

# Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

## Insecticidal and behavioral effect of some plant extracts on *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)

Bazı bitki ekstraktlarının *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) ve *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) üzerindeki insektisidal ve davranışsal etkileri

Feride KANİK<sup>a</sup>, Ömer Cem KARAKOÇ<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>Çankırı Karatekin University, Faculty of Science, Department of Biology, Çankırı, Turkey

<sup>b</sup>Çankırı Karatekin University, Yağrıklı Vocational School, Department of Crop and Animal Protection, Çankırı, Turkey

### ARTICLE INFO

Article history:

DOI:10.16955/bitkorb.784497

Received : 25-08-2020

Accepted : 09-09-2020

Keywords:

plant extract, repellent effect, contact effect, granary weevil, red flour beetle

\* Corresponding author: Ö. Cem KARAKOÇ

✉ [omercem78@hotmail.com](mailto:omercem78@hotmail.com)

### ABSTRACT

Control of insects in stored products is very important. *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) are two important insect species that cause damage to stored products. The need for alternative drugs that can be used to control of pests in stored products is increasing day by day. In this study, the usability of plant extracts obtained from *Achillea phrygia* Boiss. et Bal. (Compositae), *Prangos ferulacea* (L.) Lindl. (Apiaceae) ve *Salvia wiedemannii* Boiss. (Lamiaceae) plants to control *S. granarius* and *T. castaneum* were investigated. At the end of 72 hours, the highest contact activity among the plants tested on *S. granarius* showed *P. ferulaceae* hexane with 74% and *A. biserrata* methanol extract with 71%, respectively. The highest activity on *T. castaneum* was obtained by *A. biserrata* ethyl acetate extract at 42% after 72 hours. On the other hand, the highest repellent activity on *S. granarius* was obtained from *P. ferulaceae* ethyl acetate extract (52%) after 24 hours. All plant extracts showed high repellent effect on *T. castaneum*.

### GİRİŞ

*Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae) türleri tüm dünyada önemli zararlara neden olmaktadır. Özellikle depolanmış ürünlerde zarar yapan en önemli primer zararlılardan biridir (Asmanizar and Idris 2008). *Sitophilus* cinsine ait olan *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera: Curculionidae) ülkemizin hemen her tarafında yaygın olarak bulunmaktadır. Bu türün ergin ve larvaları tüm

hububat çeşitlerinde, makarna ve bisküvi gibi işlenmiş gıdalarda depo şartlarında zarar meydana getirmektedir. Hububat tohumlarını yemek suretiyle oluşturdukları zarar neticesinde tohumların çimlenme özelliklerinin çok yüksek oranda azalmasına neden olmaktadır (Anonim 2008). Ayrıca parçalanmış taneler, sekonder zararlılar için uygun bir ortam oluşturmaktadır (Alkan and Gökçe 2012).

*Tribolium* (Coleoptera: Tenebrionidea) türleri depolanmış tahıllar ve işlenmiş tahıl ürünlerinde dünyanın farklı yerlerinde ciddi zarara sebep olan sekonder zararlı türleridir. *Tribolium* cinsine ait ve ülkemizde zarar yapan *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidea) ve *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidea) olmak üzere iyi bilinen iki türü bulunmaktadır. Özellikle tahıl depoları, değirmenler ve un fabrikalarında yaygın olarak görülmektedir (Tunçbilek 1992). *T. confusum* ve *T. castaneum* depolanmış buğday ve buğday ürünleri, fasulye, bezelye, kurutulmuş meyveler, baharatlar, herbaryum ve müze örneklerinde zararlara neden olmaktadır (Ebelling 1992). Depolanmış ürünlerle beslenen bu zararlılar, ürünlerin ağırlık ve çimlenme kapasitesini azaltarak kalitelerinin düşmesine neden olmaktadır.

Depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede çeşitli savaşım yöntemleri geliştirilmiş olsa da bu yöntemler içerisinde en çok kullanılanı maalesef kimyasal mücadeledir. Çoğu zaman ürün kayıpları yaşamamak, yeterli ve yüksek kalitede ürün elde etmek için pestisit kullanımı kaçınılmazdır. Pestisit kullanılmaksızın yapılan tarımsal üretimlerde %60-100 arasında kayıp meydana gelebilmektedir (Turabi 2007). Kısa sürede sonuç alınması ve uygulama rahatlığı gibi sebeplerden dolayı tarımsal üretim ve depolanmış alanlarında pestisit kullanımı giderek artış göstermektedir (Tiryaki et al. 2010). Yoğun pestisit kullanımı ise bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Böceklerle mücadelede, yanlış, uygun olmayan dozlarda ve gereksiz insektisit uygulamaları, böceklerin kullanılan ilaçlara karşı direnç kazanmalarına sebep olmaktadır (Çakır and Yamanel 2005). Böceklerin kazanmış olduğu bu dayanıklılık ise ilerleyen dönemlerde zararlılarla mücadelede daha fazla ilaç kullanılmasına yol açmaktadır. Yaygın ve yoğun bir şekilde insektisit kullanımı aynı zamanda polinatör, predatör ve parazitoid gibi hedef dışı organizmalar üzerinde de olumsuz etkilere neden olmaktadır. (Stapel et al. 2000, Xu et al. 2004). Tüm bunlara ek olarak, aşırı ve uygunsuz insektisit kullanımı, çevre ve insan sağlığını da doğrudan veya dolaylı olarak olumsuz etkilemektedir. Bilinen tüm bu olumsuzluklar düşünüldüğünde araştırmacılar bu olumsuzlukları ortadan kaldıracak veya en aza indirecek alternatifler üretmek için çalışmalar yapmışlardır (Alkan, 2020; Tülek et al. 2015; Ertürk et al. 2020, Uçar et al. 2020). Bu alternatiflerden bir tanesi de zararlı böcek türleri ile mücadelede bitkisel kökenli insektisitlerin kullanılmasıdır. Geçmişten günümüze, bitkisel kökenli insektisitlerin sentetik muadillerine alternatif olabirlikleri çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Abdelgaleil et. al. 2016, Chiam et al. 1999, Karakoç and Gökçe 2012, Mangang et al. 2020, Polatoğlu and Karakoç 2016, Polatoğlu et al. 2013, Polatoğlu et al. 2018, Shaaya et al. 1991). Ayrıca, bitkisel

kökenli insektisitlerin sentetik insektisitlere göre birçok avantajı bulunmaktadır. Bitkisel insektisitler spesifiktir ve doğada bulunan diğer organizmalara, insanlara zararı yok denecek kadar azdır. Bununla birlikte, bitkisel insektisitlerin parçalanması kolaydır ve çevreye karşı oldukça zararsızdır (Bowers et al. 1976). Günümüzde birçok araştırmacı bitki ekstraktlarının çeşitli böcek türleri üzerindeki aktivitelerini araştırmaktadır. Yine son yıllarda yapılan çalışmalarda bitki ekstraktlarının ve uçucu bileşenlerinin böcekler üzerindeki kontak, fumigant, repellent, antifeedant, atraktant ve benzeri aktiviteleri yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Gökçe et al. 2006, Gökçe et al. 2011, Huang et al. 1997, Karakoç and Gökçe 2013, Koutsaviti et al. 2018, Polatoğlu and Karakoç 2016, Yano and Kamimura 1993).

Bu çalışmada; depolanmış ürünlerde zarar meydana getiren ve primer bir zararlı olan *S. granarius* ile sekonder bir zararlı olan *T. castaneum* üzerinde 3 farklı bitki ekstraktının kontak ve repellent aktiviteleri araştırılmıştır. Bununla birlikte sentetik insektisitlere karşı alternatif olabirlikleri değerlendirilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### *Böcek kültürlerinin kaynağı ve toplu üretimi*

Çalışmalarda *S. granarius* ve *T. castaneum* türlerine ait ergin bireyler kullanılmıştır. Stok kültürler Çankırı Karatekin Üniversitesi Yapraklı Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim bölümünden elde edilmiştir.

*S. granarius* erginlerinin yetiştirilmesinde Karakoç et al. (2006)'da belirtilen yöntemler, modifiye edilerek kullanılmıştır. Tüm böcek türlerinden aynı yaşta bireyler elde etmek amacıyla 1 litrelik cam kavanozlara 1/3 oranında buğday konularak üzerine ortalama 500 adet ergin salınmış, 7 gün süreyle yumurta bırakmaları beklenmiştir. Bu süre sonunda salınan ergin bireyler toplanmış ve kavanozda sadece yumurta ile bulaşık materyalin kalması sağlanmıştır.

