

**Orijinal araştırma (Original article)**

***Tanacetum abrotanifolium* (L.) DRUCE (Asteraceae)' un gövde ve çiçek ekstraktlarının *Sitophilus granarius* ve *Sitophilus oryzae* (Col., Curculionidae)'ye olan kontakt ve davranışsal etkileri<sup>1,2</sup>**

Toxic and behavioural effects of *Tanacetum abrotanifolium* L. DRUCE (Asteraceae) stem and flower extracts on *Sitophilus granarius* and *Sitophilus oryzae* (Col., Curculionidae)

Mustafa ALKAN<sup>3</sup>

Ayhan GÖKÇE<sup>4\*</sup>

**Summary**

Toxic and behavioral effects of *Tanacetum abrotanifolium* (L.) DRUCE (Asteraceae) stem and flower extracts were tested on *Sitophilus granarius* (L.) and *S. oryzae* (L.) (Col, Curculionidae) under laboratory conditions. The stem and flower extracts were obtained using three different solvents that were hexane, ethyl acetate and methanol. Both stem and flower extracts of *T. abrotanifolium* produced very high level of contact toxicity to the granary weevil. The greatest contact toxicity to granary weevil was seen with the stem hexane extract which caused 64% mortality. Dose-response bioassay with granary weevil exhibited that stem extracts were more toxic than the flower extracts and LD<sub>50</sub> values were 5.54, 4.81 and 5.01 µg/insect for stem hexane, ethyl acetate and methanol extracts respectively. In the second series of experiments, deterrent and antifeedant effects of plant extracts were tested with choice and non-choice set up. All tested plant extracts caused reduction in feeding of both *S. oryzae* and *S. granarius*. *T. abrotanifolium* extracts showed high level of deterrent activity to both species and their activity increased as the incubation time was extended. In choice set up, the most pronounced antifeedant activity was seen with stem methanol extract (71%) for the granary weevil and with flower-hexane extract (69%) for the rice weevil. In non choice set up, flower-hexane and flower-ethyl acetate extracts yielded the highest antifeedant activity (47%) against *S. granarius* and flower-hexane extract (71%) was the most active extract for *S. oryzae*. The results indicate that *T. abrotanifolium* has a potential in control of *S. granarius*.

**Key words:** *Sitophilus granarius*, *Sitophilus oryzae*, *Tanacetum abrotanifolium*, plant extract, contact toxicity

**Özet**

Bu çalışmada *Tanacetum abrotanifolium* (L.) DRUCE'un gövde ve çiçek ekstraktlarının iki önemli depo zararlısı *Sitophilus granarius* (L.) ve *S. oryzae* (L.) (Coleoptera, Curculionidae)'ye karşı kontakt toksisiteyi uzaklaştırıcı ve beslenmeyi engelleyici etkileri laboratuvar şartlarında değerlendirilmiştir. Bitkinin gövde ve çiçek ekstraktları, farklı çözücüler olan hekzan, etil asetat ve metanol kullanılarak elde edilmiştir. *T. abrotanifolium*'un hem gövde hem de çiçek ekstraktları buğday biti üzerinde yüksek derecede kontakt toksisite göstermiştir. Tek doz tarama testlerinde buğday biti üzerinde en yüksek kontakt toksisiteyi % 64'lük öldürme oranı ile gövde hekzan ekstraktı göstermiştir. *S. oryzae*, bitki ekstraktlarına daha az duyarlılık göstermiş olup, en yüksek kontakt toksisite %9 ölüm oranı ile etil asetat gövde ekstraktından saptanmıştır. Buğday biti ile yapılan doz-ölüm denemelerinde gövde ekstraktlarının daha etkili olduğu belirlenmiş ve LD<sub>50</sub> değerleri hekzan, etil asetat ve metanol ekstraktları için sırasıyla 5.54, 4.81 ve 5.01 µg/böcek olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın ikinci kısmında, bitki ekstraktlarının uzaklaştırıcı etkisi seçenek testleri ile beslenmeyi engelleyici etkileri seçenek ve zorunluluk testleri ile denenmiştir. Yapılan çalışma sonuçları ile bitki ekstraktlarının her iki türde de yüksek oranda uzaklaştırıcı etkisinin olduğu ve etkinliklerinin zaman içerisinde arttığı saptanmıştır. Çalışmada kullanılan tüm bitki ekstraktları *S. granarius* ve *S. oryzae*'nin beslenmesinde azalmaya neden olmuşlardır. Seçenek testlerinde en yüksek beslenmeyi engelleyici etki buğday biti için % 71 ile gövde-metanol ekstraktından, Pirinç biti için % 69 ile çiçek-hekzan ekstraktından saptanmıştır. Zorunluluk testlerinde ise en yüksek aktivite buğday biti için % 47 ile çiçek-etil asetat ve çiçek-hekzan ekstraktından Pirinç biti için %71 ile çiçek-hekzan ekstraktından elde edilmiştir. Çalışma sonuçları *T. abrotanifolium*'un *S. granarius* ile mücadelede kullanma potansiyelinin olduğunu ortaya koymuştur.

**Anahtar sözcükler:** *Sitophilus granarius*, *Sitophilus oryzae*, bitki ekstraktı, kontakt toksisite

<sup>1</sup> Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümünden yazılmıştır

<sup>2</sup> Bu çalışma 28-30 Haziran 2011 tarihinde Kahramanmaraş'ta düzenlenen Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi'nde poster olarak sunulmuş ve özet olarak basılmıştır

<sup>3</sup> Ziraat Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

<sup>4</sup> Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat

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

Alınış (Received):02.11.2011

Kabul edilmiş (Accepted): 04.02.2012

## Giriş

Bitkiler hastalık, zararlı ve yabancı otlardan korunmak için çeşitli savunma mekanizmaları geliştirmiştir. Bu mekanizmalar içerisinde bitkilerin zararlılardan korunmalarında rol oynayan fiziksel özellikler ve sentezlemiş olduğu kimyasal bileşikler sayılabilir. Bitkilerin zararlılara karşı geliştirmiş olduğu en önemli savunma mekanizması sekonder metabolitlerdir. Sekonder metabolitler bitkilerin, büyüme ve gelişmesinde etkileri olmayan ancak zararlılara karşı göstermiş olduğu korunma mekanizmalarında görev alan kimyasal bileşiklerdir (Taiz & Zieger, 2002). Zararlılar üzerinde davranışsal ve biyolojik etkilere sahip olan bu kimyasal bileşikler çok değişik kategorilerde sınıflandırılmaktadırlar (Günca & Durmuşoğlu, 2004). Bunların en önemlilerinin alkaloidler, glikozitler, fenoller, terpenoidler, tanenler ve saponinler olduğu bildirilmiştir (Shanker & Solanki, 2000). Bu bileşikler bitkilerin zararlılara karşı göstermiş olduğu toksisite, beslenmeyi durdurma, uzaklaştırma, predatör ve parazitoidlerin konukçularının yerini bulmada önemli görevler yapmaktadırlar.

