanperçemi uçucu yağında ise en yüksek ölüm oranının %2 konsantrasyonda 72. saate %76.9 olduğu tespit edilmiştir. Bu uçucu yağlardan özellikle fesleğen uçucu yağı toksik etkisi ile civanperçemi uçucu yağı ise repellent etkisi ile ön plana çıkmakta olup *C. capitata* mücadelesinde alternatif biyopestisit kullanım potansiyeli olarak umut vaat etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akdeniz meyvesineği, Y-tüp, *Achillea millefolium*, *Eucalytus* spp., *Ocimum basilicum*

**Investigation of The Effects of Various Plant-Derived
Essential Oils on The Adult Mediterranean Fruit Fly (*Ceratitis
capitata* Wied.) (Diptera: Tephritidae)**

Nilüfer HACİİSMAİLOĞLU

Advisor: Prof. Dr. Serdar SATAR

Department of Plant Protection

ABSTRACT

The Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae), is a quarantine pest with over 300 host plants, causing significant economic losses in fruit orchards across the Mediterranean and Aegean regions. As an alternative to the widely used chemical control methods, essential oils have gained attention as an environmentally friendly, safe, and practical solution. This study aimed to evaluate the behavioral orientation and biological efficacy of essential oils extracted from basil (*Ocimum basilicum* Linn. (Lamiaceae)), eucalyptus (*Eucalyptus* spp. (Myrtaceae)), and yarrow (*Achillea millefolium* L. (Asteraceae)) against *C. capitata* adults under laboratory conditions. A Y-tube olfactometer and topical application methods were employed to determine their potential use in pest management. The results demonstrated that yarrow essential oil exhibited the highest repellent effect (80.60%) compared to basil (35.05%) and eucalyptus (57.14%) essential oils. Based on the repellency scale, yarrow essential oil was classified as having a "very high repellent effect." When the time-dependent toxic effects of the essential oils were compared, each exhibited a distinct toxicity profile. The survival rates of *C. capitata* adults treated with topical applications of basil and eucalyptus essential oils decreased with increasing essential oil concentrations. Furthermore, yarrow essential oil completely inhibited the oviposition behavior of *C. capitata* females at all tested concentrations (0.5%, 2%, and 4%), except at 1%. Regarding concentration-dependent toxicity, a general trend of increased mortality with increasing concentration was observed. The highest mortality rates in *C. capitata* adults were recorded 48 hours post-treatment at a 4% concentration, with basil essential oil causing 86.7% mortality and eucalyptus 78.9%. Meanwhile, yarrow essential oil induced a 76.9% mortality rate at a 2% concentration after 72 hours. These findings highlight the potential of basil essential oil for its toxic effects and yarrow essential oil for its repellent properties, suggesting their promising use as alternative biopesticides for *C. capitata* management.

Keywords: Mediterranean fruitfly, Y-tube, *Achillea millefolium*, *Eucalyptus* spp., *Ocimum basilicum*

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim süresince bana önderlik edip yol gösteren, yeni kapıları açmam için bana cesaret veren, hayatımızın en zor döneminde aileme ve bana desteklerini esirgemeyen Danışman Hocam Prof. Dr. Serdar SATAR'a bu yolculukta rehberliği için teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışmamda jüri üyeleri Prof. Dr. Ali Kemal BİRGÜCÜ ve tez çalışmam süresince desteğini hiç esirgemeyen Doç. Dr. Asime Filiz ÇALIŞKAN KEÇE'ye çok değerli bilgi birikimi ve tecrübelerini paylaştıkları için teşekkürlerimi sunarım.

Akdeniz meyvesineği ön denemelerinin kurulmasında bana rehberlik eden desteğini her zaman hissettiğim Dr. Gülsevim TİRİNG'e ve istatistiksel analizler konusunda ciddi emek sarf eden Araş. Gör. Hülya BİNOKAY'a teşekkürü bir borç bilirim.

Kimya konusunda bilgi paylaşımında bulunan, uçucu yağlarla ilgili konularda hiçbir zaman desteğini esirgemeyen Yüksek Kimya Mühendisi Orçun ÇINAR'a ve konuyla ilgili Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü Müdürü Dr. Abdullah ÜNLÜ'ye saygı ve teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışmam sırasında ve her daim desteğini hissettiğim meslektaş olmaktan onur ve gurur duyduğum kıymetli Müdürüm Dr. Mustafa ÜNLÜ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Meslektaş olmaktan gurur duyduğum mesleki konularda her zaman destek olan ve tez çalışmam için gerekli bitkisel materyalin temini, yetiştirilmesi ile ilgili desteklerini esirgemeyen Mersin İl ve İlçeleri Süs Bitkileri Üreticileri Birliği Başkanı Sn. Ahmet ÖZDEMİR'e çok teşekkür ederim.

Yüksek Lisans eğitimim sırasında çalışmalarımnda destek olan Arş. Gör. Çağlar KALKAN'a, Araş. Gör Selin TÜNK'e, laboratuvar çalışmalarında destek olan kardeşim Emrullah ÖZTÜRK başta olmak üzere değerli meslektaşlarım Seydi Vakkas ŞAHİN ve Derya KAYA'ya teşekkür ederim. Lisansüstü çalışmalarım sırasında tüm bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünün tüm Hocalarına desteklerini esirgemedikleri için teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans tez çalışmamın her anında yanımda olan emeğini, sabrını, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen ablam Sehernaz HACİİSMAİLOĞLU'na en derin teşekkürlerimi sunarım. Ve her anımda Annem Şakire HACİİSMAİLOĞLU'na...

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan bitki materyallerinin adları ve distilasyon kısımları ..	20
Çizelge 4.1. Denemelerde kullanılacak bitkilerden elde edilen uçucu yağların verim yüzdeleri (%).....	32
Çizelge 4.3. <i>Achillea millefolium</i> uçucu yağının <i>Ceratitis capitata</i> erginleri üzerinde davranışsal yönelimlerine etkisinin cinsiyet ve konsantrasyon faktörleri ile karşılaştırılması	34
Çizelge 4.5. <i>Ocimum basilicum</i> uçucu yağının <i>Ceratitis capitata</i> erginleri üzerinde davranışsal yönelimlerine . etkisinin cinsiyet .ve. konsantrasyon. faktörleri ile karşılaştırılması	37
Çizelge 4.6. <i>Ocimum basilicum</i> . uçucu .yağının. <i>Ceratitis.capitata</i> . erginleri üzerinde davranışsal yönelimlerine etkisinin koku, kontrol ve seçimsiz .bölgede geçirdikleri .toplam. süre ile karşılaştırılması.....	38
Çizelge 4.7. <i>Eucalyptus spp.</i> uçucu yağının <i>Ceratitis capitata</i> erginleri üzerinde davranışsal	40
Çizelge 4.8. <i>Eucalyptus spp.</i> uçucu yağının <i>Ceratitis capitata</i> erginleri üzerinde davranışsal yönelimlerine etkisinin koku, kontrol ve seçimsiz bölgede geçirdikleri toplam süre ile karşılaştırılması.....	41
Çizelge 4.9. <i>Achillea millefolium</i> uçucu yağının <i>Ceratitis capitata</i> erginleri üzerinde öldürücü etkinliğinin zaman, zaman ve konsantrasyon ile karşılaştırılması.....	45
Çizelge 4.10. <i>Ocimum basilicum</i> uçucu yağının <i>Ceratitis capitata</i> erginleri üzerinde öldürücü etkinliğinin zaman, zaman ve konsantrasyon ile karşılaştırılması.....	50
Çizelge 4.11. <i>Eucalyptus spp.</i> . uçucu yağının <i>Ceratitis capitata</i> erginleri üzerinde öldürücü etkinliğinin zaman, zaman ve konsantrasyon ile karşılaştırılması.....	53
Çizelge 4.12. Uçucu yağlarla topikal uygulama yapılan erginlerin bulunduğu deneme kutularında tespit edilen larva ve pupa sayıları	68

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Nemlendirilmiş perlit bulunan kasalara yerleştirilen vuruklu meyveler	17
Şekil 3.2. <i>Ceratiti s capitata</i> pupalarının nemli perlit kaplarına aktarılması (a) vuruklu .meyvelerde. larva-.pupa .kontrolü .(b) .olgun pupaların tespit edilmesi (c) meyve üzerinde ki olgun pupaların nemli perlit kaplarına aktarılması..	18
Şekil 3.3. <i>Ceratitis capitata</i> pupalarının kültüre alınması ve gelişen erginler (a) nemli tülle kaplı kültür kapları (b) inkübatöre konulan kültür kapları (c) kültür kabında gelişen ergin bireyler.....	18
Şekil 3.4. Bitki materyalleri (a) satın alınan civanperçemi fideleri, (b) satın alınan fesleğen fideleri, (c) toplanan okaliptüs yaprakları	19
Şekil 3.5. Bitki materyallerinin dikimi, kurutma ve muhafazası (a) Satın alınan civanperçemi fidelerinin dikimi (b) Tüm bitki materyallerinin bez torbalara konulması (c)Bitki materyallerinin ufak parçalara ayrılması.....	20
Şekil 3.6. <i>Ceratitis capitata</i> erginleri üzerinde denemelerde kullanılacak uçucu yağların distilasyon işlemi (a) distilasyon işlemi başlangıcında cam fanus içerisine yerleştirilmiş bitki materyali (b) distilasyon işlemi sırasında biriken yağın su kısmından ayrıştırılması.....	21
Şekil 3.7. Su distilasyonu ile elde edilen uçucu yağlar (a) su tabakası üzerinde biriken okaliptüs uçucu yağı, (b) su tabakası üzerinde biriken fesleğen uçucu yağı, (c) amber renkli teflon şişe içinde civanperçemi uçucu yağı.....	21
Şekil 3.9. Uçucu yağ konsantrasyonları hazırlama işlemi (a) stok uçucu yağ (%4'lük uçucu yağ) hazırlama işlemi (III. aşama) , (b) stok yağ karışımının yarısının behere alınması, (c) beher kabına alınan miktar kadar %1 çözücü (tween 80) ve %1 alkol (etanol) içeren su karışımının ilave edilmesi, (d) katlı konsantrasyonların (%2'lik konsantrasyonun) elde edilmesi.	23
Şekil 3.10. Y-tüp olfaktometre düzeneğinin kurulması	24
Şekil 3.11. <i>Ceratitis capitata</i> erginlerinin davranış yönelim tercihlerini belirlemekte kullanılan Y-tüp.....	25
Şekil 3.12. Topikal uygulama denemelerinin kurulması (a) topikal uygulama yapılacak <i>Ceratitis capitata</i> erginlerine CO ₂ uygulaması, (b) anestezi uygulanmış böceklerle mikroaplikatör yardımıyla uçucu yağ solüsyonlarının uygulanması.....	27
Şekil 3.13. Topikal uygulama sonrası belirli aralıklarla plastik kaplarda ki <i>Ceratitits capitata</i> erginlerinin ölüm sayılarının belirlenmesi.....	28
Şekil 3.14. Uçucu yağ uygulanan <i>Ceratitis capitata</i> erginlerinin yumurtlama takibi sırasında vuruklu olduğu belirlenen meyvelerde gerçekleştirilen işaretleme işlemi.	28

Şekil 3.15. Uçucu yağlarla muamele gören <i>Ceratitis capitata</i> erginlerinin yumurtlama takibi (a) meyvelerde larva tespiti için yapılan disekte işlemi ve pupa tespiti, (b)pupa tespiti, (c) disekte işlemi sonrası meyvelerde larva tespiti, ...	29
Şekil 4.1. Uçucu yağların farklı konsantrasyonlarına <i>Ceratitis capitata</i> erginlerinin Y-tüp olfaktometrede davranışsal yönelim tercihleri (sayı doğrusunda (-) olan kısım kokuya yönelen erginlerin yüzdesini gösterirken (+) olan kısım kontrol ve seçimsizye yönelen erginlerin yüzdesini göstermekte).....	42
Şekil 4.2. <i>Achillea millefolium</i> uçucu yağının <i>Ceratitis capitata</i> erginleri üzerinde öldürücü etkisinin zamana göre karşılaştırılması.....	47
Şekil 4.3. <i>Ocimum basilicum</i> uçucu yağının <i>Ceratitis capitata</i> erginleri üzerinde öldürücü etkisinin zamana göre karşılaştırılması.....	52
Şekil 4.4. <i>Eucalyptus spp.</i> uçucu yağının <i>Ceratitis capitata</i> erginleri üzerinde öldürücü etkisinin zamana göre karşılaştırılması.....	55
Şekil 4.5. <i>Achillea millefolium</i> uçucu yağının topikal uygulanması sonucu, <i>Ceratitis capitata</i> erginleri üzerinde elde edilen Abbott ölüm oranları.....	57
Şekil 4.6. <i>Ocimum basilicum</i> uçucu yağının topikal uygulanması sonucu, <i>Ceratitis capitata</i> erginleri üzerinde elde edilen Abbott ölüm oranları.....	60
Şekil 4.7. <i>Eucalyptus spp.</i> uçucu yağının topikal uygulanması sonucu, <i>Ceratitis capitata</i> erginleri üzerinde elde edilen Abbott ölüm oranları.....	62
Şekil 4.8. Topikal uygulama sonrası <i>Ceratitis capitata</i> ergin dişi sağ kalım oranları.	65
Şekil 4.9. Topikal uygulama sonrası <i>Ceratitis capitata</i> ergin erkek sağ kalım oranları.	66

1. GİRİŞ

Akdeniz meyvesineği, *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae), ciddi ekonomik zarara neden olan pek çoğu istilacı Tephritidae familyasına bağlı 5000'den fazla tür arasında en önemlilerinden biridir (White ve ark., 1992; Yuval ve ark., 1999; Duyck ve ark., 2004; Scolari ve ark., 2021). Ilıman subtropik meyveler, bazı sebzeler ve süs bitkileri olmak üzere 300'den fazla konukçusu olan Akdeniz meyvesineği karantinaya tabii polifag bir zararlıdır (Christenson ve Foote, 1960; Liquido ve ark., 1991; Thomas ve ark., 2010; Tiring, 2015; Satar ve Tiring, 2016; Kızılyamaç ve Satar, 2018). Akdeniz meyvesineği başta turuncgiller (limon hariç) olmak üzere Trabzon hurması, nar, şeftali, avokado, armut, elma, erik, nektarin, kayısı, ayva, incir, erkenci mandarin ve portakalda önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır (Zeki ve ark., 2008; Elekçioğlu, 2012; Kızılyamaç 2016; Tusun 2016; Tiring ve Satar, 2017; Üçpınar ve Ünlü, 2019).

Dünyada geniş coğrafi dağılım alanına sahip olan Akdeniz meyvesineği, diğer tropik meyve sineği türlerine göre soğuğa karşı kısmen daha fazla adaptasyon gösterebilmekte (Nishida ve ark. 1985; Harris ve Lee 1986) ve bazı meyvelerin içinde kışın düşük sıcaklarda kışlayarak canlı kalabilmektedir (Papadopoulos ve ark., 1996). *Ceratitis capitata* ilk olarak Afrika Sahrasında ortaya çıkmıştır. Kuzey ve Güney Afrika, Güney ve Orta Amerika, Avrupa ve Akdeniz iklimi olan birçok ülkede yaygın bir türdür (White ve Elson-Harris 1992; Papadopoulos ve ark., 1996; Çetin ve ark. 2023). Uluslararası ticaretin hızı göz önüne alındığında Akdeniz meyvesineği, dünyanın herhangi bir yerinden uzak herhangi bir yerine birkaç saat gibi kısa bir sürede nakledilebilir. Bu durumda zararlıyı mevcut dağılım alanı içinde tutmayı zorlaştırmaktadır (Thomas ve ark., 2001).

Türkiye'de Akdeniz, Ege ve İç Anadolu, Karadeniz Bölgesi'nde tespit edilen *C. capitata*, zaman zaman Akdeniz ve Ege Bölgesi'nde ciddi epidemilere neden olmaktadır. Başta Çukurova Bölgesi olmak üzere ülkemizde birçok ilde bu zararlıyla ilgili araştırmalar yapılmaktadır (İleri, 1961; Demirdere, 1961; Zümreoğlu, 1979; Başpınar ve ark., 2009; Başpınar ve ark., 2014; Satar ve Tiring, 2016; Satar ve ark., 2016; Tiring ve Satar, 2017; Kaya ve ark. 2017).

Ceratitis capitata'nın zarar oranı, yayılış gösterdiği ülkelerde ve elbette Türkiye'de artmakta hatta zararlı bazı meyve ve sebzelerin ana zararlısı olarak dikkat çekmektedir (Satar ve ark., 2016; Satar ve Tiring, 2016). Akdeniz meyvesineği ile mücadele kapsamında Dünya'da kısır böcek salıverme metodu (Steril Insect Technique- SIT), kitle yakalama tuzakları, zehirli yem kısmi dal ilaçlaması ve kapama ilaçlama uygulanmaktadır.

Akdeniz meyvesineğine karşı, çiftçilerin en fazla tercih ettikleri yöntem kapama ilaçlama yöntemidir. Genel olarak uygulama kolaylığı, ihtiyaç duyulduğunda kullanıma ve depolama şansının olması sentetik pestisit kullanımını tercih edilir hale getirmektedir. Ülkemizde Akdeniz meyvesineğine ruhsatlı pestisitlerin az sayıda olması, aynı ilaçların yüksek dozda kullanımı ve hasat ve/veya hasata yakın dönemde kimyasal mücadele yapılması ürünlerde ilaç kalıntı riskine neden olmaktadır.

Akdeniz meyvesineği mücadelesinde kullanılan Ülkemizde ruhsatlı bazı (Tau-fluvalinate, Malathion, Spinosad) ilaç etken maddeleri ve birçok ilaç etken (lambda-cyhalothrin vd.) maddelerine karşı değişen düzeylerde direnç geliştirdiği, yapılan çalışmalar sonucunda anlaşılmaktadır (Hsu ve ark.; 2006; Couso-Ferrer ve ark. 2011; Elfekih ve ark., 2014; Arouri ve ark., 2015; Demant ve ark, 2019; İşpınar, 2019).

Pestisit kalıntısının; insan, hayvan ve çevre sağlığı konusunda tehdit oluşturduğu bilinmektedir (Zümreoğlu ve ark., 1995; Yıldız ve ark., 2005; Yayla ve Satar,2017; Tiring, 2023; BKU, 2023).

Sentetik pestisitlerin kullanımı sonucu agroekosistemin bozulması, pestisit direnci ve hedef dışı organizmalarda toksik etkiler ortaya çıkmaktadır. Kimyasalların oluşturacağı risk ve tehlikeler, pestisit kullanımına karşı daha sıkı önlem alınmasına yol açmaktadır. Kimyasal ilaçların alternatifi olabilecek, kullanımı kolay, daha güvenli, çevre dostu çözümlere ihtiyaç vardır (Tapondjou ve ark., 2005).

Bitkisel kaynaklı hâlihazırda biyopestisitler, zengin biyoaktif kimyasal kaynakları ekotoksik olmamalarıyla kullanılan kimyasallara karşı alternatif potansiyel olanağı sağlamaktadır (García ve ark., 2007; Cosimi ve ark., 2009; Qin ve ark., 2010).

Böceklerle karşı denenmiş ve eskiden beri en iyi bilinen biyopestisit, uçucu yağlardır (Pitasawat ve ark., 2007). Uçucu yağlar (Eterik Yağlar): Bitkilerin yaprak, meyve, kabuk veya kök kısımlarından elde edilen; oda sıcaklığında sıvı halde olan, kolaylıkla kristalleşebilen genellikle renksiz veya açık sarı renkli, uçucu, kuvvetli kokulu, doğal ürünlerdir (Ceylan, 1983; Kılıç 2008).

Genellikle geniş spektrumlu ve doğada daha az kalıcı olması, tek başına veya karışım halinde kullanılabilmesinin yarattığı sinerjik etki nedeniyle yeni biyopestisit karışımlarının elde edilmesine olanak sağlaması, çeşitli etki mekanizmalarına sahip çeşitli bileşiklerden oluşması, aynı anda birden fazla etki şekli olması ve hasat zamanına kadar uygulanabilirliği uçucu yağlardan elde edilen biyopestisitleri daha cazip hale getirmektedir (Cloyd ve Chiasson, 2007).

Uçucu yağlar, kimyasal yapılarında terpenler (en büyük grup) ve az miktarda alkoller, aldehitler, esterler, fenoller, azot ve kükürt içeren bileşiklerde barındırırlar. (Linskens ve Jackson, 1997). Sekonder metabolit içeren uçucu yağların, birçoğunun çoğunlukla monoterpen varlığına dayandırılan insektisidal etkisi bilinmektedir (Pavela, 2009b; López ve ark., 2008; Reis vd, 2016). Çağımızda 300 familya ile temsil edilen bitkilerin 1/3'ü uçucu yağ içermektedir (Pitasawat ve ark., 2007). Yapılan çalışmalarda 2000 civarı bitki türünün pestisit olarak kullanılma potansiyeli olduğu fakat günümüzde bunun sadece %1 oranının değerlendirildiği bildirilmiştir (Isman, 2000).

Uçucu yağlar; böcekler üzerinde fumigant, kontakt, insektisidal, repellent, antifeedant etki gösterebilmekte büyüme hızı, ömür ve üreme gibi bazı biyolojik parametrelerini etkileyebilmektedir (Choi ve ark., 2006; Tang ve ark., 2007; İslam ve ark., 2009; González-Coloma ve ark., 2006; Isikber ve ark., 2006; Nathan ve ark., 2008). Dünya genelinde böceklerle karşı pestisitlere alternatif uçucu yağların; özellikle insektisidal (toksik) etki başta olmak üzere antifeedant, repellent ve gelişmeyi engelleyici kullanım potansiyellerini vurgulayan çalışmalar mevcuttur (Zoubiri ve ark., 2014; Pavela, 2014; Khan ve ark. 2017; Şanlı ve ark., 2020).

Bu nedenlerle Akdeniz meyvesineği'nin farklı dönemlerine karşı uçucu yağların biyolojik etkilerini ortaya koyan çalışmaların sayısı giderek artmaktadır. Yapılan bu çalışma Akdeniz meyvesineği erginlerine karşı fesleğen (*Ocimum basilicum* Linn. (Lamiaceae)), okaliptüs (*Eucalyptus spp.* (Myrtaceae)) ve civanperçemi (*Achillea millefolium* L. (Asteraceae)) uçucu yağlarının; bazı (repellent, atraktant, topikal ve yumurtlamayı önleyici) etkinliklerinin ortaya konulmasında ve insektisit potansiyellerinin belirlenmesinde saha çalışmalarında yol gösterici olacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bhatnagar ve ark. (1993), *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae)'nin %100 ölüm oranına aynı (0.003 ml/43.0 cm³) konsantrasyonlarda ki *Ocimum sanctum* Linn. (Lamiaceae)'un ekstraktının 30-35 dakikada, *Ocimum basilicum* Linn. (Lamiaceae)'un metilkavikol ekstraktının 10-20 dakikada ulaştığını tespit etmişlerdir. *O. basilicum*'un, düşük konsantrasyonlarda *O. sanctum*'a kıyasla *An. stephensi* üzerinde daha yüksek mortalite etkisi gösterdiğini belirlemişlerdir.

Prates ve ark. (1998), bitkilerin savunma sisteminde görev alan iki monosiklik monoterpen (1,8-sineol ve limonen) bileşiğin Ekin Kambur Biti (*Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) ve Kırmızı Un Böceği (*Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)) üzerine fumigant, temas ve yutma toksisitesini araştırmışlardır. Karakteristik bir bileşen olarak birçok okaliptüs türünde bulunan "1,8-sineolün (okaliptol)" ile genellikle Citrus türlerinin bir bileşeni olan "limonen" in her iki böceğe karşı, esasen temas ve/veya yutma toksisitesine sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Erlar ve ark. (2006), *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) ergin dişileri üzerinde; anason (*Pimpinella anisum* L. (Apiaceae)), kurutulmuş okaliptüs meyveleri (*Eucalyptus yptus camaldulensis* Dehn. (Myrtaceae)) kurutulmuş nane (*Mentha piperita* L.) fesleğen (*Ocimum basilicum* Linn. (Lamiaceae)) ve taze defne yapraklarından (*Laurus nobilis* L. (Lauraceae)) ekstrakte edilen uçucu yağların repellent etkisini Y-tüp olfaktometre ile belirlemeyi amaçlamışlardır. Altı farklı maruz kalma süresinde (15, 75, 135, 195, 255 ve 315 sn) iki farklı konsantrasyon seviyesinde (5 ve 10 µl) uygulanan yağların tamamının, zaman ve konsantrasyonla kademeli artan şekilde repellent etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Çalışma sonuçları; okaliptüs, fesleğen ve anason esansiyel yağlarının, uygulanan diğer tüm yağlardan daha fazla repellent aktiviteye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Jaenson ve ark. (2006), Kimyasal kompozisyonunda ana bileşenleri germakrene-D (%49), β-pinen (%27), sabinen (%22), α-pinen (%14.1), 1,8-sineol (%10.9), kafur (%6), β-karyofillen (%5.1) ve p-cymene (%4.4) olan civanperçeminin (*Achillea millefolium* L. (Asteraceae)) yapraklarından elde edilen etil asetat ekstraktının; sivrisinekler (*Aedes communis* (DeGeer), *Aedes cantans* Meigen, *Aedes cinereus* Meigen ve *Aedes diauraeus* Howard, Dyar & Knab (Diptera: Culicidae)) tarafından ısırmaı azalttığı ile ilgili saha çalışmaları gerçekleştirmişlerdir.

Kordali ve ark. (2006), çalışmalarında test edilen *Artemisia* spp. ait (*A. absinthium* L., *A. santonicum* ve *A. spicigera* (Asteraceae)) üç uçucu yağın Buğday Biti (*Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae)) erginleri üzerine toksik etkilerini araştırmışlardır. Tüm uçucu yağların, Buğday Biti erginlerinde 48 saatlik maruziyette %80-90 mortaliteye neden olduğunu belirlemişlerdir. *Artemisia* türlerinin ana bileşenleri olan "kafur, 1,8-sineol, terpinen-4-ol, borneol, bornil asetat ve terpineol" saf olarak izole edilmiş ve *S. granarius*'a karşı toksisite açısından değerlendirilmiştir. Tüm saf bileşikler, Buğday Biti üzerine toksik etki göstermiştir. Bileşenler

arasında “1,8-cineol ve terpinen-4-ol”ün en toksik bileşenler olduğunu 12 saatlik maruziyetten sonra kullanılan tüm dozlarda *S. granarius* erginleri üzerine %100 mortalite gösterdiğini belirtmişlerdir. Gerek *Artemisia* uçucu yağının gerekse saf ana bileşenleri “1,8-sineol ve terpinen-4-ol”ün Tahıl Ambar Biti’ne karşı insektisit olarak kullanım potansiyelinin değerlendirilebileceğini vurgulamışlardır.

Jovanović ve ark. (2007), Karahindiba (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg (Asteraceae))’nın yeraltı kısımları, kara mürver (*Sambucus nigra* L. (Adoxaceae))’in çiçekleri, ısırgan otu (*Urtica dioica* L. (Urticaceae))’nun yaprakları, adi ceviz (*Juglans regia* L. (Juglandaceae))’in yaprakları ve civanperçemi (*Achillea millefolium* L. (Asteraceae))’nin çiçeklerinin etanol ekstraktlarının; Fasulye Böceği (*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Curculionidae))’ne karşı repellent, insektisidal ve F1 dölleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Isırgan otu ve karahindiba ekstraktları %100 konsantrasyonda belirgin insektisidal etki göstermiştir. Her iki ekstraktın hem %100 hem de %30 konsantrasyonları, zararlının F1 dölünün azalmasına neden olmuş ve zararlıya karşı repellent etki göstermiştir. Civanperçemi ekstraktı ise %100 konsantrasyonda insektisidal etki göstermemekle birlikte, iyi düzeyde bir repellent etki sağlamış ve zararlı popülasyonunun F1 dölllerinde azalmaya neden olmuştur. Öte yandan, kara mürver ve adi ceviz ekstraktları, yapılan tüm biyolojik testlerde etkisiz kalmıştır ve belirgin bir insektisidal ya da repellent etki göstermemiştir. Bu sonuçlar, belirli bitki ekstraktlarının hem doğrudan insektisidal etkiyle hem de üreme döngüsünü bozarak zararlı popülasyonları kontrol altına almakta kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Karcı ve Işıkber (2007), çalışmalarında civanperçemi (*Achillea millefolium* L. (Asteraceae)) okaliptüs (*Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtaceae)), defne (*Laurus nobilis* L. (Lauraceae)), rezene (*Foeniculum vulgare* Mill. (Apiaceae)), kekik (*Origanum dubium* Boiss. (Lamiaceae)), soğan (*Allium cepa* L. (Amaryllidaceae)), nane (*Mentha piperita* L. (Lamiaceae)), ardıç meyvesi (*Abies balsamea* (L.) Mill. (Pinaceae)), köknar iğnesi (*Juniperus communis* L. (Cupressaceae)), sarımsak (*Allium sativum* L. (Amaryllidaceae)), hindistan cevizi (*Myristica fragrans* Houtt. (Myristicaceae)), sitronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt (Poaceae)), çam (*Pinus sylvestris* L. (Pinaceae)), anason (*Pimpinella anisum* L. (Apiaceae)), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae)), zerdeçal (*Curcuma longa* L. (Zingiberaceae)) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların Karışık Un Biti (*Tribolium confusum* Herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae)) yumurtalarına karşı ovisidal etkisini araştırmışlardır. Tüm mazuriyet sürelerinde okaliptüs, civanperçemi, defne, nane, ardıç meyvesi, köknar iğnesi, hindistan cevizi, sitronella, çam, biberiye ve zerdeçal uçucu yağlarının düşük ovisidal etkiye (ölüm oranı <%20) sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Karahroodi ve ark. (2009), civanperçemi (*Achillea wilhelmsii* C. Koch, *Achillea millefolium* L. (Asteraceae)) dahil 17 tıbbi bitkinin esansiyel yağlarının, Kuru Meyve Güvesi’nin (*Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae)) yeni çıkan erginlerinin yönelimini incelemek amacıyla Y tüp olfaktometre kullanmışlardır. Sonuçlarda, *A. wilhelmsii* (%60) ve *A. millefolium* (%32) uçucu yağlarının, zararlıya karşı önemli derecede repellent etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Ling ve ark. (2009) çalışmalarında, fesleğen (*Ocimum basilicum* Linn. (Lamiaceae)) uçucu yağı ve bu yağdan elde edilen üç ana bileşenin *Ceratitis capitata* (Wiedemann), *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ve *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) üzerindeki insektisidal etkinliğini incelemişlerdir. Fesleğen yağının üç ana bileşeninin trans-anetol, estragol ve linalol olduğu ayrıca az miktarda metil eugenol içerdiğini belirtmişlerdir. Fesleğen yağı ve tüm ana bileşenlerinin toksik etkisinin, hızlı ve keskin doz yanıt ilişkisi gösterdiğini vurgulamışlardır. Linalol ana bileşeninin, *B. dorsalis* ve *C. capitata*'ya karşı *B. cucurbitae*'ye göre daha hızlı toksik etki gösterdiği belirtilmektedir. Araştırmacılar; fesleğen yağı, trans-anetol, estragol, linalol ve metil eugenolün cezbedici maddelerle formüle edildiğinde doğal bir insektisit olarak kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir.

Conti ve ark. (2010), bu çalışmalarında civanperçemi (*Achillea millefolium* L. (Asteraceae)), lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill. (Lamiaceae)), balkaymak (*Helichrysum italicum* (Roth.) G.Don (Asteraceae)), rezene (*Foeniculum vulgare* Mill. (Asteraceae)), murt (*Myrtus communis* Linn. (Myrtaceae)) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae)) bitkilerinin uçucu yağlarının; *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) sivrisinek larvaları üzerine toksik etkilerini araştırmışlardır. Uçucu yağların içerdiği bileşenlerinin, %91-99'u tanımlanmış olup bu bileşenlerin %80-99'unun monoterpenoid ve %1-15'inin seskiterpen olduğunu tespit etmişlerdir. Kimyasal bileşen içeriklerine göre yüksek miktarda oksijenli monoterpen içeriği olan uçucu yağlar: *F. vulgare* (%66), *L. angustifolia* (%66) ve *A. millefolium* (%52)'dur. *H. italicum* uçucu yağı ise yüksek oksijenli monoterpen (%49) ve en yüksek seviyede seskiterpen (%15) içermektedir. Uçucu yağlar arasında *F. vulgare*, *H. italicum* ve *A. millefolium* uçucu yağlarının (300 ppm) en yüksek dozda, (%98,3-100) yüksek oranda larva toksisitesine neden olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, *A. millefolium* uçucu yağının zararlıların larvalarına karşı %100 toksik etki göstermesi için 350 ppm doz gerektiğini vurgulamışlardır.

Hasheminia ve ark. (2011), çalışmalarında; peygamber süpürgesi (*Artemisia annua* L. (Asteraceae)) ve civanperçemi (*Achillea millefolium* L. (Asteraceae)) bitkisel ekstraktlarının; Lahana Beyaz Kelebeği (*Pieris rapae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae)) üzerinde ölüm oranı, büyüme ve beslenme indeksleri ile birlikte çeşitli enzimatik ve enzimatik olmayan biyokimyasal tepkilerini incelemişlerdir. *A. millefolium* LC50 %4.19 ve LC25 %1.69 iken *A. annua* için LC50 %9.387 ve LC25 %3.645 olduğunu tespit etmişlerdir. Uçucu yağların en düşük konsantrasyon (%0.625) uygulamasında; *A. millefolium*'un (%44.185) caydırıcılık oranının, *A. annua* L.'dan (%29.826) daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Lahana Kelebeği'nin larva ve pupa süresindeki artışların, beslenme indeksi ve bir dizi değişkeni etkilediği görülmektedir. Zararlıların metabolizma ve sindirim süreçlerinin etkilendiğinin bir göstergesi olarak alkalik fosfat enzim aktivitesinde artış, alanin ve aspartat aminotransferaz enzimlerinde ise belirgin bir azalma gözlemlendiği belirtilmiştir. Glikoz ve ürik asit seviyeleri artarken, toplam protein ve kolesterol seviyelerinin azalmasının zararlıların biyokimyasal dengesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu vurgulamışlardır.

López ve ark. (2011), *Tagetes* cinsine ait (*Tagetes minuta* L., *Tagetes rupestris* Cabrera, *Tagetes terniflora* Kunt ve *Tagetes filifolia* Lag. (Asteraceae)) dört türden elde edilen esansiyel yağların; *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) erginleri üzerinde toksik etki ve koku alma aktiviteleri ile *Triatoma infestans* Klug (Hemiptera: Reduviidae) üzerine repellent etkilerini araştırmışlardır. Uçucu yağların kimyasal analiz sonuçları (*T. minuta*, *T. rupestris* ve *T. terniflora*) üç farklı türe ait uçucu yağların farklı nispi oranlarda (cis- β -ocimene, (cistrans)-tagetones ve (cistrans)-ocimenone) ortak bileşenler içerdiklerini göstermiştir. *C. capitata* ergin dişileri üzerine yapılan topikal uygulama ile *T. rupestris* yağının en toksik uçucu yağ olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı uçucu yağın Y-tüp olfaktometre testlerinde (5 μ g) dozunun, *C. capitata*'nın hem erkek hem dişi bireylerine atraktant etki gösterdiğini saptamışlardır. *T. minuta* esansiyel yağının aynı dozda *T. infestans* erkeklerine atraktant, dişilerine repellent etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, *Tagetes* türlerinden elde edilen uçucu yağların bileşenlerinin ve ana bileşenlerin türlere özgü nispi oranlarındaki farklılıkların; farklı böcekler üzerinde hatta aynı böcekte cinsiyete göre hem toksik hem de koku alma davranışlarını etkilediğini belirlemişlerdir. Çalışma sonuçları *Tagetes* türlerinden elde edilen uçucu yağların; böceklerin davranışlarında oluşan farklılıkları kontrol eden semiokimyasal ajanlar olarak önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Benelli ve ark. (2012), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae)), lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill. (Lamiaceae)), chia (*Hyptis suaveolens* L. (Lamiaceae)) ve batı mazısı (*Thuja occidentalis* L. (Cupressaceae)) taze yapraklarından elde edilen uçucu yağların, *Ceratitis capitata* Wied., (Diptera Tephritidae) erginleri üzerine toksik etkilerini araştırmışlardır. Kimyasal kompozisyonuna göre *R. officinalis* ve *L. Angustifolia* ana bileşenlerinin oksijenli monoterpenler olduğu ve *T. occidentalis* uçucu yağında monoterpen hidrokarbonların hâkim olduğunu belirtmişlerdir. Tüm esansiyel yağlar; çalışmada (0.04-0.30 mL/sinek) arasında değişen yedi farklı konsantrasyonda 0.5 mL dozunda Akdeniz meyvesineği'nin 10-12 günlük erginlerine topikal uygulanmıştır. Uçucu yağların tamamının, 24 saatte etkin böcek öldürücü aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Topikal uygulamada *R. officinalis*, *L. angustifolia* ve *T. occidentalis* uçucu yağlarının (0,1 mL/sinek) dozunun; eringinlerde %70'ten fazla ölüm oranına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Uçucu yağların kimyasal kompozisyonlarına göre; *R. officinalis* ve *L. angustifolia* uçucu yağlarının ana bileşenlerinin oksijenli monoterpenler olduğunu ve *T. occidentalis* uçucu yağının kimyasal kompozisyonunda monoterpen hidrokarbonların hâkim olduğunu belirtmişlerdir.

Mishra ve ark. (2012), okaliptüs (*Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtaceae)) ve fesleğen (*Ocimum basilicum* Linn. (Lamiaceae)) yapraklarından su distilasyonu ile ekstrakte edilen uçucu yağların, (%0.05, %0.10, %0.20 ve %0.40) 4 farklı konsantrasyonda iki önemli depolanmış tahıl zararlısı olan *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) ve *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae)'ya karşı repellent etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, *E. globulus* uçucu yağının (%40) en yüksek konsantrasyonda; *T. castaneum* ve *S. oryzae* üzerinde (9.16 ± 0.30) ve (8.66 ± 0.33) değerlerinde güçlü repellent etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Aynı tahıl zararlıları

üzerinde yine aynı konsantrasyonda *O. basilicum* uçucu yağının, (8.50 ± 0.22) ve (8.16 ± 0.30) değerlerinde repellent etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar; dört saatlik maruz kalma süresinde her iki tahıl zararlısı üzerine repellent etkinin, uçucu yağ konsantrasyonu arttıkça arttığını belirlemişlerdir. Çalışma sonuçları, okaliptüs yağının daha güçlü bir repellent etki gösterdiğini ortaya koymuştur.

