

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇEŞİTLİ BİTKİLERDEN ELDE EDİLEN UÇUCU YAĞLARIN
DEPOLANMIŞ ÜRÜN ZARARLISI BÖCEKLER ÜZERİNDEKİ
ÖLDÜRÜCÜ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan
Salih KARABÖRKLÜ**

**Tezi Yöneten
Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman AYVAZ**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Temmuz 2008
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇEŞİTLİ BİTKİLERDEN ELDE EDİLEN UÇUCU YAĞLARIN
DEPOLANMIŞ ÜRÜN ZARARLISI BÖCEKLER ÜZERİNDEKİ
ÖLDÜRÜCÜ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan
Salih KARABÖRKLÜ**

**Tezi Yöneten
Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman AYVAZ**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
FBT-07-64 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Temmuz 2008
KAYSERİ**

Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman AYVAZ danışmanlığında **Salih KARABÖRKLÜ** tarafından hazırlanan “**Çeşitli Bitkilerden Elde Edilen Uçucu Yağların Depolanmış Ürün Zararlısı Böcekler Üzerindeki Öldürücü Etkilerinin Araştırılması**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

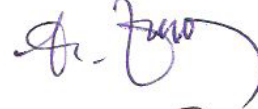
28.07.2008

JÜRİ:

Başkan: Prof. Dr. Nusret AYYILDIZ



Üye: Prof. Dr. Aydın TUNÇBİLEK



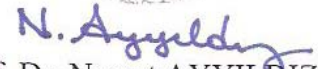
Üye :Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman AYVAZ

**ONAY:**

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulunun ~~29/07/2008~~ ^{29/07/2008} tarih ve ~~2008/22-14~~ sayılı kararı ile onaylanmıştır.

29/07/2008.




Prof. Dr. Nusret AYYILDIZ

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmalarım boyunca benden desteğini, bilgisini ve deneyimini esirgemeyen tez danıŐmanım, saygı değer hocam Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman AYVAZ'a teŐekkürlerimi sunarım.

ÇalıŐmalarım sırasında desteğini esirgemeyen, bazı uçucu yağların teminini sağlayan Yrd. Doç. Dr. Osman SAĐDIÇ hocama, ArŐ. Gör. İsmet ÖZTÜRK'e, bitkilerin teşhisini gerçekleŐtiren Prof. Dr. Ahmet AKSOY ve Prof. Dr. Ergin HAMZAOĐLU'na, çalıŐmalarım esnasında yardımlarını gördüğüm arkadaşlarım Semih YILMAZ, Nurettin DEMİREZEN, Uęur AZİZOĞLU ve diğer arkadaşlara teŐekkürlerimi sunarım.

Eęitim öğretim hayatım boyunca gerek maddi gerekse manevi olarak beni destekleyen, yardımlarını esirgemeyen sevgili aileme teŐekkürlerimi sunarım.

Bu alıŐmayı FBT-07-64 kodlu proje ile destekleyen Erciyes Üniversitesi'ne teŐekkürlerimi sunarım.

**ÇEŞİTLİ BİTKİLERDEN ELDE EDİLEN UÇUCU YAĞLARIN DEPOLANMIŞ
ÜRÜN ZARARLISI BÖCEKLER ÜZERİNDEKİ ÖLDÜRÜCÜ ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Salih KARABÖRKLÜ

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2008

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman AYVAZ

ÖZET

Türkiye'nin değişik bölgelerinden İzmir kekiği **Origanum onites** L., beyaz kekik **Origanum majorana** L., sivri kekik **Satureja thymbra** L., mersin **Myrtus communis** L., defne **Laurus nobilis** L., limon **Citrus limon** L., pire otu **Tanacetum armenum** (DC.) Suchultz Bip., kazayağı **Chenopodium botrys** L., kekik **Thymus sipyleus** Boiss. ve adaçayı **Salvia cryptantha** Montbret et Aucher ex Benth., bitkileri toplanmış ve oda sıcaklığında kapalı bir ortamda kurutulduktan sonra bitkiler küçük parçalara ayrılmış ve Clevenger tip su buharı distilasyon cihazında ihtiva ettikleri uçucu yağlar çıkarılmıştır. Daha sonra bu uçucu yağların **Ephestia kuehniella**, **Plodia interpunctella**, **Trogoderma granarium**, **Tribolium castaneum** ve **Acanthoscelides obtectus** üzerindeki öldürücü etkileri araştırılmıştır. Her bir uçucu yağ çeşidi için zararlı popülasyonunun yarısını ve %99'unu öldürmek için gerekli dozlar (LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri) hesaplanmıştır. Uçucu yağların öldürücü etkisi böceğin türüne ve bitki çeşidine göre farklılık göstermiştir. Uçucu yağlar genel olarak böceklerin ömür uzunluğunu azaltmıştır. **E. kuehniella**, **P. interpunctella** ve **T. granarium** larvalarının uçucu yağ uygulamasından pek etkilenmedikleri gözlenmiştir. Sivri kekikten elde edilen uçucu yağın güve yumurtalarından larva çıkışını tamamen engellediği gözlenmiştir. Defne, mersin ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar 45 µl/300 ml hava doz uygulamasında **A. obtectus** erginlerinin tamamını öldürmüştür. **T. castaneum** erginleri üzerinde en etkili uçucu yağlar defne ve mersin bitkilerinden elde edilmiştir. Mersin ve beyaz kekik bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar oldukça düşük dozlarda **E. kuehniella** erginlerinin tamamen ölmesine neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Uçucu yağ, **Ephestia kuehniella**, **Tribolium castaneum**, **Satureja thymbra**, **Laurus nobilis**

INSECTICIDAL ACTIVITY OF THE ESSENTIAL OILS OBTAINED FROM DIFFERENT AROMATIC PLANTS AGAINST STORED PRODUCT PESTS

Salih KARABÖRKLÜ

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M. Sc. Thesis, July 2008

Thesis Supervisor: Assist. Prof. Dr. Abdurrahman AYVAZ

ABSTRACT

The aromatic plants from different region of Turkey were air dried at room temperature and chopped into small pieces. Essential oils were extracted by using a Clevenger-type water steam distillation apparatus. Fumigant toxicity of Turkish oregano **Origanum onites** L., marjoram **Origanum majorana** L., savory **Satureja thymbra** L., myrtle **Myrtus communis** L., laurel **Laurus nobilis** L., lemon **Citrus limon** L., tansy **Tanacetum armenum** (DC.) Suchultz Bip., sticky goosefoot **Chenopodium botrys** L., thyme **Thymus sipyleus** Boiss. and sage **Salvia cryptantha** Montbret et Aucher ex Benth. was tested on the stored-product insects (**Ephestia kuehniella**, **Plodia interpunctella**, **Trogoderma granarium**, **Tribolium castaneum** and **Acanthoscelides obtectus**). The essential oils were applied at different doses and exposure periods on different stage of the stored product-pests. To kill 50 and 99% of the populations, needed doses (LC₅₀ and LC₉₉ values) were estimated for every applied essential oil and exposure period. The mortality rates were varied depending on the essential oil and insect species. The longevity of the insects was negatively affected by the essential oils tested. The larvae of the **E. kuehniella**, **P. interpunctella** and **T. granarium** were most resistant stage against the essential oils. The most effective essential oils against pyralid moth eggs obtained from savory. The essential oils obtained from laurel, myrtle and tansy (45 µl/300 ml air) were the most effective against the adults of the **A. obtectus**. The essential oils obtained from the laurel and myrtle caused complete mortality at 45 µl/300 ml air dose against **T. castaneum** adults. The adults of the **E. kuehniella** were highly susceptible against the essential oils obtained from lemon and marjoram and these oils caused complete mortality at the very little doses.

Keywords: Essential oil, **Ephestia kuehniella**, **Tribolium castaneum**, **Satureja thymbra**, **Laurus nobilis**

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TABLolar LİSTESİ	vii- ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
1. BÖLÜM	
GİRİŞ	1
2. BÖLÜM	
MATERYAL VE YÖNTEM	15
2.1. Bitki Materyali	15
2.1.1. Bitkilerin Sistematikteki Yeri	15
2.1.2. Bitkilerin Toplanması	16
2.1.3. Uçucu Yağ Eldesi	16
2.2. Uçucu Yağ Uygulanan Depolanmış Ürün Zararlısı Böcekler	17
2.2.1. Depolanmış Ürün Zararlısı Böceklerin Sistematikteki Yerleri	17
2.2.2. Böcek Kültürleri	18
2.3. Depolanmış Ürün Zararlısı Böceklerle Yapılan Çalışmalar	19
2.3.1. Un Güvesi İle Yapılan Çalışmalar	19
2.3.2. Kuru Meyve Güvesi İle Yapılan Çalışmalar	22
2.3.3. Kapra Böceği İle Yapılan Çalışmalar	22
2.3.4. Fasulye Tohum Böceği İle Yapılan Çalışmalar	22
2.3.5. Un Biti İle Yapılan Çalışmalar	22
2.4. İstatistiksel Analiz	23
3. BÖLÜM	
BULGULAR	24
3.1. Uçucu Yağların Depolanmış Ürün Zararlısı Böcekler Üzerindeki Etkileri	24
3.1.1. Uçucu Yağların Un Güvesi Üzerindeki Etkileri	24
3.1.1.1. Uçucu Yağların Un Güvesi Yumurtasındaki Embriyo Gelişimine Etkileri	24
3.1.1.2. Uçucu Yağların Un Güvesinin Gelişimi (Yumurtadan Ergine Kadar) Üzerine Etkileri	28

3.1.1.3. Uçucu Yağların Un Güvesi Larvaları Üzerindeki Etkileri	32
3.1.1.3. Uçucu Yağların Un Güvesi Erginleri Üzerindeki Etkileri	34
3.1.2. Uçucu Yağların Kuru Meyve Güvesi Üzerindeki Etkileri	43
3.1.3. Uçucu Yağların Kapra Böceği Üzerindeki Etkileri	46
3.1.4. Uçucu Yağların Fasulye Tohum Böceği Üzerindeki Etkileri	49
3.1.5. Uçucu Yağların Un Biti Üzerindeki Etkileri	52
4. BÖLÜM	
TARTIŞMA VE SONUÇ	55
KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ	72

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Uçucu yağ elde edilen bitkilere ilişkin bilgiler	16
Tablo 3.1. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların un güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri	25
Tablo 3.2. Farklı dozlarda uygulanan (48 saat) uçucu yağların un güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri	25
Tablo 3.3. Farklı dozlarda uygulanan (72 saat) uçucu yağların un güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri	26
Tablo 3.4. Farklı dozlarda uygulanan (96 saat) uçucu yağların un güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri	27
Tablo 3.5. Farklı sürelerle uygulanan uçucu yağların un güvesi yumurtası üzerindeki LC ₅₀ ve LC ₉₉ değerleri	27
Tablo 3.6. Sivri kekikten elde edilen uçucu yağların un güvesinin gelişimi (yumurtadan ergine kadar), ergin çıkışı ve yumurta verimine etkisi	28
Tablo 3.7. İzmir kekiğinden elde edilen uçucu yağların un güvesinin gelişimi (yumurtadan ergine kadar), ergin çıkışı ve yumurta verimine etkisi	29
Tablo 3.8. Mersin bitkisinden elde edilen uçucu yağların un güvesinin gelişimi (yumurtadan ergine kadar), ergin çıkışı ve yumurta verimine etkisi	29
Tablo 3.9. Beyaz kekikten elde edilen uçucu yağların un güvesinin gelişimi yumurtadan ergine kadar), ergin çıkışı ve yumurta verimine etkisi	30
Tablo 3.10. Defne bitkisinden elde edilen uçucu yağların un güvesinin gelişimi (yumurtadan ergine kadar), ergin çıkışı ve yumurta verimine etkisi	31
Tablo 3.11. Limon bitkisinden elde edilen uçucu yağların un güvesinin gelişimi (yumurtadan ergine kadar), ergin çıkışı ve yumurta verimine etkisi	31
Tablo 3.12. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların un güvesinin son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri	32
Tablo 3.13. Farklı dozlarda uygulanan (48 saat) uçucu yağların un güvesinin son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri	33
Tablo 3.14. Farklı dozlarda uygulanan (72 saat) uçucu yağların un güvesinin son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri	33
Tablo 3.15. Farklı dozlarda uygulanan (96 saat) uçucu yağların un güvesinin son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri	34

Tablo 3.16. 96 saat süreyle uygulanan uçucu yağların un güvesi son dönem larvası üzerindeki LC ₅₀ ve LC ₉₉ değerleri	34
Tablo 3.17. Farklı dozlarda uygulanan (3 saat) uçucu yağların un güvesi erginleri üzerine öldürücü etkileri	35
Tablo 3.18. Farklı dozlarda uygulanan (6 saat) uçucu yağların un güvesi erginleri üzerine öldürücü etkileri	36
Tablo 3.19. Farklı dozlarda uygulanan (9 saat) uçucu yağların un güvesi erginleri üzerine öldürücü etkileri	36
Tablo 3.20. Farklı dozlarda uygulanan (12 saat) uçucu yağların un güvesi erginleri üzerine öldürücü etkileri	37
Tablo 3.21. Farklı sürelerle uygulanan uçucu yağların un güvesi erginleri üzerindeki LC ₅₀ ve LC ₉₉ değerleri	38
Tablo 3.22. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların kuru meyve güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri	44
Tablo 3.23. Farklı dozlarda uygulanan (48 saat) uçucu yağların kuru meyve güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri	44
Tablo 3.24. Farklı dozlarda uygulanan (72 saat) uçucu yağların kuru meyve güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri	45
Tablo 3.25. Farklı dozlarda uygulanan (96 saat) uçucu yağların kuru meyve güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri	45
Tablo 3.26. Farklı sürelerle uygulanan uçucu yağların kuru meyve güvesi yumurtaları üzerindeki LC ₅₀ ve LC ₉₉ değerleri	46
Tablo 3.27. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların kapra böceğinin son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri	47
Tablo 3.28. Farklı dozlarda uygulanan (48 saat) uçucu yağların kapra böceği son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri	47
Tablo 3.29. Farklı dozlarda uygulanan (72 saat) uçucu yağların kapra böceği son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri	48
Tablo 3.30. Farklı dozlarda uygulanan (96 saat) uçucu yağların kapra böceği son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri	48
Tablo 3.31. 96 saat süreyle uygulanan uçucu yağların kapra böceğinin son dönem larvası üzerindeki LC ₅₀ ve LC ₉₉ değerleri	49

Tablo 3.32. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların fasulye tohum böceği erginleri üzerindeki öldürücü etkileri	50
Tablo 3.33. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların fasulye tohum böceği erginlerinin ömür uzunluğuna etkileri	51
Tablo 3.34. 24 saat süreyle uygulanan uçucu yağların fasulye tohum böceğinin erginleri üzerindeki LC ₅₀ ve LC ₉₉ değerleri	52
Tablo. 3.35. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların un biti erginleri üzerindeki öldürücü etkileri	53
Tablo 3.36. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların un biti erginlerinin ömür uzunluğuna etkileri	54
Tablo 3.37. 24 saat süreyle uygulanan uçucu yağların un biti erginleri üzerindeki LC ₅₀ ve LC ₉₉ değerleri	54

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Clevenger tip su buharlı distilasyon cihazı	17
Şekil 2.2. Depolanmış ürün zararlısı böcekler	18
Şekil 2.3. Böcek yetiştirme odaları	19
Şekil 2.4. Uçucu yağ uygulandıktan sonra gelişmeye bırakılan yumurta kavanozları ...	21
Şekil 3.1. Sivri kekikten elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğuna etkisi	38
Şekil 3.2. İzmir kekiğinden elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğuna etkisi	39
Şekil 3.3. Mersin bitkisinden elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğu üzerine etkileri	40
Şekil 3.4. Beyaz kekikten elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğu üzerine etkileri	40
Şekil 3.5. Defneden elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğuna etkisi	41
Şekil 3.6. Limon bitkisinden elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğu üzerine etkileri	42
Şekil 3.7. Kazayağı kekikten elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğu üzerine etkileri	42
Şekil 3.8. Pire otu bitkisinden elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğu üzerine etkileri	43

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Birçok böcek öldürücü kimyasal maddenin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri bütün dünyanın bildiği bir gerçektir. Bununla birlikte ikinci dünya savaşından beri yoğun olarak fayda amaçlı kullanılan böcek öldürücüler meydana getirdikleri pozitif etkileri yanında çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler bırakmış bu konudaki kaygıların daha da artmasına neden olmuştur. Kimyasal maddelerin kullanımı memeliler üzerinde toksik (zehirleyici) etkilerin görülmesine, besin zincirinin bozulmasına, zararsız böcekler üzerinde olumsuz etkilerin görülmesine, zararlı böceklerin direnç kazanmasına, bazı türlerin hassaslaşmasına, bazı türlerinse yok olmasına neden olmuştur. Bu yüzden zararlı böceklerin kontrolünde daha sağlıklı yöntemlerin geliştirilmesi için günümüzde çeşitli yaklaşımlar ileri sürülmektedir. Bu amaçla kimyasal, biyokimyasal, fiziksel, genetik mühendisliği ve entomofag (böcekle beslenen) kontrol gibi yöntemler uygulanmaktadır. Böcekler hayvanlar aleminin en geniş grubudur ve bu gün bilinen hayvan türlerinin yaklaşık %80 i bu gruba dahildir. Onbinlerce böcek türü insanlar için yüksek riskli olarak değerlendirilmiştir. Bu türler tıbbi ve tarımsal olmak üzere iki önemli etkiye sahiptirler. Tıbbi bakımdan hastalık etmenleri olan böcekler insan ve evcil hayvanlarda hastalığa neden olurlar. Tarımsal bakımdan ise insanların üretmiş olduğu ürünlere zarar verirler. Yapılan tahminlere göre önümüzdeki 50 yıllık süreç içerisinde dünya nüfusunun ikiye katlanacağı düşünüldüğünde artan besin ihtiyacının karşılanması ve ürünlerin herbivor böceklerden korunması önemli bir sorun olarak insanlığın gündeminde olacaktır. Bu amaçla, son 30 yıllık süreç içerisinde zararlılardan korunmak amacıyla kullanılan ürünlerin yılda %7-10 arasında artış göstermekte ve yıllık 25 milyar dolar para harcanmaktadır. Bu büyüme, endüstri sektörünün yeniden düzenlenmesine, şirketlerin devri ve birleşmesinin yanında doğal böcek öldürücü ürünlerin artmasına neden olmaktadır.

Bitkisel ekstrakt ve uçucu yağlar gelecekte böcek öldürücü olarak kullanılan kimyasalların yoğun olarak kullanımını azaltacak ve alternatif bir mücadele yöntemi olacaktır. Böylece bitkisel böcek öldürücüler doğada çabuk bozunmaya uğrayacak, klasik böcek öldürücülerin neden olduğu doğadaki kalıntı miktarının azalmasına, seçici doğal böcek öldürücülerinin artmasına ve daha iyi bir çevrenin gelişmesine neden olacaktır [1].

Bitki ve hayvan kaynaklı depolanmış ürünlerde ağırlık ve kalite kaybına neden olan 600 den fazla kınkanatlı, 70 kelebek ve yaklaşık 355 akar türü bilinmektedir [2]. Bazı zararlı böceklerin pirinç, pamuk, mısır, şeker kamışı ve buğdayda sırasıyla %58, %47, %33, %33 ve %50 oranında ürün kaybına neden oldukları bildirilmiştir [3]. Tarımsal ürünlerden (özellikle de tahıllardan) yüksek verim, elde etmek için etkili üretim yöntemleri uygulamak ve ürünü en iyi şekilde korumak gerekir. Yüksek verim elde etmek için depolanmış ürünlerin kaybını en aza indirecek uygulama yöntemlerinin geliştirilmesi gerekir. Gelişmekte olan ülkelerde ürün kaybı %10-30 arasında değişirken bu oran gelişmiş ülkelerde %1 civarındadır. Hasat edilen üründen istenilen sonucu elde edebilmek için ürünün iyi muhafaza edilmesi gerekir [4]. Çünkü hasat edilerek depolanmış ürün tarladaki üründen çok daha kıymetlidir.

Ülkenin tarımsal yapısı içinde önemli bir yeri olan tahıl ürünleri depolama döneminde birçok zararlının saldırısına uğramaktadır. Türkiye koşullarında *Sitophilus* spp. (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium* spp. (Coleoptera: Tenebrionidae), *Rhizopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrychidae), *Trogoderma granarium* Evert. (Coleoptera: Dermestidae), *Oryzaephilus surinamensis* L. (Coleoptera: Silvanidae) ve *Ephestia kuehniella* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae) gibi zararlılar özellikle depolama sırasında ürünün ağırlık, çimlenme, ve kalitesinde önemli kayıplara neden olmaktadır [5-7]. *Ephestia cautella* (Walker), *Ephestia kuehniella*, *Lasioderma serricornis* (Fabricius), *Oryzaephilus surinamensis*, *Plodia interpunctella* (Hübner), *Rhizopertha dominica*, *Sitophilus* spp., *Tribolium* spp. ve *Trogoderma granarium* ülkemizde sık rastlanan önemli depo zararlılarıdır [8].

Un biti, *Tribolium castaneum* (Herbst), (Coleoptera: Tenebrionidae), yaygın olarak bulunan ve ham ve işlenmiş tahıl ürünlerinde zarara neden olan önemli bir depolanmış ürün zararlısıdır [9, 10].

Birçok tropikal ve subtropikal bölgede baklagiller, Bruchidae (tohum böcekleri) zararlılarının saldırısına uğramakta ve bruchid larvaları baklagil tohumları içerisine girerek tohum içeriğiyle beslenmektedir [11]. Bu zararlılar baklagil tohumlarında ağırlık kaybı ve çimlenme yeteneğinde azalmaya neden olarak ürünü kullanılmaz hale getirmektedir [12]. Depolanmış ürünlere zarar veren böcekler arasında tohum böcekleri, özellikle de fasulye tohum böceği *Acanthoscelides obtectus* (Say) Coleoptera: Bruchidae, ekonomik öneme sahip olması dolayısıyla birçok bilim adamının ilgisini çekmiştir. Fasulye tohum böceği yüksek adaptasyon yeteneği ile fasulye bitkisinde (*Phaseolus vulgaris* L.) en çok zarar veren böcek türlerinden biri olup Akdeniz bölgesinde ve Güney Amerika da yaygın olarak yayılış göstermektedir. Fasulye tohum böceğinin yıllık depolanmış tohumlarda %20–40 oranında ürün kaybına neden olduğu bildirilmiştir [13].

Un güvesi *E. kuehniella* ılıman iklimlerde endüstriyel un değirmenlerinde büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır [14]. Un güvesi larvaları ürünle doğrudan beslenmenin yanında ağ oluşturma ve dışkılarını ürün içerisine bırakmak suretiyle ürün kalitesinin azalmasına neden olmaktadır [15]. Buna ilaveten un güvesi, ülkemizde birçok üründe zarara neden olmaktadır. Un, incir, kuru üzüm, makarna, mısır, şehriye, yulaf, irmik, bisküvi, buğday, pirinç, kepek, kurutulmuş erik, kurutulmuş şeftali, ayçiçeği, pestil, ceviz içi, fındık, badem içi gibi ürünlerde bu zararlıya rastlanmıştır [16].