*T. castaneum* yumurtalarının eldesi için, 100 mesh'lik elekten elenmiş %70'i un ve %30'u kuru mayadan oluşan besin ortamı kullanılmıştır. Yaklaşık 500 adet ergin, içerisinde elenmiş un ve maya karışımı bulunan 1 litrelik yumurtlatma kavanozuna salınmıştır. Yumurtlatma kavanozundan 3 günlük aralıklarla eleme işlemi yapılarak elde edilen yumurtalar, içerisinde buğday kırmısı ve maya bulunan besin ortamına aktarılmıştır. Kültür 27±2 °C sıcaklıkta, %50±10 orantılı nem ve karanlık koşullarda inkübe edilmiş ve çıkan 2-4 haftalık erginler denemelerde kullanılmıştır.

### *Bitki materyalinin temini ve ekstraktların elde edilmesi*

*Achillea phrygia* Boiss. et Bal. (Compositae) (Konya, 2017; Herbaryum no: BŞ 6637), *Salvia wiedemannii* Boiss.

(Lamiaceae) (Konya, 2017; Herbarium no: BŞ 6583) ve *Prangos ferulacea* (L.) Lindl. (Apiaceae) (Ardahan, 2017; Herbarium no: BŞ 6946) bitkileri doğal yayılış ortamlarından toplanmış ve Dr. Öğretim Üyesi Bilal ŞAHİN (Çankırı Karatekin Üniversitesi, Yapraklı Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü) tarafından teşhis edilmiştir. Toplanan bitki örnekleri kök bölgelerinden ayrılarak toprak üstü aksamı (gövde, yaprak ve çiçek) gölge ve iyi havalandırılan şartlarda kurutulmuştur. Kurutulmuş bitkiler makas yardımı ile kesilerek küçük parçalara ayrılmış ve ekstraksiyonda kullanıncaya kadar cam kavanozlarda saklanmıştır.

Bitkilerden ekstraktları elde etmek amacı ile Susurluk et al. (2007)'de belirtilen meserasyon yöntemi kullanılmıştır. Ekstraksiyon için her bir bitki türünden 200 g tartılarak cam kavanozlara alınmıştır. Bitkilerin üzerini kapatacak kadar hekzan organik çözücüsü eklenmiş ve 72 saat çözücüde bekletilmiştir. Bu süre sonunda çözücü filtre kağıdı ile süzülerek bitki materyalinden ayrılmıştır. Daha sonra ayrılan bitki materyalinin üzerine etil asetat eklenmiş ve yine 72 saat bu çözücü ile kavanozlarda bekletilmiştir. Bu işlemin sonunda filtre kağıdı ile etil asetat ekstraktı kısmı süzülüş ve bitki materyalinden ayrılmıştır. Son olarak bitki materyali üzerine metanol eklenmiş ve aynı işlem bu çözücü içinde tekrarlanmıştır. Tüm bu işlemler sonunda üç farklı bitkiden üç farklı süspansiyon elde edilmiştir. Elde edilen süspansiyondaki çözücüler evaporatör yardımı ile uçurularak bitkisel rezüdüler elde edilmiştir. Böylece bitkilerden hekzan, etil asetat, metanol ekstraktları ayrı ayrı elde edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar ise denemelerde kullanıncaya kadar buzdolabında +4 °C'de kullanıncaya kadar saklanmıştır.

#### Kontak aktivite testleri

Çalışmada, aktivitelerini test etmek amacıyla belirlenen *A. phrygia*, *S. wiedemannii* ve *P. ferulaceae* bitkilerden elde edilen ekstraktların, kontak (değme) etki denemeleri yürütülmüştür. Denemeler Karakoç et al. (2006)'da belirtilen yöntem modifiye edilerek kurulmuştur. Öldürücü etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmalar topikal uygulama ile yapılmıştır. Bitki ekstraktları yeterince aseton ile ağırlık/hacim (w/v) bakımında %10'luk (100 µg/ml) bitki ekstraktı/aseton olacak şekilde seyreltilmiştir. Hazırlanan bitki ekstraktı konsantrasyonundan her bir böcek için 1 µl/böcek olacak şekilde mikro-aplikatör yardımıyla böceğin abdomeninin ventralinden uygulanmıştır. Kontrollerde 1 µl/böcek dozunda aseton kullanılmış ve kontrol dahil tüm uygulamalarda her tekrerde 10 adet böcek kullanılmıştır. Bitki ekstraktları ile yürütülen denemeler tesadüf blokları deneme deseninde tertip edilmiş olup 3 tekrerrürlü olarak farklı günlerde 3 kez tekrar edilmiştir. Sonuçlar 24, 48 ve

72 saatlik periyotlarla takip edilmiş ölü birey sayıları kayıt altına alınmıştır.

