

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**BAZI BİTKİSEL KÖKENLİ UÇUCU YAĞLARIN
Tetranychus cinnabarinus (BOISDUVAL) (ACARINA:
TETRANYCHIDAE)'A ETKİLERİ VE ÜMİTVAR
OLANLARIN SERA SEBZE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE
UYGULANMA OLANAKLARI**

Emine TOPUZ

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 501.02.01

Sunuş Tarihi: 24. 07. 2009

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nilgün MADANLAR

Bornova-İZMİR

III

Sayın **Emine Topuz** tarafından Doktora tezi olarak sunulan “**Bazı Bitkisel Kökenli Uçucu Yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae)’a Etkileri ve Ümitvar Olanların Sera Sebze Yetiştiriciliğinde Uygulanma Olanakları**” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 24/07/2009 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oy..... ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı	:Prof. Dr. Nilgün MADANLAR
Raportör Üye	:Doç. Dr. Enver DURMUŞOĞLU
Üye	:Prof. Dr. Ayşe GÜL
Üye	:Doç. Dr. Fedai ERLER
Üye	:Doç. Dr. Ferit TURANLI

ÖZET

BAZI BİTKİSEL KÖKENLİ UÇUCU YAĞLARIN *Tetranychus cinnabarinus* (BOISDUVAL) (ACARINA: TETRANYCHIDAE)'A ETKİLERİ VE ÜMİTVAR OLANLARIN SERA SEBZE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE UYGULANMA OLANAKLARI

TOPUZ, Emine

Doktora Tezi, Bitki Koruma Bölümü

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Nilgün MADANLAR

Temmuz 2009, 111 sayfa

Bu çalışmada 5 farklı uçucu yağın *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae)'un farklı gelişme dönemlerine karşı kontak, repellent, fumigant etkileri ile gelişme ve çoğalmaya etkileri laboratuvar koşullarında araştırılmıştır. *T. cinnabarinus*'a karşı laboratuvarında yüksek etkili bulunan uçucu yağ ayrıca alçak plastik tünel koşullarında da denenmiştir. Araştırma sonuçları, uçucu yağların *T. cinnabarinus*'a karşı fumigant etkiye sahip olduğunu ve bu etkinin *Mentha pulegium* Linnaeus (Labiatae) > *Foeniculum vulgare* Miller (Umbellifera) > *Pistacia terebinthus* Linnaeus (Anacardiaceae) > *Schinus molle* Linnaeus (Anacardiaceae) > *Vitex agnus-castus* Linnaeus (Verbenaceae) uçucu yağları olarak sıralandığını göstermiştir. İlk üç uçucu yağa ait gelişme ve çoğalmaya etkisi de fumigant etki sonuçlarına paralellik göstermiştir. Ancak, uçucu yağlar kontak etki göstermemiştir. Repellent etki denemelerinde ise sırasıyla *V. agnus-castus* ve *F. vulgare* uçucu yağları

VI

etkili bulunmuştur. Genel olarak tüm testlerde en etkili sonuç veren *M. pulegium* uçucu yağı, alçak plastik tünelde de etkili olmuştur. Fitotoksisite testlerinde ise sadece hıyar bitkisinde sınırlı düzeyde olumsuz etki gözlenmiştir.

Anahtar sözcükler: *Tetranychus cinnabarinus*, kontak, repellent, fumigant, gelişme ve çoğalmaya etki, *Mentha pulegium*, *Foeniculum vulgare*, *Pistacia terebinthus*, *Schinus molle*, *Vitex agnus-castus*.

ABSTRACT

**EFFECTS OF SOME PLANT ESSENTIAL OILS AGAINST
Tetranychus cinnabarinus (BOISDUVAL) (ACARINA:
TETRANYCHIDAE) AND APPLICATION POSSIBILITIES OF
PROMISING ONES IN GREENHOUSE VEGETABLE GROWING**

TOPUZ, Emine

Ph D, Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Nilgün MADANLAR

July 2009, 111 pages

In this study, contact, repellent, fumigant and development and reproduction effects of 5 different plant essential oils against *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae) were investigated under laboratory condition. In addition, the most effective essential oil in laboratory condition against *T. cinnabarinus* was also tested under low plastic tunnel conditions. Results showed that the essential oils had fumigant effect against *T. cinnabarinus* and these effects were ranked as *Mentha pulegium* Linnaeus (Labiatae) > *Foeniculum vulgare* Miller (Umbellifera) > *Pistacia terebinthus* Linnaeus (Anacardiaceae) > *Schinus molle* Linnaeus (Anacardiaceae) > *Vitex agnus-castus* Linnaeus (Verbenaceae). Development and reproduction effects of the first three essential oils were parallel to their fumigant effects. However, all of the essential oils did not have any contact effect. Essential oils of *V. agnus-castus* and *F. vulgare* were found to be effective in repellency tests, respectively. Generally, the essential oil of *M. pulegium*, the most effective one in all tests, was also effective under low plastic tunnel conditions.

VIII

Phytotoxicity tests, limited negative effect was observed only on cucumber plants.

Keywords: *Tetranychus cinnabarinus*, contact, repellency, fumigant, development and reproduction effects *Mentha pulegium*, *Foeniculum vulgare*, *Pistacia terebinthus*, *Schinus molle*, *Vitex agnus-castus*.

TEŞEKKÜR

Son yıllarda tarımsal mücadelede kimyasal pestisit alternatifleri her geçen gün önem kazanmakta ve zorunlu hale gelmektedir. Bu ihtiyaçtan yola çıkarak ortaya koyduğum bu tezin her aşamasında beni sevgiyle ve ilgiyle yönlendiren, karşılaştığım her türlü zorlukta yanımda olan danışmanım Prof. Dr. Nilgün MADANLAR'a teşekkür eder, saygı ve sevgilerimi sunarım. Çalışmalarımın her aşamasını izleyen ve beni yönlendiren Doç. Dr. Enver DURMUŞOĞLU'na ve Prof. Dr. Ayşe GÜL'e teşekkür ederim. Tez çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Doç. Dr. Fedai ERLER'e, istatistik analizlerindeki yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Fatih DAĞLI'ya, uçucu yağların analizlerini gerçekleştiren Hilal ŞAHİN'e ve bu amaçla laboratuvarını açan Prof. Dr. M. Iqbal CHOUDHARY'e, uçucu yağların elde edildiği bitkileri teşhis eden Yrd. Doç. Dr. Ramazan GÖKTÜRK'e teşekkür ederim. Bana doktora eğitimi imkanı sağlayan Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'ne, tezimin yürütülmesi sırasında laboratuvar imkanlarından yararlandığım Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ve yardımları dokunan mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim. Çalışmalarım sırasındaki yardımlarından dolayı annelerim Meliha BULUT ve Ümmüşen TOPUZ'a ve ablam Tülay BULUT'a teşekkür ederim. Tezimin başlangıcından bu güne kadar maddi ve manevi tüm desteğini veren, her sıkıştığım zamanda yanımda hissettiğim ve bilgisinden faydalandığım değerli eşim Doç. Dr. Ayhan TOPUZ'a ve sabrından dolayı sevgili oğlum Yunus Emre TOPUZ'a teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VII
TEŞEKKÜR.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XVIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
2.1 Uçucu Yağlarla İlgili Genel Bilgiler.....	6
2.2 Çalışmada Kullanılan Uçucu Yağlarla İlgili Genel Özellikler.....	10
2.3 Uçucu Yağların ve Bileşenlerinin Akarisit Etkileri Üzerinde Çalışmalar.....	14
2.4 Uçucu Yağların ve Bileşenlerinin Diğer Zararlılara Etkileri Üzerinde Çalışmalar.....	19
2.5 Uçucu Yağların Etki Mekanizması Üzerinde Çalışmalar.....	24
2.6 Uçucu Yağlarla İlgili Fitotoksisite Çalışmaları.....	26

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
2.7 Uçucu Yağlarla İlgili Ticari Ürünler.....	27
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
3.1 Materyal.....	29
3.2 Yöntem.....	31
3.2.1 Bitkilerin toplanması ve uçucu yağların eldesi.....	31
3.2.2 Kontak etki denemeleri.....	34
3.2.3 Repellent etki denemeleri.....	36
3.2.4 Fumigant etki denemeleri.....	38
3.2.5 Gelişme ve çoğalmaya etki denemeleri.....	42
3.2.6 Uçucu yağların fitotoksik etkilerinin belirlenmesi.....	43
3.2.7 Örtüaltı uygulaması.....	44
3.2.8 Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi.....	48
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	51
4.1 Uçucu Yağların <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval) Erginlerine Karşı Kontak Etkisi.....	51
4.2 Uçucu Yağların <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval) Erginlerine Karşı Repellent Etkisi.....	53

XIII

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.3 Uçucu Yağların <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval)'un Farklı Gelişme Dönemlerine Fumigant Etkisi.....	58
4.3.1 Uçucu yağların <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval) erginlerine fumigant etkisi.....	58
4.3.2 Uçucu yağların <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval) nimflerine fumigant etkisi.....	63
4.3.3 Uçucu yağların <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval) yumurtalarına fumigant etkisi.....	67
4.4 Uçucu Yağların <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval)'un Gelişme ve Çoğalmasına Etkileri.....	70
4.5 Uçucu Yağların Fitotoksik Etkisi.....	75
4.6 Örtüaltı Uygulaması.....	78
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	84
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	88
EKLER.....	106
EK 1.....	106
EK 2.....	108

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
EK 3.....	108
EK 4.....	109
EK 5.....	109
EK 6.....	110
ÖZGEÇMİŞ.....	111

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae); a) Erginler, b) Ergin öncesi bireyler.....	29
3.2 Uçucu yağların elde edildiği bitki kısımlarının görünüşü; a) Yarpuz <i>Mentha pulegium</i> Linnaeus (Labiatae), b) Hayıt <i>Vitex agnus-castus</i> Linnaeus (Verbenaceae), c) Rezene <i>Foeniculum vulgare</i> Miller (Umbellifera), d) Menengiç <i>Pistacia terebinthus</i> Linnaeus (Anacardiaceae), e) Yalancı karabiber <i>Schinus molle</i> Linnaeus (Anacardiaceae).....	30
3.3 Bitkilerin serilerek kurutulması.....	32
3.4 Neo-Clavenger düzeneği.....	33
3.5 Denemelerde kullanılan pleksiglas hücre düzeneği.....	35
3.6 Kontak etki deneme düzeneği.....	36
3.7 Repellent etki deneme düzeneği.....	37
3.8 Yüksek dozda uygulanan uçucu yağın fasülye yaprak disklerinde oluşturduğu fitotoksisite belirtisi; a) Yüksek doz, b) Düşük doz.....	37
3.9 Fümigant etki deneme düzeneği; a) Pleksiglas raf, b) Desikatör.....	39
3.10 Uygulama yapılmış deneme düzenekleri.....	41

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.11 Fitotoksik etki denemesi.....	44
3.12 Örtüaltı uygulamalarının yürütüldüğü alçak plastik tüneller.....	45
3.13 Örtüaltı uygulamaları için yetiştirilen bitkiler.....	46
3.14 Örtüaltındaki hıyar bitkilerine kırmızıörümcek bulaştırılması.....	47
3.15 Alçak plastik tünellerin fumigasyon uygulaması sırasındaki görüntüleri.....	48
4.1 Repellent etki denemesindeki zararlı davranışı, a) <i>Vitex agnus- castus</i> Linnaeus, b) <i>Foeniculum vulgare</i> Miller (sol: kontrol; sağ: uygulama).....	57
4.2 Fumigant etki sonucu ölen <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval) erginlerinde ölüm pozisyonu.....	61
4.3 <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval) yumurtalarına uçucu yağların fumigant etkisi	67
4.4 Örtüaltında <i>Mentha pulegium</i> Linnaeus uçucu yağının gündüz uygulanması sırasında 30 dakika aralıklarla kaydedilen sıcaklık (°C) ve nisbi nem (%) değerleri.....	82

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**Sekil****Sayfa**

- 4.5 Örtüaltında *Mentha pulegium* Linnaeus uçucu yağının gece uygulanması sırasında 30 dakika aralıklarla kaydedilen sıcaklık (°C) ve nisbi nem (%) değerleri..... 83
- 4.6 Denemeler süresince seralarda kaydedilen günlük ortalama sıcaklık (°C) ve nisbi nem (%) değerleri..... 83

XVIII

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Bitkilerin toplanması ve uçucu yağ özellikleri ile ilgili bazı bilgiler.....	32
3.2 Fumigant etki denemelerinde <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae)'un farklı dönemlerine uygulanan uçucu yağ dozları.....	39
4.1 Uçucu yağların <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval) erginlerine kontak etkisi.....	53
4.2 Uçucu yağların <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval) erginlerine repellent etkisi.....	55
4.3 Uçucu yağların <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval) erginlerine 12 saatlik fumigasyonu sonucu elde edilen LC ₅₀ ve LC ₉₀ değerleri.....	60
4.4 Uçucu yağların <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval) nimflerine 12 saatlik fumigasyonu sonucu elde edilen LC ₅₀ ve LC ₉₀ değerleri	65
4.5 Uçucu yağların <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval) yumurtalarına 12 saatlik fumigasyonu sonucu elde edilen LC ₅₀ ve LC ₉₀ değerleri.....	68
4.6 Uçucu yağların <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval)'un gelişme ve çoğalmasına etkisi (OEİ: Ovipozisyonu engelleme indeksi, YAEİ: Yumurta açılımını engelleme indeksi, YAO: Yumurta açılma oranı, EÇ: Ergin çıkışı).....	71

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

CizelgeSayfa

- 4.7 Alçak plastik tünelde 4µl/l dozunda uygulanan *Mentha pulegium* Linnaeus uçucu yağının gündüz uygulanmasıyla elde edilen biyolojik etki (%) değerleri..... 79
- 4.8 Alçak plastik tünelde 4µl/l dozunda uygulanan *Mentha pulegium* Linnaeus uçucu yağının gece uygulanmasıyla elde edilen biyolojik etki (%) değerleri..... 81

1. GİRİŞ

İklim koşullarının son derece elverişli olduğu Türkiye’de örtüaltı sebze yetiştiriciliği önemli tarımsal faaliyetlerin başında gelmektedir. Örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde karşılaşılan en önemli sorunların başında ise zararlılar gelmektedir. Ülkemiz, sahip olduğu ekolojik özelliklerinden dolayı her türlü faydalı ve zararlı faunanın çoğalmasına uygun ortam sağlamaktadır.

Dünyada yapılan farklı çalışmalara göre örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde saptanan en önemli zararlılar *Bemisia tabaci* (Gennadius), *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) (Beyazsinekler); *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) (Galerisinekleri); yaprakbitleri (Homoptera: Aphididae) ve *Tetranychus* spp. (Acarina: Tetranychidae) (Kırmızıörümcekler) (Parella et al., 1981; Yano, 1983; Michelakis, 1986; Byrne et al., 1990; Lewis, 1997; Brodsgaard and Albajes, 2000)’dir.

Örtüaltı sebze yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Akdeniz ve Ege Bölgeleri’nde yapılan benzeri çalışmalarda yaygın olarak bulunan akar türünün *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae), trips türünün ise *Thrips tabaci* Linnaeus (Thysanoptera: Thripidae) olduğu görülmüştür. *T. cinnabarinus* seralarda yetiştirilen her türlü üründe zarar yaparken, *T. tabaci* daha çok hıyar, kabak ve fasulyede sorun olmaktadır. Son yıllarda bu zararlılara, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acarina: Tarsonemidae) ve *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) eklenmiştir. Yine bu bölgelerde,

yaprak galerisineklerinden *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) ve beyazsinek türlerinden *B. tabaci* ile *T. vaporariorum* örtüaltı yetiştiriciliğinde yaygın olarak saptanmıştır (Yabaş ve Ulubilir 1992; Göçmen, 1995; Tunç ve Göçmen, 1995; Yabaş et al., 1995; Ulubilir ve Yabaş, 1996; Yaşarakıncı ve Hıncal, 1997; Bulut and Göçmen, 2000; Günçan et al., 2006).

Örtüaltında yetiştirilen ürünlerde en çok mücadele gerektiren ve dolayısıyla en fazla kimyasal mücadeleye başvurulanan zararlıların başında kırmızıörümcekler gelmektedir. Yukarıda da belirtildiği üzere, yetiştiricilik yapılan bu bölgelerde hakim tür olarak belirtilen zararlı akar *T. cinnabarinus*'dur (Tunç ve Göçmen, 1995; Bulut and Göçmen, 2000; Çakmak, et al., 2005; Günçan et al., 2006). *T. cinnabarinus*'un süs bitkileri, pamuk, çilek, domates ve diğer sebzeleri de kapsayan 120'den fazla üründe zararlı olup dünyanın geniş bir bölümüne yayılmış durumda olduğu ve özellikle seralarda yetiştirilen her türlü üründe ekonomik olarak gittikçe artan kayıplara sebep olduğu bilinmektedir (Jeppson et al., 1975; Mansour et al., 1993). Zararlının kısa hayat dönemi ve yüksek üreme kapasitesine sahip olması, diğer zararlılara göre kimyasallara karşı daha hızlı direnç geliştirmesine sebep olmaktadır. Üreticilerin uyguladığı yüksek dozda ve sık yapılan ilaçlamalar 1980'li yıllardan bu yana gelişen dayanıklılığın daha da artmasına sebep olmuştur (Wu et al., 1990). Çin'de yapılan bir çalışmada zararlının 18 farklı pestisite karşı dayanıklılık geliştirdiği, bundan daha fazla pestisite karşı da çapraz dayanıklılık gösterdiği saptanmıştır (Guo et al., 1998). Bunun yanında, kırmızıörümceklere karşı yürütülen kimyasal mücadelede seçilen pestisitlerin selektif olmaması, doğal düşmanlarını da ortadan kaldırdığı

için kısa zamanda yüksek populasyonlara ulaşan zararlı, önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

DDT (Dikloro Difenil Trikloretan)'nin keşfinden bu yana tek çözüm olarak görülen kimyasal pestisitlerin yanlış kullanımlarından dolayı zamanla ortaya çıkan olumsuz etkileri, çevre ve insan sağlığını tehdit eder duruma gelmiştir. Hedef olmayan organizmaları da etkilemesi, zamanla doğadaki bitki ve hayvan türlerinin yok olmaya başlaması ve besin zincirinin en üst halkası olan insanlarda görülen olumsuz etkileri (karsinogen, mutajen, teratojen vb.) kabul edilemez boyutlara ulaşmıştır. Bunları takiben ürünlerdeki yoğun ilaçlama sonucu doğan pestisit kalıntılarından dolayı pazarlama sorunlarının da baş göstermesiyle bu konuda yeni düzenlemelere ihtiyaç duyulmuştur. Nitekim, ülkemizde de kalıntı konusunda, ihraç ürünlerimizin yeterli standartlarda olması yanında, insan ve çevre sağlığı açısından da önemle üzerinde durulması gerektiği bildirilmiştir (Durmuşoğlu ve Çelik, 2001).

Tüm dünyada pestisitlerin kullanımından kaynaklanan olumsuz gelişmelerden dolayı yeni çözüm arayışlarına girilmiş ve çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Asıl amacı tarımsal kimyasalların kullanımının azaltılması ve tüketici sağlığının korunmasına dayalı olan Avrupa Gıda Perakendecileri (The Euro Retailer Producer Group- EUREP)'nin girişimi ile 1997 yılında oluşturulan EUREPGAP Protokolü 2004 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu protokol, taze meyve-sebze, kesme çiçek ve fidan için uygulanmakta olup zararlılarla mücadelede yaş meyve ve sebze uygulanan "İyi Tarım Uygulamaları (İTU)" anlamına gelen GAP (Good Agricultural Practices)'ı esas almaktadır. Avrupa Birliği üyesi ülkelerdeki perakendecilerin yeni adıyla Globalgap olan Eurepgap

sertifikalı ürün taleplerinin hızla artmakta olduğu görülmektedir (Sayın, 2002).

Tarım alanında ülkemiz açısından uyulması kaçınılmaz olan bu yeni düzenlemelerin gerektirdiği şekilde tarımda kullanılan kimyasalların en aza indirilmesini kapsayan “Entegre Mücadele” uygulamaları ve kimyasal pestisit kullanımının tamamen kaldırılmasını öngören “Organik Tarım” uygulamalarında, zararlılarla mücadelede kimyasal pestisitlere alternatif olarak kullanılacak, çevreyle dost çeşitli yöntem ve materyallerle ilgili çalışmalar günümüzün önemli araştırma konularının başında gelmektedir. Son yıllarda, tarımsal zararlılarla mücadelede bitkisel kökenli bileşikler, kimyasal pestisitlere alternatif olarak görülmeye başlanmıştır. Çok eski çağlardan bu yana kozmetik ve tıbbi amaçlı kullanılan bu bitkilerin zararlılara karşı da farklı etki mekanizmalarına sahip olduklarının bilinmesine rağmen, pestisitlerin zararlı etkilerinin görülmeye başlanmasıyla önemi anlaşılmış ve bu yönde yoğun çalışmalar başlatılmıştır. Bitkilerden elde edilen bileşikler üzerinde durulmasının nedeni, bunların zaten doğada halihazırda bulunmalarından dolayı doğaya ek toksik madde yayılmasının söz konusu olmaması, kısa zamanda parçalanarak toprak ve su kirliliklerine yol açmamaları, tüketilen gıdalar üzerinde insan sağlığını tehdit edecek uzun süreli kalıntılar oluşturmamaları, seçici olmaları gibi özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

Bitkilerden elde edilen ve şimdiye kadar üzerinde en çok çalışma yapılan maddeler, uçucu yağlar olmuştur. Bu bileşikler, bitkilerde bütün hayati kimyasalların hücrelere taşınmasını sağlayan, savunma mekanizmalarını güçlendirerek onları hastalık ve zararlılara karşı dirençli

kılan, kısacası bitkiler için hayati önem taşıyan unsurlardır. Bitkilerde doğal olarak bulunan, herbivor ve patojenlere karşı bitkilerde dayanıklılık sağlayan bu bileşenlerin tarımsal uygulamalarda kullanımı da önemli hale gelmiştir.

Yapıları gereği uçucu özellikte olan bu yağların zararlılara solunum yoluyla daha çok etkili olmasından dolayı, çalışmalar fümigant etki mekanizmasına doğru yönelmiş ve başlangıçta depo zararlıları üzerinde yoğunlaşmıştır (Kumar et al., 2001; Channoo et al., 2002; Lee et al., 2003). Dünyada ve ülkemizde bazı araştırmacılar seraların da depolar gibi kısmen kapalı mekanlar olmasından hareketle, uçucu yağların sera zararlıları üzerinde de fumigant etkisini araştırmaya başlamış ve bu konudaki çalışmalara ivme kazandırmışlardır (Aslan et al., 2003; Choi et al., 2003; Erler and Tunç, 2005). Bunun yanı sıra Tunç and Şahinkaya (1998), sera zararlılarının depo zararlılarına kıyasla uçucu yağ fumigasyonuna çok daha hassas olduğunu vurgulayarak bu konuya dikkat çekilmesini sağlamışlardır.

Bu çalışmada da Akdeniz Bölgesi sınırları içerisinde bulunan Antalya ve çevresinde yaygın olarak yetişen ve farklı araştırmacılar tarafından zararlılara karşı etkinliği ümitvar bulunmuş olan bitkiler seçilerek, bunların laboratuvar koşullarında *T. cinnabrinus*'un farklı dönemlerine karşı fumigant, kontak, repellent etkileri ile gelişme ve çoğalması üzerindeki etkileri tespit edilerek, etkin bulunan uçucu yağın önerilen dozunun arazi koşullarında etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçların bu konuda yapılacak sonraki çalışmalara altyapı oluşturarak ışık tutacağı ümit edilmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Uçucu Yağlarla İlgili Genel Bilgiler

Eterik yağlar, aromatik bitkiler tarafından oluşturulan, uçucu, sıvı halde, doğal, karmaşık yapılı, güçlü kokuya sahip, şeffaf veya renkli, genel olarak sudan daha az yoğunluğa sahip, yağda ve organik çözücülerde çözülebilen ikincil metabolitler olarak tanımlanırlar. İlk olarak ortaçağda Araplar tarafından geliştirilen su buharı veya su ile distilasyon yöntemine göre yaygın olarak elde edilmişlerdir. Bu bileşenlerin çok geniş kullanım alanları bulunmakta olup eski çağlardan bu yana tedavide kullanılmış ve hala kullanılmaktadır. Antiseptik, bakterisidal, virusidal, fungisidal ve medikal (analjezik, antiseptik, sedatif, antiinflamatuar, spazm çözücü vb.) etkilerinin yanında, antimikrobiyal olarak gıdaların korunmasında da faydalanılmaktadır. Aynı zamanda, sabun, deterjan, diş macunu ve şeker sanayiinde de bol miktarda kullanılmaktadır. Doğada ise bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı korunmasında ve bazı herbivorların bu tip bitkileri beslenmek için tercih etmemelerini sağlayarak bitkilerde dayanıklılık bakımından önemli bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda bazı faydalı böcekleri çekerek polenlerinin ve tohumlarının dağılmasını sağlarken bazılarını da uzaklaştırmada rol almaktadır. Uçucu yağlar yaygın olarak, geleneksel eczacılığın önemli bir yere sahip olduğu Akdeniz havzası ve tropikal ülkeler gibi ılık iklime sahip yerlerde lokalize olmuş farklı aromatik bitkilerden ekstrakte edilmektedir. Uçucu yağlar bitkinin özelliklerine göre çok değişik organlarda yoğunlaşma gösterdiği bildirilmiştir.

Tomurcuk, çiçek, yaprak, gövde, dal, tohum, meyve, kök, odun ve kabuk gibi bitkinin farklı kısımlarından sentezlenebilmekte olup salgı hücreleri ve kanallarında grandular çıkıntılarda epidermis hücrelerinde depolandığı bildirilmiştir. Bitkiler için bu denli önemli olan uçucu yağlar, bitkilerdeki eterik yağ üreten salgı hücrelerinin güneşten gelen foto elektromanyetik enerjileri tutarak glikoz yardımıyla aromatik moleküller şeklinde biyokimyasal enerjiye dönüştürmesiyle oluşur. Araştırmalar sonucu şimdiye kadar tespit edilen 30 000 civarında uçucu yağ bileşeni olduğu bildirilmiştir. Salgılandıkları yerlerde familyalara göre değişiklik arz ederek, salgı tüylerinde, salgı ceplerinde salgı kanallarında ya da salgı hücrelerindedirler (Ceylan, 1997; Buchbauer, 2000; Enan, 2001; Bakkali et al., 2008).

Uçucu yağların yaprakların durumuna göre de farklılık gösterdiği yapılan bir çalışmada ortaya konulmuştur. Larson and Berry (1984), monoterpenoidlerin ve fenolik bileşiklerin daha çok dıştaki yapraklarda yoğun konsantrasyonlarda bulunduğunu, alt ve en üstteki olgunlaşmış yapraklarda daha az bulunduğunu, mentone ve pulegone gibi monoterpenoidlerin ise tipik genç ve yan yapraklarda yoğun olduğunu, mentolün ise olgun nane yapraklarında bulunduğunu bildirmişlerdir.

Aromatik özellik taşıyan her bitki türünün en yüksek etken madde miktarını içerdiği devrede toplanması gerekmektedir. Gündüz ışık ve sıcaklık oranlarının değişimi de etken madde miktarında önem taşıdığından, uçucu yağ içeren bitkilerin toplanmasında güneşin çok yoğun olmadığı saatler seçilmelidir. Ayrıca yapılan bir çalışmada, Akdeniz Bölgesinde yetişen bitkilerin uçucu yağ kompozisyonlarındaki değişimlerin aylara göre büyük farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir.