Kuru meyve güvesi *P. interpunctella*, yaygın olarak bulunan bir zararlı böcek türü olup larvaları, depolanmış tahıl ürünlerinde, kuru yemişlerde, bakliyat ürünlerinde, kurutulmuş meyvelerde, yemeklik ürünlerde ve işleme sırasında gıdalarda ekonomik zarara neden olmakta [17] ve depolanmış ürünlerde ciddi kayıpların yaşanmasına yol açmaktadır [18]. Kuru meyve güvesi ülkemizin değişik bölgelerinde, pek çok ürün üzerinde tespit edilmiş olup, bu ürünler şu şekilde sıralanabilir: Un, undan yapılmış gıdalar, hububat, yonca tohumu, kabuklu meyveler, kestane, çam fıstığı, yer fıstığı, kuru meyveler, şekerleme, kuru üzüm, incir, kuru kayısı, fındık, badem, kepek, keçiboynuzu, kuru elma, bakla, bisküvi, kuru kiraz, kırmızı biber, hurma, kürk, sarımsak, makarna, bezelye, kuru şeftali, kuru erik, pirinç ve çavdar [16].

Depolanmış ürünlerden zararlı böceklerin elimine edilmesinde solunum yoluyla dezenfeksiyon (fumigasyon) önemli bir role sahiptir. Günümüzde fosfin ve metilbromid, depolanmış ürünlerin korunmasında kullanılan en yaygın iki fumiganttır. [19]. Böceklerin fosfine karşı direnç geliştirmesi nedeniyle bazı ülkelerde yapılan arazi uygulamalarında zararlının kontrolü sağlanamamıştır [20, 21]. Metil bromid oldukça yaygın kullanılan bir fumigant olup ozon tabakasını delici bir madde olduğu bildirilmiş ve bu yüzden kullanımı tamamen yasaklanmıştır [19]. Şu anki fumigantların oluşturduğu sorunlardan dolayı kimyasal uygulamaların yerini alabilecek, kontrol edilebilir bir atmosfer sağlama ve fiziksel yöntemlerle birlikte kullanılabilen uygulamaların gelişimini içeren alternatif yöntemler birçok araştırmacının ilgisini çekmektedir [22].

Aromatik bitkiler olarak adlandırılan bazı bitki türleri kendilerine özgü bir tat ve keskin koku veren uçucu kimyasal bileşenler içermektedir. Aromatik bitkiler eski çağlarda besinlerin tadını artırmada, besinlerin korunmasında, mumyacılıkta ve hastaları iyileştirmede kullanılmıştır. Günümüzde aromatik bitkiler besin endüstrisinde, endüstriyel uygulamalarda; özellikle parfüm sanayinde, kozmetikte, deterjan sanayinde, farmakolojide ve kimya sanayinde kullanılmaktadır. Uçucu yağlar bazı bitki sınıf ve familyalarında oldukça yoğun olarak bulunmaktadır. Uçucu yağlar koniferlerde (Coniferopsida), Rutaceae, Umbelliferae, Myrtaceae ve Labiatae gibi familyalarda ve çoğunlukla özelleşmiş dokularda bulunmaktadır. Labiatae ve Koniferler de tüy ve salgı kanallarında, Myrtaceae familyasında ise şizogen boşluklarda yer alır [1].

Uçucu yağlar ve uçucu yağ bileşenleri, geleneksel tıpta, parfümeri (farmösetik) sanayisinde, tıbbi içecek ve doğal tatlandırıcı olarak kullanılmalarından dolayısıyla geleneksel fumigantlara göre birçok avantaja sahiptirler. Uçucu yağlar ve ihtiva ettikleri kimyasal bileşenler birçok alanda kullanılmaktadır. Örneğin, birçok uçucu yağda bulunan ve bir monoterpenoid olan 1,8-cineole, kozmetikte ve balgam söktürücü olarak kullanılmaktadır. Limon kabuğundan elde edilen uçucu yağlar hamur ürünlerinin tadını artırmada kullanılmaktadır. Karaman kimyonu *Carum carvi* L., Kıvırcık nane *Mentha spicata* L. ve dere otu *Anethum graveolens* L. bitkilerinin uçucu yağlarının en önemli bileşenlerinden biri olan karvon, diş macunlarına tat vermede, ağız temizliğinde ve tıpta kullanılmaktadır [19].

Uçucu yağlar bu kullanım alanlarına ek olarak zararlı böceklerle mücadele amacıyla da yoğun olarak kullanılmaktadır [23]. Bu bitkisel ürünlerin, memeliler üzerinde düşük toksik etki göstermeleri (bazı istisnalar hariç), kısa sürede parçalanmaları ve yerel halk tarafından besin olarak kullanılmaları yüzünden diğer kimyasal fumigantlardan daha avantajlı oldukları düşünülmektedir [19]. Bitkisel uçucu yağlar içerdikleri bileşenler yüzünden böcekler üzerinde, ortamdaki uzaklaştırıcı, beslenmeyi engelleyici, öldürücü ve zehirleyici etkiler göstermektedir [24, 25]. Böcekler üzerindeki zehirleyici etkiler temas, yeme veya solunum yoluyla meydana gelmektedir [19].

Aslında, 1940'lı yıllarda yapay böcek öldürücülerin (sentetik insektisitler) ticari başarısı ve gelişiminden önce bitkisel böcek öldürücüler ürün zararlılarına karşı etkili bir mücadele yöntemi olarak kullanılmıştır. Kombine etki, çabuk tesir etme, kolay kullanım ve düşük maliyetleri nedeniyle sentetik insektisitlerin (organoklorlar, organofosfatlar, karbamatlar ve daha sonraları pirethroidler ve neonikotinoidler) kullanımı, bitkisel insektisitlerin (böcek öldürücülerin) gelişimini olumsuz yönde etkilemiştir [26]. Sentetik insektisitlerin, tarımsal üretimde (modern tarımda) yerini almasından 20 yıl sonra, yaygın çevresel kirlenmeler yaşanmış ve hedef olmayan organizmalar ve insanlar üzerinde olumsuz etkiler görülmüştür. Bu etkiler alternatif doğal yöntemlerin (genellikle bitkisel ürünleri içeren) yeniden doğmasına neden olmuştur [27].

Mahsul ve depolanmış ürünlerin zararlı böceklerden korunmasında, bitkilerin, bitkisel materyallerin ve ham bitki ürünlerinin (botaniksel böcek öldürücüler) kullanılması muhtemelen ürün korumanın kendisi kadar eskidir [28]. Günümüzdeki alternatif stratejilerin çoğunun amacı klasik böcek öldürücülerin kullanımını azaltmaya yöneliktir. Ekokimyasal kontrol yöntemi bitki-böcek ilişkisine dayanan en ümit verici stratejilerden biridir.

Bitkiler sahip oldukları uçucu yağlardan birçok bakımdan yararlanırlar. Uçucu yağlar aşırı buharlaşma yoluyla su kaybını engeller, yükseltgenme-indirgenme reaksiyonlarında hidrojen vericisi olarak işlev görür, böcekleri cezbederek iyi bir tozlaşmanın gerçekleşmesini sağlar ve bitkileri herbivor, mikroorganizma ve fungus gibi birçok bitki zararlısına karşı korur. Kimyasal araçlar özellikle allelokimyasallar, türler arası iletişimde kullanılmaktadır. Bu moleküller bir organizma tarafından üretilir ve diğer bir organizmanın biyolojisini veya davranışlarını değiştirir. Bitkisel

allelkimyasallar böcekler için birçok bakımdan etki eder. Bitkiler bu allelokimyasallar yardımıyla böcekleri uzaklaştırır, onların beslenmelerini engeller, beslenmelerini durdurur, böcekleri cezbederek tozlaşmayı artırır yumurta üretimini etkiler ve böcekleri öldürücü etkiler gösterir. Bu moleküller genellikle düşük miktarlarda (konsantrasyonlarda) etki göstermektedirler [1].

Alkol ve çözücüyle elde edilen lipit ve esanslarla kıyaslandığında bitkisel uçucu yağlar, su buharıyla oldukça kolay bir şekilde ekstrakte edilmektedir. Guenther [29], uçucu yağ elde etmede üç farklı su buharı distilasyon yöntemi ayırt etmiştir. Bu metotlar günümüzde kullanılan ekstraksiyon ve ayırma metodlarından daha sınırlı ve bitkinin ihtiva ettiği uçucu yağların toplamasında yetersiz kalan metotlar olmasına karşın [30-32], uçucu yağların karmaşık yapısının ortaya çıkarmasında etkili olmuştur. Uçucu yağların çoğu, ikincil bitki ürünleri olarak sınıflandırılmış ve sahip oldukları kimyasal yapılardan dolayı alkaloidler, polifenolikler, terpenler ve izoprenoidler veya siyanojenik glukozitler olarak sınıflandırılmıştır [33].

Bitkisel uçucu yağların büyük bir çoğunluğu, isoprenoid (terpenoid) iskelete sahip olan, birçok bileşenden oluşmuştur. Bu bileşenler çoğunlukla 10–15 (monoterpenler ve seskiterpenler) ve nadiren de 20 karbon atomuna (diterpenler) sahip bileşiklerdir. Bununla birlikte uçucu yağlar alifatik ve benzoik bileşenlere de sahip olabilirler. Bitkisel uçucu yağların çoğunluğu, az sayıda büyük (ana) bileşenlere sahiptir; uçucu yağların ihtiva ettiği bazı küçük bileşenler de önemli etkiler göstermekte ve bitkisel materyallerin zenginleşmesini sağlamaktadır [34].

Bitkisel böcek öldürücülerin araştırılmasında ilk gözlemler zararlı böcekler üzerinde uçucu yağların etkisi üzerine odaklanmıştır. Uçucu yağ salgılanması ve zararlı böcekler dayanıklı bitkiler arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. 19. yüzyılda birkaç aktif molekül; tütünden nikotin ekstrakte edilmiş fakat daha sonra memelilere toksik olduğu gözlenmiştir, papilionidae familyasından rotenon ve krizantemden piretrum eksakte edilmiş fakat kimyasal olarak çok kararsız olduğu gözlenmiştir. İkinci Dünya Savaşı ekonomi ve ticareti alt üst etmiş ve bu ilk nesil bitkisel böcek öldürücülerin gelişimini ve araştırılmasını engellemiştir. Bu nedenle petrol-türevleri ve kimyasal böcek öldürücüler (karbamatlar, organoklorlar ve organofosforlar) geliştirilmiş ve bunun sonucunda çevre üzerinde olumsuz etkiler ortaya çıkmıştır. Son yıllarda uçucu yağ ayırma ve tanımlama

tekniklerinin gelişmesi tartışmasız uçucu yağ bileşenlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır. Uçucu yağlarla yapılan çalışmaların yaygınlaşmasıyla depolanmış ürün zararlı böcekler üzerinde etkili olan uçucu yağları belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Uçucu yağların içerdiği etken maddeler ve bu maddelerin oranları çok fazla değişiklik göstermektedir. Bu değişiklik, bir türe ait kimyasal bileşenlerinin her zaman tanımlanamamasından kaynaklanmaktadır. Uçucu yağ üretimi değişen dönemlerde bitki tarafından durdurulabilir veya azaltılabilir. Uçucu yağ içeriğindeki farklılık; bitkinin fizyolojik gelişimi, olgunluk derecesi, tercih edilen bitki bölümü, ayırma metodu (su veya buharla distilasyon, çözücüyle ayırma vb.), toprak ve iklim şartları ve Mendel kalıtımı gösteren kemotip sayısı gibi faktörlerden kaynaklanabilir [1, 35, 36]. Aynı şekilde uçucu yağların depolanmış ürün zararlı böcekler üzerindeki toksisiteleri, kullanılan bitki kısmı, ekstraksiyon zamanı, ekstraksiyon metodu, ve değişen (çevresel mevsimsel şartlara bağlı olarak) kimyasal içerik gibi faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir [37, 38].

Uçucu yağ ve bileşenlerinin fumigant aktivitesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Muhtemelen uçucu yağların ve aktif bileşenlerinin en ilgi çekici yönü memeliler üzerindeki düşük toksik etki göstermeleridir. Uçucu yağlar ve bileşenlerinin çoğu, yenen bitkilerden elde edilmekte ve genellikle Amerikan Çevre Koruma Ajansının (EPA) belirlemiş olduğu toksik ürünler listesi dışında bulunmaktadır [39].

Böcek öldürücü moleküllerin tanımlanmasına dayanan bu alternatif strateji yeni değildir. İnsanlar geçmişten beri ürünlerin korunmasında bitkileri geleneksel olarak kullanmışlardır [40]. 1970'li yıllarda yeni, kararlı piretroidler üretilmiş fakat bu ürünlere karşı böceklerin direnç geliştirdikleri gözlenmiştir. Bu etkiden dolayı sonraki 15 yıllık süreç yeni böcek öldürücü moleküllerin bulunmasına ayrılmıştır [41]. Tropikal ağaçlardan elde edilen azadiraktin: *Azadirachta indica* L: (Meliaceae) veya neem böcek öldürücü olarak en çok kullanılan ürünlerden biridir [42, 43]. En ümit verici botaniksel gruplar Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Annonaceae, Labiatae, Aristolochiaceae ve Malvaceae familyaları olarak değerlendirilmiştir [44-46].

Kozalaklı ağaçların, İskoç-çam düz kanatlıları (Aradidae familyasına ait) ve mor uzun boynuzlu meşe böceğine (*Callidium violaceum* L., Coleoptera: Cerambycidae) karşı dirençli olmasının nedeni olarak kabuklarında ihtiva ettikleri uçucu yağlar gösterilmiştir

[47, 48]. Bir baklagil zararlısı olan *Callosobruchus analis* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) ve ev sineği *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) karşı etkili olan Himalaya sedirinden (*Cedrus deodara*: Pinaceae) elde edilen uçucu yağların kromatoğrafik analizi, ticari olarak kullanılan böcek öldürücülerin gelişmesine öncülük etmiştir [49]. Daha sonraları yabani domatesin (*Lycopersicon hirsutum hirsutum*: Solanaceae) salgı tüylerinden salgılanan terpen ve uçucu yağlar araştırılmış ve bu uçucu yağlar böcek direnciyle ilişkilendirilmiştir [50].

Patchouli, *Pogostemon heyneanus* Benth. (Solanaceae) ve fesleğen, *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae)'den elde edilen uçucu yağların buğday biti *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae), ekmek böceği, *Stegobium paniceum* L. (Coleoptera: Anobiidae), un biti *T. castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) ve tohum böceği *Bruchus chinensis* L.,'e (Coleoptera: Bruchidae) karşı öldürücü etki gösterdiği bildirilmiştir [51, 52].

Bitkisel uçucu yağlar yalnızca tahıl böceklerine karşı değil aynı zamanda uçan böcekler üzerinde de zehirleyici etkiler göstermiştir. Örneğin, keklik üzümü *Gaultheria* (Ericaceae) and Okaliptüs (Myrtaceae) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların buğday biti *S. oryzae*, nohut tohum böceği *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae), ekmek böceği *S. paniceum*, ve ev sineği *Musca domestica* üzerinde yüksek dercede öldürücü etkiye sahip oldukları bildirilmiştir [53].

Böceklerin bitkisel ikincil ürünlere verdikleri tepkiler büyük değişiklik göstermekte ve aynı bitkisel materyale karşı farklı böcek türleri farklı hassasiyet göstermektedir. Örneğin, limon çimeni *Cymbopogon nardus* L. (Graminae) bitkisinden elde edilen uçucu yağlar fasulye tohum böceğini (*A. Obtectus*) kısa sürede öldürmekte iken [54] arpa güvesi *Sitotroga cerealella* (Olivier, Lepidoptera: Gelichiidae) da ise sadece sersemletici etki gösterdiği ve bunun dışında herhangi bir olumsuz etki göstermediği bildirilmiştir [55].

Uçucu yağların zehirleyici (toksik) etkileri, bitkinin kimyasal yapısında meydana gelen değişimler hariç, birkaç faktöre bağlı olarak değişmektedir. En önemli faktörlerden biri uçucu yağların alınış şeklidir. Çoğunlukla uçucu yağlar solunum, mide ve deriden emilim yoluyla vücuda alınmaktadır. Solunum yoluyla zehirleyici etki gösteren, birçok

uçucu yağ, uçucu yağ ana bileşeni ve monoterpen birçok yazar tarafından tanımlanmıştır [54, 56-59]. Limon, *Citrus limon* L. (Rutaceae) bitkisinden elde edilen uçucu yağlar, pirinç biti *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), un biti *T. castaneum* ve ekin biti *Prostephanus truncatus* (Horn, Coleoptera: Bostrychidae)'un deri altına enjekte edildiğinde bu böceklerin bu uçucu yağa karşı oldukça hassas oldukları gözlenmiştir [60].

Uçucu yağların etkilerine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Uçucu yağlar beslenmeyi engelleyici özellikleriyle zararlılar üzerinde etkili olabilmektedirler. Defne, *Laurus nobilis* (Lauraceae) bitkisinden elde edilen öjenol bir kelebek türü olan *Mythimna unipuncta* (Haworth, Lepidoptera: Noctuidae)'ya uygulandığında beslenmeyi azaltıcı etki gösterdiği bildirilmiştir [61]. Uçucu yağların ortamdaki uzaklaştırıcı etkilerine yönelik çalışmalar da yapılmıştır. *Adhatoda vasica* (Acanthaceae) bitkisinden elde edilen uçucu yağların *S. oryzae* ve *B. chinensis* zararlılarını ortamdaki uzaklaştırdığı görülmüştür [62].

Bazı uçucu yağların buğday biti *S. granarius* (L.) da hem ortamdaki uzaklaştırıcı hemde beslenmeyi engelleyici etki gösterdiği [63], pelin otu, *Artemisia absinthium* L. (Asteraceae) bitkisinden elde edilen uçucu yağların ise bu zararlıda hem zehirleyici hemde uzaklaştırıcı etki gösterdiği belirtilmiştir [64].

Uçucu yağlar hem ergin hem de larva üzerinde etki gösterebilmekte ve üremeyi engellemektedir. Bu etkinin nedeni dişilerin daha hassas olması olarak gösterilmektedir. Uçucu yağlar kırmızı örümcek *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval, Acarina: Tetranychidae) erginleri üzerinde, öldürücü, uzaklaştırıcı ve yumurta üretimini azaltıcı etki yapmıştır [65]. Bununla birlikte uçucu yağların bazıları yüksek derecede cezbedici etki göstermektedir. Çam ve köknar bitkilerinin uçucu yağları kabuk zararlısı, *Ips typographus* (L., Coleoptera: Scolytidae) üzerinde cezbedici özellik göstermiş ve uçucu yağlarla yapılan tuzaklarla çok sayıda kabuk zararlısı yakalanmıştır [66].

Uçucu yağların böcekler üzerindeki öldürücü etkisinin mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Bununla birlikte uçucu yağların önemli bileşenleri olarak tanımlanan monoterpenlerin ev sineği ve Alman hamam böceği üzerindeki nörotoksik etkiler

gösterdiği [67], linalool bileşeninin ve bazı monoterpenlerin asetilkolin esteraz enzimini aktivitesini engellediği bildirilmiştir [68, 69].

Bütün bu gözlemlerden, uçucu yağların böcekler üzerinde yaygın olarak kullanıldığı ve zararlıyla mücadelede çevre açısından daha güvenli olduğu sonucuna varılabilir. Bu amaçla son on yılda bazı uçucu yağlar için endüstriyel kuruluşlar tarafından patent alınmıştır. Son yıllarda patenti alınan uçucu yağların çoğunun evsel kullanıma yönelik olduğu belirlenmiştir [1]. Ham uçucu yağ ve piretroid içeren bir temizlik karışımı hamam böceklerinin yumurta ve larvalarında öldürücü, erginlerinde, ortamdan uzaklaştırıcı ve yeniden bulaşmasını engelleyici etkiler göstermiştir [70]. Böceklere dirençli, tamamen veya kısmen böcek öldürücü özellik taşıyan (bazıları ökaliptus uçucu yağı içeren) liflerden dokunmuş tekstil ürünleri üretilmiştir [71]. Bu evsel uygulamaların yanında uçucu yağlar tarım ve gıda sektöründe de kullanılmaktadır. Hardal uçucu yağı içeren maddeler akar bulaşmasını engelleyen silis (slica) ve silan bileşikleri gibi maddelere emdirilerek böcek, mikrop öldürücü ve uzaklaştırıcı etki göstermeleri sağlanmaktadır [72]. Uçucu yağlar polimerlerle birlikte kullanılarak bantlar üretilmiştir. Uçucu yağlarla hazırlanmış çekici yapışkan bantlar tarım arazilerinde ve meyve bahçelerinde zararlıların kontrolünde kullanılmaktadır [73]. Tarım alanları ve çiftliklerde kullanılan çam uçucu yağı içeren film veya şeritlerin zararlı böcekleri uzaklaştırdığı ve bu maddelerin uçucu yağlar sayesinde öldürücü etkilerinin arttığı belirtilmiştir [74]. Uçucu yağlar bazı yapı malzemelerinin dayanıklılıklarının artırılmasında da kullanılmaktadır. Boraks, piretroid ve okaliptüs uçucu yağı içeren bir karışım kullanılarak ağaçtan yapılmış madeler ve yapıların dayanıklılıklarının artırılması sağlanmıştır [75].

Uçucu yağ ve bileşenlerine ek olarak bazı ticari kuruluşlardan sağlanan [76-78], veya laboratuarda elde edilen etken maddelerin (uçucu yağ bileşenlerinin) fumigant toksisiteleri de çalışılmıştır [79, 80]. Böceklere toksik etki gösteren uçucu aktif bileşenler 5 kategoride gruplandırılabilir. Bunlar: monoterpenoidler, siyanohidrinler ve siyanatlar, sülfür bileşikleri (dimetil disülfid, dietil trisülfid, di-n-propil disülfid, alil disülfid, diallil trisülfid, alil tiyosülfidler), alkaloidler (Z-asaron) ve diğer bileşiklerdir (metil salisilat, benzen türevleri, bornil asetat ve terpinolen). Aktif bileşenlerin çoğu bitkiler tarafından salgılanan ve böceklere karşı kimyasal savunmada kullanılan ikincil (sekonder metabolit) ürünlerdir. Bitkisel uçucu yağlar yüzlerce bileşenden oluşabilir

fakat bazı bileşenler uçucu yağ içerisinde daha yüksek miktarda bulunmaktadır (Örneğin *Eucalyptus spp.*, de 1,8-sineol, *Ocimum spp.*, de linalool, *Citrus spp.*, de limonen gibi) [19].

Uçucu yağlar ve bileşenleri şimdiye kadar 20 kınkanatlı, dört kelebek ve bir liposcelid tür üzerinde, küçük ölçekli kapalı alanlarda (5-100 ml), büyük ölçekli alanlarda (100-3400 ml) ve farklı ölçeklere sahip petrilere denenmiştir. En yaygın olarak çalışılan böcekler; (genellikle ergin dönemlerinde) un biti *T. castaneum*, pirinç biti *S. oryzae*, mısır biti *S. zeamais*, ekin kambur biti *Rhyzopertha dominica* ve baklagil tohum böcekleri; fasulye tohum böceği *A. obtectus*, börülce tohum böceği *C. maculatus* ve nohut tohum böceği *C. chinensis* olmuştur.

