T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİBERİYE [*Rosmarinus officinalis* L. (LAMIALES: LAMIACEAE)] UÇUCU YAĞ BUHARININ *Callosobruchus maculatus* (F.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) VE NOHUT DANELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

MELEK GÜDEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Haziran-2014
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİBERİYE [*Rosmarinus officinalis* L. (LAMIALES: LAMIACEAE)] UÇUCU YAĞ BUHARININ *Callosobruchus maculatus* (F.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) VE NOHUT DANELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Melek GÜDEK

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ÇETİN
2014, 94 Sayfa

Jüri
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ÇETİN
Prof. Dr. Levent ÜNLÜ
Doç. Dr. Leyla KALYONCU

Bu çalışmada biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinden elde edilen uçucu yağın *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae)'un farklı dönemlerdeki yumurta, larva, pupa ve ergin dönemlerine karşı fumigant etkisi ile nohutun kokusuna ve çimlenmesine etkileri araştırılmıştır. Denemeler laboratuar şartlarında 28±2°C sıcaklık, %55±5 orantılı nem ve karanlık ortamda yürütülmüştür. Yumurta ve larva dönemlerine fumigant etki denemelerinde 10, 20, 30, 40 ve 50 µl/l hava dozları; pupa döneminde 20, 30, 40, 50, 60 µl/l hava dozları; ergin döneminde 10, 15, 20 ve 25 µl/l hava dozları kullanılmış ve tüm bu dönemler 24, 48, 72 ve 96 saat biberiye uçucu yağı buharına maruz bırakılmıştır. Maruz bırakma sürelerinin ve uygulanan dozların artışına paralel olarak böceğin tüm biyolojik dönemlerindeki ölümlerde artış meydana geldiği ve maruz bırakma süreleri arttıkça, en yüksek ölümü meydana getiren dozların düştüğü tespit edilmiştir. Test edilen biberiye uçucu yağı, farklı uygulama sürelerinde ve dozlarında böceğin gelişme dönemlerine göre farklı fumigant toksisite göstermiştir. Nohut içerisindeki genç ve yaşlı larvalara fumigant toksisite denemelerinde de en fazla hassasiyeti genç larvalar göstermiştir. Tüm biyolojik dönemler içerisinde ise en fazla toleransı pupalar gösterirken, en fazla hasasiyeti erginler göstermiştir. Zararlının tüm biyolojik dönemlerine biberiye uçucu yağının 48 saatteki LC_{50} değerlerine göre fumigant etki sıralaması; 1-2 gün yaşındaki erginler>genç larvalar>1 gün yaşındaki yumurtalar> yaşlı larvalar> pupalar şeklinde sıralanmaktadır. Biberiye uçucu yağı buharının nohut tanelerinin çimlenmesine hiçbir olumsuz etkisinin olmadığı ancak, nohutların kokusunda değişiklik meydana getirdiği tespit edilmiştir. Fumigant etki çalışmalarının sonucu, biberiye uçucu yağının depolarda *C. maculatus*'un mücadelesinde alternatif bir biyofumigant olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Callosobruchus maculatus*, fumigant etki, nohut, *Rosmarinus officinalis*, uçucu yağ.

ABSTRACT

MS THESIS

EFFECTS OF ROSEMARY [*Rosmarinus officinalis* L. (LAMIALES: LAMIACEAE)] ESSENTIAL OIL VAPOURS ON *Callosobruchus maculatus* (F.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) AND CHICKPEA GRAINS

Melek GUDEK

Selcuk University
The Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Plant Protection

Advisor: Assist. Prof. Dr. Hüseyin CETIN

2014, 94 Pages

Jury
Asist. Prof. Dr. Hüseyin CETIN
Prof. Dr. Levent UNLU
Assoc. Prof. Dr. Leyla KALYONCU

In this study, the fumigant effect of the essential oil obtained from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) plants against different periods of eggs, larvae, pupae and adults of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) with effects to smell and germination of chickpeas were investigated. The experiments were carried out under laboratory conditions of 28±2°C temperature, 55±5% relative humidity and dark conditions. In the fumigant effect bioessays on eggs and larvae, 10, 20, 30, 40 and 50 µl/l air doses; In the pupae 20, 30, 40, 50, 60 µl/l air doses; in the adult, 10, 15, 20 and 25 µl/l air doses used and all biological stages were exposed to vapors of essential oil of rosemary for 24, 48, 72 and 96 hours. As parallel to the increase of exposure time and applied dose, an increase occured in deaths of all the biological stages of *C. maculatus*. Increasing of exposure times, the dose that produces the highest mortality was found that the fall. According to the different life stages of insects, Rosemary essential oil showed different fumigant toxicity in different application times and doses. Young larvae within chickpea showed the maximum sensitivity in the fumigant toxicity tests. The pupae were the most tolerance during all the biological period, while the adults showed the most suscepible. According to the LC_{50} value for 48 hours, the order of susceptibility of all stages were 1-2 days old adults> young larvae> 1 day old eggs> old larvae> pupae, respectively. Vapour of rosemary essential oil vapor has no adverse effect on the germination of chickpea seed however, has caused changes in the smell of the chickpeas have been identified. Fumigant effect tests indicate that rosemery essential oil can be used as a possible alternative bio-fumigant in controlling at stored of *C. maculatus*.

Keywords: *Callosabruchus maculatus*, fumigant effect, chickpea, *Rosmarinus officinalis*, essential oil.

ÖNSÖZ

Bu çalışmada *Rosmarinus officinalis* L. (biberiye) uçucu yağının baklagillerin önemli bir zararlısı olan *Callosobruchus maculatus* F.'un tüm biyolojik dönemlerine karşı fumigant etkisi ve nohut tanelerine olan etkisi araştırılmıştır.

Tez konumumun belirlenmesinde, çalışmalarımın her aşamasında teknik bilgi ve donanımı ile bana yardımcı olan, öneri ve yönlendirmeleri ile mesleki gelişimimde büyük paya sahip olan, danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ÇETİN'e, biberiye bitkisinin teşhisini yapan Prof. Dr. Yavuz BAĞCI'ya, uçucu yağ çıkarma esnasında yardımlarını esirgemeyen Uzman Sadiye Ayşe ÇELİK'e, probit analizlerinin yapılışını anlatan Uzman Orhan MÜLAYİM'e ve değerli bilgilerini paylaşan Arş. Gör. Fatma Nur ELMA'ya denemenin geriye kalan kısmını bitirmemde Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü olanaklarından faydalanmama imkân vererek malzemeleri kullanımıma seferber eden ve yardımlarını esirgemeyen Bitki Koruma Bölüm Başkanı Prof. Dr. Erol YILDIRIM'a, yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Şaban KORDALİ'ye, verilerimin istatistiksel aşamasında, SPSS istatistik programını anlatan Arş. Gör. Aycan Mutlu YAĞANOĞLU'ya, biberiye uçucu yağının analizini yapan Doç Dr. Ebru METE'ye, Selçuk Üniversitesi ve Atatürk Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü'nde görev yapan ve beni destekleyen hocalarıma çok teşekkür ediyorum.

Laboratuar çalışmalarında bana yardımcı olan 2013 yılı stajyer öğrencilerine, yüksek lisans arkadaşlarımdan Neşe BOZKAN ve Bektaş AYIK'a duyusal analiz testlerinde yardımcı olan Atatürk Üniversitesi'ndeki hocalarıma, araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve beni yalnız bırakmayan tüm dostlarıma teşekkür ediyorum.

Varlıklarından ötürü gurur duyarak kendimi şanslı hissettiğim, manevi destekleri için her zaman minnettar olduğum canım aileme çok teşekkür ederim.

Melek GÜDEK
KONYA-2014

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
ÖNSÖZ ..... **v**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **5**
3. MATERYAL VE YÖNTEM **14**
3.1. Materyal 14
3.1.1. *Rosmarinus officinalis* L. (Biberiye) 14
3.1.2. *Callosobruchus maculatus* (F.)'un taksonomideki yeri ve tanımı 16
3.2. Yöntem 24
3.2.1. *Callosobruchus maculatus* (F.) erginlerinin ve yumurtalarının elde edilmesi 24
3.2.2. Uçucu yağın elde edilmesi 25
3.2.3. Zararlının biyolojik dönemlerinin saptanması 27
3.2.4. Biberiye uçucu yağının zararlının biyolojik dönemlerine karşı fumigant etkilerinin saptanması 28
3.2.4.1. Yumurta dönemine fumigant etkisi 29
3.2.4.2. Genç ve yaşlı larva dönemine fumigant etkisi 31
3.2.4.3. Pupa dönemine fumigant etkisi 31
3.2.4.4. Ergin dönemine fumigant etkisi 32
3.2.5. Biberiye uçucu yağı buharının nohut tanelerine etkileri 35
3.2.5.1. Nohutun kokusuna etkisi 35
3.2.5.2. Nohutun çimlenmesine etkisi 37
3.2.6. İstatistiksel Analizler 38
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **39**
4.1. Biberiye Uçucu Yağının Kimyasal Bileşenleri 39
4.2. Biberiye Uçucu Yağının *Callosobruchus maculatus* (F.)'un Farklı Biyolojik Dönemlerine Etkilerinin Belirlenmesi 41
4.2.1. Yumurta dönemine fumigant etkisi 4
4.2.2. Genç larva dönemine fumigant etkisi 48
4.2.3. Yaşlı larva dönemine fumigant etkisi 53
4.2.4. Pupa dönemine fumigant etkisi 58
4.2.5. Ergin dönemine fumigant etkisi 62
4.3. Biberiye Uçucu Yağı Buharının Nohuta Etkisi 70
4.3.1. Çimlenmesine etkisi 70
4.3.2. Kokusuna etkisi 71
4.4. Tartışma 72

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 75

5.1. Sonuçlar 75
5.2. Öneriler 77

KAYNAKLAR 78

ÖZGEÇMİŞ.....85

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

% : Yüzde
°C : Santigratderece
Cm : Santimetre
µl : Mikrolitre
kg : Kilogram
ml : Mililitre
l : Litre

Kısaltmalar

LC_{50} : Sabit sürede deney hayvanlarının %50'sini öldürmek için gereken konsantrasyon
LC_{90} : Sabit sürede deney hayvanlarının %90'ını öldürmek için gereken konsantrasyon
LT_{50} : Sabit dozda deney hayvanlarının %50'sini öldürmek için gereken süre
LT_{90} : Sabit dozda deney hayvanlarının %90'ını öldürmek için gereken süre
SD : Serbestlik derecesi
SH : Standart hata
n : Toplam test edilen birey sayısı

1. GİRİŞ

Mercimek, nohut, fasulye, bezelye, bakla ve börülceyi içine alan baklagiller, dünyadaki 2 milyardan fazla insan için protein kaynağıdır. Yağ oranı düşük, karbonhidrat oranı yüksek ve besleyicidir. Dünyada insan beslenmesindeki bitkisel proteinlerin %22'si, karbonhidratların %7'si; hayvan beslenmesindeki proteinlerin %38'i, karbonhidratların %5'i yemeklik tane baklagillerden sağlanmaktadır (2014a).

Kişi başına günlük protein tüketiminin; dünya ortalaması olarak %65'i bitkisel, %35'i hayvansal kaynaklı iken Türkiye'de %80'i bitkisel, %20'si hayvansal kaynaklıdır. Türkiye'de kişi başına günlük protein tüketimi bitkisel kaynaklı olup, bu oran dünya, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin oranlarına göre daha yüksektir. Ülkemizde tüketilen bitkisel kaynaklı proteinlerin büyük bir çoğunluğu yemeklik tane baklagillerden sağlanmaktadır (Anonim, 2014a).

Beslenmede bitkisel proteinin ana kaynağını oluşturan yemeklik baklagiller, dünya ve ülkemiz için çok önemlidirler. Tarla bitkileri yetiştiriciliğinde ekim alanı ve üretimi bakımından tahıllardan sonra gelmektedir. Dünyada yaklaşık 60 milyon ton üretim ve 40 milyar dolarlık piyasa değerine sahip bir ürün grubudur (Anonim, 2014b).

Besin değerleri bakımından zengin oldukları gibi yetiştirildikleri toprağa da olumlu etkileri bulunmaktadır. Havanın serbest azotunu toprağa bağlama özellikleri, çevrecilik ve sürdürülebilir tarımın popülaritesinin arttığı günümüzde bu bitkilerin önemleri daha da artmaktadır (Şehirali, 1988).

Ülkemizde üretim payı en fazla olan nohut, fasulye ve mercimek üretiminin dünyadaki durumu incelendiğinde, fasulye üretiminde Myanmar, nohut üretimin de Hindistan, mercimek üretiminde Kanada ilk sırada yer almaktadır. Türkiye dünya nohut üretiminde üçüncü, mercimek üretiminde dördüncü, fasulye üretiminde ise yirminci sırada gelmektedir (Fao, 2012). Ülkemizde 2013 yılı itibariyle baklagiller içerisinde 4 235 570 dekar alanda 506 000 ton üretim ile en fazla nohut üretimi, bu ürünü 2 811 783 dekar alanda 417 000 ton üretimle mercimek, 847 630 dekar alanda 195 000 ton üretimle kuru fasulye takip etmektedir. Ülkemizde kişi başına yıllık ortalama 3-4 kg fasulye, 4-5 kg mercimek ve 5-6 kg nohut tüketildiği dikkate alındığında, yemeklik tane baklagillerin ülkemiz insanları açısından önemi büyüktür (Tüik, 2009; 2013).

Hızla artan dünya nüfusuna yeterli ve dengeli beslenebileceği kaynakların sağlanması günümüzün önde gelen sorunlarından biridir. Kullanılabilir tarım alanları nüfus artışına paralel olarak artmamakta, aksine her geçen gün tarım yapılan alanlar

daralmaktadır. Bu nedenle, birim alandan elde edilen ürün miktarının arttırılması birinci derecede önemli olmakla birlikte üretimden tüketime kadar ürünün uygun bir şekilde korunması da büyük önem taşımaktadır.

Tarımsal ürünlerin hasattan tüketimlerine kadar en az düzeyde kayıpla korunması bir zorunluluktur. Genellikle depolanmış ürünlerde hayvansal kökenli organizmaların neden olduğu kayıplar yıllık ortalama %10 olarak kabul edilmektedir. Bu zarar oranı bulaşma düzeyine göre daha da artabilmektedir. Ülkemiz iklim özellikleri ve üretim çeşitliliği nedeniyle çok sayıda depolanmış ürün zararlısının gelişmesine olanak vermektedir (Ferizli ve Emekçi, 2000). Depolanmış ürünlerde görülen zararlılar bulaştıkları üründe beslenerek doğrudan ve dolaylı şekilde zarar verebilmektedir. Bulaşmış oldukları üründe beslenmeleri sonucu, üründe ağırlık kayıplarına, tohumluk özelliklerinin düşmesine, kalite ve besin değerlerinde olumsuz değişmelere yol açarak ticari değerin düşmesine neden olmaktadır (Ofuya ve ark., 2010; Boxall, 2001)

Baklagil tohum böceklerinden biri olan börülce tohum böceği *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) tropik ve subtropik bölgelerde börülce, (*Vigna unguiculata* L. (Walp.), nohut (*Cicer arietinum* L.), mercimek (*Lens culinaris* Medik.) soya fasülyesi (*Glycine max* Mer.) ve kuru fasülye (*Phaseolus vulgaris*)'nin en önemli zararlılarındandır (Ofuya ve ark., 2010, Mahfuz ve Khalequzzaman, 2007). *C. maculatus* hasattan önce börülcelere bulaşmakta ve depoda ayda bir nesil vererek çok hızlı bir şekilde çoğalmakta ve depolanmış baklagillerdeki bulaşmalar 3-4 ay içinde %50'nin üzerine çıkmaktadır (Baidoo ve ark., 2010). Çoğu zaman 6 ay depolamadan sonra %100 enfekteli tohumlar kaydedilmiştir (Ofuya ve ark., 2010). *C. maculatus*, %75±3 nem ve 30±1 ^{o}C sıcaklık şartlarında 45-90 gün içerisinde 2-5 kg börülce tohumlarında maksimum zarara neden olmaktadır (Mahfuz ve Khalequzzaman, 2007).

Fumigasyon, depolanmış ürünlerin ve diğer tarımsal ürünlerin böcek bulaşmalarından korunmasında en etkili metotlardan birisidir (Tripathi ve ark., 2001). Depolanmış ürün zararlılarıyla kimyasal savaşım kapsamında dünyada ve ülkemizde en sık kullanılan yöntemlerin başında fumigasyon gelmektedir. Fümigasyon depolanmış ürünlerde zararlılarla savaşımda hızlı, düşük maliyetli ve etkili bir yöntemdir.

Depolanmış ürünlerin muhafazasında çeşitli sentetik kimyasallar günümüze kadar fumigasyonda kullanılmıştır ve kullanılmaktadır. Fakat uzun yıllardan beri devam eden ve özellikle de son yıllarda yoğunlaşan sentetik pestisitlerin kullanımı, ekolojik

dengeyi bozarak doğal hayatı ve insan sağlığını tehdit eder duruma gelmiştir. Sürekli ve yoğun bir şekilde sentetik kimyasalların kullanımı hedef zararlıların direnç geliştirmesine (Tripathi ve ark., 2001; Zettler, 1982), hedef olmayan canlıların (parazitler, predatörler, parazitoitler, tozlayıcı böcekler) etkilenmesine, çevrede ve ürünlerde kalıntıya ve bitkilerde fitotoksisiteye neden olmuştur (Isman, 2000; Khani ve Asghari, 2012; Mahfuz ve Khalequzzaman, 2007; Ferizli ve Emekçi, 2000). Fumigantlardan metil bromide ve fosfin dünyanın bir çok yerinde bu amaçla kullanılmıştır. Ancak Birleşmiş Milletler Montreal protokolüne göre metil bromit hali hazırda gelişmiş ülkelerde 2005 ve gelişmekte olan ülkelerde ise 2015 yılına kadar ozon tabakasını delici ve sıcakkanlı hayvanlara ve insanlara toksisitesinin yüksek olmasından dolayı kaldırılması planlanmıştır (Unep, 1995). Ülkemizde ise metil bromit 2004 yılı itibariyle (karantina ve yükleme öncesi uygulamalar hariç) kullanımdan kaldırılmış bir fümiganttır. Bu nedenle ülkemizde fumigant olarak sadece fosfin (PH_3) bulunmaktadır. Ancak fosfinle fumigasyonda ise dünyada 45'den fazla ülkede depo zararlılarının fosfine karşı dayanıklılık geliştirdikleri tespit edilmiştir (Karcı, 2006). Ayrıca fosfinin kullanımının kısıtlanabileceği bildirilmiştir (Mahmoundvand ve ark., 2011).

Bu durum tarımsal alanda alternatif mücadele arayışını hızlandırmış ve sentetik pestisitlere alternatif olarak, bitkilerdeki sekonder bileşikler ve uçucu yağların pestisit olarak kullanımı söz konusu olmuştur. Uçucu yağ içeren bitkiler, içeriğinde bulunan terpenoid, alkaloid ve flavanoid gibi zararlılara karşı kullanılabilecek aktif bileşikler bakımından zengin olup kullanılmakta olan insektisitlere alternatif olabilecek durumdadır. Labiatae türleri de biyoaktif uçucu yağların önemli bir kaynağıdır. Bu yağların bazıları böcek zararlılarına karşı geniş kapsamlı etkili insektisitler olarak kullanılmaktadır (Regnanult Roger ve ark., 1993). Günümüze kadar yapılan çalışmalarda bitkisel uçucu yağların ve bileşenlerinin zararlılara karşı insektisit, ovisit, atraktant, repellent, antifeedant, gelişme ve çoğalmayı engelleyici (Isman, 2000; Shaaya ve ark., 1991; Tunç ve ark., 2000; Ayvaz ve ark, 2010; Nerio ve Olivera, 2010; Moravvej ve ark., 2010; Papachristos ve Stamopoulos, 2002) antifungal, antibakteriyel (Kalemba ve Kunicka, 2003; Pattnaik ve ark., 1997; Kordali ve ark., 2005) etkileri olduğu ortaya konulmuştur. Farmakolojide ve aroma verici olarak kullanıldığından dolayı da insanlara zararının geleneksel insektisitlerin zararından daha az olacağı düşünülmüş ayrıca bunların doğaya geri dönüştüğünü ortaya koymuşlardır (Baysal, 1997). Bir çok uçucu yağın ve bileşiklerinin toksisitesi Bruchus zararlılarına karşı değerlendirilmiştir (Keita ve ark., 2001; Mahfuz ve Khalequzzaman, 2007; Tripathi ve

ark., 2002). Bitkisel uçucu yağlar ve bileşikleri depolanmış ürün zararlılarına karşı oldukça başarılı bir şekilde kontakt ve fumigant toksisite göstermiştir (Shaaya ve ark. 1991; Tunç ve ark. 2000; Lee ve ark. 2003; Aslan ve ark. 2005; Ayvaz ve ark. 2010).

Bu çalışmada biberiye bitkisinden elde edilen uçucu yağın, ülkemizin hemen hemen her tarafında baklagillerde yaygın olarak bulunan önemli depo zararlılarından *C. maculatus*'un mücadelesinde kullanılma imkanının olup olmadığını tespit etmek amacıyla bu zararlının tüm biyolojik dönemlerine karşı biberiye uçucu yağının fumigant etkisi, böceğe karşı kullanılan dozların nohutların çimlenmesine ve kokusuna olan etkileri araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Shaaya ve ark. (1991), 28 bitkinin uçucu yağlarını ve bu uçucu yağların bazılarının esas bileşiklerinin *Rhyzopertha dominica, Oryzaephilus surinamensis, Tribolium castaneum* ve *Stophilus oryzae* erginlerine karşı fumigant etkilerini araştırmışlar. Araştırmalarında terpinen 4-ol, 1,8-cineole ve üç loblu adaçayı, adaçayı, biberiye ve lavanta uçucu yağlarının en çok *R.dominica*'ya; linalool, a-terpineol ve carvacrol bileşenlerinin ve oregano kekiği, fesleğen, Suriye mercan köşkü ve kekik uçucu yağlarının *O. surinamesis'*e; 1,8-cineole ve anason ve nane uçucu yağının *T. castaneum*'a karşı yüksek toksisite gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Regnault–Roger and Hamraoui (1994), *Acanhoscelides obtectus* Say. erginlerine karşı Labiatae, Umbellifera, ve Lauraceae familyalarındaki aromatik bitkilerinin uçucu yağlarının kullanımını araştırmışlardır. Erginlerde fumigant etkisini, ovisidal ve larvasidal etkilerini gözlemlemişlerdir. *Rosmarinus officinalis, Thymus serpylllum, Ocimum basilicum* L. ve *Cinnamomum verum* J. uçucu yağlarının çok etkili olduğunu ve böceğin biyolojik gelişimini tamamıyla kontrol altında tuttuğunu tespit etmişlerdir.

Regnault-Roger ve Hamraoui (1995), bazı monoterpenlerin (p-cymene, a-cymene, camphor, linalool, terpineol, cuminaldehyde, anethole, carvacrol, thymol, estragole ve eugenol) *Acanthoscelides obtectus*'a karşı fumigant toksisite gösterdiklerini çoğalmasını, dişilerin yumurta bırakmasını ve yumurtadan yeni çıkmış larvaların gelişmesini engellediğini tespit etmişlerdir. Tüm monoterpenlerin az ya da çok toksisite gösterdiği ve özellikle üreme güçlerini engellediği oksijenli monoterpenlerin (carvacrol, thymol, eugenol, linalool ve terpineol) yapı ve aktiviteleri bakımından ele alındığında en etkili bileşikler olduğu saptanmıştır.

Lee ve ark. (2001), *Sitophilus oryzae* erginlerinde çeşitli uçucu yağların ve uçucu bileşiklerin fumigant toksisitesini tespit etmek için yaptıkları çalışmada en güçlü toksisiteyi, okaliptüs (LC_{50} =28.9 µl/l hava) uçucu yağının gösterdiğini ve içerisinde (%81) 1,8-cineole, (%7.6) limonen ve (% 4) α-pinene bulunan bileşenlerden 1,8-cineole bileşeninin en güçlü (LC_{50} =23.5 µl/l hava) toksik etkiyi gösterdiğini buna ek olarak da şeftali ve badem çekirdeğinde bulunan benzaldehyde bileşeninin güçlü (LC_{50} =8.65 µl/l hava) bir toksik etki gösterdiğinden benzaldehyde ve diğer uçucu bileşenlerin depolanmış ürün zararlılara karşı güvenilir bir fumigant olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Raja ve ark. (2001), *Mentha arvensis*, *M. piperata, M. spicata* ve *Cymbopogon nardus* uçucu yağlarının *C. maculatus*'un yumurta bırakmasını ergin çıkışlarını ve tohumlardaki zararını önemli ölçüde azalttığını, önemli ölçüde ergin ölümlerinin meydana geldiğini ve uçucu yağların etkinliklerinin sıralamasının, *M. spicata> M. piperata>M. arvensis> C. nardus* şeklinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Papachristos ve Stamopoulos (2002), 13 uçucu yağın (*Apium graveolens, Citrus sinensis, Eucalyptus globulus, Juniperus oxycedrus, Laurus nobilis, Lavandula hybrida, Mentha microphylla, Mentha viridis, Ocimum basilicum, Origanum vulgare, Pistacia terebinthus, R.officinalis* ve *Thuja orientalis*) *A. obtectus*'da repellent etki gösterdiğini, çoğalma gücünün azalttığını, yumurtadan çıkış oranlarını azalttığını, yeni çıkmış larvalardaki ölümleri arttırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca test edilen uçucu yağlardan *M. microphylla* ve *M. viridis'in* erkeklere *L. hybrida* ve *R. officinalis* uçucu yağlarının dişilere daha toksik olduğunu tespit etmişlerdir.

Papachristos ve Stamopoulos (2002), *L. hybrida, R. officinalis* ve *E. globulus* uçucu yağlarının *A. obtectus'*un larvalarına ve pupalarına fumigant etkisini test etmişler. Çalışmalarında böceklerin gelişme dönemlerine ve uçucucu yağa bağlı olarak LC_{50} değerlerinin 0.6 ile 76 µl/l hava arasında olduğunu, A. *obtectus* larvalarının büyüdükçe uçucu yağ buharına daha fazla tolerans gösterdiğini fakat pupalardan da daha hassas olduklarını, 6 saatten 48 saate kadar artan maruz bırakma süreleriyle larva ölümlerinde artışların görüldüğünü, uçucu yağ buharlarının 10°C ve 18°C'de 40°C, 26°C, 32°C ve 36°C'den daha iyi etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Papachristos ve Stamopoulos (2004), *Lavandula hybrida, R. officinalis* ve *E. globulus* uçucu yağların buharının *Acanthoscelides obtectus* yumurtalarında fumigant toksisite gösteren LC_{50} değerlerinin yumurtanın yaşına ve uçucu yağa bağlı olarak 1.3 ve 35.1 µl/l hava arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Genç yumurtaların (3 gün yaşında) uçucu yağ buharlarına yaşlı yumurtalardan daha toleranslı olduğunu yumurtadan çıkışları engellediğini, larva çıkışlarına müteakiben ölümlerin arttığını tespit etmişlerdir.

Ketoh ve ark. (2005), *C. maculatus*'un tüm gelişme dönemlerine karşı *Cymbopogon schoenanthus* 'tan elde ettikleri uçucu yağın etkilerini araştırdıkları çalışmada *C. schoenanthus* uçucu yağının en yüksek konsantrasyonda (33.3 µl/l hava), 24 saat maruz bırakma süresinin sonunda erginlerin hepsini öldürdüğünü, yeni bırakılmış yumurtaların ve yeni çıkan larvaların gelişmesini durdurduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca tohum içerisindeki larvaların farklı dönemlerinde etkisinin farklı

olduğunu; 5. gündeki birinci ve ikinci dönem larvaların %100'ünü 10. gündeki üçüncü dönem larvaların %68'ni, 15. Gündeki son dönem larvaların ve pupaların %45'ni öldürdüğünü ilk dönem larvaların son dönem larva ve pupalardan daha hassas olduğunu ayrıca doğal düşmanı olan parazitoit bir arının *Dinarmus basalis* erginlerininde aynı şartlarda oldukça duyarlı olduğunu belirlemişlerdir.