Sonuçta, biyolojik etkinlik bakımından istenilen bileşenlerin konsantrasyonunun arttığı aylarda bitkilerin toplanmasına önem verilmesi gerektiği bildirilmiştir (Muller et al., 1997). Genel olarak, bitkilerin toprak üstü aksamının çiçeklenmeden hemen önce veya çiçeklenmeden hemen sonra toplanması önerilmektedir. Örneğin, zengin uçucu yağ bulunduran bitkileri kapsayan Labiateae familyası için bu dönem en uygun hasat zamanıdır. Çünkü, bu devrede etken madde miktarı en yüksek seviyede bulunmaktadır. Bitkiler hasat edildikten itibaren canlılığını devam ettirdiği için bitki bünyesindeki bileşenler de biyokimyasal faaliyetler sonucu değişime uğramaktadır. Bunu önlemek için bitkiler toplanır toplanmaz kurutulacakları yere getirilerek alttan ve üstten hava alacak şekilde ranzalara serilir ve denge nemine kadar kurutulur (Ceylan, 1997; Muller et al., 1997).

Uçucu yağların ekstraksiyonunda ise kullanım amaçlarına göre çok farklı metotlar kullanılmaktadır. Bunların başında, kaynayan su veya sıcak buhar yoluyla yüksek veya düşük basınç distilasyonu gelmektedir. Bu metoda göre çeşitli bitki kısımlarının, sıcak su ya da su buharı ile muamele edilerek uçucu yağları buharlaştırılır. Bu uçucu yağlar soğutucu kısımda yoğunlaştırılır ve toplama kabından uygun bir şekilde alınır. Distilasyonla yağ eldesi, su distilasyonu, su buharı distilasyonu ve buhar distilasyonu olmak üzere üç farklı yolla yapılmaktadır. Ayrıca, sıvı karbondioksit ve mikrodalga yöntemleri de kullanılmaktadır. Ekstraksiyon ürünü, bitkinin vegetatif dönemine, yaşına, bitki kısmına, yetiştiği toprağa, iklime göre kimyasal kompozisyonu, miktarı ve kalitesinde farklılıklar göstermektedir (Buchbauer, 2000; Masotti et al., 2003; Angioni et al., 2006).

Uçucu yağ içeren bitkiler, halihazırda kullanılmakta olan, böceklerde direnç geliştiren, çevre ve insan sağlığını tehdit eden insektisitlere alternatif olabilecek potansiyeldedir. Çünkü içeriğinde bulunan terpenoid, alkaloid ve flavonoid gibi, zararlılara karşı kullanılacak biyoaktif bileşenler bakımından zengindirler. Bu bileşenler bitkileri diğer organizmalara karşı korumaktadır (Kim et al., 2003a). Özellikle pek çok bitkinin uçucu yağ bileşik grubu olan monoterpenoidler, bitkilerde doğal olarak bulunan ve yüksek biyolojik aktivite gösteren ikincil metabolitlerdir. Yüksek lipofilik (suda çözünmeyen) özellikte olan bu bileşenler bu özelliklerinden dolayı zararlı vücuduna alındığında yağlı dokularda çözünebilmekte ve mücadeleyi daha da kolaylaştırmaktadırlar (Tsao et al., 1995).

Gittikçe artan bir ilgiyle üzerinde araştırmalar yapılan bu maddelerin, zararlılara karşı toksik, uzaklaştırıcı, beslenmeyi engelleyici, gelişme ve çoğalmayı engelleyici gibi farklı şekillerde etkileri bulunduğu (Mansour et al., 1986; Shukla et al., 1989; Singh et al., 1989; Mwangi et al., 1992; Shaaya et al., 1993; Singh and Upadhyay, 1993; Ndungu et al., 1995; Isman, 2000; Ibrahim et al., 2001), ayrıca eterik yağların kutikulaya temas etme yoluyla (kontakt etki), solunum sisteminden alınarak (fumigant etki) ve beslenme yoluyla (sindirim sistemine etki) toksik etkiye yol açtığı (Prates et al., 1988) çeşitli çalışmalarla ortaya konulduktan sonra bu bileşikler geniş bir zararlı grubuna karşı kullanılacak, çevreye güvenli potansiyel pestisitler olarak görülmeye başlanmıştır.

Ancak, aynı uçucu yağ bileşeni ile yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar ortaya çıktığı görülmüştür. Bunun sebebinin ise uçucu yağın

kimyasal kompozisyonu, biyolojik etkinliği ve toksisitesinin bazı faktörlerden etkilenmesi ve bunların da, bitkinin nemi, fenolojik dönemi, iklim, coğrafi bölge, hasat periyodu ve distilasyon tekniğindeki farklılıklardan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Uçucu yağların biyolojik etkinliğinde rol oynayan diğer bir etken de içeriğinde bulunan çok sayıdaki farklı moleküllerin bir araya gelmesiyle oluşturdıkları karmaşık yapılarıdır. Biyolojik etkinlik ya uçucu yağ içeriğindeki en yüksek değerde bulunan ana bileşenden ya da diğer bileşenlerin sinerjistik etkisinden kaynaklanabilmektedir. Ancak, pek çok literatürde bu biyolojik etkinliğin genel olarak uçucu yağların içeriğinde bulunan ana bileşenden kaynaklandığı bildirilmiştir (Panizzi et al., 1993; İpek et al., 2005).

Bitkisel kökenli pestisit kaynaklarını araştırmak üzere son 30 yıldır yapılan araştırmalarda zararlılara karşı etkinliği üzerinde en çok durulan familyalar, Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Labiateae, Piperaceae ve Annonaceae olmuştur (Schoonhoven, 1982; Jacobson, 1989; Isman, 1995). Bugün doğada bulunan 300'e yakın bitki familyasının 1/3'ü uçucu yağ içermektedir. Uçucu yağ içeren bitkiler genellikle sıcak iklimlerde yetişmektedir. Ülkemizi de içine alan Akdeniz Havzası bu bakımdan en zengin floraya sahip bölgelerdendir (Ceylan, 1997).

2.2 Çalışmada Kullanılan Uçucu Yağlarla İlgili Genel Özellikler

Vitex (Verbenaceae) cinsine bağlı bilinen 270 türün bulunduğu, bazı türlerinin Meksika'da geleneksel halk ilacı olarak kullanıldığı, anti malaria, antifungal, antienflamatuvar ve antimikrobial özelliklere sahip türlerinin olduğu (*V. gaumeri* Greenm, *V. agnus-castus* Linnaeus ve *V.*

negundo Linnaeus) bildirilmiştir (Ekundayo et al., 1990, Chawla et al., 1992). Diğer birçok bitki türünde olduğu gibi, ülkemiz, Verbenaceae familyasının üyesi olan *V. agnus-castus* türünün de doğal yayılış alanları arasında bulunmakta ve bu tür, süs bitkisi amaçlı kullanımlarda çeşitliliğin artırılması açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. *V. agnus-castus* ülkemizde halk tarafından hayıt ve ayıt olarak adlandırılmakta olup farklı biçimlerde kullanım olanakları bulunmaktadır. Meyvelerinin diüretik, antispazmatik ve sedatif olarak kullanıldığı, Muğla ve Aydın'da çiçek distilasyonundan elde edilen uçucu yağının kekik yağı gibi yaygın olarak kullanıldığı, ayrıca meyve ve yaprak ekstralarının de yünlü kumaşlarda güveleri uzaklaştırmada halk tarafından kullanılmakta olduğu belirtilmektedir (Baytop, 1984; Tümen ve Sekendiz, 1989). *V. agnus-castus*, anavatanı Akdeniz ülkeleri olmasının yanında, Batı Asya'da ve Doğu Afrika'da da yetişmektedir (Kayacık, 1966; Brickell and Zuk, 1996; Blamey and Grey-Wilson, 1998).

Yapılan bir çalışmaya göre *V. agnus-castus* bitkisinin yağ oranının yapraklarında % 0.53-1.05, çiçeklerinde % 0.40-0.80, meyvelerinde ise % 1.13-1.64 arasında değiştiği, başlıca bileşenlerinin yaprakta α -pinene (% 16.60), sabinene (% 20.71), 1.8-cineole (% 25.16), β -farnesene (% 11.25), β -caryophyllene (% 7.8); meyvede ise, α pinene (% 6.61), sabinene (% 24.16), 1.8-cineole (% 19.61), β -farnesene (% 6.18), β -caryophyllene (% 3.81) olduğu bildirilmiştir (Lucks et al., 2003).

Foeniculum vulgare Miller (Umbellifera), ülkemizde rezene, razıyane, arapsaçı, irziyan ve mayana adları ile bilinmekte olup tatlı

rezene ve acı rezene olmak üzere iki çeşidi bulunmaktadır (Akgül, 1993; Baytop, 1999). Bunlardan yalnızca tatlı rezene kullanılmaktadır. Acı rezene ülkemizin Kuzey Anadolu Bölgesi'nde yabani olarak bulunmaktadır (Zeybek, 1960). *F. vulgare* meyvelerinde sabit yağ (% 10-20), uçucu yağ (% 3-7), protein (% 15-20), flavonoid, sterol, şeker ve apiol bulunmaktadır. Uçucu yağı % 60-80 *trans*-anethol, % 5-10 fenchon, limonene, methyl chavicol, felandren, anisaldehyde, *cis*-anethol, anisik asit, anisketon, monoterpenler ve çeşitli alkoller içermektedir (Akgül, 1993; Baytop, 1999). Güney Kore'de yapılan bir araştırmada rezene tohumlarından buhar distilasyonu ile % 6.1 uçucu yağ elde edildiği ve bu yağın başlıca bileşenlerinin *trans*-anethole (% 53.2), estragole (% 12.7), (+)fenchone (% 14.2) olduğu bildirilmektedir (Lee, 2004). Ancak, tohumdaki anethole oranının % 99.69 olduğunu bildiren araştırmacılar da bulunmaktadır (Minija and Thoppil, 2002).

Mentha pulegium Linnaeus (Labiatae) bitkisi Antalya ve çevresinde doğal olarak yetişmekte olup yarpuz olarak bilinmektedir. Uçucu yağ içeriğinin nisan ayından ağustos ayına kadar düzenli bir artış göstererek kuru bitki ağırlığı üzerinden % 1.6 ile % 8.2 arasında değiştiği bildirilmektedir. Bu yağın başlıca bileşenlerinin 1,8-cineole, mentone, borneol ve pulegone olduğu ve bu bileşenlerin de genel olarak temmuz ayında en yüksek değerlere ulaştığı rapor edilmektedir (Muller et al., 1997).

Schinus molle Linnaeus (Anacardiaceae), halk arasında yalancı karabiber ağacı olarak bilinmektedir. Ekvator ve Peru'da yaygın bir şekilde yetişmektedir. Bu ülkelerde meyvelerinden baharat elde edilmekte ve Peru'nun geleneksel alkollü içeceğinde kullanılmaktadır.

Ülkemizde ve diğer Avrupa ülkelerinde ise park ve bahçelerde süs bitkisi olarak yaygın yetiştiriciliği yapılan, kolay adapte edilebilen bir ağaç olma özelliğindedir (Marongiu et al., 2004). *S. molle* uçucu yağının buhar distilasyonundan elde edilen içerik analiz sonuçlarına göre başlıca bileşenleri α -phellandren (% 38.9), limonene+ β -phellandrene (% 29.0), myrecene (% 7.3), α -pinene (% 4.2) olarak bildirilmiştir (Marongiu et al., 2004). Farklı bir çalışmaya göre bu ağacın yapraklarından % 2, meyvelerinden ise % 5 uçucu yağ elde edilebildiği, yaprağındaki başlıca uçucu yağ bileşenlerinin limonene, β -phellandrene (% 15.46), β -caryophyllene (% 11.43), myrecene (% 12.59), *p*-cymene (% 8.41), α -terpineol (% 5.96) α -pinene (% 1.96) ve cavracrol (%1.52) olduğu saptanmıştır. Ayrıca *S. molle* uçucu yağının antimikrobiyal, antifungal, antienflamatuvar, antispazmodik, antipiretrik antiumoural özellikleri olduğu da bildirilmektedir (Dikshit et al., 1986).

Pistacia terebinthus Linnaeus (Anacardiaceae) halk arasında menengiç veya çitlenbik olarak da bilinmektedir. Bitkinin taze sürgün, çiçek, olgunlaşmamış ve olgunlaşmış meyvelerindeki uçucu yağ miktarı sırasıyla % 0.74, % 0.70, % 0.54 ve % 0.73'tür. Başlıca uçucu yağ bileşenleri meyvelerde α -pinene, β -pinene, α -phellandrene, limonene, terpinolene ve germacrene D'dir. Ancak, genç sürgünlerin uçucu yağında meyve ve çiçeklerden farklı olarak *p*-cymene bulunmaktadır. Çiçeklerden elde edilen uçucu yağda ise diğer kısımların uçucu yağına kıyasla germacrene D düzeyi yüksektir (Couladis et al., 2003). Bitki yaprağında ise yüksek düzeyde terpinene-4-ol bulunmaktadır (Duru et al., 2003).

2.3 Uçucu Yağların ve Bileşenlerinin Akarisit Etkileri Üzerinde Çalışmalar

Larson and Berry (1984), bitkilerde bulunan ikincil metabolitlerin (fenolikler, monoterenler vb.) zararlılara karşı dayanıklılıkta başlıca rol oynaması ve bitkinin farklı kısımlarında değişik miktarlarda bulunması üzerine, *Mentha piperita* Linnaeus (Labiatae) bitkisinin farklı kısımlarında beslenen *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae)'nin yumurta bırakma ve gelişimini izlemişlerdir. Çok miktarda monoterenoid ve fenolik bileşik içeriğine sahip olan genç yan yapraklarda bırakılan yumurta miktarı önemli derecede az bulunurken, en düşük fenolik içeriğe sahip üst olgunlaşmış yapraklardaki miktar oldukça yüksek bulunmuştur. Gelişme süresi de genç yan yapraklarda, olgunlaşmış üst yapraklara göre oldukça uzun bulunmuştur. Monoterpenoid miktarı ise kırmızı örümceklerin biyolojileri üzerinde farklılık yaratmaktadır. Nitekim, bitkide bulunan monoterenoidlerden başlıcaları olan pulegone ve menthol'un % 5' lik solusyonları fumigasyon yoluyla denendiğinde ovipozisyonda önemli ölçüde azalma ve ölüm oranında artma saptanmıştır.

Mansour et al. (1986), Labiatae familyasına ait 14 bitki türünün farklı konsantrasyonlarda (% 0.1, % 0.5, % 10, % 15, % 20) uçucu yağlarını aseton ile çözerek fasulye yapraklarına uygulamış ve bu yaprakların üzerinde beslenen *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae) erginlerinin % ölüm değerlerini belirlemişlerdir. Alınan sonuçlara göre en etkili bulunan uçucu yağlar *Lavandula latifolia* Medikus, *Lavandula angustifolia* Miller (Labiatae),

Melissa officinalis Linnaeus (Labiatae), *M. piperita*, *Salvia fruticosa* Miller (Labiatae), *Ocimum basilicum* Linnaeus (Labiatae) ve *Rosmarinus officinalis* Linnaeus (Labiatae) şeklinde sıralanmıştır. Yine bu sonuçlara paralel olarak yumurta veriminin azaldığı ve 7 gün süre ile yapraktaki uçucu yağ solusyonunun hala etkin olduğu gözlenmiştir. Uçucu yağların asetonik solusyonlarında spreyleme ile yaptıkları uygulamanın *T. cinnabarinus*'da yumurta verimini azalttığını saptamışlardır.

Bazı uçucu yağ bileşenlerinin *T. urticae*'ye karşı akarisit etkisi üzerine yürütülen başka bir çalışmada, daldırma yöntemi ile 1,8-cineole, α -terpineol, verbenol ve geraniol bileşenlerinin 24, 48 ve 96 saat sonrasında doza ve süreye paralel olarak yüksek konsantrasyonlarda (10 000 ppm) etkili bulunduğu, özellikle terpinen-4-ol ve carvomethenol'un diğerlerine göre daha düşük dozlarda etkili (96 ppm'de $LC_{50}= 59$) olduğu saptanmıştır. Araştırmada ayrıca carvomethol ve terpinen-4-ol başta olmak üzere cavracrol, carvone, chlorothymol, citronellol, eugenol, geraniol, perillyl alcohol ve thymol'un de akarisidal etkiye sahip bileşenler olduğu bildirilmiştir. (Lee et al., 1997).

Cuminum cyminum Linnaeus (Umbelliferae), *Pimpinella anisum* Linnaeus (Umbelliferae), *Origanum syriacum* var *bevanii* Linnaeus (Labiatae), *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt (Myrtaceae) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların fumigant etkisi önemli sera zararlılarından *T. cinnabarinus* ve *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae)'ye karşı test edilmiştir. Tüm uçucu yağların her iki türe karşı da toksik olduğu, ancak LT_{50} ve LT_{99} (LT: Lethal time) değerleri dikkate alındığında etkinlik sıralamasının en yüksekte en düşüğe doğru *C.*

cyminum, *P. anisum*, *O. syriacum* var. *bevanii* ve *E. camaldulensis* şeklinde olduğu bildirilmiştir (Tunç and Şahinkaya, 1998).

Aslan et al. (2003), *O. basillicum*, *Thymus vulgaris* Linnaeus ve *Satureja hortensis* Linnaeus (Labiatae)'in 4 l hacimli desikatöre uygulanacak şekilde 0.39, 0.782, 1.563 ve 3.125 µl/l hava dozlarında oluşturulan uçucu yağlarının *T. urticae*'nin nimf ve erginleri ile *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae)'nin sadece erginlerine akarisit ve insektisit etkilerini araştırmışlardır. *S. hortensis*'in diğer iki bitkiye kıyasla insektisit ve akarisit olarak en etkili olduğu ve sera koşullarında *S. hortensis* başta olmak üzere her 3 bitkinin de bu iki zararlıya karşı potansiyel kullanım alanına sahip olabileceğini bildirmişlerdir.

Choi et al. (2004), 53 bitki uçucu yağının *T. urticae* ve *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae)'e karşı fumigant toksisitesine bakmışlardır. *Carum carvi* Linnaeus (Umbelliferae), *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle (Poaceae), *Eucalyptus citriodora* Hooker (Myrtaceae), *M. pulegium* ve *M. piperita* uçucu yağları 14×10^{-3} dozunda *T. urticae* erginlerinde % 90'ın üzerinde ölüm sağlarken, *Salvia officinalis* Linnaeus (Labiatae) ve *Mentha spicata* Linnaeus (Labiatae) yağında da sırasıyla % 82 ve % 81 ölüm gözlenmiştir. *S. officinalis* uçucu yağının dışında diğer uçucu yağların 9.3×10^{-3} dozu *T. urticae* yumurtalarına karşı yüksek etkili bulunmuştur. Etkili bulunan uçucu yağların 7.1×10^{-3} µl/ml hava dozu *P. persimilis*'te % 90'ın üzerinde ölüme neden olurken, *M. piperita* uçucu yağının bu predatör akara karşı 4.7×10^{-3} µl/ml hava dozu yüksek toksisite göstermiştir. Çalışma sonucunda belirlenen bu yağların *T. urticae*'yi

kontrol altına almada potansiyel bir fumigant olarak kullanılabilceği vurgulanmıştır.

Erlar and Tunç (2005), uçucu yağların yapısında bulunan ve zararlı kontrolünde önem arz eden bazı monoterpenoidlerin (*trans*-anethole, carvacrol, 1,8-cineole, *p*-cymene, menthol, γ -terpinen, terpinen-4-ol ve thymol) önemli sera zararlılarından *T. cinnabarinus*'un ergin dişi ve yumurtalarına, *A. gossypii*'nin erginlerine ve *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)'in 2. dönem nimflerine fumigasyon yoluyla akarisit ve insektisit etkilerini araştırmışlardır. Dozlar her bileşene göre farklı olmak üzere, 0.2 ve 13.6 mg/l hava aralıklarında, 24, 48 ve 96 saatlik muamele süreleriyle zararlılara uygulanmıştır. Buna göre hesaplanan LT₅₀ ve LT₉₉ sonuçlarına göre tüm monoterpenoidler çalışmadaki zararlılara karşı etkili olmuştur. Bunun yanında monoterpenoidlerin *T. cinnabarinus* yumurtalarına karşı saptanan en yüksek değeri, 1.7 mg/l hava dozunda uygulanan *trans*-anethole'de % 78 olmuştur.

Miresmailli et al. (2006), yaptıkları çalışmada metanol+su karışımında çözülerek hazırlanan (2.5, 5, 10, 20, 40, 80 ml/l) farklı konsantrasyonlardaki *R. officinalis* uçucu yağı ve içerisindeki bileşenlerin farklı kombinasyonlarının toksik etkilerini fasulye ve domates üzerinde *T. urticae* erginlerine karşı denemişlerdir. Fasulye bitkilerinde beslenen kırmızıörümceklerde LC₅₀=10.0 ml/l bulunurken, domates bitkilerinde ise LC₅₀=13.0 ml/l olarak bulunmuştur. Sonuçlar değerlendirildiğinde, değişik bitkilerde beslenen, uçucu yağ uygulanmış kırmızıörümceklerin farklı şekilde etkilendikleri saptanmıştır. Bu

çalışmada alınan sonuçlar, uçucu yağ uygulamalarına değişik bir bakış açısı getirmiştir.

Macchioni et al. (2002), depolanmış ürünlerde zarar yapan *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acarina: Acaridae)'ye karşı *Pinus* spp. (Pinaceae) ve ana bileşenlerinin 6-8 µl/hava (9 cm çapındaki petri hacmi) dozlarında solunum yoluyla akarisit etkisini incelemiştir. Alınan sonuçlara göre *Pinus pinea* Linnaeus (Pinaceae) uçucu yağı, 1,8-cineole ve limonene bileşenleri % 100 akarisit etkisi gösterirken, 1,8-cineole daha düşük dozda (6 µl) da % 100 ölüme neden olmuştur.

Ruffinengo et al. (2005), *Varroa destructor* (Anderson & Trueman) (Acarina: Varroidae)'a karşı *S. molle* uçucu yağının da bulunduğu bazı uçucu yağların akarisit ve uzaklaştırıcı etkilerine bakmışlardır. En yüksek akarisit etki gösteren yağların başında, 0.1 ve 25 µl/petri dozlarında yapılan uygulamalarda *S. molle* (LD₅₀=1.5542) uçucu yağı gelmiştir. Ancak, uzaklaştırıcı etkiye rastlanmamıştır. Çalışma sonucunda *S. molle* uçucu yağı ile arı kovanlarında da çalışılması gerektiği vurgulanmıştır.

Rim and Jee (2006), insanlarda alerjik hastalıklara neden olan ev akarları *Dermatophagoides farinae* Hughes ve *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) (Acarina: Pyroglyphidae)'a karşı *M. pulegium*, *Cananga odorata* (Lam.) Hook.f. & Thomson (Annonaceae), *C. nardus*, *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf (Poaceae), *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel (Myrtaceae) ve *R. officinalis* bitkilerinin uçucu yağlarının 0.1-0.00625 µl /cm² doz aralığında ve 5, 10, 20, 30 ile 60 dakika sürelerle direkt kontak ve fumigant yolla akarisit

etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada genel olarak etkinin solunum yoluyla olduğu tespit edilmiştir. En yüksek fumigant etki, *M. pulegium* uçucu yağının 0.025 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ dozunda 60 dakikalık muamele süresinde (% 100) gerçekleşmiştir. Alınan sonuçlar, *M. pulegium* uçucu yağının yüksek akarisidal etkiye sahip olmasının yanında, bu etkinin *M. pulegium* uçucu yağı içerisinde % 99'dan fazla bulunan pulegon'dan ileri geldiğini dşndrmştir. Lee (2004) ise yine aynı akarılara karşı *F. vulgare* bitkisinin meyvelerinden elde edilen uçucu yağı ve akarisitlerden benzyl benzoate'ın kontak etkisini araştırmıştır. Elde edilen LD_{50} sonuçlarına bakıldığında, *D. farinae*'ye karşı P-anisaldehyde bileşeninin oldukça etkili ($11.3 \text{ mg}/\text{m}^2$) olduğu, bunu (+)-fenchone ($38.9 \text{ mg}/\text{m}^2$), benzyl benzoate ($89.2 \text{ mg}/\text{m}^2$), thymol ($90.3 \text{ mg}/\text{m}^2$) ve estragol ($413.3 \text{ mg}/\text{m}^2$) bileşenlerinin izlediği grlmştir. *D. pteronyssinus* (Acarina: Pyroglyphidae)'a karşı da etkilerine bakıldığında yine P-anisaldehyde ($10.1 \text{ mg}/\text{m}^2$), diğerlerine göre en etkili olmuştur. Araştırma sonuçları *F. vulgare* meyvelerinden elde edilen bileşenlerin önemli akarisidal etkiye sahip olduklarını ve pratikte insan ve evre sağlığı açısından kullanım potansiyelinin yüksek olabileceğini göstermiştir.

2.4 Uçucu Yağların ve Bileşenlerinin Diğer Zararlılara Etkileri üzerinde alışmalar

Uçucu yağ çalışmalarının büyük bir çoğunluğu ambar zararlıları üzerinde yapılmıştır. Ancak, sera zararlıları üzerinde de etkileri olduğu saptandıktan sonra çalışmalar bu yönde de sürdürülmektedir.

M. pulegium ve *M. spicata* bitkilerinin bileşenleri olan pulegone, menthone ve carvone'un *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera:

Drosophilidae)'e karşı insektisit ve genotoksik etkileri araştırılmıştır. *M. pulegium* yüksek insektisit etkisi gösterirken, herhangi bir genetik bozukluğa yol açmamıştır. *M. spicata* ise düşük insektisidal aktivite gösterirken, yüksek genotoksisite'ye neden olmuştur. *M. pulegium*' da yüksek miktarda bulunan pulegon tek başına 0.17 gibi etkili bir LD₅₀ değeri gösterirken, pulegon+ menthone karışımında 4.06 gibi daha etkisiz bir LD₅₀ değerine dönüşmüştür. *M. pulegium* uçucu yağında ise bu değer 2.09 olarak tespit edilmiştir. Bu önemli sonuçlar göstermektedir ki; uçucu yağların içerisinde bulunan bileşenler birbirlerine antagonistik ya da sinerjistik etkide bulunabilir, bu nedenle en uygun bileşen karışımını bulmak için farklı bileşen gruplarının karşılaştırmalı olarak denenmesi gerekmektedir. Çalışma sonucunda, kozmetik ve gıda sanayiinde yaygın olarak kullanılmakta olan uçucu yağların insan sağlığı açısından mutajenik ve rekombiojenik etkilerinin de araştırılması gerektiği kanısına varılmıştır (Franzios et al., 1997).

Hori and Komatsu (1997), *R. officinalis* uçucu yağının ve ana bileşenlerinin *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Homoptera: Aphididae)'ya karşı olfaktometre yöntemine göre uzaklaştırıcı etkisini incelemişler, bu etkinin 1,8-cineole bileşeninden kaynaklandığını saptamışlardır.

Jantan and Zaki (1998), *Cinnamomum camphora* Linnaeus (Lauraceae), *M. pulegium* uçucu yağları ve camphor bileşeninden oluşturulan formülasyonların zararlıları uzun süreli uzaklaştırma etkisine sahip olduğunu, α -pinene, limonene, terpinolene, citronellol, citronellal ve camphor gibi bazı monoterpenoidlerin de repellent özellik taşıdığını belirtmişlerdir.