#### Repellent aktivite testleri

Kestenholz (2002)'un uyguladığı yöntem kullanılmıştır. Denemeler doksan (90) mm çapında üç bölmeli plastik Petri kaplarında gerçekleştirilmiştir. Bitki ekstraktlarından aseton kullanılarak hazırlanan 100 µg/ml'lik konsantrasyonlardan 0.5 ml'lik süspansiyon mikropipet yardımıyla 5±0.2 g buğday tanesi üzerine uygulanmıştır. Ekstraktların 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 bekletilmiştir. Bu bölümlerden ilkinde ekstraktla muamele edilmiş 5 g buğday, ikincisine ise aseton (kontrol) ile muamele edilmiş 5 g ağırlığında buğday konulmuştur. Üçüncü bölüme ise 20 adet *S. granarius* ergini salınmıştır. Bitki ekstraktlarının *T. castaneum* üzerindeki aktivitesini belirlemek amacı ile de uçucu yağ repellent aktivite testlerinde kullanılan McDonald et al. (1970)'da belirtilen yöntem uygulanmıştır. Böceklerin muamele ve kontrol gruplarındaki dağılımları 1, 3, 12 ve 24 saat aralıkla kontrol edilerek kayıt altına alınmıştır. Denemeler 25±2 °C sıcaklıkta yürütülmüştür. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre dizayn edilerek beş tekrerrürlü olarak kurulmuştur.

#### İstatistiksel analizler

Kontak aktivite testlerinde elde edilen sonuçlar önce % ölüm değerlerine çevrilmiştir. Elde edilen bu yüzdeler arcsin transformasyonuna tabi tutulmuştur. Oluşan değerler ile varyans analizi yapılmış ve Tukey çoklu karşılaştırma testi ile muameleler arasındaki farklılıklar belirlenmiştir. Davranışsal etki çalışmalarından elde edilen sonuçlar ile aşağıda belirtilen formüle göre repellent indeksleri hesaplanmıştır.

$$PR = [(Nc - Nt) / (Nc + Nt)] \times 100$$

Formüle göre;

PR: yüzde repellent değerini

Nc: kontroldeki böcek sayısını

Nt: muameledeki böcek sayısını ifade etmektedir.

Yapılan sayımlar sonucunda elde edilen ortalama repellent değerleri hesaplandıktan sonra Juliana and Su (1983)'de belirtilen 0-V skalasına göre ekstraktların etkinlikleri sınıflandırılmıştır [Sınıf 0 (PR < %0.1); Sınıf 1 (PR = %0.1-20); Sınıf 2 (PR = %20,1-40); Sınıf 3 (PR = %40,1-60); Sınıf 4 (PR = %60,1-80); Sınıf 5 (PR = %80,1-100)].

## SONUÇLAR

*Bitki ekstraktlarının Sitophilus granarius üzerindeki kontak etkileri*

Yapılan değerlendirmeler sonucunda; 24 saatlik inkübasyon süresinde en yüksek kontak aktiviteyi %50 ölüm oranı ile *A. phrygia* bitkisinden elde edilen metanol ekstraktı göstermiş ve istatistiksel olarak kontrolden farklı bulunmuştur. En düşük aktivite ise kontrolden farklı olarak *A. phrygia* hekzan (%12.90), *P. ferulaceae* metanol (%14.63) ve *S. wiedemannii* hekzan (%19.93) ekstraktlarından elde edilmiştir (F=13.07; sd=9.20; P=0.000). Denemelerde kullanılan diğer bitki ekstraktları ise istatistiksel olarak kontrolden farklı olsa da 24 saat sonunda *S. granarius* üzerinde oldukça düşük ölüm (yaklaşık olarak %34 ile %39) meydana getirmişlerdir. Çalışmada 48 saat sonundaki sayımlara bakıldığında en yüksek aktivite yaklaşık olarak %58 ile *A. phrygia* metanol ekstraktından elde edilmiştir. Bu ölüm oranını ise %49.97 ile *P. ferulaceae* hekzan, %47.72 ile *S. wiedemannii* metanol ve %46.70 ile *P. ferulaceae* etil asetat ekstraktları izlemiş ve *A. phrygia* metanol ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. *A. phrygia* hekzan (%12.90), *P. ferulaceae* metanol (%18.13) ve *S. wiedemannii* hekzan (%22.98) en düşük aktiviteyi gösteren bitkiler olarak bulunmuş ve kontrolle aynı istatistiksel grupta yer almışlardır (F=8.04; sd=9.20; P=0.000). İnkübasyon süresi 72 saate ulaştığında, yapılan sayımlar sonucunda tüm bitki ekstraktlarının aktivitelerinde artış meydana gelmiştir. En yüksek aktivite %74.03 ile *P. ferulaceae* hekzan ekstraktından elde edilirken bu aktiviteyi %71.27 ile *A. phrygia* metanol, %67 ile *P. ferulaceae* etil asetat ve %56.75 ile *A. phrygia* etil asetat ekstraktları takip etmiş olup istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. *A. phrygia* hekzan, *P. ferulaceae* metanol ve *S. wiedemannii* hekzan ekstraktları ise %35-38 arasında ölüm meydana getirmiş olsa da istatistiksel olarak kontrol grubu ile aralarında herhangi bir farklılık bulunamamıştır (F=5.46; sd=9.20; P=0.000) (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Bitki ekstraktlarının *Sitophilus granarius* üzerindeki kontak etkileri