Depolanmış ürün zararlısı böceklerin hassasiyetleri uçucu yağ ve bileşenlerine göre değişiklik göstermektedir [19]. Fasulye tohum böceğinin melez lavanta *Lavandula hybrida* L., kuşdili *Rosmarinus officinalis* L. ve beyaz kekik *Origanum majorana* L. bitkilerinden elde edilen uçucu yağlara karşı oldukça hassas olduğu bildirilmiştir. Oksitlenmiş monoterpeneoidlerin (örneğin, karvakrol, linalool ve terpineol) oksitlenmemiş bileşenlere (p-simen, sinnamaldehit, anethol) oranla fasulye tohum böceği erginleri üzerinde daha toksik olduğu rapor edilmiştir [59]. un güvesi *E. kuehniella*'nın yumurtalarına ve 13-16 günlük larvalarına, karvakrol, 1,8-sineol, mentol, g-tepinen ve tepinen-4-ol (26±1 °C de), değişen dozlarda 24–96 saat boyunca uygulandığında larvaların yumurtalara oranla daha dirençli oldukları bildirilmiştir [81]. Depolanmış ürün zararlısı böcek yumurtalarının hassasiyetleri uygulanan uçucu yağa bağlı olarak değişmektedir. Uçucu yağların karıştırılarak meydana getirdikleri sinerjik veya antagonistik etkilere yönelik az sayıda çalışma bulunmaktadır [19]. Börülce tohum böceği erginleri üzerinde yapılan çalışmada, limon kabuğundan elde edilen etken maddelerin (+)-limonen, g-terpenol, terpinolen, a-terpenol, n-desil alcohol) karışımının ayrı ayrı uygulandıklarından daha etkili olduğu bildirilmiştir [37]. Arpa dane güvesi *S. cerealella* erginleri üzerinde yapılan çalışmada *Cymbopogon nardus* L. (limon çimeni) ve *Vitex negundo* L. bitkilerinden elde edilem uçucu yağları karıştırılarak uygulamanın ayrı ayrı uygulanmalarından daha etkili olduğu bildirilmiştir [55]. Buna karşın aynı bitkilerden elde edilen etken maddeler (a-phellandrene ve p-cymene) ayrı ayrı kullanıldıklarında daha etkili sonuç vermiştir.

Ticari gıdalar üzerine uçucu yağ veya uçucu yağ bileşenlerinin uygulanmasının besin kalitesini etkilemesi ve kalıntı bırakıp bırakmadığının belirlenmesine yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır [19]. Hint güvercin bezelyesi *Cajanus cajan* (L.) Millsp (500 gram) tohumlarının besin değeri ve çimlenmesi üzerine yapılan çalışmada Japon nanesi *Mentha arvensis* L. bitkisinden elde edilen uçucu yağın (0.1 gram) 6 aylık uygulama sonunda tohumlar üzerinde olumsuz etki göstermediği bildirilmiştir [82]. Aynı şekilde aynı bitkiden elde edilen uçucu yağlar (167 ml/l) haşhaşa üç ay uygulandığında besin kalitesinde herhangi bir olumsuz etki olmamıştır [83]. Bitkisel fumigantların bazıları tohum çimlenmesini etkilerken bazıları etkilememektedir. Marul *Lactuca sativa* L. tohumları üzerinde 47 monoterpenle yapılan çalışmalar sonucunda bu monoterpenlerin yaklaşık %50'sinin fide gelişimini %5'inin ise tohum çimlenmesini artırdığı görülmüştür [84]. Uçucu yağların sudaki toksik etkilerine yönelik olarak Gökkuşacağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss* W.) üzerinde yapılan çalışmada 96 saat uygulama süresi için populasyonun yarısını öldürmek için gerekli olan dozlar (LC₅₀ değerleri) hesaplandığında öjenolun bitkisel pestisit olan piretrum dan 500 kat, bir organofosfat insektisit olan azinfosmetilden (Azinphosmethyl) 1500 kat daha az toksik etki gösterdiği belirlenmiştir [85]. Bununla birlikte öjenol ve diğer uçucu yağ bileşenleri üzerinde yapılan laboratuvar testlerinde tatlı suda kalıntı oluşturmadıkları belirlenmiştir. Öjenol ve diğer bileşenler toprakta da kalıntı bırakmamıştır. α -terpinolün yarılanma süresinin 23 °C de, havalandırılmış ortamda 30-40 saat arasında değiştiği ve tamamen bozunmasının 50 saatte gerçekleştiği bildirilmiştir [86]. Bitkisel uçucu yağların içerdiği maddelerin genellikle insan sağlığı için faydalı olduğu ve düzenli beslenme için gerekli olduğu belirtilmiştir [87].

Bitkisel ürünlerin biyolojik aktiviteleri üzerinde kontrollü denemeler ve bilimsel araştırmalar son yıllarda artış göstermiştir. Uçucu yağlar böceklere toksik etki göstermelerinin yanı sıra depolanmış ürünlerde zarara neden olan mantarlara karşıda toksik etki göstermektedir. Uçucu yağların mantar öldürücü etkisinin monoterpenik fenollerden, (özellikle timol, karvakrol ve öjenol) kaynaklandığı belirlenmiştir. İstanbul kekiği *Origanum vulgare* L. (%54 timol ve %5 karvakrol) ve İspanyol kekiği *Coridothymus capitatus* (L.) Rchb. f. (%41 timol ve %4 karvakrol) bitkilerinden elde edilen tymol ve karvakrol'un *Aspergillus flavus* Link, *Aspergillus ochraceus* K. Wilh. ve *Aspergillus niger* van Tieghem'in gelişimini engellediği belirlenmiştir [88].

Uçucu yağlar ve içerdikleri bileşiklerin memeliler üzerindeki toksik etkileri düşüktür. Bazı bitlilerden elde edilen uçucu yağlar ve bazı bileşenleri için deney fareleri üzerindeki oral LD₅₀ değerleri (mg/kg) eğir (*Acorus calamus* L.), Karaman kimyonu, ökaliptüs, kekik ve nane için sırasıyla, 0.78, 3.50, 4.44, 2.84 ve 4.41 mg/kg olarak hesaplanmıştır. Bu bileşiklerden elde edilen anetol, karvakrol, 1,8-cineol, p-simen, limonen, linalool ve terpinol için ise LD₅₀ değerleri sırasıyla, 2.09, 0.81, 2.48, 4.75, 4.60, 2.79 ve 4.30 mg/kg olarak hesaplanmıştır. Bütün bitkisel uçucu yağ ve bileşenlerinin güvenli bileşenler olmadığı unutulmamalıdır. Örneğin Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) bitkisinden elde edilen, estragol, (+)-fenkhon bileşenlerinin (*S. oryzae*, *C. chinensis* ve *L. serricorne* erginleri üzerinde yüksek derecede toksik olan) kanserojenik etki gösterdiği bilinmektedir [89]. Aynı şekilde safrol ve β-asaron bileşenleri de kanserojenik bileşenler listesinde yer almaktadır [19].

Monoterpenlerin buharlaşma oranları farklılık göstermektedir. 26±1 °C de 1,8-cineol' ün hızlı bir şekilde (2,5 saat), limonenin normal (4 saat) ve mentol, a-terpinol ve linalool' ün ise çok yavaş buharlaştığı (24 saatin üzerinde) belirlenmiştir [90].

Bu çalışmada çeşitli bitkilerden uçucu yağlar elde edilerek depo koşullarında böcek öldürücü etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, *Origanum onites* L., *Origanum majorana* L., *Satureja thymbra* L., *Myrtus communis* L., *Laurus nobilis* L., *Citrus limon* L., *Tanacetum armenum* (DC.) Suchultz Bip., *Chenopodium botrys* L., *Thymus sipyleus* Boiss. ve *Salvia cryptantha* Montbret et Aucher ex Benth., bitkilerinden elde edilen uçucu yağların depolanmış ürün zararlısı böcekler (*Ephestia kuehniella*, *Plodia*

interpunctella, *Trogoderma grenarium*, *Tribolium castaneum* ve *Acanthoscelides obtectus*) üzerindeki öldürücü etkileri araştırılmıştır.

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Bitki Materyali

2.1.1. Bitkilerin Sistematikteki Yeri

Takım₁: Lamiales

Familya: Lamiaceae

Cins₁: *Origanum*

Tür₁: *Origanum onites* L.

Tür₂: *Origanum majorana* L.

Cins₂: *Satureja*

Tür: *Satureja thymbra* L.

Cins₃: *Thymus*

Tür: *Thymus sipyleus* Boiss.

Cins₄: *Salvia*

Tür: *Salvia cryptantha* Montbr. ex Benth.

Takım₂: Myrtales

Familya: Myrtaceae

Cins: *Myrtus*

Tür: *Myrtus communis* L.

Takım₃: Laurales

Familya: Lauraceae

Cins: *Laurus*

Tür: *Laurus nobilis* L.

Takım₄: Sapindales

Familya: Rutaceae

Cins: *Citrus*

Tür: *Citrus limon* L.

Takım₅: Caryophyllales

Familya: Chenopodiaceae

Cins: *Chenopodium*

Tür: *Chenopodium botrys* L.

Takım₆: Asterales

Familya: Asteraceae

Cins: *Tanacetum*

Tür: *Tanacetum armenum* (D.C.)

Schultz Bip.

2.1.2. Bitkilerin Toplanması

Bu çalışmada uçucu yağ elde edilmesinde kullanılan bitkilerle ilgili bilgiler Tablo 1' de belirtilmiştir.

Tablo 2.1. Uçucu yağ elde edilen bitkilere ilişkin bilgiler

Bitki türü	Kullanılan bitki kısmı	Toplandığı bölge	Toplandığı dönem (Ay)	Genel adı
<i>Satureja thymbra</i>	Yaprak	Mersin	Temmuz	Sivri kekik
<i>Origanum onites</i>	Yaprak	Çanakkale	Ağustos	İzmir kekiği
<i>Origanum majorana</i>	Yaprak	Çanakkale	Temmuz	Beyaz kekik
<i>Laurus nobilis</i>	Yaprak	Mersin	Temmuz	Defne
<i>Myrtus communis</i>	Yaprak	Mersin	Temmuz	Mersin
<i>Citrus limon</i>	Yaprak	Mersin	Ocak	Limon
<i>Chenopodium botrys</i>	Tohum	Kayseri	Eylül	Kazayağı (Sirken)
<i>Thymus sipyleus</i>	Yaprak-Çiçek	Sarız/Kayseri	Haziran	Kekik
<i>Tanacetum armenum</i>	Yaprak-Çiçek	Sarız/Kayseri	Haziran	Pire otu
<i>Salvia cryptantha</i>	Çiçek	Sarız/Kayseri	Haziran	Adaçayı

2.1.3. Uçucu Yağ Eldesi

Çeşitli bölgelerden toplanan bitki örnekleri oda sıcaklığında kapalı bir ortamda kurutulduktan sonra küçük parçalara ayrılmıştır. Daha sonra Clevenger tip su buharlı distilasyon cihazı (Şekil 2.1) kullanılarak yüksek sıcaklık ve basınç altında ihtiva ettikleri uçucu yağlar çıkarılmıştır. Elde edilen uçucu yağlar uygulamanın yapılacağı zamana kadar 4 °C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir.



Şekil 2.1. Clevenger tip su buharlı distilasyon cihazı.

2.2. Uçucu Yağ Uygulanan Depolanmış Ürün Zararlısı Böcekler

2.2.1. Depolanmış Ürün Zararlısı Böceklerin Sistemattiki Yerleri

Takım₁: Lepidoptera

Familya: Pyralidae

Cins₁: *Ephestia*

Tür: *Ephestia kuehniella* Zeller

Cins₂: *Plodia*

Tür: *Plodia interpunctella* (Hübner)

Takım₂: Coleoptera

Familya₁: Dermestidae

Cins: *Trogoderma*

Tür: *Trogoderma granarium* Everts

Familya₂: Tenebrionidae

Cins: *Tribolium*

Tür: *Tribolium castaneum* (Herbst)

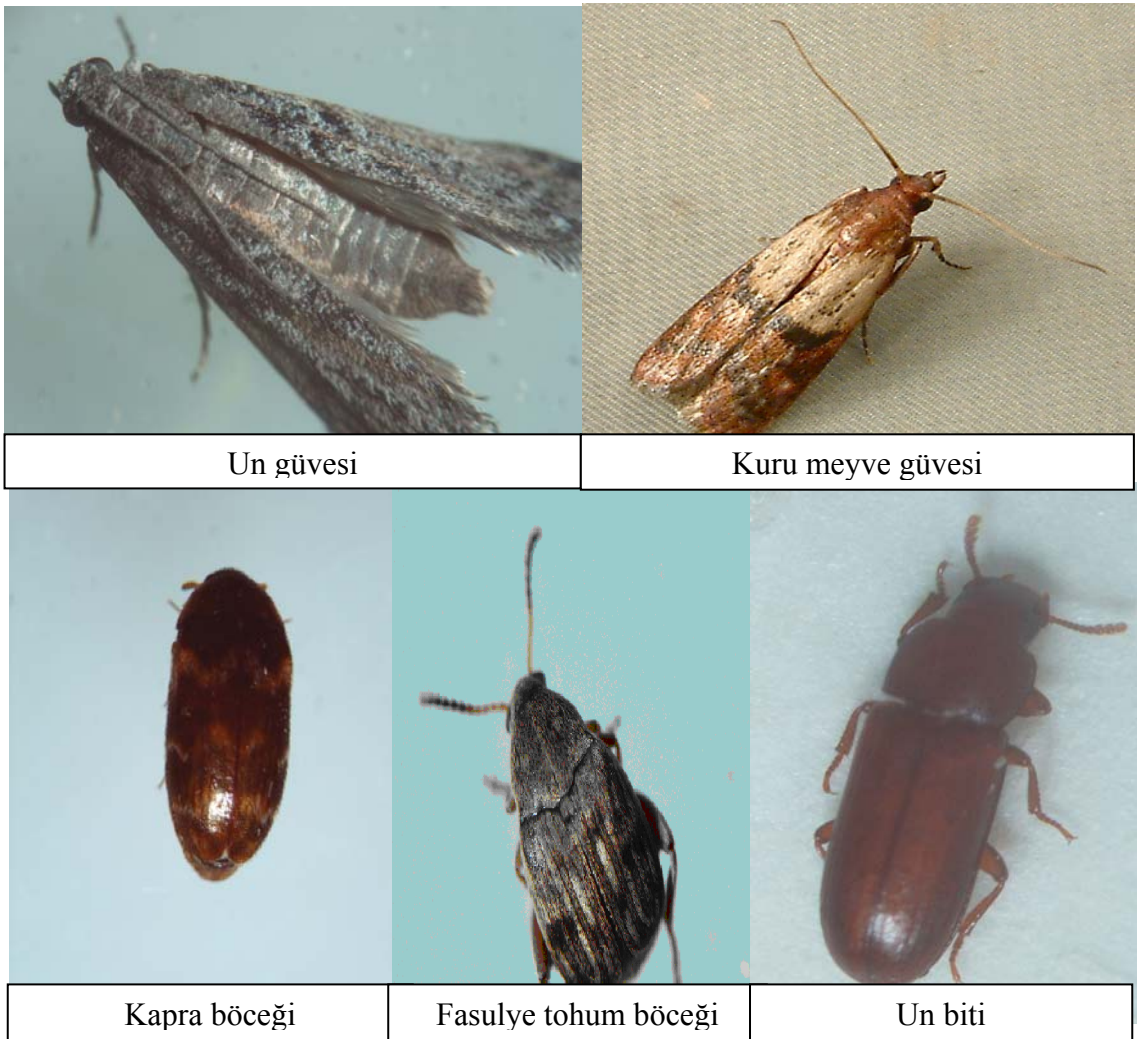
Familya₃: Bruchidae

Cins: *Acanthoscelides*

Tür: *Acanthoscelides obtectus* (Say)

2.2.2. Böcek Kültürleri

Depolanmış ürün zararlısı böcekler, un güvesi, kuru meyve güvesi, kapra böceği, fasulye tohum böceği ve un biti (Şekil 2.2), farklı besin ortamlarında kültüre alınmıştır. Un güvesi, *Ephestia kuehniella* Erciyes Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü böcek yetiştirme laboratuvarında kültüre alınmıştır [91]. *E. kuehniella* yumurtaları, 1 kg un içerisine %5 bira mayası ve 30 gr buğday tohumu ilave edilerek hazırlanmış besi yerinde kültüre alınmıştır [92]. Kuru meyve güvesi *Plodia interpunctella*, Kayseri ilinden, enfekte olmuş kuru kaysılardan toplanmış ve Böcek Yetiştirme Laboratuvarı'nda kepek, üzüm ve gliserol karışımından oluşan besin ortamında kültüre yetiştirilmiştir [18].



Şekil 2.2. Depolanmış ürün zararlısı böcekler.

Kapra böceği *T. granarium*, Kayseri ilinden, enfekte olmuş buğday tohumlarından toplanmış ve buğday tohumlarından oluşan besin ortamında kültüre alınmıştır. Fasulye tohum böceği *A. obtectus*, Kayseri ilinden enfekte olmuş fasulye tohumlarından toplanmış ve fasulye tohumlarından oluşan besin ortamında üretilmiş, un biti *T. castaneum* Ankara üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünden temin edilmiş ve buğday unu ve bira mayası (%5) karışımından oluşan besin ortamında ve laboratuvar koşullarında çoğaltılmıştır [93]. Kültürler, $27\pm 1^{\circ}\text{C}$ ve $\%60\pm 5$ nispi neme ve 16: 8 (Aydınlık: Karanlık) saatlik foto periyoda ayarlanmış yetiştirme odalarında çoğaltılmıştır (Şekil 2.3) [94].



Şekil 2.3. Böcek yetiştirme odaları.

2.3. Depolanmış Ürün Zararlısı Böceklerle Yapılan Çalışmalar

2.3.1. Un Güvesi İle Yapılan Çalışmalar

Yumurta Dönemi: Sivri kekik, beyaz kekik, mersin, defne, limon, kazayağı, pire otu bitkilerine ait uçucu yağların un güvesi yumurtaları üzerindeki öldürücü etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla hazırlanan kültürlerden gelişen genç ergin bireyler 1 litrelik kavanozlara alınmıştır. Kavanozların ağız kısmı gözenekli tel yardımıyla kapatılmıştır. Kavanozların ağız kısımları aşağı gelecek şekilde steril petri kaplarına konulmuş ve

yumurtaların petri içerisinde toplanması sağlanmıştır. Taze (< 24 saat) yumurtalar daha sonra bu Petri kaplarından alınmıştır. Alınan yumurtalar 1x1 cm ebadındaki beyaz kartlara, her bir kartta 40 adet olacak şekilde Arap zankı çözeltisi kullanılarak yapıştırılmıştır. Yapıştırma işleminden sonra kartlar alınarak stereo mikroskop altında yumurtalar kontrol edilerek şekil bozukluğu görülen yumurtalar denemeye dahil edilmemiştir. Daha sonra kartlar 300 ml' lik kavanozlara alınmıştır. Kavanoz kapaklarının alt kısımlarına 3x3 cm ebadındaki filtre kâğıtları yapıştırılmıştır. Bu filtre kağıtlarına 7.5–60 µl arasında değişen dozlarda (7.5, 15, 30 ve 60) uçucu yağ emdirildikten sonra kapaklar kapatılmış ve yumurtalar üzerine 24–96 saat arasında değişen sürelerde (24, 48, 72 ve 96) uçucu yağ uygulanmıştır. Denemeler her bir doz ve süre için üç kez tekrarlanmış ve elde edilen bulgular kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Uçucu yağ uygulanan yumurtalar içerisinde bir miktar un bulunan Petrilere alındıktan sonra gelişmeye bırakılmış ve 7. günün sonunda larva çıkışı kaydedilmiştir.

Yumurta dönemi üzerinde uçucu yağlarla yapılan diğer bir çalışmada ise un güvesi yumurtalarına sivri kekik, beyaz kekik, İzmir kekiği, mersin, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar düşük dozlarda (9, 18 ve 27 µl), 24 saat süreyle uygulanmıştır. Uygulama sonrası üzerinde un güvesi yumurtası bulunan yumurta kartları, 300ml'lik kavanozlara alınmıştır (Şekil 4). 7. günün sonunda her bir bitkiden elde edilen uçucu yağ ve uygulanan doz için larva çıkışı kaydedilmiştir. Larvaların besin içerisindeki gelişimleri gözlenmiş ve ergin döneme ulaşan birey sayıları her bir uçucu yağ ve doz için kaydedilmiştir. Çıkan toplam ergin sayısı ve meydana gelen toplam ölüm oranı (uygulama sonrası ölen birey sayısı + ergin döneme ulaşamayan birey sayısı) hesaplanmıştır. Çıkan erginlerden 30 adet alınarak yumurtlatma kaplarına konmuş ve yumurta verimleri kaydedilmiştir. Kavanozlardan elde edilen toplam yumurta sayısı, kaplarda bulunan dişi birey sayısına bölünerek dişi başına yumurta üretimi hesaplanmıştır. Ayrıca cam tüpler içerisine alınan erginlerin ömür uzunlukları da belirlenmiştir.



Şekil 2.4. Uçucu yağ uygulandıktan sonra gelişmeye bırakılan yumurta kavanozları.

Larva Dönemi: Bu çalışmada sivri kekik, beyaz kekik, mersin, defne ve limon bitkilerine ait uçucu yağların un güvesi larvaları üzerindeki öldürücü etkisi araştırılmıştır. Un güvesinin son dönem larvaları (onar adet) besin ortamından alınarak 300 ml'lik kavanozlara konmuş ve 7.5 ila 60 μ l arasında değişen dozlarda 24 ila 96 saat arasında değişen sürelerde uçucu yağ uygulanmıştır. Uçucu yağ uygulanan larvalar 7 gün süreyle takip edilerek ölüm oranları belirlenmiştir. Her bir doz ve süre için üç tekrar yapılmış ve kontrol denemeleri ile karşılaştırılmıştır.

Ergin Dönemi: Sivri kekik, beyaz kekik, İzmir kekiği, mersin, defne, limon, kazayağı ve pire otu bitkilerine ait uçucu yağların ergin bireyler üzerindeki öldürücü etkisi ve ömür uzunluğu üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Kültür kaplarından çıkan genç ergin (< 24 saat) bireyler her bir kavanozda 10 adet olacak şekilde 300 ml'lik kavanozlara konmuştur. Yukarıda belirtilen uçucu yağların her birinden 0.9 ve 4.5 μ l arasında değişen (0.9, 1.8, 2.7 ve 4.5) dozlarda 3 ila 12 saat (3, 6, 9 ve 12) arasında değişen sürelerde uygulama yapılmıştır. Denemeler her bir doz ve süre için 3 tekrar halinde uygulanmıştır. Uygulama sonrasında kavanozlardaki ölen erginler kaydedilmiştir. Yaşayan bireyler ise 1.6x16 cm ebadındaki cam tüplere alınarak her bir doz ve uygulama süresi için ömür uzunlukları belirlenmiştir.

2.3.2. Kuru Meyve Güvesi İle Yapılan Çalışmalar

Sivri kekik, beyaz kekik, mersin, defne, limon bitkilerine ait uçucu yağların kuru meyve güvesi yumurtaları üzerindeki öldürücü etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla kuru meyve güvesi yumurtalarına, un güvesi yumurtaları üzerinde yapılan çalışmada olduğu gibi aynı doz ve süreler uygulanmış ve 7. günün sonunda açılan yumurta sayıları kaydedilmiştir.

2.3.3. Kapra Böceği İle Yapılan Çalışmalar

Bu çalışmada uçucu yağların kapra böceğinin son dönem larvaları üzerindeki öldürücü etkisi araştırılmıştır. Un güvesi larvalarına uygulanan uçucu yağlar aynı doz ve sürelerde (7.5-60 µl, 24-96 saat) kapra böceği larvalarına da uygulanmıştır. Yalnız un güvesi larvalarından farklı olarak fıstık içi yerine buğday tohumları kullanılmıştır. Her bir doz ve uygulama süresi için üç tekrar uygulanmış ve her tekrar için 10 adet larva kullanılmıştır.