Işıkber ve ark. (2006), *R. officinalis* ve *Laurus nobilis* 'den elde ettikleri uçucu yağların *T. confusum*'un tüm gelişme dönemlerine karşı fumigant toksisitesini araştırdıkları çalışmada, her iki bitkinin uçucu yağındaki esas bileşeninin 1,8-cineole olduğunu, böceğin tüm gelişme dönemlerine karşı toksik etkili olduğunu, en uzun maruz bırakma süresinde (144 saat) biberiye uçucu yağının 172.6 mg/l hava dozunda yumurtaların sadece %65'ini öldürdüğünü, aynı dozda pupaların LT_{90} 120.2 saat değeriyle en dayanıklı dönem olduğunu, tespit etmişlerdir. Defne uçucu yağında en dayanıklı dönemin, LT_{90} 72.2 saat değeriyle erginlerin olduğu, defne ve biberiye uçucu yağların LT_{90} değerlerine göre yapılan sıralamada sırasıyla pupa < larva < ergin ve larva < ergin < yumurta < pupa şeklinde toksik etkili olduğunu, konsantrasyon X zaman dikkate alındığında *T. confusum*'un larva ve erginlerine biberiyenin defneden daha çok, defne uçucu yağının da yumurta ve pupalara biberiyeden daha fazla toksik etkili olduğunu saptamışlardır.

Miresmailli ve ark. (2006), *Rosmarinus officinalis* uçucu yağının ve karışım şeklindeki bileşenlerinin domates ve fasulyede bulunan *Tetranychus urticae*'ye karşı fumigant toksisitesini araştırmışlardır. Araştırmalarında fasulye üzerinde beslenen kırmızı örümceklere 1,8-cineole ve α-pinene bileşenlerinin test edilen konsantrasyonlarda önemli derecede toksik etki gösterdiğini; domates üzerinde beslenenlere ise bornyl acetate, β-pinene, D-limonene, borneol ve α-terpineol orta derecede toksik etkiliyken, 1,8-cineole ve α-pinene bileşiklerinin oldukça yüksek toksisite gösterdiğinin tespit etmişlerdir. Fasulyede beslenen kırmızı örümceklerde biberiye uçucu yağının 24 saatteki LC_{50} değerlerini 10 ml/l hava, ve % 100 ölüm elde edilen dozun 20 ml/l hava olduğunu; domates üzerinde beslenen kırmızı örümceklerde LC_{50} değerlerini 13 ml/l hava, % 100 ölüm meydana getiren dozu 40 ml/l hava tespit etmişlerdir. Bileşenlerin karışım şeklindeki uygulamalarında karışımlara 1,8-cineole ve α-pinene eklendiğinde toksisitenin arttığını belirlemişlerdir.

Kordali ve ark. (2006), *Artemisia absinthum, A. santonicum* ve *A. spicigera* türlerinden elde ettikleri uçucu yağların *Sitophilus granarius* (L.) erginlerindeki fumigant etkisini test etmişlerdir. Çalışmalarında 48 saat boyunca 9 µl/l hava dozuna

maruz bırakılan erginlerde yaklaşık %80-90 ölüm meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca uçucu yağların esas bileşenlerinden camphor, 1,8-cineole, terpinen-4-ol, borneol, bornyl acetate ve α-terpineol bileşiklerinin fumigant etkisini test etmişler ve 1,8-cineole ve terpinen-4-ol bileşenlerinin 0.5, 0.75 ve 1 µl/l hava dozlarında 12 saat maruz bırakma süresinde %100 ölüm meydana geldiğini, *Artemisia* türlerinin ve esas bileşenlerinden 1,8-cineole ve terpinen-4-ol'ün *S. granarius*'a karşı potansiyel bir fumigant olabileceği kanısına varmışlardır.

Rozman ve ark. (2006), *Lavandula angustifolia, Rosmarinus officinalis, Thymus vulgaris* ve *Laurus nobilis*, aromatik bitkilerinin uçucu yağlarındaki 1,8-cineole, camphor eugenol, linalool, carvacrol, thymol, borneol, bornyl acetate ve linalyl acetate bileşenlerinin *Sitophilus oryzae, Rhyzoperta dominica* ve *Tribolium castaneum* erginlerine karşı fumigant etkisini araştırdıkları çalışmada en hassas türün *S. oryzae*, en toleranslı türün ise *T. castaneum* olduğunu*, S. oryzae* erginlerine karşı en düşük dozda 0.1 µl/720 volume dozunda 24 saat maruz bırakma sürelerinde en etkili bileşiklerin 1,8-cineole, borneol ve thymol olduğunu, *R. dominica* için camphor ve linalolün en etkili bileşikler olduğunu ve aynı şartlarda %100 ölüm meydana getirdiğini tespit etmişlerdir. *T. castaneum*'a karşı ise hiçbir uçucu yağın hatta en yüksek dozun (100 µl/720 volume) bile %20'den daha fazla ölüm meydana getirmediğini gözlemlemişlerdir.

Mahfuz ve Khalequzzaman (2007), *C. maculatus* erginlerine karşı kakule, tarçın, karanfil, okaliptüs ve neem uçucu yağlarının kontakt ve fumigant toksisitelerini araştırmışlardır. Kontakt etki denemelerinde, 24 ve 48 saat uygulama sürelerinin sonunda etki sıralamasının okaliptüs > karanfil > tarçın > kakule > neem şeklinde olduğunu tespit etmişlerdir. Fumigant etki denemelerinde ise okaliptüsün en düşük etkiyi gösterdiğini, etki sıralamasının 24 saat uygulama süresinde karanfil > tarçın > kakule > neem > okaliptüs, 48 saatte karanfil > tarçın > kakule > okaliptüs > neem şeklinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Negehban ve ark. (2007), *Artemisia sieberi* uçucu yağının *C. maculatus, Sitophilus oryzae*ve *Tribolium castaneum*'un 7 gün yaşındaki erginlerine fumigant etkisini araştırmışlardır. Araştırmalarında bu zararlılara, 37 ile 926 µl/l hava arasındaki konsantrasyonları, 3 saatten 24 saate kadar maruz bırakma sürelerini uygulamışlar, 37 µl/l hava dozunda 24 saat maruz bırakma süresinde %100 ölüm elde etmişlerdir. *C. maculatus*'un önemli derecede *S. oryzae* ve *T. castaneum*'dan duyarlı olduğunu 24 saat maruz bırakma süresi sonundaki LC_{50} değerlerini sırasıyla *C. maculatus* için 1.45 µl/l

hava, *S. oryzae* için 3.86 µl/l hava ve *T. castaneum* için 16.76 µl/l hava tespit etmişlerdir.

Stamopoulos ve ark. (2007), *Tribolium confusum*'un farklı dönemlerine karşı, 5 monoterpenoidin (terpinen-4-ol, 1,8-cineole, linalool, R-(+)-limonene ve geraniol) fumigant toksisitesini test etmişler. LC_{50} değerlerinin *T. confusum*'un tüm dönemlerine karşı oldukça yüksek toksisiteye sahip olduğunu bulmuşlardır. Terpinen-4-ol için, 1.1 ile 109.4 µl/l hava arasında, R-(+)-limonene için 4 ile 278 µl/l hava arasında, 1,8-cineole için, 3.5 ile 466 µl/l hava arasındaki değerlerle, *T. confusum*'un tüm dönemlerine karşı oldukça yüksek toksik etkiliyken bunları daha sonra linalool'ün 8.6 ile 183.5 µl/l hava arasında değerlerle takip ettiğini, en az etkili olanın ise 607 ile 1627 µl/l hava arasındaki değerlerle geraniol'ün olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca geraniolün dışında en hassas dönemi 3. dönem larvalarda, en toleranslı dönemi ise 3 gün yaşındaki yumurtalarda tespit etmişler ve bu bileşiklerin buharına maruz bırakılan dişilerin yumurta sayısını ve yumurtadan açılma oranlarını tespit etmişlerdir.

Erler ve ark. (2009), *C. maculatus* erginlerine karşı, *Pimpinella anisum* (anason), *Thymus vulgaris* L. (kekik) ve *Rosmarinus officinalis* (biberiye) uçucu yağlarını ve bunların ikili ve üçlü karışımlarının fumigant etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında 15-120 µl/l hava arasındaki konsantrasyonları test etmişler konsantrasyon artışına ve 24 saatten 96 saate kadar artan maruz bırakma sürelerine bağlı olarak ölümlerin arttığını, ikili ve üçlü karışımların tek başına uygulananlardan daha toksik olduğunu, 120 µl/l hava dozunun tüm maruz bırakma sürelerinde ve tüm ikili ve üçlü karışımların hepsinde %100 ölüm sağlamışken, biberiye ve anason uçucu yağları 96 saatte %100'den daha az ölüm sağlamıştır. En yüksek sinerjistik etkinin üçlü karışımlarda olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca tekli, ikili ve üçlü karışımların hiçbirinin nohutların çimlenmesi üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığını, depolanmış nohutlarda ikili ve üçlü karışımların kullanılabileceğini tespit etmişlerdir.

Alicia ve ark. (2010), 12 uçucu yağ bileşeninin Alman hamam böceğinin ergin dişi ve erkek bireylerine, döllenmiş dişilerine, genç ve yaşlı nimflerine karşı fumigant etkisini araştırdıkları çalışmada 1,8-cineol'ün erkek ve dişi erginlere, döllenmiş dişilere ve yaşlı nimflere çok büyük toksisite gösterdiğini 24 saatteki LC_{50} değerlerinin sırasıyla 6.8, 8.4, 5.3 ve 11 mg/l hava olduğunu, menthone ve carvacrol bileşenlerinin ise orta ve genç nimflere daha çok toksik etki gösterdiğini 24 saatteki LC_{50} değerlerinin sırasıyla 9.0 ve 3.6 mg/l hava olduğunu, Alman hamam böceğinin tüm dönemlerine karşı en az toksisite gösteren bileşenin citronellic acid, olduğunu tespit etmişlerdir.

Ayvaz ve ark. (2010), *Origanum onites* L., *Satureja thymbra* L. ve *Myrtus communis* L. uçucu yağlarının *Ephestia kuehniella, Plodia interpunctella* ve *Acanthoscelides obtectus* erginlerine karşı insektisidal etkilerini araştırdıkları çalışmada oregano ve savory uçucu yağlarının esas bileşenlerininin carvacrol, myrtle uçucu yağının ise linalool bileşeni olduğunu tespit etmişler. Ayrıca test edilen böcekler arasında en fazla tolerans gösterenin olduğunu ve en belirgin bir insektisidal etki gösteren uçucu yağın myrtle olduğunu, oregano ve savory uçucu yağlarının 24 saat maruz bırakma süresinde 9 ve 25 µl/l hava dozlarında *P. interpunctella* ve *E. kuehniella*'da %100 ölüm sağladığını saptamışlardır.

El-Salam (2010), *C. maculatus* ve *Stophilus oryzae* erginlerine karşı *Melaleuca alternifolia* (çay ağacı), *Cinnamomum zeylanicum* (tarçın), *Syzygium aromaticum* (karanfil), *Cymbopogon flexuosus* (limonotu), *Thymus vulgaris* (kekik), *Eucalyptus globulus* (okaliptüs), *Simmondsia chinensis* uçucu yağlarının fumigant toksisitesini çalıştıkları araştırmada yüzde olarak ölümlerin konsantrasyonların ve maruz bırakma sürelerin artışına bağlı olarak arttığını, *C. zeylanicum* ve *T. vulgaris* uçucu yağlarının 24 saat boyunca 8 ve 16 µl/50 ml hava dozlarına maruz bırakılan *S. oryzae* erginlerinde %90 ölüm sağladığını, *C. maculatus* erginlerinde *C. zeylanicum*, *M. alternifolia* ve *T. vulgaris* uçucu yağlarının 8, 16 ve 16 µl/50 ml hava dozlarında %100 ölüm sağladığını tespit etmiştir.

Kellouche ve ark. (2010), test ettikleri uçucu yağların *C. maculatus*'un ömrünü, çoğalmasını ve ergin çıkışını etkilediğini, fumigasyon testlerinde ise 24 saat maruz bırakma süresinde *M. piperita* ve *S. officinalis* uçucu yağların sırasıyla 10 ve 15 µl/l hava dozlarında %100'e ulaşan ergin ölümlerine neden olduğunu belirlemişlerdir.

Sivakumar ve ark. (2010), *C. maculatus* erginlerine karşı *Eucalyptus* spp. *R. officinalis* (L.) *Geranium* spp. ve *Cymbopogon* spp. uçucu yağlarının 24 saat maruz bırakmadaki fumigant etkilerini incelemişlerdir. Fumigant etki denemelerinde, okaliptüs, citronella, biberiye, kakule ve sardunya uçucu yağlarının 24 saatteki LC_{50} değerlerini sırasıyla 11.66, 16.25, 21.35, 22.07 ve 25.11 µl/l hava tespit etmişlerdir.

Çetin ve ark. (2011), 18 bitkiden elde ettikleri uçucu yağların *Acanthoscelides obtectus* erginlerine karşı fumigant etkisini tespit etmek için yaptıkları çalışmada; 10 µl/l hava sabit dozda 24 saat maruz bırakma süresinde *R. officinalis* ve *S. fructicosa* uçucu yağlarının *A. obtectus* erginlerinde %100; *Laurus nobilis, Artemisia dranunculus, Mentha aquatica* uçucu yağlarının %90 ölüm sağladığını belirlemişler ve bu uçucu

yağların *A.obtectus* erginlerini depo şartlarında kontrol etme potansiyeline sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Mahmoudvand ve ark. (2011a), *Lippia citrodora* Kunt., *R. officinalis* L., *Mentha piperita* L. ve *Juniperus sabina* L. uçucu yağlarının *C. maculatus* erginlerine karşı fumigant etkisini araştırmışlardır. Araştırmalarında farklı konsatrasyonlardaki uçucu yağların 24 saat maruz bırakma süresindeki LC_{50} değerlerini *M. piperita* için 7.86 µl/l hava, *L. citrodora* için 187.51 µl/l hava, *J. sabina* için 134.35 µl/l hava ve *R. officinalis* için 46.81 µl/l hava tespit etmişlerdir.

Mahmoudvand ve ark. (2011b), *R. officinalis*, *Mentha pulegium* L. *Zataria multiflora* ve *Citrus sinensis* L. Osbeck var. *hamlin* bitkilerinden elde ettikleri uçucu yağların *Tribolium castaneum*, *Sitophilus granarius*, *C. maculatus* ve *Plodia interpunctella* erginlerine karşı fumigant etkisini incelemişlerdir. *C. sinensis* uçucu yağının *T. castaneum, S. granarius C. maculatus*'da 24 saatteki LC_{50} değerlerini sırasıyla 391.28, 367.75 ve 223.48 µl/l hava, 48 saatte 362.40, 20.45 ve 207.17 µl/l hava tespit etmişlerdir. Ayrıca, *C. sinensis* ve *M. pulegium* uçucu yağları *S. granarius'* a karşı 24 saatteki LC_{50} değerini 0,038 ve 367.75 µl/l hava; 48 saatte 0,025 ve 320.45 µl/l hava, öte yandan *R. officinalis* ve *Z. multiflora* uçucu yağlarının LC_{50} değerlerini 24 saatte *P. interpunctella*'da 0,93 ve1.75 µl/l hava belirlemişlerdir.

Karabörklü ve ark. (2011*), Satureja thymbra* L. *Origanum onites* L. *O. majorana, Myrtus commu*nis L.*, Laurus nobilis* L.*, Citrus limon* L., *Chenepodium botrysh* L. *Tanecetum armenum* (DC) Suchultz Bip. aromatik bitkilerin uçucu yağlarından *O. majorana, L. nobilis, C. limon C. botrysh, T. armenum* uçucu yağlarının sırasıyla esas bileşenlerinin linalool, 1,8-cineole, citral, 2-(4a.8-dimethyl-1.2.3.4.4a.5.6.7-octahydro-naphthalen-2-yl)-prop-2-en-1-ol, p-cymene olduğunu belirlemişlerdir. Bitkilerden elde edilen uçucu yağların fumigant etkisini *Ephestia kuehniella (*Zeller) erginlerine karşı test etmişlerdir. Çalışmalarında en etkili uçucu yağların *O. majorona* ve *C. limon* uçucu yağları olduğunu, en uzun maruz bırakma süresinde LC_{50} ve LC_{99} değerlerinin *O.majorana* için 3.27 ve 5.13 µl/l hava ve *C. limon* için 4.05 ve 5.57 µl/l hava olduğunu tespit etmişlerdir. Bu uçucu yağların depolanmış ürün zararlılarında fumigant olarak kullanma potansiyeline sahip bulmuşlardır.

Suthisut ve ark. (2011), *Sitophilus zeamais, Tribolium castaneum* erginlerine ve depolanmış ürünlerdeki böceklerin ve güvelerin kontrolünde kullanılan parazitoitlerden *Anisopteromalus calandre* ve *Trighogramma deion* larvalarına karşı *Alpinia canchigera, Zingiber zerumbet, Curcuma zedoria'*nın rizomlarından elde edilen uçucu

yağların ve bunların esas bileşenlerinden camphene, camphor, 1,8-cineole, α-humulene, isoborneol, α-pinene, β-pinene, ve terpineol-4-ol'ün fumigant toksisitesini incelemişlerdir. Denemelerinde *S. zeamais, T. castaneum* ve *A.calandre* erginlerini 0, 37, 74, 148, 296, 444, 593 µl/l hava dozlarına 12, 24, 48 saat maruz bırakırken, *T. deion* larvalarını 24 saat maruz bırakmışlardır. *A. canchigera* uçucu yağı, *S. zeamais, T. castaneum* ve *A. calandre*'ya toksik etkili olurken diğer iki bitki düşük toksisite göstermiş, *S. zeamais* ve *T. castaneum* erginleri, yumurtalarından, larvalarından ve pupalarından daha duyarlı olduklarını tespit etmişlerdir. *A. canghigera* uçucu yağına 48 saat maruz bırakılan *S. zeamais* erginleri (LC_{50} 85 µl/l hava) , *T. castaneum*'dan (LC_{50} 73 µl/l hava) biraz daha toleranslı bulunmuştur. Sekiz bileşiğe karşı *T. castneum, S. zeamais'*tan daha duyarlı olmuştur ve terpinen-4-ol her iki böceğe karşıda oldukça yüksek tosisite göstermiştir.

Khani ve Asghari (2012), *Mentha langifolia* L.*, Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Boiss.'nın toprak üstü kısmından ve *Achillea wilhelmsii* çiçeklerinden elde ettikleri uçucu yağların *Tribolium castaneum* ve *Callosobruchus maculatus* erginlerine karşı insektisit etkilerini araştırmak için yaptıkları çalışmada en hassas zararlının *C. maculatus* olduğunu, 24 saat maruz bırakma süresi sonundaki LC_{50} değerlerinin *P. gnaphalodes* için 1.54 µl/l hava, *A. wilhelmsii* için 2.65 µl/l hava; *T. castaneum*'a karşı *A. wilhelmsii* ve *M. langifolia* hemen hemen aynı insektisidal etkiyi LC_{50} sırasıyla 10.02 ve 13.05 µl/l hava, *P. gnaphalodes* uçucu yağının en zayıf etkiyi (LC_{50} = 297.9 µl/l hava) gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Çam ve ark. (2012), *Sitophius oryzae* erginlerinde *Mentha spicata*, *Mentha villosa-nervata*, *Mentha piperita* klonlarına ait uçucu yağlarından en fazla (%90 ölümle) toksisite gösteren uçucu yağın *M. villosa-nervata* olduğunu, bu uçucu yağların esas bileşenlerinden sadece carvone bileşeninin 24 saat maruz bırakmada %100 ölüme neden olduğunu ve LC_{50} değerinin 0.024 µl/ml hava olduğunu tespit etmişlerdir. *M.villosa-nervata* uçucu yağının ve carvone bileşiğinin *S. oryzae*'nin kontrolünde potansiyel bir fumigant olabileceğini bildirmişlerdir.

Theou ve ark. (2013), *Lavandula hybrida, Laurus nobilis, Thuja orientalis, Citrus cinensis, Citrus limon* ve *Origanum vulgare*'den elde ettikleri uçucu yağların *Tribolium confusum*'un 10, 25 ve 31 gün yaşındaki larvalarına, 2 gün yaşındaki pupaları ile 10 ve 60 gün yaşındaki erginlerine karşı fumigant toksisitesini araştırmışlardır. Araştırmalarında böceğin gelişme dönemine, yaşına ve cinsiyetine göre böceğin maruz bırakıldığı uçucu yağın dozlarının 0.27'den 165 µl/l hava'ya kadar kullanıldığını, *O.*

vulgare uçucu yağının *T. confusum*'un tüm gelişme dönemlerine yüksek fumigant etki gösterdiğini, 10 gün yaşındaki larvaların çok duyarlı olduğunu, 25 ve 31 gün yaşındaki larvaların ise toleranslı olduğunu, LC_{50} değerlerinin uçucu yağa, böceğin gelişme dönemine, yaşına ve cinsiyetine göre 1.8 ve 109 µl/l hava arasında değiştiğini, ayrıca, uçucu yağ buharına maruz bırakılan pupalarda morfolojik oluşumların engellendiğini tespit etmişlerdir.

Douiri ve ark. (2014), *C. maculatus*'a karşı *R. officinalis* uçucu yağının biyolojik etkilerini araştırdıkları çalışmada erginlerin ömür uzunluğunun kontrole göre önemli ölçüde kısaldığını (uygulamalarda 1-7 gün, kontrollerde 2-12 gün arasında) yumurta bırakmasını engellediğini (uçucu yağ uygulamasında 10-48 yumurta /10 dişi, kontrolde 437-491yumurta /10 dişi) börülce tohum böceğindeki başarı oranı (çıkan böcek sayısı / bırakılan yumurta sayısı X 100) uçucu yağ uygulananlarda %0-60 arasında iken kontrolde %86.35-92.33 olduğunu, 24 ve 120 saat arasındaki LC_{50} ve LC_{99} değerlerini sırasıyla erkekler için 5.51-7.44, 11.24- 6.33 µl/l hava, dişiler için 6.80-3.04, 15.74-7.44 µl/l hava tespit etmişlerdir. Ayrıca ömür uzunluğu, uçucu yağ uygulamalarında 33,83 gün iken kontrolde 36.57 gün tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırmanın ana materyalini, depo zararlılarından önemli bir tür olan börülce tohum böceği *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae)'un bir gün yaşındaki yumurtaları, genç ve yaşlı larvaları, pupaları ve erginleri ile üreticiden temin edilen yeni sezon nohutlar ve biberiye bitkisinin yapraklarından elde edilen uçucu yağ oluştururken; diğer materyalleri biberiye uçucu yağının börülce tohum böceğine fumigant etkilerini, nohutlara fiziksel ve biyolojik etkilerini belirlemek amacıyla kullanılan malzemeler oluşturmuştur.

Bu araştırmada *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiales: Lamiaceae) (biberiye) bitkisi Antalya ilinin Geyikbayırı Köyünün 755 m rakımından 36.876º enlem 30.457º boylama sahip koordinatlarından toplanılmış yeşil aksamlı bir şekilde Rasayana firmasından Ağustos ayında temin edilmiştir. Yeşil aksamlı çiçekli dallara sahip biberiye bitkisi Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Botanik Anabilim Dalında görev yapan Prof. Dr. Yavuz BAĞCI'ya teşhis ettirildikten sonra araştırmada kullanılmıştır.

3.1.1. *Rosmarinus officinalis* L. (Biberiye)

Küçük iğne uçlu yapraklı bitki Lamiales: Lamiaceae familyasından olup kuşdili, hasalban akpüren, urum çiçeği olarak da bilinmektedir. Çok yıllık çalımsı bir bitkidir (Şekil 3.1.). 1-2 m boyundaki bitki kışın yapraklarını dökmez. Kafur ya da okaliptüs kokusunu andıran güçlü bir aromaya sahiptir. İlkbahar ve yaz aylarında açan çiçekleri beyaz, açık mavi ve mavi renklidir. Kumlu ve balçıklı toprakları sever.

Dünyanın birçok yerinde kültürü yapılmaktadır. Başta Türkiye olmak üzere Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde 1500-1700 m yükseklikleri kadar yetişme ortamı bulmuştur. Akdeniz havzası başta olmak üzere ılıman ve sıcak iklim bölgelerinde kültüre alınmıştır. Ülkemizde de Çiftlik Köyü/Mersin'den başlayıp, Adana merkezli yarım ay çizerek Çamtepe/Yumurtalık'ta son bulan (Gülbaba ve ark., 2002) doğal yayılış gösteren ve ticareti yapılan önemli bir tıbbi bitkidir. Bu türün ülkemizde güney ve batı sahillerinde parklarda dekoratif amaçlı olarak, site ve yazlık evlerde çit bitkisi olarak ve bahçelerde yapraklarından faydalanmak üzere tarımı yapılmaktadır.

Rosmarinus cinsi ülkemizde tek türle temsil edilmekte olup, doğal olarak Çanakkale, Mersin, Adana ve Hatay'da yayılış göstermektedir. Akdeniz ülkelerinde yabani olarak yetişir. Yayıldığı ülkeler Portekiz, Yugoslavya, Fransa, ispanya, Tunus, Fas, Cezayir ve İtalya'dır.

Yaprakları %1-2.5 oranında uçucu yağ içerir. Uçucu yağın önemli bileşenlerinden % 30 oranında therein ve 1,8-cineol, %15-25 oranında kafur, %16-20 oranında borneol, %7 oranında bornyl acetate bulunur.

Antiseptik, kramp çözücü, dolaşım ve sinir sistemini aktive edici, uyarıcı, yara iyileştirici, safra arttırıcı idrar söktürücü, antidepresan, gaz giderici, yatıştırıcı, uyarıcı, terletici ve tonik özellikleri vardır (2014c).

İç piyasada aktarlarda satılan ve ihraç edilen tıbbi ve aromatik bitkilerimizden birisidir. Uzun yıllardır ihracatı yapılan biberiye bitkisinden yılda ortalama 1.5 milyon $ döviz girdisi sağlanmaktadır. Ekonomik değerinden dolayı son yıllarda tarımın yapılması konusunda girişimler artmıştır (Kuz, 2012).

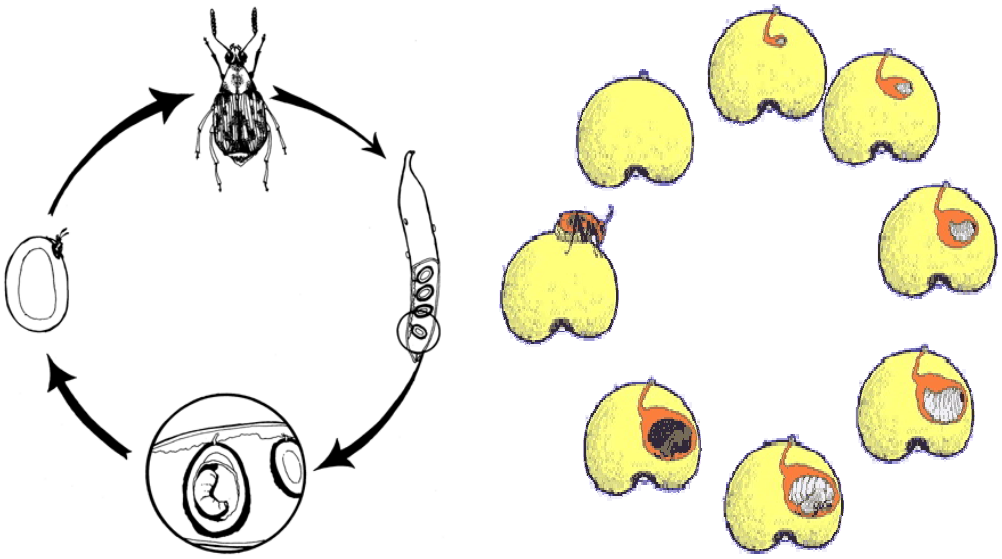


Şekil 3.1. Çiçekleri açmış olan biberiye bitkisi

3.1.2. *Callosabruchus maculatus* (F.)'un taksonomideki yeri ve tanımı

Kingdom : Animalia
Subkingdom : Bilateria
Superphylum : Ecdysozoa
Phylum : Arthropoda
Subphylum : Hexapoda
Class : Insecta
Subclass : Pterygota
Superorder : Holometabola
Order : Coleoptera
Suborder : Polyphaga
Superfamily : Chrysomeloidea
Family : Chrysomelidae
Subfamily : Bruchinae
Genus : *Callasobruchus*
Species : *Callasobruchus maculatus* (Fab., 1775) (Anonymous, 2014)

Börülce tohum böceklerinin erginleri yumurtalarını tarlada olgun kapsüllere ambarda kuru tohumlara bırakırlar (Şekil 3.2., 3.3.). Embriyonun gelişmesi ile meydana gelen larva, yumurtayı kapsüle yapıştıran salgı maddesini ve kapsül kabuğunu delerek tohuma girer (Şekil 3.2). Tohumda beslenen larva, pupa olmadan önce, tohum kabuğuna doğru ilerleyerek kabukta daire şeklinde şeffaf görünüşteki kapak arkasında pupa olur (Şekil 3.10. Larva ve pupa gelişimi tamamen tek bir tohum içerisinde tamamlar ve erginler çıkış yapar (Şekil 3.11., 3.12.). 25°C'deki bir yaşam çemberini 25-30 günde tamamlar. Çıkan erginler depoda beslenmezler (Charles ve Tatar, 1994). Erginlerin ömrü 10-14 gün sürmektedir.



a **b**

Şekil 3.2. a. *Callosobruchus maculatus*'un tarlada olgun kapsüllere yumurta bırakmasından itibaren gelişimi
b.*Callosobruchus maculatus*'un depolarda baklagil tanelerine yumurta bırakmasından itibaren gelişimi

Callosobruchus maculatus (F.)'un ergin diyapozu olmadığından gelişmesini tamamlayan bireyler hemen çiftleşirler ve yumurta bırakmaya başlarlar. Erginlerin çiftleşmesi ve yumurta bırakması 1-2 hafta sürmektedir. Bir dişi yaklaşık 70 adet yumurta bırakır (Stolk ve ark., 2001). Maksimum yumurta sayısı ise 97 adet olarak görülmüştür (Yang, 2004). Yumurtaların çoğu tanelerin yanak kısımlarına konulmaktadır (Nwanze ve Horber, 1975). Yeni nesillerin devamlı çoğalmaları ile çok bulaşık bir tohumda çeşitli devrelerde olan larva, pupa ve ergin bir arada bulunabilir.