Lamiri et al. (2001), aralarında *M. pulegium*'un da bulunduğu 19 uçucu yağın insektisit etkisini *Mayetiola destructor* (Say.) (Diptera: Cecidomyiidae)'a karşı farklı zamanlarda fumigasyon yoluyla denemişlerdir. Zararlının yumurta ve erginlerine karşı yürütülen çalışmada, *M. pulegium* uçucu yağı 2 µl/l hava dozunda ve en kısa fumigasyon süresinde dahi %100 ölüme neden olarak çoğalmayı engellemiştir.

Kim and Ahn (2001), *F. vulgare* meyvelerinin uçucu yağının ve başlıca bileşenlerinin [(*E*)-anethole, estragole ve (+)-fenchone]] etkilerini ambar zararlılarından *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae), *Callosobruchus chinensis* (Linnaeus) (Coleoptera: Bruchidae) ve *Lasioderma serricornis* (Fabricius) (Coleoptera: Anobiidae)'ye karşı direkt kontak ve fumigant etki açısından test etmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, *F. vulgare* uçucu yağı ve bileşenleri, her üç zararlıya karşı fumigant etkili bulunmuştur.

Choi et al. (2003), toplam 53 bitkinin uçucu yağının önemli sera zararlılarından *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) üzerindeki fumigant etkisini araştırmışlardır. *Pimenta racemosa* (Miller) (Myrtaceae), *C. cyminum*, *Syzygium aromaticum* (Linnaeus) Merr. & Perry (Myrtaceae), *E. citriodora*, *M. pulegium*, *M. piperita*, *Dalbergia* spp. (Fabaceae), *M. spicata* ve *M. alternifolia* uçucu yağlarının 0.0023, 0.0093 ve 0.0047 µl/ml hava dozlarında zararlının yumurta, nimf ve erginlerine karşı yüksek etkili olduğunu bulmuşlardır. Araştırmacılar, uçucu yağların fumigasyon yoluyla solunuma etki ederek *T. vaporariorum*'a insektisidal etki gösterdiğini ve sonraki çalışmalarda potansiyel bir fumigant olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Pistacia lentiscus Linnaeus, *Pistacia vera* Linnaeus (Anacardiaceae) ve *P. terebinthus* uçucu yağlarının *Sitophilus granarius* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae)'a karşı fumigant etkisi araştırılmış ve yapılan uygulamalarda *P. vera* uçucu yağının, 4 ve 8 µl/l hava dozlarında 96. saatin sonunda tüm bireyleri öldürdüğü görülmüştür. Diğer uçucu yağlarda da yüksek doz ve uzun süreli muamelelerde benzeri sonuçlar alınabileceği belirtilerek, kapalı koşullarda bu üç bitkinin uçucu yağının *S. granarius*'a karşı potansiyel bir fumigant olarak kullanılabilceği bildirilmiştir (Aslan et al., 2004).

Bazı bitki ekstraktlarının önemli kan emici arthropodlara [(*Ixodes ricinus* Linnaeus, *Rhipicephalus sanguineus* Latreille (Acarina: Ixodidae), *Ctenocephalides felis* (Bouche) (Siphonaptera: Pulicidae), *Aedes* spp., *Culex* spp. (Diptera: Culicidae), *Stomoxys calcitrans* Linnaeus (Diptera: Muscidae)] karşı uzaklaştırıcı etkileri denenmiştir. Bitkilerin CO₂ ekstraksiyonu ile elde edilen ekstraktlarında en etkili sonuç % 1-3'lük konsantrasyonda 6 saatlik uzaklaştırıcı etkisi ile *V. agnus-castus* bitkisinde ortaya çıkmıştır. Sivrisinek türlerinde bu bitki ile yapılan uygulamada etki süresi 8 saate kadar devam etmiştir (Mehlhorn et al., 2005).

Peru'da *Aedes aegypti* (Linnaeus) (Diptera: Culicidae) larvalarına karşı 64 bitki türü insektisit etki bakımından değerlendirilmiştir. İçlerinde *F. vulgare* ve *S. molle* bitkilerinin de bulunduğu çalışmada, bu bitkilerin ancak 50000 ppm dozundaki metanol ekstraktlarında ölüm görülebildiği bildirilmiştir (Orozco and Lentz, 2005).

S. molle'nin yaprak ve meyvelerinin hexan ile elde edilen ekstraktının, insanlarda "Chagas" adında önemli bir hastalığa yol açan vektör *Triatoma infestans* (Klug) (Heteroptera: Reduviidae)'a karşı uzaklaştırıcı ve insektisit etkilerinin incelendiği bir çalışmada, uçucu yağın yaprak ve meyve ekstraktının nimflere karşı yüksek repellentlik gösterdiği, meyve ekstraktının ise ovisit etkisinde bulunduğu saptanmıştır (Ferrero et al., 2006).

Sanchez-Chopa et al. (2006), *S. molle*'nin yaprak ve meyvelerinden elde edilen uçucu yağların standart olarak alınan DEET (N,N diethyl-m-toluamide) ile karşılaştırmalı olarak *Blattella germanica* (Linnaeus) (Dictyoptera: Blattellidae)'ya karşı uzaklaştırıcı etkisini araştırmışlardır. Yapraklardan elde edilen uçucu yağın herhangi bir repellent etkisine rastlanmazken, meyvelerden elde edilen uçucu yağda 70 ve 35.38 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ dozlarında sırasıyla % 95 ve % 82.5 olmak üzere, DEET' e göre daha yüksek uzaklaştırıcı etki elde edilmiştir. Benzeri bir çalışmada aynı zararlıya karşı *S. molle* bitkisinin yaprak ve meyvelerinin etanol ve petrolium eter ekstraktları hem uzaklaştırıcı etki göstermiş hem de ölüme neden olmuştur (Ferrero et al. 2007).

Ev sineği *Musca domestica* Linnaeus (Diptera: Muscidae)'ya karşı 34 uçucu yağın insektisit etkileri incelenmiş ve fumigant etki testlerinde en etkilisi 4.7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ dozunda *M. pulegium* uçucu yağı olmuştur (Pavela, 2007).

V. trifolia ve *V. agnus-castus* bitkilerinin *Spilosoma obliqua* (Walker) (Lepidoptera: Arctiidae)'ın farklı gelişme dönemlerine, ergin oluşumuna, yumurta verimi ve yumurta açılabilirliğine olan etkileri

incelenmiştir. Topikal uygulamalarda larva süresi, larva ölümü, pupa süresi, ergin deformasyonunun, uçucu yağın oranının artışıyla paralel olarak arttığı gözlenmiştir. Bununla birlikte ergin çıkışı, yumurta çıkışı ve yumurta veriminin yağ konsantrasyonunun artışı ile orantılı olarak azaldığı tespit edilmiştir (Tandon et al., 2008).

2.5 Uçucu Yağların Etki Mekanizması Üzerinde Çalışmalar

Genel olarak zararlılara karşı farklı şekillerde etkili olan uçucu yağ ve bileşenlerinin etki mekanizmaları ile ilgili çok fazla çalışma bulunmamakla birlikte, böcekler üzerinde beslenmeyi engelleyici ve insektisidal etki mekanizması ile ilgili bazı çalışmalar bulunmaktadır.

Beslenmeyi engelleyici maddeler böcekler tarafından tadıldığında, potansiyeline bağlı olarak geçici veya sürekli beslenmeyi durduran bileşiklerdir (Klocke et al., 1989).

Beslenmeyi engelleyicilerde 2 ana etki mekanizması vardır. Bunlar, bitkilerin ikincil metabolitlerinin caydırıcı ve toksik etkisidir. Böcekte caydırıcı etkinin, periferik sinir sisteminin etkilenerek beslenmenin devamının engellenmesi şeklinde olduğu, toksik etkinin ise bileşiğin böcekte sindirilmesinden sonra hücrelerdeki biyokimyasal ve fizyolojik faaliyetlerinin bozulması yoluyla ortaya çıktığı bildirilmektedir (Mendel et al., 1991).

İnsektisidal etki mekanizması ile ilgili fazla çalışma bulunmamakla birlikte şimdiye kadar edinilen bilgilere göre uçucu yağ ve bileşenleri, böceklerde sinir sistemine (Grundy and Stil, 1985; Ryan and Byrne, 1988) ve octopaminergic sistem üzerine etki yaparak ortaya çıkmaktadır.

Octopamine reseptörler, böcek sinir sisteminde sinir iletilicileri, sinir hormonları ve sinir düzenleyicileri gibi çok fonksiyonel bir rol oynamaktadırlar. Octopamin reseptörü bulunmayan memelilerde ise uçucu yağların toksik etkisi gözlenmemiştir. Sonuç olarak, böceklerin octopaminergic sistemi zararlı kontrolünde hedef bölge olarak görülmüştür (Kravitz et al., 1976; Robertson and Juoris, 1976; Evans, 1980; Orchard, 1982; Isman, 2000; Kostyukovsky et al., 2002). Hamamböcekleri üzerine uçucu yağlarla yapılan bir çalışmada, uygulamadan sonra böceklerde hiperaktivite başlamış, kalp atışı hızlanmış ardından da bacaklarda ve abdomende aşırı gerilmeler ortaya çıkmıştır. Bunları takiben de böcek hızlı bir şekilde yere düşerek hareketsizleşmiş ve ölmüştür. Bu belirtilerin octopamin reseptörler vasıtasıyla oluşturulduğu bildirilmektedir (Livingstone et al., 1980; Harria-Warrick and Kravitz, 1984; Enan, 2001).

Lippia stoechadifolia Linnaeus (Verbenaceae) bitkisinden elde edilen pulegone-1,2-epoxide bileşeninin *M. domestica* ve *Gromphadorhina portentosa* (Schaum) (Coleoptera: Blattidae)'ya karşı etki mekanizmaları araştırılmıştır. Sonuç olarak, bu bileşen, bu zararlılara karşı nörotoksik etki göstererek kademeli olarak ölüme neden olmuştur (Grundy and Still, 1985).

Akarisidal etki mekanizması, Isman (1999) ve Kostyukovsky et al. (2002)'in tanımladıkları gibi, uçucu yağların böceklerde octopaminergic sistem üzerine etki ederek, akarlarda da ölüm şekillerinde gözlenen benzerliklerden dolayı özel bir nörotoksik etki ile ilişkili olabileceği şeklinde açıklanabilir. Bu bilgiler dışında akarlarla ilişkili olarak etki mekanizmalarına ait spesifik çalışmalar bulunmamaktadır.

Uçucu yağların dişi başına bırakılan yumurta sayısını etkileme mekanizmasının ise zararlı bünyesine alınan uçucu yağ bileşenlerinin enzim ve hormon sistemini etkilemesi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Bazı monoterpenoidlerin, böceklerde hormon ve feromonların sentezlenmesinde çok önemli rol oynayan enzim sistemi sitokrom P-450'yi etkileyerek hormon dengesini bozduğu, dolayısıyla gelişme ve üreme sistemini engellediği bildirilmiştir (Brattsten, 1983).

Şimdiye kadar yapılan çalışmalar, uçucu yağların solunum yoluyla etkili olduğunu göstermektedir. Bu etki, uçucu yağların fumigasyon yoluyla böcek veya akarların vücuduna solunum sisteminden alınarak, lipofilik özellikleri ile yüksek buharlaşma özelliğinde olmalarından dolayı vücuda hızlı bir şekilde dağılarak toksisiteye neden olmaları şeklinde açıklanmaktadır (Tsao et al., 1995).

2.6 Uçucu Yağlarla İlgili Fitotoksisite Çalışmaları

Kimyasalların kullanılması ile bitkilerde ortaya çıkan zararlar fitotoksisite olarak tanımlanır. Yapraklarda yanıklık, bitkide solgunluk, büyümede durma gibi belirtiler bunlara örnek verilebilir. Fitotoksisite belirtileri çoğunlukla hastalık, zararlı ve bitki besin elementleri eksikliği belirtilerine de benzetilebilmektedir (Fink, 1999).

Serada yetiştirilen mısır bitkisinde bazı uçucu yağ bileşenlerinin fitotoksik etkileri test edilmiştir. Bunlardan L-carvone çok fitotoksik bulunurken, pulegon ise fitotoksisite açısından en güvenilir bileşen olarak saptanmıştır (Lee et al., 1997).

Tunç and Şahinkaya (1998)'nin, yaptıkları bir çalışmada *C. cyminum*, *P. anisum*, *O. syriacum* var. *bevanii* ve *E. camaldulensis* uçucu yağlarının domates, fasulye ve hıyar bitkileri üzerinde fitotoksisitelerini araştırmışlardır. *C. cyminum* ve *P. anisum* uçucu yağları her üç bitkiye de fitotoksisite gösterirken, *O. syriacum* var. *bevanii* uçucu yağı sadece domates üzerinde fitotoksisite göstermiş, *E. camaldulensis* uçucu yağı ise her üç bitkiye de herhangi bir fitotoksik etkide bulunmamıştır.

Uçucu yağ bileşenleri ile ilgili yapılan diğer bir çalışmada trans-anethole'un düşük ve yüksek dozlarda biber, domates, hıyar ve patlıcanda fitotoksisitesi görülmezken, 1,8-cineole ve cavracrool'un düşük dozlarda etkisiz bulunduğu, yüksek dozlarda ise fitotoksisite gözlemlendiği belirlenmiştir. Bunun yanında, terpinen-4-ol, thymol ve menthol bileşenlerinin fitotoksisite gösterdiği saptanmıştır (Erler and Tunç, 2005).

2.7 Uçucu Yağlarla İlgili Ticari Ürünler

Chenopodium ambrosioides Linnaeus (Chenopodiaceae) uçucu yağının ticari preparatı (UDA-245) ve akarlar karşı yaygın olarak kullanılan sentetik bir pestisit, *T. urticae* ve *Panonychus ulmi* (Koch) (Acarina: Tetranychidae)'nin erginlerine ve yumurta açılımına etkisi karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, UDA-245'in seralarda seçici akarisit olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Chiasson et al., 2004).

Çok bileşenli uçucu yağların zararlılara karşı tek bir bileşene göre daha başarılı bulunmasına rağmen, bu bitki kökenli pestisit alternatiflerinin tescillenmesi, dolayısıyla ticarileşmesinde bazı güçlükler söz konusudur. Bunların başında, ruhsatlandırma çalışmaları için uçucu

yağların her bir bileşeninin yoğun analiz yükü gelmekte ve bu durum süreci ve maliyeti olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, bitkilerin uçucu yağ bileşiminin değişimi standardizasyonu güçleştirmektedir. Nitekim, tüm bu sebeplerden dolayı doğal pestisitlerde tek bir etkili maddeden geliştirilen botanik pestisitler teşvik edilmektedir (Klein and Dunkel, 2003, Isman, 1997). Ayrıca ABD’de bitkisel kökenli pestisitlerin ruhsatlandırılması için istenen kriterlerde sağlanan kolaylıklar bazı firmalar tarafından değerlendirilerek 1999 yılının sonlarına doğru bazı uçucu yağ kökenli pestisitlere ruhsat alınmıştır. Cinnamaldehyde içerikli Cinnamite™ ile Valero™, eugenol ve 2-phenethyl propionate içerikli EcoPCO™ ile Bioganic™ bunlardan bazılarıdır (Isman, 2000).

Uçucu yağların pestisit alternatifi olarak ticarileşmesi ve bitkisel preparatların geliştirilmesindeki zorlukların aşılması için çeşitli yetiştirme ve ıslah yöntemleri kullanılarak etkinliği yüksek bileşen içerikli bitkilerin üretilmesi önem arz etmektedir (Duke, 1990; Isman, 1997; Isman, 2000).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

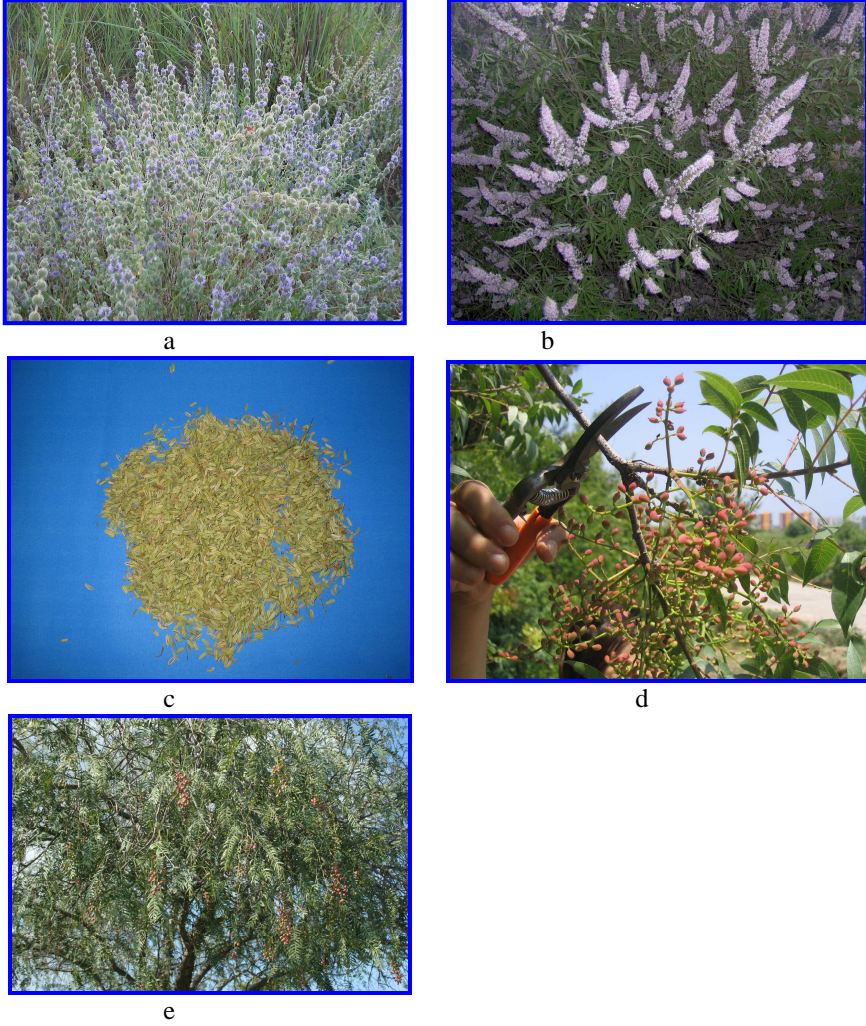
Bu çalışma dünyada ve Türkiye’de örtü altı sebze yetiştiriciliğinde en önemli zararlılardan biri olan *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae) (Şekil 3.1) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Denemelerde kullanılan bu zararlı, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü’nde üretilen saf kültürden sağlanmıştır.



Şekil 3.1 *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae); a) Erginler, b) Ergin öncesi bireyler.

Ayrıca, Antalya ve çevresinin doğal florasında yayılış gösteren veya yörede yetiştirilen Yarpuz *Mentha pulegium* Linnaeus (Labiatae), Hayıt *Vitex agnus-castus* Linnaeus (Verbenaceae), Rezene *Foeniculum vulgare* Miller (Umbellifera), Menengiç *Pistacia terebinthus* Linnaeus (Anacardiaceae) ve Yalancı karabiber *Schinus molle* Linnaeus (Anacardiaceae) bitkilerinin taze sürgün, yaprak veya tohum kısımlarından elde edilen uçucu yağlar da çalışma materyalini

oluşturmuştur. Uçucu yağların elde edildiği bitki kısımları Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Uçucu yağların elde edildiği bitki kısımlarının görünüşü; a) Yarpuz *Mentha pulegium* Linnaeus (Labiatae), b) Hayıt *Vitex agnus-castus* Linnaeus (Verbenaceae), c) Rezene *Foeniculum vulgare* Miller (Umbellifera), d) Menengiç *Pistacia terebinthus* Linnaeus (Anacardiaceae), e) Yalancı karabiber *Schinus molle* Linnaeus (Anacardiaceae).

Bu bitkilerin seçiminde uçucu yağların *T. cinnabarinus*'a karşı daha önce denenmemiş olmaları, ancak yapılan literatür çalışmaları ışığında diğer zararlılar üzerinde uçucu yağ veya bileşenleri açısından etkili olmaları göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca, bu bitkilerin Akdeniz Bölgesi'nde doğal olarak yayılış göstermesine veya bu ekolojik şartlara adapte edilen bitkiler olmasına da önem verilmiştir. Bu bitkiler, Akdeniz Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde bitki sistematiği konusunda uzman Yrd. Doç. Dr. Ramazan GÖKTÜRK tarafından teşhis edilmiştir.

Denemelerde kullanılan diğer materyaller ise Neo-clevenger distilasyon düzeneği, pleksiglas hücreler, cam desikatörler, fasulye, patlıcan, domates ve hıyar bitkileri ile bu bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılan saksı ile steril toprak harcıdır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Bitkilerin toplanması ve uçucu yağların eldesi

Bitkiler, uçucu yağ miktarı ve kompozisyonu bakımından literatürde bildirilen en uygun zamanda ve yaygın olarak buldukları alanlardan toplanmıştır (Muller et al., 1997) (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Bitkilerin toplanması ve uçucu yağ özellikleri ile ilgili bazı bilgiler

Bitki türü	Bitki kısmı	Toplama zamanı	Toplama yeri	Uçucu yağ verimi (ml/ kg kuru bitki)	Uçucu yağ rengi
<i>Mentha</i> Linnaeus	<i>pulegium</i> Toprak üstü	Temmuz 2005	Akbaş Köyü	13.0	Soluk sarı
<i>Foeniculum</i> Miller	<i>vulgare</i> Tohum	Temmuz 2005	Burdur-Tefenni	7.8	Renksiz
<i>Vitex</i> Linnaeus	<i>agnus-castus</i> Tohumlu taze sürgün	Temmuz 2005	Akdamlar Köyü	2.5	Koyu sarı
<i>Pistacia</i> Linnaeus	<i>terebinthus</i> Tohumlu taze sürgün	Haziran 2005	Aksu Beldesi	6.6	Soluk sarı
<i>Schinus molle</i> Linnaeus	Tohumlu taze sürgün	Temmuz 2005	Antalya Merkez	7.6	Soluk sarı

Toplanan bitkiler gölge oda koşullarına serilerek (Şekil 3.3) denge nemine kadar kurutulduktan sonra uçucu yağları elde edilmiştir. Bu amaçla su buharı distilasyonu ilkesine göre çalışan Neo-Clevenger düzeneğinden (Şekil 3.4) faydalanılmıştır. Düzeneğin kendi bitki haznesinin hacmi yetersiz olduğundan bu kısım, hacmi daha fazla olan bir hazne ile değiştirilerek modifiye edilmiştir.



Şekil 3.3 Bitkilerin serilerek kurutulması.

Kurutulan bitki kısımları (200-400 g) Neo-Clevenger düzeneğinin bitki haznesine konularak üzerine 2 l su ilave edilmiş, suyun kaynama sıcaklığında 2 saat süreyle damıtılmıştır. Damıtma süresi boyunca yoğuşma ortamında altta toplanan su atılarak uçucu yağın birikmesi sağlanmıştır. Damıtma süresi sonunda yoğuşma haznesinde toplanan uçucu yağ/su fazlarının tamamen ayrılması için bir süre daha beklenmiş, alt fazdaki su atılarak geride kalan uçucu yağ alınmıştır. Geride kalan yağ içerisinde su olmamasına özen gösterilmiştir. Elde edilen uçucu yağlar 1.5 ml'lik ependorf tüplere konularak ışık geçirmeyecek şekilde alüminyum folyo ile sarılmış ve denemelerde kullanılmak üzere buzdolabında +4°C'de muhafaza edilmiştir.

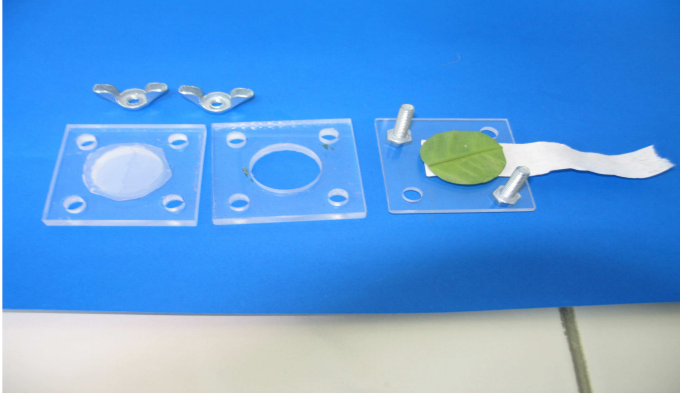


Şekil 3.4 Neo-Clevenger düzeneği.

Elde edilen uçucu yağların bileşimi Karachi Üniversitesi, H.E.J. Kimya Araştırma Enstitüsü (Karachi, Pakistan)'nde analiz ettirilmiştir. Bu amaçla n-hegzan ile 1/20 oranında seyreltilen uçucu yağlar GC-MS [(Agilent 6890N (USA) gaz kromatografisi ve Jeol MS route JMS.600H (Japan) elektron iyonizasyon kütle spektrofotometresi)] ile analiz edilmiştir. Uçucu yağların bileşimine ilişkin analiz sonuçları Ek 1'de verilmiştir.

3.2.2 Kontak etki denemeleri

Elde edilen uçucu yağların *T. cinnabarinus*'a karşı kontak etkisinin belirlenmesi amacıyla 1000, 5000, 10000 ve 20000 µl/l dozlarda ön denemeler yapılarak uygulanabilir etkin doz aralığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla uçucu yağlar % 0.3'lük tween 20 çözeltisinde çözümlenerek hedeflenen dozlara seyreltilmiştir. Denemeye alınan *T. cinnabarinus* erginleri, her biri 6 x 6 cm ebatlarında olan pleksiglas levhalar arasına yerleştirilen 3 cm çapındaki fasulye yaprak diskleri (Şekil 3.5) üzerine ince bir fırça yardımıyla konulmuştur.



Şekil 3.5 Denemelerde kullanılan pleksiglas hücre düzeneği.

Daha sonra, hazırlanan çözeltiler el pülverizatörü ile homojen bir şekilde püskürtülmüştür. Püskürtme işlemi, literatürde (Mansour et al., 1986) bildirilen desage püskürtme tabancası ile sağlanan $1.2-1.6 \text{ mg/cm}^2$ emülsiyon ağırlığı hedef alınarak yapılmıştır. Bu aralıkta bir püskürtmenin sağlanabilmesi için standart püskürtme miktarı ve şartları ön denemelerle belirlenmiştir. Bu işlemi takiben ergin bireyleri uygulama ortamında tutabilmek amacıyla üzerine 80 mesh'lik serigrafik bezle kapalı 3 cm çapında havalandırma açığı bulunan diğer plexiglass levha (Şekil 3.5) kapatılmıştır. Yaprak disklerinin yeşil kalmasını sağlayabilmek için bir ucu diskin altında, diğer ucu ıslak pamuk içerisinde kalacak şekilde kurutma kağıdı yerleştirilmiştir (Şekil 3.6). Bu çalışmada kullanılan pleksiglas hücreler, Dağlı and Tunç (2007)'dan yararlanılarak modifiye edilmiştir.

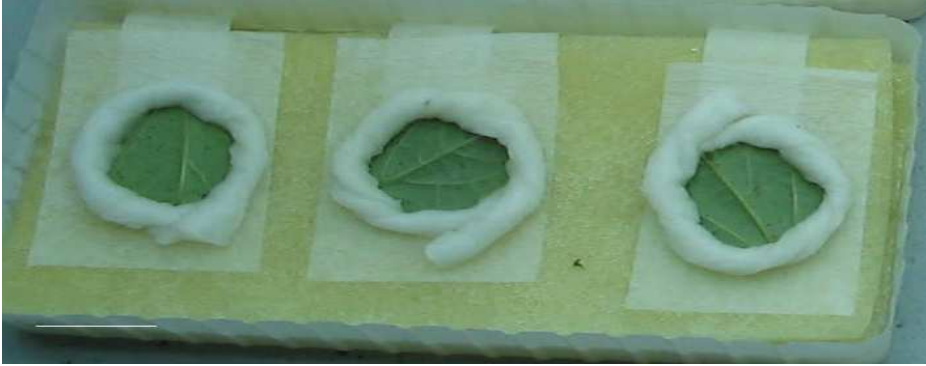


Şekil 3.6 Kontak etki deneme düzeneği.