Bitki ekstraktlarının tarımsal zararlılar ile mücadelede kullanımı yaklaşık 2000 yıllık bir geçmişe sahiptir (Thacker, 2002). Örneğin Anadolu'da halk arasında *Tanacetum* türleri böcekleri uzaklaştırmak amacıyla kurutulup toz haline getirildikten sonra oda duvarlarına serpilmekte ve bu şekilde zararlılar ile mücadele yoluna gidildiği bilinmektedir (Gören, 2003). Parakash & Rao (1996) 866 bitkinin, Grainge & Ahmed (1988) ise 1535 bitkinin tarımda zararlı olan böceklerle çeşitli şekillerde etki ettiğini bildirmektedir. Öncüler (2000) ise bu rakamın 2000'i aşmış olduğunu belirtmektedir. Son 30 yılda bitkisel kökenli bileşiklerin tarımsal zararlılar ile mücadelede kullanımına yönelik birçok araştırma yürütülmüş ve bunların sonucu olarak da günümüzde de kullanılan bazı etkili maddeler elde edilmiştir (Örn. Azadirachtin, piretrin vb.).

Günümüzde tarımsal zararlılar ile mücadele genellikle pestisitler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Yüksek oranda pestisit kullanımından kaynaklanan çevre ve sağlık sorunları nedeniyle zararlıların kontrolünde alternatif etkili maddelerin bulunması, bunların geliştirilerek uygulamaya aktarılması gerekmektedir. Bu amaçla bitkisel kökenli maddelerin zararlılar üzerinde biyolojik ve davranışsal etkilerinin test edilmesi, ümit var sonuçlar elde edilen maddeler ile daha detaylı çalışmalar yürütülmesi gerekmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda son yıllarda artarak devam etmektedir.

Çoğu ülkemize endemik olan *Tanacetum* türleri, sekonder metabolitlerden terpen, kumarin ve flavonoid içermektedir (Gören et al., 2002). Bu bileşiklerin bir çok böcek türünde toksik ve davranışsal etkileri daha önceki çalışmalarda ortaya konulmuştur (Nawrot et al., 1986; Cis et al., 2006; Susurluk et al., 2007). Bu çalışmada, *Tanacetum abrotanifolium* (L.) DRUCE (Asteraceae)'un gövde ve çiçek ekstraktlarının tahıllarda zarar yapan iki önemli depo zararlısı *Sitophilus granarius* L. (Buğday biti) ve *S. oryzae* L. (Pirinç biti) (Coleoptera: Curculionidae) üzerindeki kontakt toksisite, uzaklaştırıcı ve beslenmeyi engelleyici etkileri araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Böcek Kültürlerinin Yetiştirilmesi

Denemeler de Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nde bulunan *S. oryzae* ve *S. granarius* erginleri kullanılmıştır. Böcek kültürlerinin yetiştirilmesi ve aynı yaşta ergin bireylerin elde edilmesinde Karakoç et al. (2006)' da belirtilen yöntem kullanılmıştır.

### *Tanacetum abrotanifolium* (L.) DRUCE ekstraksiyonu

*Tanacetum abrotanifolium* Van Beşparmak bölgesinden yaz mevsiminde toplanmıştır. Bitki örnekleri laboratuvara getirilerek kök, gövde ve çiçek olarak ayrılmıştır ve gölgede oda sıcaklığında

kurutulmuştur. Her bir kısım ayrı ayrı değirmende öğütülerek toz haline getirilerek, cam kavanozlara aktarılmış ve karanlık koşullarda oda sıcaklığında ekstraksiyon yapıncaya kadar saklanmıştır.

Bitki ekstraktları maserasyon tekniği ile elde edilmiştir. Bu tekniğe göre her bir bitki kısmından (çiçek ve gövde) 200 gr tartılarak cam kavanozlara alınmış ve çözücü olarak farklı polaritelere sahip hekzan, etil asetat, metanol üzerlerini örtecek şekilde polarite sırasına göre sırayla konulmuştur. Cam kavanozlara konulan bitkiler, ilk olarak hekzan ile 48 saat muamele edilmiş bu sürenin sonunda çözücü-bitki süspansiyonu fitre kağıdı yardımıyla süzülerek bitki materyalinden ayrılmıştır. Daha sonra geriye kalan bitki materyalinin üzerine ikinci olarak etil asetat eklenmiş ve yine 48 saat bu çözücü ile kavanozlarda bekletilmiş ve bu işlemin sonunda filtre kağıdı ile etil asetat ekstraktı kısmı süzümüştür. Son olarak bitki materyali üzerine metanol eklenmiş ve aynı işlem bu çözücü içinde tekrarlanmıştır. Elde edilen süspansiyondaki çözücüler evaporatör ile uçurularak bitkisel rezüdüler elde edilmiştir. Elde edilen bitki ekstraktları cam tüplere aktararak 4°C de buzdolabında saklanmıştır. Bu ekstraktlar, aseton ile seyreltilerek tek doz tarama testlerinde ve doz-ölüm denemelerinde kullanılan konsantrasyonlar hazırlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan bitki ekstraktları ve kullanılan çözücüler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan bitki ve kullanılan kısımları

Botanik ismi	Familiya	Bitki kısımlar	Kullanılan çözücü
<i>T. abrotanifolium</i>	Asteraceae	Çiçek	Hekzan
			Etil Asetat
			Metanol
		Gövde	Hekzan
			Etil asetat
			Metanol