Muamele		% Ölüm±SH*		
		24 saat	48 saat	72 saat
Kontrol	Aseton	0.00±0.00c <sup>1</sup>	3.00±2.26d1	4.42±3.63b <sup>1</sup>
	Hekzan	12.90±0.84b	12.90±0.84cd	35.26±1.32ab
<i>Achillea phrygia</i>	Etil Asetat	36.30±1.97ab	42.06±1.21abc	56.75±0.81a
	Methanol	50.00±0.11a	57.79±0.15a	71.27±0.58a
<i>Prangos ferulaceae</i>	Hekzan	38.74±1.09ab	49.97±1.47ab	74.03±6.41a
	Etil Asetat	38.61±2.46ab	46.70±4.25ab	67.00±1.61a
<i>Salvia wiedemannii</i>	Methanol	14.63±1.99b	18.13±4.74bcd	38.23±5.32ab
	Hekzan	19.93±0.17b	22.98±1.04abcd	38.11±9.59ab
<i>Salvia wiedemannii</i>	Etil Asetat	34.32±0.64ab	35.46±0.52abc	54.50±2.41a
	Methanol	37.20±2.75ab	47.72±2.31ab	61.21±0.64a

\*Standart Hata

<sup>1</sup>Aynı sütündeki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (Anova P<0.05, Tukey test)*Bitki ekstraktlarının Tribolium castaneum üzerindeki kontak etkileri*

Bitki ekstraktlarının 24 saat sonunda *T. castaneum* türü üzerinde göstermiş olduğu etki incelendiğinde, en yüksek etki %33.24 ile *A. phrygia* etil asetat ekstraktından elde edilmiştir. Bu etkiyi %18.79 ile *S. wiedemannii* etil asetat ekstraktı takip etmiştir. Diğer bitki ekstraktları ise %5.44 ile %15.43 arasında çok düşük oranda etki göstermiştir. Denemelerde kullanılan tüm bitki ekstraktları ise istatistiksel olarak kontrolden farklı grupta yer almışlardır (F=21.45; sd=9.20; P=0.000). Denemelerde 48 saatin sonuna gelindiğinde en yüksek aktivite yine %37.75 ile *A. phrygia* etil asetat ekstraktından elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan diğer bitki ekstraktlarının aktiviteleri de 24 saat sonuçlarına göre artış göstermiştir. *A. phrygia* etil asetat dışında kalan tüm bitki ekstraktlarının %13.71 ile %21.78 aralığında ölüm meydana getirdiği belirlenmiştir. Tüm bitki ekstraktlarından düşük oranda da olsa bir aktivite gözlemlenmiş olmasına rağmen istatistiksel olarak kontrolden ve birbirlerinden farklı miktarda ölüm meydana getirmemişlerdir (F=1.90; sd=9.20; P=0.112). *A. phrygia* etil asetat ekstraktı 72 saat sonunda da %42 ölüm oranı ile en yüksek aktiviteyi gösteren bitki ekstraktı olmuştur. Bu aktiviteyi *S. wiedemannii* hekzan (%29.20) ve *S. wiedemannii* etil asetat (%23.54) ekstraktları takip etmiştir. Denemelerde kullanılan tüm bitki ekstraktları ise yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda kontrolden farklı grupta yer almamıştır (F=1.34; sd=9.20; P=0.277) (Çizelge 2).