Denemelerde kontrol olarak % 0.3'lük tween 20 çözeltisi kullanılmıştır. Denemeler üç tekerrürlü olarak 15 birey üzerinden yürütülmüş, gözlemler 24, 48 ve 96 saatlik periyotlarla yapılmıştır.

3.2.3 Repellent etki denemeleri

Uçucu yağların repellent etkisini saptamak için daldırma yöntemi kullanılmıştır. Buna göre, bir yarısı % 0.3'lik tween 20 çözeltisine, diğer yarısı ise % 0.3'lik tween 20 ile seyreltilmiş uçucu yağ çözeltisine daldırılmış olan fasulye yaprak disklerinin etrafı ada yöntemine (Slegler, 1947; Şengonca and Gerlach, 1983) uygun olarak pamukla çevrilmiş (Şekil 3.7) ve tam ortasına 4-5 günlük kırmızıörümcek erginleri bırakılmıştır.



Şekil 3.7 Repellent etki deneme düzeneği.

Uçucu yağ çözeltilerinin 100, 1000, 5000 ve 10000 $\mu\text{l/l}$ konsantrasyonlarında repellent etki ön denemeleri yapılmış, ancak 5000 ve 10000 $\mu\text{l/l}$ dozları fasulye yaprak disklerinde fitotoksisite gösterdiği (Şekil 3.8) için deneme dışı bırakılmıştır. Bu nedenle, uygulama dozu olarak 100 ve 1000 $\mu\text{l/l}$ uçucu yağ konsantrasyonları kullanılmıştır. Gözlem süresi boyunca yaprak disklerinin canlı kalmasını sağlayabilmek için bu diskler, plastik kutulara yerleştirilmiş ıslak pamuk üzerine bırakılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.8 Yüksek dozda uygulanan uçucu yağın fasulye yaprak disklerinde oluşturduğu fitotoksisite belirtisi; a) Yüksek doz, b) Düşük doz

Bireylerin bırakılmasını izleyen 2, 6, 24 ve 48. saatlerde yaprak disklerinin kontrol ve muameleli kısımdaki bireyler sayılmıştır. Denemeler 10 birey ile 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

3.2.4 Fumigant etki denemeleri

Fumigant etki denemeleri, sızdırmaz olarak kapanabilen cam desikatörlerde yürütülmüştür. Desikatör hacminden (10.6 l) etkin faydalanabilmek amacıyla içerisine Şekil 3.9a'da gösterilen pleksiglas raflar yerleştirilmiştir. Bu sayede zararlının farklı dönemleri aynı denemede fumigasyon işlemine tabi tutulabilmiştir. Denemelerde kullanılan yağ miktarı, hücre, raf ve su kabı dışında kalan etkin hava hacmine (10 l) göre hesaplanmıştır.

Fumigant etki denemesine alınan kırmızıörümceğin ergin ve nimfleri, pleksiglas hücre içerisine konulmuş yaprak diskleri (Şekil 3.5) üzerine aktarılarak hapsedilmiş ve raflara yerleştirilmiştir. Deneme düzeneğindeki yaprak disklerinin canlılığını devam ettirmek amacıyla, rafların ortasına ıslak pamuk içeren plastik kaplar da konulmuş ve oluşturulan düzenek desikatör içerisine yerleştirilmiştir (Şekil 3.9 b)



Şekil 3.9 Fümigant etki deneme düzeneği; a) Pleksiglas raf, b) Desikatör.

Uçucu yağ doz aralıklarını belirlemek amacıyla sera ve depo zararlıları için literatürde bildirilen dozlar da göz önüne alınarak 10 $\mu\text{l/l}$ 'ye kadarki dozlarda ön denemeler yürütülmüştür. Bu ön deneme sonuçları dikkate alınarak her uçucu yağ için seçilen en uygun dozlarda (Çizelge 3.2) fümigant etki denemeleri yürütülmüştür.

Çizelge 3.2 Fumigant etki denemelerinde *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae)'un farklı dönemlerine uygulanan uçucu yağ dozları

Uçucu yağ	Seçilen dozlar ($\mu\text{l/l}$)
<i>Mentha pulegium</i> Linnaeus	0.5, 1, 2, 4
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	1, 2, 4, 8
<i>Vitex agnus-castus</i> Linnaeus	2.5, 5, 10, 20
<i>Pistacia terebinthus</i> Linnaeus	2.5, 5, 10, 20
<i>Schinus molle</i> Linnaeus	5, 10, 20, 40

Desikatör içerisindeki deney düzeneğinin kapladığı hacim de dikkate alınarak, seçilen dozları sağlayacak miktardaki uçucu yağ, mikropipet yardımıyla desikatör kapaklarına önceden yapıştırılan 3x8 cm ebatlarındaki kaba filtre kağıtları üzerine emdirilmiş ve desikatörler sızdırmaz bir şekilde kapatılmıştır. Desikatörler kontrollü koşullara (26 ± 1 C° sıcaklık, % 60 ± 5 oranlı nem) konularak deneme başlatılmıştır. Literatürde fümigant etki denemeleri daha çok depo zararlıları üzerinde yapılmış ve denemeler 24, 48 ve 96 saat sürelerde fumigasyon yapılarak yürütülmüştür. Sera zararlıları için sınırlı sayıda yürütülen benzer araştırmalarda da uygulama süresi bu şekilde seçilmiştir. Ancak, seraların depolara benzer kapalı mekanlar olmasına karşın genellikle günün belirli saatlerinde havalandırılması gerekmektedir. Tarımsal uygulamalarda seraların kapalı kalma süreleri yaklaşık 12 saat sürmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, yetiştiricilik uygulamaları da dikkate alınarak fumigasyon süresi 12 saat olarak seçilmiştir. Bu sürenin sonunda desikatörler açılarak fümigasyon etkisi ortadan kaldırılmış ve hücreler Şekil 3.10'daki gibi açık ortamda 96 saat süreyle bekletilmiştir. Bu süre içerisinde 12, 24, 48 ve 96. saatlerde ölü ve canlı bireyler sayılarak uygulamanın devam eden etkisi ortaya konulmuştur.



Şekil 3.10 Uygulama yapılmış deneme düzenekleri.

Kırmızıörümcek yumurtaları üzerinde fumigant etki denemeleri için 10 adet dişi birey yaprak disklerine bırakılarak 1 gün süreyle yumurta bırakmaları sağlanmıştır. Bu süre sonunda disk üzerinde 15 adet yumurta bırakılarak diğerleri fırça ile uzaklaştırılmıştır. Diskler, pleksiglas hücrelere yerleştirilerek desikatör içerisindeki raflara konulmuş, ergin ve nimflerde olduğu gibi aynı uçucu yağ dozlarında 12 saat süreyle fumigasyona tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda desikatörler açılarak yaprak diskleri üzerindeki yumurtalar 6 gün boyunca gözlenmiştir. Altıncı günün sonunda açılan ve açılmayan toplam yumurta sayısı belirlenmiştir.

Ayrıca, fumigant etki deneme şartlarında uçucu yağ uygulamaksızın kontrol denemeleri de yapılmıştır. Tüm denemeler 15 birey üzerinde 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

3.2.5 Gelişme ve çoğalmaya etki denemeleri

Uçucu yağ uygulamalarının zararlı üzerindeki ikincil etkilerini belirlemek amacıyla gelişme ve çoğalmaya etki denemeleri yürütülmüştür. Bu amaçla, henüz ergin olmamış 40 adet dişi birey yaprak diskleri üzerine konulmuş, ve zararlıda % 50'nin altında ölüme yol açan en yüksek dozlarda (*M. pulegium*: 0.5 µl/l; *F. vulgare*: 2 µl/l; *V. agnus-castus*: 10 µl/l; *P. terebinthus*: 2.5 µl/l; *S. molle*: 10 µl/l) 12 saat fümigasyon işlemine tabi tutulmuştur. Ayrıca, kontrol olarak aynı sayıda dişi birey uçucu yağ uygulamaksızın aynı süre ile desikatörlerde tutulmuştur. Bu süre sonunda açılan desikatörlerdeki hücrelerde canlı kalan dişi bireylerden 20'si ada yöntemine göre düzenlenen yaprak disklerine fırça yardımıyla her diskte bir birey olacak şekilde aktarılmıştır. Bu yaprak diskleri 96 saat süreyle kontrollü koşullarda tutulmuş ve bu sürenin sonunda bırakılan yumurtalar sayılarak yumurta verimi (fekundite) tesbit edilmiştir.

Yumurta sayımını takiben 7 gün daha beklenmiş ve bu sürenin sonunda kontrolde ve muamelede toplam açılan ve açılmayan yumurta sayısı kaydedilerek yumurta açılma oranı ve yumurta açılımını engelleme oranı saptanmıştır.

Açılan yumurtalardan elde edilen nimfler, yeni yaprak diskleri yerleştirilmiş pleksiğlas hücrelere her bir diskte 10 birey olacak şekilde hapsedilmiş ve 10 gün boyunca ergin olma oranları belirlenmiştir. Deneme 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

3.2.6. Uçucu yağların fitotoksik etkilerinin belirlenmesi

Uçucu yağların sebzeler üzerindeki fitotoksik etkilerini saptamak amacıyla Antalya yöresinde en fazla yetiştiriciliği yapılan domates patlıcan, hıyar ve fasulye türleri seçilmiştir. Bunun için domateste Dino, patlıcanda Phaselus, hıyarda 2232, fasulyede Özayşe çeşitleri kullanılmıştır. Bitkiler $26\pm 1C^{\circ}$ sıcaklık, % 65 ± 5 nem ve 18:6 ışıklandırma periyoduna sahip iklim odalarında yetiştirilmiştir. Her bir fide içerisinde 3 kısım torf+1 kısım perlit steril karışımı bulunan 12 x 10 cm büyüklüğündeki saksılara şaşırtılmıştır. Bitkiler yaklaşık 10 cm boya geldiğinde (3-4 yapraklı) diğer fumigant etki denemelerindeki gibi desikatörlere yerleştirilmiş, her uçucu yağ için en yüksek dozlar (*M. pulegium*: 4 μ l/l; *F. vulgare*: 8 μ l/l; *V. agnus-castus*: 20 μ l/l; *P. terebinthus*: 20 μ l/l; *S. molle*: 40 μ l/l) desikatör kapağının içine yapııştırılan 3x8 cm ebatındaki filtre kağıdı üzerine mikropipet yardımıyla emdirilerek zaman geçirmeksizin desikatör kapağı kapatılmış ve 12 saat süre ile fümigasyon yapılmıştır (Şekil 3.11). Fümigasyon sonunda desikatörlerden çıkarılan bitkiler 96 saat süre ile gözlenerek fitotoksisite belirtileri kaydedilmiştir. Denemeler, kontrol ve uçucu yağda olmak üzere her bir bitki için 6 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.



Şekil 3.11 Fitotoksik etki denemesi.

3.2.7 Örtüaltı uygulaması

Laboratuvar koşullarında yürütülen denemelerde *T. cinnabarinus*'a karşı en yüksek etki gösteren *M. pulegium* uçucu yağı, tarımsal uygulamaları temsil edebilecek alçak plastik tünelde denenmiştir.

Bu amaçla örtüaltı yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Serik ilçesinde (Antalya) taban boyutları 4x4 m (16 m²), yüksekliği 120 cm ve hacmi 14 m³ (seranın kurulmasından sonra ölçülerek hesaplanmıştır) olan 2 adet alçak plastik tünel inşa edilmiştir (Şekil 3.12). Bu alçak plastik tünellerde bölgede yaygın olarak yetiştirilen ve kırmızıörümceğin zarar yaptığı sebzelerden hıyar bitkisi yetiştirilmiştir. Özel bir kuruluştan temin edilen hıyar fideleri (Beith Alpha), 17 Eylül 2006 tarihinde toprağa dikilmiştir. Fide dikimi, her serada 6 sıra ve her sırada 10 bitki olacak

şekilde yapılmış, bitki dikim evresinin başında meydana gelen kayıplar, yeni fideler ile giderilmiştir.



Şekil 3.12 Örtüaltı uygulamalarının yürütüldüğü alçak plastik tüneller

Bitkiler dikimden itibaren damla sulama düzeneği ile sulanmış ve gübrelenmiştir (Şekil 3.13). Ayrıca bitkilerin sağlıklı gelişimlerini temin etmek amacıyla gerekli diğer kültürel uygulamalar yapılmıştır. Bu uygulamalarda kırmızıörümcek dışındaki diğer zararlılarla mücadelede yapışkan tuzaklardan faydalanılmıştır. Alçak plastik tünel yetiştiriciliğinde genel bir sorun olan yüksek nem nedeniyle hıyar bitkilerinde mildiyö hastalığı riskine karşı özellikle bitki gelişim sürecinin ilk evrelerinde fungusit (% 55 Metiram + % 5 Pyraclostrobin) kullanılmıştır.



Şekil 3.13 Örtüaltı uygulamaları için yetiştirilen bitkiler.

Sonbahar döneminde doğal bulaşma istenilen yoğunluğa ulaşamadığından 11.10.2006 tarihinde suni bulaştırma yapılmıştır. Bunun için laboratuarda üretilen kırmızıörümcek kültüründen getirilen bulaşık fasulye yapraklarından bir parçada en az 5 ergin kırmızıörümcek olacak şekilde küçük üçgenler kesilerek seradaki hıyar bitkilerinin yapraklarına konulmuştur (Şekil 3.14). Bitkilerdeki kırmızıörümcek yoğunluğu deneme yapacak düzeye ulaştıktan sonra uygulama yapılmasına karar verilmiştir. Pratikte seraların daha çok kapalı kaldığı saatler uygulama zamanı olarak seçilmiştir. Ancak, mevsimsel sıcaklık derecelerindeki farklılıklar göz önünde bulundurularak, sıcaklık derecesinin yüksek olduğu bir gündüz ve düşük olduğu bir gece uygulaması yapılarak,

sıcaklık faktörünün uygulama üzerine etkisi de değerlendirilmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.14 Örtüaltındaki hıyar bitkilerine kırmızıörümcek bulaştırılması.

Alçak plastik tünellerde yetiştirilen her bir bitki sırası bir tekerrür olarak kabul edilmiş ve uygulamadan bir gün önce her sıradan rastgele 6 adet olmak üzere her alçak plastik tünelden 36 yaprak toplanmış ve üzerindeki bireyler mikroskop altında sayılarak kaydedilmiştir. Ertesi gün (25 10 2006) öğle saatlerinde *M. pulegium* uçucu yağı ile 4 μ l/l dozda gündüz uygulaması başlatılmıştır. Bu amaçla, uygulama yapılan alçak plastik tünelin farklı yerlerine asılan 6 adet 297 \times 420 mm ebatlarındaki kağıtlar üzerine 56 ml uçucu yağ eşit miktarlarda emdirilmiştir. Uygulamadan önce ve sonra alçak plastik tünelin her iki tarafı da sıkıca kapatılarak fümigasyon başlatılmıştır (Şekil 3.15). Aynı şekilde ve aynı zamanda kontrol alçak plastik tüneli de herhangi bir uygulama yapılmadan kapatılmıştır. Uygulamadan 12 saat sonra alçak plastik tüneller tekrar açılmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.15 Alçak plastik tünellerin fumigasyon uygulaması sırasındaki görüntüleri.

Alçak plastik tünelin açılmasını takip eden günden başlayarak 1., 3., 7. ve 14. gün sayımları uygulama öncesindeki gibi yapılarak 08 11 2006 tarihinde gündüz uygulaması sonlandırılmıştır.

Gündüz uygulamasın bitiminden sonra uygulama sırasında kırmızıörümcek popülasyonunun giderek düştüğü, ancak kontrol serasında çoğalmaya devam ettiği gözlemlendiğinden, ikinci uygulama için sadece uygulama serasına suni bulaştırma yapılmıştır. Zararlı popülasyonu homojen bir yoğunluğa ulaştıktan sonra yine ön sayım yapılmış ve 29.11.2006 tarihinde saat 18:00'de 2. uçucu yağ uygulaması gerçekleştirilmiştir. Deneme son sayımlarla birlikte deneme 14 12 2006 tarihinde sonlandırılmıştır.

3.2.8 Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi

Kontak etki denemelerinden elde edilen % ölüm değerleri Abbott formülüne (Abbott, 1925) göre [Ölüm değeri (%)] = $[(A-B) / (A)] \times 100$ (A: kontroldeki % canlı; B: muamele dozundaki % canlı) hesaplanarak kontrollerde meydana gelen doğal ölümle düzeltilmiştir.

Repellent etki denemelerinden elde edilen sonuçlar Obeng-Ofori et al. (1997a) tarafından geliştirilen % repellent etki indeksine [Repellent etki (%) = $[(Nc-Nt) / (Nc+Nt)] \times 100$ (Nc: kontrol yönüne giden birey sayısı; Nt: uçucu yağ veya bileşen yönüne giden birey sayısı)] göre hesaplanmıştır. Kontak ve repellent etki denemelerinde elde edilen % değerler varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizi uygulanan karakterler arasında farklılık bulunmuş ise Duncan's multiple range testi (SAS Institute, 1999) kullanılarak $p>0.05$ 'e göre fark olup olmadığı tespit edilmiştir.

Fumigant etki saptanırken, ergin, nimf ve yumurtaya etki denemelerinden elde edilen veriler Tuncer (2001)'in tanımladığı probit analiz metodu (POLO-PC, LeOra Software, 1997, Berkeley, CA, USA)'na göre LC₅₀ (zararlı popülasyonunun % 50'sinin ölmesi için gerekli doz) ve LC₉₀ (zararlı popülasyonunun % 90'nın ölmesi için gerekli doz) değerleri şeklinde % 95 güven aralığında hesaplanmıştır.

Gelişme ve çoğalmaya etki denemeleri sonucunda elde edilen veriler, yumurta verimi (fekundite) için Lundgren (1975) tarafından kullanılan Ovipozisyonu Engelleme İndeksi [O.E.İ. = $[(B-A) / (A+B)] \times 100$ (A: muamele diskine bırakılan yumurta sayısı; B: kontrol diskine bırakılan yumurta sayısı)]'ne göre, yumurta açılımı için Rice and Coats (1994) tarafından tanımlanan Yumurta Açılımını Engelleme Oranı [Y.A.E.O (%) = $100 \times (A-B)/A$ (A: kontroldeki yumurta açılma yüzdesi, B: muameledeki yumurta açılma yüzdesi)]'na göre hesaplanarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizi uygulanan karakterler arasında farklılık bulunmuş ise Duncan's multiple range testi (SAS

Institute, 1999) kullanılarak $p>0.05$ 'e göre fark olup olmadığı tespit edilmiştir.

Örtüaltı uçucu yağ uygulamasındaki etkinlik değeri uygulama ve kontroldeki canlı sayımlar üzerinden aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır (Henderson and Tilton, 1955).

$$\% \text{ Etki} = [1 - (T_a \times T_b / C_a \times T_b)] \times 100$$

Ta: Uygulama kısmındaki uygulama sonrası canlı birey sayısı

Ca: Kontrol kısmındaki uygulama sonrası canlı birey sayısı

Tb: Uygulama kısmındaki uygulama öncesi canlı birey sayısı

Cb: Kontrol kısmındaki uygulama öncesi canlı birey sayısı

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Uçucu Yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) Erginlerine Karşı Kontak Etkisi

Uçucu yağların kırmızıörümcek erginlerine karşı farklı konsantrasyonlardaki kontak etki deneme sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Bu sonuçlara göre, ilk 48 saatlik sayımlar neticesinde tüm uçucu yağ emülsiyonlarının 10 ml/l ve daha düşük konsantrasyonlarında hemen hiç kontak etkisinin olmadığı görülmüştür. Takip eden 96. saat sayımlarında ise önemsenmeyecek düzeyde ölümler gerçekleşmiştir. Ancak, özellikle *Mentha pulegium* Linnaeus (Labiatae) ve *Foeniculum vulgare* Miller (Umbellifera) uçucu yağlarının 20 ml/l konsantrasyonundaki emülsiyonları ile yürütülen kontak etki denemelerinde, 48. saat ve sonrası gözlemlerde önemli sayılabilecek ölüm değerlerine ulaşılmıştır. Literatürde bu çalışma materyalini oluşturan uçucu yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae)'a karşı kontak etkisini konu alan herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ancak, Mansour et al. (1986)'ın bu zararlıya karşı 14 farklı uçucu yağ ile yürüttükleri kontak etki çalışmalarında % 2'lik uçucu yağ emülsiyonlarının 96. saat sayımlarına göre, sadece 3 farklı uçucu yağda %50' nin üzerinde ölüm değerleri kaydedilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar mevcut araştırma bulguları ile paralellik göstermektedir.

Ayrıca, bu çalışmada kontak etki bakımından kısmen olumlu sonuçlar sağlayan dozlarda tüm uçucu yağ emülsiyonlarının, yaprak disklerinde fitotoksisite gösterdiği de gözlenmiştir. Bu nedenle, yüksek dozlarda meydana gelen ölümlerin fitotoksisite kaynaklı olabileceği de düşünülmektedir.

Araştırma sonuçlarına göre, çalışmada kullanılan uçucu yağların kontak etki sağladığı dozların pratikte tarımsal mücadele için etkin ve ekonomik olmayacağı kanaatine varılmıştır. Nitekim, sera zararlıları üzerinde yapılan pek çok çalışmada, uçucu yağların ve bileşenlerinin kontak etkisinden ziyade fumigant etkisi üzerinde durulmuştur (Choi et al., 2003; Aslan et al., 2004; Erler and Tunç, 2005). Özellikle sera zararlılarının, ambar zararlılarına kıyasla uçucu yağ fumigasyonuna daha hassas olduğu vurgulanmıştır (Tunç and Şahinkaya, 1998). Kontak ve fumigant uygulamaların birlikte karşılaştırıldığı farklı akar ve böceklerle karşı yürütülen çalışmalarda, uçucu yağların daha çok solunum yoluyla etkili olduğu da bildirilmektedir (Kim and Ahn, 2001; Kwon and Ahn, 2002; Kim et al., 2003a; b; c; Park et al., 2003; Kim et al., 2004a; b; Rim and Jee, 2006).

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar ve literatür bilgilerine dayanarak, çalışmaların kontak etkiden ziyade fümigant etki üzerine yoğunlaşması nedeniyle, kontak etkinin *T. cinnabarinus*'un ergin öncesi dönemleri üzerinde denenmesine gerek duyulmamıştır.

Çizelge 4.1 Uçucu yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) erginlerine kontak etkisi

Sayım zamanı (saat)	Doz (ml/l)	Ölüm oranı (%)				
		<i>Mentha</i>	<i>Foeniculum</i>	<i>Pistacia</i>	<i>Schinus molle</i>	<i>Vitex agnus-</i>
		<i>pulegium</i>	<i>vulgare</i>	<i>terebinthus</i>	Linnaeus	<i>castus</i>
		Linnaeus	Miller	Linnaeus		Linnaeus
24	1	2.22 ±2.22	0.00 ± 0.00	13.34 BC ± 6.67	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	5	4.44 ±4.44	8.89 ± 2.22	4.44 C ± 2.22	2.22 ± 2.22	2.22 ± 2.22
	10	6.99 b ±4.13	4.44 b ± 4.44	22.70 aAB ± 2.02	0.16 b ± 3.98	2.38 b ± 2.38
	20	6.82 cb ±3.85	11.27 b ± 4.37	31.74 aA ± 1.58	8.88 cb ± 4.44	0.00 c ± 0.00
48	1	11.11 ba ±2.22	15.55 baB ±8.01	22.22 a AB ± 2.22	2.22 b ± 2.22	4.45 b ± 2.22
	5	8.89 ±5.88	8.89 B ± 2.22	6.67 B ± 3.85	2.22 ± 2.22	4.44 ± 4.44
	10	13.81 ±6.91	11.27 B ± 4.36	33.97 A ± 9.99	2.07 ± 4.60	9.52 ± 9.52
	20	30.95 a ±15.61	46.15 aA ± 3.85	34.07 a A ± 4.44	16.67 ba ±10.38	0.00 b ± 0.00
96	1	29.68 aB ±4.89	36.19 aB ± 5.42	36.35 a ± 1.95	0.00 bB ± 0.00	11.27 bB ± 4.37
	5	38.89 aB ±5.57	27.30 abB ±7.73	20.63 b ± 4.41	2.22 cB ± 2.22	2.06 cB ± 6.00
	10	29.68 B ±8.27	22.70 B ± 9.64	40.79 ± 9.95	6.83 A ± 0.16	16.35AB ±10.42
	20	94.87 aA ±2.56	79.49 a A ± 9.25	41.03 b ± 6.78	*	35.90 bA ± 2.56

Aynı satır içindeki farklı küçük harfler ve sayım zamanına göre aynı sütun içindeki farklı büyük harfler ortalamaların farklı ($P < 0.05$) olduğunu göstermektedir.

* Yüksek fitotoksosite olduğundan sayılamamıştır.

4.2 Uçucu Yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) Erginlerine Karşı Repellent Etkisi

Uçucu yağların zararlılar üzerine en önemli etkilerinden birisi de repellent etkidir. Bu araştırmaya konu olan uçucu yağların *T. cinnabarinus*'a karşı repellent etkileri 0.1, 1.0, 5.0 ve 10.0 ml/l konsantrasyonlarında hazırlanan emülsiyonlar ile yürütülmüştür. Ancak, 5.0 ve 10 ml/l'de yaprak disklerinde kuruma derecesinde fitotoksosite gözlemlendiği için denemeler sadece 0.1 ve 1.0 ml/l konsantrasyonlarında sürdürülmüştür. Farklı sürelerde 96 saate kadar yürütülen sayımlarda elde edilen repellent etki sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Bu sonuçlara göre 0.1 ml/l dozunda yapılan uygulamalarda ilk 6 saat için sadece *Vitex agnus-castus* Linnaeus (Verbenaceae) ve *F. vulgare* uçucu yağları ile kayda değer repellent etki değerleri (% 55-60)

hesaplanmıştır. Diğer uçucu yağların ise önemli ve istikrarlı bir etki göstermediği belirlenmiştir. İlerleyen saatlerde *V. agnus-castus* ve *F. vulgare* uçucu yağlarının da repellent etkisi ortadan kalkmıştır.

Uçucu yağların yaprak diskleri üzerinde fitotoksiste göstermeyen 1 ml/l konsantrasyonundaki emülsiyonları ile yürütülen repellent etki denemelerinde belirgin artışlar kaydedilmiştir. Ancak, bu dozda da *V. agnus-castus* ve *F. vulgare* dışındaki diğer uçucu yağlarda pratikte faydalı olabilecek repellent etki değerlerine ulaşılammıştır. *V. agnus-castus* uçucu yağı 48 saat süre boyunca % 85 ve üzeri düzeyde repellent etki göstermiştir. Bunu *F. vulgare* uçucu yağı takip etmiştir.

Bu uçucu yağların *T. cinnabarinus*'a repellent etkisini konu alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, farklı zararlılar üzerindeki repellent etkileriyle ilgili çalışmalar bulunmaktadır.