### Tek Doz Kontakt Etki Çalışmaları

Bitki ekstraktları yeterince aseton ile seyreltilerek ağırlık/hacim (w/v) bakımında % 8’lik bitki ekstraktı/aseton olacak şekilde seyreltilmiştir. Hazırlanan bitki ekstraktı konsantrasyonundan her bir böcek için 1 µl/böcek olacak şekilde micro-aplicator (Burkard Hand Microapplicator, Burkard Manufacturing Co. Ltd, England) yardımıyla böceklerin abdomeninin ventralinden uygulanmıştır. Kontrolde 1 µl/böcek dozunda aseton kullanılmıştır. Kimyasal standart olarak malathion (650 aktif madde g/l) kullanılmıştır. Ambar ilaçlamaları için tavsiye edilen 130 gr aktif madde/ 100 m<sup>2</sup> dozunda konsantrasyon hazırlanarak micro-aplicator ile böceklere uygulanmıştır. Her tekerrür için 20 adet böcek kullanılmıştır. Uygulama yapılan böcekler içerisinde 10 gr hastalık ve zararlılardan arî buğday bulunan 65 ml’lik tüplere aktarılmış ve ağızları tül ile kapatılan tüpler 27± 2 °C’ de iklim dolaplarına (Sanyo MIR-253) aktarılmışlardır. Muameleler sonucu meydana gelen ölümler 24 saat süreyle 3 gün boyunca takip edilerek kayıt altına alınmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuş olup her muamele her bir blokta 3 defa tekerrür edilmiştir. Tüm deneme 3 farklı günde tekrar edilmiştir.

### Kontakt etki doz ölüm denemeleri

Tek doz denemeleri sonucunda elde edilen sonuçlara göre ümit var sonuçlar gösteren ekstraktlar ile doz ölüm denemeleri yukarıda belirtilen şartlarda yürütülmüştür. Çalışmada *S. granarius* için yapılan

doz-ölüm çalışmalarında tüm ekstraktlar için % 0,04; 2; 4; 6; 8; 12 ve 16 (w/v)'lik konsantrasyonlar kullanılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuş olup her bir blok test edilen tüm dozları ve kontrolü içermektedir. Böcekler kontrolde 1 µl/böcek olacak şekilde aseton ile muamele edilmiştir. Tüm deneme üç tekerrürlü olarak yapılmıştır.

### **Ekstraktların uzaklaştırıcı etki testleri**

Ekstraksiyon işlemleri sonucunda hem gövdeden hem de çiçekten elde edilmiş 6 farklı ekstrakt aseton ile seyreltilerek ön denemelerle belirlenmiş olan % 10'luk ekstrakt/aseton (w/w) konsantrasyonları hazırlanmıştır. Hazırlanan konsantrasyonlardan 0,5 ml'lik hacmi el spreyi yardımıyla önceden tartılarak hazırlanan 5±0,2 gr buğday taneleri üzerine uygulanmış ve tanelerin tüm yüzeyine homojen bir şekilde yayılması için spatula yardımıyla karıştırılmıştır. Kontrolde buğdaylar 0.5 ml aseton ile muamele edilmiştir. Asetonun uçması amacıyla muamele edilen buğdaylar 30 dk süre ile çeker ocak altında bekletilmiştir.

Ekstraktların uzaklaştırıcı etkileri denemeleri Kestenholz (2002)'un kullandığı yöntem ile gerçekleştirilmiştir. Doksan (90) mm çapında steril plastik Petri kapları plastik ayıraçlar kullanılarak üç eşit bölüme ayrılmıştır. Bu bölümlerden birincisine ekstraktla muamele edilmiş 5 gr buğday, ikincisine ise aseton (kontrol) ile muamele edilmiş 5 gr ağırlığında buğday konulmuştur. Üçüncü bölüme ise pirinç biti veya buğday bitlerinin serbest bırakılma alanı olarak kullanılmıştır. On adet aynı yaşta (7 ile 10 günlük) karışık cinsiyette pirinç veya buğday biti stok kültürlerden alınarak serbest bırakma bölümüne aktarılmıştır. Böceklerin muamele ve kontrol gruplarındaki dağılımları 1, 12, 24 ve 48 saat sonra kaydedilmiştir. Denemeler 27±2°C sıcaklık ve % 60 orantılı nem (RH) tamamen karanlık koşullarda iklim çemberlerinde yürütülmüştür. Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuş olup her bir blokta tüm muameleler ve kontrolden oluşmaktadır. Tüm deneme üç farklı zamanda tekrar edilmiş ve her tekrar 3 tekerrürden oluşmaktadır.

### **Ekstraktların beslenmeye engelleyici etki testleri**

Bitki ekstraktlarının pirinç biti ve buğday bitinin beslenmesi üzerindeki etkileri Kestenholz (2002)'un belirttiği seçenek (choice) ve zorunluluk testleri (non-choice) kullanılarak tespit edilmiştir. Denemede kullanılacak buğdaylar yukarıda açıklandığı gibi hazırlanmıştır. Seçenek testinde Petri kapları daha önceki bölümde tarif edildiği gibi üç kısma ayrılmıştır. Bunlardan birine bitki ekstraktları ile muamele edilmiş 5 gr buğday [*Triticum durum* (Desf.)] (nem oranı: % 14) diğer bölüme de aseton ile muamele edilmiş (kontrol) 5 gr buğday aktarılmıştır. Zorunluluk testinde her iki bölüm de aynı muameleye tabii tutulmuş 5'er gr buğday aktarılmıştır. Üçüncü bölümden 10 adet pirinç biti veya buğday biti serbest bırakılmıştır. Böcekler 27±2°C sıcaklıkta, karanlık koşullarda iklimlendirme dolaplarında 7 gün süre ile beslenmelerine izin verilmiştir. Süre sonunda ergin böcekler muamelelerden uzaklaştırılarak her bir bölümdeki buğdaylar hassas terazi ile tartılarak beslenmeden kaynaklanan ağırlık kayıpları kaydedilmiştir. Beslenmedeki azalma oranları (BAO) Bentley et al. (1984) formülüne göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{BAO} = \left[ 1 - \frac{\text{Muamelede Meydana Gelen Ağırlık Kaybı}}{\text{Kontrolde Meydana Gelen Ağırlık Kaybı}} \right] \times 100$$

Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir. Tüm deneme 3 defa tekrar edilmiş olup her tekrar 3 tekrardan oluşmuştur.