*Bitki ekstraktlarının Sitophilus granarius üzerindeki uzaklaştırıcı (repellent) etkileri*

Denemeye alınan bitki ekstraktları zamana bağlı olarak değişen oranlarda repellent etki göstermişlerdir (Çizelge 3). *S. granarius* için sayım zamanlarından 1 saat sonunda en yüksek uzaklaştırıcı etkiyi %40 ile *A. phrygia* metanol

**Çizelge 2.** Bitki ekstraktlarının *Tribolium castaneum* üzerindeki kontak etkileri.

Muamele		% Ölüm±SH*		
		24 saat	48 saat	72 saat
Kontrol	Aseton	0.00±0.00d <sup>1</sup>	5.98±1.20b	5.98±1.20a <sup>1</sup>
	Hekzan	6.67±0.00c	15.43±0.27ab	17.38±0.95a
<i>Achillea phrygia</i>	Etil Asetat	33.24±0.39a	37.75±0.16a	42.21±0.15a
	Methanol	7.71±0.12bc	13.71±4.13ab	12.54±9.24a
	Hekzan	15.43±0.27bc	20.19±2.53ab	24.68±2.93a
<i>Prangos ferulaceae</i>	Etil Asetat	13.01±0.67bc	15.72±2.20ab	18.36±4.33a
	Methanol	5.44±0.20c	11.26±1.96ab	16.16±6.81a
	Hekzan	14.29±0.32bc	21.78±1.26ab	29.20±3.41a
<i>Salvia wiedemannii</i>	Etil Asetat	18.79±0.23ab	20.80±0.84ab	26.54±0.41a
	Methanol	10.42±1.36bc	13.71±4.13ab	15.33±5.86a

\*Standart Hata

<sup>1</sup>Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (Anova P<0.05, Tukey)

ekstraktı göstermiştir. Bu aktiviteyi sırasıyla aynı bitkinin etil asetat ve hekzan ekstreleri %36 ve %14'lük uzaklaştırıcı etki ile izlemişlerdir. *S. wiedemannii* ekstraktlarına bakıldığında, 1 saat sonunda en yüksek aktivite *A. phrygia* ekstraktlarının aksine etil asetat ekstraktında %13 uzaklaştırıcı etki ile belirlenmiş; bu ekstraktın aktivitesini %10 uzaklaştırıcı etki ile hekzan ve %4 uzaklaştırıcı etki ile metanol ekstraktı izlemiştir. Aynı sayım zamanında (1 saat) *P. ferulaceae* ekstraktı en yüksek metanol ekstraktında %10'luk bir repellent aktivite göstermiştir. Birinci saat sonunda ekstraktların repellent aktivitelerinin skala değerlerine bakıldığında en yüksek II skala değerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Değerlendirme zamanlarından üçüncü saat sonunda, ilk değerlendirme zamanında olduğu gibi en yüksek aktivite *A. phrygia* ekstraktlarında belirlenmiştir. Ancak 1.saat sonundaki repellent aktiviteden farklı olarak %46 repellent etki ile en yüksek aktivite etil asetat ekstraktında belirlenmiştir. Bu aktiviteyi %28 uzaklaştırıcı etki ile hekzan %12 ile metanol ekstraktının aktivitesi izlemiştir. Ancak denemeye alınan bitki ekstraktlarından *S. wiedemannii* bitkisinin metanol ekstraktında %18'lik bir uzaklaştırıcı etkiye sahip olmuş ve aynı bitkinin etil asetat ekstraktı %12, hekzan ekstraktı ise %8'lik bir uzaklaştırıcı aktivite göstermiştir. Denemeye alınan bir diğer bitki olan *P. ferulaceae* ekstraktları ise ilk sayım zamanında olduğu gibi kayda değer bir aktivite göstermemişlerdir. Üçüncü saat sonunda bu bitki ekstraktı en yüksek aktivitesini %6 ile etil asetat ekstraktında göstermiştir. On ikinci saat sonunda denemeye alınan bitki ekstraktlarından *A. phrygia* ekstraktları diğer iki ekstrakta nazaran repellent aktivite yönüyle daha aktif olmuş ve en yüksek aktivite %36 uzaklaştırıcı aktivite ile etil asetat ekstraktında belirlenmiştir. Değerlendirme zamanlarından 24.saat sonunda en yüksek repellent aktivite %52 uzaklaştırıcı aktivite ile *P. ferulaceae* bitkisinin etil asetat ekstraktında belirlenmiş ve aktivite III skala değerini almıştır. Bu ekstraktın aktivitesini %32'lik aktivite ile *S. wiedemannii* bitkisinin hekzan ve *P. ferulaceae* bitkisinin hekzan ekstraktında saptanmıştır.