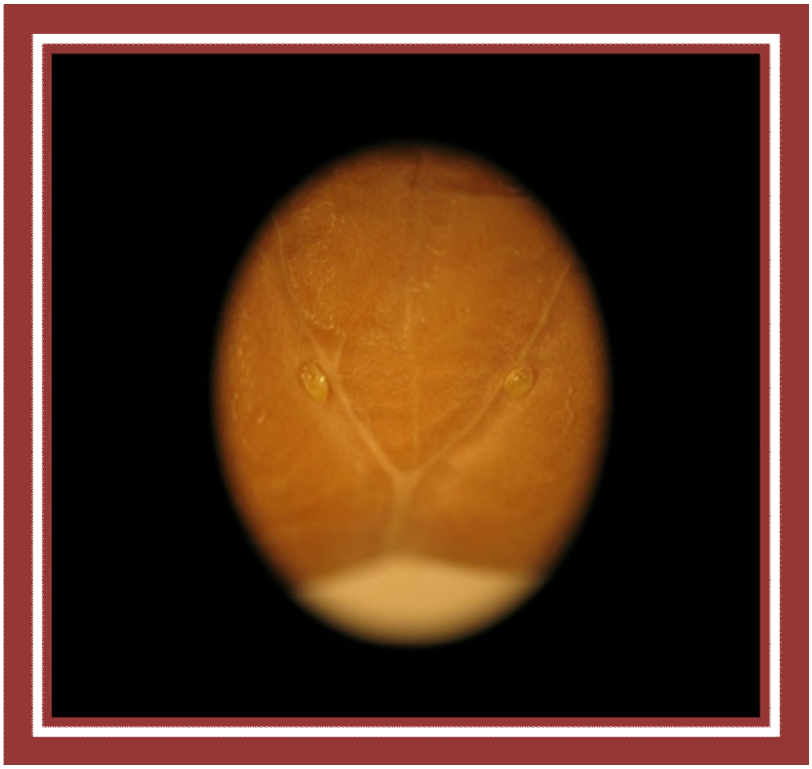
Larvaların gelişebilmeleri dane, nem oranı ile depo sıcaklığına ve orantılı neme bağlıdır. Depolarda Marmara Bölgesi'nde yılda 6, Karadeniz ve Ege'de 3-5, Güneydoğu Anadolu'da 3-4 döl vermektedir.

Börülce tohum böceklerinin uçan ve uçamayan olmak üzere iki formu vardır. Uçucu formunun erginin vücudu oval şekildedir ve üzeri kızıl kahve, parlak sarı ve beyaz halkalarla örtülmüştür. Anten halkalarının ilk dördü kızıl, diğerleri siyah renkli, erkekte 7. halka genişlemiş biçimdedir. Kanat dikdörtgen şeklindedir. Her iki kanadın üst kısmında küçük fazla belirgin olmayan, ortadan kenarlara doğru genişlemiş siyaha yakın koyu üç leke ile süslenmiştir. Bacaklar kızıl kahve renklidir. Vücut ortalama uzunluğu erkekte 2.73 mm, dişide ise 2.94 mm'dir.

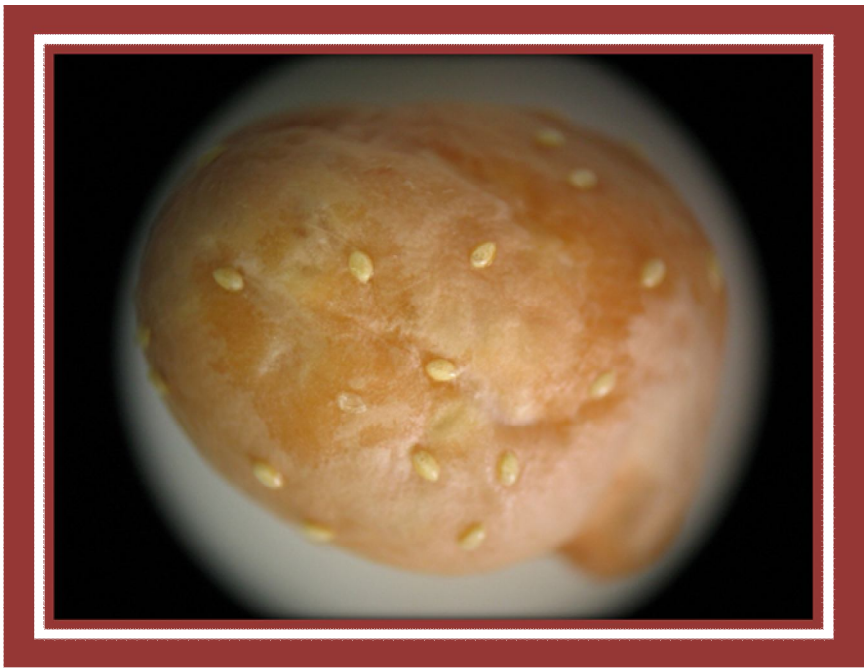
Uçucu olmayan formun dişisinde zemin rengi siyaha yakındır. Bu nedenle üzerini kaplamış olan sarı ve beyaz kıllar gri gibi görünür. Kanattaki orta siyah leke

uzamıştır. Uç kısmında beyaz enine bir bant bulunur. Pygidium büyük olup, üzerinde uzunluğuna beyaz bir bant bulunur. Erkekte ise bu farklılık az belirlidir. Vucut uzunluğu erkekte ortalama 2.41 mm, dişide 3.18 mm'dir. Yumurta yuvarlağa yakın bir ucu daha sivri biçimde, kreme dönük beyaz renktedir (Şekil 3.3.). Zamanla sedef görünüşü alır ve daha sonra donuklaşan yumurta (Şekil 3.4.) boyu 0.26-0.32 mm'dir. Yeni çıkan larva uzun bacaklara ve thorax plakasına sahiptir. Larva yumurtadan çıkar çıkmaz taneye girer, beslendikten birkaç gün sonra deri değiştirir ve bacaklarla tüyler kaybolur (Yıldırım ve ark., 2001) (Şekil 3.6.).

Baklagil tohum böcekleri larvalar konukçuları olan baklagil taneleri içinde beslenmeleri süresince oyuklar meydana getirerek (Şekil 3.11.) tanenin besin değerini düşürdükleri gibi dışkı ve vücut artıkları ile de kirletirler. Çok döl veren türlerin devamlı üremeleri sonucu delinmiş ve içinin büyük kısmı yenilerek besin değerlerini tamamen yitirmiş olan taneler hayvan yemi ve gübre olarak dahi kullanılmazlar. Baklagil tohum böcekleri larvaları beslenmeleri sonucunda tanelerde kalite, çimlenme gücü ve ağırlık kayıplarına neden olurlar. Bu şekilde zarar görmüş baklagillerin, pazar değeri de düşer. Baklagil tohum böcekleri, ülkemizin baklagil ekimi yapılan tüm bölgelerinde yaygın olarak bulunmaktadır.



Şekil 3.3. *Callosobruchus maculatus*'un nohut üzerine yeni bıraktığı yumurta



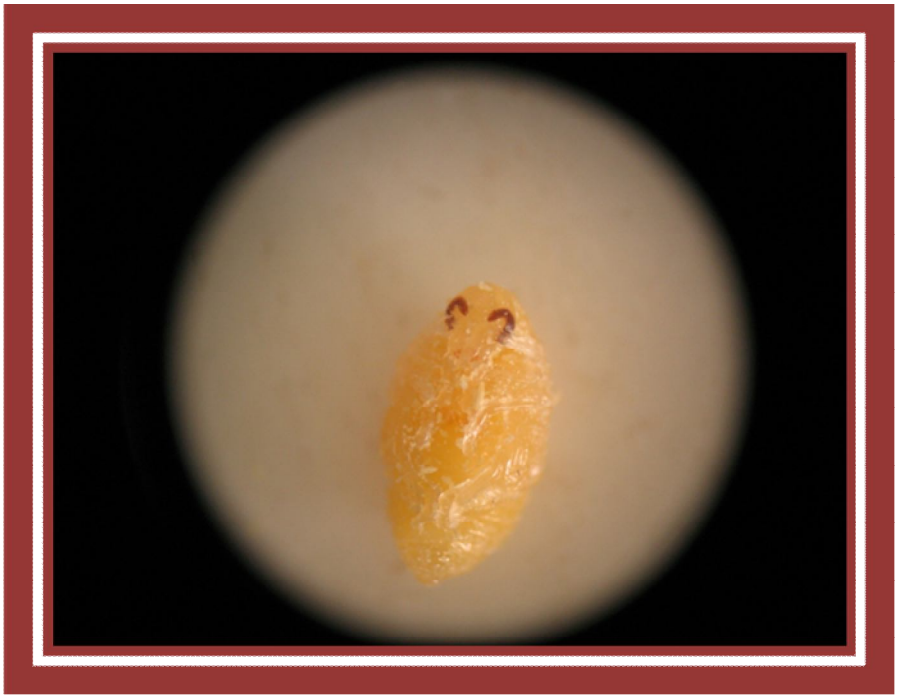
Şekil 3.4. *Callosobruchus maculatus*'un 3-4 gün önce bıraktığı ve rengi matlaşmış yumurta



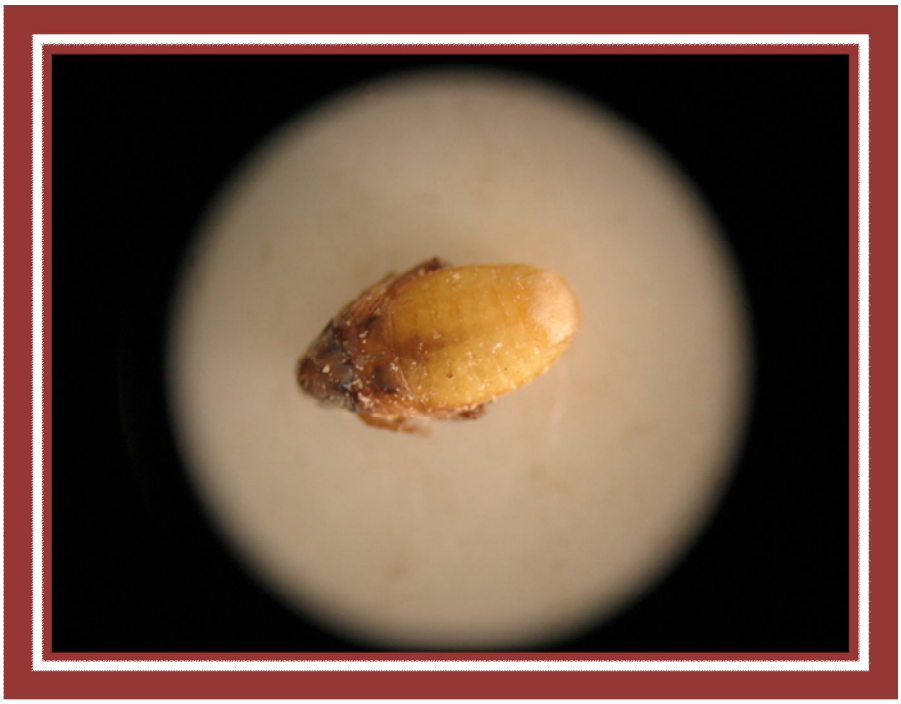
Şekil 3.5. Nohut tanesi içerisinde *Callosobruchus maculatus* larvası



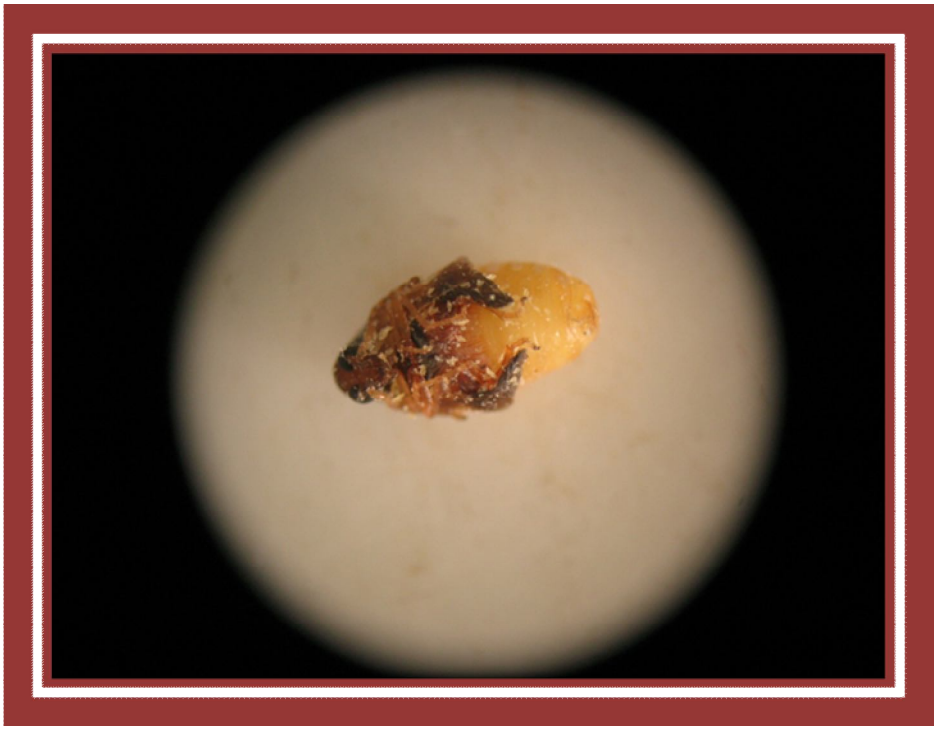
Şekil 3.6. *Callosobruchus maculatus*'un olgun larvası



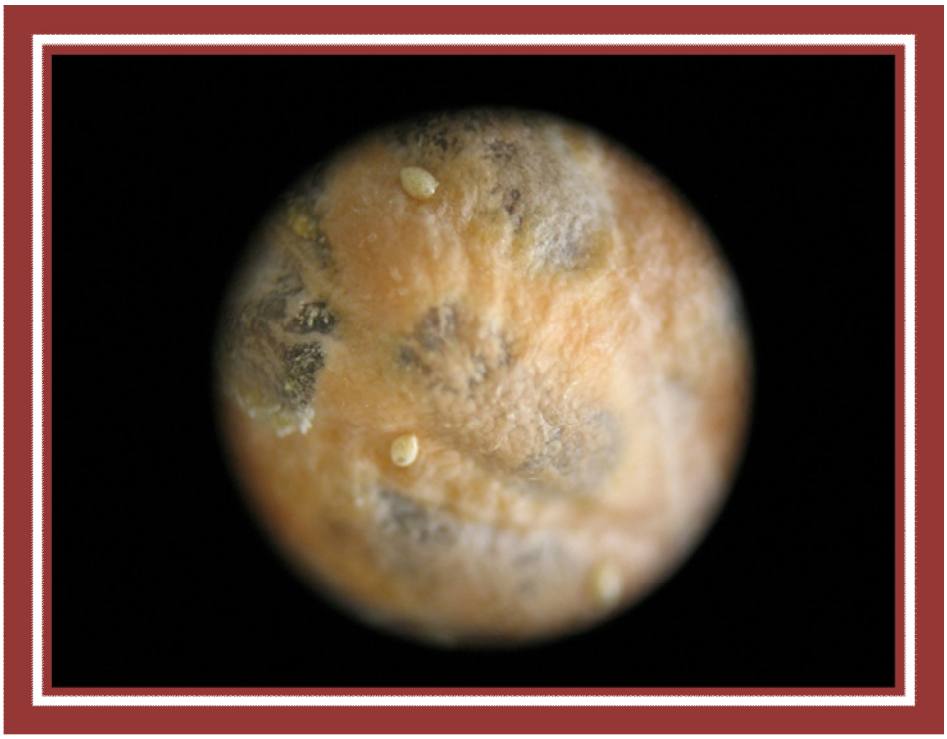
Şekil 3. 7. *Callosobruchus maculatus*'un prepupası



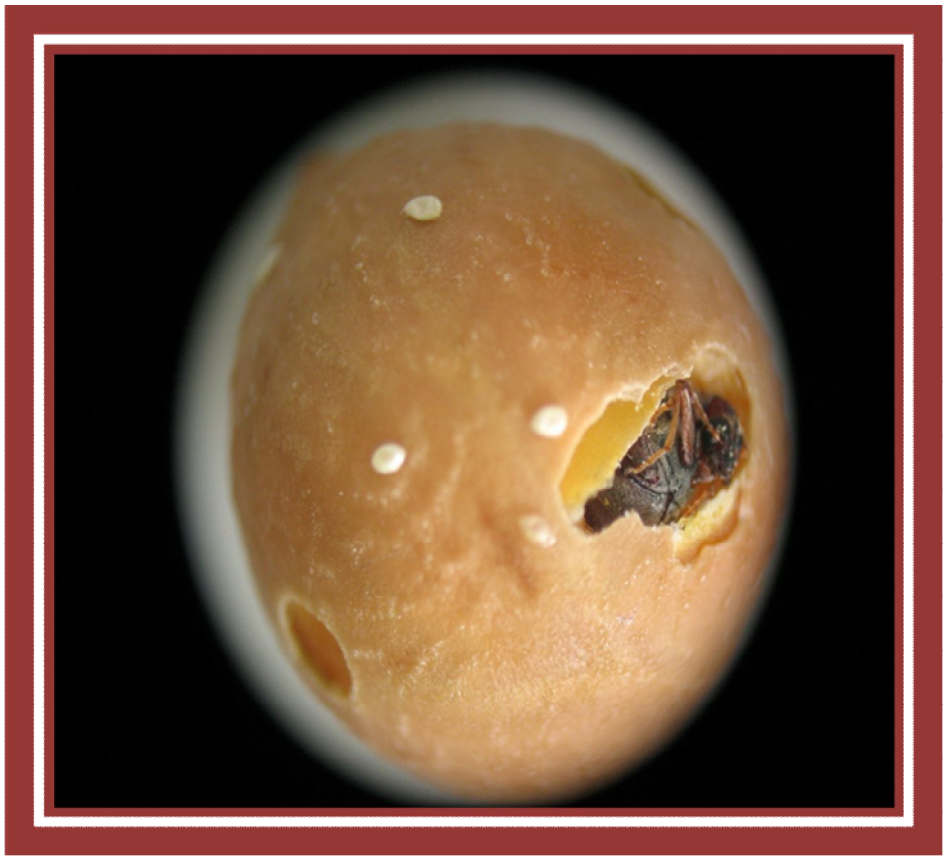
Şekil 3.8. *Callosobruchus maculatus*'un ileri dönemdeki prepupanın dorsalden görünüşü



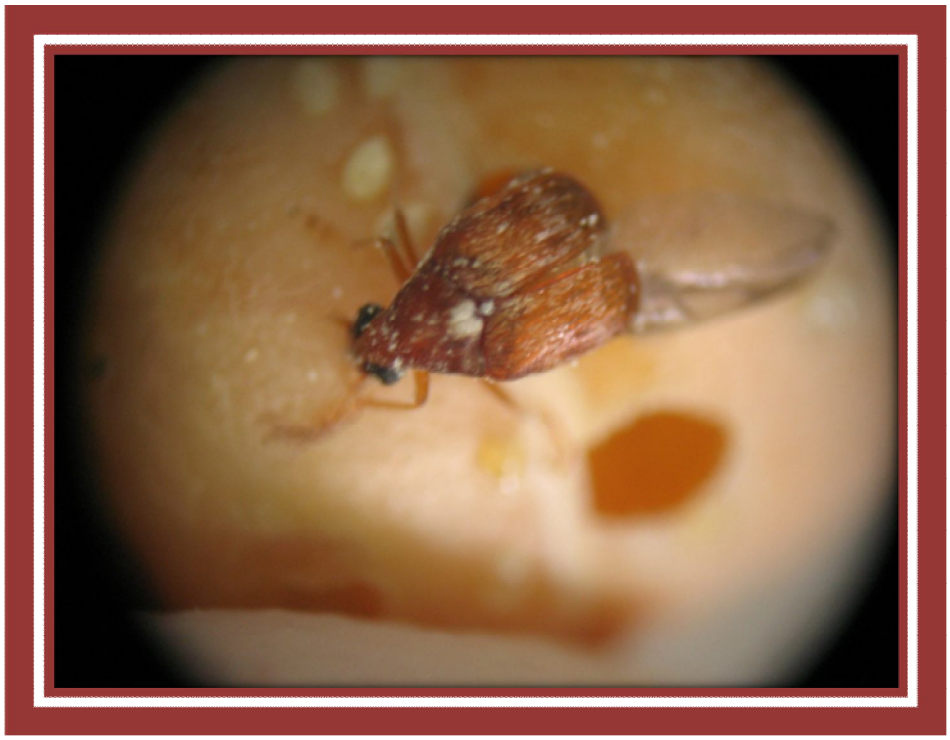
Şekil 3.9. *Callosobruchus maculatus*'un ileri dönemdeki prepupanın ventralden görünüşü



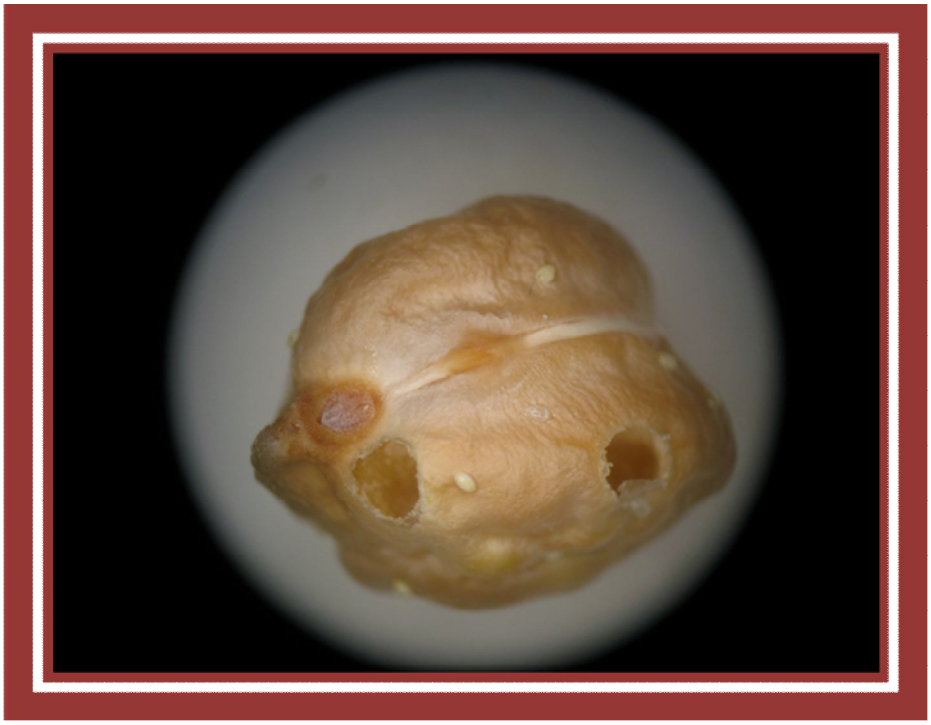
Şekil 3.10. *Callosobruchus maculatus*'un nohuttaki çıkış kapağı ve arkasındaki pupası



Şekil 3.11. Nohut tanesi içinden çıkmak üzere olan erginin görüntüsü



Şekil 3.12. Nohut tanesi içerisinden yeni çıkmış bir erginin görüntüsü



Şekil 3.13. *Callosobruchus maculatus* larvasının nohutta oluşturduğu zarar

3.2. Yöntem

3.2.1. *Callosobruchus maculatus* (F.) erginlerinin ve yumurtalarının elde edilmesi

Denemelerde kullanılan *Callosobruchus maculatus* test böcekleri Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji laboratuarındaki 28±2°C sıcaklık, %55±5 nemde ve tamamen karanlık koşullarda çalışan iklim kabininde (Şekil 3.14.) (Nüve Klimatik Test Kabini TK 120) bulunan stok kültürden az sayıda ergin alınarak temin edilmiştir. Daha sonra bu popülasyondan 1-2 günlük erginler alınarak, içerisinde bir miktar nohut bulunan (yaklaşık 250 g) 1 litrelik cam kavanozlara bırakılmıştır. Ergin bireylerin bırakıldığı kavanozların ağızları tülbentle kapatılmıştır. Bu bireylerin çiftleşip yumurta bırakmalarını sağlamak amacıyla 7 gün boyunca kavanozlar içerisinde bekletilmiştir. Daha sonra kavanozlardaki nohutlar elenmek suretiyle ergin bireyler ortamdan uzaklaştırılmıştır. Kavanozlarda, üzerinde yumurta olan nohutlar kalmıştır. Üzerinde yumurta bulunan nohutlardan ergin bireyler çıkıncaya kadar yumurtalı daneler yaklaşık (24-26 gün) kavanozlarda bekletilmiştir. Kavanozlardan elde edilen 1 günlük ergin bireyler, erginlerde fumigant etki çalışmalarında kullanılmıştır. Yumurta, larva ve pupalarda fumigant etki çalışmaları için 50 dişi, 50 erkek ergin birey, içerisinde 200 tane nohut bulunan kavanozlara konulmuştur ve üzeri tülbentle kapatılmıştır. Sonrasında bireylerin çiftleşip yumurta bırakmalarını sağlamak amacıyla 1 gün boyunca iklim kabininde bekletilmiştir. Ertesi gün nohutlar elenmek suretiyle ergin bireyler ortamdan uzaklaştırılmıştır. Yumurtaların açılmasından önce yani ilk 4 gün içerisinde mikroskop altında her nohut tanesinin üzerinde homojen dağılacak şekilde 5 tane yumurta bırakılmış, diğerleri iğne yardımıyla kazınarak embriyoları tahrip edilmiş ve bu suretle açılmalarına izin verilmemiştir. Böylece başlangıç şartları eşitlenmiş ve tane içinde oluşabilecek larva rekabetinin asgari düzeye indirilmesi hedeflenmiştir.



3.14. *Callosobruchus maculatus* (F.)'un yetiştirildiği iklim kabini

3.2.2. Uçucu yağın elde edilmesi

Denemede kullanılmak üzere yeşil aksamlı bir şekilde Antalya'nın Geyikbayır Köyünden getirtilen biberiye bitkisi (Şekil 3.15.) gölgede, havadar laboratuar ortamında sık sık çevrilerek kurutulmuştur ve sonrasında dallarından yaprakları ayrılmıştır. Daha sonra kurutulmuş bitki materyalinden 100 gr tartılıp öğütülmüştür (Şekil 3.16.). Öğütülmüş biberiye Clevenger düzeneğine (Şekil 3.17a.) 1:10 oranında çeşme suyu ile karıştırılarak 2-3 saat su distilasyonuna tabi tutulmuştur. Elde edilen uçucu yağın suyu mikropipet yardımıyla alınmıştır ve kullanılıncaya kadar ağzı lastik tıpayla kapatılıp parafilmle kapatılmış +4°C'deki buzdolabında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.17b) (Topuz ve Madanlar, 2011).



