

**Orijinal araştırma (Original article)**

**Bitki ekstraktlarının *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae)'e olan kontak toksisiteleri**

Contact toxicities of plant extracts to *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae)

Ömer Cem KARAKOÇ<sup>1</sup>

Ayhan GÖKÇE<sup>2\*</sup>

**Summary**

In this study, contact toxicities of methanol extracts of *Humulus lupulus* L., *Bifora radians* Bieb., *Xanthium strumarium* L., *Rhododendron ponticum* L., *Tanacetum mucroniferum* Hub.Mor.& Grierson, *Delphinium consolida* L., *Datura stramonium* L., *Chrysanthemum segetum* L., *Artemisia vulgaris* L. and *Tanacetum zahlbruckneri* (Nab.) Grierson to *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae were tested. *T. zahlbruckneri* appears to be the most toxic plant extract among the tested extracts. In second part of the study, contact toxicity of *T. zahlbruckneri* stem and flower extracts obtained using hexane, ethyl acetate and methanol were tested on *S. littoralis* larvae. The greatest toxicity was recorded with *T. zahlbruckneri* flower-methanol extract by 91% mortality, followed by stem-ethyl acetate (57%) and stem - hexane extracts. Dose-mortality studies with the flower-methanol extract produced 0,013 mg/insect LD<sub>50</sub> value and 0,039 mg/insect LD<sub>90</sub> value. These results exhibited that *T. zahlbruckneri* extracts, especially flower-methanol extract, has a potential in the control of cotton leaf worm.

**Key words:** Cotton leaf worm, plant extract, contact toxicity, *Tanacetum*

**Özet**

Bu çalışmada *Humulus lupulus* L., *Bifora radians* Bieb., *Xanthium strumarium* L., *Rhododendron ponticum* L., *Tanacetum mucroniferum* Hub.Mor.& Grierson, *Delphinium consolida* L., *Datura stramonium* L., *Chrysanthemum segetum* L., *Artemisia vulgaris* L. and *Tanacetum zahlbruckneri* (Nab.) Grierson metanol ekstraktının *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) larvaları üzerindeki kontak toksisiteleri araştırılmıştır. Test edilen bitkiler içinde en yüksek aktiviteyi *Tanacetum zahlbruckneri* (Nab.) Grierson (Asterales: Asteraceae) göstermiştir. Çalışmanın ikinci kısmında *T.zahlbruckneri*'nin çiçek ve gövde kısımlarlarından hekzan, etil asetat ve metanol kullanılarak elde edilen ekstraktların toksisiteleri 3. dönem *S. littoralis* larvalarında test edilmiştir. Test edilen ekstraktlar içerisinde en yüksek oranda ölüm meydana getiren çiçek-metanol ekstraktı olup (% 91), bu ekstraktı gövde-etil asetat (% 57) ve gövde-hekzan (% 48) takip etmektedirler. Bu ekstraktlar ile yürütülen doz-ölüm testleri sonucunda en yüksek toksisiteyi 0,013 mg/böcek LD<sub>50</sub> ve 0,039 mg/böcek LD<sub>90</sub> değerleri ile çiçek-metanol ekstraktı göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçları, *T. zahlbruckneri* bitkisinin, özellikle de çiçek-metanol ekstraktının pamuk yaprak kurdu mücadelesinde kullanılabilecek potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur.

**Anahtar sözcükler:** Pamuk yaprak kurdu, bitki ekstraktı, kontak toksisite, *Tanacetum*

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Çankırı

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

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

Alınış (Received): 13.01.2012

Kabul ediliş (Accepted): 07.03.2012

## Giriş

*Spodoptera littoralis* (Pamuk yaprak kurdu) (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) geniş bir coğrafik alanda yayılış gösteren önemli bir polifag zararlıdır (Aydın & Gürkan, 2006). Zararlıının ana konukçusu pamuk olmakla birlikte ekonomik değeri yüksek olan endüstri ve tarla bitkilerinin yanında, sebze ve meyvelerde de ekonomik olarak yüksek oranda kayıplara neden olabilmektedir (Aydın, 2002; Ünlü & Kornoşor, 2003; Hadim & Gürkan, 2007; Yıldırım & Başpınar, 2008). Pamuk yaprak kurdu mücadelesinde kültürel, kimyasal ve biyolojik mücadele teknikleri kullanılmasına rağmen, zararlıının tam kontrolü sağlanamamakta ve konukçuları üzerinde meydana getirdiği zarar günümüzde de devam etmektedir (Özkan et al., 2011). Ekonomik öneme sahip olan tarımsal ürünlerin zararlı tarafından yüksek oranda tahrip edilmesi, insektisit kullanımı ve uygulama dozunun artmasına neden olmaktadır. Yüksek oranda ve dozda insektisit kullanımı ise böceklerin ilaçlara karşı direnç kazanmasını tetiklemektedir. Zararlıının, organik fosforlar, sentetik pyretroidler, karbamatlılar ve benzol üreler gibi gruplardan 30 tane etkili maddeye karşı direnç geliştirdiği bildirilmektedir (Öden et al., 1975; Gammon, 1980; Gao & Zhu, 2000; Ahmad et al., 2002; Alyokhin et al., 2008; Whalon et al., 2012). Bu nedenle zararlıının kontrolünde kullanılmak için yeni etkili maddelere ve yeni stratejilere ihtiyaç artarak devam etmektedir.

