

Bitkisel Kökenli Bazı Yağların ve Bileşenlerin Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* L.), (Col.: Chrysomelidae)'nın Larvalarına Karşı Toksik Etkisi

Toxic Effects of Some Plant Derived Oils and Components Against Larvae of Colorado Potato Beetle (Leptinotarsa decemlineata L.), (Col.: Chrysomelidae)

Emine Keskin Öztekin², Ali A. Işıkber¹, M. Kubiay Er¹, Hasan Tunaz^{1*}

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye

Öz

Bu çalışmada farklı bitkilerden farklı yöntemler ile elde edilen 7 bitkisel kökenli yağ ve bileşenlerin (*Citronella*, *carvacrol*, *eugenol*, *linalol*, *biberiye*, *kekik*, *sarımsak*) daldırma yöntemi kullanılarak *Leptinotarsa decemlineata* L.'nin larvalarına toksisitesi araştırılmıştır. Bu yağ ve bileşenlerden patates böceği larvalarına 100 µL/ 10 mL sabit konsantrasyonda *carvacrol*, *kekik* ve *eugenol* uygulamadan 72 saat sonra % 70–100 larva ölümüne neden olurken, diğer yağ ve bileşenler daha düşük larva ölümüne sebep olmuştur. Ayrıca bu üç yağ ve bileşende uygulama konsantrasyonu ve uygulama sürelerinin artışına bağlı olarak patates böceği larva ölümleri artmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre *L. decemlineata*'nın larva mücadelesinde *carvacrol* ve *kekik* yağının geliştirilerek ileride bio-insektisit olarak kullanılabilceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel kökenli yağ, *L. decemlineata*, Toksikite

Abstract

In this study, toxicity of seven plant oils and component derived different plant with different methods were tested against larvae of *L. decemlineata* using dipping methods. With dipping application method at a concentration of 100 µL/ 10 mL and 72 h application time caused 70-100 % larval mortality by thyme, eugenol and carvacrol. In the experiments, increasing application times and concentrations caused increasing larval mortality for tested carvacrol, thyme and eugenol. This study indicates that thyme oil and carvacrol can be used as a possible alternative for developing bio-insecticide controlling of *L. decemlineata*.

Keywords: Plant extract, *L. decemlineata*, Toxicity

1. Giriş

Tek yıllık kültür bitkilerimizden olan patates (*Solanum tuberosum* L.). çeşitli iklim bölgelerine kolaylıkla adapte olarak dünyanın hemen her yerinde başarıyla yetiştirilmekte ve besin kaynağı olarak da her geçen gün tüketimi artmaktadır. Yüksek oranlarda nişasta ve alkol içermesi nedeni ile hammadde olarak endüstride de kullanılmasının yanında, düşük kalitede olan patates yumruları ise hayvan beslemede kullanılmaktadır (Arioğlu 2002). Bu derece ekonomik açıdan önemli olan patates yetiştiriciliğinde çok sayıda bitki koruma sorunları ile karşılaşmaktadır. Bu

sorunların biriside zararlı kompleksidir. Nitekim dünyada patates üretiminde sorun olan 400'den fazla zararlı türünün saptanmış olması konunun ciddiyetini göstermektedir. Bu zararlı kompleksi içinde yer alan türler, bitkinin farklı fenolojik dönemlerinde zararlı olmaktadır.

Patates üretimini azaltan canlı faktörlerin başında Patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* L. (Coleoptera: Chrysomelidae), Patates yaprakbiti. *Aphis nasturtii* Kalt., *Macrosiphum euphorbiae* Thomas., *Myzus persicae* Sulz. ve *Aphis gossypii* Glov. (Homoptera: Aphididae), *Hyalesthes obsoletus* Sign. (Homoptera: Cixiidae), Patates güvesi *Scrobipalpa operculella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae), Thrips *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae), Kırmızı örümcek *Tetranychus cinnabarinus* Bois. (Acarina: Tetranychidae), Yaprak bitleri (Homoptera: Aphididae), Pis kokulu yeşil

*Sorumlu yazarın e-posta adresi: htunaz@ksu.edu.tr

Geliş tarihi / Received : 30.11.2016

Kabul tarihi / Accepted : 25.12.2016

böcek *Nezara viridula* L. (Heteroptera: Pentatomidae) ve Yaprak pireleri (Homoptera: Cicadellidae) gelmektedir (Kayapınar ve Kornoşor 1990).

Bu zararlıların en önemlilerinden biri olan *L. decemlineata* L. patates bitkisinin bütün toprak üstü organlarında zarar oluşturmaktadır. Bölgemizde de patates bitkisinin her dönemine zarar veren ve polifag zararlılardan olan *L. decemlineata* birinci ve ikinci larva döneminde bitkinin yaprak epidermisini yiyerek, özellikle üçüncü ve dördüncü larva dönemlerinde ise yaprağı tamamen yiyerek, hatta yumrularda galeriler açarak zarar vermektedir (Radcliffe 1982). Bitkinin fide döneminde verdiği zarar pek çok açıdan önemli olmaktadır. Bu denli zararlı olmasından dolayı bölgemizde bu zararlının mücadelesinde yoğun şekilde kimyasal ilaç kullanılmaktadır. Ancak, geniş spektrumlu sentetik insektisitlerin uzun süreli kullanılmasının çevre, insan sağlığı ve faydalı organizmalar üzerine çok zararlı etkileri ve bu böceğin sentetik insektisitlere yoğun dayanıklılık geliştirildiği bilinmektedir (Pimentel vd. 1992, Cox vd. 1995, Mansour vd. 2004). Bu nedenle, dikkatler sentetik insektisidlere alternatif olabilecek doğal pestisidler üzerinde toplanmış ve bitki ekstraktları ve fitokimyasalların keşfedilerek geliştirilmesi yönünde arayış içine girilmiştir (Feng ve Isman 1995, Wewetzer 1995, Momen vd. 1997, Gökçe vd. 2007, Rafiee-Dastjerdi vd. 2014).

