

**Orijinal araştırma (Original article)**

**Bitki ekstraktlarının Patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae)]'nin farklı dönemleri üzerine mide zehiri ve rezidüyel toksisite etkileri<sup>1</sup>**

Residual toxicities and stomach poison effects of plant extracts to different stages of Colorado potato beetle [*Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae)]

**Halit ÇAM<sup>2</sup> Ayhan GÖKÇE<sup>2\*</sup> İzzet KADIOĞLU<sup>2</sup> Yusuf YANAR<sup>2</sup>  
İbrahim DEMİRTAŞ<sup>3</sup> Nezhun GÖREN<sup>4</sup> Mark E. WHALON<sup>5</sup>**

**Summary**

Residual toxicities and stomach poison effects of *Hedera helix* L., *Reseda lutea* L., *Humulus lupulus* L., *Sambucus nigra* L., *Chenopodium album* L., *Solanum nigrum* L. and *Lolium temulentum* L. against various stages of Colorado potato beetle were tested under laboratory conditions. All tested extracts caused some mortality to the beetle larvae. *H.lupulus* extract appeared to be the most toxic among the tested extracts for all stages, except the 4<sup>th</sup> instars and adults. In the second series of experiment, dose – response bioassay with *H.lupulus* against various stages of Colorado potato beetle were carried out. The calculated LC<sub>50</sub> values were 66.6, 41.1 and 28.7 % (w/w) for the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> instar larvae respectively. These results indicate that *H.lupulus* extract has a potential in control of Colorado potato beetle.

**Key words:** Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, plant extract, residual toxicity, stomach poison

**Özet**

*Hedera helix* L., *Reseda lutea* L., *Humulus lupulus* L., *Sambucus nigra* L., *Chenopodium album* L., *Solanum nigrum* L.ve *Lolium temulentum* L. bitkilerinin metanol ekstraktları patates böceğinin değişik gelişim dönemlerinde laboratuvar koşulları altında test edilmiştir. Test edilen tüm bitki ekstraktları dördüncü dönem larva ile ergin dönem hariç diğer tüm dönemlerde çeşitli oranlarda ölümlere neden olmuşlardır. *H.lupulus* ekstraktı test edilen tüm ekstraktlar içinde 4. dönem larva ve ergin hariç tüm dönemlerde en yüksek etkiyi göstermiştir. Çalışmanın ikinci kısmında, *H.lupulus* ekstraktı ile patates böceğinin farklı gelişim dönemleri üzerinde doz-etki çalışmaları yürütülmüştür. LC<sub>50</sub> değerleri 1. Dönem larva için %66.6, 2. dönem için %41.1 ve 3. dönem için % 28.7 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, *H.lupulus* ekstraktının patates böceğinin kontrolünde kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

**Anahtar sözcükler:** Patates böceği, *Leptinotarsa decemlineata*, bitki ekstraktı, rezidüyel toksisite, mide zehiri

<sup>1</sup> Bu çalışma TÜBİTAK-TOGTAG 2892 no'lu proje ve Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri 2001-43 no'lu proje tarafından desteklenmiştir

<sup>2</sup> Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 60250, Taşlıçiftlik, Tokat

<sup>3</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Çankırı

<sup>4</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 34210, Esenler, İstanbul

<sup>5</sup> Michigan State University Department of Entomology East Lansing, Michigan, USA

\* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: ayhan.gokce@gop.edu.tr

Alınış (Received): 02.06.2011 Kabul ediliş (Accepted): 25.08.2011

## Giriş

Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say) (Coleoptera: Chrysomelidae), polifag bir zararlı olup Solanaceae familyasından patates, patlıcan, domates, biber ve bazı yabancı otlarda dahil olmak üzere bir çok bitkide beslenmektedir (Hsiao, 1978; Hare, 1990). Ergin ve larvaları bitkilerin yeşil aksamında beslenmekte ve en fazla zararı da özellikle son dönem larvaları oluşturmaktadır. Zararının yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaştığı yıllarda larvaları, bitkilerin özellikle erken dönemlerinde yüksek oranda zarara neden olmaktadır. Herhangi bir mücadele yapılmaması durumunda zarar oranı % 100'e kadar çıkabilmektedir. Patates böceği aynı zamanda bakteriyel ring rot hastalığının vektörüdür. Bu hastalık iklimsel koşullar uygun olduğunda patateslerde önemli derecede ürün kaybına neden olmaktadır (Christie et al., 1991).

