

**Orijinal araştırma (Original article)**

**Farklı bitki ekstraktlarının *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) üzerinde beslenme engelleyici ve mide zehiri etkileri<sup>1</sup>**

Antifeedant and stomach poison effects of different plant extracts to *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae)

Ömer Cem KARAKOÇ<sup>2</sup>

Ayhan GÖKÇE<sup>3\*</sup>

**Summary**

Antifeedant and stomach poison effects of 9 plant extracts were tested on *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae). Antifeedant effects of plant extracts varied from 22.44% to 68.96% and the most active plant extracts were *Delphinium consolida* (%68.96), *Chrysanthemum segetum* (62.67%), *Artemisia vulgaris* (61.09%) and *Tanacetum mucroniferum* (55.87%). Dose-response studies with the extracts showed that all extracts produced strong antifeedant effects ranging from 68.91% to 82.20% at 2 mg/cm<sup>2</sup> dose, *D. consolida* (48.92%) and *T. mucroniferum* (45.02%) also exhibited antifeedant properties at dose as low as 0.5 mg/cm<sup>2</sup>. In stomach poison effects studies, *C. segetum* was the most toxic extract with %74.24 mortality. It was followed by *D. consolida* and *T. mucroniferum* with 70.53% and 67.04% mortality, respectively. Dose-mortality studies with *C. segetum* showed that it was the most toxic extract with 0.35 mg/cm<sup>2</sup> LC<sub>50</sub> and 3.85 mg/cm<sup>2</sup> LC<sub>90</sub> values.

**Key words:** Cotton leaf worm, plant extract, antifeedant effect, stomach poison effect

**Özet**

Bu çalışmada 9 farklı bitkiden elde edilen bitki ekstraktının *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) üzerindeki beslenmeyi engelleyici ve mide-zehiri etkileri araştırılmıştır. Denemelerde kullanılan ekstraktlar 1 mg/cm<sup>2</sup> arasında en yüksek beslenmeyi engelleyici etki sırasıyla *Delphinium consolida* L. (% 68.96) *Chrysanthemum segetum* L. (% 62.67), *Artemisia vulgaris* L. (% 61.09) ve *Tanacetum mucroniferum* Hub.Mor.& Grierson, (% 55.87) bitkilerinden elde edilmiştir. Bu dört bitki ile yürütülen doz etki çalışmalarında uygulama dozu 2 mg/cm<sup>2</sup>'ye çıkarıldığında bitki ekstraktları % 68.91 ile % 82.20 arasında beslenmeyi engelleyici etki göstermiştir. 0.5 mg/cm<sup>2</sup> dozda ise *D. consolida* aktivitesi % 48.92 *T. mucroniferum* aktivitesi ise % 45.02 olarak belirlenmiştir. Mide zehiri etki çalışmalarında 120 saat sonunda en yüksek aktivite % 74.24 ölüm oranı ile *C. segetum* ekstraktında belirlenmiş bu ekstraktı % 70.53 ve % 67.04 ölüm oranlarıyla *D. consolida* ve *T. mucroniferum* ekstraktları takip etmiştir. Mide zehiri etkisi çalışmalarında yüksek aktivite gösteren bitkilerle yapılan doz-ölüm çalışmasında en yüksek toksisite 0.35 mg/cm<sup>2</sup> LC<sub>50</sub> değeri ve 3.85 mg/cm<sup>2</sup> LC<sub>90</sub> değeri ile *C. segetum* ekstraktında saptanmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Pamuk yaprak kurdu, bitki ekstraktı, beslenme engelleyici etki, mide zehiri etkisi

<sup>1</sup> Bu çalışma Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda hazırlanan Doktora tezinin bir bölümüdür

<sup>2</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi Yapraklı Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü Çankırı

<sup>3</sup> Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Tokat / Niğde Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü Niğde

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

Alınış (Received): 30.04.2012

Kabul edilmiş (Accepted): 19.07.2012

## Giriş

Dünyada tarım ürünlerini böcek zararından korumak için farklı şekillerde mücadele yöntemleri uygulansa bile meydana gelen ürün kayıpları %10-20 arasında değişmektedir (Ferry et al., 2004). Tarımsal zararlılarla mücadelede sentetik insektisitlerin kullanımı halen en önemli kontrol yöntemidir (Zapata et al., 2009). Sentetik insektisitlerin yoğun bir şekilde kullanılması beraberinde çevre kirliliği, ürünlerde kalıntı ve böceklerde direnç oluşumu gibi sorunları da beraberinde getirmektedir. Sentetik insektisit kullanımına bağlı bu gibi olumsuzluklar, tarımsal mücadelede kullanılacak yeni bileşiklerin bulunmasını ve uygulamaya aktarılmasını zorunlu hale getirmiştir.