Şekil 3.15. Dallarıyla birlikte kurutulmaya bırakılmış biberiye



Şekil 3.16. Yaprakları öğütülmüş biberiye





a b

Şekil 3.17. (a) Biberiye uçucu yağının çıkarılmasında kullanılan clevenger düzeneği **(b)** Biberiye uçucu yağının saklandığı şişe

3.2.3. Zararlının biyolojik dönemlerinin saptanması

Ön denemelerde börülce tohum böceğinin 1 dişisi ve 1 erkeği içerisinde 10 tane nohut bulunan cam petri kabına yerleştirilmiş ve 1 gün boyunca çiftleşip yumurta bırakması sağlanmıştır. Ertesi gün bu erginler petriden uzaklaştırılmış ve günlük olarak birkaç yumurta iğne yardımıyla kaldırılıp stereo mikroskopta yumurtanın açılıp açılmadığı giriş deliğinin olup olmadığıyla tespit edilmeye çalışılmıştır. 5. günün sonunda ilk giriş deliklerinin görülmesiyle yumurtadan ilk larva çıkışları tespit edilmiştir. İlk larvaların nohut tanelerinin içerisine girişinden sonra 20. günde çıkış kapakçıkların arkasında kahverengileşmelerin görülmesiyle de kaçıncı günde pupa oldukları tespit edilmiştir. Pupa döneminden ilk erginlerin çıkmasına kadar geçen süre de (3-4 gün) pupa süresi olarak belirlenmiştir. Çıkış yapan erginlerin ölümüne kadar geçen süre (8-10 gün) ergin ömrü olarak tespit edilmiştir.

Bir dişi erginin toplam kaç yumurta bıraktığını tespit etmek amacıyla 1 gün yaşındaki 1 dişi ve 1 erkek içerisinde 10 tane nohut bulunan bir petri kabına bırakılmış ve erginlerin ölümüne kadar bekletilmiştir. Erginlerin ölümünden sonra ölü erginler uzaklaştırılmış ve her tanenin üzerindeki yumurtalar sayılarak 1 dişinin bıraktığı yumurta sayısı ortalama 47 olarak saptanmıştır. Buna göre yumurta, larva ve pupalara fumigant etki çalışmalarında başlangıçta yumurtaların daha rahat ve kolay sayılması için nohut başına erginler sayılarak konulmuştur.

3.2.4. Biberiye uçucu yağının zararlının biyolojik dönemlerine karşı fumigant etkilerinin saptanması

Hiçbir uygulamaya maruz bırakılmamış yumurtalardan aynı sayıda ergin çıkıp çıkmadığını tespit etmek amacıyla her nohut tanesinin üzerinde 5 tane yumurta bırakılmış ve her tüpe 10 adet nohut (toplam 50 yumurta) konulmuş ve üzeri tülbentle kapatılarak kavanozlara yerleştirilmiş ve kapaklar kapatılmıştır. 24, 48, 72 ve 96 saat sonunda kapaklar açılmış ve ergin çıkışları sona erene kadar bekletilmiştir. En sonunda çıkan erginler sayılmış ve 50 yumurtadan 50 ergin çıkmadığı ve ortalama %30 kadar doğal ölümlerin meydana geldiği tespit edilmiştir. Bundan dolayı da çalışmada pozitif kontrol olan asetonun yanında, negatif kontrol olarak da sadece ortam gazına tabi tutulmuş uygulamalar yapılmıştır.

Dozların belirlenmesinde %5-99 arasında ölüme neden olan farklı uçucu yağ dozları 1:1 oranında asetonla seyreltilip 40 saniye boyunca asetonu havaya buharlaştırdıktan sonra testlerde uygulanacak uygun dozlar belirlenmiştir.

Biberiye uçucu yağının *C. maculatus*'un 1 gün yaşındaki yumurtalarına, 1 gün yaşındaki yumurtadan itibaren 6. gündeki ilk dönem larvalarına, 16. gündeki yaşlı larvalarına, 20. gündeki pupalarına ve 1 gün yaşındaki erginlerine karşı farklı maruz bırakma sürelerindeki fumigant etkileri tespit edilmiştir. Denemelerde, 2,5 cm çapında, 5 cm yüksekliğindeki özel küçük plastik tüpler kullanılmıştır (Şekil 3.20b).

Tüm denemeler tesadüf parselleri deneme tertibinde 3 tekerrürlü olarak 28±2°C sıcaklıkta, %55±5 orantılı nem ve tamamen karanlık şartlardaki iklim kabininde yürütülmüştür (Şekil 3.18.).

3.2.4.1. Yumurta dönemine fumigant etkisi

Bir günlük yumurtalara fumigant etki denemesinde bir günlük yumurtalar elde etmek için stok kültürden elde edilmiş 1-2 günlük erginler soğutma kabininde 2°C'de 5 dk bekletilmiş hareketsizleşen erginlerin cinsiyetleri belirlenerek 50 dişi ve 50 erkek ayrılmıştır. Daha sonra nem ölçerde nemi %12 olarak ölçülmüş ve mümkün mertebede eşit büyüklükte seçilmiş 200 adet nohut 1 litrelik cam kavanozlara konulmuş ve bu erginler içerisine bırakılmıştır. Ertesi gün kavanozdaki erginler kademeli elekle elenerek uzaklaştırılmış ve her tanenin üzerinde homojen olarak dağılmış 5 adet yumurta kalacak şekilde diğer yumurtalar kazınarak öldürülmüştür. Bu şekildeki nohutlardan 10 tanesi (50 yumurta) küçük tüplere yerleştirilmiş ve üzeri tülbentle kapatılmıştır. Bu şekildeki tüpler 3'erli olarak kavanozlara (her tüp 1 tekerrürü, her kavanoz 3 tekerrürü oluşturmuştur) yerleştirilmiştir. Kavanoz kapaklarının iç kısmına 2x2 cm ölçülerinde kesilmiş olan filtre kağıtları yapıştırılmış ve üzerilerine 1:1 oranında asetonla seyreltilmiş %5-99 arasında ölüme neden olan 10, 20, 30, 40 ve 50 µl/l hava dozundaki uçucu yağ dozları mikropipet yardımıyla damlatılmıştır. Çetin ve ark. (2009)'nın, asetonun fasulye tohum böceği *Acanthoscelides obtectus* erginlerine fumigant etkisini araştırdıkları çalışmada, 50 µl aseton/l hava dozunu, 40 sn havaya buharlaştırdıktan sonra 48 saat boyunca fasulye tohum böceğini maruz bırakmışlar ve %15 ölüm tespit etmişlerdir. Bu çalışmada da asetonun öldürücülük etkisinin en aza indirilmesi için aseton uçucu yağ çözeltisinin damlatılmasının ardından kapaklar asetonun uçması için 40 saniye sonra sıkıca kapatılmış ve 24, 48, 72 ve 96 saat boyunca uçucu yağa maruz bırakılmıştır. Maruz bırakma sürelerinin sonunda kapaklar açılmış ve ergin çıkışlarının ilk görünümünden 1 hafta sonrasına kadar tüm çıkışların tamamlanması beklenilmiş ve ergin çıkışları bittikten sonra çıkan erginler sayılarak kaydedilmiştir.

Denemeler tesadüf parselleri deneme tertibinde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.



Şekil 3.18. Uçucu yağa maruz bırakılmış 1 günlük yumurtalar ve iklim kabininde ergin çıkışına kadar bekletilmesi



Şekil 3.19. Çalışmada kullanılan iklim kabini

3.2.4.2. Genç ve yaşlı larva dönemlerine fumigant etkisi

Denemenin başlangıç şartlarını standartlaştırmak için ilk 3 gün içerisinde her tanenin üzerinde 5 adet yumurta kalacak şekilde hazırlanmış nohutlar genç larvalara uçucu yağ buharını uygulamak için 6. güne kadar hiçbir uygulama yapılmamış 6. günün sonunda uçucu yağ uygulanmış, yaşlı larvalara uygulamak için de 16. güne kadar hiçbir şey uygulanmamış ve 16. günün sonunda yukarıda belirtildiği gibi 10, 20, 30, 40 ve 50 µl/l hava dozundaki uçucu yağ dozları uygulanmış ve larvalar 24, 48, 72 ve 96 saat boyunca uçucu yağ buharına maruz bırakılmıştır. Bu sürelerin sonunda kapaklar açılmış ve ergin çıkışlarının tamamlanmasından sonra çıkan erginler kaydedilmiştir. Ayrıca kontrollerde pozitif kontrolde aseton uygulanmış, negatif kontrollerde de hiçbir şey uygulanmamıştır.

3.2.4.3. Pupa dönemine fumigant etkisi

Pupalara fumigant etki denemesinde de larvalardaki uygulamalarda olduğu gibi yumurtanın bırakılmasından 20. güne kadar bulaşık nohutlara hiçbir şey uygulanmamış 20. günün sonunda 20, 30, 40, 50 ve 60 µl /l hava dozlarındaki uçucu yağ dozlarına 24, 48 ve 72 saat boyunca maruz bırakılmıştır. Bu sürelerin sonunda kapaklar açılmış ve ergin çıkışlarının tamamlanmasından sonra çıkan erginler kaydedilmişitir.

3.2.4.4. Ergin dönemine fumigant etkisi

Callosobruchus maculatus yumurtasıyla bulaşık nohutların bulunduğu kavanozlar ilk ergin çıkışlarından itibaren sürekli takip edilmiş ve maksimum çıkışların başlamasından önce çıkan erginler elenmiş ve aynı kavanozlardaki nohutlar ertesi gün tekrar elenerek 1 gün yaşındaki erginler elde edilmiştir. Bu erginler +2°C'de çalışan soğutmalı inkübatörde (Şekil 3.19.) 5 dk boyunca bekletilerek uyuşması sağlanmıştır. Uyuşuk olan erginlerden her tüp için rastgele 20 ergin alınmıştır. Hazırlanmış tüplerden 3'erli olarak kavanozlara yerleştirilmiştir (Şekil 3.20.). Kavanoz kapaklarına LC_{50} ve LT_{50} hesaplamaları için 7.5, 10, 12.5 15, 17.5, 20 ve 25 µl/l hava dozları uygulanmış ve LC_{50} hesaplamalarında 24, 48, 72 ve 96 saat, LT_{50} hesaplamalarında 12, 24, 48, 72, 96 ve gerektiğinde daha fazla sürelere maruz bırakılmıştır. Maruz bırakma sürelerinin sonunda kavanoz kapakları açılmış ve ince uçlu fırça yardımıyla dokunularak hareket belirtisi göstermeyenler ölü, az da olsa hareketli görünenler canlı sayılarak ölümler kaydedilmiştir.



Şekil 3.20. *Callosobruchus maculatus* erginlerinin uyuşması için kullanılan soğutmalı inkübatör



a



b

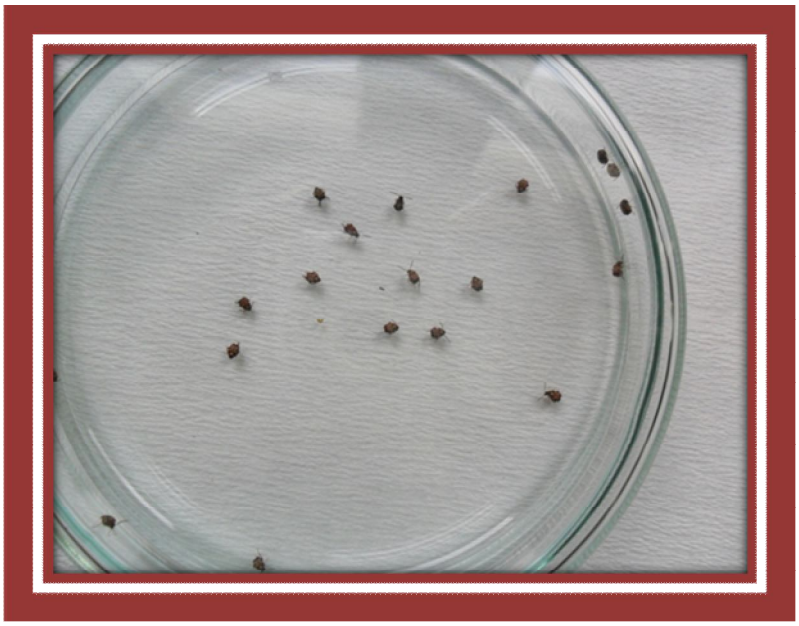


c

Şekil 3.21. (a) Plastik tüpler içerisindeki erginler **(b)** Tüplerin kavanozlar içerisindeki görünümü **(c)** Kavanoz kapaklarında uçucu yağın emdirildiği kurutma kağıtları



Şekil 3.22. Uçucu yağ buharına maruz bırakılmış *Callosobruchus maculatus* erginleri



Şekil 3.23. Asetona maruz bırakılmış *Callosobruchus maculatus* erginleri

3.2.5. Biberiye uçucu yağı buharının nohut tanelerine etkilerinin saptanması

Callosobruchus maculatus yumurtalarına, larvalarına, pupalarına ve erginlerine, biberiye uçucu yağı buharının fumigant etki gösteren dozları ve fumigasyon çalışmalarında kullanılan süreler (24 ve 48 saat) nohut tanelerine uygulanarak nohut tanelerine etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Bunun için bu zararlıya uygulanan dozlar, nohut tanelerine de uygulanarak nohut danelerinin çimlenmesine ve kokusuna etkileri tespit edilmiştir.

3.2.5.1. Nohutun kokusuna etkisi

Çalışmada mümkün mertebede eşit büyüklükte seçilmeye çalışılmış nohutlardan 40 gr tartılmış ve kavanozlara konulmuştur. Kavanoz kapaklarına fumigant etki çalışmalarında olduğu gibi filtre kağıtları yapıştırılmış ve yumurta, larva ve pupalarda uygulanan dozlar aynı şekilde uygulanmıştır. Pozitif kontrollerde aseton, negatif kontrollerde hiçbir şey uygulanmamıştır. Uygulamaların sonunda 3 farklı işlem uygulanmış ve her aşamanın sonunda panelistlerden nohutların koklanması istenilmiştir.

Birinci aşamada maruz bırakma sürelerinin sonunda kapaklar açılmış ve 1 saat havalandırılmıştır. Havalandırma işleminden sonra Duo-trio testine göre rakamlarla kodladığımız plastik bardaklara 10'ar adet nohut konulmuş ve panelistlere ilk olarak standardımız olan hiçbirşey uygulamadığımız nohutların bulunduğu bardakları koklamasını daha sonrasında da diğer bardakları koklamaları ve standarttan çok farklı kokuya sahip olan bardağı söylemesi istenilmiş ve sonuçlar kaydedilmiştir (Altundağ, 1993).

İkinci aşamada havalandırma işleminin sonunda 50 ml'lik beherlere, havalandırılmış nohutlardan 10'ar gr tartılmış ve üzerine 50 ml destile su konularak 45^{0}C'deki su banyosunda 1 saat bekletilmiş ve bu süre sonunda beherler içerisindeki nohutlar süzülmüş, 2 dakika boyunca su damlalarının iyice gitmesi için bekletilmiş ve ardından tekrar panelistlerden aynı şekilde nohutların koklanması ve farklı kokuya sahip olan bardağın söylenmesi istenilmiştir (Elsheikh ve Mohamedzein, 1998).

Üçüncü aşamada da suyu süzülmüş nohutların bulunduğu beherlere tekrar 50 ml destile su ilave edilmiştir. Sonrasında büyük bir alüminyum tencereye bir miktar su konulmuş ve ön ısıtmaya tabi tutulduktan sonra bu beherler içerisine yerleştirilerek 90 dk boyunca kaynatılmıştır. Tencere içerisindeki su miktarı azaldıkça musluk suyundan

su ilave edilmiştir. Bu sürenin sonunda beherler içerisindeki nohutlar tekrar süzülmüş ve 2 dk bekletilmiştir (Elsheikh ve Mohamedzein, 1998). Ve yine ilk aşamada anlatıldığı üzere panelistlerin koklaması istenilmiş ve farklı kokuya sahip nohutların bulunduğu bardağı söylemesi istenilmiş ve sonuçlar kaydedilmiştir.

Panelist olarak sigara içmeyen kişilerden beş kişi tercih edilmiştir.

3.2.5.2. Nohutun çimlenmesine etkisi

Börülce tohum böceğinin tüm biyolojik dönemlerinde uygulanan uçucu yağ dozları aynı şekilde nohutların çimlenmesi denemesinde de 60 gr nohut bulunan kavanozlara uygulanmış ve nohutlar uçucu yağ buharına 24, 48 ve 72 saat maruz bırakılmıştır. Maruz bırakma sürelerinin sonunda kavanozların kapakları açılarak nohutlar 1 saat boyunca havalandırılmıştır. Çimlendirme işlemlerinde Karaca, (2010)'nın çalışmalarından bir takım değişiklikler yapılarak uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Çimlenmenin gerçekleşeceği 9 cm çapındaki cam petriler sterilizatörde, cam petrilere göre 2 kat kesilmiş kurutma kağıtları ise otoklavda steril edilmiştir. Daha sonra havalandırılmış nohutlar %5'lik sodyum hipoklorit (NaCIO) çözeltisinden ardından steril saf sudan 1 dk bekletilerek geçirilmiş ve petrilere 20 adet konulmuştur. Başlangıçtaki ortam neminin eşitlenmesi için petri kapakları bir süre açık bırakılmış ve petrilere steril saf sudan 5 ml konulmuştur. Bu şekildeki petriler 25^{0}C sıcaklıkta ve tamamen karanlık ortamda çalışan inkübatöre konulmuştur. Petriler günlük kontrol edilmiş, ortam neminin azalması durumunda ortama steril saf su ilave edilmiştir. Ayrıca günlük sayımlar yapılmıştır. Sayımlar esnasında radikulası 0.5 cm dışarı çıkmış olan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Şekil 3.24.). Böylece biberiye uçucu yağı buharının değişik dozlarına, asetona ve normal havaya maruz bırakılan nohutların çimlenmesinde, farklılık olup olmadığı istatistik analizlerle tespit edilmiştir.



Şekil 3.24. Uçucu yağa maruz bırakılmış nohutlarda 3. günde çimlenen ve çimlenmeyen nohut daneleri

3.2.6. İstatistiksel Analizler

Biberiye uçucu yağının *Callosobruchus maculatus*'a fumigant etki çalışmalarından elde edilen % değerlere ilk olarak ARCSİN transformasyonu uygulanmış, daha sonra SPSS (Statical package for Social Sciences 17,0) yazılım paketi kullanılarak çift yönlü varyans analizi (ANAVO) yapılmış, yüzde olarak farkın önemli olduğu tespit edilen değerlere DUNCAN testi yapılarak ortalamalar arasındaki farklar tespit edilmiştir. $LC_{50,}$ LC_{90} ve LT_{50} ile LT_{90} değerlerinin tesbiti POLO PLUS (LeOra Software, 1987) programında probit analizine tabi tutularak yapılmıştır. Denemeler tesadüf parselleri deneme tertibinde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Biberiye Uçucu Yağının Kimyasal Bileşenleri

Biberiye uçucu yağının GC-MS analizi sonucunda tespit edilen bileşenleri ve oranları Çizelge 4.1.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1.1. Biberiye uçucu yağının bileşenleri ve bulunma oranları

No	RT	RI	Bileşen adı	Bulunma oranı (%)
1	9.43	932	α-pinene	1.38
2	13.52	1020	p-cymene	0.90
3	13.90	1026	1,8-cineole	5.76
4	17.16	1095	Linalool	6.20
5	19.33	1141	Camphor	20.48
6	19.98	1158	E-Pinocamphone	0.92
7	20.52	1165	Borneol	25.67
8	20.94	1174	Terpinen-4-ol	0.92
9	21.26	1179	p-cymen-8-ol	0.37
10	21.63	1186	A-terpineol	5.61
11	22.20	1204	Verbenone	23.55
12	23.71	1226	Neo-isodihydrocarveol	0.89
13	25.75	1287	Bornyl acatate	1.41
14	26.37	1298	Carvacrol	0.69
15	28.08	1340	Piperitenone	0.78
16	30.84	1403	Methyl eugenol	0.63
17	31.54	1429	(Z)-Thujopsene	0.91

RT: Retention time RI: Retention indices

Araştırmada kullanılan *Rosmarinus officinalis* uçucu yağında 17 bileşen tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.1). GC-MS analizine göre %25.67 borneol, %23.55 verbenone, %20.48 camphor, %6.20 linalool, %5.76 1,8-cineole, %5.61 α-terpineol, %1.41 bornyl acetate, %1.38 α-pinene esas bileşenler olarak belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda *R. officinalis* uçucu yağının esas bileşiklerinden %14.9 α-pinene, %7.43 1,8-cineole, %14.9 linalool (Gachkar, 2007), 19 bileşikten esas bileşiklerin %27.23 1,8-cineole, %14.26 camphor, %11,52 camphene ve %19.43 α-pinene, 6.71 β-pinene (Wang ve ark., 2008), 31.5 1,8-cineole, %20 camphor, %17.5 α-pinene, %8 camphene, %6.8 β-pinene (Miresmailli ve ark., 2006) tespit edilmiştir.

4.2. Biberiye Uçucu Yağının *Callosabruchus maculatus*'un Farklı Biyolojik Dönemlerine Fumigant Etkilerinin Belirlenmesi

4.2.1. Yumurta dönemine fumigant etkisi

Biberiye uçucu yağı buharının *Callosobruchus maculatus*'un (1 gün yaşındaki) yumurtalarında yol açtığı % ölüm oranlar ve istatistiksel farklılıklar Çizelge 4.2'de verilmiştir. Biberiye uçucu yağı buharına 24, 48, 72 ve 96 saat maruz bırakılan yumurtalara uçucu yağın fumigant etkisine bakıldığında, uygulanan dozlar ile maruz bırakma sürelerinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu görülmüştür. Test edilen uçucu yağ dozlarının ve maruz bırakma sürelerinin artışına paralel olarak, yumurta ölüm oranlarında da önemli oranda artışlar meydana gelmiştir.

En kısa (24 saat) maruz bırakma süresinde %100 ölümler meydana getirerek en etkili dozun 50 µl/l hava olduğu, en zayıf etkinin ise %32,67 ölüm meydana getirerek 10 µl/l hava dozunun olduğu tespit edilmiştir. 10 µl /l hava dozunun dışında diğer dozların hepsinde kontrollerin üzerinde ölüm meydana gelmiştir. Diğer uygulanan dozlarda da maruz bırakma süresinin artışına bağlı olarak yumurta ölümlerinde önemli artışlar meydana gelmiştir. 40 µl/l hava dozunda maksimum ölümler 72 saatte %100, 30 µl/l hava dozunda 96 saatte %92.67, 20 µl/l hava dozunda ise 96 saatte %77.33 ölümlerin meydana geldiği tespit edilmiştir. Maruz bırakma süreleri karşılaştırıldığında ise 72 ve 96 saat maruz bırakma sürelerinin en etkili süreler olduğu ancak istatistiksel açıdan aralarında önemli bir farkın olmamasından dolayı 72 saat maruz bırakma süresinin en uygun süre olduğu ayrıca uygulanan dozların miktarı arttıkça fumigasyon süresinin önemli ölçüde kısaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Biberiye uçucu yağının farklı uygulama dozlarının ve maruz bırakma sürelerinin *Callosobruchus maculatus* yumurtalarına fumigant etkisi

	Yumurtalarda Ölüm Oranları (%) ± SH			
	Yumurtaların Biberiye Uçucu Yağına Maruz Bırakılma Süreleri (Saat)			
Dozlar (µl/l hava)	**24**	**48**	**72**	**96**
10	32.67±0.67 e*C**	36.00±1.15dB	37.33±0.67dAB	40.00±1.15 dA
20	42.00±1.16 dB	46.00±1.15 dB	72.00± 2.31cA	77.33±2.91 cA
30	54.67±1.76 cD	67.33±3.71 cC	79.33±2.91 bB	92.67±1.76 bA
40	78.67±4.05 bB	92.00± 5.29 bA	100.00±0,00 aA	100.00±0,00aA
50	100.00±0,00 aA	100.00±0,00 aA	100.00±0,00 aA	100.00±0,00aA
Pozitif kontrol (aseton)	36.67±0.67deA	36.67±0.67dA	37,33±0.67dA	37.33±0.67deA
Negatif kontrol (doğal ölümler)	32.00±1.15eA	32.00±1.15dA	32.00±1.15dA	32.00±1.15eA

*:Küçük harfler aynı sütundaki dozlar arasındaki istatistiksel farkı gösterirken;
**Büyük harfler aynı satırdaki maruz bırakma süreleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.
Aynı satırda ve sütunda bulunan harfler aynı ise istatistiksel olarak (P>0.05) bir farklılık yoktur.

1 gün yaşındaki yumurtalara biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 24, 48, 72 ve 96 saat maruz bırakılması sonunda LC_{50} ve LC_{90} değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde *C. maculatus*'un yumurtalarına biberiye uçucu yağının fumigant etkisinin, maruz bırakma süreleriyle paralel olarak arttığı tespit edilmiştir. 24 saat maruz bırakmada LC_{50} ve LC_{90} değerlerinin 34.57 ve 45.54; 48 saatte 28.93 ve 41.18; 72 saatte 20.88 ve 34.28 ve 96 saatte 18.08 ve 28.54 µl/l hava olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında yumurtaların biberiye uçucu yağına maruz bırakılma sürelerinin artmasıyla LC_{50} ve LC_{90} değerlerinin azaldığı saptanmıştır.