M. pulegium uçucu yağının ve içeriğindeki benzyl alkolün *Pediculus humanus capitis* Linnaeus (Anoplura: Pediculidae) üzerinde güçlü repellent etki gösterdiği belirlenmiştir (Toloz et al., 2006). Buna karşılık, aynı uçucu yağın *Lasioderma serricorne* (Fabricious) (Coleoptera: Anobiidae)'ye karşı repellentlik yerine çekici etki gösterdiği de bildirilmektedir (Hori, 2003). Bu durum, uçucu yağların zararlılar üzerinde farklı etkiler gösterebildiğini ortaya koymaktadır. *T. cinnabarinus*'a karşı yürütülen bu çalışmada da, *M. pulegium* uçucu yağının düşük dozlarda istikrarlı bir repellent ya da çekici etkisinden bahsedilemeyeceği kanaatine varılmıştır.

Çizelge 4.2 Uçucu yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) erginlerine repellent etkisi

Doz (ml/l)	Sayım zamanı (saat)	Repellent etki (%)				
		<i>Mentha pulegium</i> Linnaeus	<i>Foeniculum vulgare</i> Miller.	<i>Pistacia terebinthus</i> Linnaeus	<i>Schinus molle</i> Linnaeus	<i>Vitex agnus-castus</i> Linnaeus
0.1	2	0.00 ± 21.6	55.0 ± 9.6	30.0 ± 12.9	30.0A ± 12.9	55.0 A ± 22.2
	6	-25.0 b ± 9.6	60.0 a ± 8.2	40.0 a ± 8.2	20.0 abA ± 18	50.0 aAB ± 26.5
	24	32.5 ± 21.4	25.0 ± 28.7	-25.0 ± 29.8	-5.0 AB ± 13	0.0 ABC ± 16.3
	48	-15.0 ± 15.0	40.0 ± 11.5	-15.0 ± 31.0	-40.0 B ± 14	-15 C ± 9.6
	96	0.0 ± 20.0	0.0 ± 16.3	-20.0 ± 16.3	-3.3 AB ± 16	-5.0 BC ± 5.0
1.0	2	55.0 ± 22.2	80.0 ± 0.0	25.0 ± 35.9	45.0 ± 12.6	100.0 A ± 0.0
	6	20.0 ± 28.3	60.0 ± 21.6	30.0 ± 17.3	30.0 ± 28.8	85.0 A ± 9.6
	24	25.0 ± 26.3	85.0 ± 9.6	50.0 ± 17.3	30.0 ± 28.9	90.0 A ± 5.8
	48	25.0 c ± 0.0	70.0 ab ± 5.8	40.0 bc ± 14	50.0 c ± 5.8	90.0 aA ± 5.8
	96	55.0 ± 15.0	40.0 ± 14.1	40.0 ± 8.2	55.0 ± 26.3	60.0 B ± 8.2

Aynı satır içinde farklı küçük harfler ve dozlara göre sütun içindeki farklı büyük harfler ortalamaların farklı (P<0.05) olduğunu göstermektedir.

Farklı bir çalışmada *F. vulgare* uçucu yağı ve ana bileşeni anethol'ün *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)'a karşı repellent etki gösterdiği, ancak saf halde uygulanan anethol bileşeninin *F. vulgare* uçucu yağına kıyasla etkisinin daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Shukla et al., 1989). Literatürde bildirilen zararlıların farklılığıyla birlikte, elde edilen sonuçların bu çalışma sonuçları ile örtüştüğü söylenebilir. *V. agnus-castus* uçucu yağı ile yapılan bir araştırmada kan emici arthropodlardan *Ixodes ricinus* Linnaeus, *Rhipicephalus sanguineus* Latreille (Acarina: Ixodidae), *Culex* spp., *Aedes* spp. (Diptera: Culicidae) üzerinde 6-8 saat süreyle repellent etki

sağlandığı tespit edilmiştir (Mehlhorn et al., 2005). *V. agnus-castus* bitkisinin anabileşeni olan 1,8-cineole ile yürütülen bir çalışmada bu bileşenin *Sitophilus granarius* (Linnaeus) ve *Sitophilus zeamais* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae)'a (Obeng-Ofori et al., 1997b) ve *Tribolium confusum* Duval (Coleoptera: Tenebrionidae)'a (Tunç and Erler, 2003) karşı repellent etkisi olduğu bildirilmiştir. Literatür bulguları, bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile uyumludur. *Schinus molle* Linnaeus (Anacardiaceae) uçucu yağı ile yapılan bir çalışmada ise *Varroa destructor* (Anderson & Trueman). (Acarina: Varroidae)'a karşı repellent etki saptanmamıştır (Ruffinengo et al., 2005). *Pistacia terebinthus* Linnaeus (Anacardiaceae) uçucu yağı ile yürütülen bir araştırmada da *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae)'a karşı belirgin bir repellent etki sağlanmamıştır (Papachristos and Stamopoulos, 2002a). Şimdiye kadar yapılan araştırmalar ve bu çalışmada elde edilen bilgiler ışığı altında *P. terebinthus* ve *S. molle* uçucu yağlarında önemli bir repellent etkinin saptanmadığı söylenebilir.

Her ne kadar literatürde bu uçucu yağların uygulandığı zararlıların, bazı uygulama metodlarının, test düzeneklerinin ve muamele dozlarının farklılığı bulunsa da genel olarak bu araştırmada belirlenen repellent etki sonuçları literatür bilgileri ile paralellik göstermektedir. Özellikle *V. agnus-castus* ve *F. vulgare* uçucu yağları repellent etki bakımından ümit verici bulunmuştur. Diğer uçucu yağlardaki repellent etkiler sırasıyla yüksekten düşüğe doğru *P. terebinthus*, *M. pulegium* ve *S. molle* olarak sıralanmıştır.

Ayrıca repellent etki denemeleri sırasında yapılan gözlemlerde, zararlının daha çok diskin kontrol kısmında beslendiği ve yumurta

bıraktığı, uygulama kısmında bu davranışı göstermediği fark edilmiştir. *V. agnus-castus* ve *F. vulgare* uçucu yağları ile yapılan denemelerde, zararlının bu davranış şekli istikrarlı olarak deneme boyunca devam etmiş, hatta 96 saat sonrasında bile birkaç gün daha bu etkinin devam ettiği gözlenmiştir (Şekil 4.1). Benzer şekilde *Rosmarinus officinalis* Linnaeus (Labiatae) uçucu yağının *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) üzerinde repellent etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, uygulamadan 2 gün sonra yapılan yumurta sayımlarında zararlının, kontrole göre muameleli yaprak kısmında oldukça az sayıda yumurta bıraktığı tespit edilmiştir (Miresmailli and Isman, 2006). Repellent etkisi görülmeyen diğer uçucu yağlarda ise zamanla zararlının yaprak diskinin her iki tarafında homojen dağılım gösterdiği ve yumurta koyduğu saptanmıştır.



Şekil 4.1 Repellent etki denemesindeki zararlı davranışı; a) *Vitex agnus castus* Linnaeus, b) *Foeniculum vulgare* Miller (sol: kontrol; sağ: uygulama).

Bu çalışmada repellent etki bakımından bazı uçucu yağlarda başarılı görülen 1 ml/l'lik doz, pratikteki uygulamalar için yüksektir.

Ancak, uygulanan uçucu yağ dozunun azalmasına paralel olarak repellent etki de azalma göstermiştir.

4.3 Uçucu Yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)'un Farklı Gelişme Dönemlerine Fumigant Etkisi

Uçucu yağların zararlılar üzerine diğer önemli etkilerinden birisi de fumigant etkidir. Bu araştırma kapsamındaki uçucu yağların farklı konsantrasyonlarda (Çizelge 3.2) *T. cinnabarinus*'un ergin, nimf ve yumurtaları üzerindeki fumigant etkileri incelenmiştir. Zararlının her biyolojik dönemine 12 saat süre ile fumigasyon uygulanmıştır. Ergin ve nimfler 96. saate kadar farklı periyotlarda ölü ve canlı olarak sayılmış, yumurtaların ise 96. saatin sonunda açılma durumuna göre elde edilen verilerden (EK 2-6) uçucu yağların LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri hesaplanmıştır.

4.3.1 Uçucu yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) erginlerine fumigant etkisi

T. cinnabarinus erginlerinin uçucu yağlar ile farklı konsantrasyonlarda fumigasyon işleminden sonra farklı sürelerde yapılan canlı/ölü birey sayımlarından hesaplanan LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 incelendiğinde, 12. saat sayımlarından elde edilen veriler ile hesaplanan LC₅₀ değeri, *M. pulegium* uçucu yağı için 3.24 µl/l, *F. vulgare* için 12.49 µl/l ve *P. terebinthus* için 33.47 µl/l olarak

bulunmuştur. Bu değerler, takip eden sayım periyotları için giderek azalmış ve 96. saat sonunda sırasıyla *M. pulegium* uçucu yağı için 0.49 µl/l, *F. vulgare* için 2.67 µl/l ve *P. terebinthus* için 3.04 µl/l'ye düşmüştür. Bu sayım periyoduna ait LC₅₀ değerleri dikkate alındığında, *F. vulgare* ve *P. terebinthus* uçucu yağlarının uzun vadede benzer etki gösterdiği söylenebilir. *S. molle* ve *V. agnus-castus* uçucu yağları ise fümigant etki bakımından çok tutarlı ve başarılı sonuçlar vermemiştir. Bu uçucu yağlar özellikle 20 µl/l doza kadar erginlerde hiç ölüm meydana getirememiş, ancak *V. agnus-castus* 20 µl/l dozda, *S. molle* ise 40 µl/l dozda düşük ve düzenli olmayan ölüm değerleri sağlamıştır. Bu durum probit analizi sonuçlarına yansımıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Uçucu yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) erginlerine 12 saatlik fumigasyonu sonucu elde edilen LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri

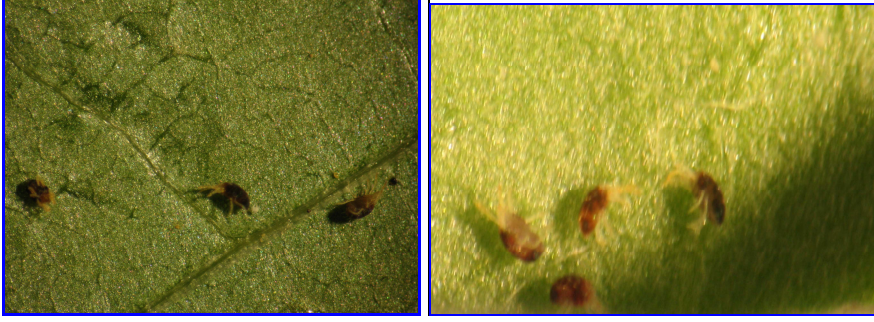
Uçucu yağlar	Zaman (saat)	Eğim (±SE)	LC ₅₀ (µl/l hava) (LCL-UCL) ^a	LC ₉₀ (µl/l hava) (LCL-UCL) ^a
<i>Mentha pulegium</i> Linnaeus	12	2.66 ± 0.47	3.24 (2.53 - 4.82)	9.85 (6.13 - 27.37)
	24	2.82 ± 0.43	2.23 (1.72 - 3.07)	6.37 (4.24 - 14.67)
	48	5.94 ± 0.97	1.33 (1.14 - 1.53)	2.19 (1.86 - 2.83)
	96	2.40 ± 0.52	0.49 (0.20 - 0.71)	1.68 (1.18 - 3.60)
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	12	1.87 ± 0.45	12.49 (8.04 - 36.42)	60.53 (24.70 - 689.4)
	24	1.81 ± 0.50	9.18 (6.22 - 23.20)	46.81 (19.96 - 726.14)
	48	3.43 ± 0.86	4.21 (2.13 - 5.78)	9.94 (6.89 - 46.85)
	96	2.57 ± 0.47	2.67 (1.59 - 3.80)	8.44 (5.56 - 22.46)
<i>Pistacia terebinthus</i> Linnaeus	12	2.53 ± 0.70	33.47 (22.50-107.8)	107.7 (49.8 - 1327)
	24	2.52 ± 0.58	25.32 (17.31-77.54)	81.57 (38.78 -1174)
	48	3.46 ± 0.58	7.82 (4.25-11.26)	18.32 (12.48 - 54.33)
	96	2.64 ± 0.52	3.04 (1.63 - 4.20)	9.28 (6.66 - 17.85)
<i>Schinus molle</i> Linnaeus	12	32.4 ± 968633	36.11	39.55
	24	30.83±634119	21.60	23.78
	48	28.48±465316	20.67	22.94
	96	2.69 ± 0.44	12.28 (9.05 - 15.75)	36.83 (26.56 - 67.28)
<i>Vitex agnus castus</i> Linnaeus	12	22.84±838860	23.12	26.31
	24	3.60 ± 1.42	36.19	82.16
	48	2.08 ± 0.47	28.22 (19.23 - 5.99)	116.7 (54.2 - 801.1)
	96	3.22 ± 1.11	17.46 (12.95 - 7.28)	43.7 (27.7 - 377.8)

^a : % 95 güven aralığı (LCL: alt limit; UCL: üst limit)

LC₅₀ : Bir zararlı popülasyonunun % 50'sinin ölmesi için gerekli doz

LC₉₀ : Bir zararlı popülasyonunun % 90'nının ölmesi için gerekli doz

Çalışmada, bazı akarların 12 saat fumigasyonun ardından sırtüstü düşmeksizin, bacaklarının ön ve arkaya doğru gerildiği ve bu pozisyonda öldükleri gözlenmiştir (Şekil 4.2). Nitekim, farklı tür akarlara karşı bazı monoterpenoidlerin ölüm etkisinde de benzeri bulgular dikkati çekmiştir (Kim. et al., 2003a; Rim and Jee, 2006).



Şekil 4.2 Fumigant etki sonucu ölen *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) erginlerinde ölüm pozisyonu.

Gözlenen bu ölümlerle ilişkili olarak, *T. cinnabarinus* ergin ve nimflerinin sadece *F. vulgare* uçucu yağı ile fumigasyonu sonrasında fırça ile kontrol edildiğinde hareket etmediği için ölmüş olduğu sanılan bireylerin birkaç saat sonra canlandığı, fakat ilerleyen zamanda bu durumun yine ölümlerle sonuçlandığı gözlenmiştir. Benzer şekilde, *F. vulgare* uçucu yağının sivrisinek larvalarında da bayıltıcı etkisi olduğu bildirilmiştir (Pitasawat et al., 2007).

Çalışma kapsamındaki uçucu yağların *T. cinnabarinus* erginleri üzerine etkisini konu alan bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ancak, bu uçucu yağların farklı akar türlerine veya böceklere karşı etkileri üzerinde çalışmalar bulunmaktadır.

Bazı bitki uçucu yağlarının *T. urticae* ve *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae)'e karşı fumigant etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, *M. pulegium* uçucu yağının 14 µl/l konsantrasyonunda *T. urticae* erginlerinde % 90'ın üzerinde ölüme neden olduğu bildirilmiştir (Choi et al., 2004). Bu çalışmada ise *M. pulegium* uçucu yağı, *T. cinnabarinus*'a karşı daha düşük dozda (1.68 µl/l) % 90

ölüme yol açmıştır. *M. pulegium* uçucu yağının bu fumigant etkisinin, içerdiği pulegon bileşeninden kaynaklandığı ileri sürülmektedir (Rim and Jee, 2006).

F. vulgare uçucu yağı ile yürütülen bir çalışmada, *Dermatophagoides* spp. (Acari: Pyroglyphidae)'ye karşı önemli düzeyde akarisidal etki gösterdiği ve bu etkinin uçucu yağ içeriğindeki (+)fenchone ve p-anisaldehyde'den kaynaklandığı vurgulanmıştır (Lee, 2004). Ancak, Erler and Tunç (2005)'un uçucu yağların yapısında bulunan bileşenlerle yürüttükleri bir çalışmada, *F. vulgare* uçucu yağının içinde yüksek düzeyde bulunan anethole bileşeninin 1.7 mg/l hava dozunda *T. cinnabarinus* erginlerinde % 99'lük ölüme neden olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, akarlar dışında *F. vulgare* uçucu yağının diğer zararlılar (*Sitophilus oryzae* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae), *Callosobruchus chinensis* (Linnaeus) (Coleoptera: Bruchidae) ve *L. serricornis*) üzerine etkilerini konu alan çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmalarda *F. vulgare* uçucu yağının anethole, estragole ve fencone bileşenlerinin fümigant etki gösterdiği bildirilmektedir (Kim and Ahn, 2001). *P. terebinthus* uçucu yağının *A. obtectus*'a karşı uygulandığı bir araştırmada, etkisinin oldukça düşük olduğu, (Papachristos and Stamopoulos, 2002a), ancak farklı bir çalışmada bileşeni olan terpinene-4-ol'un fumigasyon yoluyla *S. granarius*'a oldukça etkili olduğu saptanmıştır (Kordali et al., 2006). Bu çalışmada ise *P. terebinthus* uçucu yağı, ilk sayım periyotlarında oldukça düşük fumigant etki göstermiş, ancak 96. saate doğru bu etki nispeten artmıştır.

Araştırma kapsamında kullanılan *S. molle* uçucu yağının ise *V. destructor*'a karşı yüksek akarisit etkisi (48. saat, LD₅₀ =1.5542) olduğu

rapor edilmiştir (Ruffinengo et al., 2005). *S. molle* uçucu yağının zararlılara karşı kullanımı üzerinde yapılan başka bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ancak, bu uçucu yağın bileşenleri olan β -caryophyllenen'in üç afit türü üzerinde limonen'e kıyasla daha yüksek fumigant etki gösterdiği bildirilmiştir (Tomova et al., 2005). *V. agnuscatus* uçucu yağının fümigant etkisini konu alan bir çalışmaya rastlanmamakla birlikte, bu uçucu yağın ana bileşeni olan 1,8-cineole'ün *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acarina: Acaridae)'ye karşı %100 akarisit etki gösterdiği bildirilmiştir (Macchioni et al., 2002).

Literatürde kullanılan yöntem, dozlar ve zararlıların farklı olması nedeniyle uçucu yağların akarisidal etkileri arasında doğrudan bir karşılaştırma yapılamamıştır.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, *T. cinnabarinus* erginlerine fumigant etki bakımından en etkili uçucu yağın *M. pulegium*'a ait olduğu, bunu *F. vulgare* ve *P. terebinthus*'un izlediği tespit edilmiştir. Ayrıca, uçucu yağların 12 saatlik fumigasyonundan sonra devam edilen sayımlarda zararlıların kronik toksisiteye uğradığı, dolayısıyla fumigasyon sonrası devam eden sayım periyotlarında ölümlerin giderek arttığı görülmüştür.

4.3.2 Uçucu yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) nimflerine fumigant etkisi

T. cinnabarinus nimflerinin, uçucu yağlar ile farklı konsantrasyonlarda yürütülen fumigasyon işleminden sonra farklı

periyotlarda yapılan canlı/ölü birey sayımlarından hesaplanan LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre *M. pulegium* uçucu yağı ile 12 saatlik uygulama sonucunda tespit edilen LC₅₀ değeri 2.46 µl/l'dir. Bu değer, uygulama sonrası yapılan sayım periyotlarında düzenli olarak azalmış ve 96. saat sayımlarında 0.75 µl/l'ye kadar düşmüştür. Böylece, nimflere karşı tespit edilen fumigant etki, erginlere karşı olan etki ile paralellik göstermiştir. Nimflerin *F. vulgare* uçucu yağı ile fumigasyonundan elde edilen LC₅₀ değerleri de yine *M. pulegium* uçucu yağından sonra ikinci derecede etkili olarak belirlenmiştir. İlk sayım periyodunda nispeten düşük olan (LC₅₀= 20.13 µl/l) *F. vulgare* uçucu yağının fumigant etkisi, sayım periyotlarının ilerlemesine bağlı olarak artmış ve 96. saat sonunda en yüksek etkiye ulaşılmıştır. Bu sayım periyoduna ait LC₅₀ değeri 2.56 µl/l olarak tespit edilmiştir. *P. terebinthus* uçucu yağının ilk sayım periyodundaki fumigant etkisi ise *F. vulgare* uçucu yağına benzer bulunmuştur. Ancak bu etki, devam eden sayım periyotlarında *F. vulgare*'nin fumigant etkisine kıyasla daha düşük düzeyde kalmıştır. Nitekim, 96. saatin sonunda *P. terebinthus* uçucu yağı için hesaplanan LC₅₀ değeri (5.08 µl/l), *F. vulgare* uçucu yağının LC₅₀ değerinin yaklaşık 2 katıdır. *S. molle* ve *V. agnus-castus* uçucu yağlarının LC₅₀ değerleri (Çizelge 4.4) dikkate alındığında, erginler üzerinde olduğu gibi, nimflere de düşük fumigant etki gösterdiği sonucuna varılmaktadır. Ancak, *S. molle* uçucu yağının nimflere olan etkisinin, erginlere oranla daha yüksek olduğu ifade edilebilir.

Çizelge 4.4 Uçucu yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) nimflerine 12 saatlik fumigasyonu sonucu elde edilen LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri

Uçucu yağlar	Zaman (saat)	Eğim (±SE)	LC ₅₀ (µl/l hava) (LCL-UCL) ^a	LC ₉₀ (µl/l hava) (LCL-UCL) ^a
<i>Mentha pulegium</i> Linnaeus	12	4.42 ± 0.65	2.46 (2.13 - 2.87)	4.79 (3.89 - 6.73)
	24	6.05 ± 0.89	1.70 (1.50 - 1.93)	2.77 (2.37 - 3.54)
	48	6.81 ± 1.07	0.91 (0.81 - 1.03)	1.41 (1.22 - 1.78)
	96	8.25 ± 1.25	0.75 (0.67 - 0.83)	1.07 (0.95 - 1.29)
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	12	2.07 ± 0.67	20.13 (10.97 - 231.7)	84.0 (27.3 - 10839.5)
	24	1.72 ± 0.43	6.65 (4.64 - 12.50)	36.85 (17.16 - 302.37)
	48	4.73 ± 1.69	3.73 (1.93-4.50)	6.95 (5.72 - 14.17)
	96	3.65 ± 0.67	2.56 (1.94 - 3.12)	5.76 (4.60 - 8.44)
<i>Pistacia terebinthus</i> Linnaeus	12	5.52 ± 1.24	19.98 (17.36 - 25.12)	34.10 (26.58 - 61.73)
	24	3.53 ± 0.54	13.44 (11.36 - 16.51)	30.97 (23.40 - 50.23)
	48	4.64 ± 0.60	6.21 (5.40 - 7.15)	11.73 (9.80- 15.35)
	96	27.1 ± 244721	5.08	5.70
<i>Schinus molle</i> Linnaeus	12	9.04 ± 1.32	27.72 (25.01 - 30.78)	38.42 (34.16 - 45.89)
	24	3.27 ± 0.43	15.26 (12.88 - 18.20)	37.62 (29.40 - 55.14)
	48	4.04 ± 0.71	10.88 (8.51 - 13.02)	22.59 (18.45 - 31.48)
	96	4.50 ± 0.75	8.35 (6.87 - 9.80)	16.08 (13.28 - 22.03)
<i>Vitex agnus castus</i> Linnaeus	12	0.00 ± 379621		
	24	5.32 ± 1.23	20.52 (17.71 - 26.54)	35.72 (27.32 - 69.34)
	48	4.34 ± 0.68	13.52 (11.67 - 15.97)	26.70 (21.35 - 39.32)
	96	6.18 ± 0.93	11.02 (9.74 - 12.45)	17.77 (15.31 - 22.52)

^a : % 95 güven aralığı (LCL: alt limit; UCL: üst limit)

LC₅₀: Bir zararlı popülasyonunun % 50'sinin ölmesi için gerekli doz

LD₉₀: Bir zararlı popülasyonunun % 90'nının ölmesi için gerekli doz

Çizelgede 4.4'de görüldüğü gibi 12. saatin sonunda düşük fumigant etkiye (LC₅₀=27.72) sahip olan *S. molle* uçucu yağının etkisi, ilerleyen sayım periyotlarında artarak devam etmiş ve nihayet 96. saatin sonunda en yüksek değere (LC₅₀=8.35 µl/l) ulaşmıştır. *V. agnus-castus* uçucu yağı ise nimflere karşı en düşük fumigant etki gösteren uçucu yağ olmuştur.

Sayımlar sırasında yapılan gözlemlerde nimflerin de yine erginlerde olduğu gibi, bacakların ön ve arkaya doğru gerildiği tipik pozisyonda öldüğü görülmüştür.

M. pulegium'un akarlar dışındaki zararlılardan *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae)'un ergin, nimf ve yumurtalarına 2.3-4.7 µl/l doz aralığında yüksek fumigant etki gösterdiği bildirilmiştir (Choi et al., 2003). Ayrıca, aynı uçucu yağın *Mayetiola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae)'un bütün dönemlerinde %100 ölüme neden olabilmesi için 2µl/l dozunun yeterli olduğu belirtilmiştir (Lamiri et al., 2001).

F. vulgare uçucu yağının 42.7-56.3 ppm doz aralıklarında, önemli sivrisinek türü olan *Anopheles dirus* Peyton & Harrison ve *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera: Culicidae) 'ye karşı 24 saatlik muameleye tabi tutulan larvalarında LC₅₀ değerinin 49.32 ppm olarak saptandığı (Pitasawat et al., 2007), yine *T. castaneum*'un larvalarına karşı tespit edilen LC₅₀ değerinin ise 17.48 µl olduğu bildirilmiştir (Chaubey, 2007).

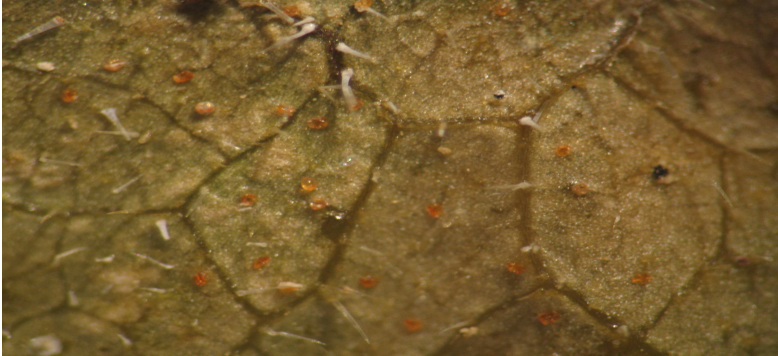
Literatürde, *M. pulegium* ve *F. vulgare* uçucu yağlarının farklı zararlı nimfleri/larvaları için bildirilen etkili doz aralıkları ile bu araştırmada tespit edilen doz aralığının uyumlu olduğu görülmektedir.

S. molle ve *V. agnus-castus* uçucu yağlarının *T. cinnabarinus*' un nimf dönemine karşı fumigant etkisini içeren bir literatüre rastlanmamıştır. Ancak, bu iki bitkinin uçucu yağları veya uçucu yağlarının ana bileşenleri ile farklı zararlıların larva dönemlerine karşı yürütülmüş çalışmalar mevcuttur (Pushpalatha and Muthukrishnan, 1995; Lucia et al., 2007; Tandon et al., 2008).

4.3.3 Uçucu yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) yumurtalarına fumigant etkisi

Araştırma kapsamındaki uçucu yağların *T. cinnabarinus* yumurtaları üzerinde fumigant etkisini belirlemek amacıyla, farklı konsantrasyonlarda 12 saat süre ile fumigasyon işlemine tabi tutulmuş yumurtaların 96. saat sonunda açılan ve açılmayan değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen verilerden hesaplanan LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Yapılan gözlemlerde uçucu yağdan etkilenen yumurtaların önce buruştuğu, zamanla renginin koyulaşarak turuncuya döndüğü ve kuruduğu görülmüştür (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) yumurtalarına uçucu yağların fumigant etkisi.