Zararlılarla etkili bir mücadele yapabilmenin ve de sentetik insektisit kullanımını azaltmanın bir yolu çevre ve tibben güvenli kabul edilen ve bitkilerden elde edilen doğal bileşiklerin kullanılmasıdır (Pavela, 2011; Dayan et al., 2009). Bitkiler, zararlı böcekleri kendilerinden uzaklaştırmak için birtakım savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Bu mekanizmalardan en önemlisi sekonder metabolitler olarak adlandırılan farklı yapılara sahip kimyasal bileşiklerdir (Parakash & Rao, 1996; Dev & Koul, 1997; Isman, 2002; 2006). Bu bileşikler (Piretrum, azadirachtin gibi) hedef alınan organizmada yüksek oranda etki gösterirken çevreye olan zararlı etkileri de oldukça düşüktür (Harborne, 2001) ve hızlı parçalanırlar (Kleeberg, 1992).

Günümüzde bitkilerden elde edilen ve ticari olarak üretilen maddelerin çeşitli şekillerde insektisit aktivite gösterdiği bilinmektedir (Dev & Koul, 1997; Isman, 2006; 2008; Dayan et al., 2009). Bitki ekstraktları aynı zamanda beslenme engelleyici (antifeedant), büyüme engelleyici, yumurta bırakmayı engelleyici gibi farklı aktivitelerde göstermektedir (Susurluk et al., 2007; Zapata et al., 2009; Gökçe et al., 2005; 2010; 2011; 2012).

Beslenme engelleyici etki gösteren maddeler zararlıların direkt olarak ölümüne neden olmazlar. Böceğin beslenmesini engelleyerek veya azaltarak gelişmesini büyük ölçüde kısıtlarlar. Beslenme engelleyici olarak etki eden maddeler tüm sekonder metabolit gruplarında bulunabilmektedir. Fakat en yüksek beslenmeyi engelleyici madde grupları terpenoidler, alkaloidler, saponinler ve polifenollerdir (Koul, 2005). Son yıllarda yapılmış birçok çalışmada bitki ekstraktlarının beslenme engelleyici etkileri araştırılmıştır (Jannet et al., 2001; Wellsow, 2006; Cornelius et al., 2009; Gökçe et al., 2012). Pavela, (2010) bu gibi uygulamaların bazı böcek zararlarını önemli derecede azaltabileceğini bildirmiştir. Beslenmeyi engelleyici maddelerin bir diğer avantajı ise predator, parazitoid ve polinatörlere karşı seçici davranmasıdır (Kleeberg, 1992; Pavela, 2010).

Bu çalışmada, dokuz farklı bitkiden elde edilen ekstraktların beslenmeyi engelleyici ve mide zehiri etkileri *S. littoralis* larvaları üzerinde test edilmiştir. Bununla birlikte yüksek aktivite gösteren bitki ekstraktları ile doz-etki çalışmaları da yürütülmüştür.

## Materyal ve Yöntem

### Böcek kültürlerinin yetiştirilmesi

Bu çalışmada kullanılan *S. littoralis* larvaları Aydın (2002)'de belirtilen yöntem kullanılarak Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünde yetiştirilmiştir. Çalışmalar 3. dönem larvalar ile gerçekleştirilmiş olup böceklerin inkübasyonunda 25 °C, %60±10 nisbi nem ve 16:8 (aydınlık/karanlık) ışıklandırma süresine sahip inkübatörler kullanılmıştır.

### Bitki ekstraksiyonu

Denemelerde kullanılan bitkilerin bilimsel isimleri, familyaları, toplanma yerleri ve kullanılan kısımları Çizelge 1'de verilmiştir. Farklı bölgelerden toplanan bitki materyallerinin çalışmalarda kullanılacak olan kısımları ayrılarak direkt güneş ışığına maruz kalmayacak şekilde oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kuruyan bitkiler değirmen ile öğütülerek denemelerde kullanılıncaya kadar cam kavanozlar içinde oda sıcaklığında ve karanlık şartlarda saklanmıştır.