2.3.4. Fasulye Tohum Böceği İle Yapılan Çalışmalar

Fasulye tohum böceğinin 1-5 günlük erginleri kültür kaplarından alınarak her bir kavanozda 10 adet olacak şekilde içerisinde fasulye tohumu bulunan 300 ml' lik kavanozlara konmuştur. Sivri kekik, beyaz kekik, İzmir kekiği, mersin, defne, limon, kazayağı, pire otu, kekik ve adaçayı bitkilerine ait uçucu yağlar, 15-45 µl (15, 30 ve 45) arasında değişen dozlarda 24 saat süreyle uygulanmıştır. Uygulama sonrası ölüm sayıları kaydedilmiş, yaşayan bireyler ise içerisinde fasulye tohumu bulunan plastik petrilere alınarak ömür uzunlukları kaydedilmiştir.

2.3.5. Un Biti İle Yapılan Çalışmalar

Fasulye tohum böceğiyle yapılan çalışmalar benzer şekilde un bitine de uygulanmış fakat besin olarak buğday tohumları kullanılmıştır. Bu çalışmalarda 1-7 gün yaşındaki ergin bireyler kullanılmıştır. Denemeler 4 tekrar halinde yapılmış ve her tekrar için 10 adet birey kullanılmıştır.

2.4. İstatistiksel Analiz

Denemelerden elde edilen veriler SPSS for Windows version 15.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA) istatistik programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA)'ne tabi tutulmuştur. ANOVA testinden önce verilerin karekök dönüşümleri (normal bir dağılım sağlamak için) yapılmıştır [95]. Ortalama değerlerin ayırt edilmesinde % 5'lik güven aralığında LSD testi uygulanmıştır. Probit/Regresyon analizi kullanılarak her bir uçucu yağ ve uygulama süresi için LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri (öldürücü dozlar) hesaplanmıştır.

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Uçucu Yağların Depolanmış Ürün Zararlısı Böcekler Üzerindeki Etkileri

3.1.1. Uçucu Yağların Un Güvesi Üzerindeki Etkileri

3.1.1.1. Uçucu Yağların Un Güvesi Yumurtasındaki Embriyo Gelişimine Etkileri

Sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne, limon, kazayağı ve pire otu bitkilerine ait uçucu yağlar, 7.5-60 µl arasında değişen dozlarda 24-96 saat arasında değişen sürelerde un güvesi yumurtalarına uygulanmış ve elde edilen bulgular tablo halinde verilmiştir (Tablo 3.1-4). Farklı bitkilerden elde edilen uçucu yağlar 24 saat süreyle uygulandığında doz artışına bağlı olarak larva çıkışı azalmıştır. Uygulanan en yüksek dozda (60 µl) ölüm oranı sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne, limon, kazayağı ve pire otu bitkileri için sırasıyla % 100.00, 37.50, 9.17, 14.17, 20.00, 4.17 ve 3.34 olarak hesaplanmıştır. Uygulama sonucunda un güvesi yumurtalarına karşı en etkili uçucu yağ sivri kekik bitkisinden elde edilmiş ve 30 µl ve üzeri dozlarda larva çıkışı tamamen engellenmiştir (Tablo 3.1). Kazayağı ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar bütün dozlarda un güvesi yumurtaları üzerinde pek etkili olmamıştır. 7.5 ve 15 µl' lik dozlarda mersin bitkisinden elde edilen uçucu yağlar sivri kekikten elde edilen uçucu yağlara göre daha etkili olmuştur.

Uçucu yağlar 48 saat süreyle uygulandığında en yüksek dozdaki ölüm oranları sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne, limon, kazayağı ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar için sırasıyla % 100, 39.16, 12.50, 22.50, 22.50, 7.50 ve 5.00 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.2).

Tablo 3.1. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların un güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	06.66	13.33	99.16	100.00
Mersin	00.00	20.00	22.50	26.66	37.50
B. kekik	00.00	04.17	05.00	08.33	09.17
Defne	00.00	08.33	09.17	11.67	14.17
Limon	00.00	05.83	11.67	16.67	20.00
Kazayağı	00.00	00.00	01.67	03.34	04.17
Pire otu	00.00	02.50	02.50	03.34	03.34

48 saatlik uygulamada da 24 saatlik uygulamaya benzer bir eğilim gözlenmiş ve un güvesi yumurtaları üzerine en etkili uçucu yağın sivri kekik bitkisinden elde edildiği gözlenmiştir. Sivri kekik uygulanan yumurtalardan 30 µl ve üzeri dozlarda hiç larva çıkışı gözlenmemiştir. Buna karşın kazayağı ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağların çok zayıf bir etkiye sahip oldukları ve uygulanan en yüksek dozda bile yumurtaların sırasıyla %7,5 ve %5'ini öldürdüğü gözlenmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Farklı dozlarda uygulanan (48 saat) uçucu yağların un güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	12.50	18.33	100.00	100.00
Mersin	00.00	24.16	25.00	30.83	39.16
B. kekik	00.00	05.00	05.83	08.33	12.50
Defne	00.00	10.00	10.83	15.83	22.50
Limon	00.00	06.67	13.33	16.67	22.50
Kazayağı	00.00	00.00	05.83	07.50	07.50
Pire otu	00.00	03.34	03.34	05.00	05.00

Yukarıda belirtilen uçucu yağlar yumurtalar üzerine 72 saat süreyle uygulandığında yine en etkili uçucu yağın sivri kekikten elde edildiği gözlenmiştir. Uçucu yağlar 72 saat

süreyle uyguladığında en yüksek dozdaki ölüm oranları sırasıyla, %100, 54.16, 24.17, 29.17, 25.00, 11.67 ve 10.00 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.3). Sivri kekikten elde edilen uçucu yağlar 30 µl ve üzeri dozlarda yumurtaların tamamını öldürmüşken kazayağı ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar en yüksek dozda bile ancak sırasıyla % 11.67 ve 10.00 oranında etkili olmuştur. Mersin bitkisinden elde edilen uçucu yağ ise 60 µl dozda larva gelişimini % 54.16 oranında engellemiştir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. Farklı dozlarda uygulanan (72 saat) uçucu yağların un güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	15.83	21.66	100.00	100.00
Mersin	00.00	35.83	36.66	31.66	54.16
B. kekik	00.00	07.50	07.50	09.17	24.17
Defne	00.00	10.83	21.67	24.17	29.17
Limon	00.00	15.83	15.83	19.17	25.00
Kazayağı	00.00	04.34	07.50	08.33	11.67
Pire otu	00.00	07.50	09.17	09.17	10.00

Aynı uçucu yağlar 96 saat süreyle uygulandıklarında larva çıkışını sırasıyla % 100.00, 57.50, 42.50, 45.83, 27.50, 15.00 ve 16.67 oranlarında engelledikleri gözlenmiştir (Tablo 3.4). 96 saatlik uygulama süresi sonunda sivri kekik bitkisinden elde edilen uçucu yağlar diğer uygulamalarda olduğu gibi 30 µl ve üzeri dozlarda larva gelişimini tamamen engellemiştir. Mersin, beyaz kekik ve defne bitkilerinden elde edilen uçucu yağların 60 µl' lik dozları 96 saat süreyle uygulandıklarında larva gelişimini yaklaşık % 50 oranında engelledikleri, limon, kazayağı ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağların ise larva gelişimi üzerindeki etkilerinin çok düşük olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.4. Farklı dozlarda uygulanan (96 saat) uçucu yağların un güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	15.83	45.83	100.00	100.00
Mersin	00.00	37.50	38.33	53.33	57.50
B. kekik	00.00	08.33	09.17	18.33	42.50
Defne	00.00	15.83	22.50	25.00	45.83
Limon	00.00	17.50	16.67	20.83	27.50
Kazayağı	00.00	05.00	08.34	09.17	15.00
Pire otu	00.00	13.34	14.17	15.83	16.67

un güvesi yumurtalarına uygulanan her bir uçucu yağ ve uygulama süresi için LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri hesaplanmış ve bu değerler Tablo 3.5’ de belirtilmiştir. Uygulama süresi arttıkça LC₅₀ ve LC₉₉ değerlerinde düşüş gözlenmiştir. un güvesi yumurtalarına karşı en etkili uçucu yağ sivri kekik bitkisinden elde edilmiştir. 96 saatlik uygulama sonunda popülasyonun %50 ve %99’ unu öldüren değerler sırasıyla sivri kekik için 49.56 ve 97.24 µl/l hava olarak belirlenmişken bu değerler, kazayağı bitkisinden elde edilen uçucu yağlar için sırasıyla 448.72 ve 1007.39 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.5). Buradan un güvesi yumurtasındaki embriyo gelişimini engelleme bakımından en etkili uçucu yağın sivri kekik bitkisinden elde edildiği anlaşılmıştır.

Tablo 3.5. Farklı sürelerle uygulanan uçucu yağların un güvesi yumurtası üzerindeki LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri.

Uçucu yağ	Uygulama süresine göre LC ₅₀ ve LC ₉₉ (µl/l hava) değerleri							
	24 saat		48 saat		72 saat		96 saat	
S. kekik	69.25	128.35	62.83	118.74	58.75	113.13	49.56	97.24
Mersin	241.07	698.06	229.46	706.71	167.97	593.11	131.53	507.27
B. kekik	545.76	1202.96	462.25	1026.90	318.52	718.99	217.44	498.31
Defne	485.90	1167.45	342.56	840.70	282.03	761.79	204.34	554.36
Limon	347.64	832.14	329.36	799.81	345.05	932.05	320.13	881.29
Kazayağı	613.66	1204.24	488.65	999.04	488.91	1070.72	448.72	1007.39
Pire otu	383.16	766.63	372.88	757.49	387.94	824.13	366.43	769.70

3.1.1.2. Uçucu Yağların Un Güvesinin Gelişimi (Yumurtadan Ergine Kadar) Üzerine Etkileri

Uçucu yağ uygulanan yumurtalardan çıkan larvaların ergin evreye kadar gelişimleri gözlenmiş ve ergin evreye ulaşan bireylerin yumurta döneminde uygulanan uçucu yağlardan nasıl etkilendikleri araştırılmıştır. Bu amaçla sivri kekik, İzmir kekiği, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar düşük dozlarda (9, 18 ve 27 μ l), 24 saat süreyle uygulanmıştır. Uygulama sonrasında yumurtlardan larva çıkışı, ergin çıkışı, toplam ölüm oranları, dişi başına yumurta verimi ve bu yumurtalardan larva çıkışı (F_1) gibi parametreler araştırılmış ve bulgular tablo halinde sunulmuştur (Tablo 3.6-11). Sivri kekik bitkisinden elde edilen uçucu yağların un güvesi yumurtalarından larva gelişimini engelleme oranları 9, 18 ve 27 μ l' lik dozlar için sırasıyla, %23.67, 25.33 ve 35.00 olarak hesaplanmıştır. Bu yumurtalardan gelişen larvaların, uygulanan dozlar için sırasıyla, %52.00, 54.63 ve 63.50' si ergin evreye ulaşamamıştır (Tablo 3.6). Sivri kekik uygulanmış yumurtalardan gelişen erginlerin yumurta verimleri kontrole göre önemli ölçüde azalmıştır ($F= 15.237$; $sd= 3$; $P < 0.001$). Ergin döneme ulaşan bireylerin üretmiş olduğu yumurtalardan (F_1) larva çıkışı kontrol grubu ile karşılaştırıldığında uygulamalar arasında önemli bir fark görülmemiştir (Tablo 3.6).

Tablo 3.6. Sivri kekikten elde edilen uçucu yağların un güvesinin gelişimi (yumurtadan ergine kadar), ergin çıkışı ve yumurta verimine etkisi.

Doz (μ l)	Ölüm Oranı (%)	Çıkan Ergin Sayısı (%)	Toplam Ölüm Oranı (%)	Dişi Başına Yumurta Verimi	Larva Çıkışı (%)
0	00.00	72.00	28.00	247.86 \pm 26.75a*	95.67
9	23.67	48.00	52.00	169.28 \pm 33.50b	94.67
18	25.33	45.37	54.63	123.91 \pm 17.07b	95.00
27	35.00	36.50	63.50	124.80 \pm 20.30b	96.00

*Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları Varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

İzmir kekiğinden elde edilen uçucu yağ, un güvesi yumurtalarına uygulandığında uygulama sonrası embriyo gelişimini (larva çıkışı) engelleme oranları uygulanan dozlar için sırasıyla, %15.66, 23.66 ve 24.00 olarak, ergin döneme ulaşamayan birey sayıları

ise (toplam ölüm oranları) uygulanan dozlar için sırasıyla, %47.00, 56.33 ve 64.66 olarak bulunmuştur (Tablo 3.7). İzmir kekiği uygulanmış yumurtalardan ergin döneme ulaşan bireylerin yumurta verimleri kontrole göre önemli oranda azalmıştır ($F= 10.453$; $sd= 3$; $P < 0.004$). Bu yumurtalardan çıkan larva (F_1) sayıları kontrole karşılaştırıldığında diğer uygulamalar ile kontrol arasında önemli bir fark gözlenmemiştir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. İzmir kekiğinden elde edilen uçucu yağların un güvesinin gelişimi (yumurtadan ergine kadar), ergin çıkışı ve yumurta verimine etkisi.

Doz (μ l)	Ölüm Oranı (%)	Çıkan Ergin Sayısı (%)	Toplam Ölüm Oranı (%)	Dişi Başına Yumurta Verimi	Larva Çıkışı (%)
0	00.00	72.00	28.00	247.86±26.75a*	95.67
9	15.66	53.00	47.00	152.04±26.64b	95.33
18	23.66	43.67	56.33	137.22±31.66b	95.33
27	24.00	35.34	64.66	140.08±19.35b	94.33

*Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları Varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Mersin bitkisinden elde edilen uçucu yağlar sivri kekik ve İzmir kekiğinden elde edilen uçucu yağlarla karşılaştırıldığında larva ve ergin gelişimini nispeten daha az engellemiştir (Tablo 3.8). Ergin döneme ulaşan birey sayısı kontrolde % 72 iken bu oran 27 μ l' lik doz uygulanmış yumurtalar için % 47.34'olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.8. Mersin bitkisinden elde edilen uçucu yağların un güvesinin gelişimi (yumurtadan ergine kadar), ergin çıkışı ve yumurta verimine etkisi.

Doz (μ l)	Ölüm Oranı (%)	Çıkan Ergin Sayısı (%)	Toplam Ölüm Oranı (%)	Dişi Başına Yumurta Verimi	Larva Çıkışı (%)
0	00.00	72.00	28.00	247.86±26.75a*	95.67
9	08.66	56.67	43.33	112.63±07.38b	93.67
18	11.33	52.33	47.67	108.32±05.62b	95.00
27	21.67	47.34	52.66	118.18±17.23b	94.00

*Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları Varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Mersin bitkisinden elde edilen uçucu yağlar sivri kekik ve İzmir kekiği uygulamalarında olduğu gibi yumurta veriminde azalmaya neden olmuştur ($F= 50.85$; $sd= 3$; $P < 0.001$). ergin bireylerin üretmiş olduğu yumurtalardan her bir doz için larva çıkış oranları

kontrolle karşılaştırıldığında uygulamalar arasında önemli bir fark görülmemiştir (Tablo 3.8). Beyaz kekikten elde edilen uçucu yağlar un güvesi yumurtalarına uygulandığında en yüksek dozda (27 μ l) larva gelişimini % 10 oranında engelleyebilmiştir. Uçucu yağ uygulanmış yumurtalardan ergin döneme ulaşan birey sayısı kontrolle karşılaştırıldığında önemli oranda azalma gözlenmiştir (Tablo 3.9).

Uçucu yağa maruz bırakılmış yumurtalardan gelişen erginlerin yumurta verimleri (dişi başına yumurta verimi) kontrolle karşılaştırıldığında önemli oranda azalmışken ($F=31.257$; $sd=3$; $P < 0.001$) bu yumurtalardan çıkan larva sayısında kontrole göre belirgin bir değişim gözlenmemiştir (Tablo 3.9).

Tablo 3.9. Beyaz kekikten elde edilen uçucu yağların un güvesinin gelişimi (yumurtadan ergine kadar), ergin çıkışı ve yumurta verimine etkisi.

Doz (μ l)	Ölüm Oranı (%)	Çıkan Ergin Sayısı (%)	Toplam Ölüm Oranı (%)	Dişi Başına Yumurta Verimi	Larva Çıkışı (%)
0	00.00	72.00	28.00	247.86 \pm 26.75a*	95.67
9	04.66	57.34	42.66	116.48 \pm 26.19b	95.67
18	09.67	48.50	51.50	105.67 \pm 06.66b	95.67
27	10.00	48.00	52.00	109.88 \pm 13.13b	95.67

*Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları Varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Defne bitkisinden elde edilen uçucu yağlar un güvesi yumurtalarından larva gelişimini beyaz kekikte olduğu gibi düşük oranda engellemiştir (27 μ l' lik dozda % 9.33). Kontrolde ergin döneme ulaşan birey sayısı % 72 iken bu oran 27 μ l' lik dozda % 50.34' ye gerilemiştir (Tablo 3.10). Ergin döneme ulaşamayan birey sayısı kontrolde % 28 iken bu oran 9, 18 ve 27 μ l' lik doz uygulanmış gruplarda sırasıyla, 40.34, 43.00 ve 49.67 olarak kaydedilmiştir. Dişi başına yumurta verimi diğer bitkilerden elde edilen uçucu yağlarda olduğu gibi kontrolle karşılaştırıldığında önemli ölçüde azalmıştır ($F=21.340$; $sd=3$; $P < 0.001$). Üretilen yumurtalardan larva çıkış oranlarında (F_1) kontrole göre bir farklılık gözlenmemiştir (Tablo 3.10).

Tablo 3.10. Defne bitkisinden elde edilen uçucu yağların un güvesinin gelişimi (yumurtadan ergine kadar), ergin çıkışı ve yumurta verimine etkisi.

Doz (µl)	Ölüm Oranı (%)	Çıkan Ergin Sayısı (%)	Toplam Ölüm Oranı (%)	Dişi Başına Yumurta Verimi	Larva Çıkışı (%)
0	00.00	72.00	28.00	247.86±26.75a*	95.67
9	05.34	59.67	40.33	171.61±19.78b	93.00
18	08.34	57.00	43.00	161.43±28.70b	93.00
27	09.33	50.34	49.67	111.57±02.57c	94.33

*Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları Varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Limon bitkisinden elde edilen uçucu yağlar, beyaz kekik, defne ve mersin bitkilerinden elde edilmiş uçucu yağlarda olduğu gibi larva gelişimini pek fazla engellememiştir (27 µl' lik dozda % 12.67). Limon bitkisinden elde edilen uçucu yağa maruz bırakılan yumurtalardan ergin döneme ulaşan birey sayısı kontrole göre önemli ölçüde azalmıştır. Kontrolde bu oran % 72 iken 27 µl' lik doz uygulamasında bu oran % 49.47' ye gerilemiştir (Tablo 3.11). Ergin döneme ulaşan dişi bireylerin yumurta verim oranları doz artışına bağlı olarak kontrole göre önemli oranda azalmıştır (F= 25.351; sd= 3; P < 0.001). Ergin bireylerin üretmiş olduğu yumurtalardan larva çıkış oranlarında ise kontrole göre herhangi bir fark gözlenmemiştir (Tablo 3.11).

Tablo 3.11. Limon bitkisinden elde edilen uçucu yağların un güvesinin gelişimi (yumurtadan ergine kadar), ergin çıkışı ve yumurta verimine etkisi.

Doz (µl)	Ölüm Oranı (%)	Çıkan Ergin Sayısı (%)	Toplam Ölüm Oranı (%)	Dişi Başına Yumurta Verimi	Larva Çıkışı (%)
0	00.00	72.00	28.00	247.86±26.75a*	95.67
9	10.00	55.67	44.33	117.00±13.25b	94.33
18	10.67	54.00	46.00	103.50±12.90b	95.67
27	12.66	49.47	50.53	110.60±28.11b	93.67

*Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları Varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

3.1.1.3. Uçucu Yağların Un Güvesi Larvaları Üzerindeki Etkileri

Sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar 7.5-60 µl arasında değişen dozlarda ve 24-96 saat arasında değişen süreler boyunca un güvesinin son dönem larvasına uygulanmış ve uçucu yağların un güvesi larvaları üzerindeki öldürücü etkileri araştırılmıştır (Tablo 3.12-16).

Sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar 24 saat süre boyunca un güvesinin son dönem larvalarına uygulandığında 60 µl' lik dozda ölüm oranları sırasıyla, 16.67, 16.67, 06.67, 16.67 ve 03.34 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.12). Sivri kekik, mersin ve defneden elde edilen uçucu yağlar larvalar üzerinde düşük düzeyde (%16) toksik etki göstermişlerdir. Beyaz kekik ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar ise larvalar üzerinde pek etkili olmamıştır (Tablo 3.12).

Tablo 3.12. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların un güvesinin son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	10.00	13.34	16.67	16.67
Mersin	00.00	03.34	06.67	10.00	16.67
B. kekik	00.00	00.00	03.34	03.34	06.67
Defne	00.00	03.34	10.00	10.00	16.67
Limon	00.00	00.00	00.00	00.00	03.34

Uçucu yağlar larvalar üzerinde 48 saat süreyle uygulandığında 24 saatlik uygulama süresinde olduğu gibi düşük düzeyde öldürücü etki göstermiştir. En fazla ölüm oranı (% 20) 60 µl' lik doz uygulanan sivri kekik bitkisinin uçucu yağlarından kaynaklanmıştır (Tablo 3.13).

Tablo 3.13. Farklı dozlarda uygulanan (48 saat) uçucu yağların un güvesinin son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	13.34	16.67	16.67	20.00
Mersin	00.00	03.34	10.00	10.00	16.67
B. kekik	00.00	03.34	03.34	06.67	10.00
Defne	00.00	06.67	10.00	10.00	16.67
Limon	00.00	03.34	03.34	06.67	06.67

Uçucu yağlar 72 saatlik süreyle un güvesi larvalarına uygulandığında 24 ve 48 Saatlik uygulamalarda olduğu gibi düşük düzeyde öldürücü etki göstermişlerdir. 60 µl' lik uygulama süresi sonucunda larvalarda görülen ölüm oranları Sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar için sırasıyla, 20.00, 20.00, 13.34, 16.67 ve 13.34 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.14).

Tablo 3.14. Farklı dozlarda uygulanan (72 saat) uçucu yağların un güvesinin son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	16.67	16.67	20.00	20.00
Mersin	00.00	03.34	10.00	13.34	20.00
B. kekik	00.00	03.34	06.67	10.00	13.34
Defne	00.00	06.67	13.34	16.67	16.67
Limon	00.00	10.00	10.00	13.34	13.34

Sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar 96 saat süre boyunca un güvesinin son dönem larvalarına uygulandığında 60 µl' lik dozdaki ölüm oranları bu bitkilerden elde edilen uçucu yağlar için sırasıyla, 23.34, 23.34, 16.67, 20.00 ve 20.00 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.15).