Benelli ve ark. (2013) çalışmalarında; çay ağacı (*Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel (*Myrtaceae*)) uçucu yağının, *Ceratitis capitata* Wied., (Diptera: Tephritidae) ve parazitoidi *Psytalia concolor* (Szépligeti) (Hymenoptera: Braconidae) erginlerine toksik etkisini temas, yutma ve fumigant testleri ile belirlemişlerdir. Çay Ağacı uçucu yağının kimyasal bileşenlerinin %80'inin oksijenli monoterpen ile monoterpen hidrokarbon grubunda yer aldığını ve üç ana bileşenin 4-terpineol (%35.10), γ -terpinen (%17.40), β -terpinen (%10.70) olduğunu belirtmişlerdir. Temas ve fümigasyon LC_{50} değerlerinin, *P. concolor*'a göre *C. capitata*'da daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Braconidae bireyleri ile yapılan yutma testlerinin aksine *P. concolor*'un LD_{50} (%0.638w/w) değerinin *C. capitata*'nın LD_{50} (%0.269 w/w) değerinden daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Beslenme seçiciliğinin daha viskoz beslenen *C. capitata*'nın ağız yapısının *P. concolor*'dan farklı olmasından kaynaklandığını öne sürmüşlerdir. Çalışma yutma yoluyla cezbetme ve öldürme stratejisiyle geliştirilen formülasyonların, hedef dışı böceklerle daha az toksik etki gösterdiğini ve Akdeniz Meyve sineği ile mücadelede en güvenli yöntem olduğunu vurgulamıştır.

Tampe ve ark. (2015) çalışmalarında, civanperçemi (*Achillea millefolium* L. (*Asteraceae*)) esansiyel yağının ve ana bileşeni olan thujone etken maddesinin Avrupa'da önemli bir fındık meyve zararlısı olan *Aegorhinus nodipennis* (Hope) (Coleoptera: Curculionidae) üzerine davranışsal etkilerini, 4 kollu olfaktometre kullanarak incelemişlerdir. Toplam 11 bileşeni olan *A. millefolium* esansiyel yağının; ana bileşeninin bir monoterpen olan β -thujone (%96.2) olduğunu ve tanımlanabilen diğer dört bileşenin (α -thujone, 1,8 cineole, p-cymene, ve 4-terpineol) %1'in altında olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada hem *A. millefolium* esansiyel yağının (285.7 ng/cm^2) hem de thujone etken maddesinin üç farklı dozda (2.8 ng/cm^2 , 28.5 ng/cm^2 , 285.7 ng/cm^2) zararlıya karşı etkinliği test edilmiştir. Her iki bileşenin de zararlıya karşı, en yüksek dozda (285.7 ng/cm^2) repellent etki gösterdiği bulunmuştur. Zararlıda görülen bu repellent etkinin esasen β -thujone kaynaklı olduğu ve bu etkinin, uzaklaştırıcı izomeri olan α -thujone ile etkileşimden kaynaklandığı vurgulanmıştır.

Valsala ve Gokuldas (2015); çalışmalarında *Clerodendrum infortunatum* Linn. (*Lamiaceae*) yaprak ekstraktının dört farklı konsantrasyonunun, bir depo böceği *Callosobruchus chinensis* (L.), (Coleoptera: Bruchidae) üzerine repellent ve yumurtlamayı önleyici etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar; denemelerde kullanılan (%0.5, %2, %4 ve %6) dört farklı konsantrasyonun tamamının, *C. chinensis* üzerine önemli derecede kovucu ve yumurtlamayı önleyici etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Y-tüp yönelim testi sonuçları; zararlı üzerine repellent etkinin, doza bağlı olarak arttığını maruz kalma süresiyle azaldığını göstermektedir. Çalışmada depolanmış tahıl zararlılarına

karşı, ürün koruyucu olarak *C. infortunatum* ekstraktının kullanımı ile ilgili yeni araştırmalar gerektiği vurgulanmıştır.

Reis ve ark. (2016), çalışmalarında uçucu yağlarda doğal olarak bulunan “geraniol, geranial, sitronelal, sitronellol ve eugenol” monoterpenlerinin; depolanmış tahıl zararlıları Börülce Tohum Böceği (*Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae)) ve Mısır Böceği (*Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae)) üzerine fumigant ve repellent etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Monoterpenlerin, her iki böcek türüne karşı iyi bir repellent ve fumigant etki gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada monoterpenlerin; *C. maculatus*’a karşı fumigant etkisinin, *Sitophilus zeamais*’e karşı repellent etkisinin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Eugenol bileşeni, her iki böcek türüne karşı güçlü bir fumigant etki göstermiştir. Repellentlik açısından *C. maculatus*’a karşı en etkili bileşenin eugenol, *S. zeamais*’e karşı en etkili bileşenlerin sitronelal ve geranial olduğu saptanmıştır. Monoterpen çiftleri arasında ki fonksiyonel ve pozisyonel izomerliğin repellentliğe etkisinin çok az ya da hiç etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Jayakumar ve ark. (2017), *Sitophilus oryzae* (L) (Coleoptera: Curculionidae) okaliptüs (*Eucalyptus globulus* Labill (Myrtaceae)) uçucu yağı ve 9 adet (anason, kafur, citronella, sardunya, lavanta, limon, biberiye, güveotu ve kekik üzümü) farklı uçucu yağın daha repellent etkilerini ve fumigant toksisitelerini araştırmışlardır. Elde edilen yağların 10µL ve 50µL konsantrasyonlarda ki repellent etkisini, 5 kollu olfaktometre yönelim testiyle belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmacılar test edilen uçucu yağların, orta derece repellent ve atraktant etki gösterdiğini; uçucu yağa maruz kalma süresi arttıkça repellent etkinin arttığını tespit etmişlerdir. Tüm yağlar, maksimum 6 sa’lik maruz kalma süresinde *S. oryzae* üzerine itici etki göstermiştir. Çalışma ile okaliptüs yağının 10 µl konsantrasyonunun, minimum 30 dk’lık maruz kalma süresinde zararlı üzerinde cezbedici etki gösterdiği; aynı yağın (50µl) konsantrasyonunun zararlı üzerinde ne itici ne de cezbedici aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

Gualberto ve Demayo (2018), Sarı Humma Sivrisineği (*Aedes aegypti* L., Diptera: Culicidae) ergin dişileri üzerine pelin otu (*Artemisia scoparia* Waldst. & Kit., (Asteraceae)) yapraklarından elde edilen uçucu yağın, repellent etkisini Y-tüp davranış testi ile belirlemeye çalışmışlardır. Pelin otu uçucu yağının 10 µL ile 20 µL konsantrasyonunun zararlı üzerine repellent etki gösterdiğini, aynı uçucu yağın 30 µL konsantrasyonunun zararlı üzerine N,N-Dietil-meta-toluamid (DEET) bazlı ticari bir sivrisinek kovucu ile karşılaştırılabilir derecede repellent etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırma sonuçları pelin otu esansiyel yağının, Sarı Humma Sivrisineğine karşı güçlü bir repellent olduğunu hatta repellent etkinin DEET bazlı ticari sivrisinek kovucu ile karşılaştırılabilir düzeyde olduğunu göstermektedir.

Alves ve ark. (2019), *Limon otu* (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf (Poaceae)), cedar (*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière (Pinaceae)) ve okaliptüs (*Corymbia citriodora* (Hook.) (Myrtaceae)) uçucu yağ karışımlarının geliştirilmesi ile elde edilen biyopestisit, *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) parazitoidi *Psytalia concolor* (Szépligeti) (Hymenoptera: Braconidae) üzerine yan etkisini incelemişlerdir. Karışımın birçok kimyasal bileşenlerinin, %15'in üzerinde monoterpenler (% α -sitronellal, E-sitral) ve seskiterpenlerden (α -himachalene, β -himachalene) oluştuğunu belirlemişlerdir. Topikal uygulanan (cedar + okaliptüs + lemongrass) CEL uçucu yağ karışımının, *C. capitata* üzerinde (LD₅₀ = 0.018 μ l/böcek) yüksek mortaliteye neden olduğunu tespit etmişlerdir. Yarı-saha koşullarında Navelina çeşidi portakal ağaçları üzerine, bir çözücüde (Tween80) su ile seyreltilerek uygulanan (CEL) uçucu yağ karışımının fitotoksik etki göstermediğini belirlemişlerdir. Yarı saha çalışmalarında: 72 saat sonunda portakallara uygulanmış CEL uçucu yağ karışımının parazitoid *P. concolor*'a zarar vermediği, pozitif kontrol olan ticari sentetik insektisit (50 g/l Lambda-cyhalothrin-pozitif kontrol) ise %97.7 ölüm oranına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar; aynı koşullarda CEL karışımının, 72 saat sonununda *C. capitata* üzerine ölüm oranının %46.2 kümülatif olarak %87.5 olduğunu ve aynı zararlı üzerine ticari sentetik insektisit kümülatif olarak %77.80 oranında ölüme neden olduğunu belirtmişlerdir.

Bukar ve Tukur (2019), limon otu (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf (Poaceae)), mor ısırgan otu (*Lamium purpurium* L. (Lamiaceae)), nane (*Mentha*), kahve sennası (*Senna occidentalis* L. (Fabaceae)), limon fesleğeni (*Ocimum citriodorum* Vis. (Lamiaceae)) ve zencefil (*Zingiber officinale* Roscoe (Zingiberaceae)) bitkilerini; pestisitlere karşı büyük oranda direnç kazanan (*Anopheles spp.*, *Aedes spp.* ve *Culex spp.*) sivrisinek vektörlerine insektisidal etkilerine ait çalışmaları derlemişlerdir. Derleme sonuçları; farklı sivrisinekler üzerinde farklı bitkisel ekstraktların ve uçucu yağların, toksisiteye neden olmasının bitkilerin kimyasal bileşiklerini elde etmekte kullanılan çözücüye bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Alkan (2020), çalışmasında *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) ve *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) erginleri üzerinde civanperçemi (*Achillea millefolium* L. (Asteraceae)) esansiyel yağının kontakt, repellent ve fumigant etkilerini araştırmıştır. Esansiyel yağın ana bileşenleri piperiton (%10.01), 7-epi-amiteol (%3.63) ve trans-para-Menth-2-en-1-ol (%3.55) olup, toplamda 89 bileşen içerdiği belirlenmiştir. Repellent etki belirleme testlerine göre; (0.025 μ l/cm², 0.06 μ l/cm² ve 0.125 μ l/cm²) üç farklı konsantrasyonda ve 2, 4, 8 ve 12 saat sonunda böcek seçimlerine göre her iki zararlı üzerine civanperçemi uçucu yağı önemli derecede repellent etki göstermektedir. Kontakt aktive (0.15 (v/v) uygulama dozunda) 24 saat sonunda *S. granarius* için (%83.4 ölüm oranında) daha düşük olup en yüksek kontakt aktivite aynı sürede aynı konsantrasyonda *R. dominica*'ya karşı (%99.2 ölüm oranı) belirlenmiştir. Çalışmada, *R. dominica*'nın civanperçemi uçucu yağına daha duyarlı olmasının, böcek fizyolojilerindeki farklılıkların yanı sıra yağın kimyasal bileşenlerine verdikleri farklı tepkilerle ilişkili olduğu ifade edilmiştir.

Blythe ve ark. (2020), Afrika Zencefil Çalışısı'nın (*Tetradenia riparia*, (Hochst.) Codd'un (Lamiaceae), TREO) toprak üstü aksamından elde edilen esansiyel yağın; Akdeniz Meyve Sineği (*Ceratitis capitata* Wied.; Diptera: Tephritidae) steril erkekleri üzerine, atraktant etkisini biyoanaliz çalışmaları ile değerlendirmişlerdir. *T. riparia* (TREO) esansiyel yağının, belirlenen ana bileşenleri fenchone (%15), δ -cadinene (%11), 14-hidroksi- β -caryophyllene (%8) ve tau-cadinol (%7) olarak belirtilmiştir. Araştırmacılar, daha önce yapılan çalışmalarda Akdeniz meyvesineği ile mücadele yöntemi olan Steril Böcek Tekniğinin başarılı olmasının kısır erkeklerin çiftleşme başarısına bağlı olduğunu ve uçucu yağlarda bulunan terpenoidlerin *C. capitata* için çekici kairomon görevi gördüğünü vurgulamışlardır. Çalışmalardan hareketle steril erkek Akdeniz meyvesinekleri üzerine TREO yağının; pozitif kontrol olarak kullanılan iki yağdan biri çay ağacı ((TTO) *Melaleuca alternifolia* (Maiden ve Betcher) Cheel.) esansiyel yağına benzer güçlü cezbedici etki gösterirken damla sakızı esansiyel yağından (MGEO) daha yüksek cezbedici etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, TREO'da *C. capitata*'ya karşı cezbedici etkiye neden olan linalolün olmadığını ve α -copaene oranının düşük olduğunu; fenchone ve δ -cadinene ana bileşenlerinin cezbedici etkisinin belirlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Gaire ve ark. (2020), Ev Tahtakurusu'na (*Cimex lectularius* L., Heteroptera: Cimicidae) karşı bitkisel uçucu yağ bileşenleri "karvakrol, eugenol ve timol" (1:1:1 oranında) üçlü karışımı ve "bifenthrin ve imidacloprid" (1:1 oranında) ikili karışımının toksisite düzeylerini; topikal biyoanalizler ve elektrofizyoloji testleriyle belirlemeye çalışmışlardır. Topikal biyotahlil sonuçlarına göre tüm karışımlar, tek bileşen kullanımına kıyasla sinerjik etki yaratmıştır. Elektrofizyoloji testleri monoterpenlerin karışımının, daha fazla nöroinhibitör etkilere neden olduğunu; sentetik insektisit karışımınsa, tek bileşenlere göre daha yüksek nöroeksitatör etkilere yol açtığını göstermektedir. Araştırmacılar, bu çalışmalarında Ev Tahta Kuruğu ile mücadelede monoterpen karışımlarının oluşturduğu sinerjinin, nörolojik mekanizmalara etkisinin bir kanıtı olduğunu vurgulamışlardır.

Hategekimana ve Erler (2020), üç bitkisel uçucu yağın [anason (*Pimpinella anisum* L. (Apiaceae)), okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. (Myrtaceae)) ve nane (*Mentha piperita* L. (Lamiaceae))] ve bunların ana bileşenlerinin (trans-anethol, 1,8-sineol ve L-mentol) Pirinç Kurdu'na (*Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae)) karşı repellent etkilerini bir Y-tüp olfaktometre kullanarak araştırmışlardır. Uçucu yağlara ek olarak, bileşenlerinin ikili (1:1) ve üçlü (1:1:1) kombinasyonlarının olası kombinasyon etkilerini de incelemişlerdir. Tüm uçucu yağların hem tek başlarına hem de ikili ve üçlü kombinasyonlarda *S. oryzae* yetişkinleri üzerinde değişen düzeylerde kovucu etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Tüm ikili kombinasyonlar arasında "anason + trans-anethol" en güçlü kovucu etkiyi gösterirken, üçlü kombinasyonlar arasında en etkili bileşik "trans-anethol + 1,8-cineole + L-menthol" olmuştur. Çalışma sonuçlarına göre, kombinasyonlar tekli bileşiklere göre daha güçlü kovucu etki göstermiştir. Uçucu yağların birçok ikili veya üçlü kombinasyonunda, sinerjik etki görülürken bazılarında additif etkiler görülmüş; ancak hiçbirinde antagonistik etki gözlenmemiştir.

Papanastasiou ve ark. (2020), farklı meyve türlerine laboratuvar koşullarında çeşitli yöntemlerle uygulanan linalol konsantrasyonlarının ve uygulama sonrası bekleme süresinin; Akdeniz meyvesineği (*Ceratitis capitata* Wied. Diptera: Tephritidae) erginleri üzerine yumurtlamayı caydırıcı etkisi ve saha koşullarında repellent etkisini değerlendirmişlerdir. Linalol uygulanan tüm meyve türlerinde, daha az yumurtlama deliği ve yumurta tespit etmişlerdir. Acı portakallarda püskürtme ve topikal uygulama yöntemlerinin, en etkili yöntem olduğu; ancak elmalar üzerinde püskürtmenin, en az etkili yöntem olduğu görülmüştür. Linalol ile uygulanan acı portakal ve nektarinlerde; uygulamadan üç gün sonra, uygulamadan hemen sonrasına kıyasla daha az yumurtlama deliği ve daha az yumurta tespit edilmiştir. Buna karşılık elmalarda; linalol uygulamasından üç gün sonra, uygulamadan hemen sonra veya bir gün sonrasına kıyasla belirgin şekilde daha fazla yumurtlama deliği ve yumurta tespit edilmiştir. Saha çalışmalarında; özellikle turuncgillerde, linalol uygulanmamış kontrol ağaçlarındaki tuzaklarda daha fazla yetişkin ve dişi sinek yakalandığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar; linalolun, meyve sineği kontrolünde farklı meyvelere ve uygulama sürelerine göre değişen yumurtlamayı caydırıcı ve repellent etkili bir ajan olarak kullanılma potansiyeli olduğunu vurgulamışlardır.

Senthooraja ve ark. (2021), çalışmalarında fesleğen (*Ocimum basilicum* Linn. (Lamiaceae)) yağının, Ev Sineği (*Musca domestica* L.; Diptera: Muscidae) üzerine biyolojik etkilerini çeşitli testler yaparak değerlendirmişlerdir. Fesleğen esansiyel yağının bileşenleri: metil chavicol (%70.93), linalol (%9.34), epi- α -cadinol (%3.69), metil eugenol (%2.48), γ -cadinene (%1.67), 1,8-cineole (%1.30) ve β -ocimene (%1.11) idi. Elektroantenografi (EAG) testleri; fesleğen esansiyel yağı ve bileşenleri metil chavicol ile linalolün, *M. domestica*'nın ergin dişilerinde nöronal bir tepki uyandırdığını göstermektedir. Y tüp testlerinde; ergin dişilerin, tatlı fesleğen esansiyel yağı ($P < 0.05$) ve metil chavicol ($P < 0.05$) içeren besin kaynağına yönelim tercihinin azaldığını belirlenmiştir. Fesleğen yağı ve metil chavicol (%25 konsantrasyon) uygulanan substratlarda, %80'in üzerinde yumurtlama caydırıcılığı olduğu görülmüştür. *O. basilicum* esansiyel yağının yüksek ($EC_{50}: 9.74 \text{ mg/dm}^3$) ovisidal etki gösterdiğini bunu metil chavicol ($EC_{50}: 10.67 \text{ mg/dm}^3$) ve linalolün ($EC_{50}: 13.57 \text{ mg/dm}^3$) izlediğini tespit etmişlerdir. Fesleğen yağına maruz kalan erginler ($LD_{50}: 10.01 \text{ } \mu\text{g/ergin}$); metil chavicol ($LD_{50}: 13.62$) ve linalole ($LD_{50}: 43.12 \text{ } \mu\text{g/ergin}$) maruz kalan erginlere göre temas toksisitesine daha hassastır. Çalışma enzim analiz sonuçları; bu uçucu yağ ve bileşenleri metil chavicol ve linalolün, böceğin detoksifikasyon sürecinde etkili olan “karboksil esteraz” ile “glutasyon S-transferaz” enzimlerini indüklediğini göstermektedir.

Vuković ve ark. (2021), çalışmalarında fesleğen (*Ocimum basilicum* Linn. (Lamiaceae)) ve limon otu (*Cymbopogon citratus* DC. (Poaceae)) uçucu yağlarının; Kırmızı Un Böceği (*Tribolium castaneum* Herbst.; Coleoptera: Tenebrionidae) üzerindeki insektisidal ve repellent (Y-tüp olfaktometresi) etkilerinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Araştırmada, fesleğen esansiyel yağının temas toksisite testlerinde *T. castaneum* üzerinde düşük toksik etki (%7.5) gösterdiği belirlenmiştir. Temas-sindirir testlerinde; fesleğen ve limon otu yağlarının, *T. castaneum*'a karşı çok düşük

insektisidal etki gösterdiğini saptamışlardır. Y-tüp olfaktometre testlerinde tercih indeksine göre, fesleğen ve limon otu yağlarının (%0.05- %1) her iki konsantrasyonunun da *T. castaneum* üzerinde repellent etki gösterdiği belirlenmiştir.

Bourakna ve ark. (2022), çalışmalarında *Bactrocera oleae* (Rossi) (Dip: Tephritidae Zeytin Sineği) erginlerine karşı *Eucalyptus globulus* Labill (Myrtaceae)'un kontak ve fümigant toksisitelerini araştırmışlardır. Uçucu yağ ana bileşenlerini spathulenol (%32.66), o-cimene (%28.30) ve cryptone (%12.13) olarak tespit etmişlerdir. *E. globulus*'un *B. oleae*'nın konsantrasyona ve maruz kalma süresine göre ergin ölüm oranını artırdığını belirtmişlerdir. Kontak toksisite denemelerinde LC50 değerinin 24 ve 48 saatte ($0.24 \mu\text{L}/\text{cm}^2$) ile ($0.15 \mu\text{L}/\text{cm}^2$) iken LC90 değerinin ($0.64 \mu\text{L}/\text{cm}^2$) ile ($0.33 \mu\text{L}/\text{cm}^2$) olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma sonuçları; *E. globulus*'un yapraklarından elde edilen esansiyel yağın, *B. oleae* mücadelesinde alternatif doğal insektisit olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Jaffar ve Lu (2022), çalışmalarında uçucu yağlarda bulunan altı temel bileşenin (α -bisabolol, thujone (α , β -karışımı), limonen, α -pinen, β -pinen ve karvakrol) Doğu Meyvesineği (*Bactrocera dorsalis*, Hendel; Diptera: Tephritidae)) üzerindeki yumurtlamayı engelleyici, larvisidal, fumigant ve repellent etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Fumigant testi LC50 değeri 19.48 mg/mL olan karvakrolün, ergin sineklere karşı en toksik temel bileşen olduğu belirtilmiştir. Karvakrolün en düşük LC50 (26.54 mg/mL) değerinde en yüksek larvisidal toksisiteyi gösterdiğini ve sonrasında α -pinen (26.54 mg/mL) ve limonenin (29.12 mg/mL) geldiğini tespit etmişlerdir. Y-tüp olfaktometre testlerinde sineklere karşı en yüksek repellent etkinin α -pinen (%77) ardından karvakrol (%76) ile elde edildiğini saptamışlardır. Tüm deneme sonuçlarını değerlendiren araştırmacılar, karvakrolün bir alternatif pestisit olarak geliştirilebileceğini vurgulamışlardır.

Ouarhach ve ark. (2022), oksijenli monoterpen açısından zengin *Lavandula coronopifolia* Poir. (Lamiaceae) uçucu yağının, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera Tephritidae) erginlerine karşı toksik etkisini değerlendirmişlerdir. *L. coronopifolia* yağının ana bileşenlerinin, carvacrol (%48.9), E-caryophyllene (%10.8) ve caryophyllene oxide (%7.7) olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar; çalışmalarında *L. coronopifolia* uçucu yağının, yüksek yutma toksisitesi ve yumurtlama caydırıcı etkisiyle dikkat çektiğini vurgulamışlardır. Söz konusu uçucu yağın, 55 $\mu\text{L}/\text{g}$ konsantrasyonunda 24 saatlik maruz kalma süresinde *C. capitata*'nın yumurta sayısını %94 oranında azalttığı tespit edilmiştir. *C. capitata*'ya karşı yüksek aktivite gösteren *L. coronopifolia* uçucu yağının, dişilere karşı daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Arazi koşullarında *L. coronopifolia* yağının, zararlının erken larva döneminde ve hasat edilen meyvelere fumigant olarak uygulanmasının, *C. capitata* zararını azaltmada etkili olacağı vurgulanmıştır.

Sadraoui-Ajmi ve ark. (2022), *Ceratitis capitata* üzerine iki okaliptüs çeşidi *Eucalyptus cinerea* (F. Muell. ex Benth. (Myrtaceae)) ve *Eucalyptus maidenii* (F. Muell. (Myrtaceae))'den elde edilen esansiyel yağların DAP ile kombinasyonundan bir cezbedici geliştirmeyi amaçlamışlardır. Buhar distilasyonu ile elde edilen her iki uçucu yağın ana bileşenleri 1,8-sineol, α pinen, α -terpineol ve camphene idi. *C. capitata* erginleri üzerinde her iki *Eucalyptus* türüne ait uçucu yağın cezbedici etki gösterdiğini ve DAP gübresinin tek başına cezbedici etkisinin daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. *C. capitata* erginlerine DAP/Okaliptüs formülasyonun oluşturduğu sinerjik etkinin cezbedici etkisini arttığı sonucuna ulaşmışlardır. Daha önce yapılan çalışmalar, *Eucalyptus* yağının hem temas toksisitesinin hem de atraktant etkisinin yüksek olduğunu belirtmektedir. *E. cinerea* (F. Muell. ex Benth. (Myrtaceae)) ve *E. maidenii* (F. Muell. (Myrtaceae)) yağları ile yapılan bazı çalışmalar, bazı böcek türlerine karşı konsantrasyon arttıkça cezbedici etkinin arttığı belirtmişlerdir. Ayrıca, bazı araştırmalar, DAP/Okaliptüs formülasyonunun *C. capitata* erginlerine karşı toksik etkilerini de belirlemişlerdir. Araştırmacılar, belirtilen çalışmalar ışığında DAP/Okaliptüs formülasyonun artan çekici etkisini; her iki yağın artan çekici etkisi ve formülasyonun yüksek toksik etkisi ile ilişkilendirmişlerdir.

Ben Abdallah ve ark. (2023), *Achillea millefolium* L. (Asteraceae), *Allium sativum* L., (*Amaryllidaceae*), *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae), *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) ve *Thymus zygis* (Lamiaceae)), bitkisel ekstraktlarının; *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) ve predatörü *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hemiptera: Miridae) üzerine etkilerini incelemişlerdir. Y-tüp olfaktometre testlerinde koku kaynağı olarak *A. millefolium* uçucu yağı kullanıldığında; *T. absoluta* ($\chi^2 = 10$, $p = 0.0016$) ve predatörü *N. tenuis*'un ($\chi^2 = 6.48$, $p = 0.0109$) koku kaynağına kıyasla kontrolü tercih ettiğini belirlemişlerdir. Çalışma, bulaşık yapraklar üzerine uygulanan *A. millefolium* ve *A. sativum* bitkilerinden elde edilen bitkisel ekstraktların; *T. absoluta* ile bulaşık yaprak sayısını önemli ölçüde azalttığını ve *N. tenuis*'in yaprak üzerine yerleşmesini hatta üremesini etkilemediğini göstermektedir. *A. millefolium* ve *A. sativum* yağlarının uygulandığı bitkilerde; bitki savunmasını güçlendiren yeşil yaprak uçucuları, monoterpenler ve aldehitler gibi bitkisel kaynaklı bitki uçucuların salınımını tetiklediğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar; her iki uçucu yağın *T. absoluta*'ya doğrudan toksik etkisinin olduğunu ve bu yağların bitkinin hastalık ve zararlılara karşı savunma mekanizmasını aktive edebildiklerini vurgulamışlardır.

Cortez-Vega ve ark. (2023), Akdeniz meyvesineği *Ceratitis capitata* (Wiedemann)'ya karşı *Baccharis spartioides* (H. et A.) (Asteraceae), *Eucalyptus cinerea* (F. Muell. ex Benth. (Myrtaceae)) ve *Schinus areira* L. (Anacardiaceae) uçucu yağları ile oluşturulan spinosad kombinasyonlarının sinerjik etkisini araştırmışlardır. *B. spartioides* uçucu yağının kimyasal kompozisyonunda başlıca üç monoterpen bileşeni β -phellandrene (27.26%), sabinene (%16.57) ve β -pinene (%12.07) olmak üzere toplam 55 bileşik tanımlanmıştır. *S. areira* uçucu yağından elde edilen başlıca monoterpenler: α -phellandrene (18.76%), kamfen (%9.17) ve α -limonen (%9.55) olmak üzere toplam 58 bileşik belirlenmiştir. *E. cinerea*'dan elde edilen uçucu yağında ise toplam 15 adet bileşik bulunmuş ve oranı

en yüksek olan monoterpenlerin 1,8-sineol (%30.25) ve α -pinene (%20.44) olduğu belirtilmiştir. Bahse konu uçucu yağlar ve spinosad ile bunların kombinasyonlarının toksisitelerini belirlemek amacıyla; *C. capitata* erkek ve dişi bireylerine uçucu yağlar, spinosad ve her karışım teker teker topikal uygulanma sonucu bulunan LD50 değerlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, dişilerde *B. spartioides*-spinosad karışımının hem dişi hem erkeklerde *S. areira*-spinosad karışımının sinerjik etki oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Erkeklerde, *B. spartioides*-spinosad ve *E. cinerea*-spinosad karışımlarının antagonistik etki gösterdiğini belirlemişlerdir. İnsektisit kullanımını azaltan ve sinerjik etki yaratan bu karışımların, *C. capitata* mücadelesinde alternatif bir yöntem sunabileceğini vurgulamışlardır.

Demir ve ark. (2023), Türkiye'ye endemik dört taksonu içeren 13 adet *Achillea* türünden elde edilen n-hekzan, kloroform ve metanol ekstraktlarının Sarı Humma Sivrisineği'ne (*Aedes aegypti* L., Diptera: Culicidae) karşı repellent etkisini belirlemek için (pozitif kontrol olarak N,N-Dietil-meta-toluamid (DEET) ile karşılaştırmalı) bez yama testi uygulamışlardır. Bazı *Achillea* türlerinin (*A. multifida*, *A. crithmifolia*, *A. setacea* ve *A. teretifolia*) n-hekzan ekstraktlarının, daha yüksek repellent etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu sonuçlar; *Achillea* türünün lipofilik (hekzan gibi polar olmayan çözücülerde çözülebilen) bileşenlerinin, repellent etkisinin önemini ortaya koymaktadır.

Dhaouadi ve ark. (2023), çalışmalarında *Eucalyptus campaspe* (Spencer Moore) (Myrtaceae) ile *Eucalyptus torquata* Luehm. (Myrtaceae) yapraklarından elde edilen esansiyel yağların, Akdeniz Meyvesineği'ne (*Ceratitis capitata* (Wiedemann)) karşı toksik ve repellent etkilerini incelemişlerdir. *E. campaspe* uçucu yağının ana bileşenleri: 1,8-cineole (%34.1), β -eudesmol (%10.4) ve globulol (%9.7) iken, *E. torquata* uçucu yağının ana bileşenleri: globulol (%42.7), germagren B (%11.2), β -eudesmol (%6.7) ve viridiflorol (%5.3) idi. Yapılan farklı testlerin sonuçları; *C. capitata* yetişkinleri üzerinde *E. campaspe* uçucu yağının daha yüksek toksik ve repellent etkiye sahip olduğunu ancak *E. torquata* uçucu yağının orta düzeyde toksik etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar, bu çalışma ile *E. campaspe* uçucu yağının, organofosfat ve karbamat gibi birçok pestisit türünün ana hedefi olan asetilkolinesteraz aktivitesi üzerinde daha yüksek bir inhibitör etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

İbrahim ve ark. (2023), *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. (*Eucalyptus*) ve *Viola odorata* (Violaceae) bitki ekstraktlarının, Akdeniz meyvesineği (*Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae)) üzerindeki toksik etkilerini temas ve sprey uygulama yöntemleriyle incelemişlerdir. Temas yöntemi, sprey yöntemine göre daha yüksek toksisiteye neden olmuştur. *C. capitata* erginleri üzerinde toksik etki gösteren her iki ekstrattan *V. odorata* ekstraktının, pupalar ve olgun larvalar üzerinde daha yüksek toksisite sağladığı; *Eucalyptus camaldulensis* ekstraktının ise larvalar üzerinde daha toksik etki gösterdiği tespit edilmiştir. Ekstraktların, kısa sürede toprakta parçalandığı ve pupalarda baş ile göğsün ayrılması, puparium renginin değişmesi ve sineklerin hiç çıkamaması gibi malformasyonlara neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, çalışmaya göre *V. odorata* ekstraktının, yetişkinlerde anten ve kanat anormalliklerine yol açtığı görülmüştür.

Özdemir (2023), Akdeniz meyve sineği (Medfly), *Ceratitis capitata*'yı (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) *Mentha arvensis* Linn. (Lamiaceae) ve *Cinnamomum zeylanicum* Blume 'dan (Lauraceae) elde edilen uçucu yağların laboratuvar koşullarında doğrudan temas testi ile insektisidal etkilerini incelemiştir. Akdeniz meyve sineğine karşı, her iki uçucu yağın düşük konsantrasyonlarda bile ergin konsantrasyona bağlı olarak artan bir mortalite gösterdiğini tespit etmiştir. Uçucu yağlardan *M. arvensis* uçucu yağının 48 saat içinde %1 konsantrasyonda %100 ölüm oranına ulaştığı ve *Cinnamomum zeylanicum* uçucu yağının sadece 1 saat sonra daha hızlı bir etkinlikte düşük bir LC50 değerine ulaştığı belirlenmiştir. Çalışma sonuçları; uçucu yağların her ikisinin de Akdeniz meyve sineği ergin ölüm oranına etkisinin, konsantrasyona ve etki süresine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

De Albuquerque ve ark. (2024), derleme çalışmalarında ki literatür taramasına göre; Kanadı Noktalı Sirke Sineği (*Drosophila suzukii* Matsumura, (Diptera: Drosophilidae)) üzerine 65 bitkiden ekstrakte edilen uçucu yağların, kimyasal bileşenleri olan limonen, α -pinen, 1,8-cineol, linalol, mentol, geraniyal ve noral gibi monoterpenlerin insektisidal etkinlikleri ile öne çıkan bileşenler olduklarını belirlemişlerdir.

Genç ve arkadaşlarının (2024), çalışmasında ıtır (*Pelargonium graveolens* (Geraniaceae)), lavanta (*Lavandula intermedia*), Mill. (Lamiaceae)), çörek otu (*Nigella sativa* L. (Ranunculaceae)) ve defne (*Laurus nobilis* L. (Lauraceae)) uçucu yağlarının; yapay besi yerinde beslenen Akdeniz meyvesineği (*Ceratitis capitata* Wied.; Diptera: Tephritidae) 2. dönem larvalarına karşı beslenmeyi önleyici ve insektisidal aktivitelerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonuçları, en yüksek larva ölümünün defne ve çörek otu yağları ile elde edildiğini; özellikle çörek otu yağının, en düşük konsantrasyonda bile en yüksek ölüm oranı sağladığını ortaya koymaktadır.

Gesraha ve ark. (2024), çalışmalarında patates yumrularına uygulanan fesleğen (*Ocimum basilicum* Linn. (Lamiaceae)) özütünün, Patates Yumru Güvesi'nin (*Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) sindirim sistemi üzerine etkisini araştırmışlardır. Fesleğen özütü uygulanmış yumrularla beslenen Patates Yumru Güvesi'nin ön, orta ve arka bağırsaklarında; bağırsak kas tabakası, trekeal sistem ve visceral yağ cisimciklerinde histopatolojik değişiklikler olduğunu tespit etmişlerdir. Bu histopatolojik değişimlerin, zararlının tüm sindirim sisteminde birçok farklı yırtık ve malformasyonla kendini gösterdiği sonuçta zararlının ölümüne neden olduğunu belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. *Ceratitis capitata* Üretimi

Bu çalışmanın ana materyalini; vuruklu meyvelerden elde edilen ilk erginler oluşturmaktadır. Bu amaçla turunçgil çeşidi ağaçlardan toplanan vuruklu meyveler laboratuvara getirilmiştir. Araziden toplanan vuruklu meyveler, içerisinde kurutma kâğıdı üzerine nemlendirilmiş perlit bulunan kasalara yerleştirilmiştir (Şekil 3.1).



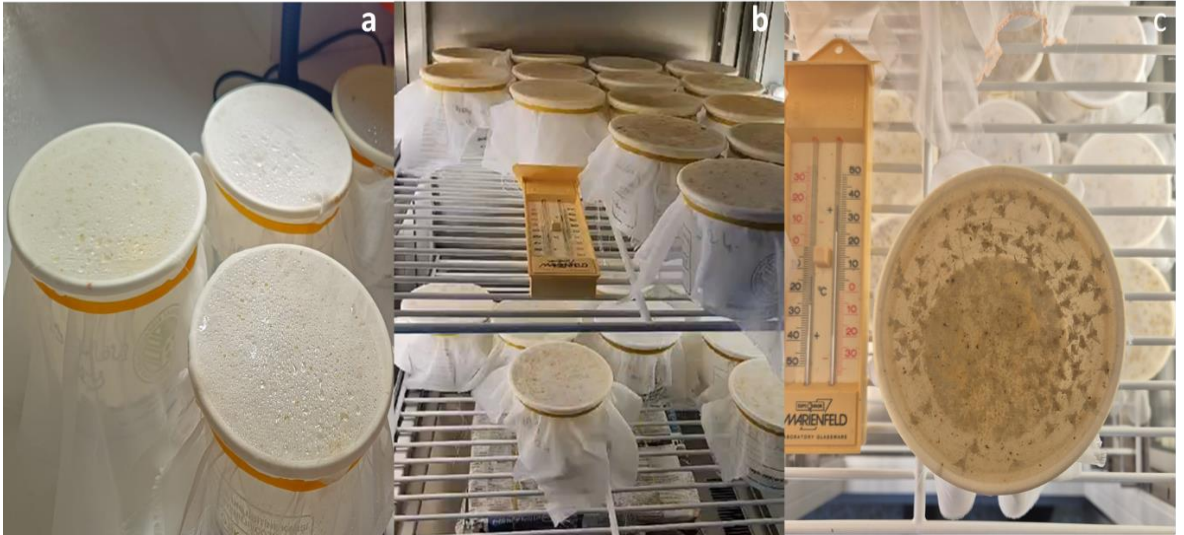
Şekil 3.1. Nemlendirilmiş perlit bulunan kasalara yerleştirilen vuruklu meyveler

Meyvede gelişimini tamamlayan olgun larvalar, pupa olduktan sonra, ince uçlu fırça yardımı ile toplanarak nemli perlit içeren kaplara alınmıştır (Şekil 3.2 (a), (b) ve (c)). Nemli petri kaplarına alınan pupaların üzeri tülle kapatılarak ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$) sıcaklık, (%70-80) nem ve 16:8 aydınlık-karanlık periyodunda ayarlı inkübatörlere bırakılmış ve perlit kaplarının üzerine düzenli su püskürtülerek ortamın nemlenmesi sağlanmıştır (Şekil 3.3 (a), (b) ve (c)).