Zararlı böceklerle mücadelede insektisit direnç yönetiminin ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının başarılı şekilde uygulanabilmesi yeni etkili maddelerin keşfedilmesi ve uygulamaya aktarılmasına bağlıdır (Copping & Duke, 2007; Dayan et al., 2009). Yeni etkili maddelerin keşfi amacıyla özellikle de azadirachtin yüksek başarısıyla birlikte son 30 yılda bitki ekstraktlarının zararlılarla mücadelede kullanılma potansiyeli yoğun olarak araştırılmaktadır (Nugroho et al., 1997; Isman et al., 2001; Pavela, 2004; Abbassy et al., 2007; Pavela et al., 2010). Bu çalışmalarda bir çok bitki ekstraktının böceklerle mücadelede önemli insektisit potansiyele sahip olduğu birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Ahmet & Grainger, 1988; Parakash & Rao, 1996; Dev & Koul, 1997; Öncüer, 2000; Thacker, 2002; Gökçe et al., 2006; 2010; Çam et al., 2011). Sentetik kimyasal pestisitlerin geliştirilmesinde sentezlenen 250 bin maddeden yalnızca 1 tanesinin başarılı bir şekilde geliştirilerek zararlılar ile mücadelede kullanıldığını düşünürsek daha çok sayıda potansiyel bitkisel kökenli maddelerin taranmasına ve karakterize edilmesine gereksinim duyulduğu açıktır. Bu nedenle bitki ekstraktları ile yapılan çalışmalar artarak devam etmeli, sadece zararlılar ile mücadelede değil aynı zamanda hastalık etmenleri ve yabancı otlar ile mücadelede kullanılabilirlikleri araştırılmalıdır.

Bu çalışmada, on farklı bitkiden elde edilen ekstraktların *S. littoralis* larvaları üzerindeki kontak toksisiteleeri test edilmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında yüksek toksisite gösteren bitkinin çiçek ve gövde kısımlarından farklı polaritede çözücüler kullanılarak elde edilen ekstraktların etkinlikleri araştırılmıştır. Son aşamada yüksek etkinlik gösteren ekstraktlarla doz-ölüm denemeleri yürütülerek letal doz değerleri hesaplanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Böcek kültürlerinin yetiştirilmesi

Denemelerde kullanılan *S. littoralis* larvaları Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünde Aydın (2002)'da belirtilen yöntem kullanılarak yetiştirilmiştir. Bu yonteme göre yumurtadan çıkan 150-200 adet larva plastik kaplara aktarılmış ve günlük değıştirilen taze marul yaprakları ile beslenmişlerdir. Bu şekilde 10 gün beslenen larvalar 20'şerli gruplar halinde temiz plastik kaplara aktararak beslenmelerine devam edilmiş ve pupa olmaları beklenmiştir. Pupadan çıkan erginler, % 15'lik bal solüsyonu ile beslenerek plastik kapların içine yerleştirilen yağlı kağıt yaprakları üzerine

yumurta bırakmaları sağlanmıştır. Tüm çalışma 25 °C'de 16:8 (aydınlık/karanlık) şartlarda yürütülmüş ve denemelerde 3. döneme geçmiş 2-3 günlük (7-10 mg) larvalar kullanılmıştır.

### Bitkilerin ekstraksiyonu

Çalışmada kullanılan bitki materyallerinin Türkçe ve Latince isimleri, toplanma yerleri ve kullanılan kısımları Çizelge 1'de verilmiştir. Toplanan bitki materyalleri çeşitli vejatatif ve generatif organlara (yaprak, gövde, çiçek veya meyve) ayrılarak direkt olarak güneş ışığı almayacak şekilde oda sıcaklığında kurutulmuşlardır. Kurutulmuş bitki materyalleri değirmen vasıtasıyla öğütülerek, cam kavanozlara aktarılmış ve oda sıcaklığında çalışmada kullanılıncaya kadar karanlık koşullarda saklanmışlardır. Bitkilerin ekstraktlarının elde edilmesinde Gökçe et al. (2007)'de belirtilen yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde göre her bir bitki materyalinden 50 gr tartılarak 1000 ml'lik erlen-mayer içerisine konulmuş ve üzerine 500 ml metanol eklenmiştir. Üzeri alüminyum folyo ile kapatılan erlen-mayerler çalkalayıcı yerleştirilerek karanlık koşullarda 24 saat süre ile çalkalanmıştır. Bitkisel süspansiyon filtre kâğıdından geçirilerek bitki materyalinin süspansiyondan ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen süspansiyondaki çözücüler evaporatör ile uçurularak bitkisel rezüdüler elde edilmiştir.