Tablo 3.15. Farklı dozlarda uygulanan (96 saat) uçucu yağların un güvesinin son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	16.67	20.00	20.00	23.34
Mersin	00.00	06.67	10.00	13.34	23.34
B.kekik	00.00	06.67	06.67	10.00	16.67
Defne	00.00	06.66	13.33	16.66	20.00
Limon	00.00	10.00	10.00	16.67	20.00

Uygulanan uçucu yağların un güvesinin son dönem larvaları üzerinde pek fazla öldürücü etki göstermediği belirlenmiştir. 96 saatlik uygulama süresine göre larvaların % 50 ve 99' unu öldürmek için gerekli dozlar (LC₅₀ ve LC₉₉) sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar için hesaplanmıştır. Hesaplanan dozlara bakıldığında gerekli olan doz miktarlarının oldukça yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 3.16). Mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağların 96 saatlik uygulama süresine göre LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri sırasıyla, 332.99 ve 931.01, 298.72 ve 691.12, 413.32 ve 942.12, 272.77 ve 649.72, 423.49 ve 1053.73 (µl/l hava) olarak bulunmuştur (Tablo 3.16).

Tablo 3.16. 96 saat süreyle uygulanan uçucu yağların un güvesi son dönem larvası üzerindeki LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri.

Uçucu yağ	LC ₅₀ (µl/l hava)	LC ₉₉ (µl/l hava)
Sivri kekik	332.99	931.01
Mersin	298.72	691.12
Beyaz kekik	413.32	942.12
Defne	272.77	649.72
Limon	423.49	1053.73

3.1.1.4. Uçucu Yağların Un Güvesi Erginleri Üzerindeki Etkileri

Sivri kekik, İzmir kekiği, mersin, beyaz kekik, defne, limon, kazayağı ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar, oldukça düşük dozlarda (0.9, 1.8, 2.7 ve 4.5 µl), 3-12 saat (3, 6, 9 ve 12 saat) süreyle un güvesi erginleri üzerine uygulanmış ve uçucu yağların göstermiş olduğu ölüm oranları her bir uygulama süresi için hesaplanmıştır

(Tablo 18-21). Un güvesi erginleri sivri kekik, mersin, defne ve kazayağı bitkilerinden elde edilen uçucu yağlara 3 saat süreyle maruz bırakıldığında herhangi bir olumsuz etki görülmemiştir. Bunun aksine İzmir kekiği ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar düşük düzeyde, beyaz kekik ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar ise oldukça yüksek öldürücü etki göstermiştir (Tablo 3.17). Beyaz kekik bitkisinden elde edilen uçucu yağ 1.8 μl ' lik dozda un güvesi erginlerinin % 86.67' sini, bu dozun üzerindeki dozlarda ise erginlerin tamamını öldürmüştür. Limon bitkisinden elde edilen uçucu yağ ise 2.7 μl ' lik dozda % 73.34' ünü, 4.5 μl ' lik dozda ise erginlerin tamamını öldürmüştür (Tablo 3.17).

Tablo 3.17. Farklı dozlarda uygulanan (3 saat) uçucu yağların un güvesi erginleri üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	0.9 μl	1.8 μl	2.7 μl	4.5 μl
Sivri kekik	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
İzmir kekiği	00.00	00.00	00.00	03.34	13.34
Mersin	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
Beyaz kekik	00.00	06.67	86.67	100.00	100.00
Defne	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
Limon	00.00	00.00	10.00	73.34	100.00
Kazayağı	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
Pire otu	00.00	00.00	00.00	23.34	26.67

Beyaz kekik ve limon bitkisinden elde edilen uçucu yağlar 6 saat süreyle un güvesi erginleri üzerine 1.8 μl ' lik dozda uygulandığında erginlerin tamamının öldüğü gözlenmiştir (Tablo 3.18). Sivri kekik, İzmir kekiği, defne ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar erginler üzerinde en yüksek dozda (4.5 μl) sırasıyla, % 26.67, 26.67, 30.00 ve 33.34 oranında öldürücü etki göstermiştir. Mersin ve kazayağı bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar ise erginler üzerinde herhangi bir olumsuz etkiye neden olmamıştır (Tablo 3.18).

Tablo 3.18. Farklı dozlarda uygulanan (6 saat) uçucu yağların un güvesi erginleri üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	0.9 µl	1.8 µl	2.7 µl	4.5 µl
Sivri kekik	00.00	00.00	00.00	03.34	26.67
İzmir kekiği	00.00	00.00	03.34	16.67	26.67
Mersin	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
Beyaz kekik	00.00	10.00	100.00	100.00	100.00
Defne	00.00	06.67	06.67	10.00	30.00
Limon	00.00	00.00	100.00	100.00	100.00
Kazayağı	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
Pire otu	00.00	00.00	03.34	26.67	33.34

Beyaz kekik ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar un güvesi erginleri üzerinde 9 saat süreyle uygulandığında 6 saatlik uygulamada olduğu gibi 1.8 µl ve üzerindeki dozlarda erginlerin tamamının öldüğü görülmüştür (Tablo 3.19). İzmir kekiği ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar en yüksek dozda un güvesi erginlerinin %76.67 ve 63.34' ünü öldürmüştür. Sivri kekik, mersin ve defne bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar un güvesi erginlerinin sırasıyla, % 30, 20 ve 30' unu öldürmesine karşın kazayağı bitkisinden elde edilen uçucu yağ hiçbir etki göstermemiştir (Tablo 3.19).

Tablo 3.19. Farklı dozlarda uygulanan (9 saat) uçucu yağların un güvesi erginleri üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	0.9 µl	1.8 µl	2.7 µl	4.5 µl
Sivri kekik	00.00	06.67	06.67	10.00	30.00
İzmir kekiği	00.00	06.67	13.34	20.00	76.67
Mersin	00.00	00.00	00.00	06.67	20.00
Beyaz kekik	00.00	10.00	100.00	100.00	100.00
Defne	00.00	06.67	10.00	20.00	30.00
Limon	00.00	06.67	100.00	100.00	100.00
Kazayağı	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
Pire otu	00.00	00.00	10.00	46.67	63.34

Un güvesi erginleri 12 saat süreyle beyaz kekik ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlara maruz bırakıldığında 6 ve 9 saatlik sürelerde olduğu gibi 0.9 µl'nin üzerindeki dozlarda erginlerin tamamını öldürmüşken İzmir kekiğinden elde edilen uçucu yağ en yüksek dozda erginlerin % 80' ini, pire otundan elde edilen uçucu yağ ise %93.34' ünü

öldürmüştür (Tablo 3.20). Sivri kekik, mersin ve defne bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar ise en yüksek dozda un güvesi erginlerinin sırasıyla % 56.67, 46.67 ve 50.00' sini öldürmüştür (Tablo 3.20). Kazayağından elde edilen uçucu yağ ise un güvesi erginleri üzerinde çok düşük düzeyde (en yüksek dozda % 06.67) öldürücü etki göstermiştir.

Tablo 3.20. Farklı dozlarda uygulanan (12 saat) uçucu yağların un güvesi erginleri üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	0.9 µl	1.8 µl	2.7 µl	4.5 µl
Sivri kekik	00.00	16.67	20.00	20.00	56.67
İzmir kekiği	00.00	26.67	30.00	36.67	80.00
Mersin	00.00	00.00	13.34	16.67	46.67
Beyaz kekik	00.00	36.67	100.00	100.00	100.00
Defne	00.00	10.00	13.34	23.34	50.00
Limon	00.00	06.67	100.00	100.00	100.00
Kazayağı	00.00	00.00	03.34	06.67	06.67
Pire otu	00.00	20.00	20.00	70.00	93.34

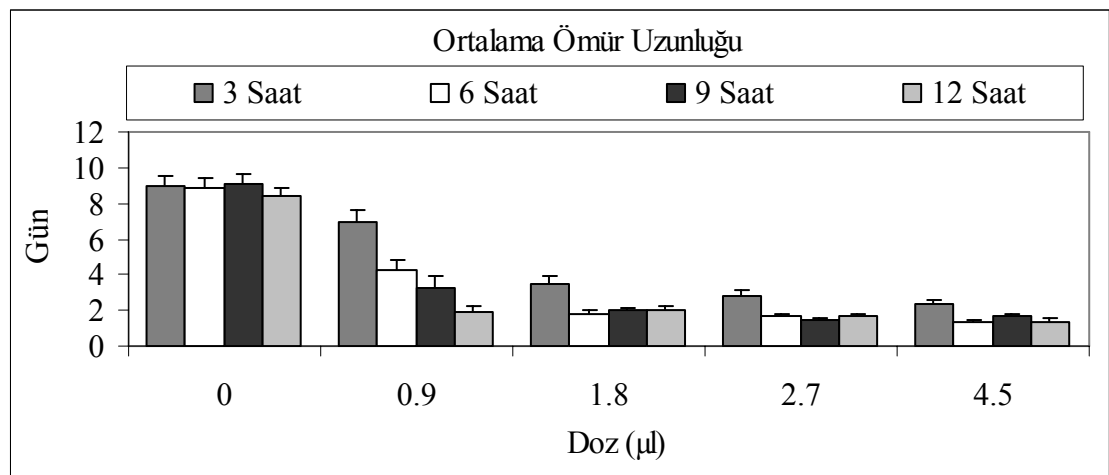
Sivri kekik, İzmir kekiği, mersin, beyaz kekik, defne, limon, kazayağı ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin yarısını ve %99'unu öldürebilmesi için gereken dozlar (LC_{50} ve LC_{99} değerleri) uygulama sürelerine göre hesaplanmıştır (Tablo 3.21). Uygulama süresi arttıkça hesaplanan LC_{50} ve LC_{99} değerlerinin azaldığı görülmüştür. Hesaplanan LC_{50} ve LC_{99} değerlerine bakıldığında bu değerlerin beyaz kekik ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar için oldukça düşük olduğu görülmektedir. 12 saatlik uygulama süresi için gerekli olan LC_{50} ve LC_{99} değerleri beyaz kekik ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar için sırasıyla, 03.27 µl/l hava ve 05.13 µl/l hava, 04.05 µl/l hava ve 05.57 µl/l hava olarak hesaplanmıştır. Kazayağından elde edilen uçucu yağ için hesaplanan LC_{50} ve LC_{99} değerlerinin diğer bitkilerden elde edilen uçucu yağlara oranla daha yüksek olduğu (32.74 ve 63.53 µl/l hava) görülmüştür (Tablo 3.21).

Tablo 3.21. Farklı sürelerle uygulanan uçucu yağların un güvesi erginleri üzerindeki LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri.

Uçucu yağ	Uygulama süresine göre LC ₅₀ ve LC ₉₉ (µl/l hava) değerleri							
	3	6	9	12	3	6	9	12
S. kekik	00.00	00.00	17.68	27.94	20.08	42.02	13.92	33.11
İ. kekiği	21.61	35.87	18.59	35.47	11.89	23.35	09.85	28.03
Mersin	0.00	00.00	00.00	00.00	19.75	33.79	15.15	29.85
B. kekik	04.72	07.39	03.85	05.37	03.85	05.37	03.27	05.13
Defne	00.00	00.00	20.08	42.02	19.19	42.46	14.61	31.38
Limon	08.02	11.65	04.5	05.79	04.29	05.79	04.05	05.57
Kazayağı	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	32.74	63.53
Pire otu	17.99	34.26	16.63	32.56	11.96	23.88	7.93	17.65

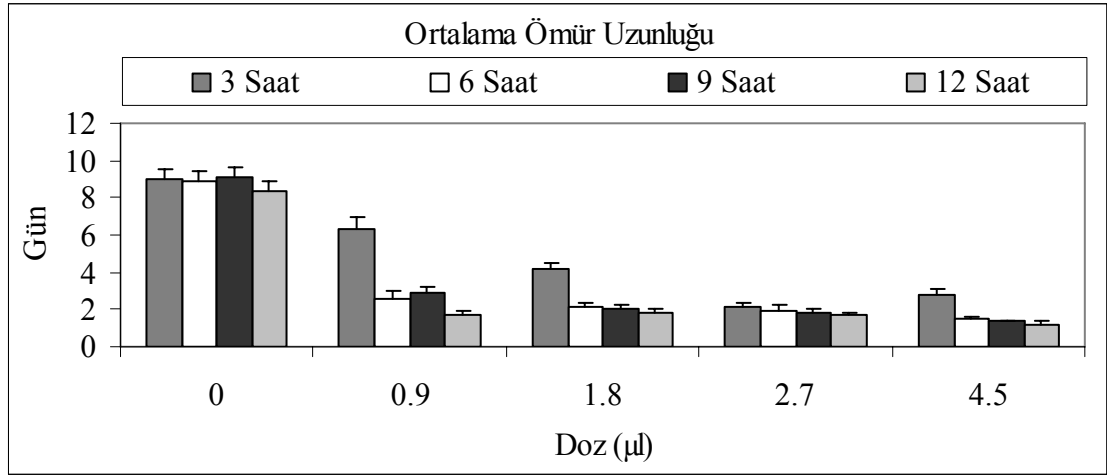
un güvesi erginleri sivri kekik, İzmir kekiği, mersin, beyaz kekik, defne, limon, kazayağı ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağlara 3-12 saat süreyle, 0.9-4.5 µl arasında değişen dozlarda maruz bırakılmış ve uçucu yağların ömür uzunluğu üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Şekil 3.1-8).

Uçucu yağ uygulanmış ergin bireylerin ortalama ömür uzunlukları uçucu yağ uygulanmamış kontrol grupları ile karşılaştırılmıştır. Sivri kekikten elde edilen uçucu yağ un güvesi erginlerinin ömür uzunlunu önemli oranda azaltmıştır (Şekil 5). Doz artışına ve uygulama süresine bağlı olarak un güvesi erginlerinin ömür uzunlukları önemli ölçüde kısalmıştır. Kontrol gruplarında ortalama ömür uzunluğu yaklaşık 9 gün iken bu oran en yüksek doz ve uygulama süresi sonunda 1.36 güne gerilemiştir (Şekil 3.1).



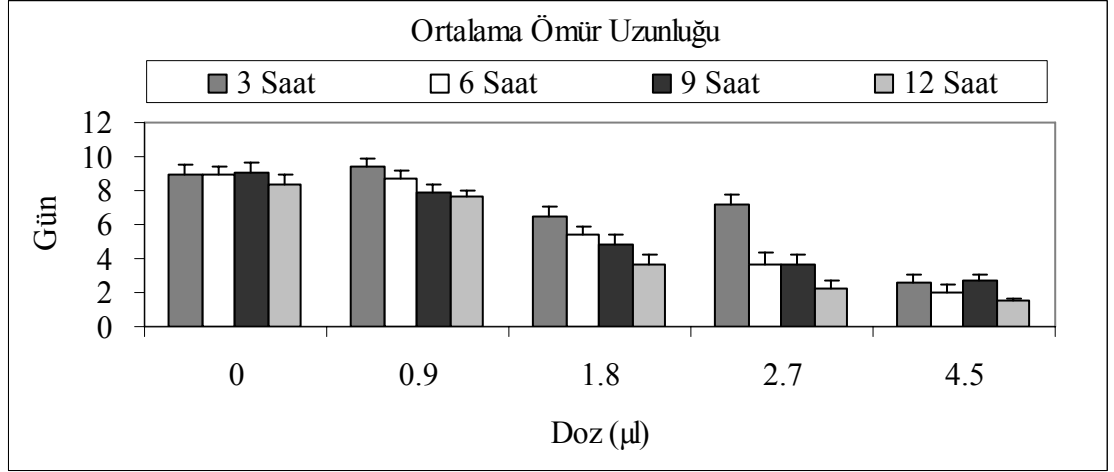
Şekil 3.1. Sivri kekikten elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğuna etkisi.

İzmir kekiğinden elde edilen uçucu yağ, sivri kekikten elde edilen uçucu yağda olduğu gibi un güvesi erginlerinin ortalama ömür uzunluğunu önemli ölçüde kısaltmıştır (Şekil 3.2). Artan doz ve uygulama süresine bağlı olarak un güvesi erginlerinin ortalama ömür uzunluğunda önemli oranda azalma gözlenmiştir. Kontrol gruplarında ortalama ömür uzunluğu yaklaşık 9 gün iken bu oran, 4.5 µl' lik doz ve 12 saatlik uygulama süresi sonunda 1.16 güne gerilemiştir (Şekil 3.2).



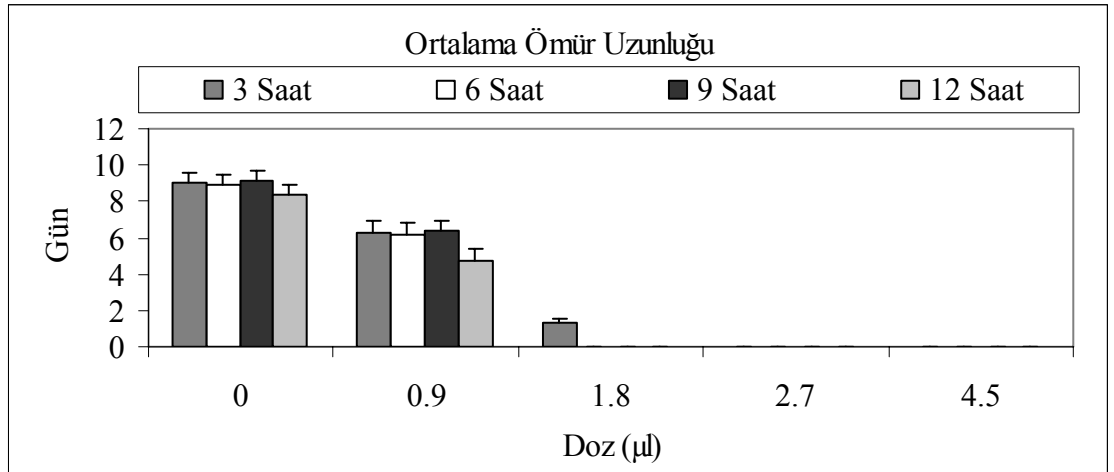
Şekil 3.2. İzmir kekiğinden elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğuna etkisi.

Mersin bitkisinden elde edilen uçucu yağ, un güvesi erginlerinin ortalama ömür uzunluğunu, sivri kekik ve İzmir kekiğinden elde edilen uçucu yağlara oranla daha az kısaltmıştır (Şekil 3.3). Un güvesi erginlerinin ortalama ömür uzunluğu artan doz ve süreye bağlı olarak önemli oranda azalmıştır. Un güvesi erginlerinin ortalama ömür uzunluğu kontrol gruplarında yaklaşık 9 gün iken bu oran en yüksek doz ve uygulama süresi sonunda 1.50 güne gerilemiştir (Şekil 3.3)



Şekil 3.3. Mersin bitkisinden elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğu üzerine etkileri.

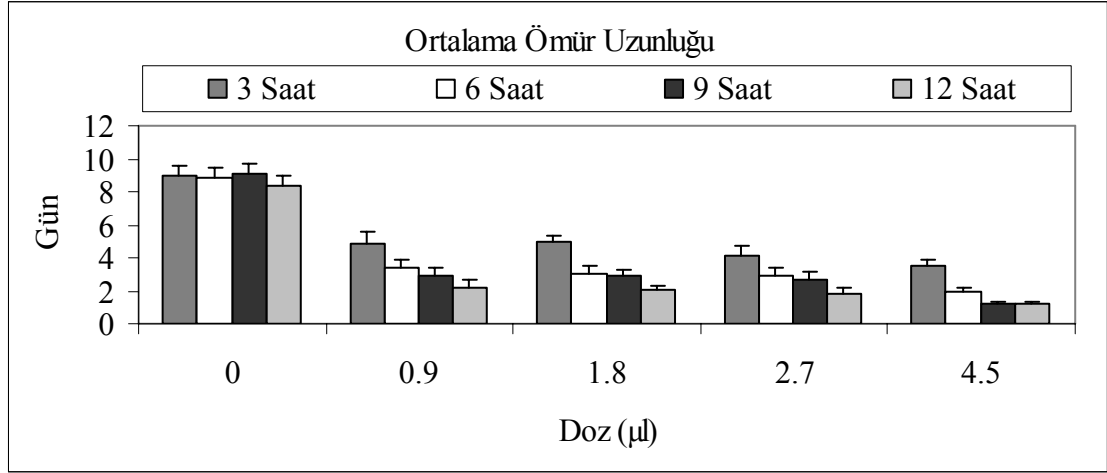
Un güvesi erginleri beyaz kekikten elde edilen uçucu yağa maruz bırakıldıklarında bu uçucu yağa karşı oldukça hassas oldukları ve ortalama ömür uzunluklarının çok kısa olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.4). Un güvesi erginlerinin ortalama ömür uzunluğu 1.8 µl ve 3 saatlik uygulama sonucu 1.36 gün olarak hesaplanmıştır. Bu uygulanan doz ve uygulama süresinin üzerindeki doz ve uygulama sürelerinde ergin bireylerin tamamının öldüğü gözlenmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Beyaz kekikten elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğu üzerine etkileri.

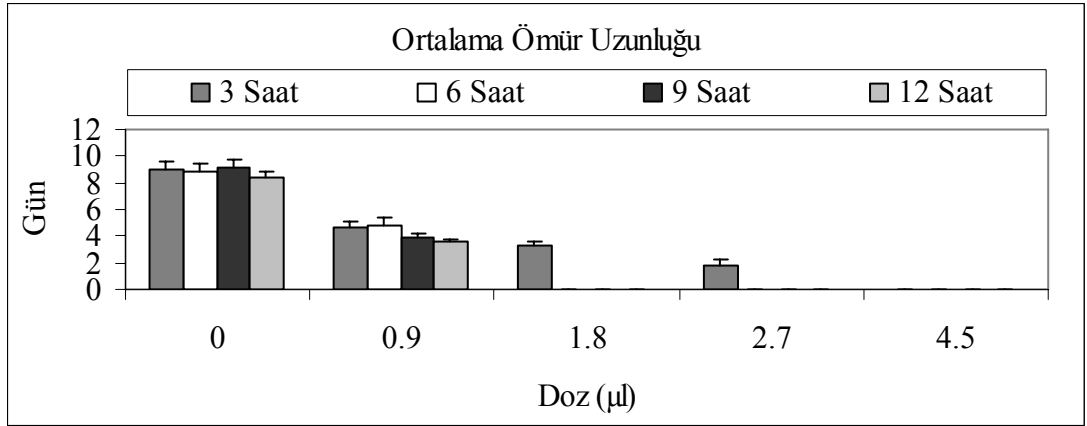
Defne bitkisinden elde edilen uçucu yağlar un güvesi erginlerinin ortalama ömür uzunluğu üzerinde sivri kekik, İzmir kekiği ve mersin bitkilerinden elde edilen uçucu

yağlara benzer etkiler göstermiştir (Şekil 3.5). Artan doz ve süreye bağlı olarak ortalama ömür uzunluğunun kısaldığı gözlenmiştir. Kontrol gruplarında ortalama ömür uzunlukları yaklaşık 9 günken bu oran 4.5 μl ' lik doz ve 12 saatlik uygulama süresinin sonunda 1.17 güne gerilemiştir (Şekil 3.5).