Sayım sonuçlarına göre yumurta açılımının %50 engellendiği doz olan LC₅₀ değeri hesaplanmıştır. Bu değer, *M. pulegium* uçucu yağı için 0.60 µl/l, *F. vulgare* için 2.67 µl/l ve *P. terebinthus* için de 16.73 µl/l olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.5 Uçucu yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) yumurtalarına 12 saatlik fumigasyonu sonucu elde edilen LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri

Uçucu yağlar	Eğim (±SE)	LC ₅₀ (µl/l hava) (LCL-UCL) ^a	LC ₉₀ (µl/l hava) (LCL-UCL) ^a
<i>Mentha pulegium</i> Linnaeus	5.93 ± 0.87	0.60 (0.54 - 0.67)	0.99 (0.87 - 1.22)
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	4.37 ± 0.46	2.67 (2.17 - 3.30)	5.25 (4.09 - 8.18)
<i>Pistacia terebinthus</i> Linnaeus	3.51 ± 0.48	16.73 (12.61 - 27.83)	38.77 (24.56 - 141.49)
<i>Schinus molle</i> Linnaeus	32.2 ± 4843165	35.93	39.38
<i>Vitex agnus castus</i> Linnaeus	0.0 ± 3099593	*	*

^a : % 95 güven aralığı (LCL: alt limit; UCL: üst limit)

*: etki tespit edilemedi

LC₅₀: Bir zararlı popülasyonunun % 50'sinin ölmesi için gerekli doz

LD₉₀: Bir zararlı popülasyonunun % 90'nunun ölmesi için gerekli doz

S. molle uçucu yağının etkisi düşük bulunurken (LC₅₀ = 35.93 µl/l), *V. agnus-castus* uçucu yağının yumurta açılımını engelleme açısından hiçbir etkisi bulunmamış, dolayısıyla LC₅₀ değeri hesaplanamamıştır (Çizelge 4.5).

Elde edilen LC₅₀ değerleri, *T. cinnabarinus* yumurtaları üzerinde fumigant etkisi en yüksek uçucu yağın *M. pulegium*'a ait olduğunu göstermiştir. Yumurtalara fumigant etki bakımından diğer uçucu yağların yüksekten düşüğe doğru sıralanışı *F. vulgare*, *P. terebinthus* ve *S. molle* olarak gerçekleşmiştir.

V. agnus-castus uçucu yağının ise *T. cinnabarinus* yumurtaları üzerinde yüksek dozlarda (2.5, 5.0, 10.0, 20.0 µl/l) uygulanmış olmasına rağmen hiç fumigant etki göstermediği tespit edilmiştir. Nitekim, bu uçucu yağların zararlının diğer dönemlerine fumigant etkisi de bu sıralanış doğrultusunda gerçekleşmiş, en yüksek akarisit etki *M. pulegium* uçucu yağında, en düşük etki *V. agnus-castus*'da görülmüştür. Genel olarak *T. cinnabarinus* yumurtaları için hesaplanan LC₅₀ değerleri ile zararlının diğer dönemleri için hesaplanan LC₅₀ değerleri birbirine yakın bulunmuştur.

M. pulegium uçucu yağının *T. urticae* yumurtalarına 9.3. µl/l dozundaki fumigant uygulamasında yüksek etki saptanırken (Choi et al., 2004), *M. destructor* üzerinde yürütülen farklı bir çalışmada ise 2µl/l dozda zararlının yumurtalarında %100 ölüme neden olduğu bildirilmiştir (Lamiri et al., 2001). Farklı zararlılar için elde edilen bu sonuçlar ile mevcut araştırma bulgularının oldukça uyumlu olduğu görülmüştür.

F. vulgare uçucu yağının ana bileşeni olan anethol ile yapılan bir fumigasyon çalışmasında, *T. cinnabarinus* yumurtaları üzerine 3.4 mg yağ/l hava dozunda % 78'e varan toksisite sağlandığı tespit edilmiştir (Erler and Tunç, 2005).

Bu araştırmada tespit edilen ve literatürde de bildirilen uçucu yağların zararlı yumurtaları üzerinde fumigant etkisinin nasıl bir mekanizma üzerinden gerçekleştiği hakkında aydınlatıcı bir bulguya rastlanmamıştır.

4.4 Uçucu Yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)'un Gelişme ve Çoğalmasına Etkileri

Uçucu yağların doğrudan etkisi dışında, zararlı üzerine dolaylı etkilerini de değerlendirmek için fumigasyon işlemi sonrasında hala canlılığını devam ettirebilen dişi bireylerin 96. saatin sonunda dişi başına bıraktıkları yumurta sayısı, ovipozisyonu engelleme indeksi, bırakılan yumurtaların 7. günün sonunda açılma oranları ve ergin çıkış durumları araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, tüm uygulamalarda ve kontrolde dişi başına bırakılan yumurta sayısı, 10.9 ile 34.1 arasında değişmiştir. Bırakılan yumurta sayısı, fumigasyonda kullanılan uçucu yağa göre önemli ($P<0.05$) düzeyde farklılık göstermiş, en az yumurta *M. pulegium* uçucu yağı uygulanmış dişilerde, en çok yumurta ise kontrol grubunda saptanmıştır. Yumurta bırakmayı engelleme bakımından *F. vulgare* ve *P. terebinthus* uçucu yağları arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. *S. molle* ve *V. agnus-castus*'da ise yumurta bırakmayı engelleme etkisi görülmemiştir. Nitekim, bu iki uçucu yağın uygulandığı dişilerde bırakılan yumurta sayıları kontrol grubundan istatistiksel olarak farksız bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 Uçucu yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)'un gelişme ve çoğalmasına etkisi (OEİ: Ovipozisyonu engelleme indeksi, YAEİ: Yumurta açılımını engelleme indeksi, YAO: Yumurta açılma oranı, EÇ: Ergin çıkışı)

Uçucu yağlar ve uygulama dozları	Yumurta (adet/dişi)	OEİ (%)	YAO (%)	YAEİ (%)	EÇ (%)
<i>Mentha pulegium</i> Linnaeus 0.5 µl/l	10.9 c ± 1.7	55.9 a ± 6.4	69.9 b ± 8.9	29.9 a ± 8.9	90 b ± 4
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller 2 µl/l	26.7 b ± 0.8	12.2 bc ± 2.3	99.0 a ± 0.4	12.6 bc ± 2.2	100 a ± 0
<i>Pistacia terebinthus</i> Linnaeus 2.5 µl/l	24.6 b ± 0.8	16.3 b ± 2.1	99.0 a ± 0.6	16.7 b ± 2.1	98 a ± 2
<i>Schinus molle</i> Linnaeus 10 µl/l	32.8 a ± 0.9	1.1 d ± 2.2	99.3 a ± 0.4	2.3 c ± 2.2	100 a ± 0
<i>Vitex agnus-castus</i> Linnaeus 10 µl/l	31.9 a ± 0.9	3.4 dc ± 1.9	100 a ± 0.0	3.3 c ± 1.9	100 a ± 0
Kontrol	34.1 a ± 0.9	-	99.9 a ± 0.1	-	100 a ± 0

Veriler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir
Sütunlardaki farklı harfler ortalamaların farklı (P<0.05) olduğunu göstermektedir.

Ovipozisyon engelleme indeksi (OEİ) uçucu yağlara göre % 1.1 ile % 55.9 değerleri arasında değişmiştir. En yüksek OEİ değeri *M.*

pulegium uçucu yağında belirlenirken, bunu birbirinden farklı olmaksızın *P. terebinthus* ve *F. vulgare* izlemiştir. Ancak, OEİ değeri bakımından *V. agnus-castus* ile *F. vulgare* arasında fark olmadığı da görülmüştür. OEİ değeri en düşük olan uçucu yağ ise *S. molle* olmuştur (Çizelge 4.6).

Uçucu yağlar ile fumigasyon uygulanan *T. cinnabarinus* erginlerinin bıraktıkları yumurtaların açılma oranları (YAO) % 69.9 ile % 100 arasında belirlenmiş ve YAO değerleri uçucu yağlara göre istatistiksel olarak ($P<0.05$) farklılık göstermiştir. En düşük değer, *M. pulegium* uçucu yağı uygulanmış bireylerin yumurtalarında görülürken, diğer uçucu yağların YAO değerleri kontrolden farksız bulunmuştur.

Uçucu yağlar ile fumigasyona tabi tutulmuş *T. cinnabarinus* erginlerinin bıraktıkları yumurtalardan açılanlar sayılmış ve fumigasyonun devam eden etkileri bu parametre üzerinden de değerlendirilmiştir. Böylece, hesaplanan yumurta açılımını engelleme indeksi (YAEİ) değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre *M. pulegium* uçucu yağı % 29.9 değeri ile en yüksek YAEİ değerine sahip olmuştur. YAEİ bakımından *P. terebinthus* ve *F. vulgare*, aralarında istatistiksel farklılık olmaksızın daha düşük değerlerde bulunmuştur. Diğer uçucu yağların ise YAEİ değerleri kayda değer bulunmamıştır.

Uçucu yağlar ile fumige edilen *T. cinnabarinus* erginlerinin bıraktıkları yumurtalardan çıkan nimflerin biyolojik gelişimleri de izlenerek ergin çıkışları (EÇ) değerlendirilmiştir. Uçucu yağların söz konusu EÇ üzerine etkisi istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Bu farklılığı, ergin çıkışını % 10 baskılayan *M.*

pulegium'un oluşturduğu görülmüştür. Diğer uçucu yağların ise EÇ üzerine önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Nimflerin ergin döneme geçmesi üzerine *M. pulegium* uçucu yağının etkisini açıklayan bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Tüm uçucu yağların gelişme ve çoğalmaya etkileri bakımından genel bir değerlendirme yapılırsa, *M. pulegium*'un diğer uçucu yağlara göre daha etkili olduğu açıktır. Bu açıdan ikinci düzeyde etkili bulunan uçucu yağlar ise *P. terebinthus* ve *F. vulgare*'ye aittir. Ancak bu uçucu yağlar, yumurta verimi ve ergin çıkışı parametrelerinden bazılarında (YAO ve EÇ) kontrol ile benzer sonuçlar göstermiştir.

T. cinnabarinus'un bıraktığı yumurta, bırakılan yumurtanın açılımı ve ergin çıkışı üzerine bu çalışmada kullanılan uçucu yağların etkisini konu alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, bu uçucu yağlarda bulunan bazı bileşenlerin fumigant etki yoluyla bazı *Tetranychus* spp. üzerinde yumurta bırakma ve yumurta açılımı bakımından etkileri araştırılmıştır. Örneğin, *T. urticae*'de pulegone, menthone ve menthole ile 72 saatlik fumigasyon işlemi sonrasında ovipozisyonda önemli ölçüde azalma saptanmıştır. Bu azalış yaprak başına bırakılan yumurta sayısı olarak pulegone'da 7.7, menthone'da 18.8 ve menthole'de 32.2 olarak belirlenmiştir (Larson and Berry, 1984). Pulegon ile sağlanan bu sonuçlar, halihazırda % 90'ından fazlasını pulegon'un oluşturduğu *M. pulegium* uçucu yağı ile elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. *P. terebinthus* uçucu yağının ise fumigasyon uygulaması ile bir ambar zararlısı olan *A. obtectus*'un yumurta verimi üzerinde herhangi bir etki göstermediği saptanmıştır (Papachristos and Stamopoulos, 2002a). Ancak, mevcut çalışmada bu uçucu yağın *T. cinnabarinus*'un yumurta

verimine sınırlı düzeyde de olsa etkili olmasının zararlı, uygulama süresi ve doz farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

F. vulgare uçucu yağının ana bileşeni olan anethole ile yürütülen bir fumigant etki denemesinde, bu uçucu yağın *T. cinnabarinus* yumurta verimini % 67-90, yumurta açılımını ise % 33-66 oranında engellediği tespit edilmiştir (Erler and Tunç, 2005). Bu uçucu yağ, tarafımızdan yürütülen bu çalışmada da yumurta verimini önemli düzeyde azaltmış, yumurta açılımını engellemede başarılı sonuçlar vererek literatür çalışmaları ile nispeten paralellik göstermiştir.

Genel olarak fumigant etki çalışmalarında, aynı uçucu yağlarla yapılan farklı çalışmalardan elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, farklı bulgular elde edildiği görülmektedir. Bu farklılık, genel olarak uçucu yağ elde edilen bitkilerin toplandığı mevsime, toplama zamanına ve yetiştiği çevre koşullarına bağlıdır. Uçucu yağların fumigasyon koşullarındaki ışık, nem ve sıcaklığın da fumigasyon etkinliğini değiştirdiği göz ardı edilmemelidir. Ayrıca, konukçu bitkide bulunan kimyasalların da uçucu yağın etkisine sinerjistik veya antagonistik etki gösterebileceği, zararlı türüne ve zararlının farklı dönemlerine göre etkinin değişebileceği değerlendirilmiştir (Larson and Berry, 1984; Panizzi et al., 1993; Ceylan, 1997; Muller et al., 1997; Buchbauer, 2000; Chiasson et al., 2000; Masotti et al., 2003; İpek et al., 2005; Angioni et al., 2006).

4.5 Uçucu Yağların Fitotoksik Etkisi

Uçucu yağların bitkisel pestisit olarak kullanımındaki muhtemel sorunlardan birisi de bitkilerin bazı uçucu yağ ve bileşenlerinden olumsuz etkilenerek fitotoksikite uğramalarıdır. Bu olumsuz etki, bitkiden bitkiye farklılık göstermekte ve bir bitki için kabul edilebilir düzeydeki fitotoksik etki, diğer bir bitkide sorun oluşturmaktadır. Örneğin, sebze yapraklarında meydana gelen ve önemsiz sayılan fitotoksik belirtiler göz ardı edilebilirken, süs bitkilerinde bu durum sorun teşkil etmekte ve tüketici tercihini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle denemelerde kullanılan uçucu yağların fitotoksik etkileri de araştırılmıştır. Bu amaçla domates, hıyar, patlıcan ve fasulye bitkileri uçucu yağların en yüksek dozu ile fumigasyona tabi tutulmuş ve uygulama sonrası bitki yapraklarındaki leke, nokta, yanıklık, sararma, şekil bozukluğu, gövdede ve köklerde yanıklık, bitkide solgunluk gibi belirtiler bakımından gözlenmiştir.

On iki saatlik fumigasyon işleminden sonra 96. saate kadar bitkilerde fitotoksikite bakımından gözlemler yapılmış ve *M. pulegium* uçucu yağının domates, patlıcan ve fasulye bitkilerinde herhangi bir fitotoksik etkisine rastlanmamıştır. Hıyar bitkilerinde ise yaprak uçlarında renk açılması ve kurumalar gözlenmiştir. Ancak, hıyarda gözlenen bu olumsuz etkiler bitki gelişimi açısından kayda değer bir olumsuzluk meydana getirmemiştir.

F. vulgare ve *V. agnus-castus* uçucu yağlarında ise patlıcan, domates, hıyar ve fasulye bitkilerinde gelişmeye engel olacak düzeyde bir fitotoksik etkiye rastlanmamıştır.

P. terebinthus uçucu yağının fitotoksisite denemelerinde domates bitkilerinden sadece birisinde sınırları belirgin olmayan kahverengi lezyonlar gözlenmiştir. Hıyarda tek bir bitkinin yaprağında geniş alanlı çillenme, diğer bir bitkinin yaprağında uçlarda renk açılmaları gözlenmiştir. Patlıcanda tek bir yaprakta uçtan kuruma ve kıvrılma gözlenirken, fasulye bitkisinde herhangi bir fitotoksisiteye rastlanmamıştır. Genel olarak tüm bitkilerde gelişmeyi engelleyecek bir fitotoksisite göstermemiştir.

Zararlı üzerinde kayda değer bir etki sağlayamayan *S. molle* uçucu yağında domates, patlıcan ve fasulye bitkilerinde önemli bir fitotoksisite saptanmazken, hıyar bitkilerinden sadece birisinde renk açılması gözlenmiş, ancak bu olumsuzluk bitki gelişimini etkilememiştir.

Genel olarak uygulama yapılan bitkilerle aynı koşullarda tutulan ancak, uçucu yağ fumigasyonuna tabi tutulmayan tüm kontrol grubu bitkilerinde hiçbir olumsuzluk gözlenmemiştir.

Tüm fitotoksisite sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, uygulama yağlarının bazılarında etkilenen en hassas bitki hıyar olurken, en dayanıklıları fasulye ve domates bitkileri olmuş ve bunu patlıcan bitkisi izlemiştir. Ancak, bitkilerin bu hassasiyeti uçucu yağlara göre de değişiklik göstermiştir.

M. pulegium, *P. terebinthus* ve *S. molle* uçucu yağları uygulanmış bazı bitkilerde gözlenen sınırlı fitotoksisite belirtilerinin, bitkilerin epikütikula yapılarındaki fiziksel veya kimyasal farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Uçucu yağlar apolar kimyasal yapılarından dolayı benzer polaritedeki yapılarda absorblanır ve çözünürler (Tsao et al., 1995). Bu durum dikkate alındığında, özellikle

mumsu yapıları daha yoğun olan bitkilerde uçucu yağ absorblanmasının daha fazla olacağını ve absorblanan bu kimyasal yapıların bitki dokularına zarar verebileceğini düşündürmektedir. Nitekim, uçucu yağların herbisidal etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, fitotoksik etkinin bazı bitkilerin epikutikulasında bulunan mumsu tabakanın hassasiyetinden kaynaklandığı ileri sürülmektedir (Isman et al., 2006). Bu araştırma dışında uçucu yağların sera bitkileri üzerine fitotoksitesini açıklamaya odaklanan çalışmalara ulaşılamamıştır. Ancak, uçucu yağ ve bileşenlerinin fitotoksik etkileri üzerinde yürütülen sınırlı sayıda çalışmalar mevcuttur. Örneğin Lee et al. (1997)'ın yürüttükleri bir çalışmada *M. pulegium* uçucu yağının ana bileşeni olan pulegone'un mısır bitkisi üzerinde herhangi bir fitotoksikite oluşturmadığı rapor edilmiştir. Aynı çalışmada, uygulanan diğer bileşenler içinde mısır bitkisine karşı en güvenilir bileşenin pulegon olduğu sonucuna varılmıştır. Pulegone için bildirilen bu sonuç ile mevcut çalışmada % 90'dan fazlasını pulegonun oluşturduğu *M. pulegium* uçucu yağı ile yürütülen fitotoksik etki sonuçları, hıyar bitkisi dışında benzerlik göstermektedir. Diğer bir çalışmada yine domates, biber, hıyar ve patlıcan bitkileri üzerinde *P. terebinthus* uçucu yağındaki terpinene-4-ol bileşeninin fitotoksik etkisi araştırılmış, uygulanan tüm bitkilerde az çok fitotoksik etkilere rastlanmıştır (Erlar and Tunç, 2005). Yine aynı çalışmada *V. agnus-castus* uçucu yağının ana bileşeni olan 1,8-cineole'ün bitkilere uygulanan düşük dozunda (0.8 mg/l) fitotoksik etki gözlenmezken, yüksek dozda (1.7 ve 13.6 mg/l) fitotoksik belirtiler oluşturduğu bildirilmiştir. *F. vulgare* uçucu yağının ana bileşeni olan anethole'ün ise hiçbir fitotoksik etkisi gözlenmemiştir. Ancak, farklı bir

çalışmada içeriğinde yüksek oranda anethole bulunan *Pimpinella anisum* L. (Apiaceae) uçucu yağının 2µl/l dozunda 96 saat süre ile fumigasyonuna tabi tutulan domates, fasulye ve hıyar bitkilerinin her üçünde de fitotoksisite oluşturduğu, ana bileşeni 1,8-cineole olan *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt (Myrtaceae) uçucu yağının ise aynı dozda bu bitkilerde fitotoksik etki göstermediği belirlenmiştir (Tunç and Şahinkaya, 1998).

4.6 Örtüaltı Uygulaması

Laboratuvar koşullarında en yüksek etkiye sahip olan *M. pulegium* uçucu yağının pratik uygulamalardaki etkinliğinin teyit edilmesi ve muhtemel aksaklıkların belirlenmesi amacıyla alçak plastik tünelde de denemeler yürütülmüştür. Bu amaçla, *M. pulegium* uçucu yağının laboratuvar koşullarındaki en etkili dozu (4µl/l) denenmiş ve biri kontrol, diğeri uygulama olmak üzere iki adet alçak plastik tünelden faydalanılmıştır. Fumigasyon işlemi iki tekrarlı olarak yürütülmüştür. Bu işlemler farklı sıcaklıklardaki etkileri değerlendirebilmek amacıyla biri gündüz, diğeri ise gece saatlerinde 12 saat süreyle uygulanmıştır. Bu uygulamaların hemen öncesinde ve uygulamaları takip eden 14 gün boyunca yapraklardaki canlı bireyler sayılmıştır. Sayım sonuçlarından Henderson-Tilton eşitliğine göre hesaplanan % etki değerleri Çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Alçak plastik tünelde 4µl/l dozunda uygulanan *Mentha pulegium* Linnaeus uçucu yağının gündüz uygulanmasıyla elde edilen biyolojik etki (%) değerleri

Gözlem periyotları	Kontrol		Uygulama			
	Ergin	Nimf	Ergin		Nimf	
	CS ^a	CS ^a	CS ^a	Etki (%) ^b	CS ^a	Etki (%) ^b
Uygulama öncesi	14.86	10.44	11.72	-	15.78	-
Uygulama sonrası						
1. Gün	11.33	10.11	3.58	67.55	3.44	71.03
3. Gün	10.31	9.36	2.08	71.58	2.42	79.65
7. Gün	10.56	11.25	2.00	74.50	2.47	84.36
14. Gün	8.61	14.72	2.11	72.93	2.25	89.25

^a: CS: Ortalama canlı birey sayısı/yaprak

^b: Henderson-Tilton'a göre hesaplanmış etki değeri

Alçak plastik tünelde gündüz uygulamalarında fumigasyonu takip eden 1. günden itibaren zararlının her iki döneminde de belirgin % etki farklılığı saptanmıştır. Çizelge 4.7'deki sonuçlar değerlendirildiğinde, bu durumun devam eden sayım günlerinde de korunduğu, hatta nimflerde saptanan etkinin kısmen arttığı ifade edilebilir. İkinci fumigasyon işlemine kadar kendi haline bırakılan populasyon, uygulama yapılan alçak tünelde yeni bir denemeye imkan tanımayacak düzeyde azalırken, kontrol denemelerinin yürütüldüğü alçak tünelde yoğun olarak artmıştır. Bu durum, *M. pulegium* uçucu yağının laboratuvar denemelerinde olduğu gibi alçak plastik tünelde de *T. cinnabarinus*'un yumurta bırakma ve

birakılan yumurtaların açılımını benzer düzeyde engellediğini düşündürmektedir.

Aynı dozlar üzerinden genel bir değerlendirme yapıldığında, *M. pulegium* uçucu yağının alçak plastik tünel koşullarındaki % etki değerleri, laboratuvar koşullarındakine kıyasla düşük bulunmuştur. Her ne kadar mümkün olduğunca sızdırmazlık sağlanmaya çalışılsa da muhtemel kaçaklar veya başka nedenlerle uçucu yağ konsantrasyonunun düşmüş olabileceği ve etki farklılığının bundan kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Tunç and Şahinkaya (1998), benzer şekilde zararlı için gerekli fumigasyon dozunun laboratuvar koşullarında belirlenenden fazla olması gerektiğini yorumlamışlardır. Diğer bir yaklaşımla, çalışmamızdaki fumigasyon işleminin bir kısmının gündüz saatlerine rastlaması uçucu yağ bileşenlerinin ısı, ışık ve oksijen varlığında belirli ölçüde bozulma ihtimalini de düşündürmektedir. Nitekim, Isman (2000), uçucu yağların ısı, ışık ve oksijen etkisiyle bozulduğunu bildirmektedir.

Alçak plastik tünelde gece uygulanan fumigasyon sonucunda ise ilk denemeye kıyasla daha düşük % etki değerleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). İlk denemede *T. cinnabarinus* ergin ve nimflerinde belirlenen yüksek etki değerleri (>%67), ikinci uygulama sonrası yapılan sayımlarda düşmüştür (<%54). Bu durumun muhtemel nedeninin, soğuk koşullarda gaz fazında bulunan yağın havadaki hareket hızının yavaşlaması ve kısmen yoğunlaşarak hava içerisindeki konsantrasyonlarının düşmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.8 Alçak plastik tünelde 4µl/l dozunda uygulanan *Mentha pulegium* Linnaeus uçucu yağının gece uygulanmasıyla elde edilen biyolojik etki (%) değerleri

Gözlem periyotları	Kontrol		Uygulama			
	Ergin	Nimf	Ergin		Nimf	
	CS ^a	CS ^a	CS ^a	Etki (%) ^b	CS ^a	Etki (%) ^b
Uygulama öncesi	28.06	19.39	18.08		14.33	
Uygulama sonrası						
1. Gün	18.08	18.61	15.08	18.64	12.50	22.64
3. Gün	38.39	24.94	16.56	16.98	12.42	35.85
7. Gün	64.00	80.33	13.64	45.97	20.14	48.53
14. Gün	73.33	88.78	13.14	50.85	25.47	54.13

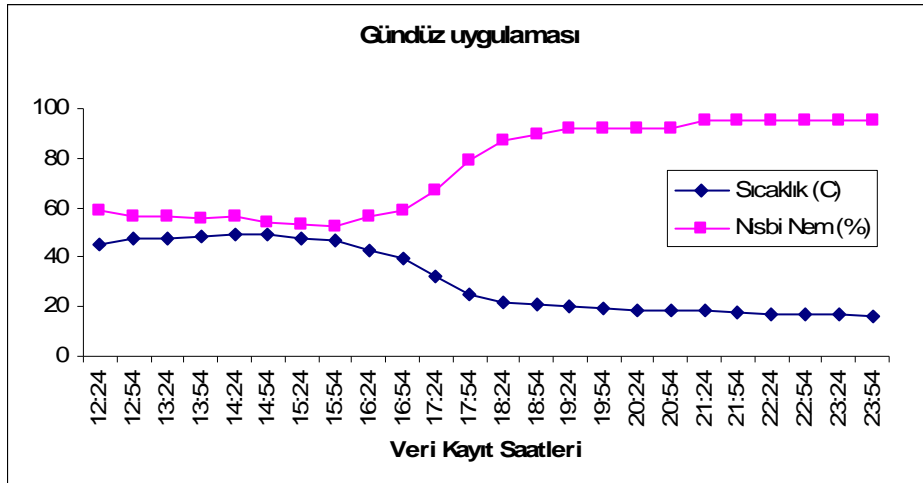
^a: CS: Ortalama canlı birey sayısı/yaprak

^b: Henderson-Tilton'a göre hesaplanmış etki değeri

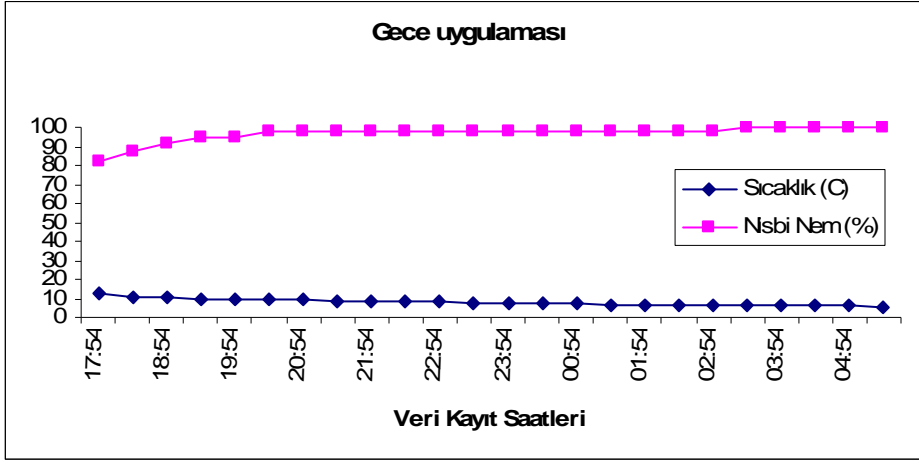
Yapılan bir çalışmada, üç farklı uçucu yağın *A. obtectus*'a karşı fumigant etkisi farklı sıcaklıklarda denenmiş, sonuçlar 10 °C'nin altındaki ve 26 °C'nin üzerindeki sıcaklıkların toksisiteye fazla etkisinin olmadığı, ancak bu aralıkta kalan ortalama sıcaklıkların toksisiteyi arttırdığı belirlenmiştir (Papachristos and Stamopoulos, 2002b). Ayrıca aynı çalışmada uçucu yağların etkinliği, buharlaşma hızları ve buhar fazındaki uçucu yağ bileşenlerinin zararlı bünyesine difüzyonu gibi ilişkilerde, sıcaklığın belirleyici rol oynadığını vurgulamışlardır. Ambar zararlılarından *A. obtectus*, *Sitophilus granarius* (Linnaeus) ve *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae)'ye karşı yürütülen farklı

bir çalışmada ise 6 uçucu yağın 10, 20 ve 30 °C'lik sıcaklıklarda fumigant etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda sıcaklığın artışına paralel olarak ölümlerin de arttığı, bazı uçucu yağların [*Mentha spicata* Linnaeus ve *Micromeria fruticosa brachycalyx* PH Davis (Labiatae)] 20 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda 24 saatlik fumigasyon ile, % 100 ölüme neden olduğu bildirilmiştir. (Karakoç et al., 2006).