Çalışmanın ikinci kısmında tek doz tarama testlerinde yüksek etki gösteren *Tanacetum zahlbruckneri* (Nab.) Grierson (Asterales: Asteraceae)'nin gövde ve çiçek kısımlarında farklı polariteye sahip olan hekzan (polarite indeksi: 0.1), etil asetat (polarite indeksi: 4.4) ve metanol (polarite indeksi: 5.1) kullanılarak yeni ekstraktlar elde edilmiştir. Ekstraktlarının hazırlanmasında Susurluk et al. (2007) belirtilen yöntem kullanılmıştır. *T. zahlbruckneri*'nin her bir bitki kısmından 200 gr tartılarak cam kavanozlara alınmış ve üzerlerini örtecek şekilde ilk olarak hekzan konulmuş ve 24 saat süreyle karanlık koşullarda tutulmuştur. Yirmi dört saatin sonunda bitkisel süspansiyon filtre kâğıdından geçirilerek hekzan ekstraktı bitkisel materyalden ayrılmıştır. Süzme işlemi takiben bitkisel materyal tekrar cam kavanoza aktarılmış ve üzerine etil asetat eklenmiştir. Yine 24 saat süre ile bitkisel materyal etil asetat ile muamele edilmiş ve bu sürenin sonunda filtre kağıdı ile etil asetat ekstraktı bitki kısmından ayrılmıştır. Son olarak bitki materyali üzerine metanol eklenmiş ve aynı işlem bu çözücü içinde tekrarlanmıştır. Her bir bitki kısmı için farklı çözücüler kullanılarak elde edilen süspansiyondaki çözücüler evaporatör ile uçurularak bitkisel ekstraktlar elde edilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmadaki bitkilerin kullanılan kısımları ve toplanma yerleri

Bilimsel ismi	Familiya	Kullanılan kısım	Toplanma Yeri
<i>Humulus lupulus</i> L.	Cannabaceae	Kozalak	Tokat
<i>Bifora radians</i> Bieb.	Umbelliferae	Yaprak ve gövde	Tokat
<i>Xanthium strumarium</i> L.	Asteraceae	Meyve	Tokat
<i>Rhododendron ponticum</i> L.	Ericaceae	Yaprak ve gövde	Trabzon
<i>Tanacetum mucroniferum</i> Hub.Mor.& Grierson	Asteraceae	Yaprak, gövde ve çiçek	Erzincan
<i>Delphinium consolida</i> L.	Ranunculaceae	Yaprak ve gövde	Tokat
<i>Datura stramonium</i> L.	Solanaceae	Meyve	Tokat
<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	Asteraceae	Yaprak, gövde ve çiçek	Tokat
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Asteraceae	Yaprak ve gövde	Tokat
<i>Tanacetum zahlbruckneri</i> (Nab.)	Asteraceae	Çiçek ve gövde	Van

### Tek doz kontak etki çalışmaları

*Tanacetum zahlbruckneri*'den elde edilen ekstraktlar hacimce 7/3 oranında olan aseton-su karışımı ile diğer bitkilerden elde edilen ekstraktlar ise aseton ile 100 gr/L olacak şekilde seyreltilmiştir. Hazırlanan ekstrakt süspansiyonlarından 2 µl/böcek olacak şekilde micro-aplicator yardımıyla 3. dönem *S. littoralis* larvalarının abdomeninin dorsaline uygulanmıştır. Uygulama yapılan böcekler, içerisinde marul yaprağı

bulunan 90 mm çapındaki cam petri kaplarına aktarılmıştır. Böcekler kontrolde 2 µl/böcek olacak şekilde aseton ile muamele edilmiştir. Pozitif kontrol olarak kullanılan deltamethrin (Decis EC 2.5™, Bayer) ise *S. littoralis* için önerilen doz olan 46,8 mg aktif madde /litre olacak şekilde su ile hazırlanmış ve 2 µl/böcek olacak şekilde uygulanmıştır. Böcekler 25±2 °C %60±10 nisbi nemde inkübe edilerek 24 saat sonunda meydana gelen ölümler kayıt altına alınmıştır. Bu denemeler tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuş olup her gün bir blok olarak kabul edilmiştir. Çalışma 3 farklı günde tekrar edilmiş olup (3 tekrar) her tekrar 3 tekrardan oluşmaktadır. Muamele ve kontrolün her bir tekrarda 3. dönem 10 adet *S. littoralis* larvası kullanılmıştır.