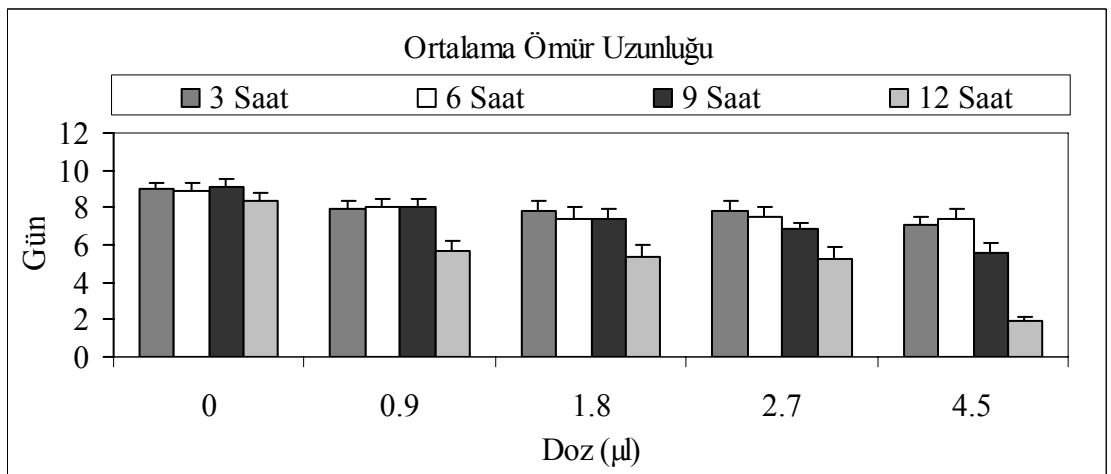
Şekil 3.5. Defneden elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğuna etkisi.

Beyaz kekikten elde edilen uçucu yağda olduğu gibi un güvesi erginlerinin limon bitkisinden elde edilen uçucu yağlara karşı oldukça hassas oldukları ve yüksek doz ve uygulama sürelerinde ergin bireylerinin tamamının öldüğü görülmüştür (Şekil 3.6). Kontrol gruplarında ortalama ömür uzunlukları yaklaşık 9 gün iken bu oranın 2.7 μl ' lik doz ve 3 saatlik uygulama süresi sonunda 1.83 güne gerilediği, bu uygulanan doz ve sürenin üzerindeki uygulamalarda ise erginlerin tamamının öldüğü gözlenmiştir (Şekil 3.6).



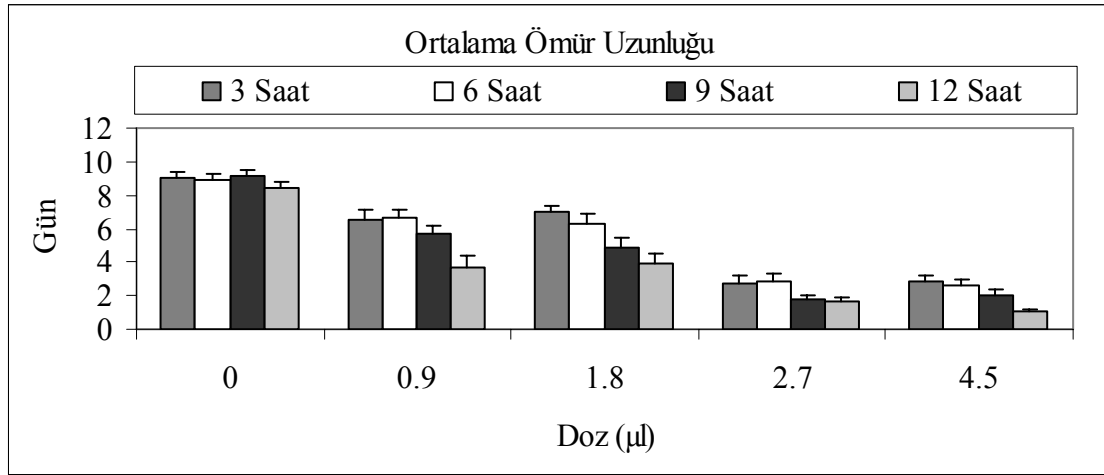
Şekil 3.6. Limon bitkisinden elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğu üzerine etkileri.

Kazayağı bitkisinden elde edilen uçucu yağ, diğer bitkilerden elde edilen uçucu yağlara karşılaştırıldığında un güvesi erginlerinin ortalama ömür uzunlukları üzerinde çok fazla etkili olmadığı gözlenmiştir (Şekil 3.7). Artan doz ve uygulama süresine bağlı olarak erginlerin ortalama ömür uzunluklarının azaldığı görülmüştür. Ortalama ömür uzunluğu üzerinde en fazla etki en yüksek dozda görülmüştür. Kontrol gruplarında ortalama ömür uzunluğu yaklaşık 9 gün iken 4.5 µl' lik doz ve 12 saatlik uygulama süresi sonunda bu oran 1.92 güne gerilemiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Kazayağı kekikten elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğu üzerine etkileri.

Pire otu bitkisinden elde edilen uçucu yağlar un güvesi erginlerinin ortalama ömür uzunluğu üzerinde sivri kekik, İzmir kekiği, mersin, defne ve kazayağı bitkilerinden elde edilen uçucu yağlarda olduğu gibi ömür uzunluğunu azaltıcı etkiler göstermiştir (Şekil 3.8). Artan doz ve süreye bağlı olarak un güvesi erginlerinin ortalama ömür uzunlukları önemli ölçüde azalmıştır. 4.5 μl ' lik doz ve 12 saatlik uygulama süresi sonunda ortalama ömür uzunluğu 1.10 gün olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Pire otu bitkisinden elde edilen uçucu yağların un güvesi erginlerinin ömür uzunluğu üzerine etkileri.

3.1.2 Uçucu Yağların Kuru Meyve Güvesi Üzerindeki Etkileri

Bu çalışmada, sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağların kuru meyve güvesinin yumurta dönemi üzerindeki öldürücü etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla un güvesi yumurtaları üzerinde yapılan çalışmada olduğu gibi 7.5-60 μl arasında değişen dozlar ve 24-96 saat arasında değişen süreler boyunca kuru meyve güvesi yumurtalarına uygulanmış ve % ölüm oranları her bir doz ve uygulama süresi için hesaplanmıştır (Tablo 3.22-25).

Sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar kuru meyve güvesinin yumurta dönemi üzerinde 7.5-60 μl arasında değişen dozlarda 24 saat süreyle uygulandığında en etkili uçucu yağın sivri kekikten elde edilen uçucu yağ olduğu görülmüştür (Tablo 3.22). Sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar en yüksek dozda uygulandığında (60 μl) kuru

meyve güvesi yumurtalarının sırasıyla, % 83.33, 21.67, 16.67, 18.33 ve 22.50' sinin öldüğü görülmüştür (Tablo 3.22).

Tablo 3.22. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların kuru meyve güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	8.34	15.00	76.67	83.33
Mersin	00.00	8.34	8.33	12.50	21.67
B.kekik	00.00	7.50	9.17	17.50	16.67
Defne	00.00	6.67	13.33	26.67	18.33
Limon	00.00	2.22	15.00	19.17	22.50

Kuru meyve güvesi yumurtaları sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlara 48 saat süreyle maruz bırakıldığında en yüksek ölüm oranı 24 saatlik uygulama süresinde olduğu gibi sivri kekik uçucu yağı uygulanmış yumurtalarda görülmüştür (Tablo 3.23). Sivri kekiğe maruz bırakılan yumurtaların 30 µl' lik dozda % 86.67 si, 60 µl' lik dozda ise % 95 i ölmüştür. Mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar kuru meyve güvesi yumurtalarına 60 µl' lik dozda 48 saat süreyle uygulandığında ölüm oranları sırasıyla, 22.50, 29.17, 26.67 ve 23.34 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.23).

Tablo 3.23. Farklı dozlarda uygulanan (48 saat) uçucu yağların kuru meyve güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	17.50	30.83	86.67	95.00
Mersin	00.00	11.67	10.00	14.17	22.50
B.kekik	00.00	8.34	15.83	17.50	29.17
Defne	00.00	10.83	15.00	15.00	26.67
Limon	00.00	12.50	15.00	20.00	23.34

Uçucu yağlar 72 saat süreyle uygulandığında en fazla ölüm oranı 24 ve 48 saatlik uygulamalarda olduğu gibi sivri kekik bitkisinden elde edilen uçucu yağ uygulamalarında görülmüştür (Tablo 3.24). Doz ve uygulama süresi artışı bağlı olarak ölüm oranlarında da artış görülmüştür. Sivri kekikten elde edilen uçucu yağlar 72 saat

süreyle kuru meyve güvesi yumurtalarına 30 µl ve 60 µl' lik dozlarda uygulandığında yumurtaların tamamına yakınının öldüğü görülmüştür. Mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlarda ise en yüksek doz ve uygulama süresinde yumurtalardaki ölüm oranları sırasıyla, 24.17, 37.50, 31.67 ve 25.83 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.24).

Tablo 3.24. Farklı dozlarda uygulanan (72 saat) uçucu yağların kuru meyve güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	21.67	51.67	97.50	99.17
Mersin	00.00	12.50	10.83	15.83	24.17
B.kekik	00.00	9.17	16.67	20.83	37.50
Defne	00.00	12.50	15.00	26.67	31.67
Limon	00.00	13.34	15.83	21.67	25.83

Uçucu yağlar kuru meyve güvesi yumurtaları üzerinde 7.5-60 µl arasında değişen dozlarda 96 süreyle uygulandığında en etkili uçucu yağın, 24, 48 ve 72 saatlik uygulamalarda olduğu gibi sivri kekikten elde edilen uçucu yağ olduğu görülmüştür (Tablo 3.25). Sivri kekik uçucu yağı uygulanmış (96 saat süreyle) yumurtaların ölüm oranları, 15, 30 ve 60 µl' lik dozlar için sırasıyla, % 93.34, %99.17 ve 100 olarak bulunmuştur. Mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen ucu yağlar için en yüksek dozda (60 µl) 96 saatlik uygulama sonucunda görülen yumurta ölüm oranları sırasıyla, 41.67, 57.50, 50.83 ve 26.67 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.25).

Tablo 3.25. Farklı dozlarda uygulanan (96 saat) uçucu yağların kuru meyve güvesi yumurtaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	23.34	93.34	99.17	100.00
Mersin	00.00	13.34	16.67	15.83	41.67
B.kekik	00.00	11.67	16.67	22.50	57.50
Defne	00.00	16.67	19.17	29.17	50.83
Limon	00.00	15.00	15.83	21.67	26.67

Sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen ucu yağların kuru meyve güvesi yumurtalarının yarısını ve % 99'unu öldürmek için gerekli olan dozlar (LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri) uygulama sürelerine göre hesaplanmıştır (Tablo 3.26). Hesaplanan LC₅₀ ve LC₉₉ değerlerine bakıldığında bu değerlerin sivri kekik bitkisinden elde edilen uçucu yağlar için oldukça düşük olduğu diğer bitkilerden elde edilen uçucu yağlar için ise bu değerlerin daha yüksek olduğu görülmektedir. LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri 96 saatlik uygulama süresine göre sivri kekikten elde edilen uçucu yağ için sırasıyla, 33.91 ve 66.04 olarak hesaplanmıştır. Mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen ucu yağlar için bu değerler aynı uygulama süresi için sırasıyla, 229.65 ve 576.59, 176.55 ve 429.20, 185.53 ve 495.50, 315.61 ve 848.97 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.26).

Tablo 3.26. Farklı sürelerle uygulan uçucu yağların kuru meyve güvesi yumurtaları üzerindeki LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri.

Uçucu yağ	Uygulama süresine göre LC ₅₀ ve LC ₉₉ (µl/l hava) değerleri							
	24	48	72	96	24	48	72	96
S. kekik	103.90	254.45	73.26	187.40	50.86	120.19	33.91	66.04
Mersin	343.43	803.95	354.30	872.75	336.94	843.16	229.65	576.59
B.kekik	395.28	956.00	282.64	699.99	235.15	584.43	176.55	429.20
Defne	351.01	895.34	314.69	791.39	259.47	679.98	185.53	495.50
Limon	348.43	900.03	344.46	904.11	317.53	843.36	315.61	848.97

3.1.3. Uçucu Yağların Kapra Böceği Üzerindeki Etkileri

Kapra böceğinin son dönem larvaları, sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlara 7.5-60 µl arasında değişen dozlarda ve 24-96 saat arasında değişen süreler boyunca maruz bırakılmış ve uçucu yağların kapra böceğinin son dönem larvaları üzerinde öldürücü etki gösterip göstermedikleri araştırılmıştır (Tablo 3.27-30).

Sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilene uçucu yağlar kapra böceğinin son dönem larvalarına 24 saat süreyle uygulandığında larvaların bu uçucu yağlardan pek etkilenmedikleri gözlenmiştir (Tablo 3.27). Sivri kekik, mersin ve defne bitkilerinden elde edilene uçucu yağlar 24 saat süreyle kapra böceğinin son dönem larvalarına en yüksek dozda (60 µl) uygulandığında larvaların %3.34' ünün

öldüğü, beyaz kekik ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağların ise larvalar üzerinde hiçbir etki göstermediği belirlenmiştir (Tablo 3.27).

Tablo 3.27. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların kapra böceğinin son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	00.00	00.00	03.34	03.34
Mersin	00.00	00.00	00.00	00.00	03.34
B.kekik	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
Defne	00.00	00.00	00.00	00.00	03.34
Limon	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00

Kapra böceğinin larvaları uçucu yağlara 48 saat süreyle maruz bırakıldıklarında larvalarda meydana gelen ölüm oranlarının 24 saatlik uygulamada olduğu gibi düşük seviyelerde olduğu görülmüştür (Tablo 3.28). Uçucu yağlar 48 saat süreyle kapra böceği son dönem larvalarına en yüksek dozda uygulandığında larvalarda görülen ölüm oranları sırasıyla, %10, 3.34, 0, 3.34 ve 3.34 olarak kaydedilmiştir (Tablo 3.28).

Tablo 3.28. Farklı dozlarda uygulanan (48 saat) uçucu yağların kapra böceği son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	00.00	00.00	06.67	10.00
Mersin	00.00	00.00	00.00	03.34	03.34
B.kekik	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
Defne	00.00	00.00	00.00	03.34	03.34
Limon	00.00	00.00	00.00	00.00	03.34

Uçucu yağlar, 72 saat süreyle kapra böceğinin son dönem larvalarına uygulandığında gözlenen ölüm oranlarının, 24 ve 48 saatlik uygulamalarda olduğu gibi düşük olduğu gözlenmiştir (Tablo 3.29). Larvalarda görülen ölüm oranları en yüksek dozda sivri kekikten elde edilen uçucu yağ için % 13.34 olarak, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilene uçucu yağlar için ise sırasıyla, % 6.67, 3.34, 6.67 ve 10 olarak kaydedilmiştir (Tablo 3.29).

Tablo 3.29. Farklı dozlarda uygulanan (72 saat) uçucu yağların kapra böceği son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	03.34	06.67	06.67	13.34
Mersin	00.00	00.00	03.34	06.67	06.67
B.kekik	00.00	00.00	00.00	00.00	03.34
Defne	00.00	00.00	03.34	06.67	06.67
Limon	00.00	00.00	00.00	03.34	10.00

Kapra böceğinin larvaları sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilene uçucu yağlara 96 saat süreyle maruz bırakıldıklarında larvalarda meydana gelen ölüm oranlarınının 24, 48 ve 72 saatlik uygulamalara nazaran biraz daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 3.30). 96 saatlik süre sonunda uçucu yağların larvalar üzerinde göstermiş olduğu ölüm oranları, sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilene uçucu yağlar için sırasıyla, %16.67, 13.34, 6.67, 13.34 ve 10.00 olarak kaydedilmiştir (Tablo 3.30).

Tablo 3.30. Farklı dozlarda uygulanan (96 saat) uçucu yağların kapra böceği son dönem larvaları üzerine öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları				
	Kontrol	7.5 µl	15 µl	30 µl	60 µl
S. kekik	00.00	3.34	03.34	10.00	16.67
Mersin	00.00	3.34	10.00	13.34	13.34
B.kekik	00.00	00.00	03.34	03.34	06.67
Defne	00.00	3.34	10.00	10.00	13.34
Limon	00.00	00.00	03.34	06.67	10.00

Sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilene uçucu yağların kapra böceğinin son dönem larvaları üzerindeki öldürücü etkilerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür. Hesaplanan LC_{50} ve LC_{99} değerlerinin çok yüksek olduğu görülmüş ve yalnızca 96 saatlik uygulama süresi için hesaplanan LC_{50} ve LC_{99} değerleri verilmiştir (Tablo 3.31). Sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağların 96 saatlik uygulamaları için hesaplanan LC_{50} ve LC_{99} değerleri sırasıyla, 347.87 ve 733.48, 446.12 ve 1016.16, 490.92 ve 989.40, 351.97 ve 710.88, 402.24 ve 800.42 olarak bulunmuştur (Tablo 3.31).

Tablo 3.31. 96 saat süreyle uygulanan uçucu yağların kapra böceğinin son dönem larvası üzerindeki LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri.

Uçucu yağ	LC ₅₀ (µl/l hava)	LC ₉₉ (µl/l hava)
Sivri kekik	347.87	733.48
Mersin	446.12	1016.16
Beyaz kekik	490.92	989.40
Defne	351.97	710.88
Limon	402.24	800.42

3.1.4. Uçucu Yağların Fasulye Tohum Böceği Üzerindeki Etkileri

Sivri kekik, İzmir kekiği, mersin, beyaz kekik, defne, limon, kazayağı, pire otu, kekik ve adaçayı bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar 15-45 µl arasında değişen dozlarda, fasulye tohum böceği erginleri üzerinde 24 saat boyunca uygulanmış ve bu uçucu yağların göstermiş olduğu öldürme oranları her bir bitkiden elde edilen uçucu yağ için hesaplanmıştır (Tablo 3.32). 15 µl' lik doz uygulamasında defne ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağların fasulye tohum böceği erginlerinin tamamını öldürdüğü görülmüştür. Mersin bitkisinden elde edilen uçucu yağlar aynı dozda erginlerin % 66.67 sini, 30 ve 45 µl' lik dozlarda ise erginlerin tamamını öldürmüştür. Sivri kekik, beyaz kekik, limon ve adaçayı bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar 15 µl' lik uygulamada erginler üzerinde düşük öldürücü etki göstermiştir. En yüksek dozda (45 µl) görülen ölüm oranları ise bu bitkiler için sırasıyla, %80.00, 93.34, 60.00 ve 63.34 olarak kaydedilmiştir. İzmir kekiği, kazayağı ve kekik bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar erginler üzerinde düşük öldürücü etki göstermiş ve en yüksek dozda görülen ölüm oranları bu bitkiler için sırasıyla, %16.67, 13.34 ve 16.67 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.32).

Tablo 3.32. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların fasulye tohum böceği erginleri üzerindeki öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları			
	Kontrol	15 µl	30 µl	45 µl
S. kekik	00.00	13.33	50.00	80.00
İ. kekiği	00.00	00.00	06.67	16.67
Mersin	00.00	66.67	100.00	100.00
B. kekik	00.00	13.34	26.67	93.34
Defne	00.00	100.00	100.00	100.00
Limon	00.00	10.00	53.34	60.00
Kazayağı	00.00	06.67	06.67	13.34
Pire otu	00.00	100.00	100.00	100.00
Kekik	00.00	10.00	13.34	16.67
Adaçayı	00.00	10.00	46.67	63.34

Ayrıca sivri kekik, İzmir kekiği, mersin, beyaz kekik, defne, limon, kazayağı, pire otu, kekik ve adaçayı bitkilerinden elde edilen uçucu yağların fasulye tohum böceği erginlerinin ömür uzunluğu üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Tablo 3.33). Sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne, limon, pire otu ve adaçayı bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar fasulye tohum böceği erginlerinin ömür uzunluğu önemli oranda azaltmıştır (sivri kekik için; $F= 4.361$; $sd= 3$; $P < 0.043$, mersin için; $F= 43.891$; $sd= 3$; $P < 0.001$, beyaz kekik için; $F=4.334$; $sd= 3$; $P < 0.043$, defne için; $F= 112.162$; $sd= 3$; $P < 0.001$, limon için; $F= 4.208$; $sd= 3$; $P < 0.046$, pire otu için; $F= 112.162$; $sd= 3$; $P < 0.001$ ve adaçayı için; $F= 4.18$; $sd = 3$; $P < 0.048$). İzmir kekiği, kazayağı ve kekik bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar fasulye tohum böceği erginlerinin ömür uzunluğu üzerinde önemli bir etki göstermemiştir (İzmir kekiği için; $F= 0.980$; $sd= 3$; $P = 0.449$, kazayağı için; $F= 1.130$; $sd = 3$; $P= 0.393$ ve kekik için; $F= 0.618$; $sd = 3$; $P= 0.623$). Ortalama ömür uzunluğu kontrolde 09.60 iken en yüksek dozda (45 µl) bu oran sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne, limon, pire otu ve adaçayı bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar için sırasıyla, 02.03, 1.00, 01.16, 01.00, 01.73, 01.00 ve 01.10 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.33. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların fasulye tohum böceği erginlerinin ömür uzunluğuna etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı ortalama ömür uzunluğu (gün)			
	Kontrol	15 µl	30 µl	45 µl
S. kekik	09.60±0.38a*	05.60±0.74ab	03.23±0.58b	02.03±0.27b
İ. kekiği	09.60±0.38a	09.66±0.56a	08.16±0.42a	05.12±0.34a
Mersin	09.60±0.38a	01.50±0.17b	01.00±0.00b	01.00±0.00b
B.kekik	09.60±0.38a	05.93±0.58ab	03.33±0.60b	01.16±0.13b
Defne	09.60±0.38a	01.00±0.00b	01.00±0.00b	01.00±0.00b
Limon	09.60±0.38a	08.46±0.95a	03.50±0.58ab	01.73±0.03b
Kazayağı	09.60±0.38a	07.40±0.58a	07.46±0.54a	05.36±0.54a
Pire otu	09.60±0.38a	01.00±0.00b	01.00±0.00b	01.00±0.00b
Kekik	09.60±0.38a	09.53±0.88a	07.10±0.79a	06.30±0.54a
Adaçayı	09.60±0.38a	05.76±0.78ab	03.26±0.54ab	01.10±0.16b

*Aynı satırda aynı küçük harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları Varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Sivri kekik, İzmir kekiği, mersin, beyaz kekik, defne, limon, kazayağı, pire otu, kekik ve adaçayı bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar 24 saat süreyle, 15-45 µl arasında değişen dozlarda uygulandığında fasulye tohum böceği erginlerinin yarısını ve %99'unu öldürmek için gerekli olan dozlar (LC₅₀ ve LC₉₉ µl/l hava) hesaplanmıştır. (Tablo 3.34). Mersin, defne ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar için hesaplanan LC₅₀ ve LC₉₉ değerlerinin oldukça düşük olduğu, İzmir kekiği, kazayağı ve kekik için ise bu değerlerin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Hesaplanan LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri mersin bitkisinden elde edilen uçucu yağ için, 45.31 ve 70.75, defne ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar için ise 27.36 ve 43.05 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.34).

Tablo 3.34. 24 saat süreyle uygulanan uçucu yağların fasulye tohum böceğinin erginleri üzerindeki LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri.