### İstatistiksel Analizler

Tek-doza tarama testlerinde alınan sonuçlar ilk önce % ölüm değerlerine çevrilmiş daha sonra arcsin transformasyonuna tabi tutulmuştur. Elde edilen veriler ile varyans analizi yapılmış ve buna ek olarak muameleler arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testiyle analiz edilmiştir. Tüm istatistiksel analizler MINITAB Release 14 (McKenzie & Goldman, 2005) paket programı yardımıyla yürütülmüştür. Doz-ölüm deneme sonuçları Polo-PC probit paket programı (LeOra, 2002) yardımıyla analiz edilerek, LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub> değerleri ile güven aralıkları belirlenmiştir.

Ekstraktların uzaklaştırıcı etkisi denemesinde tüm zaman aralıklarında her bir muamelede bulunan böcek sayısı toplam böcek sayısına bölünerek % değerler hesaplanmıştır. Hesaplanan % değerler arcsin transformasyonuna tabi tutulmuş ve bunu takiben eşleştirilmiş t-testi (paired t-test) ( $\alpha=0.05$ ) ile muameleler arasındaki fark tespit edilmeye çalışılmıştır.

Ekstraktların beslenmeyi engelleyici etkisi verileri % değer olarak hesaplandıkları için ilk önce arcsin transformasyonuna tabii tutulmuştur. Bulunan değerler tek yönlü varyans analizi (oneway ANOVA) ( $\alpha=0.05$ ) ve Tukey testleri ile karşılaştırılmıştır. Seçenek ve zorunluluk testi karşılaştırmaları iki örnekli t-test (two sample t-test) ( $\alpha=0.05$ ) kullanılarak yapılmıştır. Tüm istatistiksel analizler MINITAB Release 14 (McKenzie & Goldman, 2005) paket programı yardımıyla yürütülmüştür.

### Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Farklı çözücüler kullanılarak elde edilen *T. abrotanifolium*'un gövde ve çiçek ekstraktlarının çalışmada kullanılan hem *S. granarius* hem de *S. oryzae* üzerindeki kontakt toksisite gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 2 ve 3). Yirmi dört saat sonundaki ekstraktlardan kaynaklanan *S. granarius* ölüm oranları % 48 ile % 64 arasında değişmekte olup, tüm muamelelerde belirlenen ölüm oranları kontrolden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $F=188,01$ ;  $sd=4,40$ ;  $P<0,05$ ) (Çizelge 2). *S. oryzae* de gözlenen ölüm oranları içinde en yüksek etkiler % 9 ölüm oranı ile gövde hekzan ve % 6 ile gövde metanol ekstraktlarında saptanmıştır ve bunların istatistiksel olarak kontrolden farklı oldukları belirlenmiştir ( $F=142,96$ ;  $sd=4,40$ ;  $P<0,05$ ) (Çizelge 2). Kimyasal standart olarak kullanılan malathion, denemede kullanılan her iki böcek türünün tamamını öldürmüştür. *S. oryzae* çalışmada kullanılan ekstraktlara *S. granarius*'a oranla daha az hassasiyet gösterdiği saptanmıştır. Farklı böcek türlerinin bitkisel ekstraktlara farklı hassasiyet gösterdiğine ilişkin benzer sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir. Karakoç et al. (2009)'da yapmış oldukları çalışmada bazı bitki ekstraktlarının *S. granarius*'a karşı *S. oryzae*'ye oranla daha yüksek aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Kimani & Sum (1999), tarafından yapılan diğer bir çalışmada *T. cinerariifolium*'dan elde edilen ekstraktlar *S. oryzae* ve *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) üzerinde test edilmiş ve *S. oryzae*'nin *T. castaneum*'a göre bitki ekstraktına karşı daha fazla toleransa sahip olduğu belirlenmiştir.

*T. abrotanifolium* 'un çiçek ekstraktlarının 24 saat sonundaki verileri değerlendirildiğinde her iki böcek türünde istatistiksel olarak kontrolden farklı aktivite gösterdiği fakat bu etkinin düşük seviyelerde kaldığı gözlemlenmiştir (Çizelge 3). Çiçek ekstraktlarında *S. granarius* üzerinde daha yüksek aktivite

gösterdiği ve en yüksek aktivite % 37 ile çiçek-etil asetat ekstraktında gözlemlenmiştir (F=92,71; sd=4, 40; P<0,05) (Çizelge 3).

Çizelge 2. *Tanacetum abrotanifolium* 'un gövde ekstraktlarının 24 saat sonunda *Sitophilus granarius* ve *Sitophilus oryzae* üzerindeki tek doz kontakt etkileri

Muamele	Böcek	
	<i>S. granarius</i> % Ölüm±SH	<i>S. oryzae</i> % Ölüm±SH
Kontrol	0,51±2,00c <sup>1</sup>	0,00±0,00c
Gövde-Hekzan	64,01±1,97b	8,60±3,24b
Gövde-Etil asetat	53,45±1,30b	1,51±3,53bc
Gövde-Methanol	47,76±1,50b	5,47±5,89b
Malathion	100,00±0,00a	100,00±0,00a

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

Çizelge 3. *Tanacetum abrotanifolium*'un çiçek ekstraktlarının 24 saat sonunda *Sitophilus granarius* ve *Sitophilus oryzae* üzerindeki tek doz kontakt etkileri

Muamele	Böcek	
	<i>S. granarius</i> % Ölüm±SH	<i>S. oryzae</i> % Ölüm±SH
Kontrol	0,51±2,00c <sup>1</sup>	0,00±0,00c
Çiçek-Hekzan	25,65±6,25b	1,51±3,53b
Çiçek-Etil asetat	36,91±3,01b	2,03±2,85b
Çiçek-Methanol	16,48±3,69b	0,51±2,00b
Malathion	100,00±0,00a	100,00±0,00a

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

Farklı polariteye sahip çözücüler kullanılarak *T. abrotanifolium* gövde ve çiçeğinden elde edilen ekstraktlarının kontakt toksisite etkileri karşılaştırıldığında, aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmamasına rağmen, hem *S. granarius* hem de *S. oryzae* de en yüksek etki apolar çözücü olan hekzan kullanılarak elde edilen gövde ekstraktında saptanmıştır (Çizelge 2 ve 3). Bu sonuçlardan anlaşılacağı gibi bitkinin kimyasal kompozisyonunda bulunan ve böcekler üzerinde kontakt toksisiteye neden olan madde veya maddelerin daha çok bitkinin gövde kısımlarında bulunduğu ve bunların hekzan kullanılarak bitkiden elde edilebileceği anlaşılmaktadır. Daha önce bu gibi zararlılar üzerinde yapılan çalışmalar da elde edilen verileri çalışmada bulunan sonuçları destekler niteliktedir (Teotia & Pandey, 1979; Al-Moajel, 2004; Awoyinka et al., 2006; Ying-Juan et al., 2007)