Bitkilerden ekstrakt elde etmek amacıyla Gökçe et al. (2007)'de belirtilen yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde göre her bir bitki materyalinden 50 gr tartılarak 1000 ml'lik erlenmayer içerisine konulmuş ve üzerine 500 ml metanol eklenmiştir. Üzeri alüminyum folyo ile kapatılan erlenmayerler çalkalayıcıya yerleştirilerek karanlık koşullarda 24 saat süre ile çalkalanmıştır. Bu süre sonunda bitkisel süspansiyon filtre kağıdı yardımıyla süzülerek bitki materyalinin süspansiyondan ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen süspansiyondaki çözücüler 35 °C havuz sıcaklığına sahip evaporatör yardımıyla ayrılarak bitki ekstraktları elde edilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmadaki bitkilerin kullanılan kısımları ve toplanma yerleri.

Bilimsel ismi	Familya	Kullanılan kısım	Toplanma Yeri
<i>Humulus lupulus</i>	Cannabaceae	Kozalak	Tokat
<i>Bifora radians</i>	Umbelliferae	Yaprak ve gövde	Tokat
<i>Xanthium strumarium</i>	Asteraceae	Meyve	Tokat
<i>Rhododendron ponticum</i>	Ericaceae	Yaprak ve gövde	Trabzon
<i>Tanacetum mucroniferum</i>	Asteraceae	Yaprak, gövde ve çiçek	Erzincan
<i>Delphinium consolida</i>	Ranunculaceae	Yaprak ve gövde	Tokat
<i>Datura stramonium</i>	Solanaceae	Meyve	Tokat
<i>Chrysanthemum segetum</i>	Asteraceae	Yaprak, gövde ve çiçek	Tokat
<i>Artemisia vulgaris</i>	Asteraceae	Yaprak ve gövde	Tokat

### Beslenmeyi engelleyici etki çalışmaları

Tek doz çalışmalarında, bitkilerden elde edilen ekstraktlar aseton ile seyreltilerek 1 mg bitki ekstraktı /cm<sup>2</sup> olacak şekilde uygulanmıştır. Bu karışım disk kesici yardımıyla kesilen 10 mm çapındaki marul yapraklarının her iki tarafına 10 µl olacak şekilde uygulanmıştır. Uygulamadan sonra marul yaprakları çözücünün uçması için 5 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda marul yaprakları 60 mm çapında petri kaplarına aktarılmış ve *S. littoralis* larvaları beslenmeleri için bu petri kaplarına bırakılmıştır. Kontrolde marul yapraklarına 10 µl aseton uygulanmıştır. Denemelerde kullanılan yaprak diskler, 24 saat sonunda uygulama yapılmış olanlarla değiştirilerek her gün yenilenmiştir Böcekler 25±2 °C'de inkübe edilerek 24 saat sonunda meydana gelen beslenme oranları kayıt altına alınmıştır. Denemeler tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuş olup her gün bir blok olarak kabul edilerek 3 farklı günde tekrar edilmiştir. Tüm tekrarlar bir adet larva içeren 10 tekrardan oluşmaktadır.

Tek doz tarama testlerinde yüksek aktivite gösteren *Delphinium consolida*, *Tanacetum mucroniferum*, *Chrysanthemum segetum* ve *Artemisia vulgaris* bitkileriyle, yukarıdaki belirtilen yöntem kullanılarak doz-etki çalışmaları yürütülmüştür. Denemelerde, ön çalışmalarla belirlenen 2; 1; 0.5; 0.1 mg/cm<sup>2</sup> dozları kullanılmıştır. Hazırlanan konsantrasyonlar 10 µl olacak şekilde 10 mm çapındaki marul yapraklarına uygulanmıştır. Marul yaprakları kontrol grubunda 10 µl aseton ile muamele edilmiştir. Çalışma tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuş olup her bir blok test edilen tüm dozları ve kontrolü içermektedir. Tüm deneme üç kez tekrar edilmiş olup her tekrar bir böcek içeren 10 tekrardan oluşmaktadır.