Tek doz tarama çalışmaları sonucunda yüksek aktivite gösteren *T. zahlbruckneri* bitkisinin çiçek ve gövde kısımlarının hekzan, etil asetat ve metanol ekstraktları ile 2. tek-doz çalışmaları yürütülmüştür. Farklı çözücüler kullanılarak elde edilen ekstraktlar hacimce 7/3 aseton-su karışımı ile 100 gr /L olacak şekilde seyreltilerek her bir 3. dönem *S. littoralis* larvasına 2 µl/böcek hacminde uygulanmıştır. Bitki ekstraktları ile muamele edilmiş böcekler yukarıda açıklanan şartlarda inkübe edilerek meydana gelen ölümler 24 saat sonra kayıt altına alınmıştır.

#### **Farklı larva dönemleri ile yürütülen çalışmalar**

Yüksek aktivite gösteren *T. zahlbruckneri*'nin çiçek-metanol ekstraktının kontak toksisitesi *S. littoralis*'in 2., 3., 4., 5. ve 6. dönem larvaları üzerinde test edilmiştir. Tek doz tarama testlerinden farklı olarak, denemelerde kullanılan çiçek-metanol ekstraktı ilk olarak aseton ile çözülmüş ve asetonla çözülen kısım filtre kağıdından geçirilerek çözünmeyen kısımdan ayrılmıştır. Fazla aseton uçurularak çiçek-metanol ekstraktının asetonla çözünen kısmı elde edilmiştir. Elde edilen ekstrakt ön çalışmalarla belirlenen dozda (20 gr/L olacak şekilde) aseton ile seyreltilerek 2., 3., 4., 5. ve 6. larva dönemi için sırasıyla 1, 2, 4, 5, 6 µl/böcek olacak şekilde mikroaplikatör yardımıyla larvalara uygulanmıştır. Kontrol grubunda böcekler her larva dönemi için belirtilen hacimde aseton ile muamele edilmiştir. Çalışma tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuş olup tüm deneme 3 kez tekrar edilmiştir. Her tekrarda 3 tekrarda bulunmaktadır.

#### **Doz-ölüm çalışmaları**

*Tanacetum zahlbruckneri* ile yürütülen tek-doz tarama testleri sonucunda yüksek aktivite gösteren çiçek-metanol, gövde-hekzan ve gövde-metanol ekstraktları ile yukarıda belirtilen şartlarda doz-ölüm çalışmaları yürütülmüştür. Denemelerde ön çalışmalarla belirlenen 1; 5; 10; 15 ve 20 gr/L bitki ekstraktı/aseton dozları kullanılmıştır. Hazırlanan konsantrasyonlar 2 µl/böcek olacak şekilde 3. dönem *S. littoralis* larvalarına uygulanmıştır. Böcekler kontrol grubunda 2 µl/böcek olacak şekilde aseton ile muamele edilmiştir. Çalışma tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuş olup her bir blok test edilen tüm dozları ve kontrolü içermektedir. Tüm deneme her tekrarda 10 larva olacak şekilde üç tekrarda olarak yapılmış olup üç kez tekrar edilmiştir.

#### **İstatistiksel analizler**

Tarama testlerinde alınan sonuçlar önce % ölüm değerlerine çevrilmiş daha sonra elde edilen verilerin arcsin değerleri bulunmuştur (Zar, 1996). Arcsin değerleri ile varyans analizi yapılmış ve buna ek olarak muameleler arasındaki farklılıklar  $P<0.05$  önem seviyesinde Tukey çoklu karşılaştırma testiyle analiz edilmiştir. Farklı larva dönemleri ile yürütülen çalışmalarda larva dönemlerinin kontrolleri ile karşılaştırılmasında t testi kullanılmıştır ( $P<0.05$ ). Tüm istatistiksel analizler MINITAB Release 14 (McKenzie & Goldman, 2005) paket programı ile yürütülmüştür. Doz-ölüm deneme sonuçları Polo-PC paket programı (LeOra, 2002) yardımıyla probit analizine tabi tutularak LD<sub>50</sub>, ve LD<sub>90</sub> değerleri ile güven aralıkları belirlenmiştir.

## Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Çalışmada kullanılan bitki ekstraktlarının 24 saat sonundaki oluşturduğu kontakt toksisite değerleri karşılaştırıldığında, *T. zahlbruckneri* ekstraktının en yüksek etkiyi gösterdiği ve istatistiksel olarak hem kontrol hem de diğer tüm ekstraktlardan farklı bulunduğu saptanmıştır ( $F=81,49$ ;  $s.d.=11, 24$ ;  $P<0.05$ ). İstatistiksel olarak aralarında önemli bir fark olduğu belirlenmesine rağmen ( $P<0.05$ ) yüksek oranda ölüme (%91) neden olan *T. zahlbruckneri* ekstraktının kimyasal standart deltamethrin'e (%100) yakın insektisidal aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 2). *Tanacetum* cinsine ait bazı türlerden elde edilen ekstraktların farklı takımlardan önemli zararlılar üzerinde yüksek oranda insektisidal etki gösterdiği diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Khambay, 2002; Isman, 2006; Pavela et al., 2010;). Polatoğlu et al. (2011) *Tanacetum chiliophyllum* (Fisch. & Mey) var. *monocephalum*'dan elde ettikleri ekstraktların buğday bitine (*Sitophilus granarius* L.) karşı yüksek oranda kontakt toksisite gösterdiğini bildirmişlerdir. *T. zahlbruckneri* dışında çalışmada test edilen diğer dokuz bitki ekstraktı çok düşük oranlarda kontak toksisite göstermiş olup istatistiksel olarak kontrol ile aynı grupta yer almaktadırlar (Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı bitkilerden elde edilen ekstraktların 3. dönem *Spodoptera littoralis* (Boisduval) larvaları üzerindeki kontak etkileri