Böcekler karşı test edilen semiokimyasallar arasında bitki ekstraktları, uçucu yağlar ve olerosinler bulunmaktadır. Bu maddeler böcekler üzerinde fümigant, kontakt insektisit, repellent (kaçırıcılık), attractant (çekicilik), yumurta bırakmayı ve yemeyi engelleyici etki gösterebilmektedir. Uçucu yağlar ve olerosinler yapılarında çoğunlukla terpenleri, benzen türevlerini, düz-zincirli ve çeşitli diğer birleşikleri içermektedir. Zararlı böcekler üzerindeki etkileri hakkında en fazla çalışılan grup terpen bileşikleridir. Özellikle monoterpeneoid bileşikler, böcekler üzerinde toksik olmaları ile repellent ve yemeyi engelleyici özelliklerinden dolayı potansiyel zararlı mücadele etmenleri olarak düşünülmüştür. Monoterpeneoidlerin bazı böcek zararlıları üzerine etkilerinin incelendiği laboratuvar çalışmaları, bu bileşiklerin ovisit, fümigant ve kontak insektisit gibi biyolojik aktivitelerini ortaya koymuştur (Lee vd. 2003, Sağlam ve Özder 2013, Rani 2014). Uçucu yağların bu özelliklerinden dolayı patates böceğinin mücadelesinde de bitkisel kökenli kimyasallarla birkaç çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan birisi; Domuz pıtrağı meyvesinin 1/6 oranında hazırlanmış su ekstraktının

patates böceğinin ergin ve larvalarına tarla koşullarındaki etkileri araştırılmıştır. Ekstraktın patates böceğinin ergin ve larvalarının beslenmesini engelleyip kaçırdığı tespit edilmiştir (Çetinsoy vd. 1998). Başka bir çalışmada ise, *Tanacetum vulgare* bitkisinden elde edilen 13 bileşiğin *L. decemlineata* 'nın popülasyonunu azaltmış ve repellent etki gösterdiği ortaya konmuştur (Panasiuk 1984). Diğer bir çalışmada ise, Geraniaceae familyasından olan bazı bitkilerden elde edilen bitki ekstraktları (*Pelargonium x hortorum*, *G. sanguineum*) patates böceği *L. decemlineata* erginlerine uygulanmış ve beslenmeyi engelleyici etki gösterdiği belirtilmiştir. *Pelargonium x hortorum* ekstraktının dişiler üzerinde üreme döneminin yavaşlamasına ve yumurta bırakmayı engellediği ortaya konulmuştur (Lamparski ve Wawrzyniak 2004). Tarla koşullarında yapılan çalışmada en yüksek etkiyi *Erodium cicutarium* ekstraktından elde edildiğini bildirilmiştir (Lamparski ve Wawrzyniak 2004). Başka bir çalışma ise, *Tanacetum vulgare* ve *Artemisia absinthum* bitkilerinden elde edilen bitki ekstraktları *Pieris brassicae*. *Leptinotarsa decemlineata* ve *Trialeurodes vaporariorum* böcekleri üzerinde test edilmiş ve böceklerin beslenme, davranış, gelişme ve ölümleri üzerine etkilerinin olduğunu ortaya konulmuştur (Ploomi vd. 2006). Umbelliferae familyasındaki bitkilerden elde edilen bitkisel ekstraktların *L. decemlineata* 'nın beslenme ve gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. *Foeniculum capillaceum*, *Archangelica officinalis*, *Carum carvi*, *Levisticum officinale* ve *Coriandrum sativum* ekstraktları uygulanmış ve kademeli olarak gelişmede yavaşlama belirlenmiş ancak en iyi ve hızlı etkinin *Carum carvi* ve *Archangelica officinalis* ekstraktlarında olduğu bildirilmiştir (Wawrzyniak ve Lamparski 2006). Bu çalışmalara benzer olarak Gökçe vd. (2007), patates yapraklarına *Bifora radians*, *Arcitium lapa*, *Xanthium strumarium*, *Verbascum songaricum* ve *Conium maculatum* 'dan elde edilen bitki ekstraktları uygulandığında patates böceği larvalarının bu yapraklar üzerinde beslenmediğini belirtmiştir. Aynı şekilde, Rafiee-Dastjerdi vd. (2014) yaptıkları çalışmada, *Mentha longifolia* ve *M. spicata* elde edilen bitki ekstraktları patates bitkisine uygulandığında patates böceği erginlerinin beslenmesini engellendiğini bildirmiştir.