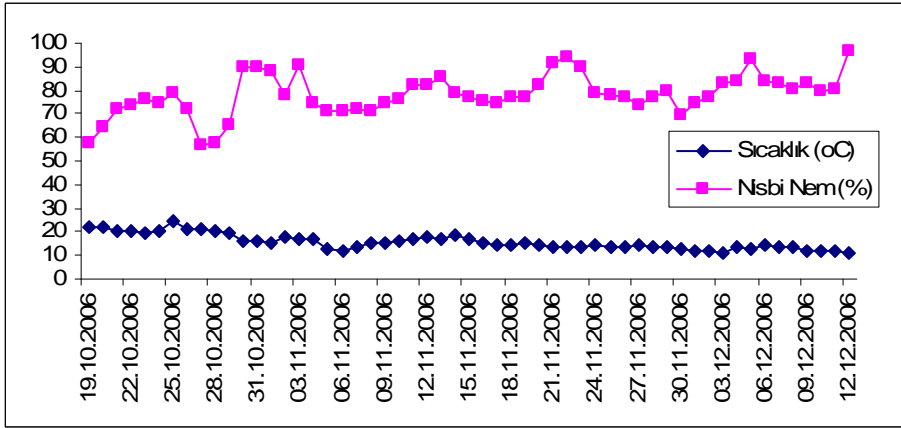
Alçak plastik tünellerde yürütülen ardışık iki fumigant etki denemesi arasındaki farklılığın sıcaklıkla ilişkili olduğu görülmektedir. Nitekim sıcaklık ve nem ölçüm değerleri fumigasyon işlemleri sırasında (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5) ve fumigasyon işlemleri sonrasındaki sayım süreçlerinde birbirlerinden farklı seyretmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.4 Alçak plastik tünelde *Mentha pulegium* Linnaeus uçucu yağının gündüz uygulanması sırasında 30 dakika aralıklarla kaydedilen sıcaklık (°C) ve nisbi nem (%) değerleri.



Şekil 4.5 Alçak plastik tünelde *Mentha pulegium* Linnaeus uçucu yağının gece uygulanması sırasında 30 dakika aralıklarla kaydedilen sıcaklık (°C) ve nisbi nem (%) değerleri.



Şekil 4.6 Denemeler süresince alçak plastik tünelde kaydedilen günlük ortalama sıcaklık (°C) ve nisbi nem (%) değerleri.

Sonuç olarak, *M. pulegium* bitkisinden elde edilen uçucu yağın *T. cinnabarinus*'a karşı alçak plastik tünel koşullarında fumigant olarak etki edebileceği görülmüştür. Bu uygulamanın özellikle sıcaklığın yüksek olduğu zamanlarda (20-40 °C) yapılması, zararlı mücadelesindeki başarıyı arttırabileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde önemli zararlara yol açan *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae)'un mücadelesinde kimyasal pestisitlere alternatif olarak bitkisel kaynaklı uçucu yağların etkinliği araştırılmıştır. Çalışma kapsamında ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren ve/veya yetişen beş farklı bitkinin [*Mentha pulegium* Linnaeus (Labiatae), *Vitex-agnus-castus* Linnaeus (Verbenaceae), *Foeniculum vulgare* Miller (Umbellifera), *Pistacia terebinthus* Linnaeus (Anacardiaceae), *Schinus molle* Linnaeus (Anacardiaceae)] uçucu yağlarının *T. cinnabarinus*'un farklı dönemlerine karşı etkileri laboratuvar koşullarında araştırılmış ve etkin olarak belirlenen *M. pulegium* uçucu yağı örtüaltında da denenmiştir. Ayrıca, bu uçucu yağların yaygın olarak yetiştirilen sebzeler üzerindeki fitotoksik etkileri de araştırılmıştır.

Denemeler, zararlıya karşı kontak, repellent ve fumigant etki üzerine kurgulanmıştır. Uçucu yağların kontak etkileri 1.0, 5.0, 10.0 ve 20.0 ml/l konsantrasyonlarda erginlere karşı denenmiş, 1.0, 5.0 ve 10.0 ml/l dozlarında herhangi bir etkiye rastlanmamıştır. *V. agnus-castus* ve *P. terebinthus* uçucu yağı hariç diğerlerinde 20.0 ml/l dozda yürütölen kontak etki denemelerinde 96. saat itibarıyla %50' nin üzerinde ölümlü sağlanmıştır. Kontak etki denemelerinde en yüksek ölümlü oranı *M. pulegium* uçucu yağı uygulamasında belirlenmiştir. Ancak kontak etki deneme sonuçları, mücadelede gerekli uçucu yağ dozlarının çok yüksek olduğunu ve bu dozlarda bitkilerde fitotoksisite gözlendiğini ortaya koymuştur.

Uçucu yağların 0.1, 1.0, 5.0 ve 10.0 ml/l dozlarındaki repellent etki denemelerinde, yaprak disklerine fitotoksisite göstermeyen tek etkili dozun 1.0 ml/l olduğu belirlenmiştir. Bundan daha yüksek dozlarda ise yaprak disklerinde fitotoksisite gözlenmiştir. Uçucu yağların 0.1ml/l dozunda ise repellent etki görülmemiştir. Denemelerde *T. cinnabarinus* erginlerine en yüksek repellent etki *V. agnus-castus* uçucu yağında belirlenmiştir. *F. vulgare* uçucu yağı ise repellent etki bakımından ikinci sırada yer almıştır. Uçucu yağların *T. cinnabarinus* erginlerine repellent etki sıralamasının *V. agnus-castus* > *F. vulgare* > *P. terebinthus* > *M. pulegium* > *S. molle* olduğu belirlenmiştir.

Pratikte sera koşullarına uygulanabilir olması bakımından, uçucu yağların fumigant etki denemelerinde 12 saatlik fumigasyon süresi esas alınmıştır. Uçucu yağların *T. cinnabarinus*'un ergin, nimf ve yumurtalarında % 100'ün altında ölüme neden olan dozlar belirlenmiş ve doz-ölüm ilişkisinden her uçucu yağın LC₅₀ değerleri hesaplanmıştır. LC₅₀ değerlerine göre, *T. cinnabarinus*'un tüm biyolojik dönemlerine en yüksek fumigant etki gösteren uçucu yağın *M. pulegium*'a ait olduğu tespit edilmiştir. Uçucu yağların zararlının tüm biyolojik dönemlerindeki fumigant etki sıralaması *M. pulegium* > *F. vulgare* > *P. terebinthus* > *S. molle* > *V. agnus-castus* şeklinde olmuştur.

Uçucu yağların *T. cinnabarinus* üzerinde gelişme ve çoğalmayı engelleyici etkilerini belirlemek amacıyla düşük dozlarda (*M. pulegium*: 0.5 µl/l; *F. vulgare*: 2 µl/l; *V. agnus-castus*: 10 µl/l; *P. terebinthus*: 2.5 µl/l; *S. molle*:10 µl/l) fumigasyon uygulanmış, erginlerin yumurta bırakma, bırakılan yumurtanın açılımı ve ergin çıkışı değerlendirilmiştir. Bu denemelerden yumurta bırakmayı ve bırakılan yumurtanın açılımını

engelleme bakımından en etkili olarak yine *M. pulegium* uçucu yağı saptanmıştır. Yumurta bırakmayı engelleme açısından bunu *P. terebinthus* ve *F. vulgare* uçucu yağları izlemiştir. Ancak, uçucu yağların hiçbirisinin ergin çıkışı üzerinde herhangi bir etkisi saptanmamıştır. Sonuçlar, *M. pulegium* uçucu yağının fumigant etki göstermeyen düşük dozlarında da zararlının gelişme ve çoğalmasını engelleyerek popülasyonu düşüreceğini göstermektedir.

Uçucu yağların zararlı mücadelesinde kullanımını kısıtlayan en önemli etkinin fitotoksisite olduğu bilinmektedir. Araştırmada domates, patlıcan, hıyar ve fasulye bitkilerine uçucu yağların zararlı mücadelesinde kullanılan en yüksek dozu uygulanmış ve 12 saatlik fumigasyonu takip eden 96. saate kadar bitkilerdeki fitotoksik belirtiler gözlenmiştir. Bu denemelerde *M. pulegium* uçucu yağında sadece hıyar bitkisinde sınırlı düzeyde fitotoksisite görülmüş ancak, bu etkilerin bitkilerin gelişimine herhangi bir olumsuz etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu uçucu yağın diğer bitkilere herhangi bir fitotoksik etkisi olmamıştır. *P. terebinthus* ve *S. molle* uçucu yağında ise domates, patlıcan ve hıyar bitkilerinden birkaçında bitkinin genel durumunu etkilemeyen renk açılmaları gözlenmiştir. *F. vulgare* ve *V. agnus-castus* uçucu yağlarının ise hiçbir bitkide olumsuz etkisi gözlenmemiştir.

Uçucu yağların laboratuvar koşullarında belirlenen etkileri sera koşullarında da denenerek teyit edilmeye çalışılmıştır. Alçak plastik tünellerde hıyar bitkileri üzerinde oluşturulan *T. cinnabarinus* popülasyonu üzerinde laboratuvar koşullarında en etkili olarak tespit edilen *M. pulegium* uçucu yağı uygulanmıştır. Ortam sıcaklıkları birbirinden farklı olan ardışık iki fumigasyon uygulaması sonrasında 14

gün süreyle sayımlar yapılmış, yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilen ilk uygulamada zararlı populasyonunun % 50'den fazla azaldığı, soğuk günlere rastlayan diğer uygulamada ise uçucu yağ etkinliğinin azaldığı görülmüştür. Ayrıca, fumigasyon işlemi uygulanan Alçak plastik tünelde zararlı populasyonu her iki uygulamayı takiben uzun süre baskı altında kalmıştır. Bu denemelerde en göze çarpan diğer bir sonuç ise zararlı üzerinde uçucu yağ etkisinin sıcaklık derecesi ile çok ilişkili olduğudur. Yüksek sıcaklıkta yapılan fumigasyon işleminin zararlı üzerine daha yüksek etki gösterdiği belirlenmiştir.