Patates böceğine mücadele ülkemizde genellikle insektisit uygulamaları ile yapılmaktadır. Yüksek oranda insektisit kullanımı, zararlıların dayanıklılık kazanmasına ve insektisitlerden kaynaklanan fitotoksit gibi sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Ioannidis et al., 1991; Stewart et al., 1997; Mota-Sanchez et al., 2000; Whalon et al., 2011). Bunlara ek olarak, zararlıların insektisitlere karşı oluşturduğu çapraz dayanıklılık nedeni ile kontrolü yıldan yıla daha da güçleşmektedir (Whalon et al., 2011).

Bu nedenlerden dolayı patates böceği ile mücadelede kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek yöntemlerinin araştırılması ve bunların uygulamaya aktarılması bir zorunluluk olup dünyada bu amaca yönelik çok sayıda araştırma yürütülmektedir. Çalışmalarda, özellikle bitkisel kökenli bileşikler kullanılmakta olup, bileşiklerin patates böceğine toksik, beslenmeyi durdurucu (antifeedant), uzaklaştırıcı (repellent) ve cezbedici (attractant) etkileri test edilmekte ve ümitvar sonuçlar elde edilmektedir (Hough-Goldstein, 1990; Scott et al., 2003, 2004; Gökçe et al., 2005, 2006a, 2012).

Bu çalışmada, daha önce yapılan tek doz tarama testleri (Gökçe et al., 2007) denemelerinde patates böceği 3. dönem larvalarına karşı toksisite gösteren bitki ekstraktlarının patates böceğinin çeşitli gelişim dönemlerinde olan mide zehiri ve rezidüel toksisite etkileri incelenmiş ve en yüksek etki görülen *Humulus lupulus* ekstraktları ile doz-etki denemeleri yürütülmüştür.

## Materyal ve Yöntem

### Bitki Materyali

Çalışmada kullanılan bitkilerin listesi Çizelge 1' de sunulmuştur.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan bitkilerin familyaları, Latince ve Türkçe adları

Latince Adı	Familya Adı	Türkçe Adı	Kullanılan Bitki Kısmı
<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	Sirken	Yaprak
<i>Hedera helix</i>	Araliaceae	Orman sarmaşığı	Yaprak
<i>Humulus lupulus</i>	Cannabaceae	Şerbetci otu	Kozalak
<i>Lolium temulentum</i>	Poaceae	Delice	Yaprak
<i>Reseda lutea</i>	Resedaceae	Muhabbet çiçeği	Yaprak
<i>Sambucus nigra</i>	Adoxaceae	Mürver	Meyve
<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae	Köpek üzümü	Meyve

Bitkiler 2002 - 2010 yılları arasında Tokat ili merkez ve ilçelerinden ilkbahar ve yaz mevsimlerinde toplanmıştır. *H.lupulus* kozalakları Eylül ayının 2.ci haftasında toplanmıştır. Toplanan bitki materyalleri, ön temizlik işlemlerinden geçirildikten sonra, çalışmada kullanılacak olan kısımları ayrılarak, direkt güneş ışığı almayan karanlık odalarda kurutma kâğıtları üzerine serilmiş ve oda sıcaklığında 2 hafta süreyle kurutulmuştur. Kurutma işlemini takiben bitki materyalleri değirmen (M 20 IKA Universal Mill, IKA Group, Wilmington,NC, USA) yardımıyla küçük parçalara ayrılmış ve bunlar 5 lt'lik cam kavanozlara konularak,

direkt olarak güneş ışığı almayan ve sıcaklığı  $15\pm 5$  °C bulunan saklama odalarında çalışmada kullanılıncaya kadar korunmuşlardır.