Uçucu yağ	LC ₅₀ (µl/l hava)	LC ₉₉ (µl/l hava)
Sivri kekik	104.99	215.41
İzmir kekiği	209.29	360.08
Mersin	45.31	70.75
Beyaz kekik	108.09	208.55
Defne	27.36	43.05
Limon	121.23	260.72
Kazayağı	302.08	628.90
Pire otu	27.36	43.05
Kekik	272.88	607.14
Adaçayı	120.27	253.34

3.1.5. Uçucu Yağların Un Biti Üzerindeki Etkileri

Un biti erginleri, sivri kekik, İzmir kekiği, mersin, beyaz kekik, defne, limon, kazayağı, pire otu, kekik ve adaçayı bitkilerinden elde edilen uçucu yağlara 24 saat süreyle 15, 30 ve 45 µl' lik dozlara maruz bırakılmış ve erginlerde görülen ölüm oranları her bir uçucu yağ için kaydedilmiştir (Tablo 3.35). Kazayağı, pire otu ve kekik bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar un biti erginleri üzerinde herhangi bir olumsuz etki göstermemiştir. İzmir kekiği, limon ve ada çayı bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar ise oldukça düşük öldürücü etki göstermiştir (en yüksek dozda İzmir kekiği için %7.5, limon ve ada çayı için %2.5). Sivri kekik, mersin, beyaz kekik ve defne bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar un biti erginlerine uygulandığında gözlenen ölüm oranları doz artışına bağlı olarak artış göstermiştir. Defne bitkisinden elde edilen uçucu yağ 30 ve 45 µl' lik dozlarda uygulandığında erginlerin tamamının öldüğü gözlenmiştir. Sivri kekik, mersin ve beyaz kekik bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar ise en yüksek dozda erginlerin sırasıyla, %72.50, 95.00 ve 67.50' sini öldürmüştür (Tablo 3.35).

Uçucu yağlar 15-45 µl arasında değişen dozlarda 24 saat süreyle un biti erginleri üzerinde uygulanmış ve uçucu yağların erginlerin ömür uzunlukları üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Tablo 3.36).

Tablo. 3.35. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların un biti erginleri üzerindeki öldürücü etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı % ölüm oranları			
	Kontrol	15 µl	30 µl	45 µl
S. kekik	00.00	05.00	07.50	72.50
İ. kekiği	00.00	00.00	05.00	07.50
Mersin	00.00	00.00	82.50	95.00
B. kekik	00.00	00.00	05.00	67.50
Defne	00.00	12.50	100.00	100.00
Limon	00.00	02.50	02.50	02.50
Kazayağı	00.00	00.00	00.00	00.00
Pire otu	00.00	00.00	00.00	00.00
Kekik	00.00	00.00	00.00	00.00
Adaçayı	00.00	00.00	02.50	02.50

Sivri kekik, mersin, beyaz kekik ve defne bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar erginlerin ortalama ömür uzunluklarını önemli oranda kısaltmıştır (sivri kekik, mersin, beyaz kekik ve defne bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar için sırasıyla, $F= 15.326$; $sd= 3$; $P < 0.001$, $F= 59.718$ $sd= 3$; $P < 0.0001$, $F= 12.710$; $sd= 3$; $P < 0.002$ ve $F= 39,667$; $sd= 3$; $P < 0.0001$). Kontrol grubunda ortalama ömür uzunluğu 15.70 iken 24 saat uygulama sonucunda en yüksek dozda bu oran sivri kekik, mersin, beyaz kekik ve defne bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar için sırasıyla, 1.85, 1.05, 2,17 ve 1.00 olarak kaydedilmiştir. İzmir kekiği, limon, kazayağı, pire otu, kekik ve adaçayından elde edilen uçucu yağlar kontrol grubuyla karşılaştırıldığında erginlerin ortalama ömür uzunluğunu, etkilememişler (İzmir kekiği, limon, kazayağı, pire otu, kekik ve adaçayından elde edilen uçucu yağlar için sırasıyla, $F= 1.23$; $sd= 3$; $P= 0.343$, $F= 1.012$; $sd= 3$; $P= 0.437$, $F= 1.349$; $sd= 3$; $P= 0.326$, $F=1.162$; $sd= 3$; $P= 0.382$, $F= 0.041$; $sd= 3$; $P= 0.988$ ve $F= 1.322$; $sd= 3$; $P= 0.333$).

Un biti erginleri, sivri kekik, İzmir kekiği, mersin, beyaz kekik, defne, limon, kazayağı, pire otu, kekik ve adaçayı bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar 24 saat süreyle, 15-45 µl arasında değişen dozlarda maruz bırakıldığında ve erginlerin yarısını ve %99' unu öldürebilmek için gerekli olan dozlar (LC_{50} ve LC_{99} µl/l hava) her bir uçucu yağ için hesaplanmıştır (Tablo 3.37).

Tablo 3.36. Farklı dozlarda uygulanan (24 saat) uçucu yağların un biti erginlerinin ömür uzunluğuna etkileri.

Uçucu yağ	Uygulanan doza bağlı ortalama ömür uzunluğu (gün)			
	Kontrol	15 µl	30 µl	45 µl
S. kekik	15.70±0.56a*	12.67±0.55a	12.65±0.67a	01.85±0.22b
İ. kekiği	15.70±0.56a	12.97±0.42a	12.77±0.60a	10.37±0.49a
Mersin	15.70±0.56a	11.37±0.45a	01.22±0.08b	01.05±0.03b
B.kekik	15.70±0.56a	12.32±0.35a	11.55±0.57a	02.17±0.31b
Defne	15.70±0.56a	11.32±0.74a	01.00±0.00b	01.00±0.00b
Limon	15.70±0.56a	11.92±0.37a	12.82±0.51a	11.67±0.47a
Kazayağı	15.70±0.56a	14.87±0.53a	14.43±0.41a	10.40±0.75a
Pire otu	15.70±0.56a	12.87±0.34a	12.58±0.42a	10.98±0.66a
Kekik	15.70±0.56a	15.72±0.35a	16.35±0.36a	15.85±0.45a
Adaçayı	15.70±0.56a	11.22±0.46a	11.10±0.52a	11.07±0.50a

*Aynı satırda aynı küçük harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları Varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Kazayağı, pire otu ve kekik bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar öldürücü etki göstermediklerinden dolayı bu bitkilerden elde edilen uçucu yağlar için LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri hesaplanamamıştır. Defne ve mersin bitkileri için hesaplanan değerlerin düşük, İzmir kekiği, limon ve adaçayından elde edilen uçucu yağlar için ise oldukça yüksek olduğu görülmektedir. LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri defne ve mersin bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar için sırasıyla, 56.98 ve 89.73 ve 92.80 ve 159.03 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.37).

Tablo 3.37. 24 saat süreyle uygulanan uçucu yağların un biti erginleri üzerindeki LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri.

Uçucu yağ	LC ₅₀ (µl/l hava)	LC ₉₉ (µl/l hava)
Sivri kekik	133.85	221.21
İzmir kekiği	270.71	479.09
Mersin	92.80	159.03
Beyaz kekik	192.78	300.13
Defne	56.98	89.73
Limon	664.87	1311.75
Kazayağı	-	-
Pire otu	-	-
Kekik	-	-
Adaçayı	372.550	654.27

4. BÖLÜM

TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkemizin değişik bölgelerinden toplanan bitkiler oda sıcaklığında kapalı bir ortamda kurutulduktan sonra küçük parçalara ayrılmış ve Clevenger tip su buharı distilasyon cihazında ihtiva ettikleri uçucu yağlar çıkartılmıştır. Uçucu yağların depolanmış ürün zararlısı böcekler üzerindeki fumigasyon yoluyla göstermiş oldukları öldürücü etkiler araştırılmıştır. Depolanmış ürünlere zararlı böceklerin bulaşmasını engellemek için solunum yoluyla dezenfeksiyon (fumigasyon) önemli bir role sahiptir. Uçucu yağların depolanmış ürün zararlısı böcekler üzerindeki fumigant etkilerine yönelik birçok çalışma yapılmıştır [59, 67, 96-99].

Sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne, limon bitkilerine ait uçucu yağlar, 7.5-60 µl arasında değişen dozlarda ve 24-96 saat arasında değişen süreler boyunca kuru meyve güvesi yumurtalarına uygulanmıştır. Un güvesi yumurtalarına ise bu bitkilerden elde edilen uçucu yağlara ek olarak kazayağı ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar da uygulanmıştır. Un güvesi ve kuru meyve güvesi yumurtalarındaki embriyo gelişimini engelleme bakımından en etkili uçucu yağ sivri kekik bitkisinden elde edilmiştir. 96 saatlik uygulama süresi sonunda sivri kekik bitkisinden elde edilen uçucu yağlar 30 µl ve üzeri dozlarda larva gelişini tamamen engellemiştir. Mersin, beyaz kekik ve defne bitkilerinden elde edilen uçucu yağların en yüksek dozda (60 µl) ve uygulama süresinde (96 saat) larva gelişimini yaklaşık % 50 oranında engelledikleri gözlenmiştir. Limon, kazayağı ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağların un güvesi yumurtalarında larva gelişimini çok düşük düzeyde engellediği belirlenmiştir. Tunç et al. [100], anizet, kimyon, ökaliptüs, kekik ve kuşdili bitkilerinden elde edilmiş uçucu yağları benzer doz ve süreler boyunca un güvesi yumurtalarına uyguladıklarında anizet ve kimyon bitkilerinden elde edilen uçucu

yağların yumurtaların tamamını öldürdüğü, kekik bitkisinden elde edilen uçucu yağların ise en yüksek doz ve en uzun uygulama süresi sonunda yumurtaların %89'unu öldürdüğünü belirtmişlerdir. Kuşdili bitkisinden elde edilen uçucu yağın un güvesi yumurtaları üzerinde düşük (en yüksek doz ve uygulama süresinde %24) toksik etki gösterdiği bildirilmiştir. Okalıptus bitkisinden elde edilen uçucu yağ ise un güvesi yumurtalarında %45 düzeyinde bir öldürücü etki göstermiştir [100]. Aynı dozlarda uygulama süresi arttıkça un güvesi ve kuru meyve güvesi yumurtalarında görülen ölüm oranlarının yükseldiği belirlenmiştir. Embriyo gelişimiyle doğru orantılı olarak koryon ve vitellin membranlarının geçirgenliğinin arttığı, böylece uçucu yağların girişinin kolaylaştığı ve embriyonun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin artan uçucu yağ girişinden olumsuz yönde etkilendiği belirtilmiştir [101]. Böceklerin zararlı evreye ulaşmasını engelleme bakımından uçucu yağları yumurta döneminde uygulamanın böceklerin diğer dönemlerine oranla daha avantajlı olduğu bildirilmiştir [102]. un güvesi ve kuru meyve güvesi yumurtalarına uygulanan her bir uçucu yağ ve uygulama süresi için LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri hesaplanmıştır. Sivri kekikten elde edilen uçucu yağ 96 saat süreyle uygulandığında populasyonun %50 ve %99'unu öldürmek için gereken dozlar un güvesi ve kuru meyve güvesi için sırasıyla, 49.56 ve 97.24 µl/l hava ve 33.91 ve 66.04 olarak hesaplanmıştır. Diğer bitkilerden elde edilen uçucu yağlar için bu değerlerin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Uçucu yağ uygulanan yumurtalardan çıkan larvaların ergin evreye kadar gelişimleri de gözlenmiş ve uçucu yağların ergin dönem üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla sivri kekik, İzmir kekiği, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerine ait uçucu yağlar düşük dozlarda (9, 18 ve 27 µl), 24 saat süreyle un güvesi yumurtalarına uygulandığında uçucu yağların un güvesi yumurtalarından larva çıkışını engelleme oranları 27 µl' lik dozda sırasıyla, %35.00, 24.00, 21.67, 10.00 ve 9.33 olarak hesaplanmıştır. Doz artışına bağlı olarak uçucu yağ uygulanan yumurtalardan larva çıkışının azaldığı gözlenmiştir. Lavanta, kuşdili ve okalıptus bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar fasulye tohum böceği yumurtalarına uygulandığında doz artışına bağlı olarak yumurta ölüm oranlarında artış gözlemlendiği belirtilmiştir [99]. Sivri kekik, İzmir kekiği, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerine ait uçucu yağlar un güvesi yumurtalarına uygulandığında ergin döneme ulaşamayan birey sayısı uygulanan uçucu yağlara göre değişiklik göstermiştir. Ergin döneme ulaşamayan birey sayıları uygulanan

uçucu yağlar için sırasıyla %63.50, 64.66, 52.66, 52.00 ve 49.67 olarak kaydedilmiştir. Depolanmış ürün zararlısı böceklerin yumurta dönemlerinin uçucu yağlara karşı hassasiyetleri farklılık göstermektedir [103]. Uçucu yağ uygulanmış yumurtalardan ergin döneme ulaşan bireylerin yumurta verimleri kontrole göre azalmıştır. Bu yumurtalardan larva çıkışında (F₁) kontrole diğer uygulamalar arasında fark gözlenmemiştir. *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae), *Glycine max* (L.) Merr. (Leguminosae) ve *Diplotaxis tenuifolia* (L.) De Candolle (Cruciferae) bitkilerinden elde edilen bitkisel ekstraktlar elma iç kurdu *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) zararlısına uygulandığında yumurta veriminin önemli oranda azaldığı bildirilmiştir [104].

Sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar yüksek dozlarda (7.5–60 µl) ve değişen sürelerde (24–96 saat) un güvesi ve kapra böceği son dönem larvalarına uygulandığında larvaların uçucu yağlara karşı oldukça dirençli oldukları gözlenmiştir. 5 monoterpenoidin (terpinen-4-ol, 1,8-cineole, linalool, R-(+)-limonene ve geraniol) un biti larvaları üzerindeki öldürücü etkilerinin uygulanan larval döneme göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Deri değiştirme sayısı arttıkça monoterpenoidlerin göstermiş olduğu öldürücü etkilerin azaldığı, genç larvaların monoterpenoidlere karşı daha hassas oldukları belirtilmiştir [105]. Uçucu yağlar aynı doz ve süreyle un güvesi yumurtalarına ve son dönem larvalarına uygulandığında larvaların yumurtalara oranla daha dirençli oldukları bildirilmiştir [103]. un güvesi yumurtalarına ve 13–16 günlük larvalarına, karvakrol, 1,8-sineol, mentol, g-tepinen ve tepinen-4-ol 26±1 °C de, değişen dozlarda, 24–96 saat arasında değişen sürelerce uygulandığında larvaların yumurtalara oranla daha dirençli oldukları bildirilmiştir [81]. Uçucu yağlar 96 saat boyunca un güvesinin son dönem larvalarına uygulandığında 60 µl' lik dozda görülen ölüm oranlarının yaklaşık %20 olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağ uygulanmış kapra böceği larvalarında görülen ölüm oranlarının oldukça düşük olduğu gözlenmiştir. 96 saatlik uygulama sonunda populasyonun %50 ve %99'unu öldürmek için gerekli olan dozların oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

Sivri kekik, İzmir kekiği, mersin, beyaz kekik, defne, limon, kazayağı ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar, oldukça düşük dozlarda (0.9-4.5 µl), 3-12 saat süreyle un güvesi erginleri üzerine uygulanmıştır. Fasulye tohum böceği ve un biti erginlerinin un güvesi erginlerine göre oldukça dirençli olduğu belirlenmiş ve bu

zararlılar karşı daha yüksek dozlar (15-45 µl) uygulanmıştır. un güvesi erginlerine karşı en etkili uçucu yağların beyaz kekik, limon, İzmir kekiği ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar olduğu belirlenmiştir. Fasulye tohum böceği erginlerine karşı en etkili uçucu yağların sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne ve pire otu olduğu, un bitinde ise sivri kekik, mersin ve defne bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar olduğu belirlenmiştir. Kazayağı ve kekikten elde edilen uçucu yağlar fasulye tohum böceği üzerinde düşük düzeyde etki göstermişken bu uçucu yağlar un biti erginlerinde ise hiçbir etki göstermemiştir. Pire otundan elde edilen uçucu yağ fasulye tohum böceği erginleri üzerinde oldukça etkili iken bu uçucu yağ un bitinde hiçbir etki göstermemiştir. Aynı şekilde İzmir kekiği, limon ve ada çayı bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar un biti erginlerinde çok düşük düzeyde öldürücü etki göstermişken bu uçucu yağların fasulye tohum böceğinde daha etkili olduğu görülmüştür. Buradan böceklerin kullanılan uçucu yağlara değişik tepkiler verdikleri ve görülen ölüm oranlarının farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Böceklerin bitkisel ikincil ürünlere verdikleri cevapların büyük değişiklik gösterdiği ve aynı bitkisel materyale karşı böcek türlerinin hassasiyetlerinin değiştiği rapor edilmiştir [1]. Uçucu yağların insektisidal aktivitesinin uygulanan evreye, böcek ve bitki türüne göre farklılık gösterdiği yapılan birçok çalışmayla ortaya konmuştur [100, 106–109]. Un güvesi, fasulye tohum böceği ve un biti zararlıları karşı en etkisiz olan uçucu yağın kazayağı bitkisinden elde edilen uçucu yağ olduğu belirlenmiştir.

Uçucu yağ uygulanmış un güvesi erginlerinin ömür uzunluklarının doz artışına ve uygulama süresine bağlı olarak önemli oranda azaldığı görülmüştür. Beyaz kekik ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar un güvesi erginlerini daha kısa sürede öldürmüşlerdir. Fasulye tohum böceği erginlerinde ise sivri kekik, mersin, beyaz kekik, defne, limon, pire otu ve adaçayı bitkilerinden elde edilen uçucu yağların ömür uzunluğunu azalttığı, İzmir kekiği, kazayağı ve kekik bitkilerinden elde edilen uçucu yağların ise önemli bir etki göstermediği belirlenmiştir. Un biti erginlerinde sivri kekik, mersin, beyaz kekik ve defne bitkilerinden elde edilen uçucu yağların erginlerin ortalama ömür uzunluklarını önemli oranda kısalttığı görülmüştür. İzmir kekiği, limon, kazayağı, pire otu, kekik ve adaçayından elde edilen uçucu yağlar, ömür uzunluğunu etkilememiştir. Boyotu bitkisinin tohum, yaprak ve ekstraktları fasulye tohumlarına uygulandığında fasulye tohum böceğinin embriyo gelişiminin engellendiği, doz artışına

bağlı olarak görülen ölüm oranının arttığı, yumurta veriminin azaldığı ve erginlerin ömür uzunluğunun kısaldığı bildirilmiştir. Ayrıca boyotu bitkisinin un biti erginlerinin yumurta verimini de azalttığı bildirilmiştir [97].

Un güvesi popülasyonunun yarısını ve % 99 unu öldürmek için gerekli olan dozların fasulye tohum böceği ve un biti erginleri için gerekli olan dozlara oranla oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Un güvesi erginlerinde beyaz kekik ve limon bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar için hesaplanan değerlerin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Fasulye tohum böceği erginlerinde ise mersin, defne ve pire otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar için hesaplanan LC_{50} ve LC_{99} değerlerinin oldukça düşük olduğu, İzmir kekiği, kazayağı ve kekik için ise bu değerlerin oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Un biti erginleri için hesaplanan LC_{50} ve LC_{99} değerlerinin defne ve mersin bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar için düşük, İzmir kekiği, limon ve adaçayından elde edilen uçucu yağlar için yüksek olduğu görülmüştür.

Bu gün dünyada 7 milyar dolar değerinde 45000 ton uçucu yağ üretilmektedir. Gıda aroma endüstrisinde limon, gül, sedir, ve nane gibi doğal ürünlerin üretiminde hızlı bir artış görülmesine karşın yarı kimyasal içeren karışımlar (sitronella, karanfil, okaliptus, kafur vb uçucu yağlarını içeren) ve alkolik parfümeri (patchouli) ürünlerin üretiminin azaldığı bildirilmiştir [110]. Birçok bitkisel ürün depolanmış ürün zararlısı böcek üzerinde laboratuvar koşullarında fumigasyon yoluyla uygulanmış ve göstermiş oldukları toksik etkiler araştırılmıştır. Toksikite testlerinin yanında böcekler üzerindeki etkilerini açıklamaya yönelik çalışmalara da ilgi gösterilmiştir. Çok az doğal bileşenin (uçucu yağ) besin kalitesi, tohum çimlenmesi ve tohum gelişimi üzerine etkileri çalışılmıştır. Depolanmış ürün zararlısı böceklerin kontrolü için alternatif fumigantlar olan bu doğal ürünlerin kullanımında aşağıdaki belirtilen alanlarda da çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır. Bu alanlar:

1-Çalışmalar hedef böcek türlerinin değişik dönemlerini; yumurta, pupa, diapoza giren larva gibi içermeli ve bu dönemlerde fumigant olarak kullanılacak bitkisel uçucu yağlar ve bileşenleri araştırılmalıdır.

2- Farklı tip gıda ürünlerinde kuvvetli uçucu yağ ve bileşenlerinin emilim düzeyi ve etkileri araştırılmalıdır.

3-Uçucu yağ eldesinde, taşıyıcı olarak kullanılan gaz veya diğer karışımlar denetlenmelidir.

4-Fumigant bitki ürünlerinin kararlılığı araştırılmalıdır [19].

Doğal bileşenlerin geniş ölçekli uygulamalarda kullanımını sınırlayan en önemli faktörlerden biri yüksek emilim göstermeleridir. Bu çözülme kalıntılarının oluşmasına neden olabilir. Bunun için ürünlerin iyi havalandırılması gerekmektedir [19]. Belirli bitki uçucu yağları veya uçucu yağ bileşenleri zararlı böcekleri, akarları, bitki patojenlerini, mantarları ve nematodları içerisine alan geniş bir etki alanına sahiptir. Bu kullanımlarının yanı sıra ürünlerin korunmasında ve diğer zararlılarla mücadele yöntemlerinde de kullanılabilirler. Bitkisel ürünlerin bitkilere toksik olabileceği, omurgasız canlılara karşı etkilerinin olup olmadığı iyi araştırılmalıdır. Birçok doğal düşman ve hedef dışı organizmalara yönelik etkileri araştırılmalıdır [39].

Bitkisel uçucu yağların depolanmış ürün zararlısı böcekler üzerindeki öldürücü etkileri üzerine yapılan çalışmalar son on yılda oldukça yaygınlaşmıştır. Bu çalışma ile dünyanın birçok gelişmiş ülkesinde uygulanan ve son derece etkili olan uçucu yağlarla biyolojik mücadele yönteminin ülkemiz koşullarında da etkin bir şekilde kullanılabilmesine yönelik taktikler geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan uçucu yağların bazıları depolanmış ürün zararlısı böceklerin kontrolünde kullanılabilir ve bu sayede hem insan sağlığı hem de çevreye duyarlı bir biyolojik mücadele yönteminin geliştirilmesine katkı sağlanabilir.