Genel olarak uçucu yağların *T. cinnabarinus* üzerinde fumigant olarak etki gösterdiği ve seraların fumigasyon işlemine uygun ortamlar olduğu göz önüne alındığında, bu yetiştirme ortamındaki tarımsal mücadelede kimyasal pestisitlere alternatif olarak uçucu yağların da kullanılabileceği görülmektedir. Zararlı ile mücadelede uçucu yağ kullanımının bazı avantajları vardır. Zararlıların uçucu yağlara karşı dayanıklılık geliştirememesi, etkide kısmen seçici özellik göstermesi, sıcakkanlılara toksik etkisinin daha az olması bu avantajlardan bazılarıdır. En önemlisi, uçucu yağlar yapıları gereği oksijen varlığında nem, ışık ve sıcaklık gibi çevresel faktörlerden etkilenerken kolayca bozulmakta, dolayısıyla doğada uzun süre kalıntı bırakmamakta ve diğer canlılar için tehdit oluşturmamaktadır. Ancak, uçucu yağların sayılan bu olumlu etkilerinin yanında, pratikte zararlı mücadelesinde kullanımını kısıtlayan faktörler de söz konusudur. Bu anlamda, mücadeleyi kolaylaştıran kontrollü seralara geçilmesine, standart özellikte uçucu yağ üretilmesine ve bu uçucu yağların daha kolay uygulanabilir ticari preparatlara dönüştürülmesine ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abbott, W.S.**, 1925, A method for computing the effectiveness of insecticide, *J. Econ. Entomol.*, 18: 265-267.
- Akgül, A.**, 1993, Baharat Bilimi & Teknolojisi, Birinci Baskı, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları Ankara, No: 15.
- Angioni, A., Barra, A., Coroneo, V., Dessi, S. and Cabras, P.**, 2006, Chemical composition, seasonal variability, and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and flowers, *J. Agric. Food Chem.*, 54: 4364-4370.
- Aslan, İ., Özbek, H., Çalmaşur, Ö. and Şahin, F.**, 2003, Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* (Gennadius), *Industrial Crops and Products*, 19: 167-173.
- Aslan, I., Ozbek, H., Kordali, S., Çalmasur, O. and Çakir, A.**, 2004, Toxicity of essential oil vapours obtained from *Pistacia* spp. to the granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera : Curculionidae), *Zeitschrift Fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz-Journal of Plant Diseases and Protection*, 111(4): 400-407.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. and Idaomar, M.**, 2008, Biological effects of essential oil, *Food and Chemical Toxicology*, 46: 446-475.
- Baytop, T.**, 1984, Türkiye' de Bitkiler ile Tedavi, Yayın No: 3255, Eczacılık Fak. Yay. No: 40, İstanbul, 520s.
- Baytop, T.**, 1999, Therapy with medicinal plants in Turkey, 2nd Edition Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 207p.
- Blamey, M. and Grey-Wilson, C.**, 1998, Mediterranean wild flowers, Harper Collins Publisher, London, UK, 560p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Brattsten, L.B.**, 1983, In plant resistance to insects, *American Chemical Society*, 10: 173-195.
- Brickell, C. and Zuk, J.D.**, 1996, A-Z Encyclopedia of Garden Plants. DK Publishing Inc., New York, USA, 1095p.
- Brodsgaard, H.F. and Albajes, R.**, 2000, Integrated pest and disease management in greenhouse crops, *Developments in plant Pathology*, Kluwer Academic Publishers, 14: 48-60.
- Buchbauer, G.**, 2000, The detailed analysis of essential oils leads to the understanding of their properties, *Perfumer & Flavorist*, 25: 64-67.
- Bulut, E. and Göçmen, H.**, 2000, Pests and their natural enemies on greenhouse vegetables in Antalya, *Bulletin OILB Srop*, 23(1): 33-37.
- Byrne, D.N., Bellows, T.S.J. and Parrella, M.P.**, 1990, Whiteflies in the agricultural systems. En Gerling D (Ed.) *Whiteflies: their bionomics, pest status and management*. Intercept. Andover, RU. pp. 227-261.
- Ceylan, A.**, 1997, Tibbi bitkiler - II (Uçucu yağ bitkileri), Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayını, No: 481: 1-27.
- Channoo, C., Tantakom, S., Jiwajinda, S. and Ischaikul, S.**, 2002, Fumigation toxicity of eucalyptus oil against three stored –product beetles, *Thai J. Agric. Sci.*, 35: 265-272.
- Chaubey, M.K.**, 2007, *Toxicity of essential oils from Cuminum cyminum* (Umbelliferae), *Piper nigrum* (Piperaceae) and *Foeniculum vulgare* (Umbelliferae) against stored-product Beetle *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae), *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 6(1): 1579-4377.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Chawla, A.S., Sharma, A.K., Handa, S.S. and Dhar, K.L.,** 1992, Chemical investigation and inflammatory activity of *Vitex negundo* seeds, *J. Nat. Prod.*, 55(2), 163-167.
- Chiasson, H., Bélanger, A., Bostanian, N., Vincent, C. and André Poliquin,** 2000, Acaricidal properties of *Artemisia absinthium* and *Tanacetum vulgare* (Asteraceae) essential oils obtained by three methods of extraction, *J. Econ. Entomol.*, 167-171.
- Chiasson, H., Bostanian N.J. and Vincent, C.,** 2004, Acaricidal properties of a *Chenopodium*-based botanical, *J. Econ. Entomol.*, vol., 97(4): 1373-1377.
- Choi, W.I., Lee, E.H., Choi, B.R., Park, H.M. and Ahn, Y.J.,** 2003, Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae), *J. Econ. Entomol.*, 96(5): 1479-1484.
- Choi, W.I., Lee, S.G., Park, H.M. and Ahn, Y.J.,** 2004, Toxicity of plant essential oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae), *Journal of Economic Entomology*, 97(2): 553-558.
- Couladis, M., Özcan, M., Tzakou, O. and Akgül, A.,** 2003. Comparative essential oil composition of various parts of the turpentine tree (*Pistacia terebinthus* L.) growing wild in Turkey, *J. Sci. Food Agric.*, 83: 136-138.
- Çakmak, I., Başpınar, H. and Madanlar, N.,** 2005, Control of the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval by the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Athias – Henriot) in protected strawberries in Aydın, *Türk. J. Agric.For.*, 29: 250-265.
- Dağlı, F. and Tunç, I.,** 2007, Insecticide resistance in *Frankliniella occidentalis* (Pergande)(Thysanoptera: Thripidae) collected from horticulture and cotton in Turkey, *Australian Journal of Entomology*, 46: 320-324.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Dikshit, A., Naqvi, A.A. and Husain, A.** 1986, *Schinus molle*: a new source of natural fungitoxicant. *Appl. Environ. Microbiol.*, 51(5):1085-1088.
- Duke, O.S.**, 1990, Natural pesticides from plants. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), advances in new crops, *Timber Press*, 511-517.
- Durmuşoğlu, E. ve Çelik, C.**, 2001, Türkiye’de pestisit kalıntıları üzerinde yapılan çalışmalar, *Türk. entomol. derg.*, 25(1): 65-80.
- Duru, M.E., Cakır, A., Kordali, S., Zengin, H., Harmandar, M., Izumi, S. and Hirata, T.**, 2003, Chemical composition and antifungal properties of essential oils three *Pistacia* species, *Fitoterapie*, 74: 170-176.
- Ekundayo, O., Laakso, I., Holopainen, M., Hiltunen, R., Oguntimein, B. and Kauppinen, V.**, 1990, The chemical composition and antimicrobial activity of the leaf oil of *Vitex agnus-castus* L., *J. Essent. Oil Res.*, 2(3):115-119.
- Enan, E.**, 2001, Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action, *Comp Biochem Physiol. Toxicol Pharmacol.*, 130(3): 325-37.
- Erlor, F. and Tunç, I.**, 2005, Monoterpenoids as fumigants against greenhouse pests: toxic, development and reproduction-inhibiting effects, *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz - Journal of Plant Diseases and Protection*, 112(2):181-192.
- Evans, P.D.**, 1980, Biogenic amines in the insect nervous system, *Adv. Insect Physiol.*, 15: 317-473.
- Ferrero, A.A., Werdm Gonzalez, J.O. and Sanchez Chopa, C.**, 2006, Biological activity of *Schinus molle* on *Triatoma infestans*, *Fitoterapia*, 77(5): 381-383.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ferrero, A.A., Sanchez Chopa, C., Werdm Gonzalez, J.O. and Alzogaray, R. A.,** 2007, Repellence and toxicity of *Schinus molle* extracts on *Blattella germanica*, *Fitoterapia* , 78(4): 311-314.
- Fink, S.,** 1999, Pathological and regenerative plant anatomy, Encyclopedia of Plant Anatomy XIV. Berlin, Stuttgart: Gebrüder Borntraeger, 1095p.
- Franzios, G., Mirotsou, M., Hatziapostolou, E., Kral, J., Scouras, Z.G. and Tsipidou, P. M.,** 1997, Insecticidal and genotoxic activities of mint essential oils, *J. Agric. Food Chem.*, 45: 2690-2694.
- Göçmen, H.,** 1995, Yeni bir gözlem: Pamukta sera beyazsineği *Trialeurodes vaporariorum* (Westw) (Homoptera: Aleyrodidae), *Türk. Entomol. Derg.*, 19(2): 111-115.
- Guo, F.Y., Zhang, Z.Q. and Zhao, Z.M.,** 1998, Pesticide resistance of *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) in China: a review, *Systematic and Applied Acarology*, 3: 3-7.
- Günçan, A., Madanlar, N., Yoldaş, Z., Ersin, F. and Tüzel, Y.,** 2006, Pest status of organic cucumber production under greenhouse conditions in İzmir (Turkey), *Türk. entomol. derg.*, 30(3): 183-193.
- Grundy, D.L. and Still, C.C.,** 1985, Inhibition of acetylcholinesterases by Pulegone-1,2-Epoxyde, *Pestic. Biochem. Physiol.*, 23: 383-388.
- Harria-Warrick, R. and Kravitz, E.A.,** 1984, Cellular mechanisms for modulation of posture by octopamine and serotonin in the Lobster, *J. Neurosci.*, 4(8): 1976-93.
- Henderson, C.F., Tilton, E.W.,** 1955, Acaricides tested against the Brown Wheat Mite, *J. Econ. Entomol.*, 48:157-161.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hori, M. and Komatsu, H.**, 1997, Repellency of Rosemary oil and its components against the onion Aphid, *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Homoptera:Aphididae), *Appl. Entomol. Zool.*, 32(2): 303-310.
- Hori, M.**, 2003, Repellency of essential oils against the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (Fabricius) (Coleoptera: Anobiidae), *Appl. Entomol. Zool.*, 38 (4): 467-473.
- Ibrahim, M.A., Kainulainen, P., Aflatuni, A., Tiilikkala, K. and Holopainen, J.K.**, 2001, Insecticidal, repellent, antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: with special reference to limonene and its suitability for control of insect pests, *Agricultural and Food Science in Finland*, 10: 243-259.
- İpek, E., Zeytinoglu, H., Okay, S., Tuylu, B.A., Kurkcuoglu, M. and Baser, H.C.K.**, 2005, Genotoxicity and antigenotoxicity of Origanum oil and carvacrol evaluated by Ames Salmonella/microsomal test, *Food Chem.* 93: 551-556.
- Isman, M.B.**, 1995, Leads and prospects for the development of new botanical insecticides, *Rev. Pestic. Toxicol.*, 3: 1-20.
- Isman, M.B.**, 1997, Neem and other botanical insecticides: barriers to commercialization, *Phytoparasitica*, 25: 339-344.
- Isman, M.B.**, 1999, Pesticides based on plant essential oils, *Pestic. Outlook*, 68-72.
- Isman, M.B.**, 2000, Plant essential oils for pest and disease management, *Crop Protection*, 19: 603-608.
- Isman, M.B., Machial, C.M., Miresmailli, S. and Bainard, L.D.**, 2006, Essential oil-based pesticides: new insights from old chemistry. in: H. Ohkawa, H. Miyagawa and P. Lee (Eds), *Pesticide Chemistry* (Book chapter), 2-9.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Jacobson, M.**, 1989. Botanical insecticides past, present and future in: Insecticides of plant origin., *Am. Chem. Soc. Symp*, 387: 1-10.
- Jantan, I. and Zaki, Z.M.**, 1998, Development of environment-friendly insect repellents from the leaf oils of selected malaysian plants, *Asean Reviewo of Biodiversity and Environmental Conservation*, 6: 1-7.
- Jeppson, L.R., Keifer, H.H. and Baker, T.W.**, 1975, Mite injurious to economic plants, Berkeley: University of California pres, CA, 370-376p.
- Karakoç, Ö.C, Gökçe, A. ve Telci, İ.**, 2006, Bazı bitki uçucu yağlarının *Sitophilus oryzae* L., *Sitophilus granarius* L. (Col.: Curculionidae) ve *Acanthoscelides obtectus* Say (Col.: Bruchidae)'a karşı fumigant etkileri, *Türk. Entomol. Derg.*, 30(2): 123-135.
- Kayacık, H.**, 1966, Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, III. Cilt Angiospermae (Kapalı Toumlular), İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları O.F., 106, İstanbul, 291s.
- Kim, D.H. and Ahn, Y.J.**, 2001, Contact and fumigant activities of constituents of *Foeniculum vulgare* fruit against three coleopteran stored-product insects, *Pest Manag. Sci.*, 57:301-306.
- Kim, E.H, Kim, H.K., Choi, D.H. and Ahn, Y.J.**, 2003a, Acaricidal activity of clove bud oil compounds against *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae), *Applied Entomology and Zoology*, 38(2): 261-266.
- Kim, S.I., Park Chan, Myung-Hee, O.H.H. , Hyung-Chan, C.H.O. and Young-Joon, A.H.N.**, 2003b, Contact and fumigant activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae), *Journal of Stored Products Research*, 39(1): 11-19.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kim, S.I., Roh, J.Y, Kim, D.H., Lee, H.S. and Ahn, Y.J.,** 2003c, Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*, *Journal of Stored Products Research*, 39: 293-303.
- Kim, S.I., Yi, J.H., Tak, J.H. and Ahn, Y.J.,** 2004a, Acaricidal activity of plant essential oils against *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae), *Veterinary parasitology*, 120: 297-304.
- Kim, S.I., Tak, J.H. and Ahn, Y.J.,** 2004b, Acaricidal activity of *Paeonia suffruticosa* Root bark- derived compounds against *Dermatophagoides farinae* and *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae), *J. Agric. Food Chem.*, 52: 7857-7861.
- Klein, R.A. and Dunkel, F.V.,** 2003, New pest management frontiers: linking plant medicine to traditional knowledge, *American Entomologist*, 49(1): 7-17.
- Klocke, J.A., Balandrin, M.F., Barnby, M.A. and Yanasaki, R.B.,** 1989, Limonoids, phenolics and furanocoumarins as insect antifeedants, repellents, and growth inhibitory compounds. in insecticides of plant origin, ACS Symposium Series, 387: 136-149.
- Kordali, Ş., Aslan, I., Çalmaşur, O. and Çakır, 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.
- Kostyukovsky, M., Rafaeli, A., Gileadi, Demchenko, C.N. and Shaaya, E.,** 2002, Activation of octopaminergic receptors by essential oil constituents isolated from aromatic plants: possible mode of action against insect pests, *Pest Manag. Sci.*, 58:1101-1106.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kravitz, E.A., Battelle, B.A., Evans, P.D., Talamo, B.R. and Wallace, B.G.**, 1976, Octopamine neurons in lobsters, *Neurosci. Symp.*, 1: 67-81.
- Kumar, S., Hasan, S.A., Dwidei, S., Kukreja, A.K., Sharma, A., Sing, A.K., Sharma, S. and Tewari, R.**, 2001, Toxicity of essential oil from *Lippia alba* towards stored grain insects, *J. Medic. Aromatic. Plant Sci.*, 22/23 (4A/1A): 117-119.
- Kwon, J.H. and Ahn, Y.J.**, 2002, Acaricidal activity of butylidenephthalidae identified in *Cnidium officinale* rhizome against *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae), *J. Agric. Food Chem.*, (50): 4479-4483.
- Lamiri, A., Lahloui, S., Benjilali, B. and Berrada, M.**, 2001, Insecticidal effect of essential oils against Hessian fly, *Mayetiola destructor* (Say), *Field Crops Research*, 71: 9-15.
- Larson, K.C. and Berry, R.E.**, 1984, Influence of peppermint phenolics and monoterpenes on two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae), *Environ. Entomol.*, 13: 282-285.
- Lee, H.S.**, 2004, Acaricidal activity of constituents identified in *Foeniculum vulgare* fruit oil against *Dermatophagoides* spp. (Acari: Pyroglyphidae), *J. of agric. food chem.*, 52: 2887-2889.
- Lee, S., Tsao, R., Peterson, C., Coates, J.R. and Lee, S.K.**, 1997, Insecticidal activity of monoterpenoids to Western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae), twospotted spidermite (Acari: Tetranychidae), and housefly (Dip.: Muscidae), *J. Econ. Entomol.*, 90: 883-892.
- Lee, S., Peterson, C.J. and Coats, J.R.**, 2003, Fumigation, toxicity of monoterpenoids to several stored product insects, *J. Stored Prod. Res.*, 39, 77-85.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- LeOra Software**, 1994, POLO-PC: a user's guide to probit or logit analysis, LeOra Software, 28p., Berkeley, CA.
- Lewis, T.**, 1997, Thrips as crop pests. CAB International, University Press, Cambridge, UK., 796p.
- Livingstone, M., Harria- Warrick, R. and Kravitz, E.A.**, 1980, Serotonin and octopamine produce opposite postures in lobsters, *Science*, 208: 76-79.
- Lucia, A., Gonzalez A.P, Seccacini, E., Licastro, S., Zerba, E. and Masuh, H.**, 2007, Larvicidal effect of *Eucalyptus grandis* essential oil and turpentine and their major components on *Aedes aegypti* larvae, *J. Am. Mosq. Control Assoc.*, 23(3): 299-303.
- Lucks, B.C., Sorensen, J. and Veal, L.**, 2003, *Vitex agnus-castus* essential oil and Menopausal balance: a self-care survey, *The International J. of Aromatherapy*, 13(4): 161-168.
- Lundgren, L.**, 1975, Natural plants chemicals acting as a oviposition deterrents on cabbage butterflies [(*Pieris brassicae* (L.), *P. rapae* (L.) and *P. napi* (L.)], *Zoologia Scripta.*, 4: 253-258.
- Macchioni, F., Cioni, P.L., Flamini, G., Morelli, I., Perrucci, S., Franceschi, A., Macchioni, G. and Ceccarini, L.**, 2002, Acaricidal activity of pine essential oils and their main components against *Tyrophagus putrescentiae*, a Stored Food Mite, *J. Agric. Food Chem.*, 50 (16): 4586-4588.
- Mansour, F., Ravid, U. and Putievsky, E.**, 1986, Studies of the effects of essential oils isolated from 14 species of Labiatae on the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*, *Phytoparasitica*, 14(2): 137-142.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mansour, F., Bar-Zur, A. and Abo-Moch, F.,** 1993, Resistance of maize inbred lines to the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Acarina: Tetranychidae): Evaluation of antibiosis of selected lines at different growth stages, *Maydica*, 38: 309-311.
- Marongiu, B., Porcedda, A. P. S., Casu, R. and Pierucci, P.,** 2004, Chemical composition of the oil and supercritical CO₂ extract of *Schinus molle* L., *Flavour Fragr. J.*, 19: 554-558.
- Masotti, V., Juteau, F., Bessie`re, J.M. and Viano, J.,** 2003, Seasonal and phenological variations of the essential oil from the narrow endemic species *Artemisia molinieri* and its biological activities, *J. Agric. Food Chem.*, 51: 7115-7121.
- Mehlhorn, H., Schmahl, G. and Schmidt, J.,** 2005, Extract of the seeds of the plant *Vitex agnus castus* proven to be highly efficacious as a repellent against ticks, fleas, mosquitoes and biting flies, *Parasitol. Res.*, 95: 363-365.
- Memon, N.A. and Memon, A.A.,** 2005, Efficacy of different insecticides against lentil pod borer (*Helicoverpa* spp), *Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 1(1): 94-97.
- Mendel, M.J, Alford, A.R., Rajab, M.S. and Bentley, M.D.,**1991, Antifeedant effects of citrus limonoids differing in a-ring Structure on colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) larvae, *J Econ Entomol.*, 84(4): 1158-1162.
- Michelakis, S.E.,** 1986, Problems in the application of biological control against *Trialeurodes vaporariorum* in unheated plastic glasshouses in Crete, *Eppo Bulletin*, 16(2): 423-427.
- Minija, J. and Thoppil, E.,** 2002, Studies on essential oil composition and microbicidal activities of two South Indian spices of the Apiacea, *The International J. of Aromatherapy*, 12(4): 213-215.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Miresmailli, S. and Isman, M.B.**, 2006, Efficacy and persistent of rosemary oil as an acaricide against Twospotted spider mite (Acari:Tetranychidae) on greenhouse tomato, *J. Econ. Entomol.*, 99(6): 2015-2023.
- Miresmailli, S., Bradbury, R. and Isman, M.B.**, 2006, Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants, *Pest Manag Sci.*, 62(4): 366-71.
- Muller, R.F.J., Berger, B.M., Yeğen, O. and Çakır, C.**, 1997, Seasonal variations in the chemical compositions of essential oils of selected aromatic plants growing wild in Turkey, *J. Agric. Food Chem.*, 45: 4821-4825.
- Mwangi, J.W., Addae-Mensah, I., Muriuki, G., Munavu, R., Lwande, W. and Hassanali, A.**, 1992. Essential oils of *Lippia* Species in Kenya. IV: Maize Weevil (*Sitophilus zeamais*) repellency and larvicidal Activity, *International Pharmacognosy*, 30(1): 9-16.
- Ndungu, M., Lwande, W., Hassanali, A., Moreka, L. and Chhabra, S.C.**, 1995, *Cleome monophylla* essential oil and its constituents as tick (*Rhipicephalus appendiculatus*) and maize weevil (*Sitophilus zeamais*) repellents, *Entomology Experimentalis et Applicata.*, 76: 271-222.
- Obeng- Ofori, D., Adler, C. and Reichmuth, C.**, 1997a, Toxicity and repellency of 1,8-cineole, eugenol and camphor against stored product insects, *Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent.*, 11(1-6): 259-264.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Obeng-Ofori, D., Reichmuth, C.H., Bekele, J. and Hasansali, A.,** 1997b, Biological activity of 1,8-cineole, a major component of essential oil of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) against stored product beetles, *Journal of applied entomology*, 121(4): 237-243.
- Okunlola, A.I., Ofuya, T.I. and Aledesanwa, R.D.,** 2008, Efficacy of plant extracts on major insect pests of selected leaf vegetables in Southwestern Nigeria, *Agricultural Journal*, 3(3): 181-184.
- Orchard, I.,** 1982, Octopamine in insects: neurotransmitter, neurohormone and neuromodulator, *Can. J. Zool.*, 60: 659-669.
- Orozco, O.L. and Lentz, D.L.,** 2005, Poisonous plants and their uses as insecticides in Cajamarca, Peru, *Economic Botany*, 59(2): 166-173.
- Panizzi, L., Flamini, G., Cioni, P.L. and Morelli, I.,** 1993. Composition and antimicrobial activity of essential oils of four Mediterranean Labiatae, *Journal of Ethnopharmacology*, 39: 167-170.
- Papachristos, D.P. and Stamopoulos, D.C.,** 2002a, Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthocelides obtectus* (Say) (Coleoptera:Bruchidae), *Journal of Stored Products Research* , 38:117-128.
- Papachristos, D.P. and Stamopoulos, D.C.,** 2002b, Toxicity of vapours of three essential oils to the immature stages of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae), *Journal of Stored Products Research* , 38:365-373.
- Parella, M.P., Allen, W.W. and Morishita, P.,** 1981, Leaf miner species causes California mum growers new problems, *California Agriculture*, 35(9-10):28-30.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Park, I.K., Lee, S.G., Choi, D.H., Park, J.D. and Ahn, Y.J.,** 2003, Insecticidal activities of constituents identified in the essential oil from leaves of *Chamaecyparis obtusa* against *Callosobruchus chinensis* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.), *Journal of Stored Products Research*, 39: 375-384.
- Pavela, R.,** 2007, Insecticidal properties of several essential oils on the house fly (*Musca domestica* L.), *Phytotherapy Research*, 22(2): 274-278.
- Pitasawat, B., Champakaew, D., Choochote, W., Jitpakdi, A., Chaithong, U., Kanjanapothi, D., Rattanachanpichai, E., Tippawangkosol, P., Riyong, D., Tuetun, B. and Chaiyasit, 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. and Foster, J.E.,** 1988, Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyssopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst.), *Journal of Stored Products Research*, 34 :243-249.
- Pushpalatha, E. and Muthukrishnan, J.,** 1995, Larvicidal activity of a few plant extracts against *Culex quinquefasciatus* and *Anopheles stephensi*, *Indian J Malariol*, 32(1):14-23.
- Regnault- Roger, Hamraoui, C., Holeman, A., Theron, M.E. and Pinel, R.,** 1993, Insecticidal effect of essential oils from mediterranean plants upon *Acantocelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae), apest of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.), *J. Chem. Ecol.*, 19, 1233-1244.
- Rice, P.J. and Coats, J.R.,** 1994, Insecticidal properties of several monoterpenoids to the housefly (Dip.: Muscidae), red flour beetle (Coleoptera: Chrysomelidae), *J. Econ. Entomol.*, 87(5):1172-1179.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Rim, I.S. and Jee, C.H.**, 2006, Acaricidal effects of herb essential oils against *Dermatophagoides farinae* and *D. pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae) and qualitative analysis of a herb *Mentha pulegium* (pennyroyal) Korean, *Journal of Parasitology*, 44(2): 133-138.
- Robertson, H.A. and Juoris, A.V.**, 1976, Octopamine and some related noncatecholic amines in invertebrate nervous system, *Int. Rev. Neurobiol.*, 19: 173-224.
- Ruffinengo, S., Eguaras, M., Floris, I., Faverin, C., Bailac, P. and Ponzi, M.**, 2005, LD₅₀ and Repellent effects of essential oils from Argentinian wild plant species on *Varroa destructor*, *J. Econ. Entomol.*, 98(3): 651-655 .
- Ryan, M.F. and Byrne, O.**, 1988, Plant insect coevolution and inhibition of acetylcholinesterase, *J. Chem. Ecol.*, 14:1965-1975.
- Sanchez Chopa, C., Alzogaray, R.A. and Ferrero, A.A.**, 2006, Repellency assays with *S. molle* var. *areira* (L.) (Anacardiaceae) essential oils against *Blattella germanica* L. (Blattodea: Blattellidae), *BioAssay*, 1:6.
- SAS Institute**, 1999, SAS/STAT User's guide, SAS Institute, Cary, NC
- Sayın, C.**, 2002, Avrupa Birliği'nde organik tarıma yönelik politikalar, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2): 31-38.
- Schoonhoven, L.M.**, 1982, Biological aspects of antifeedants, *Entomol. Exp. Appl.*, 31: 57-69.
- Shaaya, E., Ravid, U., Paster, N., Kostjukovsky, M., Menasherov, M. and Plotkin, S.**, 1993, Essential Oils and their Components as Active Fumigants against Several Species of Stored Product Insects and Fungi. *Acta Horticulturae*, International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, 344:131-137.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Shukla, H.S., Upadyay, P.D. and Tripathi, S.C.**, 1989, Insect repellent property of essential oils of *Foeniculum vulgare*, *Pimpinella anisum* and Anethole, *Pesticides*, 23(1): 33-35.
- Singh, D., Siddiqui, M.S. and Sharma, S.**, 1989, Reproduction retardant and fumigant properties in essential oils against rice weevil (Coleoptera: Curculionidae) in Stored Wheat. *Journal of Economic Entomology*, 82: 727-733.
- Singh, G. and Upadhyay, R.K.**, 1993, Essential oils: a potent source of natural pesticides, *Journal of Scientific and Industrial Research*, 52: 676-683.
- Slegler, E.H.**, 1947, Leaf-disc technique for laboratory tests of acaricides, *Econ. Entomol.*, 40: 280.
- Şengonca, Ç. and Gerlach, S.**, 1983, A new developed method "leaf-island" for observations on thrips in the laboratory, *Türk. Bit. Kor. Derg.*, 7: 17-22.
- Tandon, S., Mittal, A. and Pant, K.A.K.**, 2008, Insect growth regulatory activity of *Vitex trifolia* and *Vitex agnus-castus* essential oils against *Spilosoma obliqua*, *Fitoterapia*, 79: 283-286.
- Toloza, A.C., Zygadlo J., Cueto, G.M., Biurrun, F., Zerba, E. and Picollo, M.I.**, 2006, Fumigant and repellent properties of essential oils and component compounds against permethrin-resistant *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae) from Argentina, *J. Med. Entomol. Sep*, 43(5): 889-95.
- Tomova, B.S., Waterhouse, J.S. and Doberski, J.**, 2005, The effect of fractionated Tagetes oil volatiles on aphid reproduction, *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 115 (1):153-159.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tsao, R. Lee, S., Rice, P.J., Jensen, C. and Coats, J.R.,** 1995, Monoterpenoids and their synthetic derivates synthesis and chemistry of agrochemicals IV, ACS Symposium Series, 584:312-324
- Tuncer, C.,** 2001, Application of probit analysis by three computer programs (Polo, SPSS and Probit Analysis), OMU, *Journal of Faculty of Agriculture*, 16:63-77.
- Tunç, İ. ve Göçmen, H.,** 1995, Antalya’da bulunan iki sera zararlısı *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acarina: Tarsonemidae) ve *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) üzerine notlar, *Türk. Entomol. Derg.*, 19(2): 101-109.
- Tunç, İ. and Şahinkaya, Ş.,** 1998, Sensivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils, *Ent. Exp. et .Appl.*, 86:183-187.
- Tunç, İ. and Erler, F.,** 2003, Repellency and repellent stability of essential oil constituents against *Tribolium confusum*, *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz - Journal of Plant Diseases and Protection*, 110 (4), 394-400.
- Tümen, G. ve Sekendiz, A.D.,** 1989, Balıkesir ve Merkez Köylerinde Halk İlacı Olarak Kullanılan Bitkiler, Uludağ Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje No. 86/12.
- Ulubilir, A. ve Yabaş, C.,** 1996, Akdeniz Bölgesinde örtüaltında yetiştirilen sebzelerde görülen zararlı ve yararlı faunanın tespiti, *Türk. Entomol. Derg.*, 20(3): 217-228.
- Yabaş, C. ve Ulubilir, A.,** 1992, Örtüaltında yetiştirilen sebzelerde görülen yararlılar ile ekonomik öneme sahip zararlıların mücadelenin geliştirilmesi üzerinde araştırmalar, KKGA-B-U4/02-E-031 no’lu proje raporu. Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, Adana.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yabaş, C., Civelek, H.S. ve Ulubilir, A.,** 1995, Türkiye Agromyzidae (Diptera) faunası için yeni bir yaprak galeri sineği *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926), *Türk. Entomol. Derg.*, 19(2):117-122.
- Yano, E.,** 1983, Constraints on the use of *Encarsia formosa* in tomatoes in Japan with special regerance to the effect of temperature on its efficiency, *Bulletin OILM Srop*, 6(3):49-54.
- Yaşarakıncı, N. ve Hıncal, P.,** 1997, İzmir’de örtüaltında yetiştirilen domates, hıyar, biber ve marulda bulunan zararlı ve yararlı türler ile bunların popülasyon yoğunlukları üzerinde araştırmalar, *Bitki Koruma Bülteni*, 37(1-2):79-89.
- Wu, K.M., Liu, X.C., Qin, X.Q. and Luo, G.Q.,** 1990, Investigation of carmine spider mite (*Tetranychus cinnabarinus*) resistance to insecticides, *Acta Agricultura Boreali-Snica*, 5: 117-123.
- Zeybek N.,** 1960, Medical plants of Turkey (I. The North-Eastern “Pontus” of Anatolia), First Ed.,Ege Üniv Matbaası, Ege Üniv. Tıp Fak. Neşriyatı, 8, İzmir.

EKLER

EK 1 Çalışmada elde edilen uçucu yağların bileşenleri ve miktarları (%)

RI	Bileşen	<i>Pistacia Terebinthus</i> Linnaeus	<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	<i>Vitex agnus castus</i> Linnaeus	<i>Schinus molle</i> Linnaeus	<i>Mentha Pulegium</i> Linnaeus
923	Tricyclene, C ₁₀ H ₁₆ , 136	1.43	te	te	te	te
929	α -thujene, C ₁₀ H ₁₆ , 136	2.17	0.20	2.52	te	te
937	α -pinene, C ₁₀ H ₁₆ , 136	35.09	0.45	9.00	1.94	0.22
951	Camphene, C ₁₀ H ₁₆ , 136	6.08	te	te	te	te
975	Sabinene (β - thujene) C ₁₀ H ₁₆ , 136	2.00	0.14	13.89	te	te
978	β -pinene, C ₁₀ H ₁₆ , 136	7.60	0.11	1.51	te	0.20
989	β -Myrcene C ₁₀ H ₁₆ ,136	2.44	te	2.15	3.03	te
1002	α -Phellandrene C ₁₀ H ₁₆ ,136	1.99	0.42	te	6.67	te
1016	α -Terpinene C ₁₀ H ₁₆ ,136	1.79	0.23	te	te	te
1021	<i>o</i> -cymene C ₁₀ H ₁₄ , 134	te	te	1.24	te	te
1025	<i>p</i> -Cymene, C ₁₀ H ₁₄ , 134	4.29	te	2.37	9.58	te
1029	Limonene+ β - phellandrene C ₁₀ H ₁₆ , 136	te	te	te	13.69	te
1029	Limonene C ₁₀ H ₁₆ , 136	2.51	3.62	5.21	-	0.75
1032	1,8-cineole C ₁₀ H ₁₈ O, 154	te	te	28.11	0.33	0.10
1060	γ -terpinene C ₁₀ H ₁₆ ,136	te	te	2.20	te	te
1083	Fenchone C ₁₀ H ₁₆ O,152	te	1.97	te	te	te
1123	α -Campholenal C ₁₀ H ₁₆ O, 152	0.61	te	te	te	te
1137	Pinocarveol C ₁₀ H ₁₆ O, 152	1.09	te	te	te	te
1159	Menthone C ₁₀ H ₁₈ O, 154	te	te	te	te	te
1171	Isomenthone C ₁₀ H ₁₈ O,154	te	te	te	te	te
1172	Terpinen-4-ol C ₁₀ H ₁₈ O, 154	2.89	te	2.70	te	1.59
1189	α -terpineol C ₁₀ H ₁₈ O, 154	te	te	3.91	te	te
1199	Estragole C ₁₀ H ₁₂ O,148	te	3.99	te	te	te
1233	(+)-Pulegone C ₁₀ H ₁₆ O, 152	te	te	te	te	94.99

EK 1'in devamı

RI	Bileşen	<i>Pistacia Terebinthus</i> Linnaeus	<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	<i>Vitex agnus castus</i> Linnaeus.	<i>Schinus molle</i> Linnaeus	<i>Mentha Pulegium</i> Linnaeus
1237	<i>p</i> -anisic aldehyde C ₈ H ₈ O ₂ , 136	te	4.35	te	te	te
1281	Bornyl acetate C ₁₂ H ₂₀ O ₂ , 196	2.87	te	te	te	te
1283	Anethole C ₁₀ H ₁₂ O,148	te	75.76	te	te	te
1334	α -Terpenyl acetate C ₁₂ H ₂₀ O ₂ ,196	te	te	2.13	te	te
1351	α -cubebene C ₁₅ H ₂₄ , 204	te	te	te	te	te
1373	α -Copaene C ₁₅ H ₂₄ , 204	te	te	te	2.29	te
1400	Cedrene C ₁₅ H ₂₄ , 204	te	te	te	2.93	te
1384	Anisketone C ₁₀ H ₁₂ O ₂ ,164	te	7.56	te	te	te
1416	β -(E)- Caryophyllene C ₁₅ H ₂₄ , 204	te	te	9.96	1.20	te
1456	(E)- β -farnesene C ₁₅ H ₂₄ , 204	te	te	3.07	te	te
1465	Δ -Selinene C ₁₅ H ₂₄ , 204	te	te	te	1.98	te
1477	γ -Muurolene C ₁₅ H ₂₄ , 204	te	te	3.00	1.74	te
1480	Germacrene D C ₁₅ H ₂₄ , 204	15.29	te	te	te	te
1494	Bicyclogermacrene C ₁₅ H ₂₄ ,204	te	te	te	3.69	te
1520	δ -Cadinene C ₁₅ H ₂₄ , 204	te	te	te	8.64	te
1525	α -Cadinene C ₁₅ H ₂₄ , 204	te	te	te	1.06	te
1549	Elemol C ₁₅ H ₂₆ O, 222	te	te	te	11.57	te
1554	Germacrene B C ₁₅ H ₂₄ , 204	te	te	te	te	te
1573	Spathulenol	te	te	te	3.71	te
1579	Caryophyllene oxide C ₁₅ H ₂₄ O, 220	4.70	te	1.70	te	te
1595	Guaiol C ₁₅ H ₂₆ O, 222	te	te	te	te	te
1626	1,10-di-epi- Cubenol C ₁₅ H ₂₆ O, 222	te	te	te	3.96	te
1641	B-Eudesmol C ₁₅ H ₂₆ O,222	te	te	te	5.55	te
1644	A-Eudesmol C ₁₅ H ₂₆ O,222	te	te	te	8.45	te

RI: Bileşenlerin belirlenmesi NIST98 kütle spektrum kütüphanesi ve literatürden elde edilen Kovats indeksleri
te: tespit edilemedi

EK 2. *Mentha pulegium* Linnaeus uçucu yağının *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)'un ergin, nimf ve yumurtalarına 12 saatlik fumigasyonu sonrası yapılan sayımlarda elde edilen % ölüm değerleri

Biyolojik dönem	Zaman (saat)	Dozlar ($\mu\text{l} / \text{l}$)			
		0.5	1	2	4
Ergin	12	0,0	5,0	45,0	50,0
	24	-2,6	15,4	59,0	66,7
	48	-8,3	22,2	83,3	100,0
	96	58,3	66,7	94,4	100,0
Nimf	12	0,0	2,5	40,0	80,0
	24	0,0	10,0	62,5	100,0
	48	5,0	57,5	100,0	100,0
	96	7,5	85,0	100,0	100,0
Yumurta	96	31,7	90,0	100,0	100,0

% Ölüm değeri = $[(A-B) / (A)] \times 100$ (A: kontroldeki % canlı; B: muamele dozundaki % canlı) (Abbot, 1925)

EK 3. *Foeniculum vulgare* Miller uçucu yağının *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)'un ergin, nimf ve yumurtalarına 12 saatlik fumigasyonu sonrası yapılan sayımlarda elde edilen % ölüm değerleri

Biyolojik dönem	Zaman (saat)	Dozlar ($\mu\text{l} / \text{l}$)			
		1	2	4	8
Ergin	12	2,5	5,0	20,0	35,0
	24	5,1	7,7	30,8	43,6
	48	8,1	13,5	48,6	83,8
	96	16,2	37,8	62,2	91,9
Nimf	12	0,0	2,5	7,5	20,0
	24	10,3	20,5	25,6	61,5
	48	10,3	25,6	43,6	100,0
	96	10,5	36,8	68,4	100,0
Yumurta	96	5,0	26,7	75,0	100,0

% Ölüm değeri = $[(A-B) / (A)] \times 100$ (A: kontroldeki % canlı; B: muamele dozundaki % canlı) (Abbot, 1925)

EK 4. *Pistacia terebinthus* Linnaeus uçucu yağının *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)'un ergin, nimf ve yumurtalarına 12 saatlik fumigasyonu sonrası yapılan sayımlarda elde edilen % ölüm değerleri

Biyolojik dönem	Zaman (saat)	Dozlar ($\mu\text{l} / \text{l}$)			
		2.5	5	10	20
Ergin	12	0,0	0,0	15,0	25,0
	24	0,0	0,0	27,5	32,5
	48	5,4	10,8	86,5	83,8
	96	42,9	71,4	88,6	100,0
Nimf	12	0,0	0,0	5,0	50,0
	24	0,0	7,5	32,5	72,5
	48	5,0	30,0	82,5	100,0
	96	12,8	46,2	100,0	100,0
Yumurta	96	1,7	3,3	13,3	66,7

% Ölüm değeri = $[(A-B) / (A)] \times 100$ (A: kontroldeki % canlı; B: muamele dozundaki % canlı) (Abbot, 1925)

EK 5. *Schinus molle* Linnaeus uçucu yağının *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)'un ergin, nimf ve yumurtalarına 12 saatlik fumigasyonu sonrası yapılan sayımlarda elde edilen % ölüm değerleri

Biyolojik dönem	Zaman (saat)	Dozlar ($\mu\text{l} / \text{l}$)			
		5	10	20	40
Ergin	12	0,0	0,0	0,0	92,5
	24	0,0	0,0	15,0	100,0
	48	15,4	28,2	43,6	100,0
	96	20,5	41,0	56,4	100,0
Nimf	12	0,0	0,0	10,0	92,5
	24	7,5	30,0	52,5	97,5
	48	15,4	41,0	87,2	100,0
	96	23,1	51,3	100,0	100,0
Yumurta	96	0,0	0,0	10,0	92,5

% Ölüm değeri = $[(A-B) / (A)] \times 100$ (A: kontroldeki % canlı; B: muamele dozundaki % canlı) (Abbot, 1925)

EK 6. *Vitex agnus-castus* Linnaeus uçucu yağının *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)'un ergin, nimf ve yumurtalarına 12 saatlik fumigasyonu sonrası yapılan sayımlarda elde edilen % ölüm değerleri

Biyolojik dönem	Zaman (saat)	Dozlar ($\mu\text{l} / \text{l}$)			
		2.5	5	10	20
Ergin	12	0,0	0,0	0,0	7,5
	24	0,0	0,0	2,5	17,5
	48	2,5	5,0	15,0	40,0
	96	2,8	5,6	22,2	58,3
Nimf	12	0,0	0,0	0,0	0,0
	24	0,0	0,0	5,0	47,5
	48	0,0	0,0	37,5	72,5
	96	0,0	0,0	42,5	92,5
Yumurta	96	0,0	0,0	0,0	0,0

% Ölüm değeri = $[(A-B) / (A)] \times 100$ (A: kontroldeki % canlı; B: muamele dozundaki % canlı) (Abbot , 1925)

ÖZGEÇMİŞ

Antalya ilinin Elmalı ilçesinde 1972 yılında dünyaya geldi. İlk orta ve lise öğrenimini Antalya’da tamamladı. 1990 yılında girdiği Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü’den 1994 yılında mezun oldu. 1996 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. 1998 yılında aynı anabilim dalına araştırma görevlisi olarak atandı. “Antalya ve Çevresinde Sebze Seralarında bulunan Zararlılar ve Doğal Düşmanlarının Saptanması” konulu Yüksek Lisans tezini tamamlayarak 1999 yılında Ziraat Yüksek Mühendisi unvanı alarak mezun oldu. Ağustos 2000’de Antalya Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü’ne Ziraat Yüksek Mühendisi olarak göreve atandı. 2001 yılında da Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalında doktora öğrenimine başladı. Halen yeni adıyla Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bitki Koruma Şubesinde görevine devam etmektedir.