Çalışmada, larvaların 24 saat sonundaki beslenme oranı gözlemlenmiş ve beslenme miktarları perimetre ile ölçülerek kayıt altına alınmıştır. Elde edilen ölçümler yüzde (%) değerlerine çevrilmiş ve bitki ekstraktlarının beslenmeyi engelleme oranları (BEO) Schmidt et al. (1997) formülüne göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ BEO} = \left[ 1 - \frac{\text{Muamelede Beslenme Miktarı}}{\text{Kontrolde Beslenme Miktarı}} \right] \times 100$$

### Mide zehiri etki çalışmaları

Bitkilerin tek doz mide zehiri etkilerini belirlemek amacıyla, elde edilen ekstraktlar aseton ile 1 mg/cm<sup>2</sup> olacak şekilde seyreltilerek uygulanmıştır. Bu karışım yukarıda belirtildiği gibi 10 mm çapındaki marul yapraklarının her iki yüzüne 10 µl olacak şekilde uygulanmıştır. Uygulama yapılan marul yaprakları çözücünün uçması için 5 dakika bekletilerek 60 mm çapında petri kaplarına aktarılmıştır. Kontrolde marul yapraklarına 10 µl aseton uygulanmıştır. Bitki ekstraktı uygulanan yaprak diskler her gün yenileriyle değiştirilmiştir. *S. littoralis* larvaları beslenmeleri için bu petri kaplarına aktarılarak 25±2 °C'de inkübe edilmiştir. 48 ve 96 saat sonunda meydana gelen ölümler kayıt altına alınmıştır. Denemeler tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuş olup her gün bir blok olarak kabul edilmiştir. Çalışma 3 farklı günde tekrar edilmiştir.

Mide-zehiri etki çalışmaları sonucunda yüksek aktivite gösteren *T. mucroniferum*, *D. consolida*, *D. stramonium* ve *C. segetum* ile doz ölüm çalışmaları yürütülmüştür. Denemeler yukarıda belirtilen şartlarda 25±2 °C ve %60±10 nisbi nemde yürütülmüştür. Çalışmalarda ön denemelerle belirlenen 2; 1; 0.5; 0.1; 0.01 mg/cm<sup>2</sup>lik dozlar kullanılmıştır. 72 ve 120 saat sonunda meydana gelen ölümler kayıt altına alınmıştır.

### İstatistiksel analizler

Beslenmeyi engelleyici etki çalışmalarında elde edilen % değerler arcsin transformanına tabi tutulmuştur (Zar, 1996). Arcsin değerleri varyans analizine tabii tutulmuş (ANOVA) (P≤0.05) ve muameleler arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testiyle analiz edilmiştir (P≤0.05). Mide zehiri çalışmasında elde edilen veriler % ölüm değerlerine çevrilmiş daha sonra elde edilen veriler arcsin transformanına tabi tutulmuştur. Gerekli olan durumlarda kontrolde meydana gelen ölümler Abbott formülü kullanılarak düzeltilmiştir (Abbott, 1925). Arcsin değerleri ile varyans analizi yapılmış (ANOVA) (P≤0.05) ve sonrasında muameleler arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testiyle analiz edilmiştir (P≤0.05). Tüm istatistiksel analizler MINITAB Release 14 paket programı ile yürütülmüştür (McKenzie & Goldman, 2005). Mide-zehiri doz-ölüm denemeleri sonucunda elde edilen sonuçlar Polo-PC probit paket programı (LeOra, 2002) yardımıyla analiz edilerek, LC<sub>50</sub>, LC<sub>90</sub> değerleri ile güven aralıkları belirlenmiştir.

## Araştırma Sonuçları ve Tartışma

### Beslenmeyi engelleyici etki çalışmaları

Çalışmada kullanılan tüm bitki ekstraktlarının değişen oranlarda *S. littoralis*'in beslenmesini engellediği ve bazı muameleler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir (F=9.79; s.d.=7,16; P=0.000). En yüksek beslenmeyi engelleyici etki *D. consolida* (% 68.96) bitkisinden saptanmış olup bu etkiyi, aralarında fark bulunmamasına rağmen, sırasıyla *C. segetum* (% 62.67), *A. vulgaris* (% 61.09) ve *T. mucroniferum* (% 55.87) bitkileri takip etmiştir (Çizelge 2). Çalışmada en düşük beslenmeyi engelleme oranı ile etki % 22.44 ile *R. ponticum*'da saptanmıştır.