Şekil 3.2. *Ceratitıs capitata* pupalarının nemli perlit kaplarına aktarılması (a) vuruklu meyvelerde larva-pupa kontrolü (b) olgun pupaların tespit edilmesi (c) meyve üzerinde ki olgun pupaların nemli perlit kaplarına aktarılması

Pupadan çıkan erginlerin beslenmesi ve su ihtiyacının karşılanması için perlit içeren kaplara hazırlanan besin karışımı ve saf su emdirilmiş süngerler konulmuştur. Besin karışımı şeker (5 g), bebek maması (5 g), pekmez (5 ml), bira mayası (10 g) ve saf su (20 ml) kullanılarak hazırlanmıştır. Perlit içeren kaplar her gün kontrol edilerek erginlerin su ve besin gereksinimi karşılanmıştır. Yeter süre beslenmesi sağlanan ergin bireyler, emgi tüpü deneme ortamlarına aktarılmıştır (Tiring, 2015).



Şekil 3.3. *Ceratitıs capitata* pupalarının kültüre alınması ve gelişen erginler (a) nemli tülle kaplı kültür kapları (b) inkübatöre konulan kültür kapları (c) kültür kabında gelişen ergin bireyler

3.2. Bitki Materyali, Uçucu Yağ Distilasyonu ve Bileşenleri

3.2.1. Bitki materyali

Asteraceae, Apiaceae, Brassicaceae, Compositaceae, Chenopodiaceae, Cupressaceae, Lauraceae, Lamiaceae, Myrtaceae, Rutaceae, Rosaceae, Pineaceae, Poaceae ve Zingiberaceae familyaları uçucu yağ elde edilebilen en önemli familyalardır (İşcan ve ark., 2002; Kesdek ve ark., 2015). Bitkilerin belirlenmesi aşamasında; uçucu yağ elde edilecek bitkiler seçilirken literatür taraması yapılarak böcekler üzerinde atraktant, repellent, öldürücü ve yumurtlamayı önleyici etkisi olan bitkilerin seçimine öncelik verilmiştir. Bitkilerin seçiminde ikinci önceliğimiz Ülkemizde veya bölgemizde bolca yetişen bitkiler olması, üçüncü önceliğimiz ise bitkilerin ekonomik maliyetinin düşük olması idi.



Şekil 3.4. Bitki materyalleri (a) satın alınan civanperçemi fideleri, (b) satın alınan fesleğen fideleri, (c) toplanan okaliptüs yaprakları

Çalışmada belirlenen bitki seçim öncelikleri doğrultusunda fesleğen (*Ocimum basilicum* Linn. (Lamiaceae)), civanperçemi (*Achillea millefolium* L. (Asteraceae)) ve Okaliptüs (*Eucalytus* spp., Myrtaceae) bitkilerinin yeşil aksamaları kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

Bitki materyali olarak kullanılan fesleğen (*Ocimum basilicum* Linn. (Lamiaceae)) bitkisi bölgede ki yerel satıcılardan, civanperçemi (*Achillea millefolium* L. (Asteraceae)) bitkisi İzmir ili Ödemiş ilçesinde bulunan satıcılardan temin edilmiş ve Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölüm arazisine dikilmiştir. Okaliptüs (*Eucalytus* spp., Myrtaceae) yaprakları ise Mersin 100. Yıl Tabiat Park alanında ki ağaçlardan toplanmıştır. Fide olarak alınan bitkiler (fesleğen ve civanperçemi) Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölüm arazisine dikilmiştir.

Aynı türe ait bitkilerin aynı bölgeden elde edilmiş olması farklı yağ bileşenleri ve buna bağlı oluşabilecek değişimlerin önüne geçilmesi sağlanmıştır (Şekil 3.4). Kullanılan yağların tamamı laboratuvar koşullarında su distilasyonu yöntemi ile çıkartılmıştır.

Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan bitki materyallerinin adları ve distilasyon kısımları

Familiya	Tür	Türkçe Adı	Kullanılan Bitki Kısımı
Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i>	Civanperçemi	Yeşil Aksam
Myrtaceae	<i>Eucalytus spp.</i>	Okaliptüs	Yeşil Aksam
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	Fesleğen (Tatlı Fesleğen)	Yeşil Aksam

3.2.2. Uçucu yağ distilasyonu ve bileşenleri

a) Uçucu Yağ Distilasyonu

Distilasyon işleminde kullanılacak bitkilerin (fesleğen ile civanperçemi bitkilerinin toprak üstünden kesilen kısımları ve okaliptüs ağacının yaprakları), elde edilen tüm yeşil aksamı kullanılmıştır (Çizelge 3.1). Elde edilen yeşil aksam, kimyasal bileşen oranının ve yağ veriminin yüksek olduğu tam çiçeklenme döneminin hemen öncesinde sabahın erken saatlerinde kesilmiş ve toplanmış olup oda sıcaklığında gölgede kurumaya bırakılmıştır (Ceylan, 1977; Baydar ve ark., 2013). Kuruyan bitkiler, distilasyon işlemine kadar ağzı kapalı bez torbalarda muhafaza edilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Bitki materyallerinin dikimi, kurutma ve muhafazası (a)Satın alınan civanperçemi fidelerinin dikimi (b) Tüm bitki materyallerinin bez torbalara konulması (c)Bitki materyallerinin ufak parçalara ayrılması.



Şekil 3.6. *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde denemelerde kullanılacak uçucu yağların distilasyon işlemi (a) distilasyon işlemi başlangıcında cam fanus içerisine yerleştirilmiş bitki materyali (b) distilasyon işlemi sırasında biriken yağın su kısmından ayrıştırılması

Distilasyon sürecinde ufak parçalara ayrılan bitki materyallerine, (1:3) oranında su ilave edilmiştir (Baydar, 2009). Clevenger benzeri bir aparatta (2 L yuvarlak düz tabanlı balon) su distilasyonu yöntemiyle yaklaşık 2-8 saatte uçucu yağ elde edilmiştir (Şekil 3.6). Distilasyon ünitesinde oluşan buharlaşma sonucu; su üzerinde biriken yağ, şişelerde toplanmıştır (Şekil 3.7). Elde edilen yağlar, denemelerde kullanılıncaya kadar reçineleşme olmaması için ağzı teflon kapakla sıkıca kapatılmış amber renkli şişelerde (+4 °C)'de muhafaza edilmiştir (Topuz ve Madanlar, 2006).



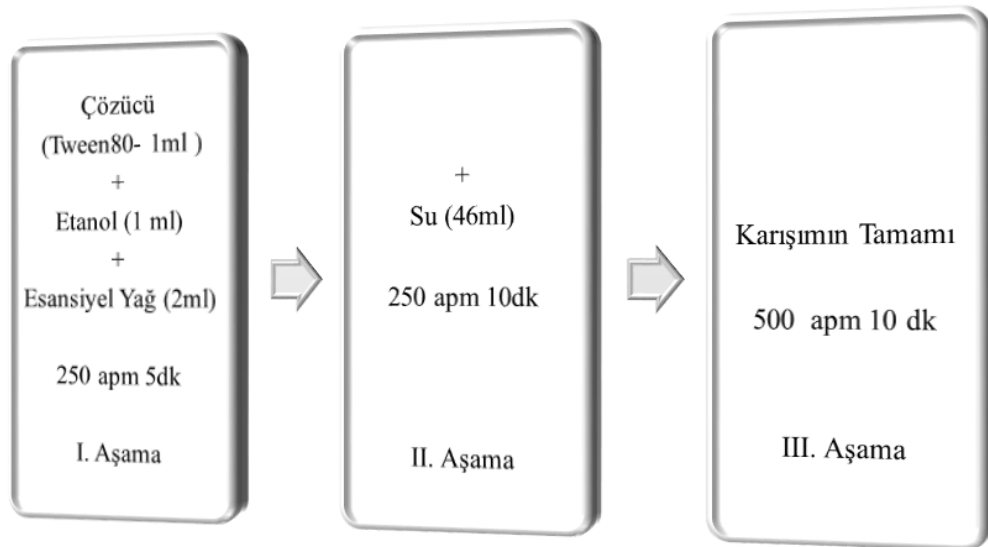
Şekil 3.7. Su distilasyonu ile elde edilen uçucu yağlar (a) su tabakası üzerinde biriken okaliptüs uçucu yağı, (b) su tabakası üzerinde biriken fesleğen uçucu yağı, (c) amber renkli teflon şişe içinde civanperçemi uçucu yağı

b) Kimyasal Bileşenlerin Elde Edilmesi

Elde edilen bileşenlerin içindeki bulunan maddelerini belirlemek amacıyla Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM)'e her bir örnekten 1-2 ml yağ gönderilmiştir. Örnekler analiz edilmek üzere 1:100 oranında hekzan ile seyreltilerek derişim hazırlanmıştır. Örneklerin uçucu yağ bileşen analizi Gaz kromatografisi (Agilent 7890A)-kütle dedektör (Agilent 5975C)/alev iyonizasyon dedektörü (GC-MS/FID) cihazı ile kapiler kolon (HP InnowaxCapillary; 60,0 m x 0,25 mm x 0,25 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizde taşıyıcı gaz olarak 0,8 mL/dk akış hızında helyum kullanılmış, örnekler cihaza 1 µL olarak 40:1 split oranı ile enjekte edilmiştir. Enjeksiyon bloğu sıcaklığı 250 °C, kolon sıcaklık programı 60 °C (10 dakika), 60 °C'den 220 °C'ye 4 °C/dakika ve 220 °C (10 dakika) olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu program doğrultusunda toplam analiz süresi 60 dakikadır. Kütle dedektörü için tarama aralığı (m/z) 35-450 atomik kütle ünitesi ve elektron bombardımanı iyonizasyonu 70 eV kullanılmış, uçucu yağın bileşenlerinin teşhisinde ise WILEY7 ve OIL ADAMS kütüphanelerinin verileri esas alınmıştır. Sonuçların bileşen yüzdeleri FID dedektör kullanılarak, bileşenlerin teşhisi ise MS dedektör kullanılarak yapılmıştır (Özek vd., 2010).

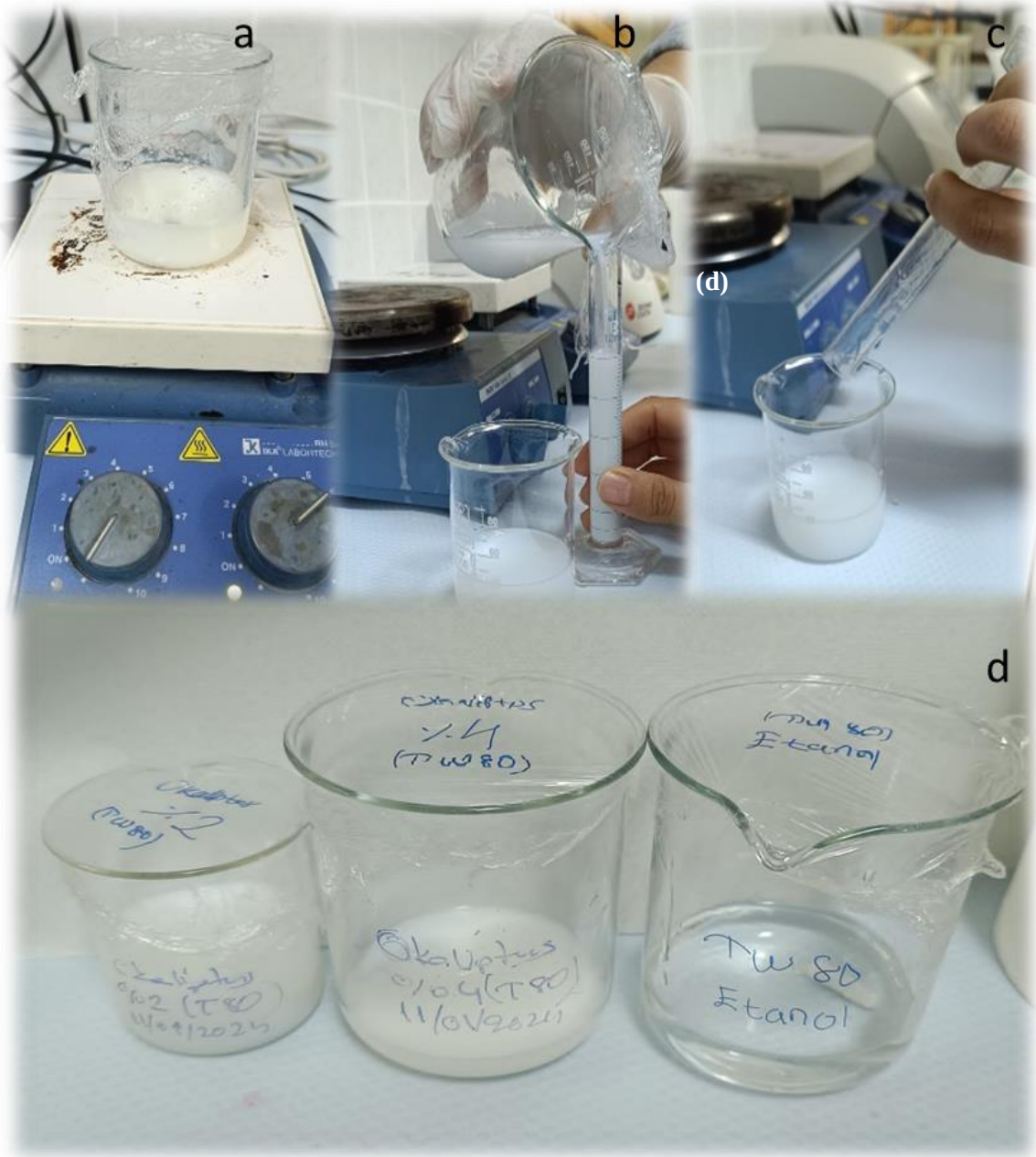
c) Uçucu Yağ Formülasyonlarının Elde Edilmesi

Uçucu yağın hazırlanmasında Taktak ve ark. (2022) açıkladığı yöntem uygun bir yöntem kullanılmıştır. Uçucu yağın %4'lük (stok) karışımın hazırlanmasında; ilk olarak çözücü (Tween80- 1ml), etanol (1 ml) ve esansiyel yağ (2ml) manyetik karıştırıcıda 250 devir/dak'da 5dk karıştırılmıştır. Daha sonra karışıma, 46ml su ilave edilerek manyetik karıştırıcıda 250 devir/dk'da 10 dk daha karıştırılmış ve son olarak karışımın tamamı 500 devir/dk'ya yükselttilerek 10 dk daha karıştırılmıştır.



Şekil 3.8. Uçucu yağ karışımının hazırlanma aşamaları (stok yağ karışımının elde edilmesi)

Konsantrasyon karışımları hazırlık aşamasında mevcut esansiyel yağ karışım miktarının yarısına (%50'si) aynı miktarda %1 çözücü (Tween 80) ve %1 alkol (etanol) içeren su karışımı ilave edilerek 250 devir/dk 5 dk manyetik karıştırıcıda karıştırılarak yeni konsantrasyonlu yağ karışımı elde edilmiştir. Uçucu yağ karışımları; %0.5, %1, %2, %4 oranlarında katlı olacak şekilde hazırlanmıştır. Hem olfaktometre hem de topikal denemelerde kontrol karışımı olarak, %1 çözücü (Tween 80) ve %1 alkol (etanol) içeren su karışımı kullanılmıştır. Karışım hazırlanırken her aşamada üzerinin kapatılmasına özen gösterilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Uçucu yağ konsantrasyonları hazırlama işlemi (a) stok uçucu yağ (%4'lük uçucu yağ) hazırlama işlemi (iii. aşama), (b) stok yağ karışımının yarısının behere alınması, (c) beher kabına alınan miktar kadar %1 çözücü (tween 80) ve %1 alkol (etanol) içeren su karışımının ilave edilmesi, (d) katlı konsantrasyonların (%2'lik konsantrasyonun) elde edilmesi.

3.3. Olfaktometre Denemeleri

Kullanılan olfaktometre Y-tüp olfaktometre olup çapı 5 cm, gövdesi 10 cm ve kolları 10 cm iki kol arası 45° C bir düzenektir. Olfaktometre düzeneğinde materyal olarak, gaz yıkama şişeleri, vakum pompası, ortam havasının akışını ölçen akış ölçer, hava geçişi için parçalar arası bağlantıyı sağlayan teflon borular ve havanın temizlenmesini sağlayan aktif kömür bulunmaktadır. Sistemde havanın akışını ölçen akış ölçerler 1.2 l/dk. ayarlanmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Y-tüp olfaktometre düzeneğinin kurulması

Çalışmada López ve ark. (2011) ile Senthoooraja ve ark. (2021) açıkladıkları yöntemlere göre denemeler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sırasında olfaktometre kollarından birine kontrol karışımını (alkol (etanol), çözücü (Tween 80) ve su karışımı) içeren filtre kâğıdı, diğer kola laboratuvarda çıkarılan farklı yağları içeren filtre kağıtları yerleştirilmiştir. Bu işlem için filtre kağıtları 1 cm²'lik daireler şeklinde kesilmiş ve 2 µl kontrol karışımı veya uçucu yağ ile muamele edilerek gaz yıkama şişesinin tabanına konulmuştur. Filtre kağıtları, her denemeden sonra atılmıştır.

Denemeler sırasında, böceklerde oluşabilecek görsel etkilerden kaçınmak amacıyla olfaktometrenin Y-tüp kısmının çevresi, beyaz renkli bir kutu ile kapatılmış ve eşit şekilde aydınlanma sağlanması amacıyla oluşturulan düzeneğin tepesine led ışık kaynağı içeren lamba yerleştirilmiştir.

Denemeler; erginlerin kokuya duyarlı oldukları 3-5 günlük dönemde, her gün 09.00-14.00 arasında aynı saatlerde yapılmıştır. Laboratuvarında erginlerin yönelimleri ile ilgili yapılan bu denemeler; çalışma ortamı böcek yetiştirilme şartlarına uygun (25 ± 2 °C) sıcaklık ve (%70-80) orantılı nem koşulları sağlanarak yürütülmüştür.

Kültür kaplarından emgi tüpü yardımıyla alınan erginlere, CO₂ ile yaklaşık (5-10 sn.) anestezi uygulanmış ve daha sonra bu erginler olfaktometre düzeneğine aktarılmıştır. Denemelerin her tekrarı için bir ergin, Y- tüpünün giriş koluna teker teker bırakılmıştır. Her konsantrasyon için, 6 saat öncesinde aç bırakılan erginlerden bir tekrarda 10 adet (5 dişi+5 erkek) olmak üzere 4 tekrar toplam 40 böcek test edilmiştir.

Böcekler Y-tüp ana koluna yerleştirildikten sonra; olfaktometre düzeneğinde 5 dk. beklemesi sağlanmış daha sonra ortama havayı veren vakum pompası çalıştırılmıştır. Her bir tekrar için 10 dakikalık gözlemler yapılmıştır. Gözlem sonunda her iki kolda belirlenen 3 cm'lik kısmı geçtiğinde bulunduğu kola yönelim gösterdiği kabul edilerek böcek seçimleri belirlenmiştir. Y-tüp orta kısmı veya 3 cm'lik kısmın altında kalan bölgede böceklerin seçimi "seçimsiz" olarak kayıt edilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. *Ceratitis capitata* erginlerinin davranış yönelim tercihlerini belirlemekte kullanılan Y-tüp

Böceklerin koku-kontrol kollarında ve seçimsiz bölgede geçirdiği sürelerde ölçülerek kayıt edilmiştir. Deneme sonunda davranış tepkilerine göre; Obeng-Ofori (1995), Erler ve ark. (2006), Nerio ve ark. (2009) ve Kataria ve Kulkarni (2017) açıkladıkları yöntemlere uygun yöntemle göre aşağıdaki formül kullanılarak repellent aktivite yüzdesi belirlenmiştir (Çizelge 4.1; Formül 3.1; Formül 3.2).

$$\text{Repellent Yüzdesi 1} = \frac{\text{K.A.Y.G.B.S.} - \text{U.A.Y.G.B.S.}}{\text{K.A.Y.G.B.S.}} \quad (3.1)$$

$$\text{Repellent Yüzdesi 2} = \frac{\text{K. A. Y. G. B. S.} - \text{U. A. Y. G. B. S.}}{\text{K. A. Y. G. B. S.} + \text{U. A. Y. G. B. S.}} \quad (3.2)$$

* Kontrol Alanına Yönelim Gösteren Böcek Sayısı (K. A. Y. G. B. S)

* Uçucu Yağ Alanına Yönelim Gösteren Böcek Sayısı (U. A. Y. G. B. S.)

Her 5 böcekten sonra konum etkilerinden kaçınmak amacıyla olfaktometre kurulumu 180°C döndürülmüştür. Her tekerrürden sonra olfaktometrenin tüm kısımları alkolden geçirilmiş, saf su ile yıkanmış ve havada kuruması sağlamıştır.

3.4. Böcek Topikal Uygulamaları

Çalışmada López ve ark. (2011) açıkladıkları yöntemle uygun bir yöntemle denemeler gerçekleştirilmiştir. Topikal uygulama için kokuya hassas dönemde olan 8-16 günlük ergin sinekler seçilmiştir. Rastgele seçilen sineklere, CO₂ ile yaklaşık (10-15 sn) anestezi uygulanmıştır. Hareketsizleşen ergin sinekler, bir fırça yardımıyla ayrı ayrı toplanmıştır. Denemeler, her bir tekerrürde 10 (5 dişi+5 erkek) adet böcek olmak üzere 4 tekerrürlü yürütülmüştür. Her bir konsantrasyon için toplam 40 adet sineğin abdomen ventraline, buz kalıbı üzerine konan petri kapları kullanılarak 1 µl uçucu yağ solüsyonu mikroaplikatör yardımı ile uygulanmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Topikal uygulama denemelerinin kurulması (a) topikal uygulama yapılacak *Ceratitis capitata* erginlerine CO₂ uygulaması, (b) anestezi uygulanmış böceklere mikroaplikatör yardımıyla uçucu yağ solüsyonlarının uygulanması

Kontrol için aynı sayıda böcek, aynı miktarda kontrol karışımı ile muamele edilmiştir. Muamele gören 10 adet ergin sinek, besin karışımı ve saf su içeren bir etrafı tülle çevrili havalandırılmalı plastik kaplara aktarılmıştır. Deneme tekerrür sayısı, kullanılan esansiyel yağın adı, uygulama tarih ve saati kapların üzerine belirtilmiştir. Plastik kaplar ($25 \pm 1^\circ\text{C}$) sıcaklık, (%70-80) nem ve (16:8) aydınlık-karanlık periyodunda ayarlı inkübatörlere bırakılmıştır. Böceklerin su ve besin ihtiyacını karşılamak için su ve besin her gün yenilenmiştir. Yağların topikal uygulanması sonrasında 1., 3., 24., 48. ve 72. saatte ölümler gözlemlenmiş ve sonuçlar kaydedilmiştir (Şekil 3.13). Topikal uygulama sonunda 72. saatte; sağ kalan erginlerin cinsiyetleri belirlenerek kaydedilmiştir.



Şekil 3.13. Topikal uygulama sonrası belirli aralıklarla plastik kaplarda ki *Ceratitits capitata* erginlerinin ölüm sayılarının belirlenmesi

3.5. Böcek Yumurtlama Tespiti

Topikal uygulama yapılan erginlerin, meyvelere yumurta bırakıp bırakmadığının belirlenmesi amacıyla topikal uygulama yapılan erginler plastik kaplara aktarılmadan önce her kaba (kutu içinde hareketi azaltmak için tülle çevrili şekilde) 2-3 adet sağlam meyve bırakılmıştır (Şekil 3.14). Topikal uygulama gözlem süresine ilave 14 gün boyunca meyvelerin bulunduğu kaplarda, larva-pupa çıkışları takip edilmiştir.



Şekil 3.14. Uçucu yağ uygulanan *Ceratitits capitata* erginlerinin yumurtlama takibi sırasında vuruklu olduğu belirlenen meyvelerde gerçekleştirilen işaretleme işlemi.

Böceklerin su ve besin ihtiyacını karşılamak için su ve besin her gün yenilenmiştir. Düzenli kontrollerde vuruklu meyveler, işaretlenerek her deneme tekrarı için ayrı ayrı plastik küvetlere konulmuştur. Her aşamada larva-pupa çıkışı olan meyveler, disekte edilmiş larva-pupa sayımları yapılmıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Uçucu yağlarla muamele gören *Ceratitiss capitata* erginlerinin yumurtlama takibi (a) meyvelerde larva tespiti için yapılan disekte işlemi ve pupa tespiti, (b)pupa tespiti, (c) disekte işlemi sonrası meyvelerde larva tespiti,

3.6. İstatistiksel Analizler

Kategorik ölçümlerin gruplar arasında karşılaştırılmasında Ki Kare test istatistiği kullanılmıştır. Gruplar arasında Abbott düzeltilmiş yüzde ölüm oranları karşılaştırılmasında varsayımların sağlanması durumunda Bağımsız gruplarda T testi, varsayımların sağlanmaması durumunda ise Mann Whitney U testi kullanılmıştır. İkiden fazla grubun Abbott düzeltilmiş yüzde ölüm oranları genel karşılaştırılmasında varsayımların sağlanması durumunda Tek Yönlü Varyans Analizi, varsayımların sağlanmaması durumunda ise Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Bu karşılaştırmalarda anlamlı bulunan durumlar için grupların ikili karşılaştırılmalarında varsayımların sağlanması durumunda grup içi varyansların homojen olup olmamasına göre Tukey, Games&Howell testleri kullanılmıştır. Grupların ikili karşılaştırılmalarında varsayımların sağlanmaması durumunda ise Bonferroni düzeltmesi yapılmış Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Aynı bireyler üzerinde farklı zamanlarda yapılan Abbott düzeltilmiş yüzde ölüm oranları zaman içindeki değişimini karşılaştırmada Tekrarlı ölçümler analizi kullanılmıştır. Kategorik ölçümler sayı ve yüzde olarak, sayısal ölçümlerse ortalama ve standart sapma olarak özetlenmiştir. Verilerin istatistiksel analizinde IBM SPSS Statistics Versiyon 20.0 paket programı kullanılmıştır. Tüm testlerde istatistiksel önem düzeyi 0.05 olarak alınmıştır. SPSS referansı: IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for

Windows, Version 20.0 Armonk, NY: IBM Corp. Abbott yüzde ölüm oranları Abbott'un formülüne göre:

$$E = \frac{T - C}{C} \times 100 \quad (3.3)$$

*E: Abbott Yüzde Ölüm Oranı,

*C: Kontrol Bölgesinde hayatta kalan böceklerin gözlemlenen oranı,

*T: Tedavi bölgesinde hayatta kalan böceklerin gözlemlenen oranı (Abbott 1925)

hesaplanmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bitki Materyali, Uçucu Yağ GC-MS Analiz Sonucu Belirlenen Bileşenler

GC-MS Analizi sonucu denemelerde kullanılan uçucu yağların ana bileşenleri belirlenmiştir. *Achillea millefolium* uçucu yağının kimyasal bileşimi Ek 4'te gösterilmekte olup, uçucu yağın kimyasal kompozisyonuna ait bileşenlerinin toplam %88.73'ü belirlenmiştir. Uçucu yağda belirlenen toplam 17 adet bileşenden yalnızca 4'ü seskiterpen grubunda yer almakta olup, uçucu yağın bileşenlerinin büyük çoğunluğu monoterpenlerden oluşmaktadır. Civanperçemi uçucu yağının %53.68'ini oluşturan 5 ana bileşen sırasıyla β -oplopenone (%23.31), 1,8-cineole (%12.08), borneol acetate (%6.72), spathulenol (%6.10) ve β -eudesmol (%5.47)'dir. Civanperçemi uçucu yağına ait kromotogram (Ek-1)'de gösterilmiştir.

Eucalyptus spp. uçucu yağının kimyasal bileşeni (Ek 4)'de gösterilmekte olup uçucu yağın kimyasal kompozisyonuna ait bileşenlerinin toplam %97.57'si belirlenmiştir. Uçucu yağın toplam 18 adet bileşeni belirlenmiş olup belirlenen bileşenlerinden 12 tanesi monoterpen grubunda yer almaktadır. Okaliptüs uçucu yağının %77.82'sini oluşturan 5 ana bileşen sırasıyla 1,8-cineole (%33.82), p-cymene (%20.29), spathulenol (%14.60), α -pinene (%4.62) ve γ -Terpinene (%4.49)'dir. Okaliptüs uçucu yağına ait kromotogram (Ek-2)'de gösterilmiştir.

Ocimum basilicum uçucu yağının kimyasal bileşeni (Ek 4)'de gösterilmekte olup belirlenemeyen bileşenlerinin oranı sadece %0.37'dir. Uçucu yağın kimyasal kompozisyonunda belirlenen toplam 17 adet bileşenin, 10 tanesi monoterpen grubunda yer almakta olup uçucu yağın büyük kısmını bu monoterpenlerin oluşturduğu anlaşılmaktadır. Fesleğen uçucu yağının %88.64'ünü oluşturan 5 ana bileşen sırasıyla linalol (%64.63), 1,8-cineole (%13.43), eugenol (%7.21), germacrene-d (%1.76) ve α -terpineol (%1.61)'dir. Fesleğen uçucu yağına ait kromotogram (Ek-3)'de gösterilmiştir.

4.2. Uçucu Yağ Distilasyonu Sonucu Elde Edilen Yağların Yağ Verimlerinin Belirlenmesi

Elde edilen uçucu yağların, yağ verimi aşağıda belirtilen formül kullanılarak hesaplanmıştır (Formül 4.1). Elde edilen tüm uçucu yağların yüzde yağ verimleri değerlendirildiğinde; *Achillea millefolium* yağının yağ verimi, *Eucalyptus spp.* ve *Ocimum basilicum* yağlarından daha düşüktür (Çizelge 4.1).

$$\text{Yağ Verimi} = \frac{\text{Elde Edilen Yağ Miktarı (ml)}}{\text{Kuru Madde Ağırlığı (gr)}} \times 100 \quad (4.1)$$

Çizelge 4.1. Denemelerde kullanılacak bitkilerden elde edilen uçucu yağların verim yüzdeleri (%)

Kuru Madde Miktarı (gr)	<i>A. millefolium</i> (ml)	<i>Eucalyptus spp.</i> (ml)	<i>O. basilicum</i> (ml)
300,00	0.70	3.80	5.70
400,00	1.30	5.30	7.60
500,00	1.80	6.60	6.00
Yağ Verimi Ort. (%)	0.32	1.31	1.61

4.3. Olfaktometre Uygulamaları

C. capitata erginlerinin davranışsal yönelim tercihini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen Y-tüp olfaktometre testlerinde denemelerde kullanılan tüm uçucu yağların repellent ve atraktant etkileri, López ve ark. (2011) açıkladıkları yöntemle benzer bir yöntemle belirlenmiştir. Olfaktometre uygulamalarında; her bir *C. capitata* ergininin, Y-tüp olfaktometrenin (koku, kontrol ve seçimsiz) seçim bölgelerinden hangi bölgede ne kadar süre geçirdiği ve sonuç olarak erginlerin hangi bölgeyi seçtikleri kaydedilmiştir. Ergin bireylerin uçucu yağlara davranışsal yönelim tercih sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan “Repellent Yüzdeleri” iki farklı formülle hesaplanmış ve Mahfuz ve ark. (2019) açıkladıkları skala değerlendirilmesine göre tüm uçucu yağların repellent etkisi sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.1; Formül 3.2; Formül 3.3)

4.3.1. Akdeniz meyvesineği erginlerinin davranışsal yönelim tercihlerine civanperçemi uçucu yağının etkisinin belirlenmesi

Civanperçemi (*A. millefolium*) uçucu yağının *C. capitata* ergin bireyleri üzerindeki repellent ve atraktan etkileri; iki farklı formüle göre belirlenen repellentlik yüzde skalası, erginlerin davranışsal yönelim tercihlerine cinsiyet ve konsantrasyonun etkisi ve Y-tüp olfaktometre denemelerinde seçim bölgelerinde geçirdikleri toplam süreler dikkate alınarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.2; Çizelge 4.3; Çizelge 4.4).

a) Akdeniz meyvesineği erginleri üzerine civanperçemi uçucu yağının repellent etkisinin repellentlik yüzdesine göre değerlendirilmesi

Civanperçemi (*Achillea millefolium*) uçucu yağının toplam repellentlik yüzdesinin belirlenmesinde sadece toplam kontrole yönelen *C. capitata* erginlerinin sayısına göre repellentlik seviyesi (%59,38) “III. (iyi) seviye skalası”nda etki gösterirken; erginlerin davranışsal yönelimde kontrol ve seçimsiz bölgelere yönelen toplam ergin bireylerin sayılarının birlikte değerlendirilmesi ile bu skalanın (%80.60) “V. (çok yüksek) seviye” skalasına yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. *Ceratitis capitata* erginlerine uygulanan uçucu yağların repellentlik yüzdeleri (%)

	Konsantrasyon (%)	Tercih Yapan Böcek Sayısı			Repellentlik Yüzdesi ₁ (%)	Repellentlik Yüzdesi ₂ (%)
		Kontrol	Seçimsiz	Koku		
<i>A. millefolium</i>	0.5	16	18	6	62.50	82.35
	1	17	15	8	52.94	75.00
	2	21	11	8	61.90	75.00
	4	10	26	4	60.00	88.89
	Toplam	64	70	26	59.38 III.	80.60 V.
<i>Eucalyptus spp.</i>	0.5	6	14	20	-233.33	0.00
	1	7	20	13	-85.71	51.85
	2	16	16	8	50.00	75.00
	4	15	18	7	53.33	78.79
	Toplam	44	68	48	-9.09	57.14 III.
<i>O. basilicum</i>	0.5	9	21	10	-11.11	66.67
	1	21	5	14	33.33	46.15
	2	10	10	20	-100.00	0.00
	4	13	8	19	-46.15	9.52
	Toplam	53	44	63	-18.87	35.05 II.

*RI1: Repellent Yüzdesi Kontrol RI2: Repellent Yüzdesi Kontrol ve Seçimsiz. Repellent Etki Seviyeleri: I- (%0-20): Düşük etki, II-%20-40: Orta seviyede etki, III-%40-60: İyi seviye etki, IV-%60-80: Yüksek seviyede etki, V-%80-100: Çok yüksek seviye etki (Mahfuz ve ark., 2019).

Uçucu yağ kompozisyonunda civanperçemi uçucu yağı ile yalnızca iki ortak bileşeni olan (1,8-sineol ve p-simen) *A. millefolium*'un etanol ekstraktının sivrisineklere karşı yüksek repellent etki gösterdiği (Jaenson ve ark., 2006) ve yapılan farklı çalışmalarda civanperçemi uçucu yağının farklı zararlılara karşı yine benzer şekilde yüksek repellent etki sağladığı tespit edilmiştir (Karahroodi ve ark., 2009; Hasheminia ve ark., 2011). Bu bulgular, çalışma sonuçlarımızı destekler niteliktedir (Çizelge 4.2).

Civanperçemi uçucu yağı repellent yüzdesi, sadece kontrole yönelen Akdeniz meyvesineği ergin sayısına göre konsantrasyon bazında incelendiğinde; erginler üzerinde %1 konsantrasyonda “III. (iyi) Seviye skalası”nda etki gösterdiği belirlenmiştir. *A. millefolium* uçucu yağının, (%0.5, %2 ve %4) diğer uygulama konsantrasyonlarında; konsantrasyon artışı ile toplam repellentlik skala değerinde kısmen azalma görülmekte ise de uçucu yağın repellentlik skalasının “IV. (yüksek) seviye skalası”nda olduğu belirlenmiştir.

Civanperçemi (*Achillea millefolium*) uçucu yağının Akdeniz meyvesineği erginlerine karşı repellentlik yüzdesi, kontrol ve seçimsiz yönelen ergin sayısına göre konsantrasyon bazında incelendiğinde; en düşük ve en yüksek uygulama konsantrasyonlarında uçucu yağın “V. (çok yüksek) seviye skalası”nda etki gösterdiği belirlenmiştir. Uçucu yağın erginler üzerinde %1 ve %2 uygulama konsantrasyonlarının repellentlik skala değerinin aynı olduğu (IV. (yüksek) seviye skalası) diğer uygulama konsantrasyonlarının repellentlik skala değerinden daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2).

b) Akdeniz meyvesineği erginlerinin civanperçemi uçucu yağına yönelim tercihleri üzerine cinsiyet ve konsantrasyonun etkisi

Civanperçemi uçucu yağının etkisi ile *C. capitata* erginlerinin Y-tüp olfaktometrede davranışsal yönelim tercihleri üzerinde cinsiyet ile konsantrasyonun etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. *Achillea millefolium* uçucu yağının *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde davranışsal yönelimlerine etkisinin cinsiyet ve konsantrasyon faktörleri ile karşılaştırılması

	Cinsiyet	Koku N & (%)Oranı	Seçimsiz N & (%)Oranı	Kontrol N & (%)Oranı	p
Cinsiyet	Dişi	13 (%50.00)	28 (%49.10)	39 (%50.60)	0.985
	Erkek	13 (%50.00)	29 (%50.90)	38 (%49.40)	
Konsantrasyon	0.5	6 (%23.10)	18 (%31.60)	16 (%20.80)	0.498
	1	8 (%30.80)	15 (%26.30)	17 (%22.10)	
	2	8 (%30.80)	11 (%19.30)	21 (%27.30)	
	4	4 (%15.40)	13 (%22.80)	23 (%29.90)	

*N:Gözlem sayısı

*Cinsiyet Faktörlerinin Belirlenmesinde Ki Kare Testi

*Konsantrasyonların Karşılaştırılmasında Ki Kare Testi kullanılmıştır

c) Akdeniz meyvesineği erginlerinin civanperçemi uçucu yağına yönelim tercihleri üzerine Y-tüp olfaktometrede geçirilen toplam sürelerin etkisi

Civanperçemi uçucu yağının etkisi ile *C. capitata* erginlerinin davranışsal yönelimlerinde koku, seçimsiz ve kontrol bölgelerini seçen erginlerin; bulundukları bölgelerde geçirdikleri süreler istatistiksel olarak önemlidir. Civanperçemi uçucu yağ kullanılarak gerçekleştirilen denemelerde; ergin bireylerin davranışsal yönelim tercihini, Y-tüp olfaktometre tercih bölgelerinden hangi bölgede ne kadar süre kaldığı etkilemektedir (Çizelge 4.4).