Çizelge 4.3. Biberiye uçucu yağının farklı maruz bırakma sürelerinde *Callosabruchus maculatus*'un yumurtalarında LC_{50} ve LC_{90} değerleri

Maruz bırakma süreleri (saat)	**n[a]**	**Eğim±SH**	**LC_{50} (µl/l hava) (Alt-üst güven aralığı)[b]**	**LC_{90} (µl/l hava) (Alt-üst güven aralığı)**	**λ^{2C}**	**SD**	**Heterojenite**
24	612	10.71±1.66	34.57 (30.16-37.08)	45.54 (42.05-54.72)	7.23	13	2.10
48	612	8.36±0.94	28.93 (25.70-31.36)	41.18 (37.85-46.83)	2.68	13	1.74
72	612	5.95±0.60	20.88 (17.43-23.57)	34.28 (30.38-41.01)	8.88	13	2.22
96	612	6.47±0.72	18.08 (16.16-19.68)	28.54 (26.44-31.37)	7.98	13	0.61

[a]: Toplam test edilen birey sayısı
[b]: Alt üst güven aralığı (%95 önem seviyesinde)
[c]: Chi-square değeri
SD: Serbestlik derecesi

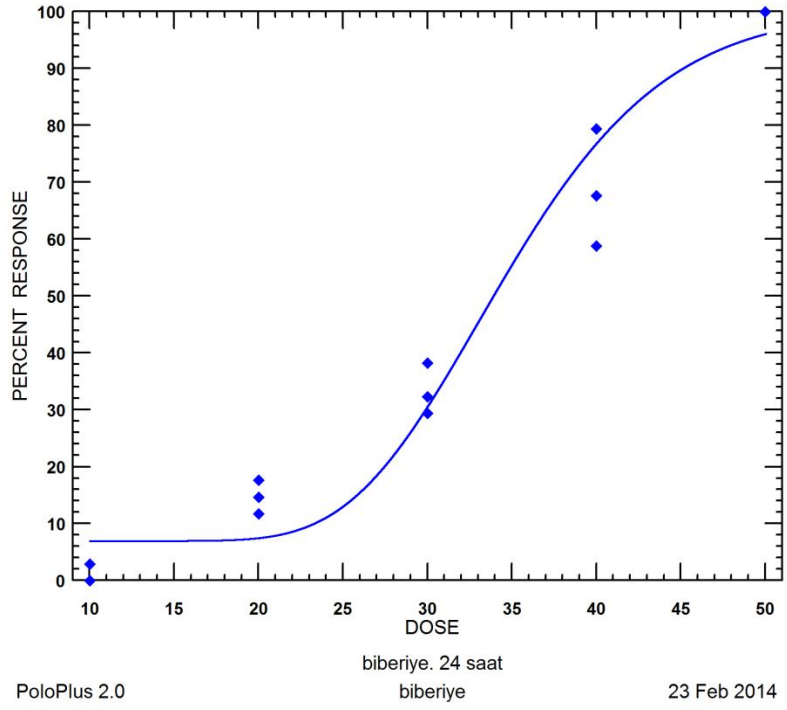
Çizelge 4.4'te *Callosobruchus maculatus*'un yumurtalarına karşı biberiye uçucu yağının farklı dozlarındaki ve maruz bırakma sürelerindeki yüzde ölümlerin varyans analizi sonucunda " dozların", "maruz bırakma sürelerin" ve "dozlar X zamanlar" interaksiyonu faktörlerinin istatistiksel olarak önemli (P<0.001) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Biberiye uçucu yağının *Callosabruchus maculatus*'un yumurtalarına fumigant etki denemelerine ait varyans analiz sonuçları

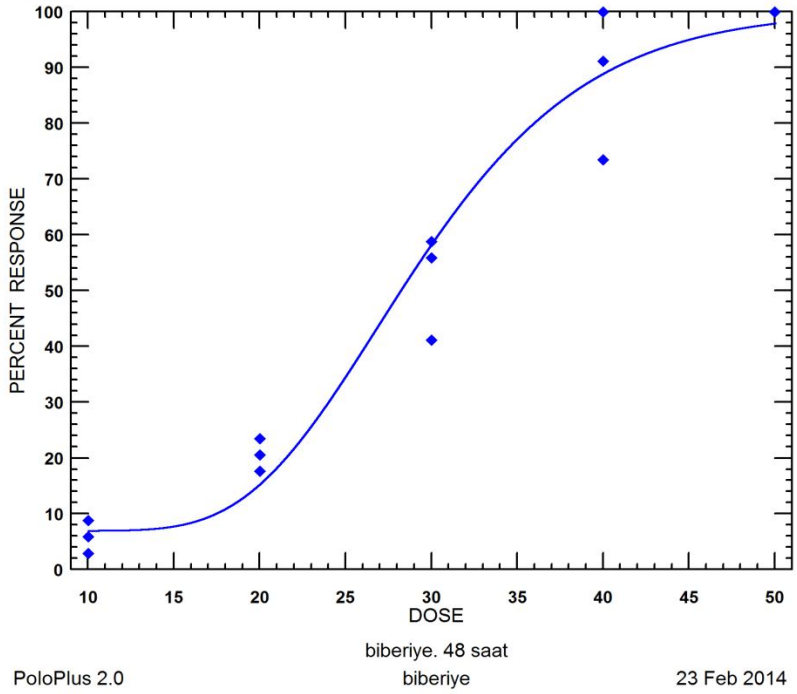
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Doz (A)	6	35219.47	5869.957	632.522***
Zaman (B)	3	1689.21	563.071	60.674***
A X B	18	2087.66	115.981	12.498***
Hata	56	519.69	9.280	

***P<0.001 olasılık düzeyinde istatistiki olarak önemlidir.

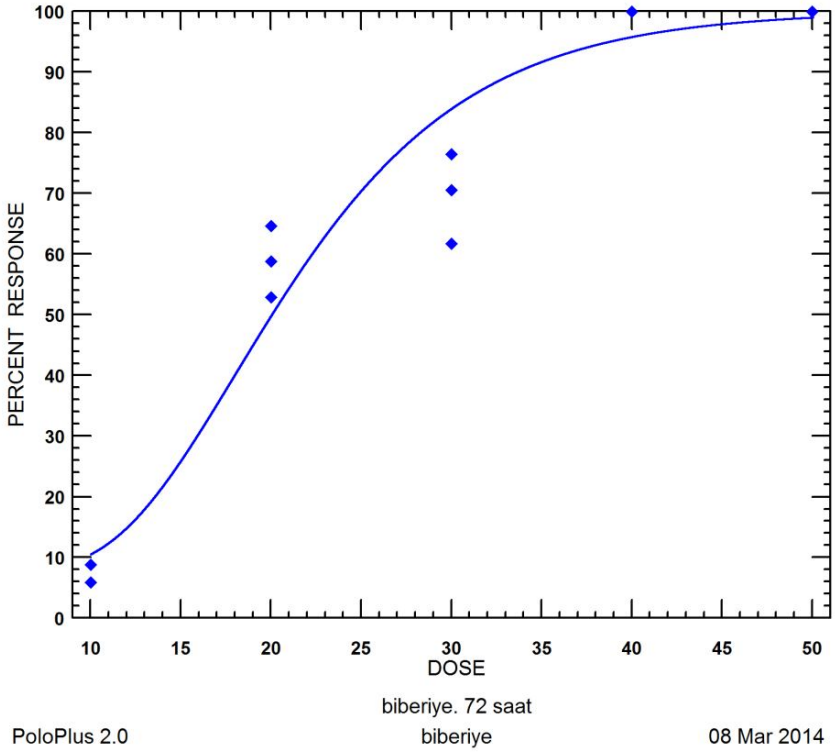
Callosobruchus maculatus yumurtalarına biberiye uçucu yağının 24, 48, 72 ve 96 saat maruz bırakma süreleri sonunda meydana getirdiği doz-% ölüm grafikleri şekil 4.1., 4.2., 4.3. ve 4.4.'te verilmiştir. Değerlerin hesaplanması doğal ölümler çıkarıldıktan sonra kalan bireyler üzerinden yapılmıştır.



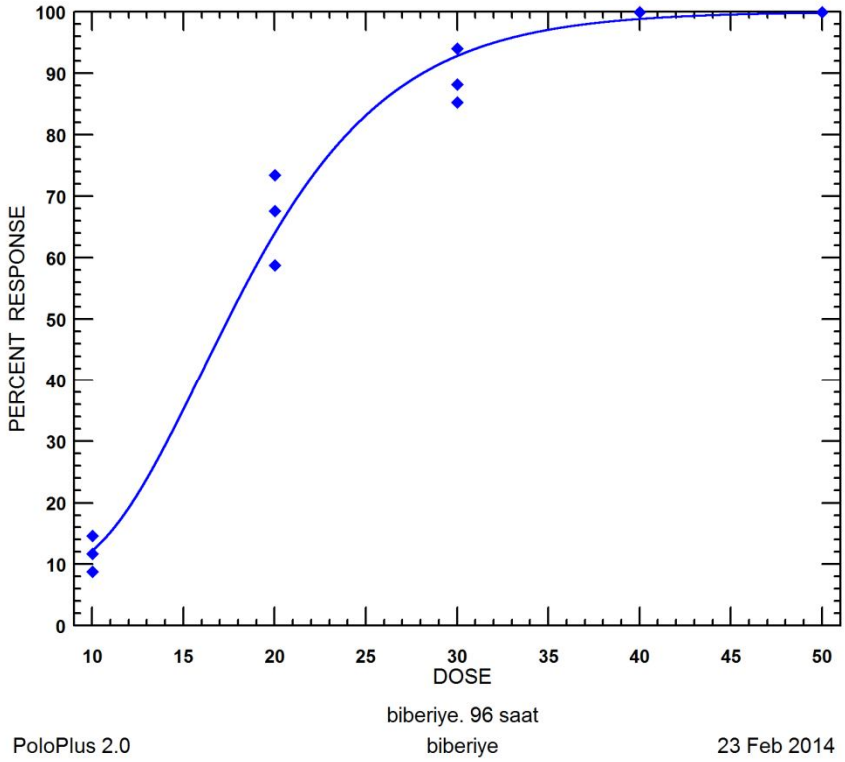
Şekil 4.1 Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 24 saat maruz bırakma süresininin sonunda *Callosobruchus maculatus* yumurtalarında meydana getirdiği ölüm oranları (%)



Şekil 4.2. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 48 saat maruz bırakma süresininin sonunda *Callosobruchus maculatus* yumurtalarında meydana getirdiği ölüm oranları (%)



Şekil 4. 3. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 72 saat maruz bırakma süresininin sonunda *Callosabruchus maculatus* yumurtalarında meydana getirdiği ölüm oranları (%)



Şekil 4.4. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 96 saat maruz bırakma süresininin sonunda *Callosobruchus maculatus* yumurtalarında meydana getirdiği ölüm oranları (%)

Biberiye uçucu yağının 24 saat sonunda *C. maculatus*'un yumurtalarında fumigant etkisi incelendiğinde %100 ölümle en etkili dozun 50 µl/l hava olduğu; 40, 30, 20 ve 10 µl/l hava dozlarındaki ölümlerin sırasıyla %68.63, 33.33, 14.76 ve 0.98 olduğu tespit edilmiştir.

Biberiye uçucu yağının 48 saat sonundaki fumigant etkisi incelendiğinde 24 saatte olduğu gibi %100 ölümle en etkili dozun 50 µl/l hava olduğu; 40, 30, 20 ve 10 µl/l hava dozlarındaki ölümlerin sırasıyla %88.24, 51.96, 20.58 ve 5.88 olduğu saptanmıştır.

Biberiye uçucu yağının 72 saat sonunda meydana getirdiği ölümler incelendiğinde %100 ölümle en etkili dozların 40 ve 50 µl/l hava olduğu 30, 20 ve 10 µl/l hava dozlarındaki ölümlerin sırasıyla %69.61, 58.82 ve 7.84 olduğu tespit edilmiştir.

Biberiye uçucu yağının 96 saat sonunda meydana getirdiği ölümler incelendiğinde % ölümle en etkili dozların 40 ve 50 µl/l hava olduğu 30,20 ve 10 µl/l hava dozlarındaki ölümlerin sırasıyla %89.22, 66.67 ve 11.76 olduğu tespit edilmiştir.

Biberiye uçucu yağının farklı uygulama dozlarında ve farklı maruz bırakma sürelerinde *C. maculatus*'un yumurtalarındaki ölüm oranlarının farklı olduğu fumigasyon süresinin arttıkça % ölümlerin arttığı ancak 72 ve 96 saat maruz bırakma sürelerinin arasında çok az bir fark olduğu tespit edilmiştir. Biberiye uçucu yağının yumurtalarda doğal bir fumigant olarak kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

4.2.2. Genç larva dönemine fumigant etkisi

Callosobruchus maculatus' un ilk yumurta bırakımından itibaren 6. gündeki genç larvalara uygulanan biberiye uçucu yağ dozlarının ve maruz bırakma sürelerinin fumigant etkisi çizelge 4.5'te verilmiştir. Doz artışına ve maruz bırakma süresine bağlı olarak ölümlerde de paralel bir artışın olduğu ve her maruz bırakma süresinde uygulanan dozların ve her uygulama dozunda maruz bırakma sürelerinin istatistiki açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Maksimum ölümlerin 10 µl/l hava'da 96 saat maruz bırakma süresinde normal ölümlerle birlikte %62 olduğu; 20 µl/l havada aynı maruz bırakma süresinde %75 olduğu; 30 µl/l hava'da 96 saat maruz bırakma süresinde %100 olduğu, 40 µl/l havada 72 ve 96 saat maruz bırakma sürelerinde %100 olduğu, 50 µl/l hava'da 48 saat ve üzerindeki maruz bırakma sürelerinde %100 olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Biberiye uçucu yağının farklı uygulama dozlarının ve maruz bırakma sürelerinin *Callosabruchus maculatus*'un genç larvalarına fumigant etkisi

	Genç Larvalardaki Ölüm Oranları (%) ± SH			
	Genç Larvaların Biberiye Uçucu Yağına Maruz Bırakılma Süreleri (Saat)			
Dozlar (µl/l hava)	**24**	**48**	**72**	**96**
10	37.33±1,76e*C**	41.33±1.33 eC	54.67±1.76 dB	62.67±2.91 cA
20	47.33±2.40 dC	54.67±4.05 dC	64.67±2.40 cB	75.33±1.76 bA
30	78.00±1.15 cD	84.67±1.33 cC	92.67±0,67 bB	100.00±0.00 aA
40	84.67±1.76 bC	95.33±2.40 bB	100.00±0.00 aA	100.00±0.00 aA
50	91.33±1.76 aB	100.00±0.00 aA	100.00±0,00 aA	100.00±0,00 aA
Pozitif kontrol (aseton)	34.67±0.67 eB	35.33±0.67 eAB	36.67±0,67 eAB	37.33±0.67 dA
Negatif kontrol (doğal ölümler)	32.00±1.15 eA	32.00±1.15 eA	32.00±1.15 fA	32.00±1.15 eA

*:Küçük harfler aynı sütundaki dozlar arasındaki istatistiksel farkı gösterirken;
**Büyük harfler aynı satırdaki maruz bırakma süreleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.
Aynı satırda ve sütunda bulunan harfler aynı ise istatistiksel olarak ($P>0.05$) bir farklılık yoktur.

Genç larvalara biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 24, 48, 72 ve 96 saat maruz bırakılması sonunda LC_{50} ve LC_{90} değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. *Callosobruchus maculatus*'un genç larvalarına biberiye uçucu yağının fumigant etkisinin, maruz bırakma süreleriyle paralel olarak arttığı tespit edilmiştir. 24 saat maruz bırakmada LC_{50} ve LC_{90} değerlerinin 27.64 ve 51.65 olduğu; 48 saatte 24.32 ve 36.41 olduğu; 72 saatte 22.20 ve 30.51 olduğu ve 96 saatte 13.17 ve 25.75 µl/l hava olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Biberiye uçucu yağının farklı maruz bırakma sürelerinde *Callosobruchus maculatus*'un genç larvalarındaki LC_{50} ve LC_{90} değerleri

Maruz bırakma süreleri (saat)	n[a]	Eğim±SH	LC_{50} (µl/l hava) (Alt-üst güven aralığı)[b]	LC_{90} (µl/l hava) (Alt-üst güven aralığı)[b]	λ^{2C}	SD	Heterojenite
24	612	4.72±0.54	27.64 (25.00-29.90)	51.65 (46.59-59.93)	12.40	13	0.95
48	612	7.31±0.8	24.32 (21.89-26.29)	36.41 (33.58-40.76)	15.95	13	1.23
72	612	9.28±1.25	22.20 (18.97-24.48)	30.51 (27.62-36.05)	25.44	13	1.96
96	612	4.40±0.45	13.17 (10.20-15.40)	25.75 (21.64-33.15)	32.67	13	2.51

[a]:Toplam test edilen birey sayısı
[b]: Alt üst güven aralığı (%95 önem seviyesinde)
[c]:Chi-square değeri

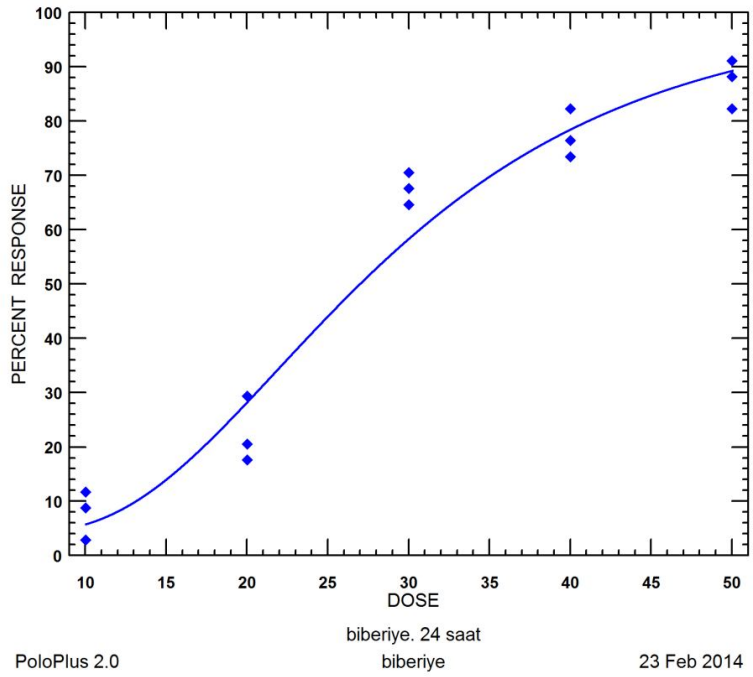
Callosabruchus maculatus'un genç larvalarına karşı biberiye uçucu yağının farklı dozlarındaki ve maruz bırakma sürelerindeki yüzde ölümlerin varyans analizi sonucunda "dozların", "maruz bırakma sürelerin" ve "doz X zaman" interaksiyonu faktörlerinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0.001$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Biberiye uçucu yağının *Callosobruchus maculatus*'un genç larvalarına fumigant etki denemelerine ait varyans analizi sonuçları

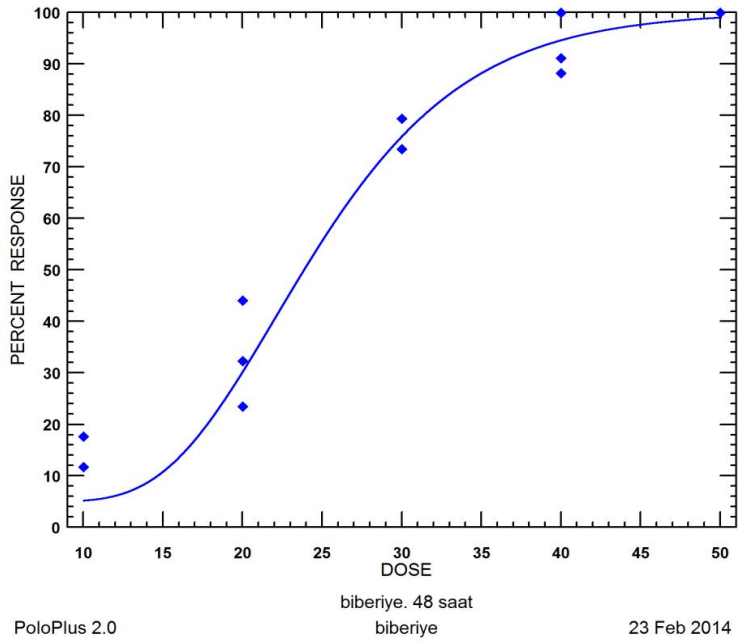
Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri
Doz (A)	6	33584.93	5597.489	983.339***
Zaman (B)	3	2424.25	808.084	141.960***
A X B	18	1533.43	85.191	14.966***
Hata	56	318.77	5.69	

(***) $P<0.001$ olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

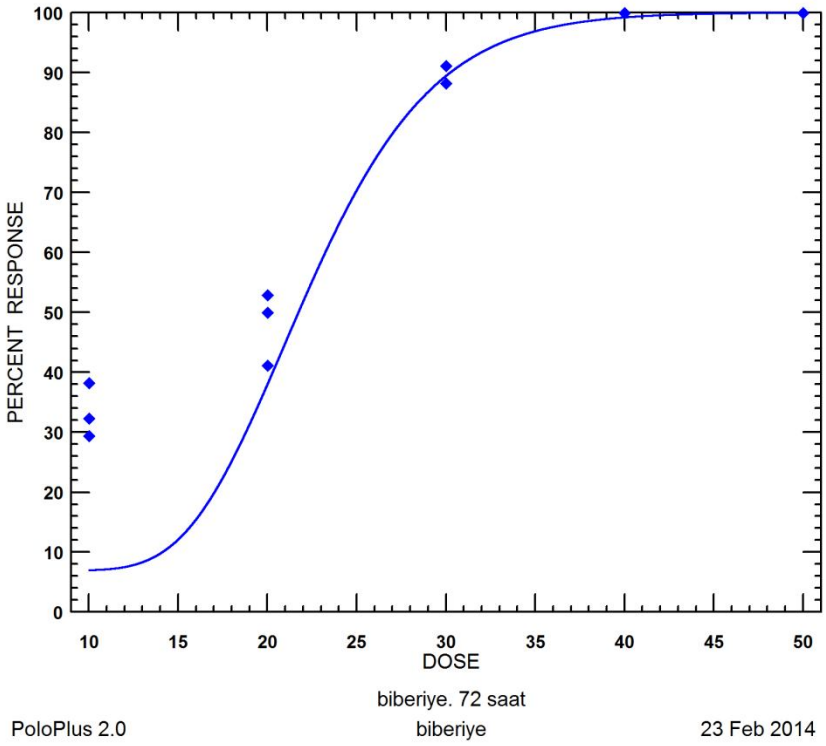
Callosobruchus maculatus'un genç larvalarına biberiye uçucu yağının 24, 48, 72 ve 96 saat maruz bırakma süreleri sonunda genç larvalarda meydana getirdiği doz-% ölüm grafikleri Şekil 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7'de verilmiştir.



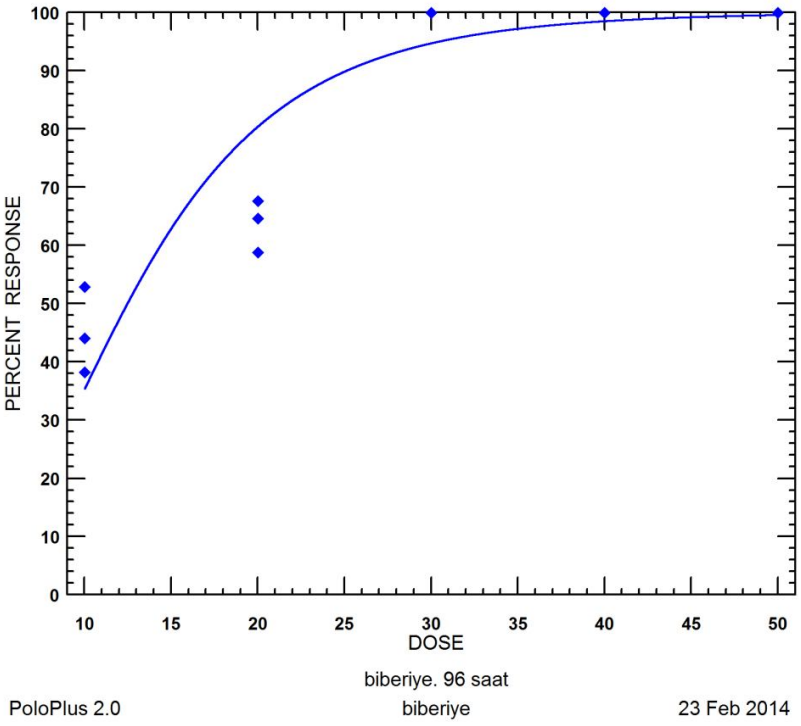
Şekil 4.5. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 24 saat maruz bırakma süresininin sonunda *Callosobruchus maculatus*'un genç larvalarında meydana getirdiği ölüm oranları (%)



Şekil 4.6. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 48 saat maruz bırakma süresininin sonunda *Callosobruchus maculatus*'un genç larvalarında meydana getirdiği ölüm oranları (%)



Şekil 4.7. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 72 saat maruz bırakma süresininin sonunda *Callosobruchus maculatus*'un genç larvalarında meydana getirdiği ölüm oranları (%)



Şekil 4.8. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 96 saat maruz bırakma süresininin sonunda *Callosobruchus maculatus*'un genç larvalarında meydana getirdiği ölüm oranları (%)

Biberiye uçucu yağının 24 saat sonunda *Callosobruchus maculatus*'un genç larvalarındaki fumigant etkisi incelendiğinde doz artışına bağlı olarak düzenli bir şekilde ölümlerin arttığı 10, 20, 30, 40, 50 µl /l hava dozlarında ölümlerin sırasıyla %7.84, 22.55, 67.65, 77.45 ve 85.29; 48 saatteki ölümlerin % 13.73, 33.33, 77.45 93.13 ve 100; 72 saatteki ölümlerin %33.33, 48.04, 89.22, 100 ve100; 96 saatteki ölümlerin %45.10, 63.73, 100, 100 ve 100 olduğu tespit edilmiştir. 72 ve 96 saat maruz bırakma sürelerinde, düşük dozlarda bile %100 ölümlerin meydana geldiği tespit edilmiştir.

4.2.3. Yaşlı larva dönemine fumigant etkisi

Callosobruchus maculatus' un ilk yumurta bırakımından itibaren 16. gündeki nohut tanelerinin içindeki olgun larvalarına uygulanan biberiye uçucu yağ dozlarının ve maruz bırakma sürelerinin fumigant etkisi incelendiğinde doz artışına ve maruz bırakma süresine bağlı olarak az da olsa ölümlerde de paralel bir artışın olduğu tespit edilmiştir. Her maruz bırakma sürelerindeki ölümlerin doz artışına bağlı olarak arttığı ve ölüm oranındaki artışın istatistiki açıdan ($P<0.05$) önemli olduğu saptanmıştır.

Her maruz bırakma sürelerindeki ölüm oranları dikkate alındığında, en düşük ölümlerin 24 saat maruz bırakma süresinde 10, 20, 30, 40 ve 50 µl/l hava dozlarında sırasıyla %31.33, 36, 39.33, 54 ve 56 olduğu, en yüksek ölümlerin 96 saat maruz bırakma süresinde sırasıyla %38, 54, 66.67, 95.33 ve 100 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Biberiye uçucu yağının farklı uygulama dozlarının ve maruz bırakma sürelerinin *Callosobruchus maculatus*'un yaşlı larvalarına fumigant etkisi

Dozlar (µl/l hava)	Yaşlı Larvalarda Ölüm Oranları (%) ± SH			
	Yaşlı Larvaların Biberiye Uçucu Yağına Maruz Bırakılma Süreleri (Saat)			
	24	48	72	96
10	31.33±0.67 c*B**	34.00±1.15 eB	36.00±1.15 eA	38.00±1.15eA
20	36.00±1.15 bcD	41.33±0.67 dC	47.33±1.76 dB	54.00±2.31 dA
30	39.33±1.76 bC	54.67±1.33 cB	59.33±2.40cB	66.67±1.33 cA
40	54.00±2.00 aC	88.00±2,31 bB	93.33±0.67 bAB	95.33±1.76 bA
50	56.00±3.05 aD	91.33±0,67 aC	98.00±1.15 aB	100.00±0,00 aA
Pozitif kontrol (aseton)	33.33±0.67 cB	34.67±0.67 eAB	34.67±0.67 eAB	36.67±0,67 eA
Negatif kontrol (doğal ölümler)	32.00±0.71 cA	32.00±1.15eA	32.00± 1.15eA	32.00±1.15 eA

*:Küçük harfler aynı sütundaki dozlar arasındaki istatistiksel farkı gösterirken;
**Büyük harfler aynı satırdaki maruz bırakma süreleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.
Aynı satırda ve sütunda bulunan harfler aynı ise istatistiksel olarak ($P>0.05$) bir farklılık yoktur.