Muamele	%Ölüm±%SHO*
Kontrol	0.00±0.00c <sup>1</sup>
<i>Artemisia vulgaris</i>	1.95±0.65c
<i>Bifora radians</i>	0.37±0.12c
<i>Chrysanthemum segetum</i>	1.49±0.12c
<i>Delphinium consolida</i>	0.37±0.12c
<i>Datura stramonium</i>	0.00±0.00c
<i>Humulus lupulus</i>	0.00±0.00c
<i>Rhododendron ponticum</i>	0.00±0.00c
<i>Tanacetum mucroniferum</i>	0.76±0.25c
<i>Tanacetum zahlbruckneri</i>	91.18±0.01b
<i>Xanthium strumarium</i>	0.37±0.12c
Deltamethrin	100.00±0.00a

<sup>1</sup> Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı küçük harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (Anova  $P<0,05$ , Tukey test).

\*SHO=Standart Hata Ortalaması.

Tek doz tarama testlerinin 2. kısmında *T. zahlbruckneri*'nin çiçek ve gövde kısımlarından farklı polariteye sahip çözücüler kullanılarak elde edilen ekstraktlar ile yürütülen denemelerin 24 saatlik verileri değerlendirildiğinde, en yüksek etki % 91 ölüm oranı ile çiçek metanol ekstraktında belirlenmiştir. Gövde-hekzan (%48) ve gövde-etil asetat (%57) ekstraktları orta düzeyde aktivite gösterirken gövde-metanol ekstraktı % 12 ölüme neden olmuştur. İlginç olarak en düşük kontak etki %1 ile çiçek-hekzan ekstraktında belirlenmiş olup bu ekstrakt dışındaki tüm ekstraktlar ve kimyasal standart deltamethrin istatistiksel olarak kontrolden farklı bulunmuştur ( $F=108,22$ ;  $s.d.=6, 14$ ;  $P<0.05$ ) (Çizelge 3). Farklı polaritede çözücüler kullanılarak elde edilen *Tanacetum* türlerinin ekstraktları arasındaki kontak toksisite farklılıkları diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Polatoğlu et al., 2011; Alkan & Gökçe 2011). Susurluk et al. (2007) 6 farklı *Tanacetum* türünden elde ettikleri ekstraktların beslenmeyi engelleyici etkileri denemelerinde en yüksek etkiyi çiçek metanol ekstraktlarında gördüklerini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çiçekte bulunan etkili madde(ler) ile gövdede bulunan etkili madde(ler) farklı yapıda olabileceğini işaret etmektedir. Çiçekte bulunan maddeler polar çözücü metanol kullanılarak ekstre edilir nitelikte iken gövdedeki madde(ler) polar olmayan hekzan yada orta derecede polar olan etil asetat ile ekstre edilebilir nitelikte olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3. *Tanacetum zahlbruckneri* (Nab.) Grierson' nin farklı çözücüler kullanılarak elde edilen ekstraktlarının 24 saat sonunda 3. dönem *Spodoptera littoralis* (Boisduval) larvaları üzerindeki kontak etkileri

Muamele	% Ölüm±%SHO*
Kontrol	0.00±0.00e <sup>1</sup>
Çiçek-Hekzan	0.76±0.25e
Çiçek-Metanol	91.11±0.23b
Gövde-Hekzan	48.33±0.06c
Gövde-Etil asetat	56.75±0.09c
Gövde-Metanol	11.68±0.12d
Deltamethrin	100.00±0.00a

<sup>1</sup> Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı küçük harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (Anova  $P<0,05$ , Tukey test).

\*SHO=Standart Hata Ortalaması.