Civanperçemi yağının olduğu koku bölgesini seçen Akdeniz meyvesineği erginlerinin, diğer bölgelere göre en uzun süre (514.3 sn.) koku bölgede kaldığı belirlenmiş olup bu durum yağın çekici etkiye sahip olabileceğini göstermektedir. Kontrol bölgesini seçen erginlerin, yine ikinci en uzun süre olan 501.32 sn kontrolde kaldığı görülmektedir. Bu durum Akdeniz meyvesineği erginlerinin, uçucu yağa tepki olarak kontrollü ortama yöneldikleri veya nötr bir tepki sonucu kontrol bölgesini seçtikleri şeklinde yorumlanabilir. Sonuç olarak yönelim tercihi seçimsiz bölgeden yana olan erginlerin, yine üçüncü uzun süre olarak (446,5 sn.) seçimsiz bölgede kaldığı görülmektedir. Bu durum olfaktometre deneylerinde Akdeniz meyvesineği erginlerinin, kararsızlık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ergin bireylerin davranışsal yönelim tercihleri sonucu seçtikleri bölge ile seçim bölgelerinde geçirdikleri süre arasında bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Akdeniz meyvesineği ergin bireylerinin, hangi davranışsal seçim bölgesinde fazla kaldıysa sonuç olarak o bölgeyi seçtiği tespit edilmiştir.

Ergin bireylerin davranışsal yönelim sürelerine göre *C. capitata* erginlerinin bölge seçim sırasının: koku, kontrol ve seçimsiz şeklinde olduğu belirlenmiştir. Civanperçemi uçucu yağının etkisiyle Y-tüp olfaktometre davranışsal yönelim tercih denemelerinde ergin bireylerin, diğer bölgelere kıyasla en uzun süre koku bölgesine yönelim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.4. *Achillea millefolium* uçucu yağının *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde davranışsal yönelimlerine etkisinin koku, kontrol ve seçimsiz bölgede geçirdikleri toplam süre ile karşılaştırılması

	<i>Koku (Ort.±SS) & (N*)</i>	<i>Seçimsiz (Ort.±SS) & (N*)</i>	<i>Kontrol (Ort.±SS) & (N*)</i>	<i>p</i>
<i>Ortada geçen süre</i>	96.3±119.85 (14.00)	446.5±205.42 (56.00)	161.4±141.25 (40.00)	<0.001*
<i>Kontrolde geçen süre</i>	293.0±230.36 (3.00)	324.8±207.64 (22.00)	501.3±139.37 (77.00)	<0.001*
<i>Kokuda geçen süre</i>	514.3±147.01 (26.00)	170.7±178.30 (12.00)	150.4±151.49 (8.00)	<0.001*

*N:Gözlem sayısı

*Yönelim Sürelerinin Belirlenmesinde Tek Yönlü ANOVA Testi kullanılmıştır.

Kontrol bölgesine ve seçimsiz bölgeye yönelen *C. capitata* ergin bireylerinin sayısı, koku bölgesine yönelen ergin birey sayısından daha fazladır. Civanperçemi uçucu yağının, Akdeniz meyvesineği erginlerinin davranışsal yönelim tercihlerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu ve repellent-atraktan etkisinin araştırılmasında önemli bir temel oluşturduğu belirlenmiştir.

4.3.2. Akdeniz meyvesineği erginlerinin davranışsal yönelim tercihlerine fesleğen uçucu yağının etkisinin belirlenmesi

Fesleğen (*O. basilicum*) uçucu yağının *C. capitata* ergin bireyleri üzerindeki repellent ve atraktant etkileri; iki farklı formüle göre belirlenen repellentlik yüzde değerleri, erginlerin davranışsal yönelim tercihlerine cinsiyet ve konsantrasyonun etkisi ile Y-tüp olfaktometre denemelerinde seçim bölgelerinde geçirdikleri toplam süreler dikkate alınarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.2; Çizelge 4.5; Çizelge 4.6).

a) Akdeniz meyvesineği erginleri üzerine fesleğen uçucu yağının repellent etkisinin repellentlik yüzdesine göre değerlendirilmesi

Fesleğen yağının toplam repellentlik yüzdesinin belirlenmesinde; kontrol bölgesine yönelen *C. capitata* erginlerinin sayısına göre repellentlik yüzdesinin negatif bir değer (%-18,87) olduğu, yani ergin bireyler üzerinde düşük seviye atraktant etki gösterdiği anlaşılmaktadır. Y-tüp olfaktometre davranışsal yönelim denemelerinde seçimsiz bölgesine yönelen Akdeniz meyvesineği ergin bireylerinin toplam sayısı, kontrol bölgesine yönelen ergin bireylerin toplam sayısına dahil edildiğinde repellentlik skalasının artarak (%35,05) orta seviye repellent etki skolasına dönüştüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Fesleğen uçucu yağının repellent yüzdesi sadece kontrole yönelen ergin sayısına göre konsantrasyon bazlı olarak incelendiğinde; koku bölgesine yönelen ergin birey sayısı, kontrol bölgesine yönelen ergin birey sayısından fazladır. Fesleğen uçucu yağının sadece %1 uygulama konsantrasyonunda Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde “II. Orta seviye skolası”nda repellent etki göstermekte olduğu görülmektedir. Uçucu yağın ergin bireyler üzerinde %0.05 konsantrasyonunda görülen “düşük seviye atraktant etkisi”, %4 konsantrasyonda” iyi seviye atraktant etki”ye dönüşmektedir. *C. capitata* erginleri üzerinde belirlenen en yüksek atraktant etki seviyesinin %100 olduğu bu etki seviyesinin civanperçemi uçucu yağının %2 uygulama konsantrasyonunda gözlemlendiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Fesleğen uçucu yağının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde repellentlik yüzdesi kontrol ve seçimsiz bölgeye yönelen ergin sayısına göre konsantrasyon bazında incelendiğinde; Y-tüp denemelerinde erginler üzerinde repellent etkinin, artan uygulama konsantrasyonu ile düştüğü ve %2 uygulama konsantrasyonun herhangi bir etki göstermediği belirlenmiştir. Fesleğen uçucu yağının %4 uygulama konsantrasyon seviyesinde, erginler üzerindeki repellentlik yüzdesinin bir miktar artarak etki skalasının “I. (Düşük) seviye repellent etki skolası”na yükseldiği, yani Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde kovucu etkinin bir miktar arttığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.2).

b) Akdeniz meyvesineği erginlerinin fesleğen uçucu yağına yönelim tercihleri üzerine cinsiyet ve konsantrasyonun etkisi

Fesleğen uçucu yağının, *C. capitata* erginlerinin davranışsal tercih yönelimleri üzerindeki etkisinin uçucu yağın konsantrasyonuna bağlı olduğu, ancak cinsiyetin davranışsal yönelimler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. *Ocimum basilicum* uçucu yağının *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde davranışsal yönelimlerine etkisinin cinsiyet ve konsantrasyon faktörleri ile karşılaştırılması

	Cinsiyet	Koku N & (%)Oranı	Seçimsiz N & (%)Oranı	Kontrol N & (%)Oranı	p
Cinsiyet	Dişi	37 (%46.30)	18 (%22.50)	25 (%31.30)	0.168
	Erkek	26 (%32.50)	26 (%32.50)	28 (%35.00)	
Konsantrasyon (%)	0.5	10 (%25.00)	21 (%52.50)	9 (%22.50)	0.001*
	1	14 (%35.00)	5 (%12.50)	21 (%52.50)	
	2	20 (%50.00)	10 (%25.00)	10 (%25.00)	
	4	19 (%47.50)	8 (%20.00)	13 (%32.50)	

*N:Gözlem sayısı

*Cinsiyet Faktörlerinin Belirlenmesinde Ki Kare Testi

*Konsantrasyonların Karşılaştırılmasında Ki Kare Testi kullanılmıştır .

C. capitata erginlerinin koku, kontrol ve seçimsiz bölgelerinden herhangi birine davranışsal yönelimlerinde, fesleğen yağının tüm konsantrasyonların etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. Denemelerde fesleğen yağının (%0.5) düşük uygulama konsantrasyonunda: Akdeniz meyvesineği erginlerinin, en fazla seçimsiz bölgeyi tercih ettiği, koku ve kontrol bölgesini tercih eden ergin sayılarının birbirine yakın olduğu, seçimsiz bölgeyi tercih eden ergin sayılarının ise düşük olduğu belirlenmiştir. Fesleğen uçucu yağının %1 uygulama konsantrasyonunda Akdeniz meyvesineği erginlerinin, en fazla kontrol bölgesini tercih ettikleri görülmektedir. Fesleğen uçucu yağının aynı konsantrasyonunda; koku bölgesini tercih eden ergin bireylerin oranı, bir miktar artsa da seçimsiz bölgeyi tercih eden ergin bireylerin oranı oldukça azalmıştır.

Fesleğen uçucu yağının uygulama konsantrasyonunun %2'ye yükselmesi ile *C. capitata* erginlerinin çoğunun, koku bölgesini tercih ettikleri görülmekte olup kontrol ve seçimsiz bölgeyi tercih eden ergin birey sayılarının eşit olduğu gözlemlenmiştir. Fesleğen uçucu yağının %4 uygulama konsantrasyonunda Akdeniz meyvesineği erginlerinin çoğunun, (%2 konsantrasyonda kokuya yönelen ergin sayısına yakın sayıda) koku bölgesini tercih ettikleri belirlenmiştir. Aynı uygulama konsantrasyonunda kontrole yönelen ergin birey sayısının, %2 uygulama konsantrasyonunda kontrole yönelen ergin birey sayısına göre arttığı görülmektedir.

Fesleğen yağının en düşük (%0.5) uygulama konsantrasyonunda, Akdeniz meyve sineği ergin bireylerinin seçimsiz bölgeyi tercih ettiği, ancak %1 konsantrasyonda çoğunlukla kontrol bölgesine yönelim gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum fesleğen uçucu yağının %1 uygulama konsantrasyonunda; *C. capitata* ergin bireylerinin, uçucu yağın etkisinden kaçınarak kontrole yöneldiği veya nötr bir tercih olarak kontrolü seçtikleri şeklinde yorumlanabilir.

Uçucu yağın (%2, %4) artan konsantrasyonlarında; koku bölgesini tercih eden ergin birey sayısının arttığı görülmektedir. Bu durum artan konsantrasyonlarda fesleğen uçucu yağının, Akdeniz meyvesineği ergin bireyleri üzerinde atraktan etkiye sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir. En yüksek oranda koku bölgesine *C. capitata* ergin yönelimi, fesleğen uçucu yağının %4 uygulama konsantrasyonu yerine %2 uygulama konsantrasyonunda görülmektedir. Bu durum, Akdeniz meyvesineği erginlerinin belirli bir konsantrasyon eşiğinin ardından, uçucu yağın artan konsantrasyonu ile birlikte yağdan kaçınarak kontrol bölgesini tercih ettiklerini göstermektedir. Bu durum Akdeniz meyvesineği erginlerinin belirli bir konsantrasyon seviyesinden sonra, uçucu yağın artan konsantrasyonu ile birlikte yağdan kaçınarak kontrol bölgesini tercih ettikleri şeklinde yorumlanabilir.

c) Akdeniz meyvesineği erginlerinin fesleğen uçucu yağına yönelim tercihleri üzerine Y-tüp olfaktometrede geçirilen toplam sürelerin etkisi

Fesleğen uçucu yağın; koku, seçimsiz ve kontrol bölgesini seçen *C. capitata* erginlerinin davranışsal tercih yönelimlerinde, erginlerin bulundukları bölgelerde geçirdikleri sürelerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Fesleğen uçucu yağı kullanılarak gerçekleştirilen denemelerde ergin bireylerin davranışsal yönelim tercihini, Y-tüp olfaktometre tercih bölgelerinden hangi bölgede ne kadar süre kaldığı etkilemektedir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. *Ocimum basilicum* uçucu yağının *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde davranışsal yönelimlerine etkisinin koku, kontrol ve seçimsiz bölgede geçirdikleri toplam süre ile karşılaştırılması

	Koku (Ort.±SS) & (N*)	Seçimsiz (Ort.±SS)) & (N*)	Kontrol (Ort.±SS)) & (N*)	p
Ortada geçen süre	123.8±146.92 (39.00)	479.5±162.46 (44.00)	168.6±175.93 (43.00)	<0.001*
Kontrolde geçen süre	272.8±198.93 (7.00)	185.3±125.05 (13.00)	452.3±188.67 (52.00)	<0.001*
Kokuda geçen süre	501.0±161.76 (62.00)	180.7±186.92 (16.00)	114.1±106.19 (9.00)	<0.001*

*N:Gözlem sayısı

*Yönelim Sürelerinin Belirlenmesinde Tek Yönlü ANOVA Testi kullanılmıştır.

Fesleğen yağını içeren koku bölgesini seçen erginlerin, toplam yönelim süreleri değerlendirildiğinde tüm süreler içerisinde en uzun süre (501.0 sn.) koku bölgesinde kaldığı belirlenmiştir. Bu durum fesleğen yağının atraktant etkisi gösterdiği şeklinde açıklanabilir. Kontrolü seçen ergin bireylerin, tüm süreler içinde üçüncü en uzun süre olan 452.3 sn boyunca kontrol bölgesinde kaldığı, seçimsiz bölgeyi tercih eden erginlerin ise yine tüm süreler içerisinde ikinci en uzun süre olan (479.55 sn) boyunca seçimsiz bölgede kaldığı belirlenmiştir.

4.3.3. Akdeniz meyvesineği erginlerinin davranışsal yönelim tercihlerine okaliptüs uçucu yağının etkisinin belirlenmesi

Okaliptüs uçucu yağının *C. capitata* ergin bireyleri üzerindeki repellent ve atraktant etkileri; iki farklı formüle göre belirlenen repellentlik yüzde değeri, erginlerin davranışsal yönelim tercihlerine cinsiyet ve konsantrasyonun etkisi ile Y-tüp olfaktometre denemelerinde seçim bölgelerinde geçirdikleri toplam süreler dikkate alınarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.2; Çizelge 4.7; Çizelge 4.8).

a) Akdeniz meyvesineği erginleri üzerine okaliptüs uçucu yağının repellent etkisinin repellentlik yüzdesine göre değerlendirilmesi

Okaliptüs (*Eucalyptus spp.*) uçucu yağının toplam repellentlik yüzdesinin belirlenmesinde; sadece toplam kontrole yönelen *C. capitata* ergin bireylerinin sayılarına göre toplam repellentlik yüzdesinin belirlenmesi dikkate alındığında; bulunan değer in sıfırın altında bir değer olduğu dolayısıyla bu yağın (-9.09) “düşük seviye atraktant etki” gösterdiği belirlenmiştir. Okaliptüs uçucu yağının toplam repellentlik yüzdesinin belirlenmesinde; seçimsiz bölgeye yönelen ergin birey sayısı kontrol bölgesine yönelen ergin birey sayısına dahil edildiğinde repellent skalası, ters yönlü olarak (%57.14) “III. (iyi) seviye repellent etki skalası”na dönüşmüştür (Çizelge 4.2).

Okaliptüs uçucu yağının uygulama konsantrasyonunun artmasıyla, koku bölgesine yönelen Akdeniz meyvesineği ergin birey sayısı azalırken kontrol ve seçimsiz bölgeye yönelen ergin birey sayısının toplamının arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Okaliptüs uçucu yağının repellentlik yüzdesi kontrole yönelen *C. capitata* ergin sayısına göre konsantrasyonlara bağlı olarak incelendiğinde; %0.5 konsantrasyonda V. (Çok yüksek) seviye skalasından da yüksek “(-233.33) atraktant etki” gösterdiği belirlenmiştir. Uçucu yağ %1 uygulama konsantrasyon seviyesinde iken atraktant etki azalsa da (%85.71) “V. (Çok yüksek) seviye skalası”nda atraktant etki gösterir iken %2 ve %4 uçucu yağ konsantrasyonlarında “III. (iyi) seviye skalası”nda repellent etki göstermiş yani okaliptüs uçucu yağının konsantrasyonu arttıkça Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde repellent yüzde skalası artmıştır.

Okaliptüs (*Eucalyptus globulus Labill* (Myrtaceae)) uçucu yağının repellent etkisi ile ilgili Jayakumar ve ark. (2017), bir depo zararlısı üzerine yağın düşük konsantrasyonda cezbedici etki gösterdiğini artan konsantrasyonla ne repellent ne cezbedici etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Elde edilen bulgularda okaliptüs uçucu yağının; Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde yapılan repellent etki hesaplamalarında, yalnızca kontrol grubunun dahil edilmesi durumunda, %0.5 konsantrasyonda nötr etki, %1 konsantrasyonda ise belirgin repellent etki gözlemlenmiştir.

Akdeniz meyvesineği erginleri üzerine, sadece kontrol dahil edildiğinde repellent etki hesaplamasında %0.5 konsantrasyonda nötr ve %1 konsantrasyonda repellent etki gösterdiği tespit edilmiştir. Repellentlik hesaplamasında *C. capitata* erginleri üzerinde kontrol bölgesine yönelen erginler ve seçimsiz bölgeye yönelen erginler dahil edildiğinde düşük konsantrasyonlarda (%0.5

ve %1) repellent etki görüldüğü orta (%2) ve yüksek (%4) konsantrasyonda atraktant etki gösterdiği belirlenmiştir.

b) Akdeniz meyvesineği erginlerinin okaliptüs uçucu yağına yönelim tercihleri üzerine cinsiyet ve konsantrasyonun etkisi

Okaliptüs uçucu yağının, *C. capitata* erginlerinin davranışsal tercih yönelimlerine etkisinin uçucu yağın konsantrasyonuna bağlı olduğu, ancak cinsiyetin davranışsal yönelimler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir. Erginlerin koku, kontrol ve seçimsiz bölgeden herhangi birine davranışsal yönelimlerinde, okaliptüs yağının tüm konsantrasyonlarda etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır (Çizelge 4.7).

Denemelerde okaliptüs yağının %0.5 uygulama konsantrasyonunda; Akdeniz meyvesineği ergin bireylerinin, en fazla koku bölgesini tercih ettikleri belirlenmiştir. Bu durum okaliptüs uçucu yağının en düşük uygulama konsantrasyonunda *C. capitata* erginle üzerinde atraktan etkisinin ortaya çıkması şeklinde açıklanabilir. Okaliptüs uçucu yağının %1 uygulama konsantrasyonunda ergin bireylerin, en fazla seçimsiz bölgeyi tercih ettikleri belirlenmiştir. Bu durumda artan konsantrasyonla okaliptüs uçucu yağının atraktant etkisinin azaldığı repellent etkisinin arttığı şeklinde açıklanabilir.

Okaliptüs uçucu yağının uygulama dozunun %2 ve %4 konsantrasyonlara yükselmesiyle, Akdeniz meyvesineği ergin bireylerinin kokuya yönelimleri azalmış; seçimsiz ve kontrol bölgesine yönelimleri ise artmıştır. Bu durum okaliptüs uçucu yağının artan konsantrasyonlarında; Akdeniz meyvesineği ergin bireyleri üzerinde, uçucu yağın repellent etkisinin ortaya çıktığı hatta en yüksek (%4) konsantrasyonda ergin davranışsal tercih yönelimlerinin kararsıza doğru arttığı şeklinde yorumlanabilir. Bu durum, okaliptüs uçucu yağının uygulama konsantrasyonu arttıkça, Akdeniz meyvesineği erginlerinin davranışsal yönelim tercihleri üzerinde repellent etkinin ortaya çıktığını ve hatta en yüksek (%4) uygulama konsantrasyonunda erginlerin yönelim tercihlerinde kararsızlık eğiliminin arttığını göstermektedir.

Çizelge 4.7. *Eucalyptus spp.* uçucu yağının *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde davranışsal yönelimlerine etkisinin cinsiyet ve konsantrasyon faktörleri ile karşılaştırılması

	Cinsiyet	Koku N & (%)Oranı	Seçimsiz N & (%)Oranı	Kontrol N & (%)Oranı	p
Cinsiyet	Dişi	25 (%31.30)	39 (%48.8)	16 (%20.00)	0.090
	Erkek	23 (%28.80)	29 (%36.3)	28 (%35.00)	
Konsantrasyon	0.5	20 (%50.00)	14 (%35.00)	6 (%15.00)	0.008*
	1	13 (%32.50)	20 (%50.00)	7 (%17.50)	
	2	8 (%20.00)	16 (%40.00)	16 (%40.00)	
	4	7 (%17.50)	18 (%45.00)	15 (%37.50)	

* N:Gözlem sayısı

*Cinsiyet Faktörlerinin Belirlenmesinde Ki Kare Testi

*Konsantrasyonların Karşılaştırılmasında Ki Kare Testi kullanılmıştır.

c) Akdeniz meyvesineği erginlerinin okaliptüs uçucu yağına yönelim tercihleri üzerine Y- tüp olfaktometrede geçirilen toplam sürelerin etkisi

Okaliptüs uçucu yağının etkisinin *C. capitata* erginlerinin davranışsal yönelimlerinde koku, seçimsiz ve kontrol bölgesini seçen erginlerin bulundukları bölgelerde geçirdikleri süreler istatistiksel olarak anlamlıdır. Okaliptüs uçucu yağının kullanımı ile ergin bireylerin davranışsal tercihlerini, Y-tüp olfaktometrenin hangi seçim bölgesinde ne kadar süre kaldığı etkilemektedir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. *Eucalyptus spp.* uçucu yağının *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde davranışsal yönelimlerine etkisinin koku, kontrol ve seçimsiz bölgede geçirdikleri toplam süre ile karşılaştırılması

	<i>Koku</i> (Ort.±SS) & (N*)	<i>Seçimsiz</i> (Ort.±SS) & (N*)	<i>Kontrol</i> (Ort.±SS) & (N*)	<i>p</i>
<i>Ortada geçen süre</i>	205.3±161.13 (30)	474.3±204.11 (64)	180.7±133.28 (27)	<0.001
<i>Kontrolde geçen süre</i>	82.5±114.98 (4)	319.3±225.92 (15)	457.3±163.27 (44)	<0.001
<i>Kokuda geçen süre</i>	464.8±164.07 (48)	353.4±215.51 (16)	200.0±104.76 (7)	0.001

*N:Gözlem sayısı

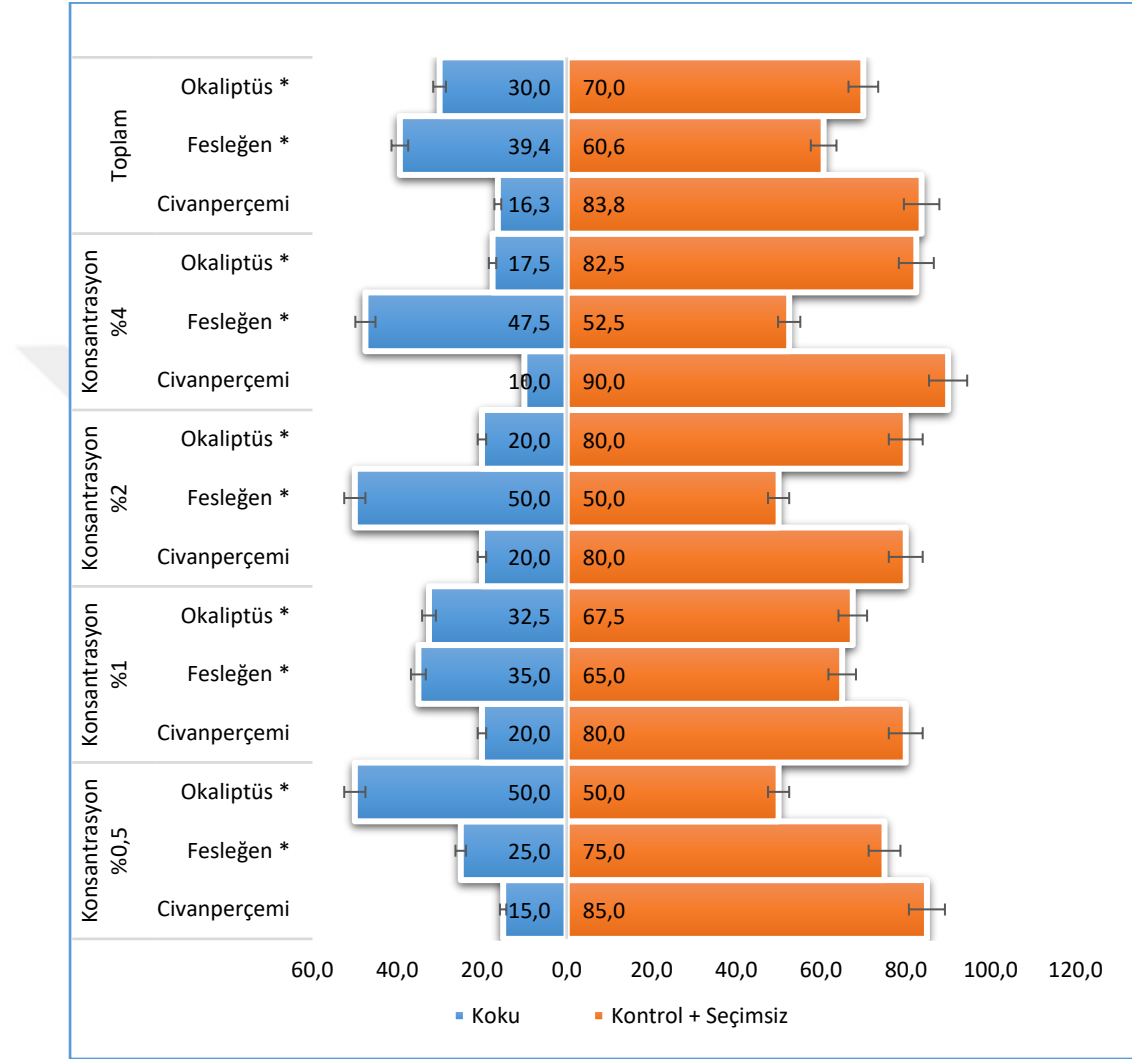
*Yönelim Sürelerinin Belirlenmesinde Tek Yönlü ANOVA Testi kullanılmıştır.

Okaliptüs yağına davranışsal yönelim tercihlerinde, Akdeniz meyvesineği ergin bireylerin toplam tercih süreleri değerlendirildiğinde, en uzun sürenin (474.3 sn.) seçimsiz bölgede geçirildiği ve en fazla bireyin sonuç olarak bu bölgeyi tercih ettiği belirlenmiştir. Koku bölgesini tercih eden *C. capitata* ergin bireylerinin yine ikinci en uzun süre (464.8 sn.) koku bölgesinde kaldığı ve kontrolü seçen ergin bireylerin ise yine üçüncü en uzun süre (457.3 sn) bu bölgede kaldığı belirlenmiştir. Yani Akdeniz meyvesineği erginlerinin koku, kontrol ve seçimsiz bölgeye yönelimleri, hangi tercih bölgesinde ne kadar süre geçirildiği ile doğrusal bir ilişki göstermektedir.

Akdeniz meyvesineği erginlerinin davranışsal yönelim tercihlerinde seçtikleri bölgede geçirdikleri toplam süreler göre sırasıyla; seçimsiz, koku ve kontrol bölgesine yönelim gösterdikleri görülmektedir. *C. capitata* erginleri, okaliptüs uçucu yağının etkisiyle en uzun süreyi seçimsiz bölgede geçirmiş ve diğer bölgelere göre en fazla birey sayısı bu bölgeye yönelim göstermiştir. Okaliptüs uçucu yağının etkisiyle, Akdeniz meyvesineği erginlerinin davranışsal yönelim tercihlerinde; seçim yaptıkları bölgelerde geçirdikleri süreler dikkate alındığında, kararsız kalan erginlerin sayısının fazla olduğu görülmektedir.

4.3.4. Genel değerlendirme

Tüm uçucu yağların repellent etkisinin belirlenmesinde,; Akdeniz meyve sineği erginlerinin kokuya yönelimleri, kokuya yönelen erginlerin yüzdesi ile kontrol ve seçimsiz bölgeye yönelen erginlerin yüzdelerinin karşılaştırılmasıyla değerlendirilmiş ve erginlerin genel davranışsal tercih yönelimleri belirlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Uçucu yağların farklı konsantrasyonlarına *Ceratitıs capitata* erginlerinin Y-tüp olfaktometrede davranışsal yönelim tercihleri (sayı doğrusunda (–) olan kısım kokuya yönelen erginlerin yüzdesini gösterirken (+) olan kısım kontrol ve seçimsiz bölgeye yönelen erginlerin yüzdesini göstermekte)

Akdeniz Meyvesineği erginlerinin toplam davranışsal tercih yönelimlerinde; koku bölgesine en az yönelim (%16) civanperçemi uçucu yağında görülürken en fazla yönelim (%39) fesleğen uçucu yağında görülmektedir. Civanperçemi etanol ekstraktının maksimum (%100) konsantrasyonda depo zararlılarına karşı iyi düzeyde repellent (uzaklaştırıcı) etki gösterdiğini belirten başka bir araştırmanın sonuçları ile elde ettiğimiz sonuçlar benzerlik göstermektedir (Jovanović ve ark., 2007).

Araştırma bulgularımız; Jovanović ve ark. (2007) çalışmasının bulgularından farklı olarak, civanperçemi uçucu yağının en yüksek uygulama (%4) konsantrasyonunda, koku bölgesine yönelen Akdeniz meyve sineği erginlerinin sayısında kısmi bir azalma olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum; koku bölgesinde daha önce düşük konsantrasyonda maksimum etki seviyesine maruz kalan erginlerin, bu maruziyet sonucunda doyum noktasına erişerek daha yüksek uygulama konsantrasyonunda kokudan kaçındığı şeklinde açıklanabilir.

Akdeniz meyvesineği erginlerinin yönelim oranları incelendiğinde, civanperçemi uçucu yağının uygulandığı durumlarda, uçucu yağın konsantrasyonu arttıkça kokuya yönelen ergin oranının değiştiği; %1 ve %2 konsantrasyonlarında bu oranın sabit kaldığı ve %0.5 konsantrasyona kıyasla oransal olarak daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Civanperçemi uçucu yağının %4 uygulama konsantrasyonunda; Akdeniz meyvesineği erginlerinin yönelim oranları incelendiğinde, civanperçemi uçucu yağının uygulandığı durumlarda, uçucu yağın konsantrasyonu arttıkça kokuya yönelen ergin oranının değiştiği; %1 ve %2 konsantrasyonlarında bu oranın sabit kaldığı ve %0.5 konsantrasyona kıyasla oransal olarak daha düşük olduğu belirlenmiştir. Akdeniz meyvesineği erginlerinin, kokuya doğru davranışsal yönelimlerinde artış beklenirken %0.5 konsantrasyonuna kıyasla daha düşük değerlere ulaşan bir azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Esasen civanperçemi uçucu yağının Akdeniz meyvesineği erginlerine repellent etkisinin belirlenmesinde; erginlerin cinsiyeti ve uygulama konsantrasyonunun yönelim tercihlerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Fesleğen uçucu yağının repellent etkisinin belirlenmesinde, *C. capitata* ergin bireylerinin cinsiyeti istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken, uygulama konsantrasyonunun erginlerin yönelim tercihlerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Fesleğen uçucu yağına karşı erginlerin davranışsal yönelimlerinde, uçucu yağın uygulama konsantrasyonu arttıkça kokuya yönelen ergin oranında arttığı görülmektedir. Uçucu yağ kompozisyonunda (%64.63) en yüksek ana bileşen olan linalol ile Akdeniz meyvesineği (*Ceratitis capitata* Wied., Diptera: Tephritidae) erginleri üzerine saha koşullarında daha önce yapılmış olan bir çalışmada bu bileşiğin saha koşullarında repellent etkisini ortaya koymaktadır (Papanastasiou ve ark., 2020). Laboratuvar koşullarında yapılan bu çalışma ise, bahse konu çalışmanın aksine ana bileşeni linalol olan fesleğen yağının, *C. capitata* erginleri üzerine kısmi atraktant veya orta seviye repellent etki gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Fesleğen yağının depo zararlıları üzerindeki repellent etkisini vurgulayan bir çalışmanın yanı sıra eugenol ile iki depo zararlısı üzerinde yapılan başka bir çalışma; fesleğen yağının repellent etkisinin, okaliptüs uçucu yağının repellent etkisinden daha düşük olduğunu ve ayrıca her iki zararlı türü üzerinde aynı repellent etkinin gözlemlenmediğini ortaya koymaktadır. (Reis ve ark., 2016; Mishra ve ark., 2012). Fesleğen yağının (*Ocimum basilicum* Linn. (Lamiaceae)), Ev Sineği (*Musca domestica* L.; Diptera: Muscidae)'ne repellent etkisini belirten bir diğer çalışmada kullanılan

fesleğen yağının kimyasal kompozisyonunda, mevcut çalışmada kullanılan fesleğen yağının bileşenlerinden farklı olarak metil kavikol içermesi dikkat çekicidir. Araştırma bulgularından farklılık gösteren diğer çalışma sonuçları, fesleğen uçucu yağının etkisinin; uçucu yağın kimyasal kompozisyonu, içerdiği bileşenlerin oranı, uygulama koşulları ve hedef zararlı türü ile ilişkilendirilebileceği görülmektedir (Senthoorraja ve ark., 2021).

Okaliptüs uçucu yağının repellent etkisinin belirlenmesinde *C. capitata* erginlerinin erkek ve dişi olmalarının yönelim tercihlerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken uçucu yağın uygulama konsantrasyonunun yönelim tercihlerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Okaliptüs uçucu yağına erginlerin davranışsal yönelim sayılarına bakıldığında; uçucu yağın konsantrasyonla kademeli artan şekilde Akdeniz meyvesineği üzerinde repellent etki ortaya koyduğu tespit edilmiştir.

Benzer şekilde *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) ergin dişileri üzerinde okaliptüs uçucu yağının repellent etkisini ortaya koyan Y-tüp olfaktometre ile yapılan bir çalışma; okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn. (Myrtaceae)) ve fesleğen (*Ocimum basilicum* Linn. (Lamiaceae)) uçucu yağlarının repellent etkisinin, zaman ve konsantrasyona bağlı olarak kademeli bir şekilde arttığını ortaya koymaktadır (Erler ve ark., 2006). Okaliptüs (*Eucalyptus globulus* Labill (Myrtaceae)) ve fesleğen (*Ocimum basilicum* Linn. (Lamiaceae)) uçucu yağlarının; iki depo zararlısı üzerine repellent etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada, benzer şekilde konsantrasyona bağlı olarak zararlı üzerinde repellent etkinin arttığı hatta okaliptüs uçucu yağının fesleğen yağından daha güçlü bir repellent etki gösterdiği belirtilmiştir (Mishra ve ark., 2012).

Y-tüp olfaktometre sonuçlarına göre Akdeniz meyvesineği erginlerinin toplam yönelim sayısı incelenecek olursa; fesleğen uçucu yağına yönelen erginlerin oranının, okaliptüs uçucu yağına yönelen erginlerin oranından azda olsa fazla olduğu yani her iki yağın kısmi atraktant etki gösterdiği belirlenmiştir. Tüm uçucu yağlar arasında davranışsal yönelim oranları incelendiğinde, civanperçemi uçucu yağının oransal olarak en düşük değere sahip olması, bu yağın en güçlü repellent etki gösteren uçucu yağ olduğunu ortaya koymaktadır.

4.4. Topikal Uygulamaların Değerlendirilmesi

Tüm uçucu yağların %0.5, %1, %2 ve %4 konsantrasyonları ile muamele edilen Akdeniz meyvesineği erginlerinde; 1., 3., 6., 24., 48. ve 72. saatlerde gerçekleşen ölüm sayıları tespit edilerek, zaman ve zaman ile konsantrasyon karşılaştırmaları istatistiksel olarak belirlenmiştir.

4.4.1. Civanperçemi uçucu yağının topikal uygulamasının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde öldürücü etkisinin belirlenmesi

a) Civanperçemi uçucu yağının topikal uygulamasının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde öldürücü etkisinin zamana göre karşılaştırılması

Civanperçemi uçucu yağının (%0.5, %1 %2, ve %4,) dört farklı konsantrasyonu, ergin *C. capitata* erginleri üzerine topikal olarak uygulanmış ve 1., 3., 6., 24., 48. ve 72. saatlerde gerçekleşen ölüm sayıları tespit edilmiştir. Uçucu yağın etkisiyle gerçekleşen ortalama ölümler kontrolle karşılaştırıldığında; ortalama ölüm sayıları ile zaman karşılaştırılması tüm saatlerde ve tüm zaman-konsantrasyon karşılaştırmalarında anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.9) ($p < 0.05$).

Çizelge 4.9. *Achillea millefolium* uçucu yağının *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde öldürücü etkinliğinin zaman, zaman ve konsantrasyon ile karşılaştırılması

Ölü	Kontrol Ort.±SS	Konsant. %0.5 Ort.±SS	Konsant. %1 Ort.±SS	Konsant. %2 Ort.±SS	Konsant %4 Ort.±SS	P Zaman	P Zaman* Konsant.
BsIngc	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00		
1. saat	0.0±0.00 ^a	0.0±0.20 ^a	0.0±0.00 ^a	0.0±0.00 ^a	0.0±0.70 ^b	<0.001	0.017
3. saat	0.0±0.25	1.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	1.0±0.00	<0.001	0.039
6. saat	0.0±0.25 ^a	1.0±0.00 ^a	0.0±0.75 ^a	1.0±0.75 ^a	4.0±0.00 ^b	<0.001	0.001
24. saat	0.0±0.75 ^a	3.0±0.50 ^d	1.0±0.75 ^a	6.0±0.00 ^c	6.0±0.50 ^b	<0.001	<0.001
48. saat	0.0±0.75 ^a	4.0±0.25 ^d	3.0±0.00 ^a	7.0±0.25 ^c	6.0±0.50 ^b	<0.001	<0.001
72. saat	1.0±0.25 ^a	4.0±0.75 ^d	3.0±0.50 ^a	8.0±0.00 ^c	7.0±0.20 ^b	<0.001	<0.001

*Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA testi kullanılmıştır.