KAYNAKLAR

1. Regnault-Roger, C., The potential of botanical essential oils for insect pest control, *Integrated Pest Management Reviews*, 2, 15–34, 1997.
2. Rajendran, S., Postharvest pest losses. In: Pimentel, D. (Ed.), *Encyclopedia of Pest Management*. Marcel Dekker, Inc., New York, 654–656, 2002.
3. Riba, G., Silvy, C., *Combattre les Ravageurs des Cultures*. Paris: INRA. Strebler, G., *Les Médiateurs chimiques: leur incidence sur la bioécologie des animaux*. Paris: Techniques et Documentation Lavoisier, 1989.
4. Scholler, M., Prozell, S., Al-Kirshi, A. G., Reichmuth, C., Towards Biological Control as a Major Component of Integrated Pest Management in Stored Product Protection, *Journal of Stored Products Research*, 33 (1), 81-97, 1997.
5. Erakay, S., Ege Bölgesi'nde Un ve Undan Mamul Maddelerde Bulunan Zararlı Böcekler Üzerinde Araştırmalar. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, İstiklal Matbaası, İzmir, 60s. 1974.
6. Özer, M., Toros, S., Çobanoğlu, S., Çınarlı, S., Ekmekçi, M., The description, distribution and habitats of acarina species harmful to stored grains and grain products and dried fruits in İzmir province (In Turkish, İzmir İli ve çevresinde depolanmış hububat un ve mamulleri ile kuru meyvelerde zarar yapan acarina takımına bağlı türlerin tanımı, yayılışı, ve konukçuları), *DOĞA, Türk, Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 13, 1154-1189, 1989.
7. Anonim, Zirai Mücadele Teknik Talimatları Cilt- 2, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara, 291s, 1995.
8. Karcı, A., Bitkisel kökenli bazı uçucu yağların kırma un biti, *Tribolium confusum* DUVAL, (COL.: TENEBRIONIDAE)'un tüm gelişme dönemlerine karşı fumigant etkisi, Yüksek Lisans Tezi, KSU Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 2s, 2006.
9. Sinha, R. N., Watters, F. L., Insect pests of flour mills, grain elevators, and feed mills and their control, *Agriculture Canada Publication No. 1776*. Canadian Government Publishing Centre, Ottawa, Canada, 1985.
10. Mills, R., Pedersen, J., *A Flour Mill Sanitation Manual*. Eagan Press, St. Paul, MN, 1990.

11. Singh, S. R., Cowpea cultivars resistant to insect pests in world germplasm collection, *Tropical Grain Legume Bulletin*, 9, 3-7, 1977.
12. Elhag, E. A., Deterrent effects of some botanical products on oviposition of the cowpea bruchid *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), *International Journal of Pest Management*, 46(2), 109- 113, 2000.
13. Regnault-Roger, C., Hamraoui, A., Inhibition of reproduction of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera), a kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) bruchid, by aromatic essential oils. *Crop Protection*, 13, pp, 624–628, 1994.
14. Jacob, T. A., Cox, P. D., The influence of temperature and humidity on the life-cycle of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), *Journal Stored Product Research*, 13, 107–118, 1977.
15. Johnson, J. A., Valero, K. A., Hannel, M. M., Effect of low temperature storage on survival and reproduction of Indianmeal moth (Lepidoptera: Pyralidae), *Crop Protection*, 16, 519-523, 1997.
16. Ertürk, H., Batı anadolu incirlerinde zarar yapan Lepidopter'lerden Phycitidae familyası türleri ve bunlardan incir kurdu (*Ephestia cautella* Walk.)'un biyolojisi, zarar şekli ve mücadele imkanları üzerinde araştırmalar. Tarım Bakanlığı Bornova Zirai Mücadele Enstitüsü Yayınları. Teknik bülten no, 9, İzmir, p, 118, 1963.
17. Simmons, P., Nelson, H. D., *Insects on Dried Fruits*, USDA Agric Handb 464, USDA, ARS, Washington, DC, 26 pp. 1975.
18. Ayvaz, A., Albayrak S., Karabörklü, S., Gamma radiation sensitivity of the eggs, larvae and pupae of Indian meal moth *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae), *Pest Management Science*, 64 (5), 505-512, 2008.
19. Rajendran, S., Sriranjini, V., Plant products as fumigants for stored-product insect control, *Journal of Stored Products Research*, 44, 126–135, 2008.
20. Taylor, R. W. D., Phosphine-a major fumigant at risk, *International Pest Control*, 31, 10–14, 1989.
21. Collins, P. J., Darglish, G. J., Pavic, H., Lambkin, T. M., Kapittke, R., Combating strong resistance to phosphine in stored grain pests in Australia. In: Wright, E.J., Banks, H.J., Highley, E. (Eds.), *Stored Grain in Australia 2000*. Proceedings of the Australian Postharvest Technical Conference, Adelaide, 1–4 August 2000. CSIRO Stored Grain Research Laboratory, Canberra, Australia, pp. 109–112, 2002.

22. MBTOC, 2002 Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee (MBTOC) 2002 Assessment, UNEP, Nairobi, Kenya, 2002.
23. Regnault-Roger, C., Potentialités phytosanitaires des plantes aromatiques: controle du flux des insectes phytovorages. Les Colloques INRA, (Valorisation non alimentaire des grandes production agricoles), 71, 285–289, 1995.
24. Nawrot, J., Harmatha, J., Natural products as antifeedants against stored product insects. *PostHarvest News and Information*, 5, 17–21, 1994.
25. Isman, M.B., Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world, *Annual Review of Entomology*, 51, 45–66, 2006.
26. Isman, M. B., Perspective Botanical insecticides: for richer, for poorer, *Pest Management Science*, 64, 8–11, 2008.
27. Regnault-Roger, C., Philogene BJR and Vincent C (eds), *Biopesticides of Plant Origin*, Lavoisier, Paris, France, 2005.
28. Thacker, J. R. M., *An Introduction to Arthropod Pest Control*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2002.
29. Guenther, E., The production of essential oils. In E. Guenther (ed) *The Essential Oils*, 2nd edn., vol. 1, pp. 87–226. Malabar (Florida): Krieger Publishing Company, 1972.
30. Peyron, L., Techniques classiques actuelles de fabrication de matières premières naturelles organiques. In H. Richard, and J. L. Multon, (eds) *Les Arômes alimentaires*, pp. 216–241, Paris: Tec & Doc Lavoisier–APRIA, 1992.
31. Richard, H., Loo, A., La fabrication des extraits: l'extraction par le dioxyde de carbone. In H. Richard (ed), *Epices et aromates*, pp. 140–155. Paris: Tec & Doc Lavoisier–APRIA, 1992.
32. Pellerin, P. Méthode d'extraction par le dioxyde de carbone. In H. Richard, and J.L. Multon, (eds) *Les Arômes alimentaires*, pp. 242–257, Paris: Tec & Doc Lavoisier–APRIA, 1992.
33. Strebler, G., *Les Médiateurs chimiques: leur incidence sur la bioécologie des animaux*. Paris: Techniques et Documentation Lavoisier, 1989.
34. Casanova, J., Les différentes techniques d'analyse des huiles essentielles. *Res Mediterranea*, 1, 63–72, 1994.

35. Muller-Riebau, F. J., Berger, B. M., Yegen, O., Cakir, C., Seasonal variations in the chemical compositions of essential oils of selected aromatic plants growing wild in Turkey, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 4821–4825, 1997.
36. Andronikashvili, M., Reichmuth, Ch., Repellency and toxicity of essential oils from *Ocimum gratissimum* (Lamiaceae) and *Laurus nobilis* (Lauraceae) from Georgia against the rust-red flour beetle (*Tribolium castaneum* Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), In: Credland, 2003.
37. Don-Pedro, K. N., Investigation of single and joint fumigant insecticidal action of citruspeel oil components, *Pesticide Science*, 46, 79–84. 1996.
38. Lee, S. E., Lee, B. H., Choi, W. S., Park, B. S., Kim, J. G., Campbell, B. C., Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L), *Pest Management Science*, 57, 548–553, 2001.
39. Isman, M. B., Plant essential oils for pest and disease management, *Crop Protection*, 19, 603-608, 2000.
40. Golob, P., Webley, D. J., The use of plants and minerals as traditional protectants of stored products, *Tropical Products Institute G*, 138, 1–32, 1980.
41. Arnason, J. T., Philogene, B. J. R. and Morand, P., Insecticides of plant origin, *American Chemical Society Symposium series*, 387, 1–213, 1989.
42. Jacobson, M., The neem tree: natural resistance par excellence. In M.B. Green and P.A. Hedin (eds), *Natural Resistance of Plants to Pests*, *American Chemical Society Symposium series*, 296, 220–32, 1986.
43. Saxena, R. C., Insecticides from Neem. In J.T. Arnason, B.J.R. Philogene and P. Morand (eds) *Insecticides of Plant Origin*, *American Chemical Society Symposium series*, 387, 110–35. 1989.
44. Jacobson, M., Botanical Pesticides: past, present and future. In J.T. Arnason, B.J.R. Philogene, and P. Morand (eds), *Insecticid of Plant Origin*, *American Chemical Society Symposium series*, 387, 1–10, 1989.
45. Schmutterer, H., Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachata indica*, *Annual Review of Entomology*, 35, 271–97, 1990.
46. Schmutterer, H., Higher plants as sources of novel pesticides. In D. Otto, and B. Weber (eds) *Insecticides: Mechanism of Action and Resistance*, pp. 3–15. Andover (England): Intercept, 1992.

47. Smelyanets, V. P., Khursin, L. A., Significance of individual terpenoids in the mechanism of population distribution of pests of Scotch pine stands, *Zashchita Rasteni* (Kiev), 17, 33–44, 1973.
48. Karasev, V. S., Reasons for different damage of coniferous timber due to the flat violet long horned beetle *Callidium violaceum* (Coleoptera: Cerambycidae), *Zoologichesky Zhurnal*, 53, 1196–9, 1974.
49. Singh, D., Agarwal, S. K., Himachalol and α -himachalene: insecticidal principles of Himalayan cedarwood oil, *Journal of Chemical Ecology*, 14, 1145–51, 1988.
50. Gianfagna, T. J., Sacalis, J. N., Carter, C. D., Sesquiterpenes and insect resistance in a wild species of tomato. Proceedings of 19th Plant Growth Regulator Society of America, 1992, 45–6, 1992.
51. Deshpande, R. S., Adhikary, P. R., Tipnis, H. P., Stored grain pest control agents from *Nigella sativa* and *Pogostemon heyneanus*, *Bulletin of Grain Technology*, 12, 232–4, 1974.
52. Deshpande, R.S., Tipnis, H. P., Insecticidal activity of *Ocimum basilicum* Linn. *Pesticides*, 11, 11–2, 1977.
53. Ahmed, S. M., Eapen, M., Vapour toxicity and repellency of some essential oils to insect pests, *Indian Perfumer*, 30, 273–8, 1986.
54. Regnault-Roger, C., Hamraoui, A., Holeman, M., Theron, E., Pinel, R., Insecticidal effect of essential oils from mediterranean aromatic plants upon *Acanthoscelides obtectus* Say, Coleoptera, bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.), *Journal of Chemical Ecology*, 19, 1233–44, 1993.
55. Krishnarajah, S.R., Gawesalingam, V. K., Senanayake, U. M., Repellency and toxicity of some plant oils and their terpene components to *Sitotroga cerealella* (Oliver) (Lepidoptera, Gelichiidae), *Tropical Science*, 25, 249–52, 1985.
56. Smelyanets, V. P., Kuznetsov, N. V., Toxicity of some terpene compounds, *Khimija y Selskom Khozjajste*, 6, 754–5, 1968.
57. Netzurubanza, L., Quelques applications d'*Ocimum canum*: revue de la littérature, *Rivista Italiana EPPOS*, 10mes Journées Scientifiques de Digne les Bains, 703–6, 1991.
58. Weaver, D. K., Dunkel, F. V., Ntezurubanza, L., Jackson, L. L., Stock, D.T., The efficacy of linalool, a major component of freshly milled *Ocimum canum* Sim

- (Lamiaceae) for protection against post-harvest damage by certain stored Coleoptera, *Journal of Stored Product Research*, 27, 213–70, 1991.
59. Regnault-Roger, C., Hamraoui, A., Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by Monoterpenes upon *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera), bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Stored Product Research*, 31, 291–299, 1995.
 60. Haubruge, E., Lognay, G., Marlier, M., Danhier, P., Gilson, J. C., Gaspar, C., The toxicity of five essential oils extracted from *Citrus* species with regards to *Sitophilus zeamais* Motsch (Col., Curculionidae), *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col., Bostrychidae) and *Tribolium castaneum* Herbst (Col., Tenebrionidae). *Medelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent*, 54, 1083–93, 1989.
 61. Muckensturm, B., Duplay, D., Mohammadi, F., Moradi, A., Robert, P.C., Simonis, M.T., Kielen, J. C., Role of natural phenylpropanoids as antifeeding agents for insects. *Les Colloques de l'INRA (me'diateurs chimiques agissant sur le comportement des insectes)*, 7, 131–5, 1982.
 62. Kokate, C. K., D'Cruz, J. L., Kumar, R. A., Apte, S. S., Antiinsect and juvenoidal activity of phytochemicals derived from *Adhatoda vasica* Nees. *Indian Journal of Natural Products*, 1, 7–9, 1985.
 63. Nawrot, J., Principles for grain weevil (*Sitophilus granarius* L.) (Coleoptera: Cuculionidae) control with use of natural chemical compounds affecting the behavior of beetles. *Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roslin*, 24, 173–97, 1983.
 64. Kalemba, D., Gora, J., Kurowska, A., Majda, T., Mielniczuk, Z., Analysis of essential oils in aspect of their influence on insects. Part I. Essential oils of absinthium. *Zeszyty Naukowe Politechniki Lodzkiej, Technologia I Chemia Spozywcza*, 589, 5–14, 1993.
 65. Mansour, F., Ravid, U., Putievsky, E., Studies on the effect of essential oils isolated from 14 species of Labiatae on the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*, *Phytoparasitica*, 14, 137–42, 1986.
 66. Ozols, G., Bicevskis, M., Respects for the use of *Ips tyrographus* attractant. In E.M. Shumakov, S.Y. Chekmenev, and T.V. Ivanova (eds). *Biologia Aktualis Veshchestva Zashchiva Rastenij*, Moscow: Izd. Kolos, pp, 49–51, 1979.

67. Coats, J. R., Karr, L. L., Drewes, C. D., Toxicity and neurotoxic effects of monoterpenoids in insects and earthworms. In P. Hedin (ed) Natural Occurring Pest Bioregulators, American Chemical Society Symposium series, 449, 305–16, 1991.
68. Ryan, M. F., Byrne, O., Plant insect coevolution and inhibition of acetylcholinesterase, *Journal of Chemical Ecology*, 14, 1965–75, 1988.
69. Houghton, P. J., Ren, Y., Howes, M. J., Acetylcholinesterase inhibitors from plants and fungi, *Natural Products Reports*, 23, 181–199, 2006.
70. Heinmenberg, H., Project XP-11, Patent CA 92-20 77284 920901, 1992.
71. Sano, J., Une, T., Kanebo Ltd., Japan. Washfast insectresistant fabrics, Patent JP, 93-37412 930201, 1993.
72. Saijo, T., Shoko Kagaku Kenkyusho K K, Japan. Slow release formulations containing volatile substances useful in industries, Patent JP, 89-161829 890623, 1989.
73. Klerk's Plastic Industrie B. V., Netherland Insect control agent for agriculture and horticulture. Patent NL, 90-1461 900626, 1990.
74. Feliu Zamora, M., Anfel S A, Spain. Manufacture of insecticidal coating materials. Patent ES, 90-1212 900427, 1990.
75. Urabe, C., Ohtsu Tire Japan. Insect control in wood, Patent JP, 92-308238 921021, 1992.
76. Auger, J., Cadoux, F., Thibout, E., *Allium spp* thiosulfinates as substitute fumigants for methyl bromide, *Pesticide Science*, 55, 200–202, 1999.
77. Huang, Y., Ho, S. H., Kini, R. M., Bioactivities of safrole and isosafrole on *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Journal of Economic Entomology*, 92, 676–683, 1999.
78. Lee, S., Peterson, C. J., Coats, J. R., Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects, *Journal of Stored Products Research*, 39, 77–85, 2003.
79. Peterson, C. J., Tsao, R., Coats, J. R., Naturally occurring cyanohydrins, analogues and derivatives as potential insecticides, *Pest Management Science*, 56, 615–617, 2000.
80. Park, D. S., Peterson, C., Zhao, S., Coats, J. R., Fumigation toxicity of volatile natural and synthetic cyanohydrins to stored-product pests and activity as soil fumigants, *Pest Management Science*, 60, 833–838, 2004.

81. Erler, F., Fumigant activity of six monoterpenoids from aromatic plants in Turkey against the two stored-product pests confused flour beetle, *Tribolium confusum*, and Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*, *Journal of Plant Diseases and Protection*, 112, 602–611, 2005.
82. Srivastava, S., Gupta, K. C., Agrawal, A., Japanese mint oil as fumigant and its effect on insect infestation, nutritive value and germinability of pigeonpea seeds during storage, *Seed Research*, 17, 96–98, 1989.
83. Singh, M., Srivastava, S., Srivastava, R. P., Chauhan, S. S., Effect of Japanese mint (*Mentha arvensis*) oil as fumigant on nutritional quality of stored sorghum, *Plant Foods for Human Nutrition*, 47, 109–114, 1995.
84. Vokou, D., Douvli, P., Bliionis, G. J., Halley, J. M., Effects of monoterpenoids, acting alone or in pairs, on seed germination and subsequent seedling growth, *Journal of Chemical Ecology*, 29, 2281–2301, 2003.
85. Stroh, J., Wan, M. T., Isman, M. B., Moul, D. J., Evaluation of the acute toxicity to juvenile Pacific coho salmon and rainbow trout of some plant essential oils, a formulated product and the carrier, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 60, 923–930, 1998.
86. Misra, G., Pavlostathis, S. G., Biodegradation Kinetics of Monoterpenes in Liquid and Soil Slurry Systems. *Applied Microbiology & Biotechnology*, 47, 572-577, 1997.
87. Huang, M. T., Ferraro, T. Ho, C. T., Cancer chemoprevention by phytochemicals in fruits and vegetables: an overview. In: *Food Phytochemicals for Cancer Prevention I: Fruits and Vegetables* (Huang, M. T., Osawa, T., Ho, C.-T. & Rosen, R. T., eds.), American Chemical Society, Washington, DC., pp, 2-16, 1994.
88. Paster, N., Menasherov, M., Ravid, U., Juven, B., Antifungal activity of oregano and thyme essential oils applied as fumigants against fungi attacking stored grain, *Journal of Food Protection*, 58, 81–85, 1995.
89. Kim, D. H., Ahn, Y. J., Contact and fumigant activities of constituents of *Foeniculum vulgare* fruit against three coleopteran stored-product insects, *Pest Management Science*, 57, 301–306, 2001.
90. Prates, H. T., Santos, J. P., Waquil, J. M., Oliveira, A. B., The potential use of plant substances extracted from Brazilian flora to control stored grain pests. In: Zuxun, J., Quan, L., Yongsheng, L., Xianchang, T., Lianghua, G. (Eds.), *Stored Product*

- Protection. Proceedings of the Seventh International Working Conference on Stored-Product Protection, 14–19 October 1998, Beijing, China. Sichuan Publishing House of Science & Technology, Chengdu, China, pp, 820–825, 1999.
91. Ayvaz, A., Karabörklü, S., Tunçbilek, A. Ş., Yumurta parazitoidi *Trichogramma evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)' in yaşam evrelerinin gamma radyasyonuna karşı duyarlılıkları, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23 (1-2), 61-67, 2007.
 92. Marec, F., Kollarova, I., Pavelka, J., Radiation-induced inherited sterility combined with a genetic sexing system in *Ephestia kuehniella* (Lepitoprea: Pyralidae). Ann. Entomol. Soc. Am., 92, 250-259, 1999.
 93. Ayvaz, A., Ozturk, F., Yaray, K.; Karahasioglu, E., Effects of the gamma radiations and malathion on confused flour beetle, *Tribolium confusum* J. du Val. Pakistan J. Biol. Sci., 5(5), 560–562, 2002.
 94. Karabörklü S., Ayvaz, A., Soğukta depolamanın farklı konukçularda yetişen *Trichogramma evanescens* Westwood (Hym: Trichogrammatidae)'in farklı evreleri üzerine etkileri, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23 (1-2), 30-36, 2007.
 95. Steel, R. G. D., Torrie, J. H., Principles and procedures of statistics: a biometrical approach, 2 edn. MacGraw-Hill, New York, 1980.
 96. Shaaya, E., Kostjukovski, M., Eilberg, J., Sukprakarn, C., Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects, Journal of Stored Products Research, 33, 7–15, 1997.
 97. Pemonge, J., Pascual-Villalobos, M. J., Regnault-Roger, C., Effects of Material and Extracts of *Trigonella foenum-graecum* L. Against the Stored Product Pests *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae), Journal stored Product Research, 33(3), pp, 209-217, 1997.
 98. Ahn, Y.J., Lee, S. B., Lee, H. S., Kim, G. H., Insecticidal and acaricidal activity of carvacrol and b-thujaplicine derived from *Thujopsis dolabrata* var. hondai sawdust, Journal of Chemical Ecology, 24, 1–90, 1998.
 99. Papachristos, D. P., Stamopoulos, D. C., Fumigant toxicityof three essential oils on the eggs of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research, 40, 517–525. 2004.

100. Tunc, I., Berger, B. M., Erler, F., Dagli, F., Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-products insects, *Journal of Stored Products Research*, 36, 161–168, 2000.
101. Gurusubramanian, G., Krishna, S. S., The effects of exposing eggs of four cotton insects pests to volatiles of *Allium sativum* (Liliaceae), *Bulletin of Entomological Research*, 86, 29–31, 1996.
102. Huang, Y., Chen, S. X., Ho, S. H., Bioactivities of methyl and allyl disulfide and diallyl trisulfide from essential oil of garlic to two species of stored-product pests, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Journal of Economic Entomology*, 93, 537–543, 2000.
103. Sarac, A., Tunc, I., Toxicity of essential oil vapours to stored-product insects, *Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 102, 429-434, 1995.
104. Cariac, M. J., Ferrero, A. A., Stadler, T., Effects of crude plant extracts and mineral oil on reproductive performance of the codling moth *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 29, 471-479, 2003.
105. Rajaa, N., Alberta, S., Ignacimuthua, S., Dorn, S., Effect of plant volatile oils in protecting stored cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walpers against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), infestation. *Journal of Stored Products Research*, 37, 127-132, 2001.
106. Chiasson, H., Belanger, A., Bostanian, N., Vincent, C., Poliquin, A., Acaricidal properties of *Artemisia absinthium* and *Tanacetum vulgare* (Asteraceae) essential oils obtained by three methods of extraction, *Journal of Economic Entomology*, 94, 167-171, 2001.
107. Choi, W. I., Lee, E. H., Choi, B. R., Park, H. M., Ahn, Y. J., Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae), *Journal of Economic Entomology*, 96, 1479-1484, 2003.
108. Sedy, K. A., Koschier, E. H., Bioactivity of carvacrol and thymol, against *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci*, *Journal of Applied Entomology*, 127, 313-316, 2003.
109. Negahban, M., Moharramipour, S., Sefidkon, F., Insecticidal activity of essential oil from *Artemisia sieberi* Beser against three stored-product insects, *Journal of Stored Products Research*, 43, 123-128, 2007.

110. Verlet, N., Huiles essentielles: production mondiale, échanges internationaux et évolution des prix, *Res Mediterranea Magazine*, 1, 4–9, 1994.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı: Salih KARABÖRKLÜ

Doğum Yeri ve Yılı: Sarız/Kayseri, 1982

Baba Adı: Ali

Anne Adı: Elif

1994 yılında Yaylacı Köyü İlköğretim Okulu'ndan, 1997 yılında Sarız Merkez Ortaokulu'ndan, 2000 yılında Sarız Lisesi'nden mezun oldu. 2001 yılında Erciyes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nü kazandı. Biyoloji Bölümü'nden 2005 yılında mezun oldu. 2006 yılında askerlik hizmetini tamamladı ve aynı yıl içerisinde Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı'nda tezli yüksek lisans programını kazandı. Halen Biyoloji Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.

İletişim Bilgileri:

Demokrasi Mahallesi, Mehmet Akif Ersoy Sokak

Yuvam Küme Evler C:11 No:11 Mimarsinan/ Kayseri

Cep Tel: (536) 657 11 69

E-posta: s.karaborklu@hotmail.com