Yüksek aktivite gösteren *D. consolida*, *C. segetum* *A. vulgaris* ve *T. mucroniferum* ile yürütülen doz-etki çalışmalarında en yüksek doz olan 2 mg/cm<sup>2</sup>'de beslenmeyi engellerken, doz düştükçe etkinliğin de azaldığı saptanmıştır. *D. consolida* ekstraktının 2 mg/cm<sup>2</sup>'lik doz uygulamasında % 82.20 aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. *T. mucroniferum* (% 81.70) ise yüksek aktivite gösteren ikinci ekstrakt olmuştur. Uygulama dozu 0.5 mg/cm<sup>2</sup> ye düşürüldüğünde bitki ekstraktlarının gösterdiği aktivite sıralamasında herhangi bir değişiklik olmamıştır. 0.1 ve 1 mg/cm<sup>2</sup> doz uygulamasında ise muameleler arasında istatistiksel olarak herhangi bir farklılık bulunamamıştır (F=1.61; s.d.=3,8; P=0.261). Ancak, *C. segetum* ve *A. vulgaris*'in, *T. mucroniferum* ve *D. consolida*'dan istatistiki olarak daha düşük beslenme engelleyici etki gösterdiği Çizelge 3'ten anlaşılmaktadır (Çizelge 3).

Çizelge 2. Bitki ekstraktlarının *Spodoptera littoralis* (Boisduval) larvaları üzerindeki beslenmeyi engelleme oranları [%BEO=(1-Muamele beslenme oranı/Kontrol beslenme oranı)\*100 ]

Muamele	% BEO*	% 95 GA*
<i>Tanacetum mucroniferum</i>	55.87±ab <sup>1</sup>	(53.44-58.30)
<i>Rhododendron ponticum</i>	22.44±c	(15.68-29.20)
<i>Delphinium consolida</i>	68.96±a	(67.05-70.87)
<i>Datura stramonium</i>	39.15±bc	(37.21-41.09)
<i>Chrysanthemum segetum</i>	62.67±ab	(62,27-63.07)
<i>Xanthium strumarium</i>	37.15±bc	(35.09-39.21)
<i>Bifora radians</i>	27.99±c	(23.94-32.04)
<i>Artemisia vulgaris</i>	61.09±ab	(60.92-61.26)

<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).

\* BEO=Beslenmeyi Engelleme Oranı GA=% 95 önem seviyesinde Güven aralığı.

Çalışmada kullanılan bitkilerin diğer bazı böcek türleri üzerinde beslenmeyi engelleyici etkilere sahip olduğu önceki yıllarda yapılmış farklı çalışmalarla da ortaya konmuştur (Dev & Koul, 1997; Koul, 2005; Gökçe et al., 2006; Gökçe et al., 2010). Gonzalez-Coloma et al., (1999) *Delphinium spp.*'den elde edilen bazı diterpen alkaloidlerin *S. littoralis* ve *Leptinotarsa decemlineata* üzerindeki antifeedant ve toksik aktivitelerini araştırmışlardır. Bitkilerden elde edilen cardiopetamine diterpenoidinin *S. littoralis*'in, 15-acetylcardiopetamine diterpenoidinin ise *L. decemlineata*'nın beslenme aktivitesini azalttığını bildirmişlerdir. *Tanacetum* cinsine ait bazı türlerin de beslenmeyi engelleyici özellik gösterdiği diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Susurluk et al., 2007; Alkan & Gökçe, 2012).

Çizelge 3. Bazı bitki ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarının beslenmeyi engelleme oranları [%BEO=(1-Muamele beslenme oranı/Kontrol beslenme oranı)\*100 ]

Muamele	% BEO (% 95 GA)*			
	0.1	0.5	1	2
<i>Tanacetum mucroniferum</i>	3.70a <sup>1</sup> (3.33-4.07)	45.02a (44.30-45.74)	61.74a (60.90-62.58)	81.70a (81.45-81.95)
<i>Delphinium consolida</i>	12.02a (11.32-12.72)	48.92a (44.80-53.04)	63.40a (59.20-67.60)	82.20a (81.41-83.00)
<i>Chrysanthemum segetum</i>	6.71a (5.00-8.42)	15.77b (14.18-17.36)	52.21a (48.68-55.74)	77.51ab (76.67-78.35)
<i>Artemisia vulgaris</i>	3.77a (0.00-11.47)	20.00b (19.33-20.67)	48.06a (45.48-50.64)	68.91b (68.74-69.08)

<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).

\* BEO=Beslenmeyi Engelleme Oranı, GA= % 95 önem seviyesinde Güven aralığı.