Civanperçemi uçucu yağının erginlere topikal uygulanmasından sonra 1. saatten itibaren %0.5 ve %4 konsantrasyonlarında *C. capitata* ergin ölümlerinin başladığı, diğer konsantrasyonlarda ise ölüme rastlanılmadığı belirlenmiştir. Uygulamanın ardından 3. saatte de yalnızca %0.5 ve %4 konsantrasyonlarında ölüm meydana gelmiştir. Civanperçemi uçucu yağının topikal uygulamasından sonra 6. saatten itibaren %1 ve %2 konsantrasyonlarda da Akdeniz meyvesineği ergin ortalama ölüm sayılarında artış görülmeye başlanmıştır. Uçucu yağın %4 konsantrasyonunda ise (4.00±0.00) ergin ortalama ölüm sayısı ile belirgin bir artış tespit edilmiştir. Bu durum civanperçemi uçucu yağının daha yüksek konsantrasyonlarında erken dönemde daha fazla öldürücü etki gösterdiğine işaret edebilir. Bu bulgular, *C. capitata* erginleri üzerine civanperçemi uçucu yağının daha yüksek konsantrasyonlarda uygulanmasının özellikle erken dönemde öldürücü etkiyi önemli ölçüde artırdığını göstermektedir.

Çalışma bulguları; 24. saatte farklı konsantrasyonlarda uygulanan civanperçemi uçucu yağının, *C. capitata* erginleri üzerindeki toksik etkisinin konsantrasyona bağlı olarak farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Civanperçemi uçucu yağının %0.5 konsantrasyonunda Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde görülen ergin ortalama ölüm sayısının (3.00 ± 0.50) değerine yükselerek belirgin şekilde arttığı görülmektedir.

Aynı saatte civanperçemi uçucu yağının %1 konsantrasyonunda ergin ortalama ölüm sayısında artışın sınırlı kaldığı, uçucu yağın %2 konsantrasyonunda görülen ergin ortalama ölüm sayısının ise hızla artarak (6.00 ± 0.00)'ya yükseldiği ve %4 konsantrasyonda da benzer şekilde Akdeniz meyvesineği ergin ortalama ölüm sayısındaki artışın daha belirgin şekilde fazla olmak üzere devam ettiği ve uçucu yağın yüksek ölüm etkisi gösterdiği gözlemlenmiştir.

Bu bulgular; civanperçemi uçucu yağının %2 ve %4 uygulama konsantrasyonlarında görülen ergin ortalama ölüm sayılarının aynı olduğunu; Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde 24. saatte benzer şekilde yüksek öldürücü etki gösterdiğini ve bu konsantrasyonların uçucu yağın ölümcül etkili konsantrasyonları olduğunu düşündürmektedir.

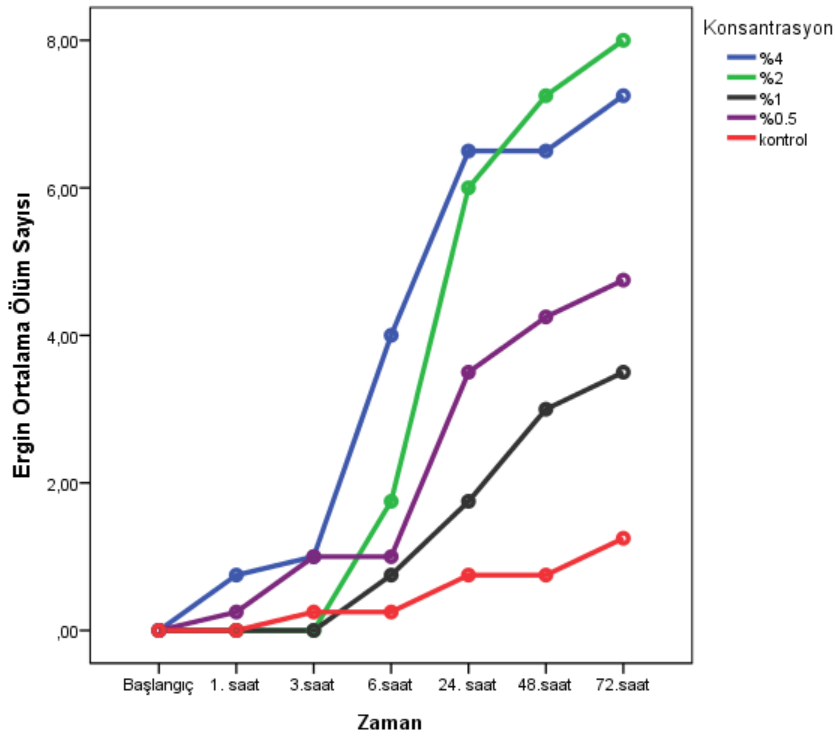
Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde 48. saatte civanperçemi uçucu yağının öldürücü etkisinin değerlendirilmesinde; uçucu yağın %1 konsantrasyonunda belirgin bir artış gözlemlenirken %0.5 ve %2 konsantrasyonlarında da ergin ortalama ölüm sayılarında artışın devam ettiği belirlenmiştir. Aynı saatte civanperçemi uçucu yağının %2 konsantrasyonunda, yağın diğer konsantrasyonlarına göre *C.capitata* üzerinde daha fazla ergin ölümü gözlemlenmiş olup bu durum uçucu yağın bu konsantrasyonda daha etkin hale geldiğini göstermektedir. Buna karşın civanperçemi uçucu yağının %4 konsantrasyonunda, ölümcül etkide belirgin bir artış gözlemlenmemiş olup, civanperçemi uçucu yağının ölümcül etkisini koruduğu doygunluk seviyesine ulaştığı varsayımı çıkarılabilir.

Civanperçemi uçucu yağının topikal uygulanmasından sonra 72. saatte tüm konsantrasyonlarda Akdeniz meyvesineği ergin ortalama ölüm sayılarında artış gözlemlenmiştir. Ancak, ergin ortalama ölüm sayılarından görülen bu artışların; %0.5 ve %1 uygulama konsantrasyonlarında düşük seviyede kalmasının bu konsantrasyonların hedef popülasyonu kontrol etmekte yetersiz olduğunu düşündürmektedir. Uçucu yağın %2 konsantrasyonunda ergin ortalama ölüm sayısının (8.00 ± 0.00) değerine ulaşması; yağın bu konsantrasyonda maksimum etki gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca bu bulgular; civanperçemi uçucu yağının konsantrasyonunun arttırılmasının, toksik etkiyi önemli ölçüde artırdığını ve optimal uygulama konsantrasyonunun belirlenmesinde %2 konsantrasyonun kritik bir rol oynayabileceğini göstermektedir.

Civanperçemi uçucu yağının %2 konsantrasyonunda Akdeniz meyvesineği ergin ortalama ölüm sayıları, zamanla artmakta 24. saatte ergin ortalama ölüm sayısında ki etkin artış 72. saatte maksimuma ulaşmaktadır. Civanperçemi uçucu yağının fesleğen uçucu yağından *C. capitata* erginleri üzerinde daha geç ölüm etkisi gösterdiği bu etkinin 48. ve 72. saatlerde maksimuma ulaştığı görülmektedir.

b-) Civanperçemi uçucu yağının topikal uygulamasının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde öldürücü etkisinin zaman ve konsantrasyona göre karşılaştırılması

Civanperçemi uçucu yağının topikal uygulamasının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde ki öldürücü etkisi zaman ve konsantrasyona göre karşılaştırılarak grafiksel olarak sunulmuştur. Civanperçemi uçucu yağının erginlere topikal uygulama sonrası ergin ortalama ölümlerinin zaman ve konsantrasyona göre karşılaştırılmasında tüm saatler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Şekil 4.2) ($p<0.05$).



Şekil 4.2. *Achillea millefolium* uçucu yağının *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde öldürücü etkisinin zamana göre karşılaştırılması

Civanperçemi uçucu yağının %0.5 konsantrasyonunda, 1. saatten itibaren 6. saate kadar Akdeniz meyvesineği ergin ortalama ölüm sayısının (0.0 ± 0.25) ile başladığı, çok az artışla 6. saatte (1.0 ± 0.00)'e yükseldiği tespit edilmiştir. Civanperçemi uçucu yağının aynı uygulama konsantrasyonunda, 24. saatten itibaren ergin ortalama ölüm sayısında (3.0 ± 0.50) belirgin bir artış gözlemlenmiş ve 72. saate kadar az da olsa bu ölüm seviyesindeki artışın devam ettiği belirlenmiştir.

Bu bulgular; düşük konsantrasyonlarda uçucu yağın Akdeniz meyvesineği erginlerine etkisinin başlangıçta sınırlı olduğunu, ancak uygulama süresi ilerledikçe özellikle 24. saatte belirgin bir toksik etkinin ortaya çıktığını göstermektedir. Kısaca civanperçemi uçucu yağının, *C. capitata* erginleri üzerinde ki ölüm etkisinin zamanla kademeli olarak artabileceğini göstermektedir. Uçucu yağın erken dönem uygulamalarında; Akdeniz meyvesineği üzerinde ki öldürücü etkisi düşük olmasına rağmen, uygulama süresi ilerledikçe belirli bir süre sonra yağın toksik etkisinin belirgin hale geldiği ve yüksek öldürücü etkiye ulaşabileceğini ortaya koymaktadır.

Civanperçemi uçucu yağının öldürücü etkisi, Akdeniz meyve sineği erginleri üzerinde topikal uygulama sonrası; %1 konsantrasyonunda erken dönemlerde (1. ve 3. saatte) ölüm kaydedilmezken, 6. saatte (0.0 ± 0.75) ve 24. saatte (1.0 ± 0.75) ergin ortalama ölüm sayısında artış gözlemlenmiştir. rastlanmıştır. Uçucu yağın Aynı konsantrasyonunda; 48. saatte ergin ortalama ölüm sayısında (3.0 ± 0.00) belirgin bir artışla yüksek öldürücü etki tespit edilmiş; fakat 72. saatte bu ergin ortalama ölüm sayısındaki sınırlı kalması yağın etkisinin zamanla doygunluk seviyesine ulaştığını düşündürmektedir.

Bu bulgular, Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde %1 konsantrasyonda uygulanan civanperçemi uçucu yağının öldürücü etkisinin, uygulamanın başlangıcında sınırlı olduğunu, ancak belirli bir süre sonra (48. saatte) etkili hale geldiğini ortaya koymaktadır. Uçucu yağ uygulamasının 72. saatte *C. capitata* erginleri üzerinde görülen ölüm oranında ki ilave artışın sınırlı olması; yağın toksik etkisinin zamana bağlı olarak maksimum öldürücü seviyeye ulaştığını ve daha fazla ölüm artışının gözlenmediğini göstermektedir. Civanperçemi uçucu yağının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde ki optimal toksik etkinin belirlenmesinde; uçucu yağın uygulama süresinin kritik bir faktör olduğu düşünülebilir. Bu süreçte uçucu yağın konsantrasyonu ile maruziyet süresinin birlikte değerlendirilerek Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde toksik etkisinin daha doğru bir şekilde belirlenmesi sağlanmalıdır.

Civanperçemi uçucu yağının %2 konsantrasyonda, ilk 6 saat boyunca Akdeniz meyve sineği erginlerinde ölüme rastlanmazken, 6. saatte (1.0 ± 0.75) ergin ortalama ölüm sayısı ile uçucu yağın minimum öldürücü etkisi başladığı görülmektedir. Özellikle 24. saatte *C. capitata* ergin ortalama ölüm sayısının (6.0 ± 0.00)'ya yükseldiği, sonrasında ölüm sayısında ki artışın 72. saate kadar devam ettiği ve bu saatte maksimum ölüm sayısına (8.0 ± 0.00) ulaştığı görülmektedir. Ergin ortalama ölüm sayısı %4 konsantrasyonda, 1. saatte (0.00 ± 0.75) iken; 3. saatte hafif bir artışla (1.0 ± 0.00)'e yükselmiştir. Topikal uygulama sonrası Akdeniz meyvesineği ergin ortalama ölüm sayısında; 6. saatte belirgin bir artış kaydedilerek (4.0 ± 0.00) değerine ulaştığı, 24. saatte ise %2 konsantrasyonda ergin ortalama ölüm sayısında gözlemlenen düzenli artışın devam ettiği, %4 konsantrasyonda 48. saatte ergin ortalama ölüm sayısının sabit kaldığı, ancak 72. saatte ergin ortalama ölüm sayısının yeniden artarak (7.0 ± 0.25)'e ulaştığı gözlemlenmiştir.

Elde edilen bu bulgular, civanperçemi uçucu yağının %2 ve %4 uygulama konsantrasyonlarında *C. capitata* erginleri üzerindeki toksik etkisinin zamanla artarak belirginleştiğini ortaya koymaktadır. İlk 6 saatte civanperçemi uçucu yağının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde öldürücü etkisinin sınırlı kalması, yağın bu etkisinin zaman içinde devreye girdiğine işaret edebilir.

Uçucu yağın bu zararlı üzerinde ki öldürücü etkisi; 24. saatte maksimum düzeye ulaşmaktadır. Civanperçemi uçucu yağı 48. saatte %4 konsantrasyonda Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde toksik etkide stabilitenin sağlanması ile doygunluk noktasına ulaşıldığını gösterebilir. Civanperçemi uçucu yağının ergin bireyler üzerindeki ölümcül etkisinin 72. saatte artış göstermesi, zaman faktörünün etkisinin devam ettiğini göstermektedir. Civanperçemi uçucu yağının tüm konsantrasyonları içerisinde en fazla ergin ortalama ölüm sayısı, (8.00 ± 0.00) değeri ile %2 konsantrasyonda 72. saatte görülmektedir. Buna karşın ortalama ölüm artışlarının %4 konsantrasyonda 1. saatten itibaren başladığı, belirgin ölüm artışının (4.00 ± 0.00) değeri olan 6. saatte olduğu ve 72. saatte (7.00 ± 0.25) değerine ulaştığı belirlenmiştir.

Uçucu yağın konsantrasyon etkisi fesleğen yağına göre daha geç saatte başlamış ve fesleğen yağından daha az ergin ortalama ölüm sayısı belirlenmiştir. Civanperçemi uçucu yağının tüm konsantrasyonları, *C. capitata* erginlerinde; fesleğen uçucu yağına göre, daha az ergin ortalama ölüm sayısına neden olduğu belirlenmiştir. Civanperçemi uçucu yağının (%2 ve %4) yüksek konsantrasyonlarının fesleğen uçucu yağına göre daha geç (24 saatten sonra) etkili gösterdiği tespit edilmiştir.

Elde ettiğimiz sonuçlara paralellik gösterdiği düşünülse de Alkan (2020), tarafından yapılan bir çalışmada, civanperçemi (*Achillea millefolium*) uçucu yağının topikal uygulamanın, düşük konsantrasyonda topikal uygulama yapılan iki depo zararlısından birinde düşük, diğerinde yüksek toksisiteye neden olduğu buna karşın aynı zaman diliminde yüksek konsantrasyonda her iki zararlıda da toksik etkinin yüksek seviyelere ulaştığı tespit edilmiştir. Buna karşın Nenaah, (2014) çalışmasında yine bir depo zararlısı üzerine *A. millefolium*'un toksik etkisini; maruz kalma süresi, kullanılan tekniğe ve zararlının uygulanan dönemine bağlı olarak etkin toksik etkisinden bahsetmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre civanperçemi uçucu yağının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerindeki etkisinin; aynı zaman diliminde artan konsantrasyonda sabit kaldığını hatta azaldığını; buna karşın aynı konsantrasyonda artan zaman diliminde toksik etkinin arttığını göstermektedir.

4.4.2. Fesleğen yağının topikal uygulamasının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde öldürücü etkisinin belirlenmesi

a) Fesleğen uçucu yağının topikal uygulamasının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde öldürücü etkisinin zamana göre karşılaştırılması

Fesleğen uçucu yağının (%0.5, %1 %2, ve %4,) dört farklı konsantrasyonu ergin *C. capitata* erginleri üzerine topikal olarak uygulanmış ve 1.,3., 6., 24., 48. ve 72. saatlerde gerçekleşen ölüm sayıları tespit edilmiştir. Uçucu yağın etkisiyle gerçekleşen ortalama ölümler kontrolle karşılaştırıldığında; ortalama ölüm sayıları ile zaman karşılaştırılması tüm saatlerde ve tüm zaman-konsantrasyon karşılaştırmasında anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.10) ($p<0.05$).

Çizelge 4.10. *Ocimum basilicum* uçucu yağının *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde öldürücü etkinliğinin zaman, zaman ve konsantrasyon ile karşılaştırılması

Ölü	Kontrol Ort.±SS	Konsant. %0.5 Ort.±SS	Konsant. %1 Ort.±SS	Konsant. %2 Ort.±SS	Konsant. %4 Ort.±SS	P zaman	P Zaman* Konsan.
BsIngc	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00		
1. saat	0.0±0.00 ^a	0.0±0.0 ^a	1.2±0.96 ^a	4.5±1.91 ^c	6.7±0.50 ^b	<0.001	<0.001
3. saat	0.2±0.50 ^a	1.0±0.82 ^a	1.5±0.58 ^a	5.2±1.26 ^c	7.2±0.50 ^b	<0.001	<0.001
6. saat	0.2±0.50 ^a	1.0±0.82	2.5±1.29 ^d	5.2±1.26 ^c	7.2±0.58 ^b	<0.001	<0.001
24. saat	0.7±0.96 ^a	2.5±1.00 ^a	4.7±0.96 ^d	6.0±0.82 ^c	7.7±0.96 ^b	<0.001	<0.001
48. saat	0.7±0.96 ^a	3.5±1.00 ^e	5.5±1.29 ^d	6.7±1.71 ^c	8.7±0.50 ^b	<0.001	<0.001
72. saat	1.2±1.26 ^a	3.5±1.00 ^a	5.7±1.50 ^d	7.5±1.29 ^c	8.7±0.50 ^b	<0.001	<0.001

*Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA testi kullanılmıştır.

Fesleğen uçucu yağının uygulama konsantrasyonu arttıkça, ilk bir saat içinde en düşük konsantrasyon olan %0.5 konsantrasyonu hariç, diğer konsantrasyonlarında Akdeniz meyvesineği ortalama ergin ölüm sayılarının arttığı; özellikle uçucu yağın %4 konsantrasyonunda etkin bir (6.75 ± 0.50) değere ulaştığı tespit edilmiştir. Akdeniz meyvesineği ergin ortalama ölümlerinin, 3. saatten itibaren tüm konsantrasyonlarda görüldüğü belirlenmiştir.

Ergin ortalama ölüm sayılarının, 6. saatte sadece %1 ve (sınırlı düzeyde) %4 konsantrasyonlarında arttığı, diğer iki uygulama konsantrasyonlarında ise sabit kaldığı tespit edilmiştir. Fesleğen uçucu yağının, %2 konsantrasyonunda 72 saatte ergin ortalama ölüm sayısının (7.5 ± 1.29) değerine ulaştığı anlaşılmaktadır. Akdeniz meyvesineği erginlerinin, fesleğen yağının öldürücü etkisi sonucu; %4 uygulama konsantrasyonunda 48. saatte maksimum ergin ortalama ölüm sayısına (8.7 ± 0.50) ulaştığı görülmektedir. Aynı saatte fesleğen uçucu yağının %1 konsantrasyonunda, ergin ortalama ölüm sayısının artarak (5.7 ± 1.50) değerine ulaştığı görülse de hala öldürücü etkinin düşük seviyede kaldığı belirlenmiştir.

Fesleğen uçucu yağının topikal uygulanmasından sonra 24. saatte tüm konsantrasyonlarda artış görülmekte olup %0.5 konsantrasyonunda ergin ortalama ölüm sayısında ölüm sayısının (2.50 ± 1.00) değerine ve %1 konsantrasyonda ergin ortalama ölüm sayısının (4.75 ± 0.96) değerine ulaştığı belirgin artışlar gözlemlenmiştir. Fesleğen uçucu yağının uygulanmasından sonra 48. saatte tüm konsantrasyonlarda ölüm sayısının arttığı %4 konsantrasyonda (8.75 ± 0.50) ölüm değeri ile ergin

ortalama ölüm sayısının maksimuma ulaştığı belirlenmiştir. 48. saatte uçucu yağın %1 konsantrasyonunda etkili ergin ölüm seviyesi görülürken uçucu yağın %2 konsantrasyonda (6.75 ± 1.71) ergin ortalama ölüm seviyesinin daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

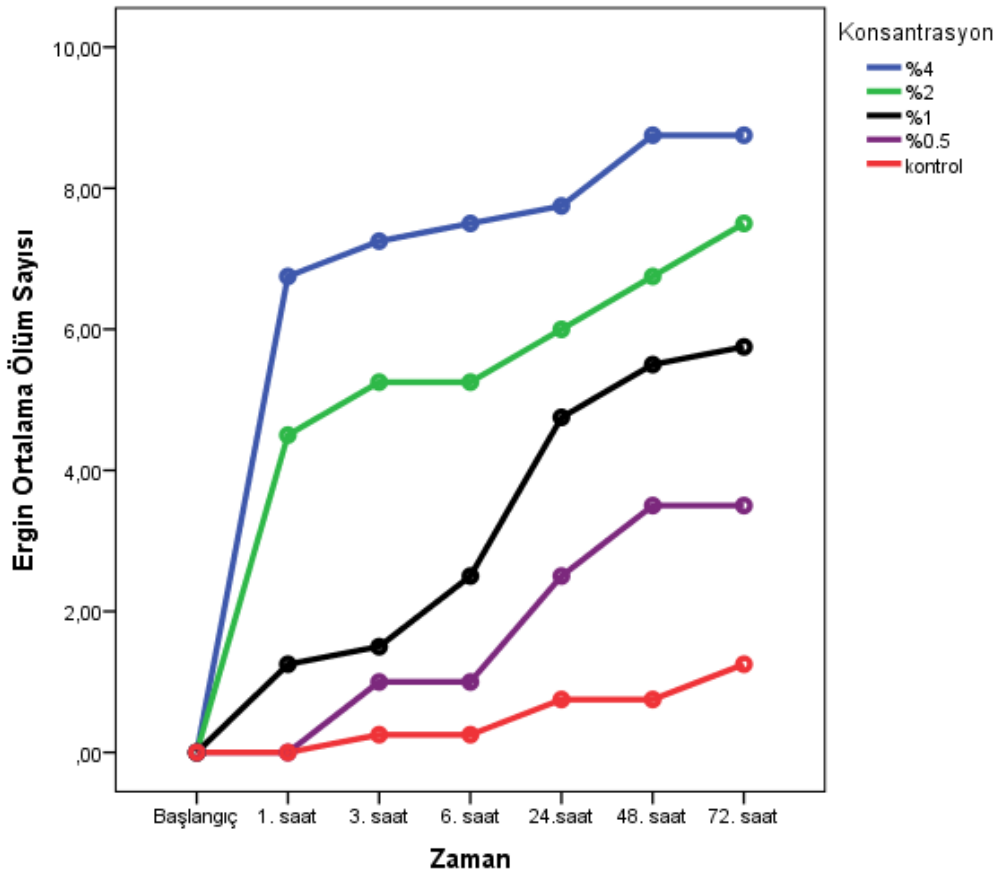
Ergin ortalama ölüm sayıları fesleğen uçucu yağının topikal uygulanmasından sonra 72. saatte; sadece %1 ve %2 konsantrasyonlarında artarken %0.5 ve %4 konsantrasyonda sabit kalmıştır. Fesleğen uçucu yağının 72. saat sonunda %4 konsantrasyonunun; 48. saatte ulaştığı maksimum öldürücü etki seviyesini devam ettirdiği uçucu yağın %2 konsantrasyonun ise (7.50 ± 1.29) yüksek öldürücü seviyeye ulaştığı görülmektedir. Tüm fesleğen uçucu yağının tüm konsantrasyonlarının, zamanla artan öldürücü etki gösterdiği; ergin ortalama ölüm sayısının, 24 ile 72. saatler arasında en fazla sayıya ulaştığı belirlenmiştir.

Kısaca çalışma bulguları ışığında genel bir değerlendirme yapılacak olunursa; fesleğen uçucu yağının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerindeki toksik etkisi, uygulama süresi ve konsantrasyon ile doğrusal bir artış göstermiştir. %4'lük konsantrasyon, 48. saatte (8.75 ± 0.50) ile en yüksek mortalite oranına ulaşmış ve bu etki 72. saate kadar korunmuştur. %2'lik konsantrasyon ise daha kademeli bir etki sergileyerek 72. saatte (7.50 ± 1.29) maksimum seviyeye erişmiştir. Daha düşük konsantrasyonlar sınırlı bir toksisite gösterirken, 24. saat itibarıyla ölüm oranlarında anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Bu bulgular, fesleğen uçucu yağının zamana bağlı olarak güçlenen insektisidal etkinliğini ortaya koymakta ve biyopestisit olarak optimum doz ve maruziyet süresinin belirlenmesinin kritik önem taşıdığını göstermektedir.

b-) Fesleğen uçucu yağının topikal uygulamasının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde öldürücü etkisinin zaman ve konsantrasyona göre karşılaştırılması

Fesleğen uçucu yağının topikal uygulamasının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde ki öldürücü etkisi zaman ve konsantrasyona göre karşılaştırılarak grafiksel olarak sunulmuştur. (Şekil 4.3). Uçucu yağın etkisiyle gerçekleşen ortalama ölümler kontrolle karşılaştırıldığında; ortalama ölüm sayıları ile zaman karşılaştırılması tüm saatlerde ve tüm zaman-konsantrasyon karşılaştırmasında anlamlı bulunmuştur (Şekil 4.3) ($p < 0.05$).

Fesleğen uçucu yağının %0.5 konsantrasyonunun *C. capitata* erginleri üzerine ölüm etkisi, 3. saatte artmış artan etki 6. saatte aynen devam etmiş, 24. ve 48. saatlerde artan etki 72. saatte aynen devam etmiştir. Fesleğen uçucu yağının %0.5 konsantrasyonunda 48. ve 72. saatte tespit edilen ergin ortalama ölüm sayısı (3.5 ± 1.00) iken uçucu yağın %1 konsantrasyonda aynı saatlerde tespit edilen ergin ortalama ölüm sayısı (5.7 ± 1.50)'dir. Uçucu yağın %1 konsantrasyonun 1. saatte başlayan ölüm etkisi, 24. saatte (2.5 ± 1.29 'dan 7.7 ± 0.96 'a) belirgin olmak üzere 72. saate kadar tüm saatlerde artarak devam etmiştir. Uçucu yağın düşük konsantrasyonlarını değerlendirecek olunursa %0.5 ve %1 konsantrasyonları ancak uzun sürede (48. ve 72. saatte) orta seviyede ölüm etkisi gösterdiği görülebilir.



Şekil 4.3. *Ocimum basilicum* uçucu yağının *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde öldürücü etkisinin zamana göre karşılaştırılması

Akdeniz meyvesineği ergin ortalama ölüm sayılarında, %2 ve %4 konsantrasyonunda 1. saatte belirgin bir artış gözlenmiştir. Fesleğen uçucu yağının %2 konsantrasyonu, 1. saatten itibaren zamanla artan öldürücü etki göstermekte ve 48. ila 72. saatte (6.7 ± 1.71) ile (7.5 ± 1.29) yüksek ergin ölüm sayılarına ulaşmaktadır. Ergin ortalama ölüm sayılarının, uçucu yağın %2 konsantrasyonunda 3. ve 6. saatlerde sabit kalırken; uçucu yağın %4 konsantrasyonunda 48. ve 72. saatlerde ortalama ölüm sayısının sabit kaldığı diğer saatlerde her iki konsantrasyonda da ortalama ölüm sayılarının arttığı tespit edilmiştir.

Fesleğen uçucu yağının %4 konsantrasyonu; her zaman diliminde diğer konsantrasyonlara kıyasla, *C. capitata* ergin ortalama ölüm sayısı üzerinde daha etkili olmuş; 48. saatte gözlemlenen (8.7 ± 0.50) ortalama ergin ölüm sayısı ile maksimum öldürücü etkiye ulaşmış ve 72. saatte de bu toksik etkisini korumuştur. Uçucu yağın konsantrasyonu arttıkça ortalama ölüm sayılarının arttığı zaman etkisinin daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. *Ocimum basilicum* uçucu yağı, *C. capitata* erginleri üzerinde yüksek konsantrasyonlarda ve uzun süreli maruziyet durumunda etkin bir öldürücü etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Senthooraja ve ark. (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, fesleğen yağı ile metilkavikol ve linalol bileşenlerinin Ev sineği (*Musca domestica* L.; Diptera: Muscidae) erginlerine topikal olarak uygulanması sonucunda, fesleğen yağının daha yüksek ölüm oranlarına neden olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, fesleğen yağının toksik etkisine ilişkin elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Elde edilen bulgularla paralellik gösteren Ling ve ark. (2009) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, denemelerde kullanılan fesleğen yağının tek ortak ana bileşeni olan linalol'un, *B. dorsalis* ve *C. capitata* türlerine karşı *B. cucurbitae*'ye kıyasla daha hızlı toksik etki gösterdiği tespit edilmiştir. Gerek fesleğen yağı gerekse linalol bileşeninin, cezbedici maddelerle formüle edildiğinde doğal bir insektisit olarak kullanılabileceği belirtilmektedir (Ling ve ark., 2009). Bu görüşün bilimsel temellere dayanarak güçlendirilmesi adına, gerekli saha çalışmalarının yapılması büyük önem taşımaktadır.

4.4.3. Okaliptüs uçucu yağının topikal uygulamasının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerine öldürücü etkisinin belirlenmesi

a) Okaliptüs uçucu yağının topikal uygulamasının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde öldürücü etkisinin zamana göre karşılaştırılması

Okaliptüs uçucu yağının (%0.5, %1 %2, ve %4,) dört farklı konsantrasyonu ergin *C. capitata* erginleri üzerine topikal olarak uygulanmış ve 1., 3., 6., 24., 48. ve 72. saatlerde gerçekleşen ölüm sayıları tespit edilmiştir. Uçucu yağın etkisiyle gerçekleşen ortalama ölümler kontrolle karşılaştırıldığında; ortalama ölüm sayıları ile zaman karşılaştırılması istatistiksel olarak tüm saatlerde anlamlı bulunmuştur. Akdeniz meyve sineği erginleri üzerine okaliptüs uçucu yağının öldürücü etkisinin belirlenmesinde, zaman ve konsantrasyon karşılaştırmasında tüm konsantrasyonlarda 24., 48. ve 72. saatler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.11) ($p < 0.05$).

Çizelge 4.11. *Eucalyptus spp.* uçucu yağının *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde öldürücü etkinliğinin zaman, zaman ve konsantrasyon ile karşılaştırılması

Ölü	Kontrol Ort.±SS	Konsant. %0.5 Ort.±SS	Konsant. %1 Ort.±SS	Konsant. %2 Ort.±SS	Konsant. %4 Ort.±SS	P Zaman	P Zaman* Konsant.
Bslngc	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00		
1. saat	0.0±0.00	0.0±0.75	0.0±0.75	0.0±0.50	0.0±0.50	<0.001	0.573
3. saat	0.0±0.25	1.0±0.00	1.0±0.50	1.0±0.25	1.0±0.50	<0.001	0.573
6. saat	0.0±0.25	1.0±0.75	1.0±0.75	1.0±0.75	3.0±0.25	<0.001	0.062
24. saat	0.0±0.75 ^a	4.0±0.25 ^e	4.0±0.50 ^d	6.0±0.00 ^c	6.0±0.75 ^b	<0.001	<0.001
48. saat	0.0±0.75 ^a	5.0±0.00 ^e	5.0±0.00 ^d	6.0±0.75 ^c	8.0±0.00 ^b	<0.001	<0.001
72. saat	1.0±0.25 ^a	5.0±0.25 ^e	5.00±0.25 ^d	7.0±0.00 ^c	8.00±0.00 ^b	<0.001	<0.001

*Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA testi kullanılmıştır.

Okaliptüs uçucu yağının *C. capitata* erginleri üzerinde ki ölüm etkisinin; ilk saatte tüm konsantrasyonlarda çok düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Ergin ortalama ölüm ssısının, 3. saatte artsa bile düşük olması; topikal uygulama sonrası civanperçemi uçucu yağının yavaş etkili olduğunu ve Akdeniz meyve sineği erginleri üzerinde toksik etkinin artması için belirli bir süre gerektirdiğini ortaya koyar.

Okaliptüs uçucu yağının topikal uygulama sonrası 6. saatte ergin ortalama ölüm sayısında, tüm konsantrasyonlarda artış olduğu; özellikle okaliptüs uçucu yağının %4 konsantrasyonunda görülen ergin ortalama ölüm sayısının, belirgin bir artışla (3.0 ± 0.25) değerine ulaştığı belirlenmiştir. Ergin ortalama ölüm sayılarında 24. saatte başta uçucu yağın %2 ve %4 konsantrasyonları olmak üzere tüm konsantrasyonlarda görülen belirgin artışlar, yüksek etkili ölüm seviyesinin göstergesidir. Ergin ortalama ölüm sayılarının, 24. saatte okaliptüs uçucu yağının %2 ve %4 konsantrasyonlarında oldukça yüksek (6.0 ± 0.00) ve (6.0 ± 0.75) ölüm değerine ulaştığı görülmektedir. Bu bulgu; okaliptüs uçucu yağının, Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde potansiyel bir kontrol etkisi oluşturabileceğini fikrini desteklemektedir.

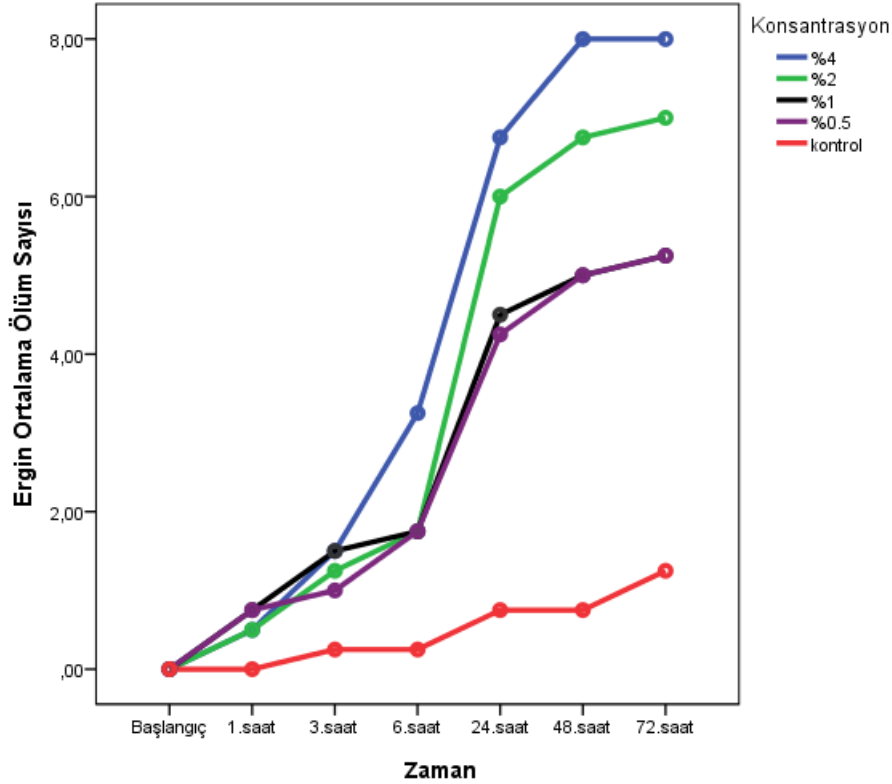
Okaliptüs uçucu yağının erginlere topikal uygulama sonrası 72. saatte; ergin ortalama ölüm sayısında (%0.5 ve %1) düşük konsantrasyonlarda sınırlı artış görülmekte iken %2 konsantrasyonda en fazla ergin ortalama ölüm sayısı sayının (7.0 ± 0.00) ölüm değerine ulaştığı anlaşılmaktadır. Erginlere topikal uygulama sonrası 72. saatte uçucu yağın %4 konsantrasyonunda görülen ergin ortalama ölüm sayısının, 48. saatte ki ergin ortalama ölüm sayısı ile aynı kaldığı yani maksimum ölüm etki seviyesinin devam ettiği görülmektedir.

Okaliptüs uçucu yağının zamanla artan toksik etkisinin, ilk başta zayıf kalmasına karşın 6. ve 24. saatte belirgin hale gelerek Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde önemli bir ölüm oranı artışına yol açmaktadır. Uçucu yağın (%4) yüksek konsantrasyonunda *C. capitata* erginleri üzerinde erken dönemde gözlemlenen ölüm artışı, bu konsantrasyonun kısa vadede etkili olduğunu göstermektedir. Okaliptüs uçucu yağının %2 ve %4 konsantrasyonlarında 24. saatte görülen önemli ölüm artışı, yağın zamanla aktifleşen kuvvetli toksik etkisini yansıtmaktadır.

Oakliptüs uçucu yağının toksik etkisi, ilk başta zayıf kalan etkisini zamanla bağlı olarak göstermektedir. Uçucu yağın farklı konsantrasyonlarında görülen ergin ortalama ölüm sayıları arasında belirgin bir fark olmadığından görülen farkların daha çok zamana bağlı olduğu söylenebilir. Okaliptüs uçucu yağının belirli bir konsantrasyonda maksimum etkisini gösterdiği ve daha yüksek konsantrasyonların etkinliğin değişmediği söylene bilinir.

b-) Okaliptüs uçucu yağının topikal uygulamasının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde öldürücü etkisinin zaman ve konsantrasyona göre karşılaştırılması

Okaliptüs uçucu yağının topikal uygulamasının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde ki öldürücü etkisi zaman ve konsantrasyona göre karşılaştırılarak grafiksel olarak sunulmuştur (Şekil 4.3). Akdeniz meyve sineği erginleri üzerine okaliptüs uçucu yağının öldürücü etkisinin belirlenmesinde, zaman ve konsantrasyon karşılaştırmasında tüm konsantrasyonlarda 24., 48. ve 72. saatler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Şekil 4.4) ($p<0.05$).