Yaşlı larvalara biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 24, 48, 72 ve 96 saat maruz bırakılması sonunda LC_{50} ve LC_{90} değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. *Callosabruchus maculatus*'un yaşlı larvalarına biberiye uçucu yağının 24 saatteki fumigant etkisinin diğer maruz bırakma sürelerinden daha düşük olduğu 24 saatteki LC_{50} ve LC_{90} değerlerinin 60.39 ve 134.46; 48 saatte, 32.68 ve 50.47; 72 saatte 29.64 ve 43.69; 96 saatte, 27.23 ve 40.58 µl/l hava olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Biberiye uçucu yağının farklı maruz bırakma sürelerinde *Callosobruchus maculatus*'un yaşlı larvalarındaki LC_{50} ve LC_{90} değerleri

Maruz bırakma süreleri (saat)	n[a]	Eğim±SH	LC_{50} (µl/l hava) (Alt-üst güven aralığı)[b]	LC_{90} (µl/l hava) (Alt-üst güven aralığı)[b]	λ^{2C}	SD	Heterojenite
24	612	3.69±0.59	60.39 (52.59-76.41)	134.46 (98.66-240.03)	10.78	13	0.83
48	612	6.79±0.69	32.68 (30.65-34.54)	50.47 (46.83-55.93)	12.93	13	0.99
72	612	7.61±0.85	29.64 (26.41-32.14)	43.69 (40.02-49.97)	21.05	13	1.62
96	612	7.39±0.82	27.23 (23.97-29.75)	40.58 (36.98-46.67)	21.95	13	1.69

[a]: Toplam test edilen birey sayısı
[b]: Alt üst güven aralığı (%95 önem seviyesinde)
[c]: Chi-square değeri

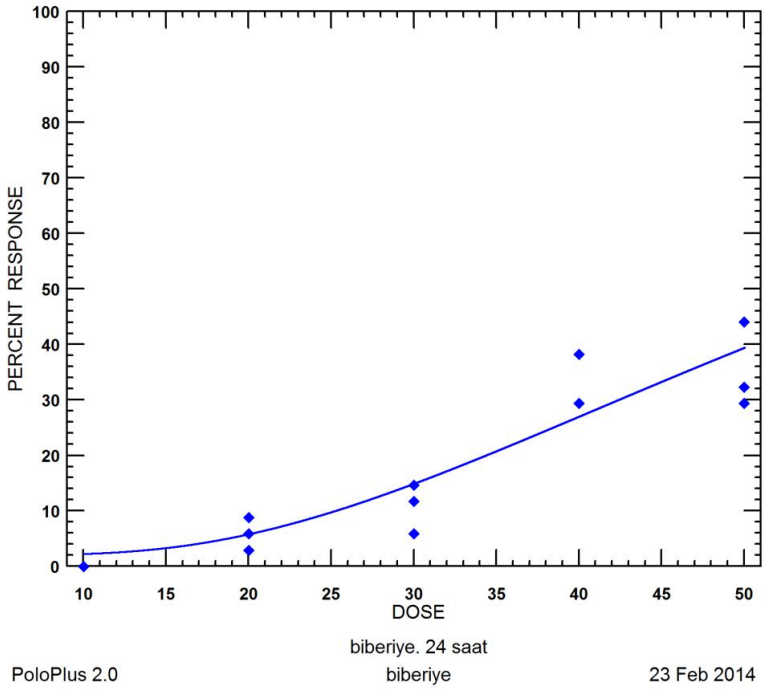
Callosobruchus maculatus'un 16. gündeki yaşlı larvalarına karşı biberiye uçucu yağının farklı dozlarındaki ve maruz bırakma sürelerindeki yüzde ölümlerin varyans analizi sonucunda "dozların", "maruz bırakma sürelerin" ve "doz X zaman" interaksiyonu faktörlerinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.001$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Biberiye uçucu yağının *Callosobruchus maculatus*'un yaşlı larvalarına fumigant etki denemelerine ait varyans analiz sonuçları

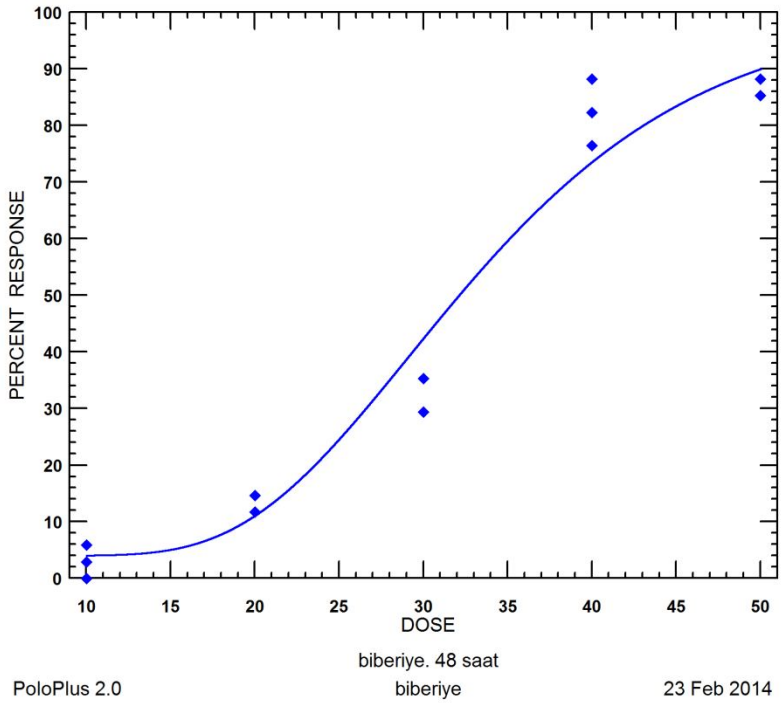
Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri
Doz (A)	6	18583.98	3097.330	751.447***
Zaman (B)	3	2640.99	880.329	213.578***
A X B	18	2721.23	151.179	36.678***
Hata	56	230.82	4.122	

(***) $P<0.001$ olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

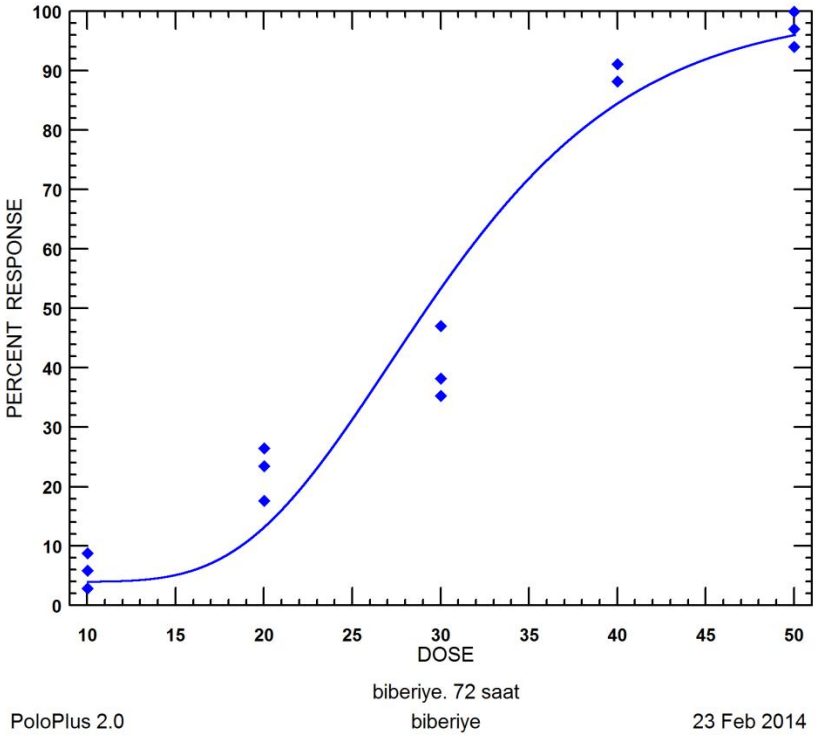
Callosobruchus maculatus'un yaşlı larvalarına biberiye uçucu yağının 24, 48, 72 ve 96 saat maruz bırakma süreleri sonunda yaşlı larvalarda meydana getirdiği doz-% ölüm grafikleri Şekil 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.12'de verilmiştir.



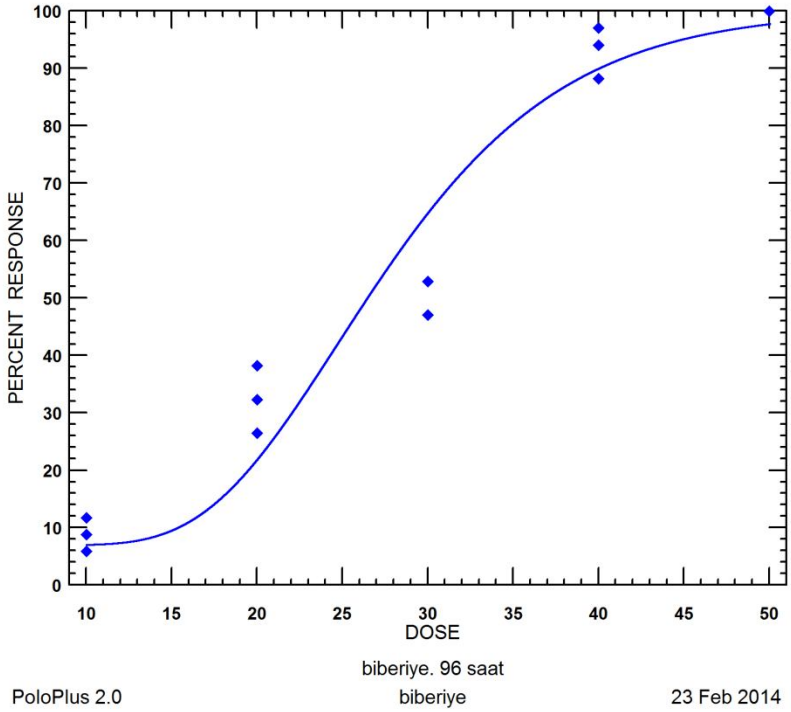
Şekil 4.9 Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 24 saat maruz bırakma süresininin sonunda *Callosobruchus maculatus*'un yaşlı larvalarında meydana getirdiği ölüm oranları (%)



Şekil 4.10. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 48 saat maruz bırakma süresininin sonunda *Callosobruchus maculatus*'un yaşlı larvalarında meydana getirdiği ölüm oranları (%)



Şekil 4.11. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 72 saat maruz bırakma süresininin sonunda *Callosobruchus maculatus*'un yaşlı larvalarında meydana getirdiği ölüm oranları (%)



Şekil 4.12. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 96 saat maruz bırakma süresininin sonunda *Callosobruchus maculatus*'un yaşlı larvalarında meydana getirdiği ölüm oranları (%)

Biberiye uçucu yağının 24, 48, 72 ve 96 saat sonunda *Callosobrucus maculatus*'un yaşlı larvalarındaki yüzde ölüm oranları incelendiğinde 24 saat maruz bırakılan yaşlı larvalardaki ölümlerin diğer maruz bırakma sürelerindeki ölümlere göre çok düşük olduğu tespit edilmiştir. 24 saat biberiye uçucu yağına maruz bırakılan yaşlı larvaların 10, 20, 30, 40 ve 50 µl/l hava dozlarındaki ölümlerinin sırasıyla %0, 5.88, 10.78, 32.35 ve 35.29; 48 saatte, %2.94, 13.73, 33.33, 82.35 ve 87.25; 72 saatte, %5.88, 22.54, 40.20, 90.19 ve 97.06; 96 saatte, %8.82, 32.35, 50.98, 93.14 ve 100 tespit edilmiştir.

4.2.4. Pupa dönemine fumigant etkisi

Ön çalışmalarda *Callosobruchus maculatus*' un pupa oluşunun, ilk yumurtanın bırakılmasından itibaren ortalama 20. günde olduğu, pupadan ilk ergin çıkışlarının 24. günde başladığı tespit edilmiştir. Bu yüzden yumurtadan itibaren 20. günde danelere uçucu yağ uygulanmıştır ve biberiye uçucu yağının 24, 48 ve 72 saatlardeki fumigant etkisi araştırılmıştır. Pupalara uygulanan dozlardaki ve maruz bırakma sürelerindeki ölümlerin diğer tüm biyolojik dönemlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Biberiye uçucu yağının uygulama dozları ve pupaların maruz bırakılma süreleri arttıkça ölüm oranlarının arttığı, en yüksek ölümlerin 60 µl/l hava dozunda 24 saatte %63.33; 48 saatte %79.33 ve 72 saatte %100 olduğu tespit edilmiştir. Tüm maruz bırakma sürelerindeki ölümlerin istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.11. Biberiye uçucu yağının farklı uygulama dozlarının ve maruz bırakma sürelerinin *Callosobruchus maculatus*'un pupalarına fumigant etkisi

Dozlar (µl/l hava)	Pupalarda Ölüm Oranları (%) ± SH		
	Pupaların Biberiye Uçucu Yağına Maruz Bırakılma Süreleri (Saat)		
	24	48	72
20	32.67±0.67 c*A **	32.67±0,67 dA	33.33±0.67dA
30	32.67±0.67 cB	33.33±0,67 dB	36.67±1.76 dA
40	33.33±0.67 cC	46.00±2.00 cB	83.33±2.40 cA
50	46.00±2.31 bC	58.67±2.91 bB	94.00±1.15 bA
60	63.33±1.76 aC	79.33±5.69 aB	100.00±0,00 aA
Pozitif kontrol (aseton)	32.00±0.00 cA	32.00±0.00 dA	32.67±0.67 dA
Negatif kontrol (doğal ölümler)	32.00±1.15 cA	32.00±1.15dA	32.00±1.15 dA

*:Küçük harfler aynı sütundaki dozlar arasındaki istatistiksel farkı gösterirken;
**Büyük harfler aynı satırdaki maruz bırakma süreleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.
Aynı satırda ve sütunda bulunan harfler aynı ise istatistiksel olarak ($P>0.05$) bir farklılık yoktur.

İlk yumurtanın bırakılmasını takibeden 20. gündeki pupalara biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 24, 48, 72 saat maruz bırakılması sonunda LC_{50} ve LC_{90} değerleri Çizelge 4.12'de verilmiştir. *Callosobruchus maculatus* pupalarına biberiye uçucu yağının 24 saatteki fumigant etkisinin diğer maruz bırakma sürelerinden daha düşük olduğu ve 24 saatteki LC_{50} ve LC_{90} değerlerinin 60.34 ve 76.70 olduğu; 48 saatte, 52.61 ve 73.23 olduğu; 72 saatte 37.44 ve 46.50 µl /l hava olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12. Biberiye uçucu yağının farklı maruz bırakma sürelerinde *Callosobruchus maculatus*'un pupalarındaki LC_{50} ve LC_{90} değerleri

Maruz bırakma süreleri (saat)	n[a]	Eğim±SH	LC_{50} (µl/l hava) (Alt-üst güven aralığı)[b]	LC_{90} (µl/l hava) (Alt-üst güven aralığı)[b]	λ^{2C}	SD	Heterojenite
24	612	12.30±1.73	60.34 (58.07-63.79)	76.70 (70.78-87.94)	8.54	13	0,66
48	612	8.93±0.91	52.61 (50.17-55.67)	73.23 (55.67-66.94)	6.07	13	1.24
72	612	13.62±1.17	37.44 (35.81-38.96)	46.50 (44.35-49.53)	7.20	13	1.32

[a]:Toplam test edilen birey sayısı
[b]: Alt üst güven aralığı (%95 önem seviyesinde)
[c]:Chi-square değeri
SD:Serbestlik derecesi

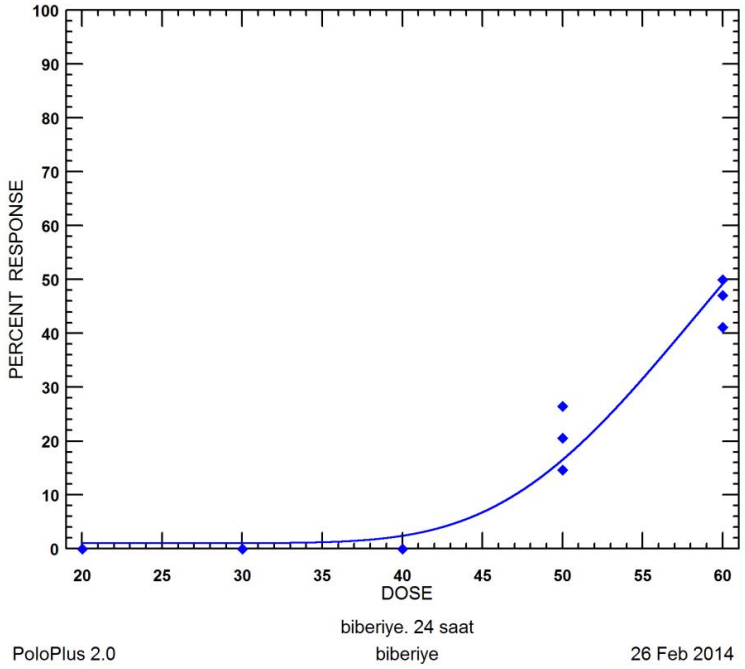
Callosobruchus maculatus'un pupalarına karşı biberiye uçucu yağının farklı dozlarındaki ve maruz bırakma sürelerindeki yüzde ölümlerin varyans analizi sonucunda "dozların", "maruz bırakma sürelerin" ve "doz X zaman" interaksiyonu faktörlerinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.001$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Biberiye uçucu yağının *Callosobruchus maculatus*'un pupalarına fumigant etki denemelerine ait varyans analiz sonuçları

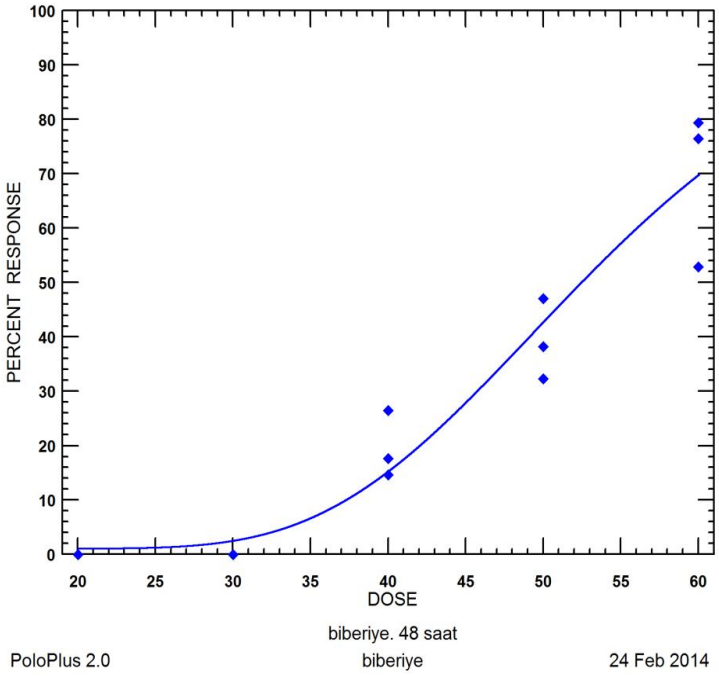
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Doz (A)	6	9943.94	1657.32	381.92***
Zaman (B)	2	2603.61	1031.80	299.99***
A X B	12	3077.29	256.44	59.10***
Hata	42	182.26	4.34	

(***) $P<0.001$ olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

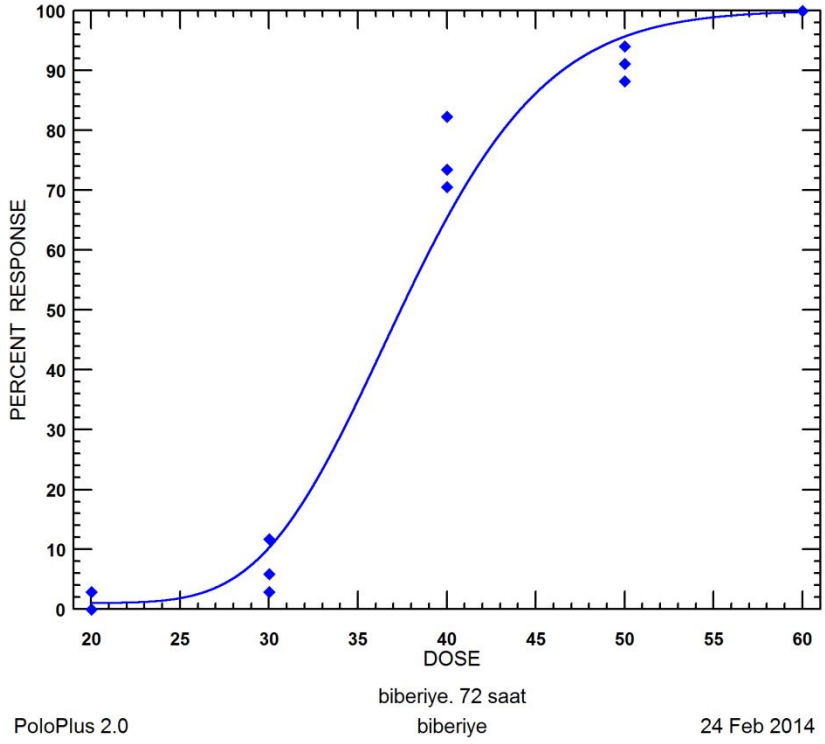
Callosobruchus maculatus'un pupalarında biberiye uçucu yağının 24, 48 ve 72 saat maruz bırakma süreleri sonunda pupalarda meydana getirdiği doz-% ölüm grafikleri Şekil 4.13, 4.14 ve 4.15'te verilmiştir.



Şekil 4.13. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 24 saat maruz bırakma süresininin sonunda *Callosobruchus maculatus*'un pupalarında meydana getirdiği ölüm oranları (%)



Şekil 4.14. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 48 saat maruz bırakma süresininin sonunda *Callosobruchus maculatus*'un pupalarında meydana getirdiği ölüm oranları (%)



Şekil 4.15. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 72 saat maruz bırakma süresinin sonunda *Callosobruchus maculatus*'un pupalarında meydana getirdiği ölüm oranları (%)

Biberiye uçucu yağının 24, 48 ve 72 saat sonunda *Callosobruchus maculatus*'un pupalarındaki ölüm oranları incelendiğinde 24 saat maruz bırakılan pupalarda ölümlerin diğer maruz bırakma sürelerindeki ölümlere göre çok düşük olduğu, 20, 30 ve 40 µl /l hava dozlarında hiçbir ölümün olmadığı 50 ve 60 µl /l hava dozlarında sırasıyla %6.86 ve 46.08 ölüm olduğu, 48 saat maruz bırakma süresinde de 20 ve 30 µl/l hava dozlarında da ölüm olmadığı 40, 50 ve 60 µl/l hava dozlarında sırasıyla %.61, 39.22 ve 69.61 ölüm olduğu; 72 saat maruz bırakma süresinde ise 20, 30, 40, 50 ve 60 µl/l hava dozlarında sırasıyla %1.96, 6.86, 75.49, 91.18 ve 100 ölüm değerleriyle en yüksek ölümlerin 72 saat maruz bırakma süresinde olduğu tespit edilmiştir.

4.2.5. Ergin dönemine fumigant etkisi

Çizelge 4.14 incelendiğinde *Callosobruchus maculatus*'un 1 gün yaşındaki erginlerine karşı biberiye uçucu yağının uygulama dozlarının ve maruz bırakılma sürelerinin arttıkça % ölümlerin arttığı, tüm maruz bırakma sürelerindeki ve uygulanan dozlardaki ölümlerin istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

12, 24, 48, 72 ve 96 saat maruz bırakılma sürelerindeki en yüksek ölümlerin 25 µl/l hava'da sırasıyla %41.67, 96.67, 100, 100, 100 olduğu; en düşük ölümlerin 10 µl/l hava'da % 0, 1.67, 1.67, 21.67, 21.67 ve 31.67 olduğu tespit edilmiştir.

24 ve 48 saat maruz bırakma sürelerindeki ölüm oranları ile 72 ve 96 saat maruz bırakma sürelerindeki ölüm oranlarının birbirlerine çok yakın olduğu ve istatistiksel olarak aralarında önemli bir farkın olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.14. Biberiye uçucu yağının farklı uygulama dozlarının ve maruz bırakma sürelerinin *Callosobruchus maculatus* erginlerine fumigant etkisi

	Erginlerde Ölüm Oranları (%) ± SH				
	Biberiye Uçucu Yağına Maruz Bırakılma Süreleri (Saat)				
Dozlar (µl/l hava)	**12**	**24**	**48**	**72**	**96**
10	0,00±0,00 b*C**	1.67±1.67 dB	1.67±1.67 dB	21.67±3.33 cA	31.67±4.41 bA
15	8.33±1.67 bC	53.33±1.67 cB	58.33±4.41 cB	91.67±3.33bA	96.67±1.67 aA
20	35.00±2.88 aD	76.67±8.33 bC	93.33±1.67bB	100.00±0.00aA	100.00±0.00 aA
25	41.67±7.26 aB	96.67±1.67 aA	100.00±0.00 aA	100.00±0.00aA	100.00±0.00 aA
Kontrol (25)	0,00±0,00 cA	0.00±0.00 dA	0.00±0.00 dA	1.67±1.67 dA	1.67±1.67 cA

*:Küçük harfler aynı sütundaki dozlar arasındaki istatistiksel farkı gösterirken;
**Büyük harfler aynı satırdaki maruz bırakma süreleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.
Aynı satırda ve sütunda bulunan harfler aynı ise istatistiksel olarak ($P>0.05$) bir farklılık yoktur.

Erginlere karşı biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 12, 24, 48, 72 ve 96 saat maruz bırakılması sonunda LC_{50} ve LC_{90} değerleri Çizelge 4.15'te verilmiştir. *Callosobruchus maculatus*'un erginlerinde biberiye uçucu yağının fumigant etkisinin maruz bırakma sürelerinin artmasıyla LC değerlerinin düşürdüğü tespit edilmiştir. 12 saatteki LC_{50} ve LC_{90} değerlerinin 25.71 ve 42.58; 24 saatte 15.69 ve 20.23; 48 saatte 14.78 ve 18.70; 72 saatte 12.00 ve 16.16; 96 saatte 10.98 ve 13.34 µl/l hava olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.15. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarına maruz bırakılan *Callosobruchus maculatus* erginlerinde LC_{50} ve LC_{90} değerleri

Maruz bırakma süreleri (saat)	**n[a]**	**Eğim±SH**	**LC_{50} (µl/l hava) (Alt-üst güven aralığı)[b]**	**LC_{90} (µl/l hava) (Alt-üst güven aralığı)[b]**	**λ^{2C}**	**SD**	**Heterojenite**
12	300	5.85±1.05	25.71 (23.36-30.25)	42.58 (34.68-64.48)	7.89	10	0.79
24	420	10.95±1.08	15.69 (14.75-16.95)	20,23 (19.13-21.87)	7.63	16	1.10
48	420	12.54±1.23	14.78 (14.22-15.31)	18.70 (17.88-19.86)	7.44	16	0.47
72	360	9.92±2.23	12.00 (9.87-12.97)	16.16 (14.90-20.03)	6.34	13	1.26
96	360	15.12±3.20	10.98 (9.32-11.72)	13.34 (12.50-15.69)	0,66	13	1.59

[a]:Toplam test edilen birey sayısı
[b]: Alt üst güven aralığı (%95 önem seviyesinde)
[c]:Chi-square değeri

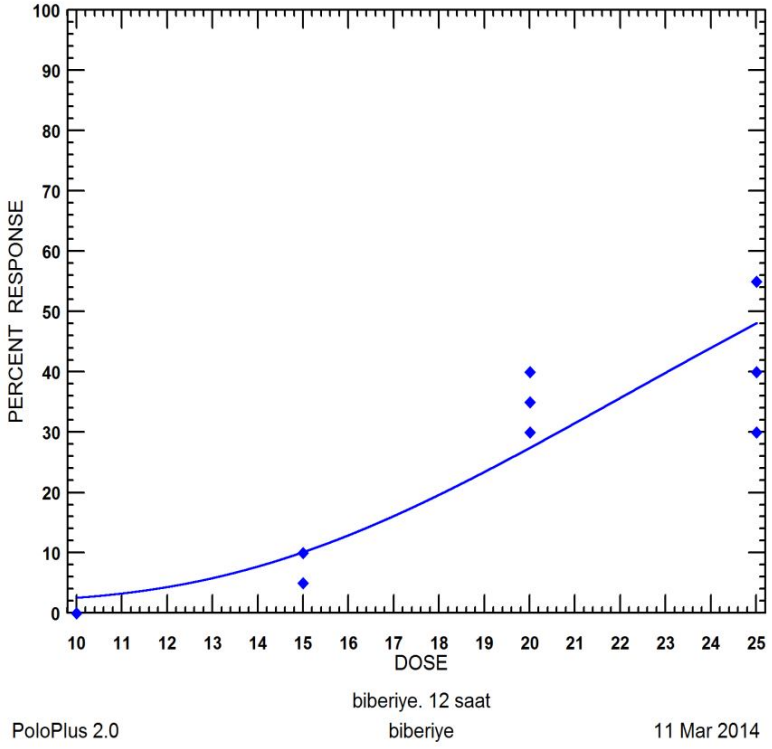
Callosobruchus maculatus'un erginlerine karşı biberiye uçucu yağının farklı dozlarındaki ve maruz bırakma sürelerindeki yüzde ölümlerin varyans analizi sonucunda "dozların", "maruz bırakma sürelerinin" ve "doz X zaman" interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli (P<0.001) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Biberiye uçucu yağının *Callosobruchus maculatus* erginlerine fumigant etki denemelerine ait varyans analizi sonuçları

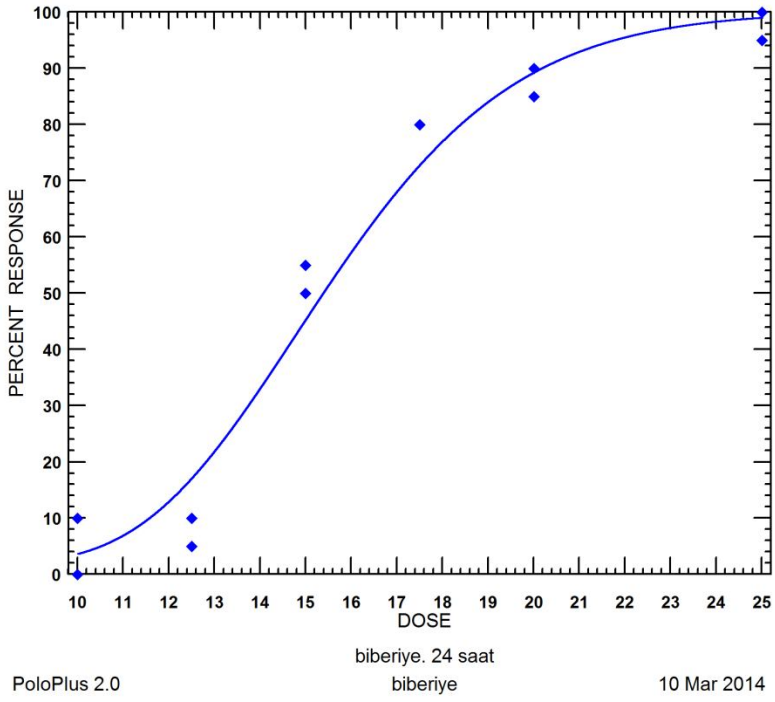
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Doz (A)	4	69943.56	17485.890	726.360***
Zaman (B)	4	16488.64	4122.161	171.234***
A X B	16	6063.64	378.978	15.743***
Hata	50	1203.67	24.073	

(***)P<0.001 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

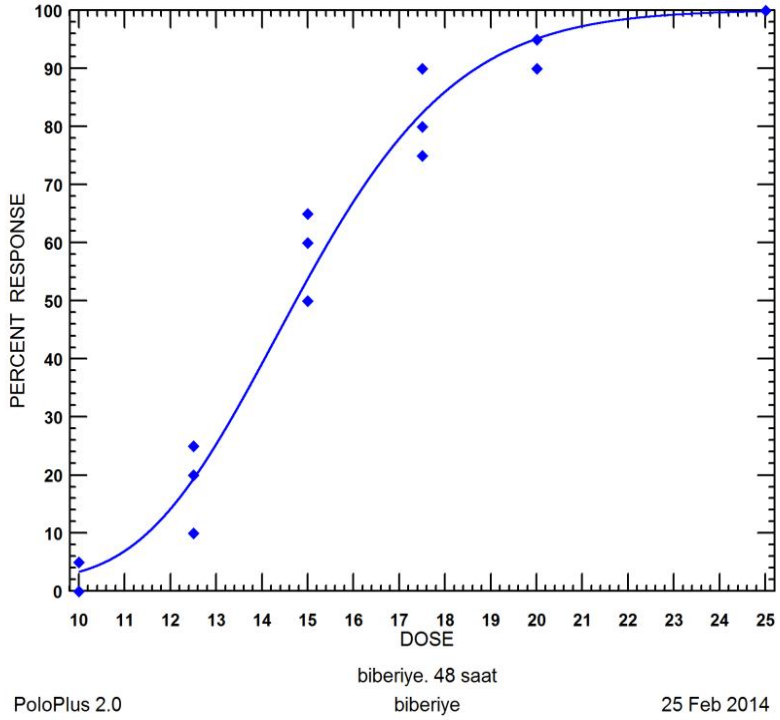
Callosobruchus maculatus erginlerinde biberiye uçucu yağının 12, 24, 48, 72 ve ve 96 saat maruz bırakma süreleri sonunda erginlerde meydana getirdiği doz-% ölüm grafikleri şekil 4.16, 4.17, 4.18, 4.19 ve 4.20'de verilmiştir. *Callosobruchus maculatus* erginlerinin ölümlerini gösteren grafikler incelendiğinde 12 saat biberiye uçucu yağına maruz bırakılan erginlerin 10, 15, 20 ve 25 µl /l hava dozlarındaki ölümlerin sırasıyla % 0, 8.3, 35 ve 44.67; 24 saatte 10, 12.5, 15, 17.5, 20 ve 25 µl/l hava dozlarındaki ölümlerin %3.33, 8.33, 53.33, 80, 86.67 ve 96.67; 48 saatte, %1.67, 18.33, 58.33, 81.67, 93.33 ve 100; 72 saat maruz bırakma ve 7.5, 10, 12.5, 15, 20 µl /l hava dozlarındaki ölümlerin %18.33, 21.67, 61.67, 86.67 ve 98.33; 96 saatte, % 26.67, 31.67, 90, 96.67 ve 100 olduğu tespit edilmiştir.