Yapılan çalışmalar göstermiş ki genellikle bitki ekstraktları patates böceğine ya repellent etki göstermiş ya da bu böceğin beslenmesini engellemiştir. Yaptığımız bu çalışmada ise patates böceğinin larval mücadelesinde konvansiyonel ilaçlara alternatif olabilecek olan ve ticari olarak elde edilen bitkisel kökenli bio-insektisitlerin mortalite etkisi araştırılmıştır.

2. Gereç ve Yöntem

2.1. Gereç

2.1.1. Test Edilen Böcekler

Bu çalışmada önemli endüstri bitkilerinden patates bitkisinin ana zararlılarından biri olan, Coleoptera takımı Chrysomelidae familyasına ait *Leptinotarsa decemlineata*'nın larvaları ana materyal olarak kullanılmıştır. Zararlı etmenler Kahramanmaraş İl'i Göksun İlçe'si patates tarlalarından toplanmıştır.

Araziden toplanan böcekler 5 lt. lik plastik kutularda taze patates yaprağı veya dilimlenmiş patates yumrusu ile beslenerek 25±3 °C de % 45±5 nem seviyesinde iklim odasında muhafaza edilmiştir. Uygulamalar esnasında ise larvalar 200 mL lik plastik kutular içerisinde kurutma kâğıdı ve taze besin kullanılarak muhafaza edilmiştir.

2.1.2. Test Edilen Yağ ve Bileşenler

Kullanılan yağ ve bileşenler (Çizelge 1.) ATL (Canada) ve Oldrik firmasından ticarî olarak elde edilmiş ve uygulamalara başlanmadan önce 4±1 °C de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Uygulamalar esnasında yağ ve bileşenler metanol veya aseton ile seyreltilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Biyolojik Testler

Biyolojik testler 5 lt. lik plastik kutularda 25±1°C sıcaklıkta. % 65±5 nispi nemde hafif ışıklı ortamda muhafaza edilmiştir. Testlerde 3–4. dönem larva kullanılmıştır. Denemeler ve kontroller 3 tekrerrür üzerinden yürütülmüş ve her tekrerrürde 10 adet böcek kullanılmıştır. Uygulamalar esnasında kutuların plastik kapakları kapatılmayarak, kapak olarak tül kullanılmış ve besin olarak da sadece taze patates bitkisi yaprağı verilmiştir. Yağ ve bileşenlerin seyreltilmesinde ise 10 ml metanol içerisine çeşitli konsantrasyonlarda yağ veya

bileşen eklenerek 5 dakika süre ile manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Deltamethrin etkili maddeli kimyasal ilaç ise ruhsat aldığı uygulama dozu üzerinden hesaplanarak 10 mL su için 6 µl kimyasal karışımı belirlenmiştir. Bu doğrultuda uygulamalarda saf su içerisinde 6–9 µL karışım uygulanmıştır. Uygulamalar yapıldıktan sonra 24 saat aralıklar ile 6 gün boyunca gözlemlenerek, ölü-canlı sayımı yapılmıştır.

2.2.1.1 Farklı Bitkisel Yağ ve Bileşenlerin Daldırma Yöntemi ile Patates Böceğine Karşı Toksik Etkisi

Denemede 2 saniye daldırma yöntemi ile 3–4. dönem larva kullanılmıştır. Çalışmada 10 mL metanol içerisine mikro pipet aracılığı ile 100 µL sabit konsantrasyonda yağ eklenerek 5 dakika süre ile manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. 3–4. dönem larvalar hazırlanan kekik, Carvacrol, Eugenol, Linalol, Citronella, biberiye ve distile sarımsak yağ ve bileşenlerine 2 saniye daldırılıp çıkarılarak uygulanmıştır. Kontrol olarak metanol ve şahit kimyasal ilaç olarak ta Deltamethrin etkili maddeli kimyasal ilaç (6 µL/ 10 mL) kullanılmıştır. Her tekrerrürde 10 adet böcek test edilmiştir.

2.2.1.2. Kekik Yağı ile Carvacrol ve Eugenol Bileşenlerinin Farklı Konsantrasyonlarının Patates Böceğine Karşı Toksik Etkisi

Çalışmada larvalara kekik, carvacrol ve eugenol (25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 ve 200 µL/ 10 mL) yukarıda belirtilen şekilde hazırlanarak daldırma metodu ile uygulanmış ve her tekrerrürde 10 adet böcek kullanılmıştır. Uygulamalardan sonra 24 saatlik aralıklar da 120 saat süre ile ölü-canlı sayımları yapılmıştır.

2.2.2. Verilerin Değerlendirilmesi

Yapılmış olan ön biyolojik testlerin sonuçlara göre, yağ ve bileşenlerin *L. decemlineata*'nın larva dönemindeki ölüm

Çizelge 1. Test edilen yağ ve bileşenler.