**Çizelge 3.** Bitki ekstraktlarının *Sitophilus granarius* üzerindeki repellent etkileri

Muamele		% Repellent Etki							
		1s	Skala	3s	Skala	12s	Skala	24s	Skala
<i>Achillea phrygia</i>	M*	40	II	12	I	26	II	16	I
	EA	36	II	46	III	36	II	20	I
	H	14	I	28	II	20	I	20	I
<i>Salvia wiedemannii</i>	M	4	I	18	I	12	I	26	II
	EA	13	I	12	I	20	I	28	II
	H	10	I	8	I	22	II	32	II
<i>Prangos ferulaceae</i>	M	10	I	4	I	22	II	26	II
	EA	4	I	6	I	22	II	52	III
	H	5	I	2	I	22	II	32	II

\*M=metanol, EA=Etil Asetat, H=Hekzan

**Bitki ekstraktlarının *Tribolium castaneum* üzerindeki uzaklaştırıcı (repellent) etkileri**

Bitki ekstraktlarının uzaklaştırıcı etkileri *Tribolium castaneum*'a karşı araştırıldığında ekstraktların aktivitelerinin birbirine yakın olduğu, ancak zamana ve bitki ekstraktına göre aktivitenin değiştiği sonucuna varılmıştır (Çizelge 4). Sayım zamanlarından 1 saat sonunda en yüksek aktivite %88'lik uzaklaştırıcı etki ile *A. phrygia* bitkisinin hekzan ekstraktında belirlenmiş ve bu etkinin skala değeri V olarak

**Çizelge 4.** Bitki ekstraktlarının *Tribolium castaneum* üzerindeki repellent etkileri

Muamele		% Repellent Etki							
		1s	Skala	3s	Skala	12s	Skala	24s	Skala
<i>Achillea phrygia</i>	M*	70	IV	62	IV	86	V	96	V
	EA	72	IV	44	III	88	V	94	V
	H	88	V	68	IV	98	V	92	V
<i>Salvia wiedemannii</i>	M	60	III	38	II	88	V	82	V
	EA	36	II	48	III	96	V	96	V
	H	32	II	46	III	62	IV	72	IV
<i>Prangos ferulaceae</i>	M	72	IV	86	V	90	V	92	V
	EA	42	III	52	III	98	V	98	V
	H	52	III	46	III	74	IV	92	V

\*M=metanol, EA=Etil Asetat, H=Hekzan



belirlenmiştir. Bu ekstraktın aktivitesini, %72 (skala IV) ile aynı bitkinin etil asetat ekstraktı ve *P. ferulaceae* bitkisinin metanol ekstraktı izlemiştir. *A. phrygia* bitkisinin metanol ekstraktının uzaklaştırıcı etkisi 1.saat sonunda %70 olarak hesaplanmıştır. Bu aktiviteyi *S. wiedemannii* bitkisinin metanol ekstraktı (%60, skala III), *P. ferulaceae* bitkisinin hekzan ekstraktı (%52, skala III), *P. ferulaceae* bitkisinin etil asetat ekstraktı (%42, skala III), *S. wiedemannii* bitkisinin etil asetat (%36, skala II) ve *S. wiedemannii* bitkisinin hekzan (%32, skala II) aktivitesi sırasıyla takip etmiştir. Üçüncü saat sonunda ise en yüksek aktivite %86 (skala V)'lık uzaklaştırıcı etki ile *P. ferulaceae* metanol ekstraktında belirlenmiştir. Denemelerden 12 saat sonunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde, kullanılan tüm ekstraktların aktivitelerinde artış gözlemlenmiştir. 12 saat sonunda en yüksek aktivite %98 repellent etki oranı ile *A. phrygia* bitkisinin hekzan ve *P. ferulaceae* bitkisinin etil asetat ekstraktlarından elde edilmiştir. En düşük aktivite ise *S. wiedemannii* bitkisinin hekzan ekstraktından elde edilmiştir. 24 saatlik inkubasyon süresi sonunda ise *A. phrygia* ve *P. ferulaceae* bitkilerinden elde edilen tüm ekstraktlar %90 (skala V)'ın üzerinde aktivite göstermiştir. Bu süre sonunda *S. wiedemannii* bitkisinin etil asetat ekstraktı %96 (skala V), metanol ekstraktı %82 (skala V) ve hekzan ekstraktı ise %72 (skala IV) ile en düşük aktiviteyi gösteren bitki olarak belirlenmiştir.