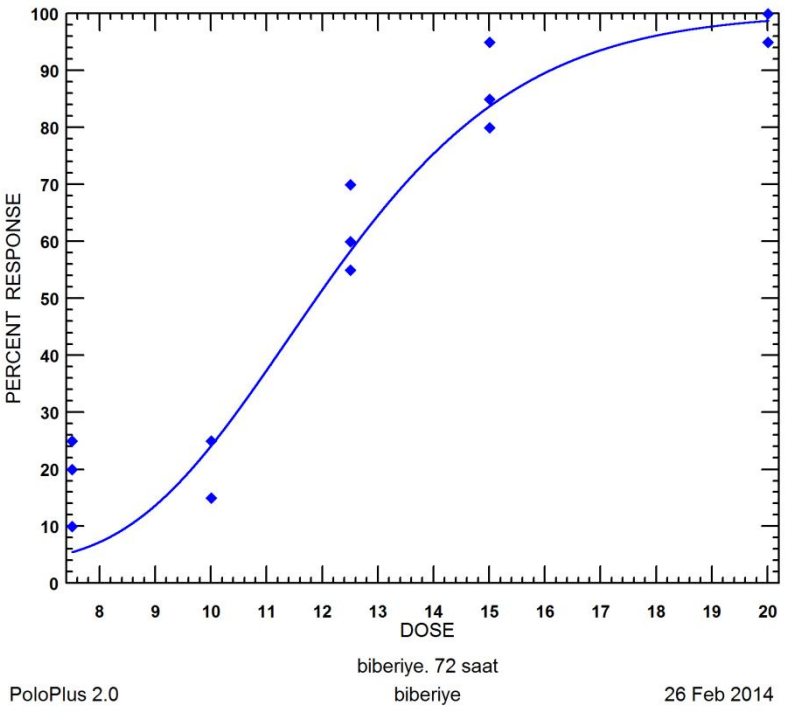
Şekil 4.16. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 12 saat maruz bırakma süresinin sonunda *Callosobruchus maculatus* erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları (%)



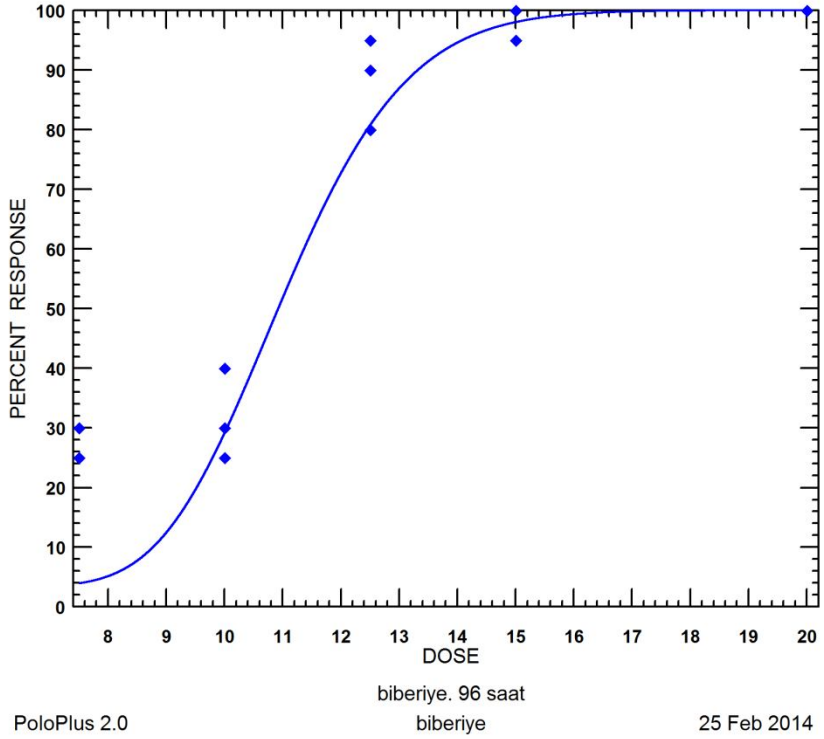
Şekil 4.17. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 24 saat maruz bırakma süresinin sonunda *Callosobruchus maculatus* erginlerinde meydana getirdiği oranları (%)



Şekil 4.18. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 48 saat maruz bırakma süresinin sonunda *Callosobruchus maculatus* erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları (%)



Şekil 4.19. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 72 saat maruz bırakma süresininin sonunda *Callosobruchus maculatus* erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları (%)



Şekil 4.20. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarının 96 saat maruz bırakma süresinin sonunda *Callosobruchus maculatus* erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları (%)

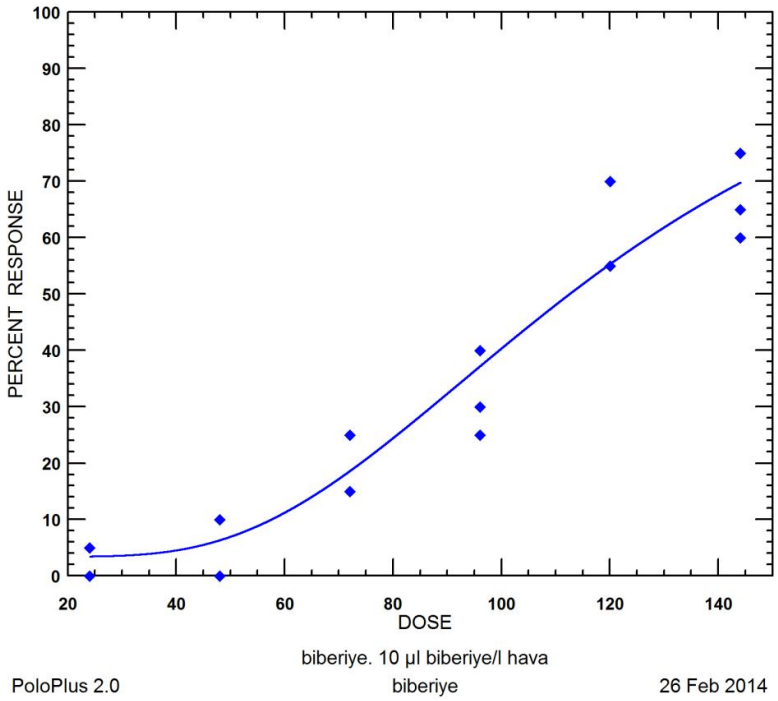
Erginlere karşı biberiye uçucu yağının 10, 15, 20 µl/l hava dozlarında ve farklı maruz bırakma sürelerindeki LT değerleri Çizelge 4.17'de verilmiştir. LT_{50} ve LT_{90} değerlerinin uygulama dozlarının artışıyla azaldığı, 10 µl/l hava'da 114.82 ve 208.45 saat; 15 µl/l hava'da 25.08 ve 51,92 µl/l hava; 20 µl/l hava'da 15.89 ve 35.95 saat olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.17. Biberiye uçucu yağının farklı dozlarına maruz bırakılan *Callosobruchus maculatus*'un erginlerinde LT_{50} ve LT_{90} değerleri

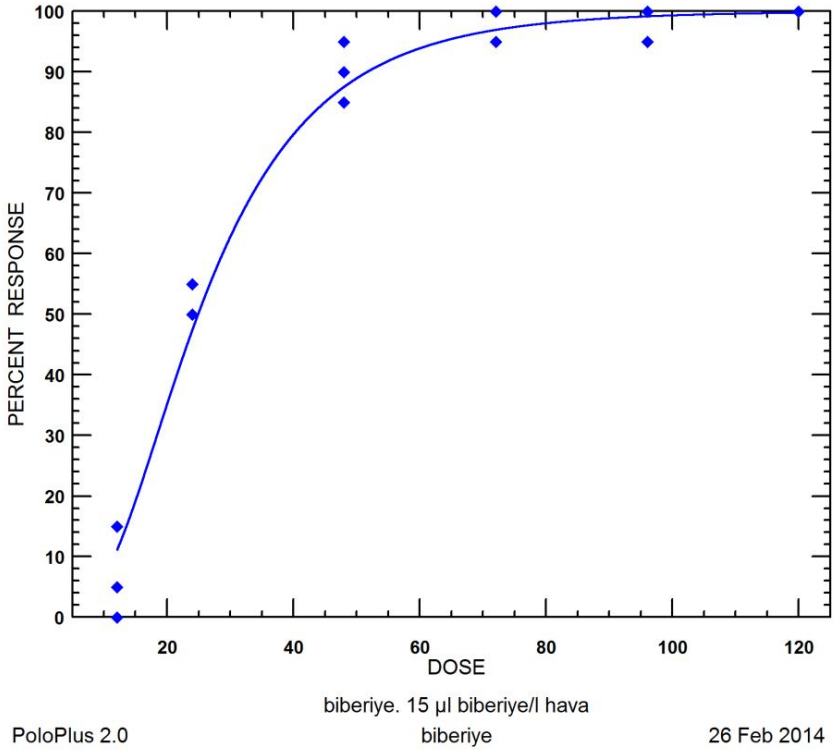
Dozlar (µl/l hava)	n[a]	Eğim±SH	LT_{50} (saat) (Alt-üst güven aralığı)[b]	LT_{90} (saat) (Alt-üst güven aralığı)[b]	λ^{2C}	SD	Heterojenite
10	420	4.95±0.69	114.82 (105.75-126.24)	208.45 (177.20-273.55)	1.39	16	0.71
15	360	4.05±0.37	25.08 (21.94-28.24)	51.92 (45.38-61.44)	4.84	16	0.93
20	360	3.62±0.36	15.89 (13.75-18.15)	35.95 (30.47-44.76)	7.96	13	0.62

[a]:Toplam test edilen birey sayısı
[b]: Alt üst güven aralığı (%95 önem seviyesinde)
[c]:Chi-square değeri

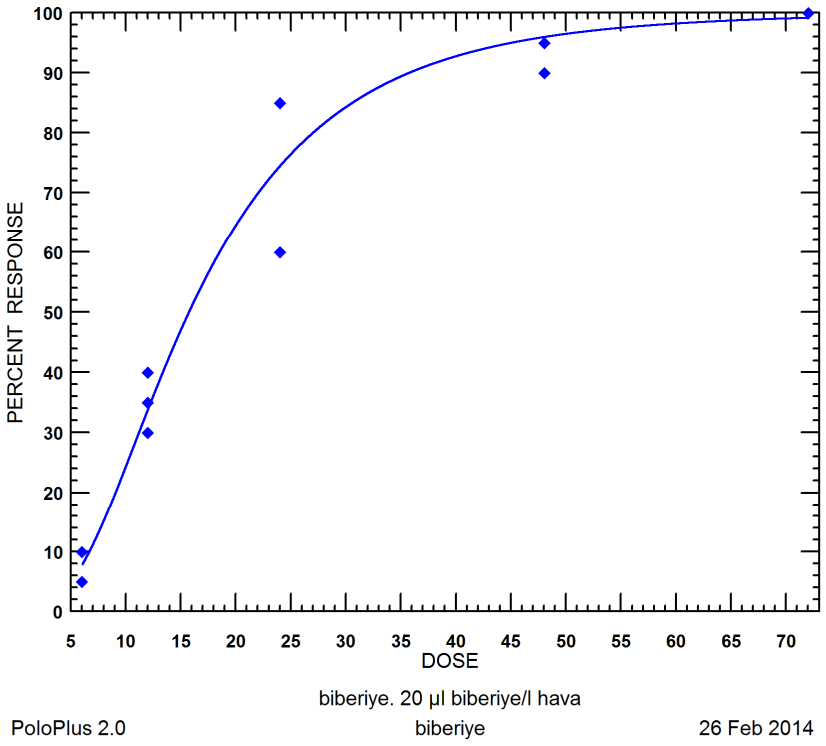
Callosobruchus maculatus'un 1 gün yaşındaki erginlerin, 10, 15 ve 20 µl/l hava dozlarındaki ve farklı maruz bırakma sürelerindeki (12, 24, 48, 72 ve 96 saat) ölüm oranlarının maruz bırakma sürelerine paralel olarak arttığı tespit edilmiştir. 10 µl/l hava dozunda ve 24, 48, 72, 96, 120 ve 144 saat maruz bırakma sürelerinde ölümlerin sırasıyla %1.67, 3.33, 21.67, 31.67,60 ve 66.67; 15 µl/l hava'da %12, 24, 48, 72, 96 ve 120 saatte %6.67, 53.33, 90, 96.67 ve 100; 20 µl/l hava'da %6, 12, 24, 48 ve 72 saatte, %6.67, 35, 76.67, 93.33 ve 100 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.21, 4.22, 4.23).



Şekil 4.21. Biberiye uçucu yağının farklı maruz bırakma sürelerinin 10 µl/l hava dozunda *Callosobruchus maculatus*'un erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları (%)



Şekil 4.22. Biberiye uçucu yağının farklı maruz bırakma sürelerinin sonunda 15 µl/l hava *Callosobruchus maculatus*'un erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları (%)



Şekil 4.23. Biberiye uçucu yağının farklı maruz bırakma sürelerinin sonunda 20 µl/l hava dozunda *Callosobruchus maculatus*'un erginlerinde meydana getirdiği ölüm oranları (%)

4.3. Biberiye Uçucu Yağı Buharının Nohuta Etkisi

4.3.1. Çimlenmesine etkisi

Çizelge 4.18. incelendiğinde biberiye uçucu yağının farklı dozlarına, farklı sürelerde maruz bırakılan nohutlardaki çimlenme yüzdelerinin istatistiksel olarak önemli (P>0.05) olmadığı tespit edilmiştir. Kontrolle, uçucu yağ buharına maruz bırakılan nohutların çimlenme açısından aralarında bir fark olmadığından dolayı biberiye uçucu yağının tohumluk olarak kullanılacak nohutlarda rahatlıkla kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18. Biberiye uçucu yağı buharına maruz bırakılan nohutların çimlenmesindeki % oranları

Dozlar (µl/l hava)	Nohutların Çimlenme Oranları (%) ± SH		
	Nohutların Biberiye Uçucu Yağına Maruz Bırakılma Süreleri (saat)		
	24	48	72
20	93.33±1.67 a^{ns}	98.33±1.67 a^{ns}	86.67±4.41 ab^{ns}
30	96.67±3.33 a	93.33±3.33 a	98.33±1.67 a
40	93.33±3.33 a	93.33±3.33 a	83.33±7.26 b
50	93.33±1.67 a	96.67±3.33 a	95.00±5.00 ab
60	98.33±1.67 a	95.00±2.89 a	96.67±1.67 ab
Pozitif Kontrol	91.67±1.67 a	96.67±1.67 a	96.67±1.67 ab
Negatif Kontrol	98.33±1.67 a	98.33±1.67 a	95.00±2.89 ab

ns: P>0.05 önemsiz. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında %5 önem seviyesinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.19. Biberiye uçucu yağı buharına maruz bırakılan nohutlarda çimlenmeye ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Doz (A)	6	343.651	57.275	2.005^{ns}
Zaman (B)	2	88.889	44.444	1.556^{ns}
A X B	12	461.111	38.426	1.345^{ns}
Hata	42	1200.00	28.571	

ns: P>0.05 önemsizdir.

4.3.2. Kokusuna etkisi

Biberiye uçucu yağı buharının nohutların kokusunda değişiklik meydana getirme oranının uygulanan dozlara göre değiştiği tespit edilmiştir. 24 ve 48 saat boyunca 60, 50 µl/l hava dozlarında aseton ve biberiye uçucu yağına maruz bırakılan nohut taneleri Duo-trio testine göre 5 paneliste koklandırılmış ve 5 kişinin 5'i de uçucu yağ buharına maruz bırakılmış nohutlarda baharat kokusu olduğunu söyleyerek % 100 olasılıkla standardımız olan kontrolden (hiçbirşey uygulanmamış) farklı bir kokuya sahip olduğunu, 40 ve 30 µl/l hava dozunda uçucu yağ buharına maruz bırakılan nohutlarda beş kişiden 4'ü % 80 olasılıkla aynı şekilde kontrolden çok farklı kokuya sahip olduğunu, 20 µl/l hava'da 5 kişiden 3'ü % 60 olasılıkla, 10 µl/l hava'da da 5 kişiden 2'si % 40 olasılıkla biberiye uçucu yağına maruz bırakılan nohutlarda standarttan farklı bir kokunun olduğunu belirtmişlerdir. Böylece uçucu yağ buharına maruz bırakılan nohutlarda muhakkak biberiyeye özgü bir kokunun kaldığı ancak koku şiddetinin dozların azalmasıyla azaldığı, maruz bırakma sürelerinin etkisi değerlendirildiğinde ise 24 ve 48 saat maruz bırakma süreleri arasında önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

4.3. Tartışma

Biberiye yapraklarından hidrodistilasyon yöntemiyle elde ettiğimiz uçucu yağda GC-MS analiziyle %25.67 borneol, %23.55 verbenone, %20.48 camphor, %6.20 linalool, %5.76 1,8-cineole, % 5.61 α-terpineol , %1.41 bornyl acetate, %1.38 α-pinene esas bileşikleri tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden ötürü de biberiye uçucu yağı *Callosobruchus maculatus*'un tüm gelişme dönemlerine karşı oldukça yüksek fumigant toksisite göstermiştir. Nitekim Papachristos ve ark. (2004)'nın yaptıkları çalışmada da üç farklı dönemde topladıkları biberiye bitkisinin yapraklarından elde ettikleri uçucu yağda camphor (%16.7-20.8) ve 1,8-cineol (%.3-17.3) bileşiklerinin baskın olduğunu bunları α-pinene, borneol, verbenone, limonene, linalool, camphene ve terpinen-4-ol bileşiklerinin takip ettiğini ve *Acanthoscelides obtectus* erginlerine karşı fumigant etkisi test edilen monoterpenoidlerden terpinen-4-ol, 1,8-cineol, verbenone ve camphor'un, en fazla aktif olan bileşikler olduğunu tespit etmişlerdir. Biberiye uçucu yağı içerisindeki bileşikler ve aralarındaki oranlar arasında bir takım farklılıklar mevcuttur bu da toplama zamanları ve toplanan yerlerdeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Başka bir çalışmada da Sivakumar ve ark. (2010), *C. maculatus'*un 1 günlük erginlerine karşı *Eucalyptus* spp. *Cymbopogon nardus* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Elettaria cardamomum* L. ve *Geranium* spp. uçucu yağlarının fumigant toksisite gösterdiğini, 24 saatteki LC_{50} değerlerinin sırasıyla 11.66, 16.25, 21.35, 22.07 ve 25.11 µl/l hava olduğunu tespit etmişlerdir.

Ketoh ve ark. (2005), *Cymbopogon schoenanthus* uçucu yağının, *Callosobruchus maculatus*'un börülce tohumları üzerine yeni bırakılmış yumurtalarının (yumurta bırakımından 1 gün sonra) ve yumurtadan yeni çıkmış henüz tohum içerisine giriş yapmamış larvalarının (yumurta bırakıldıktan 3 gün sonra) gelişimini 33.3 µl/l hava konsantrasyonunda 24 saat maruz bırakma süresinde %100 engellediğini, aynı dozda 48 saat maruz bırakma süresinde yumurta bırakıldıktan sonra 5. gündeki tohum içerisindeki ilk dönem ve ikinci dönem larvaların %100'nü öldürdüğünü, 10. gündeki üçüncü dönem larvaların %68'ni, 15. gündeki dördüncü dönem larvaların ve pupaların %45'ni öldürdüğünü tespit etmişlerdir.

Papachristos ve Stamopoulos (2002), *Acanthoscelides obtectus* larva ve pupalarına karşı en fazla toksisite gösteren uçucu yağın *L. hybrida* olduğunu, ilk dönem larvaların ilerleyen larva dönemlerine göre daha duyarlı olduğunu bununla birlikte tüm larva dönemlerinin pupalardan da daha duyarlı olduğunu, biberiye uçucu yağındaki

LC_{50} değerlerinin ilk dönem larvalarda 1.1 µl/l hava iken ikinci dönem larvalarda 2.2 µl/l hava ve 3-4. dönem larvalarda 10.6 µl/l hava, pupalarda ise 62.7 µl/l hava tespit etmişlerdir. Papachristos ve Stamopoulos (2004) başka bir çalışmalarında da *A. obtectus*'un yumurtalarına karşı aynı uçucu yağların fumigant toksisitelerinin yumurta yaşına ve uçucu yağa bağlı olarak değiştiğini, LC_{50} değerlerinin 1.3 ve 35.1 µl/l hava arasında olduğunu, 3 gün yaşından daha küçük yumurtaların ileri yaşlardaki (4 gün yaşından daha büyük yumurtalar) yumurtalardan daha fazla tolerans gösterdiğini tespit etmişlerdir. 24 saat boyunca *R. officinalis* uçucu yağına maruz bırakılan 0-3 gün yaşındaki yumurtalarda LC_{50} değerinin >250 µl/l hava'dan büyük olmasına karşın 4, 5 ve 6 gün yaşındaki yumurtaların LC_{50} değerlerinin sırasıyla 14.9, 3.7, 1.3 µl/l hava olduğunu belirlemişlerdir. Embriyonik gelişmenin ilerledikçe duyarlılığın daha fazla arttığını, 8. günde yumurtalarının açılmaya başladığı *A. obtectus* yumurtalarında, uçucu yağ buharının etkilediği zamanın yumurtanın bırakıldığı andan itibaren 4. günün (yumurta içerisinde embriyonun gözlenebildiği) kritik nokta olduğunu çünkü uçucu yağ ve monoterpenoid gibi bileşiklerin nörotoksin gibi işlev görebilmesi için hedef sinir sisteminin gelişmeye başladığında ancak ovicidal etkinin meydana gelebileceğini ayrıca chorion ve vitelline zarının geçirgenliğinin embriyonun gelişmesi boyunca değiştiğinden dolayı ileri yaşlardaki yumurtalara uçucu yağ buharı difüzyonun kolaylaşacağını, fiziksel ve biyokimyasal süreçlerin daha fazla etkilenebileceğinin mümkün olabileceğini ifade etmişlerdir. Risha ve ark. (1990), *Acorus calamus* bitkisinin rizomlarından elde ettikleri uçucu yağın depolanmış ürün zararlılarından *Stophilus granarius* L., *Stophilus oryzae* L., *Tribolium confusum* J. ve *Callosobruchus chinensis* L. türlerinin ergin öncesi dönemlerine karşı toksik etkilerini inceledikleri çalışmada en fazla duyarlılığa sahip olan türün *C. chinensis* yumurtalarında olduğunu bunu *S. granarius* ve *S. oryzae*'nin takip ettiğini fakat *T. confusum* yumurtalarını hiç etkilemediğini tüm durumlarda genç embriyonik dönemlerin ileriki dönemlerden daha duyarlı olduğunu larva ve pupa dönemlerinde fark edilebilir hiç bir duyarlılık olmadığını tespit etmişlerdir. Saraç ve Tunç (1995), konsantrasyonlar ve maruz bırakma süreleri açısından değerlendirdiklerinde *Ephestia kuehniella* yumurtalarının son dönem larvalardan daha az tolerans gösterdiğini, *Tribolium confusum* yumurtalarının erginlerden daha fazla tolerans gösterdiğini tespit etmişlerdir.

El-Nahal ve ark. (1989), *C. chinensis'*in genç embriyonik dönemlerinin uçucu yağ buharına ileriki dönemlerden daha duyarlı olduğunu belirtmişlerdir.

Karcı (2006)'da bitkisel kökenli bazı uçucu yağların *T. confusum*'un tüm gelişme dönemlerine karşı fumigant etkisini incelediği çalışmada her bir uçucu yağın böceğin farklı gelişme dönemlerine karşı farklı toksisite gösterdiğini, sadece sarımsak ve soğanın tüm gelişme dönemlerine karşı oldukça yüksek fumigant etki gösterdiğini LT_{90} değerleri dikkate alındığında gelişme dönemlerinin hassasiyet sıralamasının yumurta>ergin> pupa> larva şeklinde olduğunu gözlemlemiştir.

Nitekim bu çalışmada da gelişme dönemlerinin biberiye uçucu yağı buharına karşı hassasiyet sıralamasının 1 günlük erginler > genç larvalar > yumurtalar > yaşlı larvalar > pupalar şeklinde olduğundan sonuçların benzerlik gösterdiği diğer çalışmalar arasındaki farklılığın da uygulanan zararlının türünden, uçucu yağ çeşidinden, uçucu yağın toplanma yerinden, zamanından dolayı da içerdiği bileşiklerden ve maruz bırakma sürelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmanın ikinci kısmında da biberiye uçucu yağ buharının nohutların kokusuna ve çimlenmesine olan etkileri incelendiğinde, biberiye uçucu yağı buharının nohut tanelerinin çimlenmesine olumsuz bir etkisinin olmadığı fakat kokusunda biberiyeye özgü bir koku bıraktığı tespit edilmiştir.