Şekil 4.4. *Eucalyptus spp.* uçucu yağının *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde öldürücü etkisinin zamana göre karşılaştırılması

Okaliptüs uçucu yağının %0.5 ve %1 konsantrasyonlarında, Akdeniz meyvesineği erginlerinde 1. saatten 24. saate kadar gözlemlenen ortalama ölüm sayılarında artışın az olduğu belirgin bir artışın olmadığı ve etkin bir artışın görüldüğü tespit edilmiştir. Bu saatler arasında görülen ergin ortalama ölüm sayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Her iki konsantrasyonda da Akdeniz meyvesineği erginlerinde 6., 48. ve 72. saatlerde gözlemlenen ortalama ölüm sayılarının aynı olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, uçucu yağın her iki konsantrasyonunda da ergin ortalama ölüm sayılarındaki artışın özellikle 24. saatte etkili bir şekilde gerçekleştiği görülmektedir. Bu konsantrasyonlarda ergin ortalama ölüm sayısının, 48. saatte (5.0 ± 0.00) değerinde ve 72 saatte çok az bir artışla (5.0 ± 0.25) değerine ulaştığı görülmektedir. Söz konusu uçucu yağın düşük konsantrasyonlarında ölüm oranının zamanla kademeli olarak arttığı görülmü

Uçucu yağın (%2) orta ve (%4) yüksek konsantrasyonlarında gözlemlenen ergin ortalama ölüm sayılarındaki etkin artışların; %4 konsantrasyonda 6. saatte (3.0 ± 0.25) değerine ve %2 konsantrasyonda 24. saatte (6.0 ± 0.00) değerine ulaştığı belirlenmiştir. Her iki konsantrasyonda da ergin ortalama ölüm sayıları 1. saat ile 6. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Okaliptüs uçucu yağının %2 konsantrasyonunda görülen ergin ortalama ölüm sayılarında artış, 72. saate kadar devam etmekle birlikte 24. saatten itibaren etkin bir artış tespit edilmemiş olup 72. saatte ergin ortalama ölüm sayısı (7.0 ± 0.00)'ye yükselmiştir.

Okaliptüs uçucu yağının %4 konsantrasyonunda, ergin ortalama ölüm sayısında 3. saatte belirgin bir artışın ardından 24. saatte etkin bir şekilde yükselerek (6.0 ± 0.75) seviyesine ulaştığı tespit edilmiştir. Bu konsantrasyonda, 48. saatte gözlemlenen (8.0 ± 0.00) ergin ortalama ölüm sayısı maksimum değeri temsil ederken, 72. saatte aynı ölüm seviyesi devam etmiştir. Ayrıca, okaliptüs uçucu yağının %2 (orta) ve %4 (yüksek) konsantrasyonlarında zamanla görülen artış, düşük konsantrasyonlarda elde edilen artışa benzer niteliktedir. Tüm konsantrasyonlarda ergin ortalama ölüm sayılarındaki artışın en fazla olduğu zaman diliminin 24. ile 72. saatler arasında gerçekleştiği belirlenmiştir. Son olarak, okaliptüs uçucu yağının ergin ölüm seviyesi üzerindeki en etkili konsantrasyonu ve uygulama zamanı; %4 konsantrasyonda, 48. ve 72. saatler olarak ortaya konulmuştur.

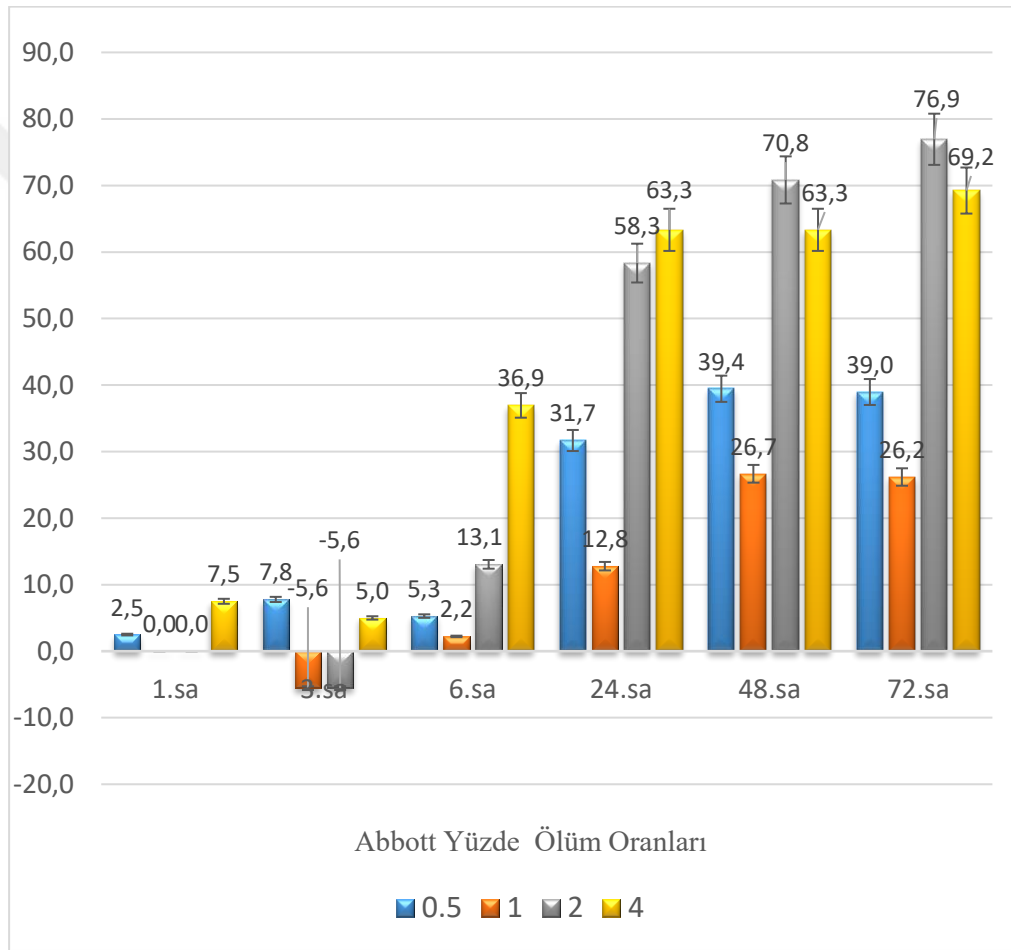
Okaliptüs uçucu yağının tüm konsantrasyonları dikkate alındığında; görülen ergin ortalama ölüm sayılarının uçucu yağın yüksek konsantrasyonlarında özellikle %4 konsantrasyonunda arttığı görülmektedir. Bu sonuçlar; uçucu yağın yüksek konsantrasyonlarının, Akdeniz meyvesineği ergin ortalama ölüm sayısında çok büyük bir fark yaratmadığı ancak belirli bir etki eşiğine işaret ettiğini düşündürmektedir. Elde edilen bulgulara paralellik gösteren Bourakna ve ark. (2022) çalışmalarında; *Bactrocera oleae* (Rossi) (Dip: Tephritidae Zeytin Sineği) erginlerine karşı denemelerde kullandığımız okaliptüs yağı ile aynı ana bileşenleri olan okaliptüs (*Eucalyptus globulus*, Labill (Myrtaceae)) uçucu yağının kontakt etkisinin konsantrasyona ve maruz kalma süresine göre ergin ölüm oranını artırdığını belirtmişlerdir.

Nitekim, çalışmamızın sonuçları, maruz kalma süresinin (24. saatten itibaren) istatistiksel olarak anlamlı hale geldiğini göstermektedir. Prates ve ark. (1998) çalışmalarında, bitkilerin savunma sisteminde görev alan iki monosiklik monoterpen bileşiği olan 1,8-sineol ve limonenin, iki depo zararlısına karşı toksik etki sergilediği bildirilmiştir. Bu bulgular, çalışmamızda kullanılan ve ilgili bileşenleri içeren okaliptüs yağının toksik etki göstermesiyle ilişkilendirilebileceğini ortaya koymaktadır

4.4.4. Topikal uygulama yapılan Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde Abbott ölüm oranlarının incelenmesi

a) Civanperçemi uçucu yağının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde Abbott ölüm oranlarının değerlendirilmesi

Akdeniz meyvesineği erginleri üzerine %0.5, %1, %2 ve %4 konsantrasyonlarında; topikal uygulanan civanperçemi uçucu yağının yüzde ölüm oranları (kontrolde görülen ölüm oranlarının etkisini sayısal ortalamalara göre azaltan Abbott yüzde ölüm oranları) hesaplanarak sayısal ortalamalarda istatistik olarak anlamlı bulunan 6., 24., 48. ve 72. saatlerle birlikte değerlendirilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. *Achillea millefolium* uçucu yağının topikal uygulanması sonucu, *Ceratitıs capitata* erginleri üzerinde elde edilen Abbott ölüm oranları.

Civanperçemi uçucu yağının ergin ölümüne etkisi %0.5 konsantrasyonda; 1. saatte görülen yüzde ölüm oranı %2.5, 2. saatte görülen yüzde ölüm oranı %7.8, 6. saatte görülen yüzde ölüm oranı %5.3, 24. saatte görülen yüzde ölüm oranı %31.7, 48. saatte görülen yüzde ölüm oranı %39.4 ve 72 saatte görülen yüzde ölüm oranı %39.0 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular; civanperçemi uçucu yağının, *C. capitata* erginleri üzerinde ölüm oranlarında düşük konsantrasyonda dahi uygulama süresince kademeli bir artış sağladığını göstermektedir. Civanperçemi uçucu yağının

%1 konsantrasyonda; 6. saatte görülen yüzde ölüm oranı %2.2, 24. saatte görülen yüzde ölüm oranı %12.8, 48. saatte görülen yüzde ölüm oranı %26.7 ve 72 saatte görülen yüzde ölüm oranı %26.2 olarak tespit edilmiştir. Erken dönemlerde (6. saat) erginlerde düşük mortalite gözlemlenirken, 24. saatte ergin ölüm oranının yükselmesi, yağın etkisinin zamanla ortaya çıktığını göstermektedir.

Civanperçemi uçucu yağının %2 konsantrasyonda; 6. saatte Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde görülen yüzde ölüm oranı %13.1, 24. saatte görülen yüzde ölüm oranı %58.3, 48. saatte görülen yüzde ölüm oranı %70.8 ve 72 saatte görülen yüzde ölüm oranı %76.9 olarak tespit edilmiştir. Civanperçemi uçucu yağının %4 konsantrasyonda; 6. saatte görülen yüzde ölüm oranı %36.9, 24. saatte görülen yüzde ölüm oranı %63.3, 48. saatte görülen yüzde ölüm oranı %63.3 ve 72 saatte görülen yüzde ölüm oranı %69.2 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgular; civanperçemi uçucu yağının konsantrasyonunun artmasıyla erginler üzerinde toksik etkisinin zamanla değişkenlik gösterdiğini, civanperçemi uçucu yağının %2 konsantrasyonunda diğer konsantrasyonlara göre daha yüksek ölüm oranlarına ulaşıldığını ve uçucu yağın %4 konsantrasyonunda erken dönemde etkili olup sonrasında etkinin sabit kaldığının ortaya koymaktadır.

Akdeniz meyvesineği ergin ölüm oranları 6. saat ile 72. saatler arasında artan konsantrasyonlara bağlı olarak genel bir artış göstermiştir. Ancak, uçucu yağın %1 konsantrasyonunda 72. saatte görülen ölüm oranlarının daha az olduğu ayrıca 48. saate göre %0.5 ve %1 konsantrasyonlarında azda olsa bir azalma olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, uçucu yağın toksik etkinin maruz kalma süresi ve konsantrasyonla birlikte değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle, %1 konsantrasyonda beklenen etki seviyesinin altında kalan mortalite, uygulama süresinin belirli bir doz eşiğinin ötesinde farklı dinamiklere sahip olduğunu düşündürmektedir. Bu durum, uçucu yağın optimal konsantrasyonu ve uygulama süresinin titizlikle belirlenmesinin önemini vurgulamakta, ayrıca ilave faktörlerin (örneğin, yağın dağılımı, zararlıının biyolojik özellikleri) etkili olabileceğini işaret etmektedir.

Civanperçemi uçucu yağının etkisiyle görülen ölüm oranları 6. saat ile 72. saatler arasında artan konsantrasyonlara bağlı olarak genelde artmıştır. %1 konsantrasyonda ölüm oranlarını daha az olduğu ayrıca 72. saatte 48. saate göre %0.5 ve %1 konsantrasyonlarında azda olsa bir azalma olduğu belirlenmiştir.

Civanperçemi uçucu yağının Akdeniz meyvesineği üzerinde ilgili olarak genel bir değerlendirme yapıldığında:

Akdeniz meyvesineği üzerinde gerçekleştirilen topikal uygulama denemelerinde civanperçemi uçucu yağının farklı konsantrasyonlarda *C. capitata* erginleri üzerindeki toksik etkisi, uçucu yağın uygulama süresi ve uygulama konsantrasyonunun belirleyici rol oynadığını ortaya koymaktadır.

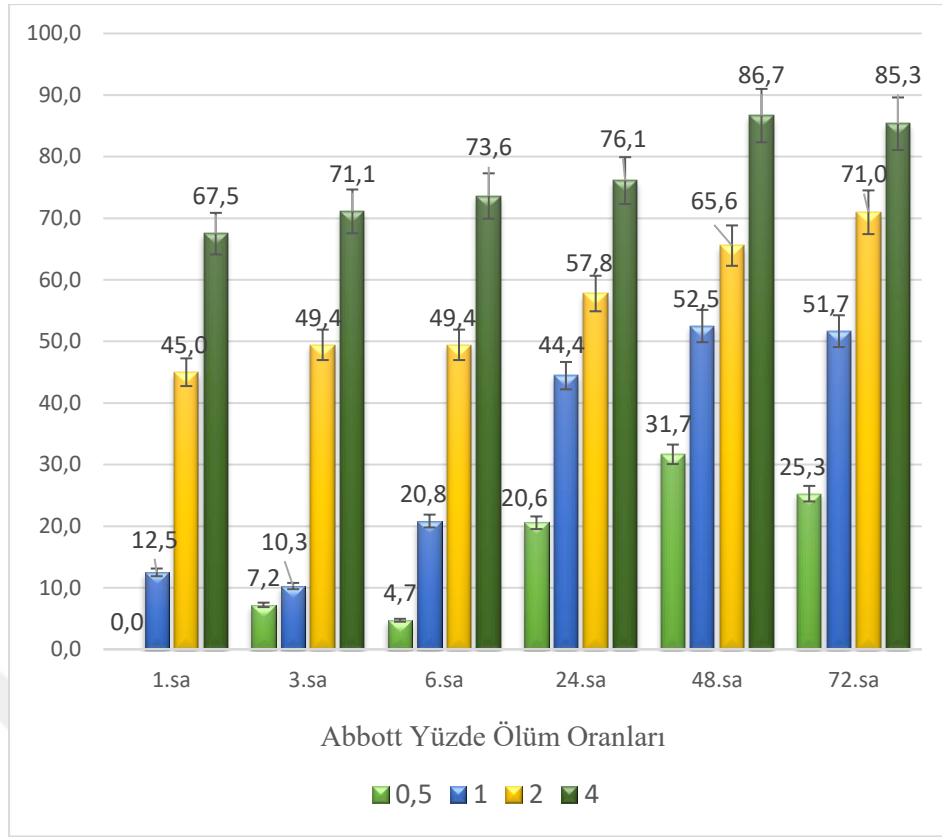
Civanperçemi uçucu yağının %0.5 konsantrasyonunda, uygulamanın ilk saatlerinde Akdeniz meyvesineği erginlerinde görülen düşük mortalite oranları kaydedilirken, zamanla (24. saat ve sonrası) belirgin artışlar gözlemlenmiştir. Uçucu yağın %1 konsantrasyonunda ise *C. capitata* erginlerinde görülen etkiler daha geç devreye girmiş; erken dönemde düşük mortalite oranları elde edilmiş, ancak maruz kalma süresi ilerledikçe ölüm oranlarında artış kaydedilmiştir.

Civanperçemi uçucu yağın %2 ve %4 konsantrasyonlarında ise, özellikle 24. saat ile 72. saat arasında, Akdeniz meyvesineği erginlerinde yüksek toksik etki gözlemlenmiştir. Erginler üzerinde uçucu yağın %2 konsantrasyonunun uzun vadede maksimum etki gösterdiği tespit edilmiştir. Uçucu yağın %4 konsantrasyonunda Akdeniz meyvesineği erginlerinde erken dönem etkilerin, daha belirgin olduğu sonrasında doygunluk seviyesine ulaştığı görülmektedir.

Bu bulgular, civanperçemi uçucu yağın uçucu yağların *C. capitata* erginleri üzerinde öldürücü etkisinin lineer bir artış göstermediğini, aksine belirli konsantrasyon ve uygulama sürelerinde en etkin sonucu verdiğini göstermektedir. Abbott yöntemine göre hesaplanan ölüm oranları, kontrol gruplarına kıyasla civanperçemi uçucu yağıyla yapılan topikal uygulamanın toksik etkisini objektif olarak ortaya koymakta ve optimal konsantrasyon ile uçucu yağların uygulama süresinin belirlenmesinde önemli ipuçları sunmaktadır.

b) Fesleğen uçucu yağın Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde Abbot ölüm oranlarının değerlendirilmesi

Akdeniz meyvesineği erginleri üzerine %0.5, %1, %2 ve %4 konsantrasyonlarında; topikal uygulanan fesleğen uçucu yağın yüzde ölüm oranları (kontrolde görülen ölüm oranlarının etkisini sayısal ortalamalara göre aza indiren Abbott yüzde ölüm oranları) hesaplanarak sayısal ortalamalarda istatistik olarak anlamlı bulunan 1., 3., 6., 24., 48. ve 72. saatlerle birlikte değerlendirilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. *Ocimum basilicum* uçucu yağının topikal uygulanması sonucu, *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde elde edilen Abbott ölüm oranları.

Fesleğen uçucu yağının ergin ölümlerine etkisinin; %0.5 konsantrasyonda; 1. saatte ölüm görülmezken 3. saatte görülen yüzde ölüm oranı %7.2, 6. saatte görülen yüzde ölüm oranı %4.7, 24. saatte görülen ölüm oranı %20.6, 48. saatte görülen ölüm oranı %31.7 ve 72 saatte görülen yüzde ölüm oranı %25.3 olarak tespit edilmiştir. %1 konsantrasyonda; 1. saatte görülen yüzde ölüm oranı %12.5, 3. saatte görülen yüzde ölüm oranı %10.3, 6. saatte görülen yüzde ölüm oranı %20.8, 24. saatte görülen yüzde ölüm oranı %44.4, 48. saatte görülen yüzde ölüm oranı %52.5 ve 72 saatte görülen yüzde ölüm oranı %51.7 olarak tespit edilmiştir.

Fesleğen uçucu yağının %2 konsantrasyonunda; 1. saatte görülen yüzde ölüm oranı %45.0, 3. saatte görülen yüzde ölüm oranı %49.4, 6. saatte görülen yüzde ölüm oranı %49.4, 24. saatte görülen yüzde ölüm oranı %57.8, 48. saatte görülen yüzde ölüm oranı %65.6 ve 72 saatte görülen yüzde ölüm oranı %71.0 olarak tespit edilmiştir. Fesleğen uçucu yağının %4 konsantrasyonda; 1. saatte görülen yüzde ölüm oranı %67.5, 3. saatte görülen yüzde ölüm oranı %71.1, 6. saatte görülen yüzde ölüm oranı %73.6, 24. saatte görülen yüzde ölüm oranı %76.1, 48. saatte görülen yüzde ölüm oranı %86.7 ve 72 saatte görülen yüzde ölüm oranı %85.3 olarak tespit edilmiştir.

Bu bulgular, fesleğen uçucu yağının konsantrasyonunun artmasıyla, *C. capitata* erginleri üzerindeki toksik etkinin belirgin şekilde yükseldiğini göstermektedir. %2 konsantrasyonda, uygulamanın erken döneminde (1. ve 6. saatler) ölüm oranlarının orta düzeyde seyredildiği, ancak zamanla (24. saatte) etkisinin artarak 72. saatte %71.0'a ulaştığı gözlemlenmiştir. Buna karşın, %4

konsantrasyonda erken dönemde daha yüksek mortalite oranları kaydedilmiş; özellikle 48. saatte %86.7 oranı ile en yüksek etki elde edilmiş, 72. saatte ise bu etki biraz gerilemiş, ancak hala yüksek bir düzeyde kalmıştır. Bu veriler, uçucu yağın dozunun artırılmasının toksik etkinin artmasına katkıda bulunduğunu ve daha yüksek konsantrasyonlarda daha hızlı ve güçlü bir ölüm etkisi elde edildiğini ortaya koymaktadır.

Fesleğen uçucu yağı, Akdeniz meyvesineği erginleri üzerine civanperçemi uçucu yağından daha erken saatlerde etkisi başlayan daha fazla etki gösteren bir uçucu yağdır. Fesleğen uçucu yağının %4 konsantrasyonunda 1. saatte görülen (%67.5) ölüm oranına en yakın ölüm oranı, civanperçemi uçucu yağında 72. saatte %69.2 oranında görülmektedir. Bu karşılaştırma, fesleğen uçucu yağının erken dönemde hızlı ve güçlü bir toksik etki sergilediğini ortaya koymaktadır. Fesleğen yağının yüksek konsantrasyonda (örneğin %4) erken saatlerde elde edilen yüksek mortalite oranı, yağın etkisinin hızla devreye girdiğini göstermektedir. Buna karşın, civanperçemi uçucu yağının benzer etkiye ulaşması için daha uzun uçucu yağ uygulama süresi gerekmektedir.

Uçucu yağın en yüksek (%85.3) ölüm oranı, %4 konsantrasyonda 72. saatte elde edilen. Özellikle %4 konsantrasyonda 72. saatte elde edilen yüksek ölüm oranı, yüksek dozda yağın uzun süreli uygulamalarda daha etkili olduğunu göstermektedir. Özellikle %4 konsantrasyonda 72. saatte elde edilen yüksek ölüm oranı, yüksek dozda yağın uzun süreli uygulamalarda daha etkili olduğunu göstermektedir.

Bu sonuçlar, uçucu yağın toksik etkinin konsantrasyon ve uygulama sonrası süre ile birlikte değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Düşük konsantrasyonlarda ise erken dönem etkisinin sınırlı kalması, optimal konsantrasyon ve uygulama süresinin belirlenmesinde dikkatli bir değerlendirme yapılması gerektiğini işaret etmektedir.

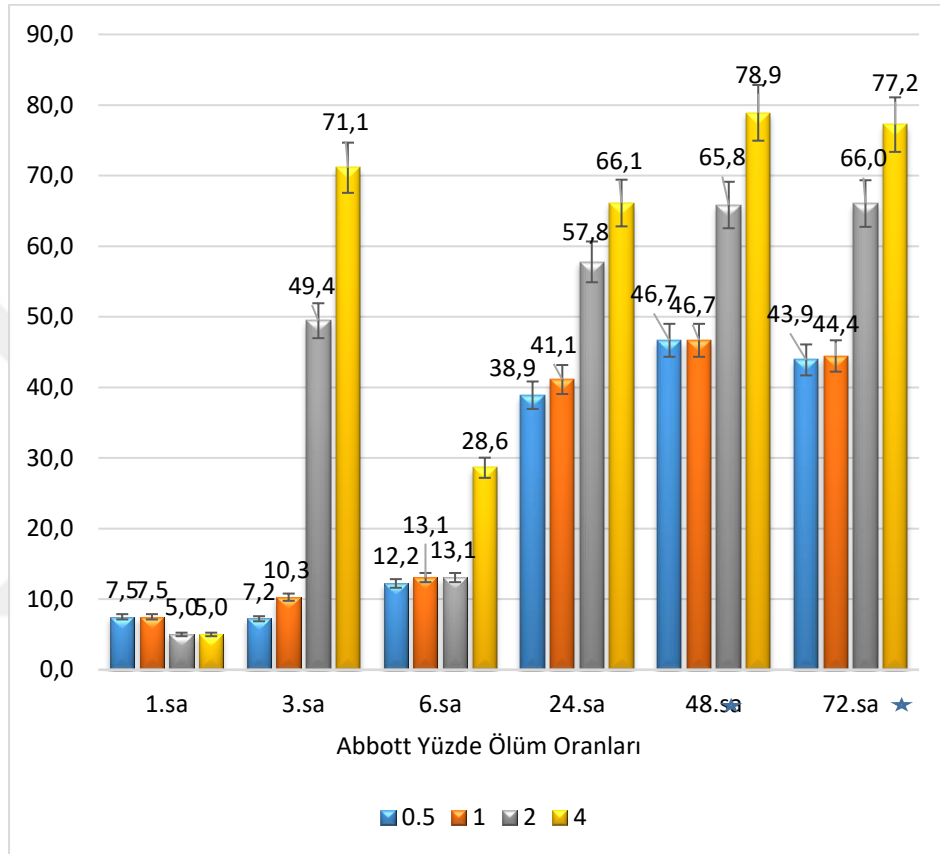
Fesleğen uçucu yağıyla ilgili olarak genel bir değerlendirme yapıldığında:

Fesleğen uçucu yağının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde gerçekleştirilen topikal uygulama deneme bulguları fesleğen uçucu yağını düşük konsantrasyonlarda (%0.5 ve %1) uygulama sonrasında erken dönemlerde Akdenizmeyve sineği üzerinde gözlemlenen mortalite oranlarının nispeten sınırlı kaldığı, orta ve yüksek konsantrasyonlarda (%2 ve %4) zamanla ölüm oranlarında belirgin artışlar elde edildiği belirlenmiştir.

Özellikle fesleğen uçucu yağının %4 konsantrasyonunda, Akdeniz meyvesineği üzerine 1. saatte yüksek mortalite oranı kaydedilirken, 48. ve 72. saatlerde elde edilen çok yüksek ölüm oranlarının ortaya çıkması yağın yüksek dozlarda uzun süreli uygulamalarda etkili olduğunu göstermektedir. Fesleğen uçucu yağının uygulama konsantrasyonu ve uygulama sonrası geçen süre ile birlikte etkili bir toksik etki gösterdiği görülmektedir. Bu bulgular ışığında fesleğen uçucu yağının optimal konsantrasyonu ve uçucu yağın uygulama süresinin dikkatle belirlenmesinin, etkili bir zararlı kontrol stratejisi geliştirmek açısından kritik olduğunu ortaya koymaktadır.

c) Okaliptüs uçucu yağının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde Abbott ölüm oranlarının değerlendirilmesi

Akdeniz meyvesineği erginleri üzerine %0.5, %1, %2 ve %4 konsantrasyonlarında; topikal uygulanan okaliptüs uçucu yağının yüzde ölüm oranları (kontrolde görülen ölüm oranlarının etkisini sayısal ortalamalara göre aza indiren Abbott yüzde ölüm oranları) hesaplanarak sayısal ortalamalarda istatistik olarak anlamlı bulunan 1., 3., 6., 24., 48. ve 72. saatlerle birlikte değerlendirilmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. *Eucalyptus spp.* uçucu yağının topikal uygulanması sonucu, *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde elde edilen Abbott ölüm oranları

Okaliptüs uçucu yağının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerindeki toksik etkisi, iki farklı konsantrasyonda incelenmiştir. Okaliptüs uçucu yağının Akdeniz meyvesineği üzerine ölüm etkisi: %0.5 konsantrasyonda; 1. saatte %7.5, 3. saatte %7.2, 6. saatte %12.2 oranında görülmektedir. Akdeniz meyvesineği üzerine okaliptüs uçucu yağının ölüm etkisinin: 24. saatte %38.9, 48. saatte %46.7 ve 72 saatte %43.9 oranında olduğu olarak tespit edilmiştir. Bu bulgular, okaliptüs uçucu yağının düşük (%0.5) ve orta (%1) konsantrasyonlarda *C. capitata* erginleri üzerindeki toksik etkisinin zamanla değiştiğini göstermektedir. Her iki konsantrasyonda da uygulamanın ilk saatlerinde benzer mortalite oranları kaydedilirken, 3. ve 6. saatlerde ölüm oranlarında artış gözlemlenmiştir. Özellikle 24. saatte her iki konsantrasyonda da ölüm oranlarında belirgin artış yaşanmış; 48. ve 72. saatlerde ise oranlarda hafif bir düşüş veya sabitlik tespit edilmiştir. Bu veriler,

okaliptüs uçucu yağının etkisinin uçucu yağın uygulama süresiyle kademeli olarak arttığını, ancak belirli bir süre sonrasında maksimum etkiye ulaştığını ortaya koymaktadır.

Okaliptüs uçucu yağının Akdeniz meyvesineği üzerinde %4 konsantrasyonda; 1. saatte görülen yüzde ölüm oranı %67.5, 3. saatte görülen yüzde ölüm oranı %71.1, 6. saatte görülen yüzde ölüm oranı %73.6, 24. saatte görülen yüzde ölüm oranı %76.1, 48. saatte görülen yüzde ölüm oranı %86.7 ve 72 saatte görülen yüzde ölüm oranı %85.3 olarak tespit edilmiştir. Bu veriler, %4 konsantrasyonda uygulanan okaliptüs uçucu yağının *C. capitata* erginleri üzerinde oldukça yüksek bir toksik etki sergilediğini göstermektedir. Özellikle 1. saatte hemen yüksek mortalite oranlarının kaydedilmesi, yağın hızlı bir etki mekanizmasına sahip olduğunu ortaya koyar. Zamanla, ölüm oranlarında hafif bir artış gözlemlenmiş; 48. saatte en yüksek değere ulaşılmış ve 72. saatte bu etki büyük ölçüde korunmuştur. Bu veriler, yüksek doz uygulamalarının kısa sürede etkili olduğunu ve uzun vadeli maruziyetle yüksek toksisite sağladığını, dolayısıyla etkili bir zararlı kontrol stratejisi için %4 konsantrasyonun uygun bir seçenek olabileceğini göstermektedir.

Okaliptüs uçucu yağı, göre Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde (3. saat) erken saatlerde %4 konsantrasyonda fesleğen uçucu yağına benzer etki gösteren bir uçucu yağ olarak belirlenmiştir. Okaliptüs uçucu yağının %4 konsantrasyonunda erken saatlerde (3. saatte) görülen (%71.1) ölüm oranına en yakın ölüm oranı, fesleğen uçucu yağında aynı saatte aynı oranda görülmekte iken civanperçemi uçucu yağında en erken 24. saatte %63.3 oranında görülmektedir. Okaliptüs uçucu yağının %2 ve %4 konsantrasyonlarında 24. saatten itibaren artan bir ölüm oranına rastlanılmaktadır. Uçucu yağın en yüksek (%78.9) ölüm oranı, 48. saatte %4 konsantrasyonda görülmekte olup 72. saatte ölüm oranı %77.2'ye düşmektedir.

Okaliptüs uçucu yağının (%0.5 ve %1) düşük konsantrasyonlarında görülen ölüm oranlarının, tüm saatlerde fesleğen ve civanperçemi uçucu yağlarının ölüm oranlarından farklı olarak birbirleri yakın olduğu görülmektedir. Okaliptüs uçucu yağının, fesleğen uçucu yağı kadar olmasa da Akdeniz meyvesineği üzerinde etkili bir seçenek olduğu özellikle uzun vadede belirgin bir öldürücülük gösterdiği yorumu yapılabilir.

Uçucu yağların ölüm oranları üzerinde genel bir değerlendirme yapılacak olunursa; Bu çalışma, okaliptüs uçucu yağının *C. capitata* erginleri üzerindeki toksik etkisini, farklı uygulama konsantrasyonu ve uygulama sonrası süreler bağlamında kapsamlı bir şekilde ortaya koymaktadır. Okaliptüs uçucu yağının Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde yüksek uygulama konsantrasyonlarında (%4) erken dönemde elde edilen yüksek ölüm oranları, yağın hızlı etkili olduğunu gösterirken, düşük (%0.5 ve %1) uygulama konsantrasyonlarında benzer mortalite değerlerinin gözlemlenmesi, optimal konsantrasyonun belirlenmesinde dikkatli değerlendirme yapılması gerektiğini işaret etmektedir.

Ayrıca, okaliptüs uçucu yağının %2 ve %4 konsantrasyonlarında 24. saatin ardından meydana gelen artış, yağın zamanla etkisini artırdığını göstermektedir. Genel olarak, okaliptüs uçucu yağının, diğer uçucu yağlarla karşılaştırıldığında, belirli bir uygulama süresi sonrasında yüksek toksisite sağladığı ve entegre zararlı kontrol stratejilerinde etkili bir seçenek olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Topikal uygulama denemelerinde Akdeniz meyvesineği üzerinde fesleğen uçucu yağının, kısa sürede ölüm etkisi gösteren ve uzun vadede bu etkisi devam eden en etkili uçucu yağ olduğu söylenebilir. Öte yandan civanperçemi uçucu yağının ölüm etkisinin, daha sınırlı olduğu; bulgular fesleğen uçucu yağının *C. capitata* erginleri üzerine hızlı ve sürdürülebilir toksik etkisini ortaya koyarken, civanperçemi uçucu yağının bu zararlının erginleri üzerinde etkisinin zamanla artmasına rağmen genel olarak daha düşük toksik etkisi olduğunu göstermektedir. Okaliptüs uçucu yağının ise fesleğen uçucu yağına göre Akdeniz meyvesineği üzerinde başlangıçta daha düşük bir etki göstermesine rağmen uzun vadede ciddi ölüm oranları sağladığı belirlenmiştir.

Okaliptüs uçucu yağının Akdeniz meyvesineği üzerinde ilgili olarak genel bir değerlendirme yapıldığında:

Okaliptüs uçucu yağının *Ceratitis capitata* erginleri üzerindeki toksik etkisi, uygulanan konsantrasyon ve maruz kalma süresine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Düşük konsantrasyonlar olan %0.5 ve %1'de, erken dönemlerde (1. ve 6. saatler) ölüm oranlarında nispeten düşük artışlar kaydedilmiştir; örneğin, %0.5 konsantrasyonda 1. saatte %7.5, 3. saatte %7.2 ve 6. saatte %12.2 ölüm oranı elde edilirken, %1 konsantrasyonda benzer başlangıç değerleri gözlemlenmiştir. Ancak, bu konsantrasyonlarda 24. saatte ölüm oranlarında belirgin artış yaşanmış; %0.5'te %38.9 ve %1'de %41.1 değeri elde edilmiştir.

Orta ve yüksek konsantrasyonlar (%2 ve %4) ise daha farklı bir etki profili sergilemektedir; %2 konsantrasyonda 3. saatte ani bir artışla %49.4, 24. saatte %57.8, 48. saatte %65.8 ve 72. saatte %66.0 ölüm oranı tespit edilirken, %4 konsantrasyonda 1. saatte %67.5, 3. saatte %71.1, 6. saatte %73.6, 24. saatte %76.1, 48. saatte %86.7 ve 72. saatte %85.3 ölüm oranı elde edilmiştir. Bu veriler, okaliptüs uçucu yağının düşük konsantrasyonlarda erken etkilerinin sınırlı kaldığını, ancak orta ve özellikle yüksek konsantrasyonlarda kısa sürede yüksek toksik etki yarattığını göstermektedir.

Genel olarak, okaliptüs uçucu yağının, fesleğen uçucu yağına kıyasla başlangıçta daha düşük bir etki sergilemesine rağmen, uzun vadede etkili bir ölüm oranı sağladığı anlaşılmaktadır. Denemelerde kullanılan tüm uçucu yağların ergin ölüm oranları üzerindeki etkilerinin, optimal uygulama konsantrasyonlarının ve uygulama süresiyle birlikte değiştiğini; her iki uçucu yağın farklı etki profillerine sahip olduğunu vurgulamaktadır.

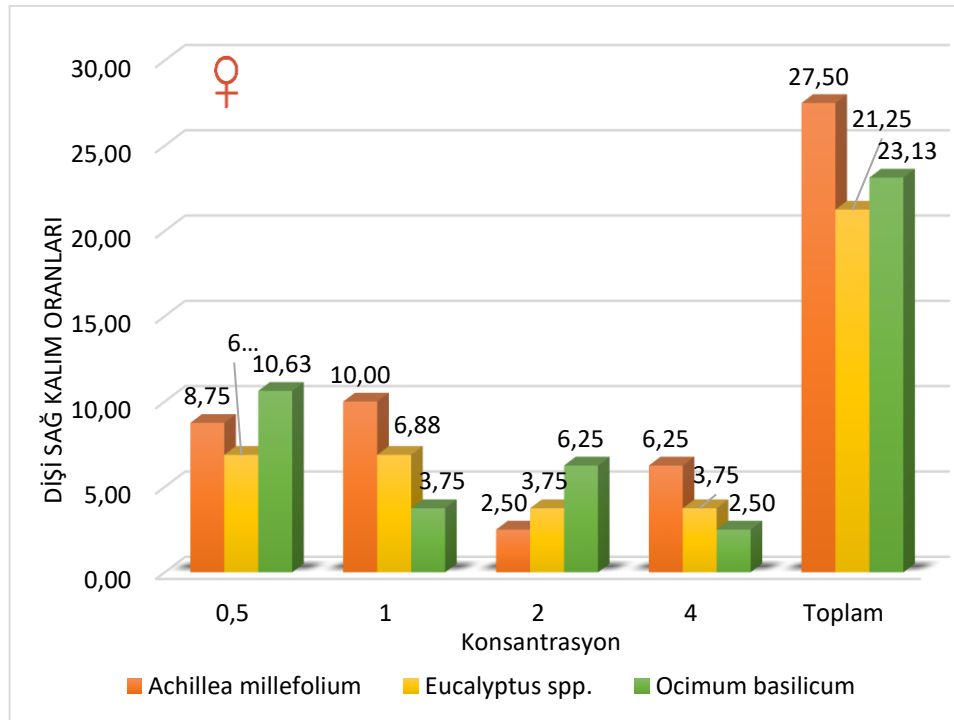
4.4.5. Topikal uygulama sonunda canlı kalan Akdeniz meyvesineği dişi ve erkek sayıları

Topikal uygulama sonucu 72. saat sonunda uçucu yağlarla muamele gören *C. capitata* erginlerinden sağ kalan dişi ve erkek sayıları tespit edilmiştir. Civanperçemi ile muamele gören Akdeniz meyvesineği erginlerinden toplam sağ kalan ergin sayıları incelendiğinde; sağ kalan dişi sayısı, sağ kalan erkek sayısının iki katı olarak belirlenmiştir.