### Bitki Ekstraktlarının Hazırlanılması

Bitki ekstraktlarının eldesinde Gökçe et al. (2005)' da belirtilen yöntem uygulanmıştır. Her bir bitki için kurutulmuş ve öğütülmüş olan bitki materyalinden 100 gr tartılarak 1 lt'lik erlenmayerlere aktarılmıştır. Bu bitki materyallerinin üzerine organik çözücü olarak metil alkol (Sigma-Aldrich) eklenmiş ve bu karışım 24 saat süreyle orbital çalkalayıcıya (HS 260 B IKA Group, Wilmington,NC, USA ) yerleştirilerek iyi bir süspansiyon elde edilmesi sağlanmıştır. Yirmi dört saat sonunda oluşan süspansiyon, dört katlı peynir bezinden süzülerek bitki materyallerinin süspansiyondan ayrılması sağlanmıştır. Süspansiyondaki metil alkol rotary evaporator (RV 05 Basic 1B, IKA Group, Wilmington,NC, USA) yardımıyla ortamdan uzaklaştırılarak bitki ekstraktları elde edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar kullanılacakları zamana kadar buzdolabında  $5\pm 2$  °C'de ve 25 ml'lik kimyasal maddelerle reaksiyona girmeyen steril plastik tüplerde saklanmışlardır.

### Patates Böceğinin Yetiştirilmesi

Çalışmada kullanılan patates böcekleri, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü arazisindeki 2 dekar olarak ekilen patates (*Solanum tuberosum* L.) tarlalarından elde edilmiştir. Bu alanda uzun yıllardır çeşitli çalışmalar için patates yetiştirilmekte olup, herhangi bir kimyasal uygulama yapılmamaktadır. Bu nedenle, alandaki patates böceği popülasyonu birçok kimyasal ilaca karşı hala duyarlılık göstermektedir (A. Gökçe' nin yayınlanmamış sonuçları ).

### Bitki Ekstraktlarının Patates Böceğinin Farklı Dönemlerinde Test Edilmesi

Çalışmada, daha önceki tek doz tarama testinde (Gökçe et al., 2007) yüksek oranda biyolojik aktivite gösteren *Hedera helix* L., *Reseda lutea* L., *Humulus lupulus* L., *Sambucus nigra* L., *Chenopodium album* L., *Solanum nigrum* L. ve *Lolium temulentum* L. ekstraktları, patates böceğinin farklı gelişim dönemlerine mide zehiri ve rezidüel toksisite bakımından test edilmiştir. Patates böceğinin larvaları baş kapsül genişliği ve pronotum renklenmesine göre 1, 2, 3 ve 4. dönem larva olarak ayrılmışlardır. Denemede kullanılacak böcekler, gelişme dönemlerine göre petri kaplarına 10' lu gruplar halinde konulmuşlardır.

Patates böceklerinin yetiştirildiği patates tarlasından, aynı büyüklükte olacak şekilde patates yaprakları seçilerek laboratuara getirilmiş ve üzerlerinde herhangi bir kalıntı olmaması için destile su ile üç defa yıkanarak laboratuvar koşullarında 30 dk süreyle kurumaya bırakılmıştır. Yukarıda bitki ekstraktlarının hazırlanması kısmında belirtildiği gibi hazırlanan stok süspansiyonlar %10'luk (w/w) asetonlu su ile seyreltilerek %20'lik (w/w) konsantrasyonları hazırlanmıştır. Her bir patates yaprağına iki mililitre hacminde %20'lik bitki ekstraktları, Potter ilaçlama kulesi kullanılarak (meme çapı: 0.007 mm, basınç: 10 psi) homojen olarak püskürtülmüştür. Üzerine ekstrakt uygulanan yapraklar oda sıcaklığında 5 dk. süre ile kurumaya bırakılmışlardır. Patates yapraklarının petiolleri %1'lik NPK (20.20.20) çözeltilisi ile ıslatılmış pamuklarla sarılarak, yaprakların kısa sürede sararması engellenmiştir. Ekstrakt uygulanan yapraklar 1 lt'lik cam kavanozlara konulmuş, bu işlemi takiben her bir kavanoza 20 adet patates böceği larvası veya ergini aktarılmıştır. Kontrolde, patates yapraklarına 2 ml %10 aseton içeren su püskürtülmüştür. Taze patates yaprakları yukarıda açıklandığı gibi bitki ekstraktları ile muamele edilerek deneme süresince iki günde bir eski yapraklarla değiştirilmiştir. Larva ve erginlerde meydana gelen ölümler 24 saat aralıkla 7 gün süre ile kaydedilmiştir. Çalışma tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuş olup, tüm deneme 3 defa tekrar edilmiş ve her tekrar da 3 tekerrürden oluşmaktadır. Elde edilen veriler arcsin transformasyonuna (Zar, 1999) tabi tutulmuş, daha sonra varyans analizi (ANOVA) ve çoklu karşılaştırma testi (Dunnett) ile analiz edilmiştir.