Rahman ve Talukder (2006), *Vigna mungo* tohumlarını 10 ml /kg tohum dozunda *Eucalyptus globules*, *Ipomoea sepiaria* K., *Azadirachta indica* yağlarıyla karıştırıp 2-3 saat kuruttuktan sonra tohumların uygulamadan 3 ay sonra bile, çimlenebildiğini, çimlenme kapasitesini etkilemediğini zararlı olan *Callosobruchus maculatus'un* bulaşmasını önlediğini tespit etmişlerdir. Tripathi ve ark. (2002) *Anethum sowa* (Hindistan dere otu) uçucu yağının ve bunun bileşenlerinin farklı karışımlarının *C. maculatus*'a karşı fumigant toksisitesini, ovisidal ve yumurtlamasını engelleyici etkilerini ve nohut tanelerinin çimlenmesine etkisini inceledikleri çalışmada 3 µl/ml dozunda erginlerde %100 ölüm meydana getirdiğini, 70 µl/ml konsantrasyonunda %100 ovisidal etki gösterdiğini, 10 µl/ml dozunda yumurtlamasını önlediğini, ne uçucu yağının ne de karışımlarının nohut tohumlarının çimlenmesini engellemediğini tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada da kekik, karanfil, nane, soya fasulyesi ve fıstık uçucu yağlarının hiçbirinin börülce tohumlarının çimlenmesini ve çıkışlarını engellemediği tespit edilmiştir (Kritzinger ve ark., 2002). Rahman ve Talukder (2002), Keita ve ark. (2001), farklı fesleğen uçucu yağlarından yapılan tozların *C. maculatus*'a karşı tamamen koruma sağlarken tohumların çimlenmesine önemli bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada da kullanılan biberiye uçucu yağının nohutların çimlenmesine olumsuz bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Rosmarinus officinalis (L.) (biberiye) bitkisinden elde edilen uçucu yağın *Callosabruchus maculatus*'a karşı fumigant etkilerinin ve nohut tanelerinin kokusuna ve çimlenme kapasitelerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre; biberiye uçucu yağının fumigant toksisitesinin böceğin biyolojik dönemine, uygulanan doza ve uçucu yağa maruz bırakma süresine bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir. Biberiye uçucucu yağı buharının nohut tanelerinin çimlenmesine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı ancak kokusunu maruz bırakma sürelerine ve uygulanan dozlara göre etkilediği tespit edilmiştir.

1 gün yaşındaki yumurtalarda 24 saatlik maruz bırakma süresinde en yüksek dozda (50 µl/l hava) %68.63 ölüm, 48 saatlik maruz bırakma süresinde %100 ölüm, 72 saatlik maruz bırakma süresinde 40 µl/l hava ve üzerindeki dozda %100 ölüm meydana gelirken 96 saatlik maruz bırakma süresinde 30 µl/l hava dozunda %89.22 ve üzerindeki dozlarda %100 ölüm meydana geldiği tespit edilmiştir.

İlk yumurta bırakımından itibaren 6. gündeki (yumurtadan yeni çıkmış larvalardaki) larvalarda 24 saat maruz bırakma süresinde en yüksek ölümlerin 50 µl /l hava dozunda %85.29 iken en düşük ölümlerin 10 µl/l hava'da %7.84 olduğu; 48 saat maruz bırakma süresinde en yüksek ölümlerin 40 ve 50 µl /l hava'da sırasıyla % 93.13 ve 100 iken, en düşük ölümlerin 10 µl/l hava'da %13.73 olduğu,72 saat maruz bırakma süresinde en yüksek ölümlerin 30, 40 ve 50 µl/l hava'da sırasıyla %89.22, 100 ve 100 iken en düşük ölümlerin 10 µl/l hava'da %33.33 olduğu, 96 saat maruz bırakma süresinde ise en yüksek ölümlerin 30 µl/l hava ve üzerindeki dozlarda %100 iken, en düşük ölümlerin ise 10 µl/l hava'da %45.10 olduğu belirlenmiştir..

İlk yumurta bırakımından itibaren 16. gündeki larvaların 24 saat maruz bırakma süresindeki en yüksek ölümlerinin 50 µl/l hava dozunda %35.29 iken, en düşük ölümlerin ise 10 µl/l hava dozunda %0 olduğu, 48 saat maruz bırakma süresinde en yüksek ölümlerin 50 µl /l hava'da %87.25 iken, en düşük ölümlerin 10 µl/l hava'da %2.94 olduğu, 72 saat maruz bırakma süresinin sonunda en yüksek ölümlerin 40 ve 50 µl/l hava'da sırasıyla %90.19 ve 97.06, en düşük ölümlerin 10 µl/l hava'da %5.88 olduğu, 96 saat maruz bırakma süresinde ise en yüksek ölümlerin 40 ve 50 µl/l hava'da sırasıyla %93.14 ve 100 iken, en düşük ölümlerin 10 µl/l hava'da %8.82 olduğu tespit edilmiştir.

1 gün yaşındaki erginlerin 12 saat maruz bırakma süresindeki en yüksek ölümlerinin 25µl/l hava dozunda %44.67 iken, en düşük ölümlerin ise 10 µl/hava'da %0 olduğu, 24 saat maruz bırakma süresindeki en yüksek ölümlerin 20 ve 25 µl/l hava'da sırasıyla %86.67 ve 96.67 iken, en düşük ölümlerin 10 µl/l hava'da %1.67 olduğu, 48 saat maruz bırakma süresinde en yüksek ölümlerin 20 ve 25 µl/l hava dozlarında sırasıyla 93.33 ve 100 olduğu, en düşük ölümlerin 10 µl/l hava'da %3.33 olduğu, 72 saat maruz bırakma süresinde en yüksek ölümlerin 15 ve 20 µl/l hava'da %86.67 ve 98.33 iken, en düşük ölümlerin 7.5 µl/l hava'da %18.33 olduğu, 96 saat maruz bırakma süresinde en yüksek ölümlerin 15 ve 20 µl/l hava'da sırasıyla 96.67 ve 100 iken en düşük ölümlerin 7.5 µl/l hava'da %26.67 olduğu tespit edilmiştir.

1 gün yaşındaki erginlere uygulanan dozlar dikkate alındığında uygulanan dozların konsantrasyonu arttıkça maruz bırakma sürelerinin kısaldığı belirlenmiştir. 10 µl/l hava dozunda en yüksek ölümlerin 144 saat maruz bırakma süresinde %66.67 iken, en düşük ölümlerin 24 saat maruz bırakma süresinde %1.67 olduğu, 12.5 µl/l hava dozunda en yüksek ölümlerin 120 saat maruz bırakma süresinde %93.33 iken, en düşük ölümlerin 24 saat maruz bırakma süresinde %8.33 olduğu, 15 µl/l hava dozunda en yüksek ölümlerin 96 ve 120 saat maruz bırakma süresinde sırasıyla %96.67 ve 100 iken, en düşük ölümlerin 12 saat maruz bırakma süresinde %6.67 olduğu, 17.5 µl/l hava dozunda en yüksek ölümlerin 96 saat maruz bırakma süresinde %98.33 iken, en düşük ölümlerin 6 saat maruz bırakma süresinde %6.67 olduğu, 20 µl/l hava dozunda en yüksek ölümlerin 48 ve 72 saat maruz bırakma süresinde %93.33 ve 100 iken, en düşük ölümlerin 6 saat maruz bırakma süresinde %6.67 olduğu tespit edilmiştir.

Biberiye uçucu yağının *C. maculatus*'un tüm biyolojik dönemlerine karşı fumigant etki testlerinde uygulanan dozlar ile maruz bırakma sürelerinin arasındaki interaksiyonun istatistiksel olarak ($P<0.001$) önemli olduğu tespit edilmiştir.

C. maculatus'un tüm biyolojik dönemlerine biberiye uçucu yağının fumigant toksisitesi değerlendirildiğinde en hassas dönemin erginlerde olduğu bunu sırasıyla genç larvalar > 1 gün yaşındaki yumurtalar > yaşlı larvalar > pupaların takip ettiği tespit edilmiştir.

Biberiye uçucu yağı buharına maruz bırakılmış nohut tanelerinin evlerde besin olarak tüketiminin mümkün olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan bu duyusal analiz testinin sonucunda biberiye uçucu yağı buharının, kokusunda biberiyeye özgü bir koku bıraktığı ve bu kokunun şiddetinin uygulanan dozlara göre değiştiği tespit edilmiştir.

5.2. Öneriler

Depo zararlılarıyla mücadelede uzun yıllardan beri devam eden ve son yıllarda yoğunlaşan sentetik pestisitlerin kullanımı ekolojik dengeyi bozarak doğal hayatı ve insan sağlığını tehdit eder duruma gelmiştir. Yapılan araştırmalarda hedef zararlılarda direnç geliştirdiği, hedef olmayan canlıları etkilediği, çevrede ve ürünlerde kalıntı bıraktığı tespit edilmiştir. Bu durum tarımda alternatif mücadele arayışını hızlandırmış ve bitkisel kökenli bileşiklerin çevreye ve hedef olmayan organizmalara etkilerinin az ya da hiç olmadığı ve birçok zararlı türüne karşı değişik şekillerde birçok araştırıcı tarafından ortaya konmuştur ve bundan dolayı da mücadelede kullanımı son yıllarda önemli hale gelmiştir. Bundan da ötürü son yıllarda biyolojik aktivite gösteren bileşiklerin tespit edilmesi ve zararlıdaki ve ürünlerdeki etkilerinin tespit edilmesi ve uygun formülasyon tipinin belirlenmesi ve depo ile arazi şartlarında denenmesi gibi çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Çalışmada biberiye uçucu yağının *C. maculatus*'a karşı fumigant etki gösterdiği ve bu fumigant etkisinin böceğin biyolojik dönemlerine, uygulanan dozlara ve maruz bırakma süresine göre değiştiği, nohut tanelerinin çimlenme kapasitesinde olumsuz bir etkisinin olmadığı ancak kokusunda biberiyenin içerisindeki bileşenlerden dolayı biberiyeye özgü bir koku bıraktığı tespit edilmiştir.

Özellikle nohut taneleri içerisine yeni giriş yapmış larvalara biberiye uçucu yağının fumigant toksisitenin yüksek olması nedeniyle larvalar taneler içerisinde beslenememekte ve gelişimini sürdürememektedir. Bu durumda bu zararlının her aşamasında etkili bir şekilde kimyasal fumigantlar kullanılmadan başarılı bir mücadele yapılmış olmaktadır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar bundan sonra bitkisel uçucu yağlarla yürütülecek daha detaylı çalışmalara önemli bir veri kaynağı oluşturacak ve sonuçların pratiğe aktarılmasına, özellikle de sentetik fumigantlara alternatif biyopestisitlerin geliştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Günümüzde oranik tarım ve iyi tarım uygulamaları çerçevesinde bitkisel preparatlar üzerinde yapılan çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu konuda araştırmaların devam ettirilmesi ve formülasyonlar üzerinde yapılacak çalışmalar önemlidir.

KAYNAKLAR

Abdel Salam, O.M.E., 2010, Fumigant toxiciyt of seven essential oils against the cowpea weevil, *Callosabruchus maculatus* (F.) and the rice weevil, *Sitophilus oryzae*, *Egypt. Acad. J. Biolog.Sci.* 2(1),1-6.

Altundağ, Tomris, 1993, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın No:28.

Alicia, K., Philips and Arthur, G. Appel, 2010, Fumigant toxicity of essential oils to the German Cockroach (Dictyoptera: Blattellidae), *Journal of Economic Entomology*, 103(3), 781-790.

Anonim, 2014a, Yemeklik tane baklagiller. www.ziraattube.com/m/1402/yemeklik tane baklagiller.html [Ziyaret tarihi:10.04.2014]

Anonim, 2014b, Baklagil raporu, www.bakliyat.web.tr/bakliyat-turleri/bakliyat-raporu.html . [Ziyaret tarihi:15.04.2014]

Anonim, 2014c, http://www.sifali.org/biberiye-bitkisi-ve-biberiye-yagi-faydalari.html. [Ziyaret tarihi: 20.05.2014]

Anonymous, 2014. www.itis.gov/servlet/.../SingleRpt?search..
[Ziyaret tarihi:03.02.2014]

Aslan, I., Kordali, S., Çalmaşur, O., 2005, Toxicity of the vapours of *Artemisia absinthum* essential oils to *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* (Genn.), *Fresen. Environ. Bull.,* 14, 413-417.

Ayvaz, A., Sagdıç, O.,Karabörklü, S., Öztürk, İ. 2010, Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored – product insects, *Journal of Insect Science*, 10(21),13 pp.

Baidoo, P.K., Mochiah, M.B. and Owusu-Akyaw, M., 2010, The effect of time of harvest on the damage caused by the cowpea weevil *Callosabruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae), *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 1(3), 24-28.

Baier, H. and B.D. Webster, 1992, Control of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) in *Phaseolus vulgaris* L. seed stored on small farms- II. Germination and Cooking Time, *Journal of Stored Product Research,* 28, 295-298.

Baysal, Ö., 1997, Determination of micro-organisms decomposing essential oils f *Thymbra spicata* L. var.*spicata* and effect of these micro-organisms on some soil-borne pathogens, Yüksek Lisans Tezi, *Akdeniz Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü*, Antalya.

Boxall, R.A., 2001, Post-harvest losses to insect-a world overview. *Internatıonal Biodeterioration and Biodegration,* 48,137-152.

Charles, W. Fox and Tatar M., 1994, Oviposition substrate affects adult mortality, independent of reproduction, in the seed beetle *Callosobruchus maculatus, Ecology Entomology*, 19,108-110.

Çam, H., Karakoç, Ö. C., Gökçe, A., Telci, İ. ve Demirtaş, İ., 2012, Farklı nane türlerine ait klonların uçucu yağlarının buğday biti [*Sitophilus granarius* L. (Coleoptera: Curculionidae)]'ne fumigant etkisi, *Türkiye Entomoloji Dergisi,* 36(2), 255-263.

Çetin, H., M. Uysal, Ö. Alaoğlu ve A. Şahbaz, 2009, Asetonun Fasulye tohumböceği [*Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae)] erginlerine fumigant etkisi. *Türkiye Entomoloji Dergisi,* 33 (1), 23-30.

Çetin, H.,Uysal, M., Şahbaz, A., Alaoğlu, Ö., Akgül, A.,Özcan, M., 2011, Tıbbi ve aromatik bitki uçucu yağlarının fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say) (Coleoptera: Bruchidae) erginlerine fumigant etkileri, *Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri*, 28-30 Haziran, Kahramanmaraş.

Douiri, L.F., Boughdad A., Alaoui, M. H., Moumni, M., 2014, Bilogical activity of *Rosmarinus officinalis* essential oils against *Callosabruchus maculatus*, (Coleoptera, Bruchinae), *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare,* 4(2), 2224-3208.

El- Nahal, A.K.M., Schmidt, G.H. and Riska, E.M., 1989, Vapours of *Acorus calamus* oil- a space treatment for stored-product insects, *Journal of Stored Products Research,* 25, 211-216.

El-Salam, A.M.E., 2010, Fumigant toxicity of seven essential oils against the cowpea weevil, *Callosabruchus maculatus* (F.) and the rice weevil, *Stophilus oryzae* (L.), *Egypt. Acad. J.. Biolog. Sci*., 2(1), 1-6.

Elsheikh, E.A.E. and Mohamedzein, E.M.M.,1998, Effects of biological, organic and chemical fertilizers on yield, hydration coefficient, cookability and mineral composition of groundnut seeds, *Food Chemistry*, 63(2), 253-257.

Erler, F., Erdemir T., Ceylan F. O., Toker, C., 2009, Fumigant toxicity of essential oils and their binary and tertiary mixtures against the pulse beetle, *Callasobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae), *Fresenius Environmental Bulletin* 18(6), 975-981.

Fao, 2012, Faostat-agriculture, www.fao.org/statics/en/ [Ziyaret tarihi:03.03.2014]

Ferizli, A.G.and Emekçi M., 2000, Carbon dioxide fumigation as a Methyl bromide alternative for the dried fig industry, Annual international research conference on methyl bromide alternatives and emissions reductions. November 6-9, 2000, Orlando, Florida, proceedings book, 81-1.

Gachkar , L., Yadegari, D., Rezaei, M.B., Taghizadeh, M., Astaneh, S.A., Rasooli, I., 2007, Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils, *Food Chemistry*, 102,898-904.

Gülbaba, A. G., Özkurt, N., Kürkçüoğlu, M., Başer K.H.C., 2002, Mersin ve Adana yöresindeki doğal biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) popülasyonlarının tespiti ve uçucu yağ verim ve bileşimlerinin belirlenmesi, *Orman Bakanlığı Yayın No:193, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayın No:25.*

Isman, M. B., 2000, Plant essential oils for pest and disease manegement, *Crop Protection*, 19, 603-608.

Işıkber, A. A., Alma, M.H., Kanat, M. ve Karcı, A., 2006, Fumigant toxicity of essential oils from *Laurus nobilis* ve *Rosmarinus officinalis* against all life stages of *Tribolium confusum*, *Phytoparasitica*, 34(2), 167-177.

Kalemba, D. Kunicka, A., 2003, Antibacterial and antifungal properties of essential oils, *Current Medicinal Chemistry,* 10(10), 813-829.

Karabörklü, S., Ayvaz, A., Yılmaz, S. ve Akbulut, M., 2011, Chemical composition and fumigant toxicity of some essential oils against *Ephestia kuehniella, Journal of Economic Entomology* 104(4), 1212-1219.

Karaca, M., 2010, Konya yöresinde buğday ekim alanlarında sorun olan Gökbaş (*Centaura depressa* Bieb.) ve Kokar ot (*Bifora radians* Bieb.)'un ekonomik zarar eşiklerinin saptanması üzerine araştırmalar, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 28.

Karcı, A., 2006, Bitkisel kökenli bazı uçucu yağların kırma un biti, *Tribolium confusum* du Val, (Col.: Tenebrionidae)'un tüm gelişme dönemlerine karşı fumigant etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Kahramanmaraş, 1-2.

Keita, S.M., Charles, V., Schmit, J-P., Arnason, J.T., Belanger, A., 2001, Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosabruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Bruchidae], *Journal of Stored Products Research,* 37(4), 339-349.

Kellouche, A., Ait-Aider, F.,Ladaoui, K., Moula, D., Ouendi, K. Hamadi, N., Ouramdane, A., Frerot, B.,Mellouk, M., 2010, Biological activity of ten essential oils against cowpea beetle, *Callosabruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Bruchidae), *International Journal of Integrative Biology,* 10 (2), 86-89.

Ketoh, G.K., Koumaglo, H.K., Glitho, I.A., 2005, Inhibition *Callosabruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil exracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae), *Journal of Stored Products Research*, 41, 363-371.

Khani, A. and Asghari, J., 2012, Insecticide activity of essential oils of *Mentha longifolia, Pulicaria gnaphalodes* and *Achiilea wilhelmsii* against two stored product pests, the flour beetle, *Tribolium castaneum* and the cowpea weevil, *Callasobruchus maculatus*, *Journal of Insect Science*, 12(73).

Kordali, S., Kotan, R., Mavi, A., Cakır, A., Ala, A., and Yildirim, A., 2005, Determination of the chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of *Artemisia dranunculus* and of the antifungal and antibacterial activitie of *Turkish Artemisia absinthum, A. dranunculus, Artemisia santanicum and Artemisia spicigera* essential oils, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(24), 9452-9458.

Kordali, S., Aslan I., Çalmaşur, Ö. ve Çakır, A., 2006, Toxicity of essential oils isolated from three *Artemisia* species and some of their major compenents to granary weevil, *Stophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), *Industrial Cops and Products,* 23(2), 162-170.

Kritzinger, Q. Aveling, T.A.S. and Marasas,W.F.O., 2002, Effects of essential plant oils on storage fungi, germination and emergence of cowpea seeds, *Seed Science and Technology*, 30, 609-619.

Kuz, V. Ö., 2012, Drog yaprak verimi ve uçucu yağ oranına sahip biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Hatlarının geliştirilmesi, (Tübitak-TOVAG) Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.

Lee, B-H., Choi, W-S., Lee, S-E., Park, B-S., 2001, Fumigant toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* L., *Crop Protection* 20(4), 317-320.

Lee, S., Peterson, C.J., Coats, J.R., 2003, Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects, *Journal of Stored Products Research*, 39, 77-85.

LeOra Software, 1994, Polo-PC a user's guide to Probit or Logit analysis, 1119 shattuck Avenue, Berkeley, CA, 94707.

Mahfuz, I. ve Khalequzzaman, M., 2007, Contact and fumigant toxicity of essential oils against *Callosabruchus maculatus, Univ. J. Zool. Rajshahi Univ*. (26), 63-66.

Mahmoudvand M.,Abbasipour H., Hosseinpour M. H.,Rastegar F. ve Basij M., 2011a, Using some plant essential oils as natural fumigants against adults of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), *Munis Entomology and Zoology*, 6(1), 150-154.

Mahmoudvand M., Abbasipour H., Basij M., Hosseinpour M. H., Rastegar F. ve Nasiri M.B., 2011b, Fumigant toxicity of essential oils on adults of some stored- product pests, *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71(1), 83-89.

Miresmailli, S., Braudbury, R. ve Isman, M., 2006, Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against

Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants, *Pest Management Science*, 62, 366-371.

Moravvej, G., Hassanzadeh-Khayyat and Abbar, S., 2010, Vapor activity of essential oils exracted from fruit peels of two *Citrus* species against adults of *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Bruchidae), *Türk. Entomol. Derg.,* 34(3), 279-288.

Negahban, M., Moharramipour, S. and Sefidkon, F., 2007, Fumigant toxicity of essential oil from *Artemisia sieberi* Besser against three stored-product insects, *Journal of Stored Products Research*, 43(2), 123-128.

Nerio, L.S. and Olivero-Verbel, J.,2010, Repellent activity of essential oils, Bioresource Technology, 101(1), 372-378.

Nwanze, K.F., Horber, E., 1975, Laborayory techniques for screening cowpeas for resistance to *Callosabruchus maculatus* F. Environ. Entomol., 4, 415-419.

Ofuya, T.I., O.F. Olotah and O.J. Ogunsolo, 2010, Fumigant toxicity of crushed bulbs of two *Allium* species to *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae), *Chilean J. Agric. Res*., 70, 510-514.

Papachristos, D.P. and Stamopoulos, D.C., 2002, Toxicity of vapours of three essential oils to the immature stages of *Acanthoscelides obtectus* (say) (Coleoptera: Bruchidae), *Journal of Stored Products Research,* 38(4), 365-373.

Papachristos, D.P. and Stamopoulos, D.C., 2004, Fumigant toxicity of three essential oils on the eggs of *Acanthoscelides obtectus* (say) (Coleoptera: Bruchidae), *Journal of Stored Products Research,* 40(5), 517-525.

Pattnaik, S., Subramanyam, V.R., Bapaji, M. and Kole, C. R., 1997, Antibacterial and antifungal activity of aromatis constituents of essential oils, *Microbios*, 89, 39-46.

Raja, N., Albert, S., Ignacimuthu, S., Dorn, S. 2001, 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.

Rahman, A. and Talukder F. A., 2006, Bioefficacy of some plant derivatives that protect grain against the pulse bettle, *Callosobruchus maculatus*, Journal of insect science 6(3).

Regnault Roger, C., Hamraoui, A., Holeman, M., Theron, E., Pinel, R., 1993, Insectisidal effects of essential oils from mediterranean plant upon *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae), A pest of kidney bean (*Phaseolus vulgaris*), *Journal of Chemical Ecology*, 19, 1233-1244.

Regnault-Roger, C. ve Hamraoui, A.,1994, Inhibition of reproduction of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera) a kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) bruchid, by aromatic essential oils, *Crop Protection*, 13(8), 624-628.

Regnault –Roger C. and Hamraoui A., 1995, Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpens on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), a bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.), *Journal of Stored Products Research*, 31(4), 291-299.

Risha, E.M., El-Nahal, A.K.M., Schmidt, G.H., 1990, Toxicity of vapours of *Acorus calamus* L. oil to the immature stages of some stored- product Coleoptera, *Journal of Stored Products Research* , 26(3),133-137.

Rozman, V., Kalinovic I., Korunic, Z., 2006, Toxicity of naturally occurring compounds of Lamiaceae and Lauraceae to three stored- product insects, *Journal of Stored Products Research,* 43(4), 349-355.

Sarac, A. ve Tunç, I., 1995, Toxicity of essential oil vapours to stored product insects, *Zeitschrift Fuer Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 102:69-74.

Shaaya, E., Ravid, U., Paster, N., Juven, B., Zisman, U., Pissarev, V., 1991, Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects, *Journal of Chemical Ecology*, 17(3), 449-504.

Sivakumar , C., Chandrasekaran S., Vijayaraghavan C., ve Selvaraj S., 2010. Fumigant toxicity of essential oils against pulse beetle, *Callosabruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), *Journal of Biopesticides* 3(1 Special Issue) 317-319.

Stamopoulos, D.C., Damos, P. and Karagianidou, G., 2007, Bioactivity of five monoterpenoid vapours to *Tribolium confusum* (du Val) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Journal of Stored Products Research* 43(4), 571-577.

Stolk, C., Stein, A.,Slumpa, S.B., Tiase, S.K., Huis, A., 2001, Exploring the foraring environment of a natural enemy of *Callosobruchus maculatus*: Spatial egg distribution in stored cowpea, *Entomologia Experimentalis et Applicata,* 101, 167-181.

Suthisut, D., Fields, P.G., Chandrapatya, A., 2011, Fumigant toxicity of essential oils from three Thai plants (Zingiberaceae) and their compounds against *Sitophilus zeamais, Tribolium castaneum* and two parasitoids, *Journal of Stored Products Research*, 47, 222-230.

Şehirali, S., 1988, Yemeklik dane baklagiller. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 1089, 314s. Ankara.

Taiwo, K. A., Akanbi, C. and Ajibola, O.O., 1997, The effects of soaking and cooking time on the cooking properties of two cowpea varieties, *Journal of Food Engineering,* 33, 337-346.

Theou, G., Papachristos, D.P. ve Stamopoulos, D.C., 2013, Fumigant toxicity of essential oils to the immature stages and adults of *Tribolium confusum*, *Hellenic Plant Protection Journal*, 6: 29-39.

Topuz, E. ve Madanlar, N., 2011, Bazı bitkisel kökenli uçucu yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval, 1867) (Acari: Tetranychidae) üzerine kontakt ve repellent etkileri, *Türk. Entomol. Bült*., 1(2), 99-107.

Tripathi, A.K., Prajapati, V., Aggarwal, K. K., ve Kumar, S., 2001, Insecticidal and ovicidal activity of essential oil of *Anethum sowa* Kurz against *Callosabruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae), *Insect Sci. Applic*., 21(1), 61-66.

Tripathi, A.K., Prapajati,V., Ahmad, A., Aggarwal, K.K., Khanuja, S.P.S., 2002, Bioactivities of the leaf essential oil of *Curcuma longa* (var. ch-66) on three species of stored-product beetles (Coleoptera), *Journal Ecomomic Entomology*, 95(1), 183-189.

Tunç, İ., Berger, B. M., Erler, F., Dağlı, F., 2000, Ovicidal activity of essential oils from five plants two stored products insects, *Journal of Stored Products Research*, 36(2), 161-168.

Tüik, 2009, Bitkisel üretim istatikleri, www.tuik.gov.tr/preTablo.do?alt_id=1001. [Ziyaret tarihi: 04.04.2014]

Tüik, 2013, Bitkisel üretim istatikleri, tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul. [Ziyaret tarihi: 04.04.2014]

Unep, 1995, Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer, *1994 report of the methyl bromide technical options committee.* 1995 assessment. Unep, Nairobi, Kenya 304pp.

Wang, W., Wu, N., Zu, Y.G. and Fu, Y.J., 2008, Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to its main components, *Food Chemistry,*3(1), 1019-1022.

Yang, R.L., 2004, Egg laying decisions by the bean weevil *Callosobruchus maculatus, Ecological Entomology* 13, 107-118.

Yıldırm, E.,Özbek, H., Aslan,İ., 2001, Depolanmış ürün zararlıları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:191,117s. Erzurum.

Zettler, J. L. 1982, Insecticide resistance in selected stored product insects infesting peanuts in the South- eastern United States, *Journal Economic Entomology,* 75, 359-362.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Melek GÜDEK
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Meram 20.08.1989
Telefon : 05516032951
Faks :
e-mail : melek_2007@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	**Zeki Özdemir Lisesi Meram, Konya**	**2007**
Üniversite	:	**Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya**	**2011**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya**	**Devam ediyor**
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER: İngilizce