*Tanacetum zahlbruckneri*'nin çiçek-metanol ekstraktının *S. littoralis*'in farklı larva dönemlerinde test edilmesi sonucunda ekstraktların uygulanan dozlarının özellikle 2. ve 3. dönem larvalarda etkin olduğu saptanmıştır. Larva dönemi ilerledikçe ekstraktların etkinliğinin azaldığı belirlenmiştir. 5. dönem larvalarda 0,10 mg ekstrakt uygulanmasına karşın sadece %2 ölüm gözlenmiş ve 6. dönem larvalarda 0,12 mg ekstrakt uygulanmasına rağmen herhangi bir ölüm saptanmamıştır. Birçok böcek türünde gelişme dönemi ilerledikçe kimyasallardan etkilenmelerinin azaldığı bildirilmektedir. Gökçe et al. (2006) bitki ekstraktlarını patates böceğinin çeşitli gelişim dönemlerinde denemiş ve test edilen ekstraktların ilk üç larva dönemine 4. larva ve ergin dönemlerine oranla çok daha toksik olduklarını bildirmişlerdir. Birçok çalışmada tüm gelişim dönemlerinde tek doz test edilirken bu çalışmada farklı dönemler için farklı dozlar kullanılmış, buna rağmen 5. ve 6. larva dönemlerinde çok düşük ya da hiç ölüm gözlenmemiştir. Bu hassasiyet azalmasının pupa döneminden önce böceklerde görülen fizyolojik değişikliklerle ilgili olabileceğini düşündürmektedir.

Çizelge 4. *Tanacetum zahlbruckneri*' nin çiçek-metanol ekstraktının *Spodoptera littoralis* (Boisduval)'in farklı larva dönemlerine karşı yürütülen kontak etki denemesinin 24 saat sonunda elde edilen ölüm oranları (%)

<i>S. littoralis</i> Larva Dönemleri	% Ölüm±SHO* (Kontrol)	% Ölüm±SHO ( <i>T. zahlbruckneri</i> )
2. dönem larva	1.49±0.37b <sup>1</sup>	97.82±0.60a
3. dönem larva	0.37±0.37b	94.02±0.40a
4. dönem larva	0.00±0.00b	32.21±0.01a
5. dönem larva	0.00±0.00a	1.49±0.37a
6. dönem larva	0.00±0.00a	0.00±0.00a

<sup>1</sup> Aynı satırdaki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (paired t test,  $P<0,05$ ).

\*SHO= Standart Hata Ortalaması.

Yüksek aktivite gösteren *T. zahlbruckneri* ekstraktlarından çiçek-metanol, gövde-hekzan ve gövde-etil asetat ile yapılan doz-ölüm denemeleri sonucundan en yüksek toksisite 0,013 mg/böcek LD<sub>50</sub> ve 0,039 mg/böcek LD<sub>90</sub> değerleri ile çiçek-metanol ekstraktında elde edilmiştir. Bu ekstraktı LD<sub>50</sub> değerleri karşılaştırıldığında 0,023 mg/böcek ile gövde-etil asetat ekstraktı, LD<sub>90</sub> değerleri karşılaştırıldığında 0,097 mg/böcek ile gövde-hekzan ekstraktı takip etmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. *Tanacetum zahlbruckneri* (Nab.) Grierson ekstraktlarının 24 saat sonunda *Spodoptera littoralis* (Boisduval) üzerindeki doz-ölüm denemesi sonuçları

Muameleler	LD <sub>50</sub> (mg/böcek ) (Güven Aralığı)	LD <sub>90</sub> (mg/böcek ) (Güven Aralığı)	Eğim±Standart Hata	X <sup>2</sup>
Çiçek-Metanol	0.013 (0.09-0.015)	0.039 (0.031-0.062)	2.61±0.31	23.04
Gövde-Hekzan	0.036 (0.032-0.042)	0,97 (0.074-0.146)	2.96±0.33	7.83
Gövde-Etil asetat	0.023 (0.018-0.032)	0.118 (0.065-0.5215.21)	1.80±0.26	27.41

Tek doz tarama ve doz-ölüm testlerinde elde edilen sonuçlar *T. zahlbruckneri* bitkisinde insektisidal aktivite gösteren maddeler(in), bitkinin çiçek kısmında gövde kısmına oranla daha yüksek oranda olduğunu göstermektedir. *Tanacetum* cinsine ait bitkilerin çiçek ve gövde kısımlarının monoterpenler, seskiterpenler, triterpenler, kumarinler ve flavonoidler gibi çok sayıda sekonder bileşik içerdiği daha önce yapılan bir çok çalışmada ortaya konulmuştur (Bohlmann & Zdero, 1982; Öksüz, 1990; Gören & Tahtasakal, 1994; Belyaev et al., 1996; Kisiel & Stojakowska, 1997; Çalışkan et al., 2004; Susurluk et al., 2007). Bu maddelerden özellikle seskiterpen ve seskiterpen laktonların zararlılara karşı yüksek biyolojik aktiviteye sahip olduğu farklı zararlılar ile yürütölen çalışmalarda belirlenmiştir (Gören et al., 1990; 1996; 2002; Susurluk et al., 2007; Pavela et al., 2010; Polatoğlu et al., 2011). Bundan sonra yapılacak çalışmalarda bitkinin içerdiği maddelerin kromatografik yöntemlerle parçalanması ve aktif maddenin yürütölecek biyotestlerle belirlenmesi gerekmektedir. *T. zahlbruckneri*' nin içerdiği aktif bileşiklerin izole edilmesi ve bu aktif bileşiklerin zararlılar üzerinde denemesi, ileride zararlılarla mücadelede kullanılabilecek bu aktif maddelerin pratiğe aktarılmasına yüksek oranda katkı sağlayacaktır.