*Sitophilus granarius* ile yapılan doz ölüm denemeleri sonucunda LD<sub>50</sub> değerlerine bakıldığında en yüksek kontakt toksisiteyi gösteren bitki ekstraktının 4,81 µg/böcek ile gövde etil asetat ekstraktı olduğu belirlenmiştir. Bu toksisiteyi 5,01 µg/böcek gövde methanol, 5.54 µg/böcek ile gövde hekzan ekstraktı takip etmiştir (Çizelge 4). Bu üç ekstraktın güven aralıkları karşılaştırıldığında aralarında bir farkın olmadığı saptanmıştır. Çalışmada kullanılan bitki ekstraktlarının LD<sub>50</sub> değerleri karşılaştırıldığında en yüksek aktiviteyi 12,39 µg/böcek ile gövde hekzan ekstraktında gözlemlenmiştir. Çiçek ekstraktları tek doz çalışmalarında da belirlendiği gibi gövde ekstraktlarına oranla daha düşük aktivite göstermiş olup

LD<sub>50</sub> değerlerinin 7.26 ile 23,38 µg/böcek, LD<sub>90</sub> değerlerinin 15.60 ile 174.67 µg/böcek aralığında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı çözücüler kullanılarak elde edilen *Tanacetum. abrotanifolium* ekstraktlarının *Sitophilus. granarius* üzerindeki kontakt etki doz ölüm sonuçları

Muamele	Eğim±S.H.	LD <sub>50</sub> (µg/böcek) (Güven Aralığı)	LD <sub>90</sub> (µg/böcek) (Güven Aralığı)
Gövde Hekzan	3,66±0,40	5,54 (4,26 – 6,67)	12,39 (9,84- 18,95)
Gövde EA	2,64±0,27	4,81 (4,08 – 5,54)	14,73 (12,28 – 18,90)
Gövde MeOH	2,38±0,24	5,01 (4,23- 5,79)	17,27 (14,03 – 23,01)
Çiçek Hekzan	5,59±0,54	9,20 (8,46 -10,02)	17,01 (14,39 -19,81)
Çiçek EA	3,47±0,40	7,26 (6,45 -8,08)	15,60 (13,83 – 18,53)
Çiçek MeOH	1,47±0,25	23,38 (15,19 -58,89)	174,67 (66,18 -1818,70)

Yapılan çalışma sonuçları, *T. abrotanifolium*' un farklı çözücüler kullanılarak elde edilen gövde ve çiçek ekstraktlarının her iki depo zararlısı tür üzerinde de yüksek oranda uzaklaştırıcı etkisinin olduğunu göstermektedir. Farklı bitki ekstraktlarının *Sitophilus* türleri üzerindeki uzaklaştırıcı etkileri daha önceki çalışmalarda da bildirilmiştir (Owusu, 2001; Ogendo et al., 2003; Asawalam, 2006). Etkinliğin zaman içerisinde arttığı ve bitki ekstraktları ile muamele edilen buğdaylar üzerinde ya hiç ya da çok az sayıda böceğin bulunduğu saptanmıştır. *S. granarius* ve *S. oryzae*' nin gösterdiği davranışların zaman içindeki değişim oranları, etkinin zararlıların bitkisel ekstraktlarla muamele edilmiş buğdaylarla beslenmeleri sırasında ortaya çıktığını göstermektedir. Beslenme sırasında ortaya çıkan bu etkiler ya uzaklaştırıcı (deterrent) etkileri almakla görevli reseptörler tarafından algılanmakta ya da beslenmeyi teşvik edici maddeleri (phagostimulant) algılayan reseptörlerin işlevlerinin yapamamasıyla ortaya çıkmakta olduğu daha önce başka araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur (Koul, 2005).

Bitki ekstraktları *S. granarius* üzerinde bütün zaman aralıklarında istatistiksel olarak önemli derecede uzaklaştırıcı etki gösterdiği saptanmıştır (P<0.05) (Çizelge 5). Buğday bitleri 1. saat sonunda % 11 ile % 26 arasında değişen oranlarda bitki ekstraktı ile muamele edilmiş buğdaylarda bulunurken, kontrol kısmında bulunanların oranı ise % 50 ile % 65 arasındadır. Zaman içerisinde ekstraktların etkisi daha belirgin hale gelmiştir. En son verilerin alındığı 48. saatte bitki ekstraktları ile muamele edilen buğdaylardaki *S. granarius* 'un bulunma oranı % 6 ile % 3 arasında değişirken, kontrol gruplarındaki oranın artarak % 75 ile % 86 çıktığı belirlenmiştir.

Pirinç bitlerinin *T. abrotanifolium* ekstraktları ile muamele edilen buğdaylar ve kontroldeki dağılımları karşılaştırıldığında, aralarında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunduğu tespit edilmiştir (P<0.05) (Çizelge 6). Kullanılan tüm ekstraktların Pirinç bitine olan uzaklaştırıcı etkilerinin Buğday bitinde de olduğu gibi zaman içerisinde arttığı saptanmıştır. 48 saat sonundaki veriler incelendiğinde, Pirinç bitlerinin ekstraktlar ile muamele edilen buğdaylardan tamamen uzaklaştığı, kontrol gruplarında kümelendikleri ve % 90'ları geçen oranda bu kısımlarda buldukları saptanmıştır.