Yağ ve bileşenler	Bilimsel adı	Elde edildiği bitki aksamı
Citronella	-	-
Carvacrol	-	-
Eugenol	-	-
Linalol	-	-
Biberiye	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Çiçek ve yaprak
Kekik	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Yaprak
Sarımsak	<i>Allium sativum</i> L.	Soğan

oranları hesaplanarak 100 µL/ 10 mL sabit konsantrasyonda 24, 48, 72, 96, 120 ve 144 saat maruz bırakma süreleri için % ölüm tabloları oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar Arcsin transformasyona tabi tutularak (Zar 1996), çift yönlü varyans analizi (ANOVA). (SAS 1989) uygulanmış ve % 5' lik LSD testine göre kıyaslandırılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Farklı Uygulama Sürelerinde Test Edilen Yağ ve Bileşenlerin Patates Böceği Larvalarına Karşı Toksik Etkisi

Uygulanan 100 µL/ 10 mL sabit dozdaki yağ ve bileşenler uygulamadan 24, 48, 72, 96 ve 120 saat sonra *L. decemlineata* larvalarına etkisinin sonuçları Çizelge 2. de gösterilmektedir. Çizelge düşey olarak incelendiğinde; uygulamadan 24 saat sonra carvacrol bileşeninin (% 83) en yüksek larval toksisite oranına sahip olduğu ve ölüm oranlarına göre eugenol (% 60), kekik (% 33), linalol (% 28.75), citronella (% 16.25), distile sarımsak (% 10), biberiye (% 3), ekstraksiyon sarımsak

(% 0), preslenmiş sarımsak (% 0) ve kontrol (% 0) olarak sıralandığı görülmektedir ($P < 0.0005$). Uygulamadan 48 saat sonra ise; carvacrol (% 87), kekik (% 67), eugenol (% 60), linalol (% 58.75) ve citronella (% 50) yağ ve bileşenlerinin % 50 ve üzeri larval ölüm oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Uygulamadan 72 saat sonra ise; en yüksek larval ölümü yine carvacrol (% 100) bileşeninin verdiği bununla beraber kekik (% 73) ile eugenol (% 70) yağ ve bileşenlerinin istatistiksel olarak yüksek derecede larval toksisite gösterdikleri tespit edilmiştir. Uygulamadan 96, 120 ve 144 saat sonra ise; kekik yağı ile carvacrol bileşeninin larval ölüm oranı sırası ile % 83 ve % 100 olarak belirlenmiştir. Biberiye ve sarımsak yağları, deltamethrin ve metanol'ün istatistikî olarak kontrol ile aynı larval toksisite oranına sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo yatay olarak incelendiğinde; kekik yağı larvalara uygulandıktan 96, 120 ve 144 saat sonra istatistikî olarak kekik yağının diğer uygulama zamanlarına göre daha yüksek larval toksisite göstermiştir ($P < 0.0005$). Carvacrol ise; uygulamadan 72, 96, 120 ve 144 saat sonra istatistikî olarak

Çizelge 2. Farklı uygulama sürelerinde 100 µL/ 10 mL sabit konsantrasyondaki yağ ve bileşenlerin uygulandığı *L. decemlineata* larvalarının ölüm oranları (%).

Yağ ve Bileşenleri	% Ölüm oranları ±SH					
	24	48	72	96	120	144
Kekik	33.00±0.9 Cc	67.00±0.3 Bb	73.00±0.3 Bab	83.00±0.33 ABa	83.00±0.3 ABa	83.00±0.3 ABa
Carvacrol	83.00±0.9 Ab	87.00±0.9 Aab	100.00±0 Aa	100.00±0 Aa	100.00±0 Aa	100.00±0 Aa
Eugenol	60.00±1 Ba	60.00±1 BCa	70.00±0.6 Ba	77.00±0.9 Ba	80.00±0.9 ABa	83.00±0.9 ABa
Linalol	28.75±0.3 DCb	58.75±0.3 CDb	58.75±0.6 Cab	66.25±0.7 Cab	78.75±0.3 Ba	78.75±0.3 BCa
Citronella	16.25±0.3 DEc	50.00±0 Dbc	62.5±0.6 Cab	62.5±0.6 CDab	75.00±0.8 Ba	78.75±0.7 BCa
Biberiye	3.00±0.3 Eb	17.00±0.7 EFab	17.00±0.7 DEab	20.00±1 EFGab	27.00±1.2 CDa	27.00±1.2 DEFa
Sarımsak	10.00±1 DEb	20.00±1 Eab	23.00±0.9 Dab	30.00±0.6 DEa	33.00±0.9 Ca	33.00±0.9 DEFa
Deltamethrin	0.00±0 Ec	3.00±0.7 EFbc	16.00±0.7 DEbc	26.00±0.7 EFbc	33.00±0.6 Cb	40.00±1.5 DEa
Metanol	0.00±0 Ea	6.00±0.7 EF a	6.00±0.6 DEa	13.00±0.7 EFGa	23.00±1.2 CDa	26.00±1.3 DEFa
Kontrol (su)	0.00±0 Eb	6.00±0.7 EFab	6.00±0.7 DEab	6.00±0.7 FGab	20.00±0.6 CDa	20.00±0.3 EFa

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup. aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler (arc sin sonrası) istatistikî olarak birbirinden farklıdır.

diğer carvacrol uygulama sürelerindeki larval toksisite oranından daha yüksek toksisite sonuçları göstermiştir. Linalol ve citronella bileşenleri ve deltamethrin etkili maddeli kimyasal ilacın uygulanmasından 120 ve 144 saat sonraki larval toksisitesinin diğer uygulama sonrası sürelerindeki larval toksisiteden daha etkili olduğu belirlenmiştir. Eugenol ve metanol'ün larvalara toksik etkisinin düşük olduğu gözlemlenmiştir.