### **Humulus lupulus ile Patates Böceğinin Farklı Gelişim Dönemlerinde Doz-Etki Çalışması**

Dördüncü dönem larva ve erginler hariç diğer tüm dönemlerde yüksek mide zehiri ve rezidüel toksisite gösteren *H. lupulus* ekstraktı ile doz - etki denemeleri yürütülmüştür. Denemelerde %0.2, %2, %5, %10 ve %20 (w/w) bitki ekstraktı içeren 5 farklı doz kullanılmıştır. Belirtilen dozlar, stok süspansiyonlardan %10'luk aseton/su (w/w) karışımı ile seyreltilerek hazırlanmıştır. Her bir tekerrürde, yukarıda belirtilen dozlardan biri 2 ml hacminde Potter ilaçlama kulesi kullanılarak yapraklara uygulanmıştır. Kontrol grubunda patates yapraklarına 2 ml %10 aseton/su karışımı uygulanmıştır. Uygulamayı takiben yapraklar oda sıcaklığında 5 dk. süre ile kurumaya bırakılmışlardır. Yukarıda belirtildiği gibi patates yapraklarının petiolleri %1'lik NPK (20.20.20) çözeltilisi ile ıslatılmış pamuklarla sarılarak 1lt'lik cam kavanozlara konulmuştur. Bu işlemi takiben her bir kavanoza 10 adet patates böceği larvası veya ergini aktarılmıştır. Patates yaprakları her iki günde bir bitki ekstraktları uygulanan taze yapraklar ile değiştirilmiştir. Larva ve erginlerde meydana gelen ölümler 24 saat aralıkla 7 gün süre ile kaydedilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuştur. Her bir tekrarda, her bir doz ve kontrol grubu için 3 tekerrür bulunmakta olup, tüm deneme 3 defa tekrar edilmiştir. Deneme sonucunda elde edilen veriler POLO-PC (LEORA Software, 1994) paket programı kullanılarak probit analizine tabi tutulmuş ve LC<sub>10</sub>, LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleriyle, slope ve intercept değerleri hesaplanmıştır.

### **Sonuç ve Tartışma**

Bitki ekstraktlarının patates böceğine olan mide zehiri ve rezidüel toksisite etkilerinin sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir. Genel olarak ekstraktların toksisitelerinin böceğin içinde bulunduğu gelişim dönemine bağlı olarak değiştiği, 1. ve 2. dönem larvaların bitki ekstraktlarına daha duyarlı olduğu, gelişim dönemi ilerledikçe bu duyarlılığın azaldığı saptanmıştır. Şerbetçiotu ekstraktında ise dikkat çekici olarak 3. dönem larvaların en hassas olduğu, bunu sırasıyla 2. ve 1. dönem larvaların takip ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 2. Bitki ekstraktlarının (%20 w/w) çeşitli gelişme dönemlerindeki *Leptinotarsa decemlineata* üzerine olan mide zehiri ve rezidüel toksisiteleri