### Mide zehiri etki çalışmaları

Mide zehiri etkilerinin belirlenmesinde; uygulanan bitki ekstraktlarının ilk 24 saat sonundaki etkileri incelendiğinde; *C. segetum* (%26) dışındaki ekstraktların düşük etki gösterdiği meydana gelen ölüm oranlarının da %1 ile 4 arasında değiştiği belirlenmiştir. İnkübasyon süresinin artırılmasına paralel olarak ekstraktların etkinliği artmış ve 120 saat sonunda *T. mucroniferum*, *C. segetum* ve *D. consolida* en yüksek

etkiyi gösteren ekstraktlar olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Çalışmada kullanılan bitki ekstraktlarının mide zehiri etkileri arasında hem 72 saat ( $F=7.16$ ; s.d.=9,20;  $P=0.000$ ) hem de 120 saat ( $F=32.08$ ; s.d.=9,20;  $P=0.000$ ) sonunda istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur. Yetmiş iki saat sonunda en yüksek aktivite *C. segetum* (%50.00) ekstraktından elde edilmiştir. Bu etkiyi sırasıyla *T. mucroniferum* (% 43.31), *D. consolida* (% 29,67), *A. vulgaris* (% 29,67) ekstraktları takip etmiştir. Denemede kullanılan diğer bitkiler ise % 4.53 ile % 26.47 arasında aktivite göstermiştir. Yüz yirmi saat sonunda test edilen bitkiler arasında %74.24 ölüm oranı ile *C. segetum* en yüksek etkiyi gösterirken, *D. consilida* %70.53, *T. mucroniferum* % 67.04 ölüm meydana getirerek bu bitkiyi takip etmiştir. Çalışmada kullanılan diğer bitkiler % 4.53 ile 37.01 arasında etkinlik göstermiş olup, en düşük aktivite *R. ponticum* (% 4.53) ekstraktından elde edilmiştir. *D. consolida* bitkisinin tohumlarından elde edilen alkaloidlerin afidler ve thripsler üzerinde aktivite gösterdiği (Davidson, 1929) ve bu aktivitenin delcosine ve delsoline alkaloidlerinden kaynaklandığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Dev & Koul, 1997). Farklı *Tanacetum* türlerinin *S. littoralis* üzerindeki aktivitesini inceleyen Aydın, (2002) bu türe ait bitkilerin yüksek oranda aktivite gösterdiğini belirlemiştir. Er et al., (2009) *Thaumetopoea solitaria* Frey'nin 3. dönem larvaları üzerinde yürütmüş oldukları çalışmada, *R. ponticum* bitkisinde % 7 oranında aktivite saptarken, aynı araştırmacılar bu çalışmada kullanılan, fakat düşük oranda aktivite gösteren *H. lupulus* bitkisinde % 83 oranında toksisite saptamışlardır.

Çizelge 4. Bitki ekstraktlarının *Spodoptera littoralis* (Boisduval) larvaları üzerindeki mide-zehiri etkileri

Muamele	% Ölüm (%95 GA)	
	72 saat	120 saat
Kontrol	4.53c <sup>1</sup> (0.00-12.90)	10.00cd (0.00-0.00)
<i>Tanacetum mucroniferum</i>	43.31ab (42.47-44.15)	67.04a (64.01-70.07)
<i>Rhododendron ponticum</i>	4.53c (0.00-13.00)	4.53d (0.00-13.00)
<i>Delphinium consolida</i>	29.67ab (26.64-32.70)	70.53a (69.41-71.65)
<i>Datura stramonium</i>	13.01bc (11.35-14.67)	21.85bc (20.73-22.97)
<i>Chrysanthemum segetum</i>	50.00a (47.49-52.51)	74.24a (73.12-75.36)
<i>Xanthium strumarium</i>	26.47abc (25.35-27.59)	33.33b (33.33-33.33)
<i>Bifora radians</i>	19.31abc (15.19-23.43)	19.31abc (15.19-23.43)
<i>Artemisia vulgaris</i>	29.67ab (26.64-32.70)	37.01b (36.17-37.85)
<i>Humulus lupulus</i>	19.31abc (15.19-23.43)	25.84b (24.92-26.76)

<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, GA= % 95 önem seviyesinde Güven aralığı.