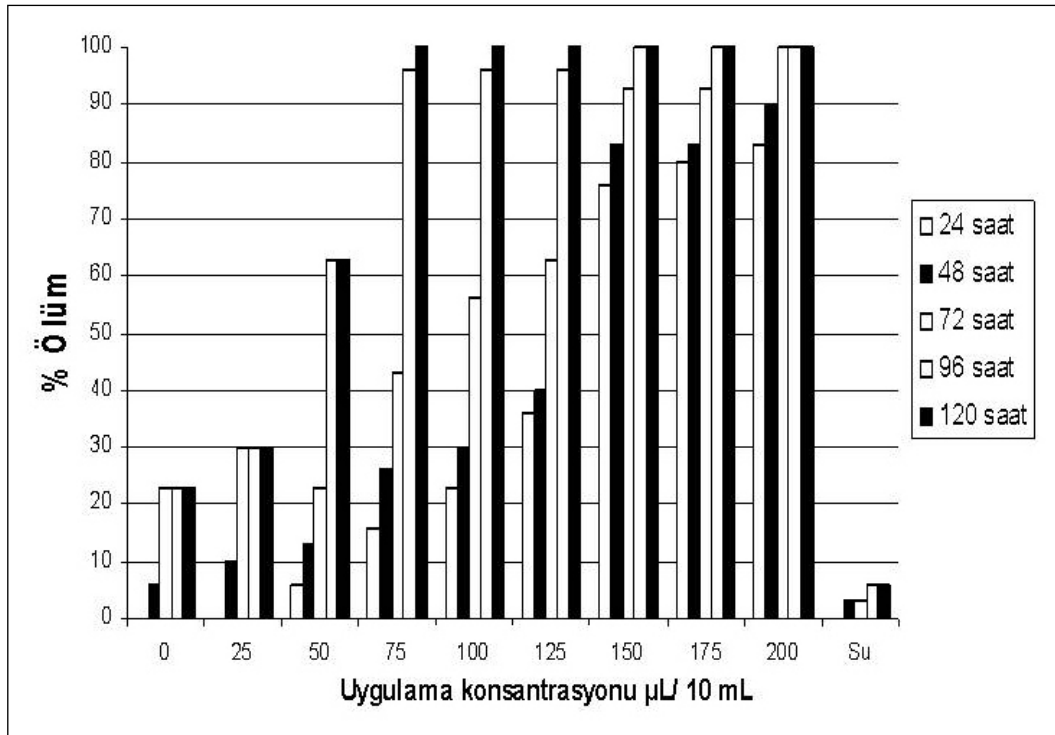
3.2. Carvacrol, Kekik yağı ve Eugenol bileşenlerinin Farklı konsantrasyonlarının Patates Böceği Larvalarına Karşı Toksik Etkisi

Testlemeler sonucunda carvacrol bileşeninin *L. decemlineata* larvalarına karşı etkisi Şekil 1. de gösterilmektedir. Carvacrol bileşeninin larvalara uygulanmasından 24 ve 48 saat sonra; 25 µL/ 10 mL konsantrasyonunda larval ölüm gözlemlenmezken. 150 µL/ 10 mL ve üzeri konsantrasyonlarda larvalara toksik etkili olduğu belirlenmiştir, 3. günde carvacrol bileşeninin 50 µL/ 10 mL konsantrasyonunda larvalara karşı en az etkili konsantrasyon olurken; 150 µL/ 10 mL ve üzeri konsantrasyonlar larvalara daha yüksek toksik etki göstermiş ve 200 µL/ 10 mL konsantrasyonunda ise % 100 larval ölüm gözlemlenmiştir. 4. ve 5. günlerde carvacrol bileşeninin 25 µL/ 10 mL uygulamasının larvalara karşı en az etkili konsantrasyon olduğu tespit edilmiştir. Aynı günlerde carvacrol bileşeninin 75 µL/ 10 mL ve üzeri uygulamaların

etkili konsantrasyonlar olduğu ve 150, 175 ve 200 µL/ 10 mL uygulamalarında % 100 larval ölüm gözlemlenmiştir.

Testlemeler sonucunda kekik yağının larvalara uygulanmasından 24 saat sonra 25 µL/ 10 mL uygulaması kontrole göre larvalara en az etkili konsantrasyon olurken; 100 µL/ 10 mL uygulamasında önemli bir artış göstererek yaklaşık % 70 larval ölüm oranına ulaşmıştır (Şekil 2.). 2. gün sonunda yine kekik yağının 25 µL/ 10 mL uygulaması larvalara en az etkili konsantrasyon olurken; 50 µL/ 10 mL uygulamasında % 70'i geçen larval ölüm oranına ulaşmış ve 175 ve 200 µL/ 10 mL uygulamalarında ise % 100 larval ölüm gerçekleşmiştir. 3. günde kekik yağının kontrole göre larvalara en az etkili konsantrasyonu 25 µL/ 10 mL uygulaması olurken, 100 µL/ 10 mL ve üzeri uygulama konsantrasyonları % 100 larval ölüm oranıyla etkili olmuştur. 4. ve 5. günde ise kekik yağının 25 µL/ 10 mL uygulaması yine larvalara karşı en az etkili konsantrasyon olurken; 75 µL/ 10 mL ve üzeri uygulama konsantrasyonları % 100 larval ölüm oranıyla etkili olmuştur.