## Teşekkür

Bu çalışma T.C. Kalkınma Bakanlığı, Devlet Planlama Teşkilatı, DPT-010701 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

## Yararlanılan Kaynaklar

- Abbassy, M. A., S. A. M. Abdelgaleil, A. S. H. Belal & M. A. A. Abdel Rasoul, 2007. Insecticidal, antifeedant and antifungal activities of two glucosides isolated from the seeds of *Simmondsia chinensis*. *Industrial Crops and Products* 26 (3): 345–350.
- Ahmad, M., M. I. Arif, Z. Ahmad & I. Denholm, 2002. Cotton whitefly (*Bemisia tabaci*) resistance to organophosphate and pyrethroid insecticides in Pakistan. *Pest Management Science*, 58 (2): 203–208.
- Ahmed, S. & M. Grainge, 1988. *Handbook of Plants with Pest Control Properties*. John Wiley&Sons Limited, 470 pp.
- Alkan M. & A. Gökçe, 2012. *Tanacetum abrotanifolium* (L.) DRUCE (Asteraceae)' un farklı kısımlarından elde edilen ekstraktların *Sitophilus oryzae* ve *Sitophilus granarius* (Col., Curculionidae)'a olan kontakt toksisiteleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, (Basımda).
- Alyokhin, A. M. Baker, D. Mota-Sanchez, G. Dively & E. Grafius, 2008. Colorado potato beetle resistance to insecticides. *American Journal of Potato Research*, 85(6): 395-413.
- Aydın, H., 2002. *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae)'e Karşı Bazı *Tanacetum* spp. (Compositae) Ekstraktlarının Biyolojik Aktivitelerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 100 s.
- Aydın, H., & M. O. Gürkan, 2006. The efficacy of spinosad on different strains of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae). *Turkish Journal of Biology*, 30(2): 5-9.
- Belyaev, N. F., G. M. Zapol'skaya-Dovnar & S. M. Adekenov, 1996. Comparative chrymatographic study of the sesquiterpenes of some *Tanacetum* species. *Journal of Chemistry of Natural Compounds*, 32(6): 866-868.

- Bohlmann, F., & C. Zdero, 1982. Sesquiterpene lactones and constituents from *Tanacetum parthenium*. *Phytochemistry*, 21(10): 2543-2549.
- Çalışkan, Z., N. Gören., & W.H. Watson, 2004. Isolation and structures of eudesmanolides from *Tanacetum cadmeum* ssp. *cadmeum*. *Journal of Chemical Crystallography*, 34 (5): 307-310.
- Çam, H., A. Gökçe, İ. Kadioğlu, Y. Yanar, İ. Demirtaş, N. Gören & M.E. Whalon, 2012. Bitki ekstraktlarının Patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae)]' nin farklı dönemleri üzerine mide zehiri ve rezidüel toksisite etkileri. *Türkiye Entomoloji Dergisi* (Basımda).
- Copping, L. G., & S. O. Duke, 2007. Natural products that have been used commercially as crop protection agents. *Pest Management Science*, 63(6): 524-554.
- Dayan, F. E., C. L. Cantrell & S. O. Duke, 2009. Natural products in crop protection. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 17(2): 4022-4034.
- Dev, S. & O. Koul, 1997. *Insecticides of Natural Origin*. Harwood Academic Publishers, The Netherlands, 222 pp.
- Gammon, D. W., 1980. Pyrethroid resistance in a strain of *Spodoptera littoralis* is correlated with decreased sensitivity of the CNS in vitro. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 13 (1): 53-62.
- Gao, J. R. & K. Y. Zhu, 2000. Comparative toxicity of selected organophosphate insecticides against resistant and susceptible clones of the greenbug, *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(10): 4717-4722.
- Gökçe, A., M. E. Whalon, H. Çam, Y. Yanar, İ. Demirtaş & N. Gören, 2006. Plant extract contact toxicities to various developmental stages of Colorado potato beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). *Annals of Applied Biology*, 149(2): 197-202.
- Gökçe, A., M. E. Whalon, H. Cam, Y. Yanar, İ. Demirtaş & N. Gören, 2007. Contact and residual toxicities of 30 plant extracts to Colorado potato beetle larvae. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 40(6): 441-450.
- Gören, N. & E. Tahtasakal, 1994. Constituents of *Tanacetum densum* subsp. *enginense*. *Phytochemistry*, 36(5): 1281-1282.
- Gören, N. J. Jakupovica & Ş. Topal, 1990. Sesquiterpene lactones with antibacterial activity from *Tanacetum argyrophyllum* var. *argyrophyllum*. *Phytochemistry*, 29(5): 1467-1469.
- Gören, N., H. J. Woerdenbag & C. Bozok-Johansson, 1996. Cytotoxic and antibacterial activities of sesquiterpene lactones isolated from *Tanacetum praeteritum* subsp. *praeteritum*. *Planta Medica*, 62(5): 419-422.
- Gören, N., N. Arda & Z. Çalışkan, 2002. Chemical characterization and biological activities of the genus *Tanacetum* (Compositae). *Studies in Natural Products Chemistry*, 27(H): 547-658.
- Hadim, N. & M. O. Gürkan, 2007. "Pamuk yaprak kurdu (*Spodoptera littoralis* Boisid.) (Lepidoptera:Noctuidae)'nda sentetik pyretroidlere karşı ortaya çıkan direncin biyokimyasal mekanizmaları, 60". Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi (27-29 Ağustos 2007) Bildirileri, Isparta, 342 s.
- Isman, M. B., 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51: 45-66.
- Isman, M .B., A. J. Wan & C. M. Passreiter, 2001. Insecticidal activity of essential oils to the tobacco cutworm, *Spodoptera litura*. *Fitoterapia*, 72(1): 65-68.
- Khambay, B. P. S., 2002. Pyrethroid insecticides. *Pesticide Outlook*, 13 (2): 49-54.
- Kisiel, W. & A. Stojakowska, 1997. A sesquiterpene coumarin ether from transformed roots of *Tanacetum parthenium*. *Phytochemistry*, 46(3): 515-516.
- Leora Software, 1994. Polo-PC a user's guide to Probit or Logit analysis, 1119 Shattuck Avenue, Berkeley, CA, 94707.
- Mckenzie, J. D. & R. Goldman, 2005. *The Student Guide to MINITAB Release 14 Manual*. Pearson Education, Boston, MA.
- Nugroho, B. W., R. A. Edrada, B. Güssregen, V. Wray, L. Witte & P. Proksch, 1997. Insecticidal rocaglamide derivatives from *Aglaia duppereana*. *Phytochemistry*, 44(8): 1455-1461.
- Öden, T., A. Temizer, G. Ersoy & K. Kunter, 1975. Antalya bölgesi pamuk yaprak kurdu (*Spodoptera littoralis* Boisid.)'nun insektisitlere karşı direnci. *Bitki Koruma Bülteni*, 5(2): 97-106.