Çizelge 1. *Tanacetum abrotanifolium*' un farklı çözücüler ile elde edilen gövde ve çiçek ekstraktlarının *Sitophilus granarius*' a olan uzaklaştırıcı etkisi

Muamele	Zaman															
	1 saat				12 saat				24 saat				48 saat			
	Muamele	Kontrol	Muamele	Kontrol	Muamele	Kontrol	Muamele	Kontrol	Muamele	Kontrol	Muamele	Kontrol	Muamele	Kontrol		
Gövde-Hekzan	22,07 (10,74-36,07)	* 60,07 (43,21-75,78)	14,29 (13,47-15,11)	* 53,48 (51,82-55,14)	10,89 (3,02-22,83)	* 79,03 (65,33-90,00)	6,39 (5,20-7,58)	* 76,04 (72,34-79,74)	11,88 (2,19-27,78)	* 55,61 (29,41-80,23)	15,15 (2,75-35,00)	* 64,50 (51,40-76,58)	11,88 (2,19-27,78)	* 71,37 (48,67-89,46)	3,33 (3,33-3,33)	* 86,78 (86,18-87,38)
Gövde-Etil asetat	20,96 (9,99-34,67)	* 64,62 (40,19-85,55)	8,82 (4,55-14,34)	* 70,10 (55,19-83,09)	20,79 (6,30-40,84)	* 70,29 (25,36-98,80)	11,88 (2,19-27,78)	* 75,24 (37,79-98,25)	24,89 (24,05-25,73)	* 51,12 (48,51-53,73)	12,17 (7,74-20,17)	* 69,23 (34,73-94,56)	3,85 (3,73-3,97)	* 91,18 (90,88-91,48)	5,18 (3,61-6,75)	* 83,22 (80,71-85,73)
Gövde-Metanol	13,22 (6,09-22,55)	* 64,45 (59,57-69,18)	0,00 (0,00-0,00)	* 81,10 (78,04-84,16)	6,39 (0,69-17,20)	* 71,21 (57,74-83,00)	5,34 (4,84-5,84)	* 80,08 (79,63-80,53)	26,07 (25,70-26,44)	* 50,00 (50,00-50,00)	11,07 (6,84-16,16)	* 80,74 (48,46-98,84)	10,89 (3,02-22,83)	* 69,52 (19,33-99,71)	4,32 (3,82-4,82)	* 83,34 (83,34-83,34)

\*Karşılıklı iki muamele arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunduğunu gösterir (P<0,05).  
Tabloda muamele ve kontrol sütunlarındaki değerler ortalama % dağılımları ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler %95 güven aralığını göstermektedir.



Çizelge 2. Farklı çözücüler kullanılarak elde edilen *Tanacetum abrotanifolium*' un gövde ve çiçek ekstraktlarının *Sitophilus oryzae*' ye olan uzaklaştırıcı etkisi

Muamele	Zaman							
	1 saat		12 saat		24 saat		48 saat	
	Muamele	Kontrol	Muamele	Kontrol	Muamele	Kontrol	Muamele	Kontrol
Gövde-Hekzan	8,82 (4,55-14,34)	* 77,13 (51,40-94,99)	6,66 (6,66-6,66)	* 90,17 (80,38-96,83)	4,32 (3,82-4,82)	* 93,61 (92,42-94,80)	0,00 (0,00-0,00)	* 92,59 (91,02-94,16)
Gövde-Etil asetat	30,96 (15,18-49,46)	* 51,12 (34,10-68,00)	5,98 (0,07-24,67)	* 88,86 (58,94-99,98)	6,73 (0,60-32,11)	* 87,25 (30,43-93,58)	3,33 (3,33-3,33)	* 91,18 (85,66-95,45)
Gövde-Metanol	13,02 (11,36-14,68)	* 65,68 (64,09-67,27)	10,77 (1,80-25,93)	* 78,91 (73,98-83,44)	3,33 (3,33-3,33)	* 89,11 (77,17-96,98)	0,00 (0,00-0,00)	* 90,68 (87,70-93,66)
Çiçek-Hekzan	25,58 (22,70-28,46)	* 58,51 (54,41-62,61)	10,45 (1,95-51,29)	* 85,72 (47,78-99,89)	4,32 (3,82-4,82)	* 95,68 (95,18-96,18)	0,00 (0,00-0,00)	* 92,29 (91,99-92,59)
Çiçek-Etil-asetat	8,09 (0,01-30,82)	* 73,61 (50,17-91,53)	7,41 (0,60-20,82)	* 83,00 (41,59-99,96)	7,26 (0,12-23,86)	* 88,86 (58,94-99,98)	0,00 (0,00-0,00)	* 92,59 (91,02-94,16)
Çiçek-Metanol	15,86 (0,74-44,77)	* 61,18 (43,68-77,30)	7,41 (0,60-20,82)	* 83,00 (52,18-99,26)	10,08 (0,06-35,26)	* 86,99 (70,67-97,28)	5,43 (4,93-5,93)	* 90,44 (88,35-92,53)

\*Karşılıklı iki muamele arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunduğunu gösterir (P&lt;0,05).

Tabloda muamele ve kontrol sütunlarındaki değerler ortalama % dağılımları ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler %95 güven aralığını göstermektedir.

*Tanacetum abrotanifolium*'dan elde edilen bitki ekstraktları hem seçenek hem de zorunluluk testlerinde buğday bitinin beslenmesini önemli derecede azaltmıştır. Seçenek testleri sonucunda en yüksek aktivite % 71 ile gövde-metanol ekstraktından elde edilmiştir (Çizelge 7). Çalışmada kullanılan ekstraktlar arasında beslenmeyi engelleyici etkileri bakımından istatistiksel olarak önemli derecede bir farklılık saptanmamıştır ( $F=2,15$ ;  $sd=5,12$ ;  $P>0,05$ ). Buna karşın, zorunluluk testlerinden muameleler arasında istatistiksel olarak farklılık bulunduğu tespit edilmiştir ( $F=12,74$ ;  $sd=5,12$ ;  $P<0,05$ ). Çiçek-metanol ekstraktı % 19 ile en düşük beslenmeyi engelleyici etkiyi göstermiş ve diğer tüm ekstraktlardan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Diğer ekstraktlar % 37 ile % 47 arasında beslenmeyi azaltma etkisi göstermiş olup aralarında istatistiksel olarak herhangi bir fark bulunmamıştır ( $P>0,05$ ). *S. granarius* ile yürütülen seçenek ve zorunluluk testlerinin sonuçları birbirleriyle karşılaştırıldığında, gövde-hekzan ve çiçek-metanol ekstraktlarının etkinliğinin zorunluluk testlerinde istatistiksel olarak önemli oranda azaldığı belirlenmiştir ( $P<0,05$ ). Çalışmada kullanılan diğer ekstraktlar her iki test metodunda da benzer oranda etkinlik göstermiştir.