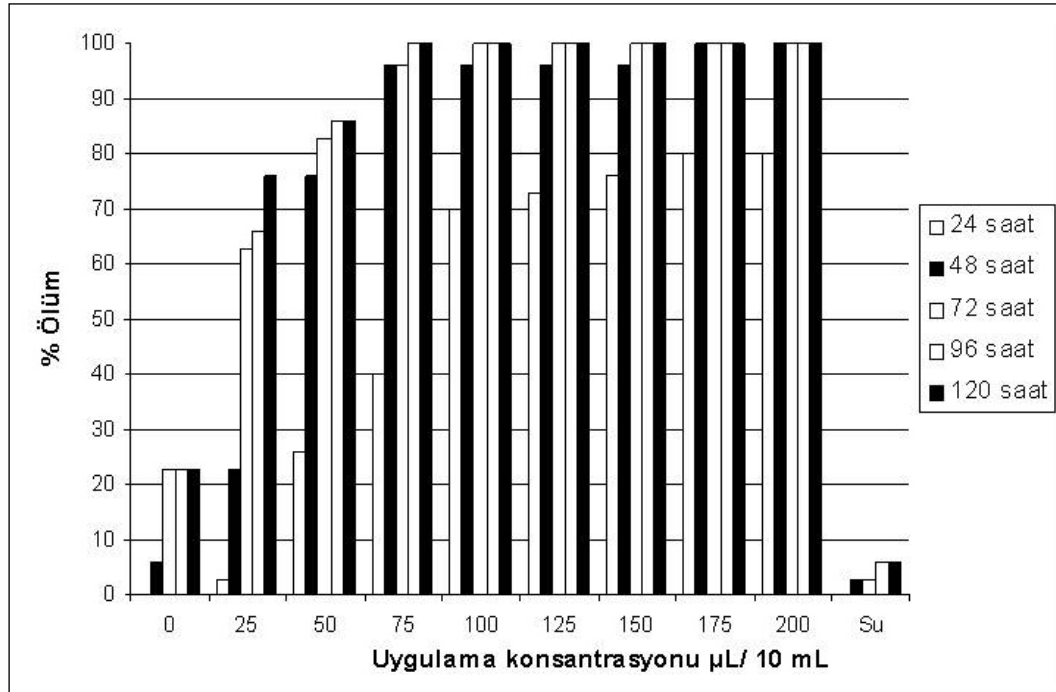
Eugenol denemesinde; larvalara uygulamadan 24 saat sonra, 25 µL/ 10 mL dozunda larval ölüm gözlemlenmemiş, 125 µL/ 10 mL uygulamasında larval ölüm oranı % 50'yi aşabilmiş ve 200 µL/ 10 mL uygulamasında larval ölüm oranının % 70 civarı olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.). Larvalara uygulamadan sonraki 2. günde ise larvalara



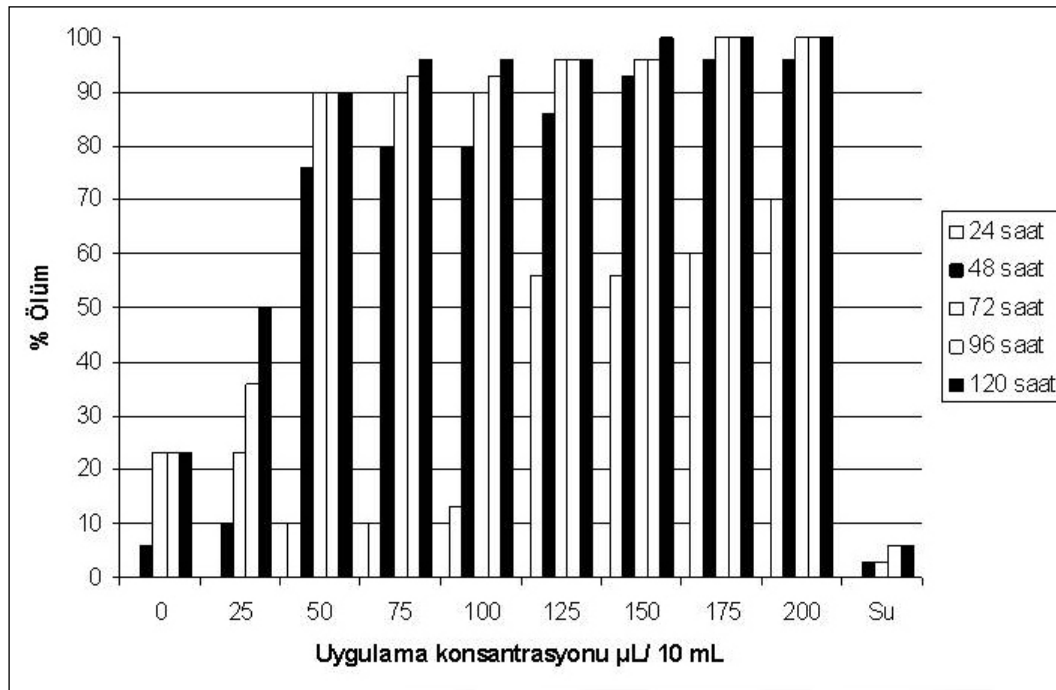
Şekil 1. Carvacrol bileşeninin farklı konsantrasyonlarının uygulamadan 24, 48, 72, 96 ve 120 saat sonra *L. decemlineata* larvalarını öldürme oranları (%).