Mide zehiri çalışmasında yüksek aktivite gösteren *T. mucroniferum*, *D. consolida* ve *C. segetum* bitki ekstraktlarının toksisitelerini belirlemek amacıyla doz-ölüm çalışmaları yürütülmüştür. Yüz yirmi saatlik inkübasyon süresi sonunda en yüksek toksisiteyi *C. segetum* ekstraktı göstermiş olup  $LC_{50}$  değeri  $0.35 \text{ mg/cm}^2$  ve  $LC_{90}$  değeri de  $3.85 \text{ mg/cm}^2$  olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5.). Doz-ölüm çalışmasında kullanılan *D. consolida* ve *T. mucroniferum* ekstraktlarının  $LC_{50}$  değerleri sırası ile  $0.43 \text{ mg/cm}^2$  ve  $0.79 \text{ mg/cm}^2$ ,  $LC_{90}$  değerleri  $4.23 \text{ mg/cm}^2$  ve  $5.78 \text{ mg/cm}^2$  olarak bulunmuştur (Çizelge 5.).

Ranunculaceae ve özellikle Asteraceae'de yer alan bitki türleri insektisidal ve davranışsal etki gösteren önemli familyalar içerisinde (Dev & Koul, 1997). Birçok araştırmacı bu familyalara ait türlerin aktiviteleri ile ilgili çalışmalar yürütmüş ve başarılı sonuçlar elde etmiştir (Sadek, 2003; Pavela, 2004; Isman, 2006; Gökçe et al., 2007; 2012). Yürütmüş olduğumuz çalışma bu familyalara ait türlerin beslenmeyi engelleyici ve insektisit aktivitelerinin bulunduğunu doğrular niteliktedir. Sonraki aşamalarda aktivite gösteren bitkiler ile yürütülecek madde izolasyonu ve biyolojik aktiviteleri ile ilgili yapılacak çalışmaların tarımsal zararlılarla mücadelede kullanılacak yeni maddelerin geliştirilmesine büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çizelge 5. Bazı bitki ekstraktlarının 120 saat sonunda *Spodoptera littoralis* (Boisduval) üzerindeki doz-ölüm denemesi sonuçları

Muameleler	LC <sub>50</sub> (mg/cm <sup>2</sup> ) (Güven Aralığı)	LC <sub>90</sub> (mg/cm <sup>2</sup> ) (Güven Aralığı)	Eğim±Standart Hata	χ <sup>2</sup>
<i>Tanacetum mucroniferum</i>	0.79 0.47-1.290	5.78 2.76-40.83	1.48±0.37	5.05
<i>Delphinium consolida</i>	0.43 0.27-0.67	4.23 2.23-12.78	1.29±0.20	6.29
<i>Chrysanthemum segetum</i>	0.35 0.21-0.58	3.85 1.86-13.87	1.23±0.20	8.03

### Teşekkür

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

### Yararlanılan Kaynaklar

- Abbott, W.S., 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 34: 1426-1432.
- Alkan, M. & A. Gökçe, 2012. *Tanacetum abrotanifolium* (L.) ekstraktlarının *Sitophilus oryzae* ve *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae)'a uzaklaştırıcı ve beslenmeyi engelleyici etkileri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 36(3): 377-389.
- Aydın, H., 2002. *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae)'e Karşı Bazı *Tanacetum* spp. (Compositae) Ekstraktlarının Biyolojik Aktivitelerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 100 s.
- Cornelius, W.W., T. Akenga, G.O. Obiero, & K.P. Lutta, 2009. Antifeedant activities of the erythrinaline alkaloids from *Erythrina latissima* against *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera noctuidae). *Records of Natural Products*, 3 (2): 96-103.
- Dayan, F.E., C.L. Cantrell & S.O. Duke, 2009. Natural products in crop protection. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 17 (2): 4022-4034.
- Davidson, W.M., 1929. Insecticidal tests with oils and alkaloids of larkspur (*Delphinium consolida*) and stavesacre (*Delphinium staphisagria*). *Journal of Economic Entomology*, 22 (1): 226-234.
- Dev, S. & O. Koul, 1997. *Insecticides of Natural Origin*. Harwood Academic Publishers, The Netherlands, 222 pp.
- Er, M.K., A. Gökçe & M.E. Whalon, 2009. Contact and ingestion toxicities of plant extracts to *Thaumetopoea solitaria* Frey. (Lepidoptera:Thaumetopoeidae). *Journal of Pest Science*, 82 (1): 95-99.
- Ferry, N., M. Edwards, J. Gatehouse & M. Gatehouse, 2004. Plant-insect interactions: molecular approaches to insect resistance. *Current Opinion Biotechnology*, 15 (2): 155-161.
- Gonzalez-Coloma, A., A. Guadano, C. Gutierrez, R. Cabrera, E. Pena, G. Fuente, M. Reina, 1999. Antifeedant *Delphinium* diterpenoid alkaloids structure-activity relationships. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 286-290.
- Gökçe, A., L.L. Stelinski & M.E. Whalon, 2005. Behavioral and electrophysiological responses of leafroller moths to selected plant extracts, *Environmental Entomology* 34 (6): 1426-1432.