Çizelge 7. Seçenek ve zorunluluk testlerinde *Tanacetum abrotanifolium* gövde ve çiçek ekstraktlarının *Sitophilus granarius* üzerindeki beslenmeyi engelleyici etkisi

Muamele	Seçenek testi	Zorunluluk testi
	% BAO $\pm$ SH <sup>3</sup>	% BAO $\pm$ SH
Gövde-Hekzan	60,02 $\pm$ 0,16a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	46,02 $\pm$ 0,11aB
Gövde-Etil asetat	51,47 $\pm$ 0,36aA	36,29 $\pm$ 0,76aB
Gövde-Metanol	71,08 $\pm$ 2,41aA	38,15 $\pm$ 0,00aB
Çiçek-Hekzan	63,09 $\pm$ 0,45aA	46,76 $\pm$ 0,42aA
Çiçek-Etil-asetat	54,46 $\pm$ 0,89aA	47,26 $\pm$ 0,20aA
Çiçek-Metanol	50,07 $\pm$ 1,37aA	18,68 $\pm$ 0,50bB

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

<sup>2</sup>Aynı satırdaki farklı büyük harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (iki örnek t-test  $P<0,05$ ).

<sup>3</sup>SH: Standart hata.

Farklı çözücüler kullanılarak elde edilen *T. abrotanifolium* gövde ve çiçek ekstraktları *S. oryzae*'nin beslenmesini değiştiren oranlarda engellediği tespit edilmiştir. Seçenek testlerinde beslenmeyi engelleme oranları % 23 ile % 69 arasında değişmekte olup, bitki ekstraktlarının etkileri arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunduğu saptanmıştır ( $F=3,68$ ;  $sd=5,12$ ;  $P<0,05$ ). En yüksek etki % 69 ile çiçek-hekzan ekstraktında gözlenirken en düşük etki ise % 23 ile çiçek metanol ekstraktında gözlenmiştir. Zorunluluk testlerinde de seçenek testleri ile benzer şekilde % 71 ile çiçek-hekzan en yüksek etki gösteren ekstrakt olarak belirlenirken en düşük etki % 11 oran ile çiçek metanol ekstraktında tespit edilmiştir. Muameleler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $F=47,42$ ;  $sd=5,12$ ;  $P<0,05$ ) (Çizelge 8). Farklı çözücüler kullanılarak aynı bitkiden elde edilen ekstraktların etkinlikleri arasındaki farklılıklar diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir. Wekesa et al. (2011) *Hypitis spicigera* bitkisinden elde ettiği hekzan ekstraktının beslenmeyi engelleyici etkisinin metanol ekstraktından daha yüksek olduğunu bildirmiştir. *S. oryzae* için seçenek ve zorunluluk testlerinden elde edilen sonuçlar birbiriyle karşılaştırıldıklarında, istatistiksel olarak herhangi bir farklılık saptanmamıştır.

Çizelge 8. Seçenek ve zorunluluk testlerinde *Tanacetum abrotanifolium* 'un ekstraktlarının *Sitophilus oryzae* 'ye olan beslenmeyi engelleyici etkisi

Muamele	Seçenek testi	Zorunluluk testi
	% BAO±SH <sup>3</sup>	% BAO±SH
Gövde-Hekzan	46,44±0,62ab <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	61,37±0,02abA
Gövde-Etil asetat	32,51±0,45abA	49,25±0,07bA
Gövde-Metanol	51,27±0,05abA	48,830,34bA
Çiçek-Hekzan	68,73±3,71aA	70,54±0,56aA
Çiçek-Etil-asetat	49,62±2,28abA	57,79±0,15bA
Çiçek-Metanol	23,21±5,93bA	11,50±0,81cA

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

<sup>2</sup>Aynı satırdaki farklı harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (iki örnek t-test P<0,05).

<sup>3</sup>SH: Standart hata.

Bu çalışma ile *T. abrotanifolium* çiçek ve gövde ekstraktlarının *S. granarius* ve *S. oryzae*' ye kontakt toksisite, uzaklaştırıcı ve beslenmeyi engelleyici etkilerinin olduğu saptanmıştır. *Tanacetum* cinsine giren bitkilerin kimyasal kompozisyonun incelendiğinde bu bitkileri seskiterpenler, triterpenler, kumarinler, monoterenler ve flavonoidler gibi sekonder metabolitler ihtiva ettiği bilinmektedir (Bohlmann & Zdero, 1982; Öksüz, 1990; Gören & Tahtasakal, 1994; Belyaev et al., 1996; Kisiel & Stojakowska, 1997; Çalışkan et al., 2004; Kadioğlu, 2005; Seidel, 2005; Susurluk et al., 2007). Bu maddelerin bir çoğunun zararlılar üzerinde çeşitli etkileri olduğu daha önce yapılan çalışmalarda çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Nawrot et al., 1986; Cis et al., 2006, Susurluk et al., 2007; Pavela et al., 2010; Polatoğlu et al., 2011). Bundan sonra yapılacak çalışmalarda etkili madde(ler) izolasyonu ve karakterizasyonundan sonra bu madde ile yapılacak olan daha detaylı araştırmalar ile *T. abrotanifolium* depo zararlısı *S.garanarius*'un mücadelesinde kullanılması imkanlarının tam olarak anlaşılmasına yardım edecektir. Buna ek olarak bitki ekstraktlarının diğer mücadele yöntemleriyle birlikte kullanılma imkanlarının da araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmalar sonucunda elde edilecek olan sonuçların pratiğe aktarılması çok daha kolay olacağı şüphesizdir.

## Yararlanılan Kaynaklar

- Al-Moajel, N. H., 2004. Control of rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.), in stored wheat grains with mesquite plant, *Prosopis juliflora* (SW), D.C. seed extracts. Sultan Qaboos University Journal for Scientific Research - Agricultural and Marine Sciences, 9 (2): 7-16.
- Asawalam, E. F., 2006. Insecticidal and repellent properties of *Piper guineense* seed oil extract for the control of maize weevil, *Sitophilus zeamais*. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 5 (3): 1389-1394.
- Awoyinka, O. A., I. O. Oyewole, B. M. W. Amos & O. F. Onasoga, 2006. Comparative pesticidal activity of dichloromethane extracts of *Piper nigrum* against *Sitophilus zeamais* and *Callosobruchus maculatus*. African Journal of Biotechnology, 5 (24): 2446-2449.
- Belyaev, N. F., G. M. Zapol'skaya-Dovnar & S. M. Adekenov, 1996. Comparative chromatographic study of the sesquiterpenes of some *Tanacetum* species. Journal of Chemistry of Natural Compounds, 32 (6): 866-868.
- Bentley, M. D., D. E. Leonard, W. F. Stoddard & L. H. Zalkow, 1984. Pyrrolizidine alkaloids as larval feeding deterrents for spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). Annals of the Entomological Society of America, 77: 393-397.
- Bohlman, F., & C. Zdero, 1982. Sesquiterpene lactones and constituents from *Tanacetum parthenium*. Phytochemistry, 21 (10): 2543-2549.
- Cis, J., G. Nowak & W. Kisiel, 2006. Antifeedant properties and chemotaxonomic implications of sesquiterpene lactones and syringin from *Rhoponticum pulchrum*. Biochemical Systematics, 34: 862-867.