uygulanan eugenol bileşeninin kontrole göre en az etkili konsantrasyonu 25 µL/ 10 mL uygulaması olurken; 50 µL/ 10 mL uygulamasında hızlı bir artışla larval ölüm oranı % 70'i aşmış ve 150 µL/ 10 mL ve üzeri uygulamalarda bu oran % 90'ı yaklaşmıştır. 3. ve 4. gün sonunda larvalara eugenol bileşeninin uygulanmasında en az etkili konsantrasyon kontrole göre yine 25 µL/ 10 mL uygulaması olurken; 50

µL/ 10 mL ve üzeri konsantrasyonlar etkili olup. 175 ve 200 µL/ 10 mL uygulamalarında larval ölüm oranı % 100 olarak gerçekleşmiştir. 5. günün sonunda ise eugenol bileşeninin larvalara en az etkili dozu 25 µL/ 10 mL uygulaması ve 50 µL/ 10 mL ve üzeri konsantrasyon uygulamalarının etkili olduğu gözlemlenmiş; 150, 175 ve 200 µL/ 10 mL uygulamalarında ise % 100 larval ölüm oranı gözlemlenmiştir.



Şekil 2. Kekik yağının farklı konsantrasyonlarının uygulamadan 24, 48, 72, 96 ve 120 saat sonra *L. decemlineata* larvalarını öldürme oranları (%).



Şekil 3. Eugenol bileşeninin farklı konsantrasyonlarının uygulamadan 24, 48, 72, 96 ve 120 saat sonra *L. decemlineata* larvalarını öldürme oranları (%).

Şekil 1., 2. ve 3. incelendiğinde carvacrol, kekik ve eugenol'ün larvalara toksik etkisi uygulanan konsantrasyon ve uygulama sonrası zamana bağlı olarak artmıştır.

4. Sonuç ve Tartışma

Bitkisel kökenli insektisitlerin çevreye ve hedef olmayan organizmalara etkilerinin az ya da hiç olmadığı ve çoğu zararlı türüne karşı değişik şekillerde etki ettikleri birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Arnason vd. 1989, Schmutterer 1990, Hedin vd. ark 1997, Karçı 2006). Bu çalışma sonucunda farklı bitkilerden farklı yöntemler ile elde edilen 7 bitkisel kökenli yağ ve bileşenlerinin, *L. decemlineata* L.,'nın larva dönemlerine karşı farklı toksisite gösterdikleri belirlenmiştir. Test edilen yağ ve bileşenlerin toksisite derecesinin; farklı uygulama konsantrasyonlarına ve maruz kalma sürelerine göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Daldırma uygulamasında patates böceği larvaları üzerindeki 144 saat sonra yapılan gözlem sonuçlarına göre. Carvacrol, Kekik, Eugenol, linalol ve citronella yağ ve bileşenleri % 78-100 ölüm oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu iki sonuca göre değerlendirme yapıldığında maruz kalma süresi ile doğru orantılı olarak toksisite oranının değişme gösterdiği anlaşılmıştır.

Konsantrasyon uygulamasında ise, larvalara uygulamadan 120 saat sonra yapılan gözlemlerde kekik, carvacrol ve eugenol yağ ve bileşenlerinin yaklaşık olarak 100 µL/ 10 mL ve üzeri konsantrasyonlarda % 50 den yüksek toksisite gösterdiği belirlenmiştir. 25 µL/ 10 mL lik uygulamada ise; uygulama süresi ile doğru orantılı olarak toksisite oranının değişiklik gösterdiği anlaşılmıştır.

Çalışmada yapılmış olan tüm biyolojik testler bir bütün olarak değerlendirildiğinde test edilen yağlar içerisinde carvacrol ve eugenol bileşeni ile kekik yağı larvalara toksik etki göstermiştir. Gökçe vd. (2007) patates böceği mücadelesinde *Humulus lupulus* bitkisinden elde edilen ekstraktın bu böceğin mücadelesinde kullanılan imidoklorpit kimyasalına alternatif olabileceğini bildirmişlerdir. Aynı şekilde. Rafiee-Dastjerdi vd. (2014) yaptıkları çalışmada *Mentha longifolia* ve *M. Spicata* elde edilen bitki ekstraktları patates böceği erginlerinin mücadelesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Bu doğrultuda yapılan bu çalışmada da kekik yağı ve carvacrol bileşeninin yukarıda belirtilen çalışmalar gibi patates böceği mücadelesinde kullanılabileceğini ortaya çıkarmıştır.

Ayrıca biyolojik testler sonunda, patates böceği larvalarına etkili bulunan yağlara ait toksikolojik veriler bundan sonra yağlar ile yürütülecek çalışmalara önemli bir kaynak oluşturacak ve sonuçların pratiğe aktarılmasına, özellikle konvensiyonel sentetik insektisitlere alternatif bio-insektisitlerin geliştirilmesine önemli bir katkı sağlayacağı şüphesizdir.