- Gökçe, A., R. Isaacs & M.E. Whalon, 2006. Behavioural response of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) larvae to selected plant extracts, *Pest Management Science*, 62: 1052–1057.
- Gökçe, A., M.E. Whalon, H. Cam, Y. Yanar, İ. Demirtas & 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.
- Gökçe, A., L.L. Stelinski, M.E. Whalon & L.J. Gut, 2010. Toxicity and antifeedant activity of selected plant extracts against larval obliquebanded leafroller, *Choristoneura rosaceana* (Harris). *The Open Entomology Journal*, 4: 18-24.
- Gökçe, A., R. Isaacs & M.E. Whalon, 2011. Ovicidal, larvicidal and anti-ovipositional activities of *Bifora radians* and other plant extracts on the grape berry moth *Paralobesia viteana* (Clemens). *Journal of Pest Science*, 84 (4): 487-493.
- 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.
- Harborne, J.B., 2001. Twenty-five years of chemical ecology. *Natural Product Reports*, 18 (4): 361-379.
- Isman, M.B., 2002. Insect antifeedants. *Pesticide Outlook* 13: 152–157.
- 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., 2008. Perspective botanical insecticides: for richer, for poorer. *Pest Management Science*, 64: 8-11.
- Jannet, H.B., F. H-Skhiri, Z. Mighri, M.S.J. Simmonds & W.M. Blaney, 2001. Antifeedant activity of plant extracts and of new natural diglyceride compounds isolated from *Ajuga pseudoiva* leaves against *Spodoptera littoralis*. *Industrial Crop and Products*, 14: 213-222.
- Kleeberg, H., 1992. “The NeemAzal-Conception: Test of Systemic Activity, 5-16”. In: *Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients* (Ed. H., Kleeberg). Druck & Graphic, Giessen, Germany, 127 pp.
- Koul, O., 2005. *Insect Antifeedants*. CRC Press, Florida, 1005pp.
- 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.
- Parakash, A. & J. Rao, 1996. *Botanical Pesticides in Agriculture*. CRC pres. LewisPublishers, 443 pp.
- Pavela, R., 2004. Insecticidal activity of certain medicinal plants. *Fitoterapia*, 75 (7-8): 745-749.
- Pavela, R., 2010. Antifeedant activity of plant extracts on *Leptinotarsa decemlineata* Say. and *Spodoptera littoralis* Bois. larvae. *Industrial Crops and Products*, 32: 213-219.
- Pavela, R., 2011. “Natural Products as Allelochemicals in Pest Management,134-148”. In: *Natural Products in Pest Management* (Ed. N. K. Dubey). Cabi Head Office, Oxfordshire, UK, 312 pp.
- Sadek, M.M., 2003. Antifeedant and toxic activity of *Adhatoda vasica* leaf extract against *Spodoptera littoralis* (Lep., Noctuidae). *Journal of Applied Entomology*, 127: 396–404.
- Schmidt, G.H., A.I. Ahmed & M. Breuer, 1997. Effect of *Melia azedarach* extract on larval development and reproduction parameters of *Spodoptera littoralis* (Boisd.) and *Agrotis ipsilon* (Hufn.) (Lep. Noctuidae). *Anzeiger für Schädlingskunde*, 70 (1): 4–12.
- 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.
- Wellsow, J., R.J. Grayer, N.C. Veitch, T. Kokubun, R. Lelli, G.C. Kite & M.S.J. Simmonds, 2006. Insect-antifeedant and antibacterial activity of diterpenoids from species of *Plectranthus*. *Phytochemistry*, 67: 1818-1825.
- Zapata, N., F. Budia, E. Vinuela & P. Medina, 2009. Antifeedant and growth inhibitory effects of extracts and dirimanes of *Drymys winteri* stem bark against *Spodoptera littoralis* (Lep., Noctuidae). *Industrial Crops and Products*, 30: 119-125.
- Zar, J.H., 1996. *Biostatistical Analysis*. 3rd Ed., Prentice Hall Inc. New Jersey, USA.