- 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.
- Gören, N., 2003. *Tanacetum* (Compositae) türlerinden çevre dostu, doğal insektiistlerin izolasyonu, yapılarının tayini ve aktivitelerinin saptanması. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırmalar Kurumu, Proje No: TOGTAG-2422.
- Gören, N. & E. Tahtasakal, 1994. Constituents of *Tanacetum densum* subsp. *enginense*. Phytochemistry, 36(5): 1281-1282.
- 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.
- Grainge, M. & S. Ahmed, 1988. Handbook of Plants with Pest Control Properties. John Wiley & Sons Limited, New York, 470 pp.
- Güncan, A. & E. Durmuşoğlu, 2004. Bitkisel kökenli doğal insektisitler üzerine bir değerlendirme. Hasad dergisi, 233: 26-32.
- Kadıoğlu, A., 2005. Bitki Fizyolojisi, Esen Ofset Matbaacılık, Trabzon, 453s.
- Karakoç, Ö. C., A. Gökçe & İ. Telci, 2006. Bazı bitki uçucu yağlarının *Sitophilus oryzae* L., *Sitophilus granarius* L. (Col.: Curculionidae) ve *Acanthoscelides obtectus* Say. (Col.:Bruchidae)'a karşı fumigant etkileri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 30 (2): 123-135.
- Karakoç, Ö. C., M. Alkan, A. Gökçe, & İ. Demirtaş, 2009. "Bazı bitki ekstraktlarının *Sitophilus oryzae* L., *Sitophilus granarius* L. (Col: Curculionidae) üzerindeki kontak toksisiteleleri, 103". Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, (15-18 Temmuz 2009) Bildirileri, Van, 380 s.
- Kestenholz, C. C., 2002. Investigation on the Biological Activity of *Gardenia fosbergii* (Rubiaceae) and *Cassia sophera* (Caesalpiniaceae) Against the Storage Insect Pest *Sitophilus oryzae* L. and *Callosobruchus maculatus* F. Ph.D. Thesis, University of Greenwich, the UK.
- Kisiel, W. & A. Stojakowska, 1997. A sesquiterpene coumarin ether from transformed roots of *Tanacetum parthenium*. Phytochemistry, 46(3): 515-516.
- Kimani, S. & K. S. Sum, 1999. Bioefficacy of essential oils extracted from pyrethrum vegetable waxy resins and gren oils against stored product insect pests, *Tribolium castaneum* (Hbst.) and *Sitophilus oryzae* (L.). Pyrethrum Post, 20(3): 91-100.
- Koul, O., 2005. Insect Antifeedants, CRC Press, Florida, USA, 1005p.
- Leora Software, 2002. Polo-Pc: Probit and Logit Analysis, Berkeley, CA, the USA .
- Mckenzie, J. D. & R. Goldman, 2005. The Student Guide to MINITAB Release 14 Manual. Pearson Education, Boston, MA.
- Nawrot, J., E. Bloszyk & J. Harmatha, 1986. Action of antifeedants of plant origin on beetles infesting stored products. Acta Entomologia Bohemoslov, 83: 327-335.
- Ogendo, J. O., S. R. Belmain, A. L. Deng & D. J. Walker, 2003. Comparison of toxic and repellent effects of *Lantana camara* L. with *Tephrosia vogelii* Hook and a synthetic pesticide against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) in stored maize grain. Insect Science and Its Application, 23(2): 127-135.
- Owusu, E. O., 2001. Effect of some ghanaiian plant components on control of two stored-product insect pests of cereals. Journal of Stored Products Research, 37: 85-91.
- 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.
- Parakash, A. & J. Rao, 1996. Botanical Pesticides in Agriculture. CRC pres. LewisPublishers, 461 p.
- 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.

- Seidel, V., 2005. "Initial and Bulk Extraction. 27-46." In: Natural Products Isolation, (Eds: S.D. Sarker, Z. Latif, A.I. Gray, Humana Press, USA, 515p.
- Shanker, C. & K. R. Solanki, 2000. Botanical insecticides: A historical perspective. India, Asian Agrihistory, 4(2): 21-30.
- Susurluk, H., Z. Çalışkan, 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 (2): 220-228.
- Taiz, L. & E. Zeiger, 2002. Plant Physiology. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 603 pp. [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=PublicationURL&\\_hubEid=1-s2.0-S0926669007X00773&\\_cid=271144&\\_pubType=JL&view=c&\\_auth=y&\\_acct=C000228598&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10&md5=3dba6cf9725104246b4c2d2eba7a16ef](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=PublicationURL&_hubEid=1-s2.0-S0926669007X00773&_cid=271144&_pubType=JL&view=c&_auth=y&_acct=C000228598&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=3dba6cf9725104246b4c2d2eba7a16ef)
- Thacker, J. M. R., 2002. An introduction to Arthropod Pest Control. Cambridge University Press, Cambridge, 343 pp.
- Teotia, T. P. S. & G. P. Pandey, 1979. Insecticidal properties of rhizomes of sweet flag, *Acorus calamus* against rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. Indian journal of Entomology, 41(1): 91-94.
- Wekesa I., L. A. Onek, A. L. Deng, A. Hasanali & J. O. Othira, 2011. Toxicity and repellent potency of *Hyptis spicigera* extracts on *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Stored Products and Postharvest Research, 2: 113-119.
- Ying-Juan, Y., Y. Chang-Ju, X. Dong & H. Ya-Zhang, 2007. Bioactivities of extracts from *Acorus gramineus* on four stored grain pests. Acta Entomologica Sinica, 50 (3): 309-312.