5. Kaynaklar

- Arnoğlu, HH. 2002.** Nişasta ve Şeker Bitkileri Ders Kitabı. Genel Yayın No:188, *Ders Kitapları Yayın No:A-57. Adana*, s. 234 .
- Arnason, JT., Philogène, BJR., Morand, P. 1989.** Insecticides of Plant Origin. ACS Symposium Series No. 387. *Amer. Chem. Soci.* Washington. DC. s. 213.
- Cox, DL., Knight, AL., Biddinger, DJ., Lasota, JA., Pikounis, B., Hull, LA., Dybas, RA. 1995.** Toxicity and field efficacy of avermectins against codling moth. *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) on apples. *J. Econ. Entomol.* 88:708-715.
- Çetinsoy, S., Tamer, A., Aydemir, M. 1998.** Investigations on Repellent and Insecticidal Effects of *Xanthium strumarium* L. on Colorado Potato Beetle *Leptinotarsa decemlineata*. *Turk. J. Agric. For.* 22: 543-552.
- Feng, R., Isman, MB. 1995.** Selection for Resistance to Azadirachtin in the green peach aphid. *Myzus persicae*. *Experian.* 51: 831-833.
- Gökçe, A., Whalon, ME., Çam, H., Yanar, Y., Demirtaş, I., Gören, N. 2007.** Contact and residual toxicities of 30 plant extracts to Colorado potato beetle larvae. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 40:441-450.
- Hedin, PA., Hollingworth, RM., Masler, EP., Miyamoto, J., Thompson, DG. 1997.** Phytochemicals for pest control. ACS Symposium Series No. 658. *Amer. Chem. Soci.* Washington. DC. s. 372.
- Karçı, A. 2006.** Bitkisel Kökenli Bazı Uçucu Yağların Kırmızı Un Biti *Tribolium confusum* 'un Tüm Gelişme Dönemlerine Karşı Fumigant Etkisi. *Bitki Koruma Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi* Kahramanmaraş Sütçü İmam Ün.45s
- Kayapınar, A., Kornoşor, S. 1990.** Çukurova Bölgesi'nde Mısır Tarımıyla Birlikte Gelişen Entomolojik Sorunlar ve Çözüm Yolları. I. Tarım Kongresi 9-13 Ocak. Adana. 595 s.
- Lamparski, R., Wawrzyniak, M. 2004.** Effect of Water Extracts from Geraniaceae Plants on Feeding and Development of Colorado Potato Beetle. *Elect. J. Polish Agric. Univer.* 7: 412-417.
- Lee, S., Peterson, CJ., Coats, JR. 2003.** Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. *J. Stor. Prod. Res.* 39: 77 -85.

- Mansour, F., Azaizeh, H., Saadf, B., Tadmor, Y., Abo-moch, F., Said, O. 2004.** The Potential Of Middle Eastern Flora as a Source of New Safe Bio-Acaricides to Control *Tetranychus cinnabarinus*. the Carmine Spider Mite. *Phytopara.* 32: 66–72.
- Momen, FM., Reda, AS., Amer, A. 1997.** Effect of Neem Azal-F on *Tetranychus urticae* and Three Predacious Mites of the Family Phytosecidae. *Act. Phytopatho. Et Entomol. Hung.* 32: 355–362.
- Panasiuk, O. 1984.** “Response of Colorado Potato Beetles. *Leptinotarsa decemlineata* . to Volatile Components of Tansy. *Tanacetum vulgare*.*J. Chem. Ecol.* 1325-1333.
- Pimentel, D., Acquary, H., Biltonen, M., Rice, P., Silva, M., Nelson, J., Lipner, V., Giordano, S., Horowitz, A., D'amore, M. 1992.** Environmental and Economic Costs of Pesticide Use. *Bioscie.* 42: 750–760.
- Ploomi, A., Luik, A., Metspalu, L., Hiiesaar, K. 2006.** Plant Extracts as Biopesticide Against Pests. Joint Organic Congress, May 30-31, 2006. Odense, Denmark. 366–367s.
- Radcliffe, EB. 1982.** Insect pests of potato. *Ann. Rev. Entomol.* 27:173-204.
- Rafiee-Dastjerdi, H., Khorrami, F., Nouri-Ganbalani, G., Fathia, AA., Esmailpour, B. 2014.** Efficacy of some medicinal plant extracts and essential oils against Colorado potato beetle. *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 47:1175-1178.
- Rani, PU. 2014.** Fumigant and contact toxic potential of essential oils from plant extracts against stored product pests. *J. Biopest.* 5: 120-128.
- Sağlam, Ö., Özder, N. 2013.** Fumigant toxicity of monoterpene compounds against the confused flour beetle. *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Türk. entomol. derg.* 37 : 457-466.
- Sas Institute Inc. 1989.** SAS / STAT^R User's Guide. Version 6. 4th Ed. SAS Institute Inc., Cary. NC.
- Schmutterer, H. 1990.** Properties and potential of natural pesticides from the neem tree. *Azadirachta indica*. *An. Rev. Entomol.* 35:271–297.
- Wawrzyniak, M., Lamparski, R. 2006.** Effect of umbelliferae plant water extracts on Colorado potato beetle (*L. decemlineata*) feeding and development. *EJPAU* 9(4): #23. <http://www.ejpau.media.pl/volume9/issue4/art-23.html>
- Wewetzer, A. 1995.** Callus Cultures of *Azadirachta indica* and their Potential for the Production of Azadirachtin. *Phytopara.* 26 (1): 47–52.
- Zar, JH. 1996.** Biostatistical Analysis. Prentice Hall. New Jersey. U.S.A.