- Öksüz, S., 1990. Sesquiterpenoids and other constituents from *Tanacetum cilicium*. *Phytochemistry*, 29(3): 887-890.
- Öncüer, C., 2000. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntem ve İlaçları. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları. No:13, Aydın, 333 s.
- Özkan, F., Z. Demirbağ & İ. Demir, 2011. "Bakterilerin *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae)'e karşı mikrobiyal mücadele etmeni olarak araştırılması, 462". Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi (28-30 Haziran 2011) Bildirileri, Kahramanmaraş, 496 s.
- Parakash, A. & J. Rao, 1996. *Botanical Pesticides in Agriculture*. CRC press. LewisPublishers, 443 pp.
- Pavela, R., 2004. Insecticidal activity of certain medicinal plants. *Fitoterapia*, 75(7-8): 745-749.
- Pavela, R., M. Sajfrtova, H. Sovova, M. Barnet & J. Karban, 2010. The insecticidal activity of *Tanacetum parthenium* (L.) Schultz Bip. extracts obtained by supercritical fluid extraction and hydrodistillation. *Industrial Crops and Products*, 31(3): 449-454.
- Polatoğlu, K., Ö. C. Karakoç, A. Gökçe, & N. Gören, 2011. Insecticidal activity of *Tanacetum chiliophyllum* (Fisch. & Mey. ) var. *monocephalum* grierson extracts and a new sesquiterpene lactone. *Phytochemistry Letters*, 4(4): 432-435.
- Susurluk, H., Z. Caliskan, O. Gürkan, S. Kırmızıgül & N. Gören, 2007. Antifeedant activity of some *Tanacetum* species and bioassay guided isolation of the secondary metabolites of *Tanacetum cadmeum* ssp. *cadmeum* (Compositae). *Industrial Crops and Products*, 26: 220-228.
- Thacker, J. M. R., 2002. *An Introduction to Arthropod Pest Control*, Cambridge University Press, Cambridge, 343 pp.
- Ünlü, L. & S. Kornoşor, 2003. Şanlıurfa ilinde saptanan Noctuidae (Lepidoptera) familyası türleri ve morfolojik özellikleri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(3-4): 19-28.
- Yıldırım, E. M. & H. Başpınar, 2008. Aydın ili çilek alanlarında saptanan Noctuidae (Lepidoptera) familyası türleri, yayılışı, zararı ve popülasyon dalgalanmaları üzerinde çalışmalar. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(2): 115-121.
- Whalon, M. E., D. Mota-Sanchez, R. M. Hollingworth & L. Duynslage, 2012. *Arthropod Pesticide Resistance Database*. <http://www.pesticideresistance.org/>.
- Zar, J. H., 1996. *Biostatistical Analysis*. 3rd Ed., Prentice Hall Inc. New Jersey, USA.