Okalıptüs ve fesleğen uçucu yağı ile muamele edilen Akdeniz meyvesineği erginlerinde, toplam sağ kalım sayıları, uçucu yağın konsantrasyonu arttıkça azalmış olup bu durum bu uçucu yağların yüksek dozlarda daha etkili toksik etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Buna karşın, civanperçemi yağı ile muamele gören erginlerde, uçucu yağın %2 ve %4 konsantrasyonlarında elde edilen toplam sağ kalım sayıları, %1 ve %0.5 konsantrasyonlarına göre daha düşüktür (Ek 5).

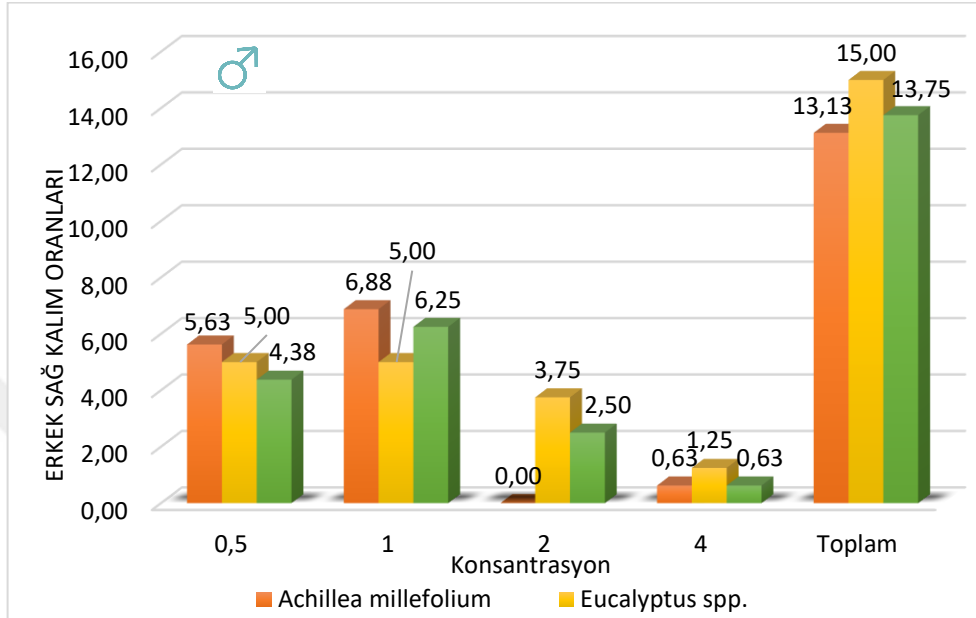
Topikal uygulama sonrası 72. saatte Akdeniz meyvesineği erginlerinin toplam sağ kalım oranları incelendiğinde; civanperçemi uçucu yağı ile muamele edilen grupta sağ kalım oranı %40.63, okalıptüs uçucu yağı ile muamele edilenlerde %36.25 ve fesleğen uçucu yağı uygulananlarda %36.88 olarak belirlenmiştir. civanperçemi uçucu yağı ile muamele gören erginlerde %40.63 iken okalıptüs uçucu yağı ile muamele gören erginlerde toplam sağ kalım oranı (%36.25) ve fesleğen yağı ile muamele gören erginlerde toplam sağ kalım oranı (%36.88) olarak belirlenmiştir.

Toplam sağ kalım oranları birbirine yakın olsa da fesleğen uçucu yağı uygulanan erginlerde sağ kalan dişi sayısının, okalıptüs uçucu yağı uygulanan gruptaki dişi sayısından daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum uçucu yağların kimyasal kompozisyonunun ve etki mekanizmalarının dişi bireylerde farklılık yarattığını göstermektedir.



Şekil 4.8. Topikal uygulama sonrası *Ceratitis capitata* ergin dişi sağ kalım oranları.

Genel olarak, tüm uçucu yağlarda toplam erkek sağ kalım oranları, dişi sağ kalım oranından daha düşüktür. Bu cinsiyetler arası farklılık, her üç yağ grubunda da erkek bireylerin daha duyarlı olduğunu işaret etmektedir. Ayrıca, civanperçemi uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının ergin sağ kalımına etkisi incelendiğinde; en yüksek dişi ve erkek sağ kalım oranı %1 konsantrasyonda, en düşük dişi ve erkek sağ kalım oranı ise %2 konsantrasyonda elde edilmiştir (Şekil 4.8; Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Topikal uygulama sonrası *Ceratitis capitata* ergin erkek sağ kalım oranları

Fesleğen uçucu yağının ergin sağ kalımına yönelik konsantrasyon etkisi incelendiğinde, en yüksek dişi sağ kalım oranı yağın %0.5 konsantrasyonunda elde edilirken, en düşük dişi sağ kalım oranı %4 konsantrasyonunda gözlemlenmiştir (Şekil 4.8). Erkek sağ kalım oranları açısından; en yüksek erkek sağ kalım oranının %1 konsantrasyonda, en düşük erkek sağ kalım oranı ise %4 konsantrasyonda tespit edilmiştir (Şekil 4.9).

Okaliptüs uçucu yağının Akdeniz meyvesineği ergin sağ kalımına yönelik konsantrasyon etkileri incelendiğinde, en yüksek dişi sağ kalım oranı uçucu yağın %0.5 ve %1 konsantrasyonlarında elde edilmiş olup, bu iki konsantrasyonda ölçülen değerler birbirine eşittir. Buna karşın, okaliptüs uçucu yağının en düşük dişi sağ kalım oranının %2 ve %4 konsantrasyonlarında benzer düzeyde olduğu saptanmıştır. Erkek sağ kalım oranları açısından değerlendirildiğinde; en yüksek değerler %0.5 ve %1 konsantrasyonlarında gözlemlenmiş; %4 konsantrasyonunda ise erkek sağ kalım oranı en düşük düzeyde tespit edilmiştir.

Sonuç olarak bu bulgular; kullanılan uçucu yağların türü ve konsantrasyonunun, Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde uygulanan topikal tedavinin etkinliğini belirlemede kritik rol oynadığını göstermektedir. Civanperçemi uçucu yağının dişi bireyler üzerinde belirgin bir etki gösterdiği, okaliptüs ve fesleğen yağlarının ise yüksek konsantrasyonlarda daha yüksek toksisite sergileyerek sağ kalım oranlarını düşürdüğü anlaşılmaktadır.

Ayrıca, tüm uygulamalarda erkek bireylerin daha düşük sağ kalım oranlarına sahip olması, cinsiyete bağlı farklılıkların göz önünde bulundurulması gerektiğini ortaya koymaktadır.

4.5. Akdeniz meyvesineği Ergin Dişilerinin Yumurtlamasına Topikal Uygulanan Uçucu Yağların Etkisi

Tüm uçucu yağların yumurtlamayı önleyici etkisini belirlemek amacıyla, topikal uygulama yapılan erginlerin bulunduğu deneme kutularında larva ve pupa sayıları tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). Bu veriler, her üç uçucu yağın Akdeniz meyvesineği üreme kapasitesi üzerindeki etkisini karşılaştırmalı olarak değerlendirmeye olanak sağlamıştır.

Civanperçemi uçucu yağı ile uygulanan Akdeniz meyvesineklerinin bulunduğu deneme kutularının içinde %1 konsantrasyonla uygulama gören erginlerin bulunduğu kutular hariç disekte edilen meyvelerde, larva ve pupaya rastlanılmamıştır. Civanperçemi uçucu yağının ovisidal etkisi üzerine Karcı ve Işıkber (2007) tarafından yapılan çalışmada, yağın depo zararlıları üzerinde düşük ovisidal etki gösterdiği belirlenir belirtilmiştir. Papachristos ve Stamopoulos (2000) yaptıkları çalışmada civanperçemi uçucu yağının etkin ovisidal etkisinden bahsedilmiş olup, bu durum çalışma sonuçlarımızla paralellik göstermektedir. Bu iki çalışma arasında ki farklılık, yağın kimyasal kompozisyonuna ve uygulanan zararlı türüne bağlı olarak etkisinin değişmesine bağlanabilir.

Fesleğen yağının tüm konsantrasyonları ile topikal muamele gören *C. capitata* erginlerinin bulunduğu deneme kutularında yer alan meyvelerde, yapılan disekte sonucu larva ve pupaya rastlanılmamış yani uçucu yağın etkisi ile erginlerin meyvelere yumurta bırakmadığı tespit edilmiştir. Papanastasiou ve ark. (2020), tarafından linalol ile yapılan başka bir çalışmada, Akdeniz meyvesineği (*Ceratitis capitata* Wied., Diptera: Tephritidae) erginleri üzerinde yumurtlamayı önleyici etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada, linalolün meyve sineği kontrolünde, farklı meyveler ve uygulama sürelerine bağlı olarak değişen yumurtlamayı önleyici ve repellent etkili bir ajan olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğu vurgulanmıştır. Çalışma sonuçlarımıza göre, fesleğen uçucu yağının ana bileşeni olan linalolün yüksek oranda bulunmasına bağlı olarak Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde %100 yumurtlama caydırıcılığı elde edilmesinin Papanastasiou ve ark. (2020)'nin çalışma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Ayrıca, çalışmamızda kullanılan fesleğen yağından farklı olarak daha düşük oranda linalool ve ek olarak metil kavikol içeren fesleğen yağıyla gerçekleştirilen bir çalışmada, hem fesleğen uçucu yağının hem de metil kavikol bileşeninin uygulanması sonucunda ev sinekleri üzerinde %80'in üstünde yumurtlama caydırıcılığı gözlemlenmiştir (Senthoooraja ve ark., 2021). Çalışmamızın sonuçları bu bulgularla benzerlik göstermekte olup, çalışmamızda kullanılan fesleğen yağının çok yüksek linalol içermesi ve metil kavikol içermemesine rağmen %100 yumurtlama caydırıcılığı göstermesi ile daha yüksek bir etkinlik düzeyine ulaşıldığı tespit edilmiştir. Bu durum, Papanastasiou ve ark. (2020), çalışmalarında olduğu gibi kullandığımız yağın içeriğindeki linalol bileşenine,

özellikle bu bileşiğin uçucu yağ içerisinde yüksek oranda bulunmasına ve bu bileşenin Akdeniz meyvesineği üzerindeki yumurtlamayı önleyici etkisine bağlanabilir.

Okalıptüs uçucu yağı uygulanan Akdeniz meyvesineği erginlerinde, yağın topikal uygulama dozu arttıkça disekte edilen meyvelerde tespit edilen larva ve pupa sayıları azalmış hatta %4 konsantrasyonla muamele gören erginlerin bulunduğu kutularda yer alan meyvelerde yapılan disekte sonucu larva ve pupaya rastlanılmamıştır. Benzer bir çalışmada bir depo zararlısı üzerinde okalıptüs ve fesleğen uçucu yağlarının tüm maruziyet sürelerinde düşük ovisidal etki gösterdiği belirlenmiştir (Karcı ve Işıkber; 2007). Bahse konu çalışmanın sonuçları; düşük dozda yapılan okalıptüs uçucu yağının düşük ovisidal etkisiyle uyumlu olmakla birlikte, fesleğen uçucu yağının güçlü ovisidal etki göstermesi açısından çalışma sonuçlarımızla farklılık göstermektedir.

Bu veriler, uçucu yağların Akdeniz meyvesineği üreme kapasitesi ve ovisidal etkisi üzerindeki farklı mekanizmalarını ortaya koymaktadır. Civanperçemi uçucu yağı, belirli konsantrasyonlarda erginlerin yumurtlamasını engellerken, fesleğen uçucu yağı Akdeniz meyvesineğinin yumurtlamayı tamamen durdurduğu; okalıptüs uçucu yağı ise doz arttıkça larva ve pupa sayılarında azalma sağlayarak, uzun vadede etkili bir kontrol aracı olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, başarılı bir insektisit uygulaması için yağın kimyasal bileşimi, uygulama konsantrasyonu ve maruz kalma süresinin dikkatle belirlenmesinin önemini vurgulamaktadır.

Çizelge 4.12. Uçucu yağlarla topikal uygulama yapılan erginlerin bulunduğu deneme kutularında tespit edilen larva ve pupa sayıları

Konsantrasyon (%)	Larva-Pupa Sayısı (adet)			Kontrol
	<i>A. millefolium</i>	<i>O. basilicum</i>	<i>Eucalyptus spp.</i>	
0.5	0	0	4	26
1	18	0	4	113
2	0	0	3	42
4	0	0	0	14
Toplam	18	0	11	195

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, civanperçemi (*Achillea millefolium*), fesleğen (*Ocimum basilicum*) ve okaliptüs (*Eucalyptus spp.*) uçucu yağlarının *Ceratitis capitata* erginleri üzerindeki repellent, atraktant, toksik ve yumurtlamayı önleyici etkileri, farklı konsantrasyon düzeyleri ve maruziyet sürelerinde incelenmiştir. Elde edilen veriler, uçucu yağların kimyasal kompozisyonları ile uygulama parametrelerine bağlı olarak erginlerin davranışsal tercihleri, toksisite ve yumurtlama davranışları üzerinde anlamlı farklılıklar oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

1. Y-tüp olfaktometre denemelerinde *Achillea millefolium* uçucu yağı, *C. capitata* erginleri üzerinde repellent etki açısından diğer uçucu yağlara kıyasla üstün performans (%59.38) gösterdiği belirlenmiştir. Akdeniz meyvesineği erginlerinin civanperçemi uçucu yağına karşı davranışsal tercihleri incelendiğinde; uçucu yağın uygulama konsantrasyonu arttıkça erginlere karşı repellent etkinin genel olarak yükseldiği görülmüştür. *Achillea millefolium* yağının etkisi altında, erginler ilk etapta koku kolunda uzun süre kalmalarına rağmen, nihai tercih olarak repellent etkiden dolayı kontrol ve seçimsiz bölgelere yönelmişlerdir.
2. *Ocimum basilicum* uçucu yağının *C. capitata* erginleri üzerinde düşük uygulama konsantrasyonunda kısmi atraktant etki sergilediği, orta ve yüksek uygulama konsantrasyonunda ise repellent etki gösterdiği yani uçucu yağın çift yönlü (atraktant-repellent) etki mekanizması sonucu bu erginlerin davranışsal yönelimlerinde önemli farklılıklar meydana geldiği belirlenmiştir.
3. *Eucalyptus spp.* uçucu yağı Y-tüp olfaktometre denemelerinde; *C. capitata* erginleri üzerinde düşük uygulama dozlarında minimal atraktant etki gösterirken, uygulama konsantrasyonunun artışıyla birlikte repellent etkinin kademeli olarak yükseldiğini ortaya koymuştur. *C. capitata* erginleri üzerinde %0.5 uygulama konsantrasyonunda etkisiz kalan bu yağ, %1 uygulama konsantrasyonunda orta seviyede repellent etki sergilemekte, %2 ve %4 uygulama konsantrasyonunda ise yüksek repellent etkiye neden olmaktadır. Bu sonuçlar okaliptüs uçucu yağının Akdeniz meyvesineği erginlerine repellent etkisinin nicel bir göstergesi olarak kullanılabileceğini kanıtlamıştır.
4. Topikal uygulama denemeleri, uçucu yağların *Ceratitis capitata* erginleri üzerindeki toksik etkilerinin, uçucu yağa maruziyet süresi ve uygulama konsantrasyonu ile birlikte anlamlı derecede arttığını ortaya koymuştur. *Achillea millefolium* uçucu yağının, Akdeniz meyvesineği erginlerinin özellikle civanperçemi uçucu yağının %2 topikal uygulama konsantrasyonuna uzun süreli maruziyeti sonucunda maksimum toksik etki gösterdiği; ergin ölüm oranlarının belirgin şekilde arttığı gözlemlenmiştir. *Ocimum basilicum* ve *Eucalyptus spp.* yağlarının, daha yüksek topikal (%4) uygulama konsantrasyonlarında erken dönemde

öldürücü etki göstermekte olduğu, zamanla Akdeniz meyvesineği erginlerinde artan ölüm oranları nedeniyle sağ kalım oranlarının önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Bu durum, uygulanan uçucu yağların uygulama dozunun Akdeniz meyvesineği ergin sağ kalım oranları üzerinde kritik bir etkiye sahip olduğunu göstermekte, toksisite parametrelerinin optimal düzeyde belirlenmesinin biyolojik kontrol stratejilerinde hayati önem taşıdığını işaret etmektedir.

5. Topikal uygulama sonrasında canlı kalan bireylerin yumurtlama davranışı üzerine yapılan denemeler de uçucu yağların yumurtlamayı önleyici potansiyelini ortaya koymuştur. *Achillea millefolium* uçucu yağı, yağın %1 konsantrasyonu hariç, tüm uygulama konsantrasyonlarında Akdeniz meyvesineği ergin dişilerinin yumurtlama aktivitesini tamamen engellediğini göstermiştir. Bu durum, yağın güçlü yumurtlama inhibe edici etkisini ortaya koymakta olup *C. capitata*'nın üreme kapasitesinin doğal yollardan baskılabileceğine işaret etmektedir. *Ocimum basilicum* uçucu yağının ise tüm uygulama konsantrasyonlarının Akdeniz meyvesineği ergin yumurtlama aktivitesini tam anlamıyla durdurduğu bu yönüyle fesleğen yağının yüksek yumurtlamayı önleyici etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. *Eucalyptus spp.* uçucu yağında ise, uygulama dozuna bağlı olarak yumurtlama aktivitesinde azalma sağlanmış; okaliptüs uçucu yağının en yüksek uygulama konsantrasyonunda (örneğin %4) yumurtlamanın tamamen durduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar, tüm uçucu yağların Akdeniz meyvesineğinin üreme süreçleri üzerinde farklı mekanizmalar aracılığıyla etkili olabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma; uçucu yağların optimum konsantrasyonlarının belirlenmesi, uygulama tekniklerinin iyileştirilmesi, farklı uçucu yağların kombinasyon stratejilerinin incelenmesi ve saha koşullarında geniş çaplı uygulamaların planlanması için sağlam bilimsel veriler sunmakta, ayrıca gelecekte yapılacak araştırmaların farklı zararlı türleri ve uygulama ortamlarında bu doğal ürünlerin etkinliğini daha da detaylandırması ve genişletmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu sonuçlar, bitkisel kökenli uçucu yağların doğal biyopestisit alternatifleri olarak entegre zararlı yönetimi (IPM) stratejilerinde kullanılabileceğini, sentetik pestisitlere bağımlılığı azaltma potansiyeline sahip olduğundan çevre dostu ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının geliştirilmesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. econ.Entomol*, 18(2), 265-267.
- Alkan, M. (2020). Chemical composition of *Achillea millefolium* L.(Asteraceae) essential oil and insecticidal effect against *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). *Plant Protection Bulletin*, 60(1), 85-93.
- Arouri, R, Le Goff, G., Hemden, H., Navarro-Llopis, V., M'saad, M., Castañera, P., Ortego, F. 2015. Resistance to lambda-cyhalothrin in Spanish field populations of *Ceratitis capitata* and metabolic resistance mediated by P450 in a resistant strain. *Pest management science*, 71(9), 1281-1291.
- Başpınar H, Çakmak İ, Koçlu T, Başpınar N, 2009. Aydın İli Meyve Bahçelerinde Akdeniz Meyve Sineği *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin Biyo-Ekolojisi, Zararı, Yayılışı ve Turunçgil Bahçeleri Üzerindeki Çalışmaları. III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz 2009, Van.
- Başpınar H, Karsavuran Y, Başpınar N, Apak FK, Güneyi P, 2014. Aydın ve İzmir İlleri Meyve Bahçelerinde *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nın Savaşımında Besin Çekici Tuzakların Kullanılma Olanaklarının Araştırılması. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, Antalya, Türkiye
- Baydar, H. & Erbaş, S. (2016). Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.)'nde tepe boşluğu katı faz mikro ekstraksiyonu (HS-SPME) ve konvansiyonel su distilasyonu yöntemleri ile elde edilen uçucu bileşenlerin karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 27-36.
- Baydar, H. (2009). Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın, (51).
- Baydar, H., Kazaz, S., & Erbaş, S. (2013). Yağ gülünde (*Rosa damascena* Mill.) morfogenetik, ontogenetik ve diurnal varyabiliteler. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1), 1-11.
- Ben Abdallah, S., Riahi, C., Vacas, S., Navarro-Llopis, V., Urbaneja, A., & Pérez-Hedo, M. (2023). The dual benefit of plant essential oils against *Tuta absoluta*. *Plants*, 12(5), 985.
- Benelli, G., Canale, A., Flamini, G., Cioni, P. L., Demi, F., Ceccarini, L., ... & Conti, B. (2013). Biototoxicity of *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae) essential oil against the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), and its parasitoid *Psytalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae). *Industrial Crops and Products*, 50, 596-603.

- Benelli, G., Flamini, G., Canale, A., Cioni, P. L., & Conti, B. (2012). Toxicity of some essential oil formulations against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann)(Diptera Tephritidae). *Crop protection*, 42, 223-229
- Bergsten D, Lance D, Stefan M, 1999. Mediterranean Fruit Flies and Their Management in the U.S.A. The Royal Society of Chemistry, (10): 207-212.
- Bhatnagar MK, Kapur KK, Jalees S, Sharma SKJ. Larvicidal activities of *Ocimum* spp. *Ent. Res.* 1993; 17(1):21-26
- Bircan, B., Koca, A. S., & Kaçar, G. (2020). Akdeniz meyvesineği (*Ceratitis capitata* Wiedemann)(Diptera: Tephritidae)'nin Tanımı, Dağılımı, Biyolojisi, Zararı ve Mücadele Yöntemleri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(4), 2353-2365.
- Blythe, E. K., Tabanca, N., Demirci, B., & Kendra, P. E. (2020). Chemical composition of essential oil from *Tetradenia riparia* and its attractant activity for Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. *Natural Product Communications*, 15(9), 1934578X20953955.
- Bodenheimer, F. S. (1951). Citrus Entomology in the Middle East with special References to Egypt, Iran, Iraq, Palestine, Syria, Turkey. Citrus Entomology in the Middle East with special References to Egypt, Iran, Iraq, Palestine, Syria, Turkey..
- Bourakna, Z., Righi, K., & Assia Righi, F. (2022). GC/MS Analysis of *Eucalyptus globulus* L.(Myrtaceae) Leaves Essential Oil from Algeria and their Insecticidal Activity Against Adults of *Bactrocera oleae* (Rossi)(Diptera; Tephritidae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 25(4), 876-887.
- Brenes, A., and Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. *Anim. Feed Sci. Technol.* 158, 1–14. Bodenheimer, F. S. (1951). Citrus Entomology in the Middle East with special References to Egypt, Iran, Iraq, Palestine, Syria, Turkey. Citrus Entomology in the Middle East with special References to Egypt, Iran, Iraq, Palestine, Syria, Turkey.
- Bukar, A., & Tukur, Z. (2019). Plant extracts as a source of bio-insecticide for mosquito control, review.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *Int. J. Food Microbiol.* 94, 223–253.
- Ceylan, A. 1983. Tıbbi Bitkiler-II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No:481, Bornova-İzmir.
- o Chaintreau, A. 2001. Simultaneous Distillation-Extraction: Birth To Maturity-Review. *Flavour and Fragrance J.*16:136-148.
- Ceylan, A., 1997. Tıbbi Bitkiler-II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:481: 144-161.
- Choi, W. S., Park, B. S., Lee, Y. H., Yoon, H. Y., & Lee, S. E. (2006). Fumigant toxicities of essential oils and monoterpenes against *Lycoriella mali* adults. *Crop Protection*, 25(4), 398-401.

- Christenson, L. D. and Foote, R. H. 1960. Biology of fruit flies. *Annual Review of Entomology*, 5, 171-192.
- Cloyd, A. R., & Chiasson, H. (2007). Activity of an essential oil derived from.
- Cloyd, R. A., & Chiasson, H. (2014). Activity of an essential oil derived from *Chenopodium ambrosioides* on greenhouse insect pests. *Journal of Economic Entomology*, 100(2), 459-466.
- Conti, B., Canale, A., Bertoli, A., Gozzini, F., & Pistelli, L. (2010). Essential oil composition and larvicidal activity of six Mediterranean aromatic plants against the mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasitology research*, 107, 1455-1461.
- Cortez-Vega, A., Jofré-Barud, F., Andino, N., Gómez, M. P., & López, M. L. (2023). Toxicological interactions between spinosad and essential oils in the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. *Journal of Applied Entomology*, 147(9), 834-842.
- Cosimi, S., Rossi, E., Cioni, P. L., & Canale, A. (2009). Bioactivity and qualitative analysis of some essential oils from Mediterranean plants against stored-product pests: Evaluation of repellency against *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Tenebrio molitor* (L.). *Journal of Stored Products Research*, 45(2), 125-132.
- Cosse, A. A. and Baker, T. C. 1996. House Flies and Pig Manure Volatiles: Wind Tunnel Behavioral Studies and Electrophysiological Evaluations. *Journal of Agricultural Entomology*, 13(4), 301-317.
- Couso-Ferrer F., Arouri R., Beroiz B., Perera N., Cervera A., Navarro-Llopis V., ... & Ortego F., 2011. Cross-resistance to insecticides in a malathion-resistant strain of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 104(4), 1349-1356.
- Çetin, G., Göksel, P. H., Hantaş, C., & Akçay, M. E. Akdeniz meyvesineği, *Ceratitis capitata* (Wiedemann)(Diptera: Tephritidae)'nin Marmara Bölgesi Meyve Bahçelerine Bulaşma Yolları, Kışlama Durumu ve Alınması Gerekli Önlemler. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 9(2), 162-175.
- De Albuquerque Melo Xavier, J. K., De Jesus Alves Miranda, A., Buna, S. D. S. S., Da Rocha, C. Q., & Da Silva Lima, A. (2024). Neotropical Flora's Contribution to the Development of Biorational Products for *Drosophila suzukii* Control. *Neotropical Entomology*.
- Deans, S. G., and Ritchie, G. (1987). Antibacterial properties of plant essential oils. *Int. J. Food Microbiol.* 5, 165–180.
- Demant, L. L., Baldo, F. B., Sato, M. E., Raga, A., & Paranhos, B. A. J. (2019). Deltamethrin resistance in *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae): Selections, monitoring and effect of synergist. *Crop Protection*, 121, 39-44.

- Demir, S., Karaalp, C., Tabanca, N., Bernier, U. R., & Linthicum, K. J. (2023). Evaluation of the Repellent Activity of 13 *Achillea* L. Species from Türkiye Against the Virus Vector *Aedes aegypti* (L.) Mosquitoes. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 29(1).
- Demirdere, A., 1961. Çukurova Bölgesinde Akdeniz Meyve Sineği (*Ceratitis capitata* Wied.)'nin Biyolojisi ve Mücadelesi Üzerinde Çalışmalar. Tarım Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Umum Müdürlüğü, Ayyıldız Matbaası, Ankara 118s.
- Dhaouadi, F., Bargougui, A., Maamer, S., Amri, I., Msaad Guerfali, M., Hamrouni, L., ... & Mejri, N. (2023). Chemical composition and insecticidal activity of two Eucalyptus essential oils against the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann)(Diptera: Tephritidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 130(3), 483-493.
- Duyck PF, Quilici S (2002) Survival and development of different life stages of three *Ceratitis* spp. (Diptera: Tephritidae) reared at five constant temperatures. *Bulletin of Entomological Research* 92: 461-469.
- Duyck, P. F., Sterlin, J. F., & Quilici, S. (2004). Survival and development of different life stages of *Bactrocera zonata* (Diptera: Tephritidae) reared at five constant temperatures compared to other fruit fly species. *Bulletin of Entomological Research*, 94(1), 89-93.
- Elekçioğlu N.Z., 2012. Akdeniz'e Özel Referansla Türkiye'de Ekonomik Öneme Sahip Meyve Sinekleri Meyve sineği, *Ceratitis capitata* (Wied.). *Tunus Bitki Koruma Dergisi*, 7: 119-119.
- Elfekih, S, Shannon, M., Haran, J., & Vogler, A. P. 2014. Detection of the Acetylcholinesterase Insecticide Resistance Mutation (G328A) in Natural Populations of *Ceratitis capitata*. *Journal of Economic Entomology*, 107(5): 1965-1968.
- EPPO-European Plant Protection Organization (1981) Data sheets on quarantine organisms, No. 105, *Ceratitis capitata*. EPPO Bulletin 11(1): 1-7.
- Erler, F. E. D. A. İ., Ulug, I., & Yalcinkaya, B. (2006). Repellent activity of five essential oils against *Culex pipiens*. *Fitoterapia*, 77(7-8), 491-494.
- Escudero-Colomar LA, Vilajeliu M, Batllori L (2008) Seasonality in the occurrence of the Mediterranean fruit fly [*Ceratitis capitata* (Wied.)] in the north-east of Spain. *Journal of Applied Entomology* 132: 714-721.
- Essam, E. (2001). Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. *Comp. Biochem. Physiol. C Toxicol. Pharmacol.* 130, 325–337.
- Fauna Europaea, 2017. *Ceratitis capitata*. <http://www.faunaeur.org>, (Erişim Tarihi: 07 Mayıs 2023).
- Fitzgerald, D. J., Stratford, M., and Narbad, A. (2003). Analysis of the inhibition of food spoilage yeasts by vanillin. *Int. J. Food Microbiol.* 86, 113–122.
- Gaire, S., Scharf, M. E., & Gondhalekar, A. D. (2020). Synergistic toxicity interactions between plant essential oil components against the common bed bug (*Cimex lectularius* L.). *Insects*, 11(2), 133.

- García, M., Gonzalez-Coloma, A., Donadel, O. J., Ardanaz, C. E., Tonn, C. E., & Sosa, M. E. (2007). Insecticidal effects of *Flourensia oolepis* Blake (Asteraceae) essential oil. *Biochemical Systematics and Ecology*, 35(4), 181-187.
- Genç, H. Y., Saran, C., & Akçura, S. (2024). Insecticidal Effect of Some Essential Oils on Larval Survival of *Ceratitis capitata* (Wiedemann)(Diptera: Tephritidae) in Laboratory Conditions. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 27(4), 856-867.
- George, D. R., Smith, T. J., Shiel, R. S., Sparagano, O. A. E., and Guy, J. H. (2009). Mode of action and variability in efficacy of plant essential oils showing toxicity against the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Vet. Parasitol.* 161, 276–282.
- Gesraha, M. A., Sharaby, A. F., & Fallatah, S. B. (2024). Histological Investigations on Potato Tuber Moths, *Phthorimaea operculella* Treated with a Botanical Extract of Basil (*Ocimum basilicum* L), with Particular Attention to the Alterations in the Ultrastructure of the Larval Digestive Tract. *Asian Journal of Biology*, 20(11), 25-36.
- González-Coloma, A., Martin-Benito, D., Mohamed, N., Garcia-Vallejo, M. C., & Soria, A. C. (2006). Antifeedant effects and chemical composition of essential oils from different populations of *Lavandula luisieri* L. *Biochemical Systematics and Ecology*, 34(8), 609-616.
- Gualberto, D. A., & Demayo, C. G. (2018). Repellency of the essential oil extracted from the leaves of a local variety of *Artemisia scoparia* Waldst. & Kit. against *Aedes aegypti* L. using modified Y-tube olfactometer.
- Harris EJ, & Lee CYL (1986) Seasonal and annual occurrence of the Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Makaha and Waianae valleys of Oahu, Hawaii. *Environmental Entomology* 15: 507-512.
- Harris, E. 1977. The threat of the Mediterranean fruit fly to American agriculture and efforts being made to counter this threat. *Proc. Hawaii Entomol. Soc.* 22: 475-480.
- Hasheminia, S. M., Sendi, J. J., Jahromi, K. T., & Moharramipour, S. (2011). The effects of *Artemisia annua* L. and *Achillea millefolium* L. crude leaf extracts on the toxicity, development, feeding efficiency and chemical activities of small cabbage *Pieris rapae* L. (Lepidoptera: Pieridae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 99(3), 244-249.
- Hategekimana, A., & Erler, F. (2020). Comparative repellent activity of single, binary and ternary combinations of plant essential oils and their major components against *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 127(6), 873–881.

- Hendrichs, J., V. Wornoayporn, B. I. Katsoyannos, and K. Gaggl. 1993. First field assessment of the dispersal and survival of mass reared sterile Mediterranean fruit fly males of an embryonal, temperature sensitive genetic sexing strain, pp. 453-462. In IAEA [ed.], Management of Insect Pests: Nuclear and Related Molecular and Genetic Techniques. Vienna.
- Hsu, J. C., & Feng, H. T. (2006). Development of resistance to spinosad in oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in laboratory selection and cross-resistance. *Journal of Economic Entomology*, 99(3), 931-936.
- Ibrahim, A., Soliman, N. A., Alamin, S. M., Mesbah, A. E., & Mahmoud, A. (2023). Susceptibility Of The Different Stages Of The Medfly *Ceratitis Capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) To The Extracts Of *Viola Odorata* And *Eucalyptus Camaldealensis*. *Egyptian Journal of Zoology*, 80(80), 18-34.
- Isikber, A. A., Alma, M. H., Kanat, M., & Karci, A. (2006). Fumigant toxicity of essential oils from *Laurus nobilis* and *Rosmarinus officinalis* against all life stages of *Tribolium confusum*. *Phytoparasitica*, 34, 167-177.
- Islam, M. S., Hasan, M. M., Xiong, W., Zhang, S. C., & Lei, C. L. (2009). Fumigant and repellent activities of essential oil from *Coriandrum sativum* (L.)(Apiaceae) against red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst)(Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Pest Science*, 82, 171-177.
- Isman, M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop protection*, 19(8-10), 603-608.
- Israely, N., Ritte, U., & Oman, S. D. (2004). Inability of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) to overwinter in the Judean hills. *Journal of Economic Entomology*, 97(1), 33-42.
- İleri, M., 1961. Türkiye’de Akdeniz Meyve Sineği (*Ceratitis capitata* Wied.) Durumu ve Mücadelesi. Tarım Bakanlığı, Ankara Zirai Mücadele Enstitüsü Md. Yayını, Ankara, 38s
- İşcan, G., Demirci, F., Kırimer, N., Kürkçüoğlu, M., Başer, K. H. C. ve Kıvanç, M. 2002. Bazı Umbelliferae Türlerinden Elde Edilen Uçucu Yağların Antimikrobiyal Etkileri. 14. Bitkisel ilaç hammaddeleri toplantısı, Eskişehir
- İşpınar, D., 2019. Farklı *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) populasyonlarının bazı insektisitlere karşı direnç düzeylerinin belirlenmesi. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bitki Koruma Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Adana, 74s.
- Jaenson, T. G., Pålsson, K., & Borg-Karlson, A. K. (2006). Evaluation of extracts and oils of mosquito (Diptera: Culicidae) repellent plants from Sweden and Guinea-Bissau. *Journal of medical entomology*, 43(1), 113-119.
- Jaffar, S., & Lu, Y. (2022). Toxicity of Some Essential Oils Constituents against Oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel)(Diptera: Tephritidae). *Insects* 2022, 13, 954.

- Jayakumar, M., Arivoli, S., Raveen, R., & Tennyson, S. (2017). Repellent activity and fumigant toxicity of a few plant oils against the adult rice weevil *Sitophilus oryzae* Linnaeus 1763 (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(2), 324-335.
- Jovanović, Z., Kostić, M., & Popović, Z. (2007). Grain-protective properties of herbal extracts against the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* Say. *Industrial Crops and Products*, 26(1), 100-104.
- Kahyaoglu, M., & Gürkan, M. O. (2010). Akdeniz meyvesineği [*Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824 (Diptera: Tephritidae)] için yeni hazır yem formülasyonlarının geliştirilmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 35(3), 485-494.
- Kalembe, D., and Kunicka, A. (2003). Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr. Med. Chem.* 10, 813–829.
- Karahroodi, Z. R., Moharrampour, S., & Rahbarpour, A. (2009). Investigated repellency effect of some essential oils of 17 native medicinal plants on adults *Plodia interpunctella*. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 3(2), 181-184.
- Karci, A., & Isikber, A. A. (2007). Ovicidal activity of various essential oils against confused flour beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin duVal (Coleoptera: Tenebrionidae). *IOBC WPRS BULLETIN*, 30(2), 251.
- Kataria, R., & Kulkarni, N. (2017). Evaluation of a push-pull approach for *Trogoderma granarium* (Evert) using a novel dispensing system for repellents/attractants under laboratory conditions. *J Entomol Zool Stud*, 5, 1008-1014.
- Kaya T, Ada E, İpekdağ K (2017) Modeling the distribution of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera, Tephritidae) in Turkey and its range expansion in Black Sea Region. *Turkish Journal of Entomology* 41(1): 43-52.
- Kesdek, M., Kordali, S., Usanmaz, A., & Ercisli, S. (2015). The toxicity of essential oils of some plant species against adults of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae).
- Khan, S., Taning, C. N. T., Bonneure, E., Mangelinckx, S., Smagghe, G., & Shah, M. M. (2017). Insecticidal activity of plant-derived extracts against different economically important pest insects. *Phytoparasitica*, 45, 113-124.
- Kılıç, A. (2008). Uçucu yağ elde etme yöntemleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 10(13), 37-45.
- Kızılyamaç S. 2016. Farklı yükseltilerdeki Akdeniz meyvesineği, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) popülasyonlarının biyo-ekolojisi üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana
- Kızılyamaç, S., & Satar, S. (2018). Akdeniz Meyvesineği, *Ceratitis Capitata* (Wiedemann)(Diptera: Tephritidae) Hamzabeli Bölgesinde Popülasyon Dalgalanması. *Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 36(3), 1-5.