Muamele	1.Dönem Larva % Ölüm±SEM <sup>#</sup>	2.Dönem Larva % Ölüm±SEM	3.Dönem Larva % Ölüm±SEM	4.Dönem Larva % Ölüm±SEM	Ergin % Ölüm±SEM
Kontrol	0,56±0,97c*	0,56±0,97b	0,56±0,97b	0,56±0,97	0,56±0,97
<i>Chenopodium album</i>	17,70±1,01ab	4,53±1,97b	3,29±1,56b	1,15±1,97	0,00±0,00
<i>Hedera helix</i>	10,00±0,00ab	6,49±0,18b	6,49±0,18b	0,00±0,00	0,56±0,97
<i>Humulus lupulus</i>	34,67±1,09a	70,08±0,17a	80,16±0,23a	0,56±0,97	0,56±0,97
<i>Lolium temulentum</i>	0,56±0,97c	5,00±0,00b	0,56±0,97b	2,24±0,97	0,00±0,00
<i>Reseda lutea</i>	14,76±0,29ab	0,56±0,97b	0,00±0,00b	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>Sambucus nigra</i>	6,49±0,18bc	0,56±0,97b	0,00±0,00b	9,60±0,43	2,24±0,97
<i>Solanum nigrum</i>	2,24±0,97bc	0,56±0,97b	0,56±0,97b	1,15±1,97	0,00±0,00

<sup>#</sup> Tablodaki sunulan sonuçlar muameleden 72 saat sonra elde edilen verilerden hesaplanmıştır.

\* Aynı sütunda yer alan farklı harfler muamelelerin varyans analizi (ANOVA) ve bunu takiben yapılan Dunnett testi sonucu istatistiksel olarak farklı olduklarını göstermektedir.(P<0,05).

Birinci dönem larvaların ekstraktlara olan duyarlılıkları karşılaştırıldığında, uygulamalar arasında istatistiki olarak önemli bir fark olduğu saptanmıştır (F=9.35; s.d=7,16; P<0.05). En yüksek ölüm oranı % 34.7 ile şerbetçiotu ekstraktları püskürtülen patates yaprakları ile beslenen patates böceği larvalarında gözlenmiştir. İkinci dönem larvalarda gözlenen bitki ekstraktlarından kaynaklanan ölümler arasında istatistiksel olarak fark olup (F=21.34; s.d=7,16; P<0.05) en yüksek etkinin görüldüğü şerbetçiotu ekstraktları diğer tüm uygulamalardan farklıdır (P<0.05). Üçüncü dönem larvalarda da ikinci dönem larvalara benzer ölüm oranları gözlenmiş ve uygulamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (F=38.36; s.d=7,16; P<0.05). Şerbetçiotu ekstraktı % 80.2 ölüm oranı ile tüm dönemler ve

tüm ekstraktlar içinde en yüksek toksisiteyi göstermiş ve diğer tüm uygulamalardan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Dördüncü dönem larvalar genel anlamda bitki ekstraktlarının hem rezidüel hem de mide zehiri etkilerinden, ergin dönemden sonra en az etkilenen dönem olmuşlardır. Yapılan istatistiksel analizlerde uygulamalar arasında herhangi bir fark olmadığı ( $F=1.88$ ;  $s.d=7,16$ ;  $P>0.05$ ) ve en yüksek ölüm oranı gözlenen *S.nigra* ekstraktının yalnızca % 9.6 oranında bir ölüme neden olduğu tespit edilmiştir. *C. album*, *L. temulentum*, *R. lutea* ve *S.nigrum* ekstraktı uygulanmış yapraklarla beslenen ergin patates böceklerinde 72 saat sonunda herhangi bir ölüm görülmemiş ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmalar ile paralellilik göstermektedir. Erdoğan & Toros (2007), *Xanthium strumarium* L.'un farklı konsantrasyonları uygulanmış patates yaprakları ile beslenen patates böceği larvaları ve pupalarının ölüm oranları arasında farklılıkların olduğunu saptamışlardır. Diğer bir çalışmada, *X. strumarium*'un yaprak ve meyvesinin su ekstraktlarının patates böceğinin çeşitli gelişim dönemlerine olan mide zehiri ve rezidüel toksisiteyi araştırılmış ve ilk üç larva döneminin hem ergin, hem de 4. dönem larvaya göre ekstrakta daha duyarlı olduğu bildirilmiştir (Çetinsoy et al.,1998). Kostic et al. (2007), *Salvia officinalis* L. 'in patates böceği larva ve erginlerine olan toksisite ve antifeedant etki çalışmalarında, larvalarda erginlere oranla daha yüksek ölüm olduğunu saptamışlardır. Erginlerde görülen düşük etkinin, bitki ekstraktı uygulanmış yapraklarda erginlerin beslenmemesinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Şerbetçiotu ekstraktı ile patates böceğinin farklı gelişim dönemlerine olan mide zehiri ve rezidüel toksisite doz-etki çalışma sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.  $LC_{50}$  değerlerine bakıldığında, doz etki çalışmasında da tek doz tarama testine benzer sonuçlar elde edilmiş ve en düşük  $LC_{50}$  değeri 3. dönem larva için hesaplanmıştır. Fiducial limitlerin karşılaştırılması sonucunda bu üç dönem arasında bir farklılık olmadığı saptanmıştır. Slope değerleri birbirine yakın olup, her üç dönemde de şerbetçiotu ekstraktına benzer şekilde tepki verdiği tespit edilmiştir. Dördüncü larva dönemi ve ergin için  $LC_{50}$  değerleri hesaplanamamıştır.