- Kim, S. I., Roh, J. Y., Kim, D. H., Lee, H. S., and Ahn, Y. J. (2003). Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *J Stored Prod Res* 39, 293–303.
- Klassen, W. & C. F. Curtis, 2005. History of the Sterile Insect Technique, pp. 3-36. In *Sterile insect technique* (Ed: V.A. Dyck, Hendrichs & A.S. Robinson). Springer Netherlands.
- Kordali, S., Aslan, I., Çalmaşur, O., & Cakir, A. (2006). Toxicity of essential oils isolated from three *Artemisia species* and some of their major components to granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Industrial crops and products*, 23(2), 162-170.
- Ling Chang, C., Kyu Cho, I., & Li, Q. X. (2009). Insecticidal activity of basil oil, trans-anethole, estragole, and linalool to adult fruit flies of *Ceratitis capitata*, *Bactrocera dorsalis*, and *Bactrocera cucurbitae*. *Journal of economic entomology*, 102(1), 203-209.
- Linskens, H.F., & Jackson, J.F, 1997 *Modern Methods of Plant Analysis*, Vol. 19: Plant Volatile Analysis, Springer, Germany.
- Liquido, N.J., Shinoda L.A., and Cunningham, R.T. 1991. Host plants of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae): an annotated world review. *Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America*, Number 77. 52.
- López, M.D., Jordan, M.J., Pascual-Villalobos, M.J., 2008. Toxic compounds in essential oils of coriander, caraway and basil active against stored rice pests. *Journal of Stored Products Research* 44, 273–278.
- López, S. B., López, M. L., Aragón, L. M., Tereschuk, M. L., Slanis, A. C., Feresin, G. E., ... & Tapia, A. A. (2011). Composition and anti-insect activity of essential oils from *Tagetes L. species* (Asteraceae, Helenieae) on *Ceratitis capitata* Wiedemann and *Triatoma infestans* Klug. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(10), 5286-5292.
- Mahfuz, I., Afrin, S., Khatun, B., & Mahdi, S. H. (2019). Toxic and repellent effect of Citronella essential oil against *Sitophilus oryzae* l. And *Tribolium castaneum* Herbst. *University Journal of Zoology, University of Rajshahi*, 38, 37-46.
- Meats A, Smallridge CJ (2007) Short- and long-range dispersal of medfly, *Ceratitis capitata* (Dipt., Tephritidae), and its invasive potential. *Journal of Applied Entomology* 131(8): 518-523.
- Mishra, B. B., Tripathi, S. P., & Tripathi, C. P. M. (2012). Repellent effect of leaves essential oils from *Eucalyptus globulus* (Mirtaceae) and *Ocimum basilicum* (Lamiaceae) against two major stored grain insect pests of Coleopterons. *Nature and Science*, 10(2), 50-54.
- Nathan, S. S., Hisham, A., & Jayakumar, G. (2008). Larvicidal and growth inhibition of the malaria vector *Anopheles stephensi* by triterpenes from *Dysoxylum malabaricum* and *Dysoxylum beddomei*. *Fitoterapia*, 79(2), 106-111.

- Navarro-Llopis, V., Vacas, S., Sanchis, J., Primo, J., and Alfaro, C. 2011. Chemosterilant bait stations coupled with sterile insect technique: an integrated strategy to control the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 104(5), 1647-1655.
- Nenaah, G. E. (2014). Chemical composition, toxicity and growth inhibitory activities of essential oils of three *Achillea* species and their nano-emulsions against *Tribolium castaneum* (Herbst). *Industrial Crops and Products*, 53, 252-260.
- Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. E. (2009). Repellent activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera). *Journal of Stored Products Research*, 45(3), 212-214.
- Nishida T, Harris E, Vargas RI, Wong TTY (1985) Distributional and host fruit utilization patterns of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), in Hawaii. *Environmental Entomology* 14: 602-608.
- Obeng-Ofori, D. (1995). Plant oils as grain protectants against infestations of *Cryptolestes pusillus* and *Rhyzopertha dominica* in stored grain. *Entomologia experimentalis et applicata*, 77(2), 133-139.
- Ouarhach, A., Said, L. A., Aboussaid, H., Ghalbane, I., El Messoussi, S., & Romane, A. (2022). Evaluation of insecticidal activity of *Lavandula coronopifolia* essential oil against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). *South African Journal of Botany*, 149, 748-753.
- Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L., and Lacroix, M. (2007). Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control* 18, 414–420.
- Öncüer, C. 1995. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçlar. Ege Üniversitesi Basım Evi. pp 333.
- Özbay F., 2011. Turkey-Russia relations in the post-cold war period: 1992-2010. *Bilge Strateji*, 2 (4), 35-77.
- Özdemir, E. (2023). Exploring the Efficacy of Essential Oils in Laboratory Conditions for Controlling Mediterranean Fruit Fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann)(Diptera: Tephritidae). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(12), 2377-2380.
- Özek, G., Demirci, F., Özek, T., Tabanca, N., Wedge, D. E., Khan, S. I., ... & Hamzaoglu, E. (2010). Gas chromatographic–mass spectrometric analysis of volatiles obtained by four different techniques from *Salvia rosifolia* Sm., and evaluation for biological activity. *Journal of Chromatography A*, 1217(5), 741-748.

- Papadopoulos NT, Carey JR, Katsoyannos BI, Kouloussis NA (1996) Overwintering of the mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in nothern Greece. *Annals of the Entomological Society of America* 89: 526-534.
- Papanastasiou, S. A., Ioannou, C. S., & Papadopoulos, N. T. (2020). Oviposition-deterrent effect of linalool—a compound of citrus essential oils—on female Mediterranean fruit flies, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Pest Management Science*, 76(9), 3066-3077
- Pavela, R. (2009-b). Larvicidal property of essential oils against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Industrial Crops and Products*, 30(2), 311-315.
- Pavela, R. (2014). *Pimpinella anisum* uçucu yağlarının *Culex quinquefasciatus* ve hedef dışı organizma *Daphnia magna*'ya karşı böcek öldürücü özellikleri. *Asya-Pasifik Entomolojisi Dergisi* , 17 (3), 287-293.
- Pitasawat, B., Champakaew, D., Choochote, W., Jitpakdi, A., Chaithong, U., Kanjanapothi, D., ... & Chaivasit, D. (2007). Aromatic plant-derived essential oil: an alternative larvicide for mosquito control. *Fitoterapia*, 78(3), 205-210.
- Prates, H. T., Santos, J. P., Waquil, J. M., Fabris, J. D., Oliveira, A. B., & Foster, J. E. (1998). Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of stored products Research*, 34(4), 243-249.
- Qin, W., Huang, S., Li, C., Chen, S., & Peng, Z. (2010). Biological activity of the essential oil from the leaves of *Piper sarmentosum* Roxb. (Piperaceae) and its chemical constituents on *Brontispa longissima* (Gestro)(Coleoptera: Hispididae). *Pesticide biochemistry and physiology*, 96(3), 132-139.
- Reis, S. L., Mantello, A. G., Macedo, J. M., Gelfuso, E. A., Da Silva, C. P., Fachin, A. L., ... & Belebani, R. O. (2016). Typical monoterpenes as insecticides and repellents against stored grain pests. *Molecules*, 21(3), 258.
- Sadraoui-Ajmi, I., Benali, N., Soltani, A., Chaib, S., Limem, E., Jallouli, S., & Jemâa, J. M. B. 2022. Usage of agricultural DAP-fertilizer and *Eucalyptus* essential oils as potential attractants against the mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Tephritidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 25(1), 101857.
- Satar, S., Tiring, İşpınar, D., and Algan, A. R. 2016. Population fluctuation of *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) in grapefruit orchards and effect of temperature on its development. *Plant Protection Bulletin*, 56(4), 429-440.
- Satar, S., ve Tireng, G. 2016. Okitsu mandarin çeşidinde *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) “ya karşı tuzak kullanımının etkinliğinin belirlenmesi ve pomolojik özellikler ile vuruklu meyveler arasındaki ilişkinin saptanması. *Derim*, 33 (2), 221-236.
- Schnitzler, P.,Astani,A., and Reichling, J. (2011). Screening for antiviral activities of isolated compounds from essential oils. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.* PMID: 253643.

- Scolari, F., Valerio, F., Benelli, G., Papadopoulos, N. T., & Vaníčková, L. (2021). Tephritid fruit fly semiochemicals: Current knowledge and future perspectives. *Insects*, 12(5), 408.
- Senthoorraja, R., Subaharan, K., Manjunath, S., Pragadheesh, V. S., Bakthavatsalam, N., Mohan, M. G., ... & Basavarajappa, S. (2021). Electrophysiological, behavioural and biochemical effect of *Ocimum basilicum* oil and its constituents methyl chavicol and linalool on *Musca domestica* L. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 50565-50578.
- Silva, F., Ferreira, S., Duarte, A., Mendonça, D. I., and Domingues, F. C. (2011). Antifungal activity of *Coriandrum sativum* essential oil, its mode of action against *Candida* species and potential synergism with amphotericin B. *Phytomedicine* 19, 42–47.
- Şanlı, B., Şanlı, A., & Karaca, İ. (2020). *Rosmarinus officinalis* uçucu yağı ile *Verbascum cheiranthifolium* ve *Chrysanthemum cinerariaefolium* ekstraktlarının sera beyaz sineği (*Trialeurodes vaporariorum*)'ne etkileri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(1), 1-11.
- Taktak, N. E., Badawy, M. E., Awad, O. M., & Abou El-Ela, N. E. (2022). Nanoemulsions containing some plant essential oils as promising formulations against *Culex pipiens* (L.) larvae and their biochemical studies. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 185, 105151.
- Tampe, J., Parra, L., Huaiquil, K., Mutis, A., & Quiroz, A. (2015). Repellent effect and metabolite volatile profile of the essential oil of *Achillea millefolium* against *Aegorhinus nodipennis* (Hope)(Coleoptera: Curculionidae). *Neotropical entomology*, 44, 279-285.
- Tang, G. W., Yang, C. J., & Xie, L. D. (2007). Extraction of *Trigonella foenum-graecum* L. by supercritical fluid CO₂ and its contact toxicity to *Rhyzopertha dominica* (Fabricius)(Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of pest science*, 80, 151-157.
- Tapondjou, A. L., Adler, C. F. D. A., Fontem, D. A., Bouda, H., & Reichmuth, C. H. (2005). Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. *Journal of Stored Products Research*, 41(1), 91-102.
- Thomas MC, Heppner JB, Woodruff RE, Weems HV, Steck GJ, Fasulo TR, 2010. Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Insecta: Diptera: Tephritidae). University of Florida, IFAS Extension, EENY-214.
- Thomas, M. C., Heppner, J. B., Woodruff, R. E., Weems, H. V., Steck, G. J., & Fasulo, T. R. (2001). Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann)(Insecta: Diptera: Tephritidae). Fla Depart Agr Cons Serv, DPI. Entomol Cir.
- TİRİNG G. 2023. *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (diptera: tephritidae)'ya karşı yeni cezbedicilerin geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana

- Tiring, G., 2015. *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae)“nın Balcalı (Adana)“da farklı meyve bahçelerindeki popülasyon dalgalanması ve laboratuvar koşullarında sıcaklığın gelişme süresine etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Adana, 69s.
- Tiring, G., ve Satar, S. 2017. *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)“nın bazı meyve bahçelerinde popülasyon dalgalanması. Türkiye Entomoloji Bülteni, 7(3), 239-247.
- Topuz, E. ve Madanlar, N. 2006. Bitkisel Kökenli Eterik Yağlar ve Zararlılara Karşı Kullanım Olanakları. Derim, 23(2), 54-66.
- Tserennadmid, R., Takó, M., Galgóczy, L., Papp, T., Pesti, M., Vágvölgyi, C., Almássy, K., and Krisch, J. (2011). Anti yeast activities of some essential oils in growth medium, fruit juices and milk. Int. J. Food Microbiol. 144, 480–486.
- Tusun A. 2016. Doğu Akdeniz Bölgesi Yayla ve Ova Bölgesindeki *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) Popülasyonlarının Mitokondriyal DNA Bölgelerindeki (COI-COII) Varyasyonların Araştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Adana, 69s.
- Üçpınar ŞN, & Ünlü L, 2019. The Determination of Population Development and Infestation Rate of Mediterranean Fruit Fly (*Ceratitis capitata* (Wied.)) in Peach Orchards in Meram (Konya) Province. Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 33(2): 67-73.
- Valsala, K. K., & Gokuldas, M. (2015). Repellent and oviposition deterrent effects of *Clerodendrum infortunatum* on the pulse beetle *Callosobruchus chinensis* L.(Coleoptera: Bruchidae). Journal of Entomology and Zoology Studies, 3(4), 250-253.
- Vuković, S., Lazić, S., Šunjka, D., Žunić, A., & Bošković, D. (2021). Effects of essential oils on *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Understanding Pests And Their Control Agents As The Basis For Integrated Plant Protection*, 125.
- White, I. M., & Elson-Harris, M. M. (1992). *Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics* (pp. xii+-601).
- White, I. M., & Elson-Harris, M. M. (1992). *Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics*. CAB international.
- Yayla, M., & Satar, S. (2017). Akdeniz Meyvesineği'nin mücadelesinde farklı yöntemlerin etkinliği. Türkiye Entomoloji Bülteni, 7(4), 267-276.
- Yıldız, M., Gürkan, M. O., Turgut, C., Kaya, Ü., & Ünal, G. (2005). Tarımsal Savaşımında Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları. *Vİ. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005*.
- Yuval, B., & Hendrichs, J. (1999). Behavior of flies in the genus *Ceratitis* (Dacinae: Ceratitidini). In *Fruit Flies (Tephritidae)* (pp. 447-476). CRC Press.

- Zeki C, Er H, Özdem A, Bozkurt V, 2008. Distribution and Infestation of Mediterranean Fruit Fly (*Ceratitis capitata* Wied.) (Diptera: Tephritidae) on Pome and Stone Fruits in Isparta and Burdur Provinces (Turkey). *Munis Entomology and Zoology*, 3: 231-238.
- Zoubiri, S., & Baaliouamer, A. (2014). Potentiality of plants as source of insecticide principles. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18(6), 925-938.
- Zumreoglu, A., Ohinata, K., Fujimoto, M., Higa, H., & Harris, E. J. (1979). Gamma irradiation of the Mediterranean fruit fly: effect of treatment of immature pupae in nitrogen on emergence, longevity, sterility, sexual competitiveness, mating ability, and pheromone production of males. *Journal of Economic Entomology*, 72(2), 173-176.
- Zumreoglu, A., Tanaka, N., & Harris, E. J. (1979). The need for wheat germ in larval diets of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wied., (Diptera: Trypetidae) of nonnutritive bulking material. *Turk. Bit. Kor. Derg*, 3, 131-138.
- Zümreoğlu, A. (1979). Sterile-Male tekniğini mücadelede uygulamak gayesiyle suni ortamlarda Akdeniz meyve sineği *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae)'nın yetiştirme metotları üzerinde araştırmalar. *Zirai Mücadele Müdürlüğü*, Ankara, 84.
- Zümreoğlu, A., Güvener, A., Ercan, H., & Çakıcı, M. (1995). Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata* Wied.) ve Zeytin sineği (*Dacus oleae* Gmel.) mücadelesinde kullanılacak yerli üretim cezbedicileri geliştirme ve uygulama olanakları üzerinde araştırmalar. *Doğa Türk-Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 16(3), 607-620.

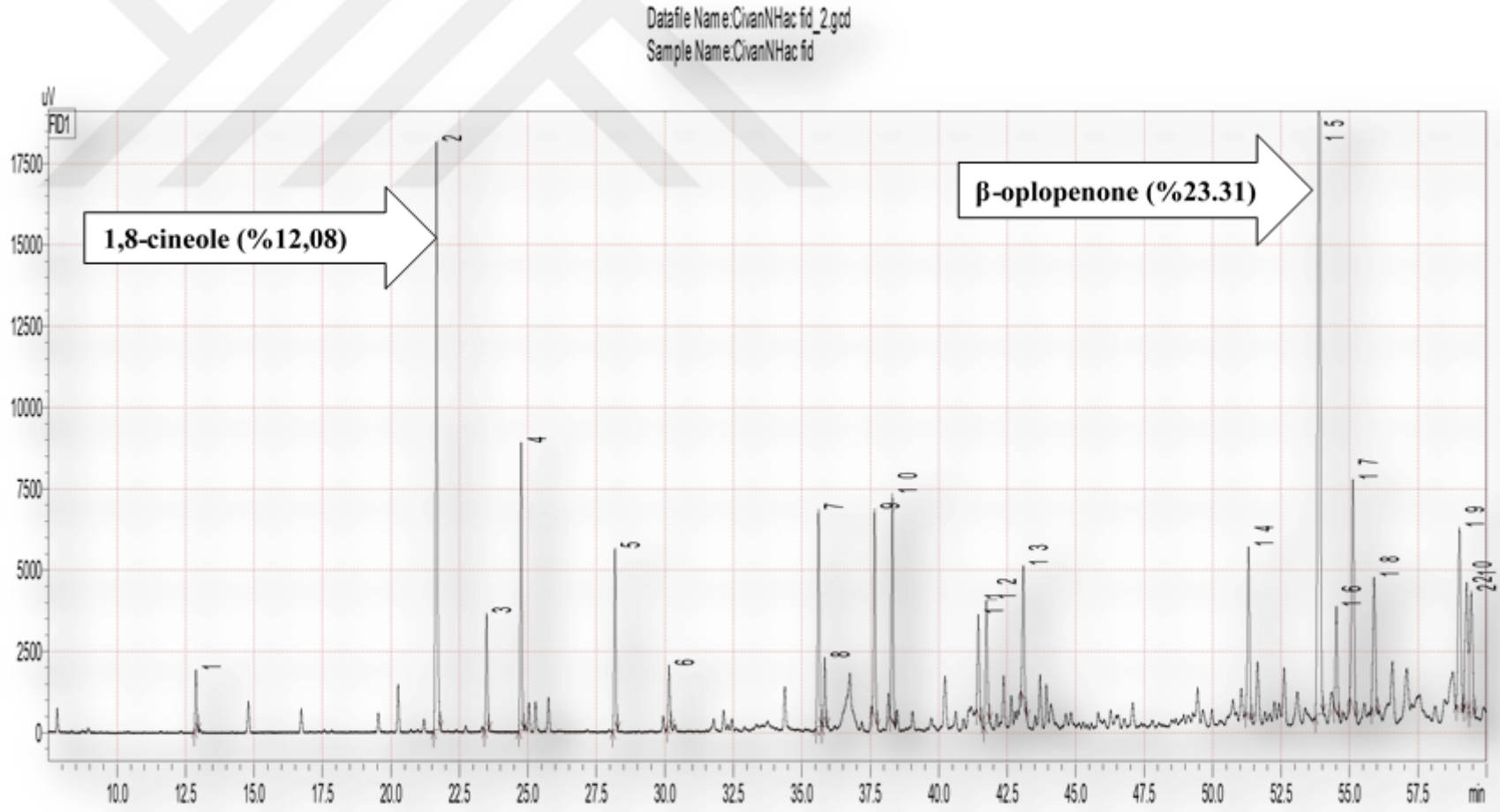
ÖZGEÇMİŞ

Nilüfer HACİİSMAİLOĞLU, İlk ve Orta öğrenimini Kahramanmaraş'ta, Lise öğrenimini Erzurum'da Erzurum Fen Lisesi'nde tamamladı. 2001 yılında Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nden mezun oldu. 2022 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı'nda 'Limon Üreticilerinin Pestisit Kullanım Algıları' adlı projesi ile (tezsiz) yüksek lisansını tamamladı. 2021 yılında Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda başladığı yüksek lisans eğitimine Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda halen devam etmektedir. 1999-2004 yılları arasında Kalite Kontrol Mühendisi, Satış Sorumlusu olarak özel sektörde çalışmıştır. 2004-2009 yılları arasında Mustafa Nevzat İlaç San. A.Ş.'de Satış Sorumlusu olarak görev almıştır. 2011-2023 yılları arasında Tarım Bakanlığı'na bağlı çeşitli İlçe Tarım Müdürlükleri'nde ve halen Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü'nde Mühendis olarak görev yapmaktadır.



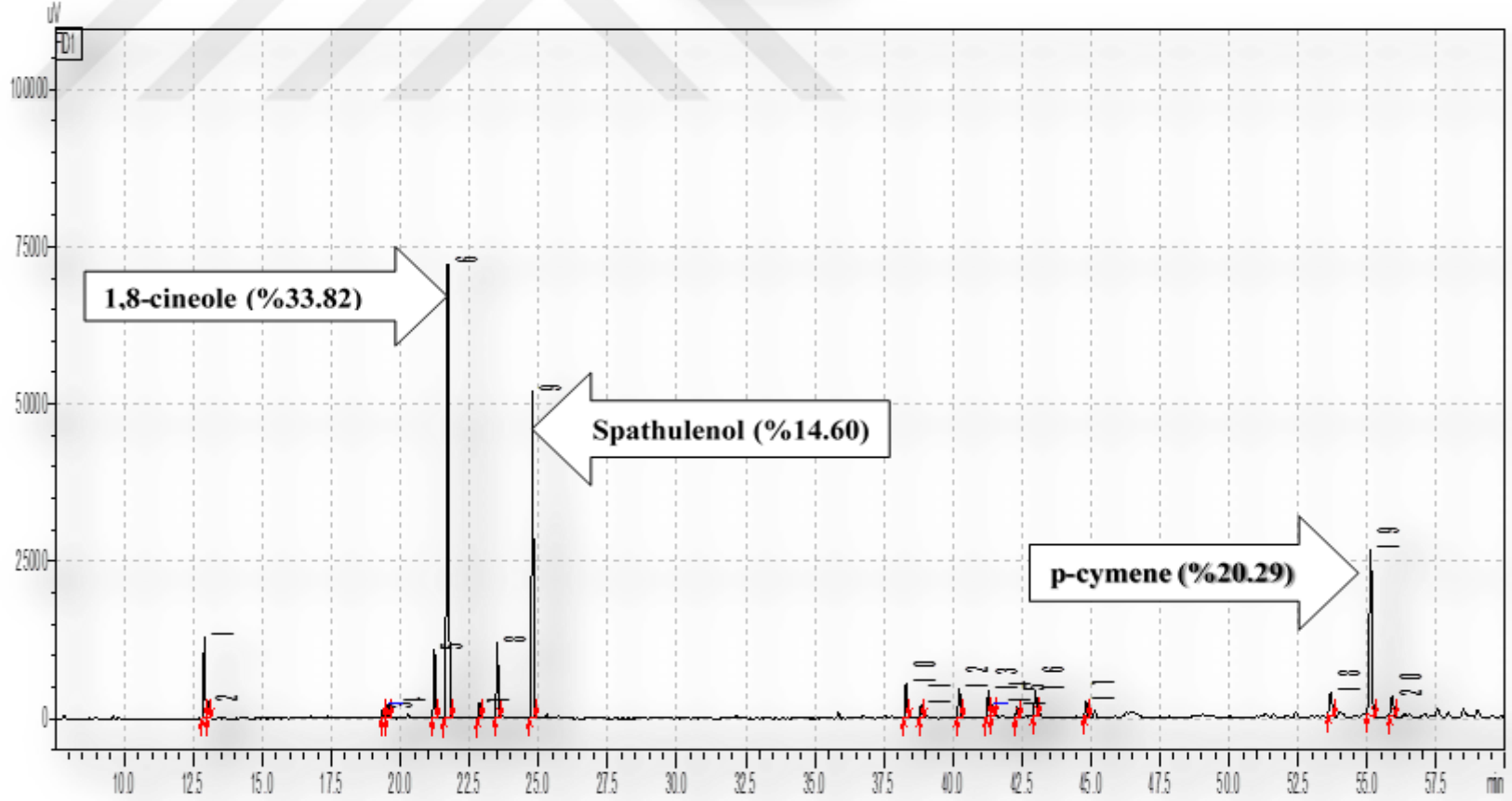
EKLER

Ek 1. *Achillea millefolium* uçucu yağ kromotogramı



Ek 2. *Eucalyptus* spp. uçucu yağ kromotogramı

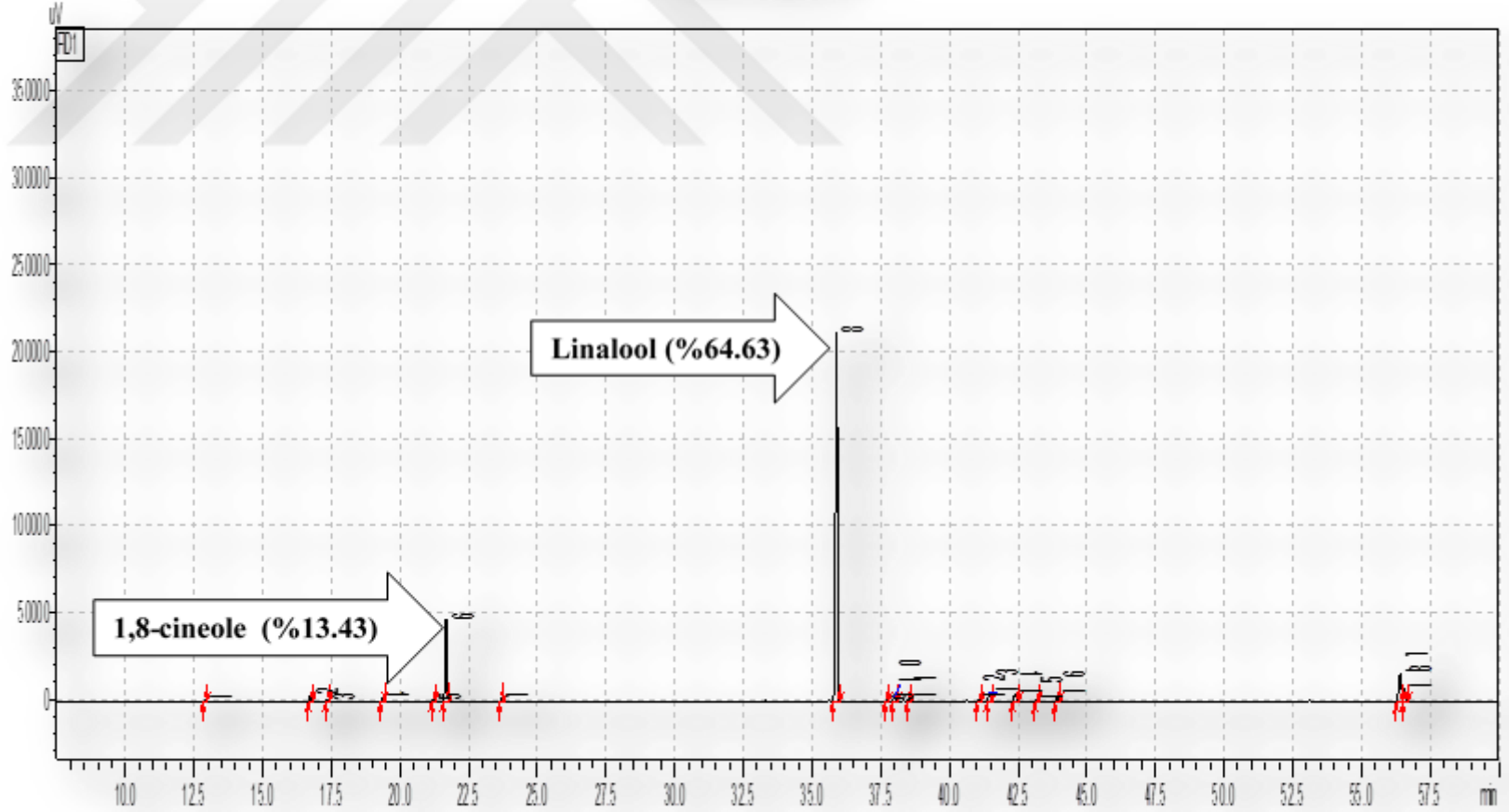
Datafile Name:OkalNHacfid_4.gcd
Sample Name:OkalNHac fid



Ek 3. *Ocimum basilicum* uçucu yağ kromotogramı

Datafile Name:FeslegenNHacfid_2god
Sample Name:FeslegenNHacfid

68



Ek 4. *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde denemelerde kullanılan uçucu yağların kimyasal bileşenleri (%)

No	Bileşik Adı	<i>A. millefolium</i>	<i>Eucalyptus spp.</i>	<i>O. basilicum</i>	Grup
1	1.8-cineole	12.08*	33.82*	13.43*	Monoterpen oksit
2	α -humulene	-	-	0.67	Seskiterpen
3	α -pinene	1.00	4.62*	0.40	Monoterpen
4	α -terpineol	2.18	0.77	1.61*	Monoterpen alkol
5	α -thujene	-	0.86	-	Monoterpen
6	aromandendrene %86	-	2.05	-	Flavanoid
7	artemesia ketone	3.35	-	-	Monoterpen
8	β -caryophyllene	-	-	0.59	Seskiterpen
9	β -elemene	-	-	1.31	Seskiterpen
10	β -eudesmol	5.47*	-	-	Seskiterpen
11	β -gurjunene	-	0.82	-	Seskiterpen
12	β -ocimene	-	0.84	0.68	Monoterpen
13	β -oplopenone	23.31*	-	-	Monoterpen keton
14	β -phellandrene	-	0.81	-	Monoterpen
15	β -pinene	-	-	1.10	Monoterpen
16	borneol acetate	6.72*	-	-	Monoterpen alkol
17	bornyl acetate	-	-	0.26	Monoterpen
18	camphor	4.65	-	-	Monoterpen
19	caryophyllene oxide	4.20	-	-	Seskiterpen
20	cis-isopulegone	1.16	-	-	Monoterpen keton
21	cryptone	-	1.83	-	Sikloheksenon
22	cuminaldehyde	-	1.03	-	Benzaldehit
23	epi- α -cadinol	-	-	3.00	Seskiterpen alkol
24	eugenol	-	-	7.21*	Fenilpropen
25	γ -cadinene %90	-	-	1.37	Seskiterpen
26	γ -Terpinene	2.14	4.49*	-	Monoterpen
27	germacrene-d	-	-	1.76*	Seskiterpen
28	globulol %79	-	1.99	-	Seskiterpen alkol
29	hexahydrofarnesyl acetone	2.32	-	-	Seskiterpen keton
30	limonene	-	4.14	0.40	Monoterpen
31	linalool	1.23	-	64.63*	Monoterpen alkol
32	myrcene	-	0.54	0.74	Monoterpen
33	p-cymene	5.35	20.29*	-	Monoterpen
34	phellandral	-	1.82	-	Monoterpen aldehit
35	piperitone	2.95	-	-	Monoterpen keton
36	sabinene	-	-	0.47	Monoterpen
37	spathulenol	6.10*	14.60*	-	Seskiterpen alkol
38	terpinen-4-ol	4.52	2.25	-	Monoterpen alkol
	<i>Tanımlanamayan</i>	11.27	2.43	0.37	

(*) işareti olan bileşenler sütunda bulunan uçucu yağa ait ana bileşenlerdir. Latince ad yanında ki rakamlar GC/MS analizlere göre *Eucalyptus spp.* uçucu yağının 18 bileşen diğer iki uçucu yağın 17 bileşen içerdiğini göstermektedir.

Ek 5. Topikal uygulanan uçucu yağlardan sonra *Ceratitis capitata* ergin sağ kalım sayıları

Konsantrasyon (%)	N	Canlı birey		Σ	Ölü birey		Σ
		Dişi (N)	Erkek (N)		Dişi (N)	Erkek (N)	
<i>Achillea millefolium</i>							
0.5	40	14	7	21	6	13	19
1	40	16	10	26	4	10	14
2	40	4	4	8	16	16	32
4	40	10	1	11	10	19	29
Toplam	160	44	22	66	36	58	94
<i>Eucalyptus spp.</i>							
0.5	40	11	8	19	9	12	21
1	40	11	8	19	9	12	21
2	40	6	6	12	14	14	28
4	40	6	2	8	14	18	32
Toplam	160	34	24	58	46	56	102
<i>Ocimum basilicum</i>							
0.5	40	17	9	26	3	11	14
1	40	6	11	17	14	9	23
2	40	10	0	10	10	20	30
4	40	4	1	5	16	19	35
Toplam	160	37	21	58	43	59	102

Ek 6. *Achillea millefolium* uçucu yağının topikal uygulama yöntemi sonrasında *Ceratitis capitata* erginlerinde görülen Abbott yüzde ölüm oranları

Konsantrasyon (%)	<i>Achillea millefolium</i> Abbott Ölüm Oranı (%)					
0.5	1.sa	3.sa	6.sa*	24.sa*	48.sa*	72.sa*
1. Tekerrür	0.0	0.0	0.0	20.0	40.0	33.3
2. Tekerrür	10.0	11.1	11.1	33.3	33.3	25.0
3. Tekerrür	0.0	10.0	10.0	40.0	40.0	60.0
4. Tekerrür	0.0	10.0	0.0	33.3	44.4	37.5
ORTALAMA	25.0	7.8	5.3	31.7	39.4	39.0
1	1.sa	3.sa	6.sa*	24.sa*	48.sa*	72.sa*
1. Tekerrür	0.0	0.0	20.0	30.0	30.0	22.2
2. Tekerrür	0.0	-11.1	0.0	11.1	22.2	12.5
3. Tekerrür	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	20.0
4. Tekerrür	0.0	-11.1	-11.1	0.0	44.4	50.0
ORTALAMA	0.0	-5.6	2.2	12.8	26.7	26.2
2	1.sa	3.sa	6.sa*	24.sa*	48.sa*	72.sa*
1. Tekerrür	0.0	0.0	10.0	50.0	70.0	77.8
2. Tekerrür	0.0	-11.1	33.3	55.6	55.6	75.0
3. Tekerrür	0.0	0.0	20.0	50.0	80.0	80.0
4. Tekerrür	0.0	-11.1	-11.1	77.8	77.8	75.0
ORTALAMA	0.0	-5.6	13.1	58.3	70.8	76.9
4	1.sa	3.sa	6.sa*	24.sa*	48.sa*	72.sa*
1. Tekerrür	0.0	0.0	30.0	50.0	50.0	44.4
2. Tekerrür	10.0	0.0	33.3	66.7	66.7	87.5
3. Tekerrür	10.0	20.0	40.0	70.0	70.0	70.0
4. Tekerrür	10.0	0.0	44.4	66.7	66.7	75.0
ORTALAMA	7.5	5.0	36.9	63.3	63.3	69.2

Ek 7. *Ocimum basilicum* uçucu yağının topikal uygulanma yöntemi sonrasında *Ceratitis capitata* erginlerinde görülen Abbott yüzde ölüm oranları

Konsantrasyon(%)	<i>Ocimum basilicum</i> Abbott Ölüm Oranı (%)					
0.5	1.sa	3.sa	6.sa	24.sa	48.sa	72.sa
1. Tekerrür	0.0	20.0	20.0	20.0	20.0	11.1
2. Tekerrür	0.0	-11.1	-11.1	11.1	33.3	25.0
3. Tekerrür	0.0	10.0	10.0	40.0	40.0	40.0
4. Tekerrür	0.0	10.0	0.0	11.1	33.3	25.0
ORTALAMA	0.0	7.2	4.7	20.6	31.7	25.3
1	1.sa	3.sa	6.sa	24.sa	48.sa	72.sa
1. Tekerrür	0.0	10.0	20.0	60.0	70.0	66.7
2. Tekerrür	20.0	11.1	33.3	44.4	44.4	37.5
3. Tekerrür	20.0	20.0	30.0	40.0	40.0	40.0
4. Tekerrür	10.0	0.0	0.0	33.3	55.6	62.5
ORTALAMA	12.5	10.3	20.8	44.4	52.5	51.7
2	1.sa	3.sa	6.sa	24.sa	48.sa	72.sa
1. Tekerrür	70.0	70.0	70.0	70.0	90.0	88.9
2. Tekerrür	50.0	44.4	44.4	55.6	55.6	50.0
3. Tekerrür	30.0	50.0	50.0	50.0	50.0	70.0
4. Tekerrür	30.0	33.3	33.3	55.6	66.7	75.0
ORTALAMA	45.0	49.4	49.4	57.8	65.6	71.0
4	1.sa	3.sa	6.sa	24.sa	48.sa	72.sa
1. Tekerrür	60.0	70.0	80.0	90.0	90.0	88.9
2. Tekerrür	70.0	77.8	77.8	77.8	77.8	75.0
3. Tekerrür	70.0	70.0	70.0	70.0	90.0	90.0
4. Tekerrür	70.0	66.7	66.7	66.7	88.9	87.5
ORTALAMA	67.5	71.1	73.6	76.1	86.7	85.3

Ek 8. *Eucalyptus spp.* uçucu yağının topikal uygulama yöntemi sonrasında *Ceratitis capitata* erginlerinde görülen Abbott yüzde ölüm oranları

Konsantrasyon (%)	<i>Eucalyptus spp.</i> Abbott Ölüm Oranı (%)					
	1.sa	3.sa	6.sa	24.sa	48.sa	72.sa
0.5						
1. Tekerrür	10	20.0	40.0	40.0	50.0	55.6
2. Tekerrür	0	-11.1	0.0	33.3	44.4	37.5
3. Tekerrür	20	10.0	20.0	60.0	70.0	70.0
4. Tekerrür	0	10.0	-11.1	22.2	22.2	12.5
ORTALAMA	7.5	7.2	12.2	38.9	46.7	43.9
1						
1. Tekerrür	10	10.0	10.0	80.0	80.0	77.8
2. Tekerrür	10	11.1	33.3	33.3	44.4	37.5
3. Tekerrür	10	20.0	20.0	40.0	40.0	50.0
4. Tekerrür	0	0.0	-11.1	11.1	22.2	12.5
ORTALAMA	7.5	10.3	13.1	41.1	46.7	44.4
2						
1. Tekerrür	10	70.0	20.0	70.0	70.0	66.7
2. Tekerrür	0	44.4	22.2	77.8	100.0	100.0
3. Tekerrür	0	50.0	10.0	50.0	60.0	60.0
4. Tekerrür	10	33.3	0.0	33.3	33.3	37.5
ORTALAMA	5	49.4	13.1	57.8	65.8	66.0
4						
1. Tekerrür	0	70.0	30.0	60.0	90.0	88.9
2. Tekerrür	0	77.8	11.1	66.7	66.7	62.5
3. Tekerrür	0	70.0	40.0	60.0	70.0	70.0
4. Tekerrür	20	66.7	33.3	77.8	88.9	87.5
ORTALAMA	5.0	71.1	28.6	66.1	78.9	77.2