Çizelge 3. *Humulus lupulus*' un *Leptinotarsa decemlineata*' nın farklı gelişim evrelerine 48 saat sonundaki mide zehiri ve rezidüel toksisiteyi

Test edilen dönem	Test edilen böcek sayısı	$LC_{50}$	Fiducial Limitler	Slope±SE	Intercept±SE	$\chi^2$
1.dönem larva	360	64.67	31.55-320.25	0.88±0.22	-1.59±0.23	3.59
2.dönem larva	360	41.11	22.24-133.88	0.81±0.18	-1.30±0.18	5.05
3.dönem larva	360	28.71	16.87-70.16	0.78±0.15	-1.14±0.14	4.87
4.dönem larva	360	*	48.05-*	1.28±0.21	-2.64±0.43	6.04
Ergin	360	*	*	0.81±0.29	-2.17±0.29	6.24

\*Hesaplanan değerler %100 aşığı için tabloda yer verilmemiştir.

Şerbetçi otu ekstraktının mide zehiri ve rezidüel toksisite doz-etki çalışması sonucunda elde edilen veriler, bu bitkinin kontakt toksisite çalışmasında elde edilen verileri ile benzerlik göstermektedir. Gökçe et al (2006b), şerbetçi otu ekstraktının patates böceğinin farklı dönemlerine olan kontakt doz etki denemelerinde, en yüksek etkinin yine 3. dönem larvalarda görüldüğünü bildirmişler ve hem 4. dönem larva hem de erginlerin kontakt toksisiteden çok fazla etkilenmediklerini belirtmişlerdir.

Bu çalışma sonucunda, farklı bitki ekstraktlarının patates böceğinin özellikle ilk üç dönem larvalarına mide zehiri ve rezidüel toksisite gösterdiği saptanmıştır. Özellikle şerbetçi otu ekstraktının yüksek oranda etki göstermesi, ayrıca kontakt ve antifeedant etkilerinin de olması bu bitkiden elde edilecek olan aktif madde ya da maddelerin patates böceği ile mücadelede kullanılabileceğini göstermektedir. Bu konuda gelecekte yapılacak olan detaylı çalışmalar şerbetçi otu ekstraktının tam potansiyelinin ortaya çıkmasına yardım edeceği gibi, kullanım olanaklarının da daha iyi anlaşılmasının sağlayacaktır.

## Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (Tübitak) (TOGTAG-2892 no'lu proje) ve Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Komisyonu (GOU-2001-43 no'lu proje) tarafından desteklenmiştir.

## Yararlanılan Kaynaklar

- Christie, R. D., A. C. Sumalde, J. T. Schutz & N. C. Gudmestad, 1991. Insect transmission of the bacterial ring rot pathogen. *American Potato Journal*, 68: 363-372.
- Çetinsoy, S., A. Tamer & M. Aydemir, 1998. Investigations on repellent and insecticidal effects of *Xanthium strumarium* L. on Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Col.: Chrysomelidae). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22: 543-552.
- Erdoğan, P. & S. Toros, 2007. Investigations on the effects of *Xanthium strumarium* L. extracts on Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Munis Entomology and Zoology*, 2: 423-432.
- Gökçe, A., L. L. Stelenski & M. E. Whalon, 2005. Behavioral and electrophysiological responses of leafroller moths to selected plant extracts. *Environmental Entomology*, 34: 1426-1432.
- Gökçe, A., M. E. Whalon, H. Çam, Y. Yanar, İ. Demirtaş & N. Gören, 2006 a. Plant extract contact toxicities to various developmental stages of Colorado potato beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). *Annals of Applied Biology*, 149:197-202.
- Gökçe, A., R. Isaacs & M. E. Whalon, 2006 b. Behavioral response of Colorado potato beetle larvae to antifeedant plant extracts. *Pest Management Science*, 62: 1052-1057.
- Gökçe, A., M. E. Whalon, H. Çam, Y. Yanar, İ. Demirtaş & N. Gören, 2007. Contact and residual toxicities of thirty plant extracts to Colorado potato beetle larvae. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 40: 441-450.
- Gökçe, A., R. Isaacs & M. E. Whalon, 2012. Dose-response relationships for the antifeedant effects of *Humulus lupulus* extracts against larvae and adults of the Colorado potato beetle. *Pest Management Science*, 68: 476-481.
- Hare, J. D., 1990. Ecology and management of the Colorado potato beetle. *Annual Review of Entomology*, 35: 81 – 100.
- Hough-Goldstein, J. A., 1990. Antifeedant effects of common herbs on the Colorado potato beetle (Coleoptera:Chrysomelidae). *Environmental Entomology*, 19: 234-238.
- Hsiao, T. H., 1978. Host-Plant Adaptations Among Geographic Populations of the Colorado Potato Beetle. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 24: 237-247.
- Ionnidis, P. M., E. Grafius & M. E. Whalon, 1991. Patterns of insecticide resistance to Azinphosmethyl, Carbofuran, and Permethrin in the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology*, 84: 1417-1423.
- Kostic, M., S. Drazic, Z. Popovic, S. Stankovic, I. Sivcev & T. Zivanovic, 2007. Developmental and feeding alternations in *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae) caused by *Salvia officinalis* L. (Lamiaceae) essential oil. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 21: 426-430.
- Leora Software, 1994. Polo-Pc: Probit and Logit Analysis, Berkeley, CA, the USA .
- Mota-Sanchez, D., M. E. Whalon, E. Grafius & R. Hollingworth, 2000. Resistance of Colorado potato beetle to Imidacloprid. *Resistance Pest Management Newsletter*, 11: 31-34.
- Scott, I. M., H. Jensen, J. G. Scott, M. B. Isman, J. T. Arnason & B. J. R. Philogene, 2003. Botanical insecticides for controlling agricultural pests: Piperamides and the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera : Chrysomelidae). *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 54: 212-225.
- Scott, I. M., H. Jensen, L. Nicol, R. Bradbuty, P. Sanches-Vindas, L. Poveda, J.T. Arnason & B.J.R. Philogene, 2004. Efficacy of Piper (Piperaceae) extracts for control of common home and garden insect pests. *Journal of Economic Entomology*, 97: 1390-1403.
- Stewart, J. G., G. G. Kennedy & A. V. Sturz, 1997. Incidence of insecticides resistance in population of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera : Chrysomelidae) on Prince Edward Island. *Canadian Entomologist*, 129: 21-26.
- Whalon, M. E., D. Mota-Sanchez, R. Hollingworth & L. Duynslager, 2011. Arthropod Pesticide Resistance Database. (Web page: <http://www.pesticideresistance.com/>), (Accessed date: 27.05.2011)
- Zar, J. H., 1999. *Biostatistical Analysis*. 4th ed., Prentice Hall, New Jersey, the USA, pp. 929.