## TARTIŞMA VE KANI

Bu çalışmada, *A. phrygia*, *P. ferulaceae* ve *S. wiedemannii* bitkilerinden elde edilen bitki ekstraktlarının depolanmış ürün zararlılarından olan *S. granarius* ve *T. castaneum* ile mücadelede kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. Bu amaçla yürütülen çalışmalarda bitkilerden ekstrakt elde etmek amacı ile farklı çözücü sistemleri kullanılarak (hekzan, etil asetat ve metanol) her bitkiden 3 farklı ekstrakt elde edilmiştir. Çalışmada bitki ekstraktlarının insektisidal aktivitelerini belirlemek amacı ile kontak (değme yolu ile), davranışsal etkilerini belirlemek amacı ile de repellent (uzaklaştırıcı) etki çalışmaları yürütülmüştür.

Denemelerde kullanılan bitkilerinden *A. phrygia* Compositae, *P. ferulaceae* Apiaceae ve *S. wiedemannii* ise Lamiaceae familyaları içerisinde yer alan bitkilerdir. Bu familyalar içerisinde yer alan bitkilerin birçoğundan elde edilen ekstrakt ve uçucu yağların, böcekler üzerinde farklı şekillerde aktivite gösteren türlere sahip olduğu bilinmektedir. Özellikle Lamiaceae familyasında bulunan *Mentha*, *Salvia* ve *Thymus* cinslerine ait birçok tür ile yapılan çalışmalar bu bitkilerin insektisidal aktivite potansiyelini ortaya koymuştur (Abdelli et al. 2016, Clemente et al. 2003, Karim and Hossein 2018, Kumar et al. 2011, Polatoğlu et al. 2017). Yine benzer şekilde *Tanacetum* ve *Achillea*

cinsine ait türlerin böcekler üzerinde farklı şekillerde aktivite gösterdiği araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Ebadollahi 2017, Kordali et al. 2012, Polatoğlu et al. 2015). *Anethum*, *Bifora prangos* ve *Heracleum* cinslerinin yer aldığı Apiaceae familyası da yine insektisidal aktivite bakımından zengin tür içeren familyalardan biridir ve bu familyadan birçok türle ilgili insektisidal ve davranışsal etki çalışmaları bulunmaktadır (Karakoç et al. 2006, Pandey et al. 2018, Selimoğlu et al. 2015). Birçok araştırmacı tarafından bu familyalara ait türlerle yapılan çalışmalarda olduğu gibi yürütmüş olduğumuz çalışmada da *S. granarius* ve *T. castaneum* ile mücadelede kullanılma potansiyeline sahip bazı sonuçlara ulaşılmıştır.

*A. phrygia* Türkiye'ye endemik bir bitki türüdür. Bu bitkiden elde edilen ekstraktların böcekler üzerindeki aktivitelerini belirlemek amacıyla yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Her ne kadar *A. phrygia* bitkisinden elde edilen ekstraktlar ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamış olsa da *Achillea* cinsine ait farklı türlerden elde edilen ekstraktların, çeşitli böcekler üzerindeki aktiviteleri incelenmiş ve kayda değer sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin Hasheminia et al. (2011) *Achillea millefolium* (L.) (Compositae) metanol ekstraktının *Pieris rapae* L. (Lepidoptera: Pieridae) üzerindeki aktivitesini incelemiş ve LC<sub>50</sub> değerini %9.387 olarak belirlemişlerdir. Benzer şekilde Jovenovic et al. (2007) yapmış oldukları çalışmada *Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera: Bruchidae) üzerinde *A. millefolium* L. ethanol ekstraktının aktivitesini araştırmışlardır. Ekstraktları fasulye taneleri üzerine uygulamış ve 3 hafta sonunda %87 civarında ölüm meydana getirdiğini belirlemişlerdir. Yürütmüş olduğumuz çalışmada da *A. phrygia* bitkisinden elde edilen metanol ekstraktı *S. granarius* erginleri üzerinde %71 civarında ölüm meydana getirmiş ve belirtilen çalışmalarla paralellik göstermiştir. Aynı cinse ait bitkiler çoğunlukla benzer maddeler içermektedir (Mohammadhosseini et al. 2017, Polatoğlu et al. 2013). Bu sebeple aynı cinse ait farklı bitkiler böcek türleri üzerinde benzer etkiler gösterebilmektedir (Ateyyat et al. 2009, Çakır et al. 2016).

Çalışmada kullanmış olduğumuz *S. wiedemannii* bitkisi de *A. phrygia* gibi Türkiye'ye endemik bir bitki türüdür. *S. wiedemannii* ile ilgili yapılmış farklı biyolojik aktivite çalışmaları bulunsa da (Şenol et al. 2010, Ustun and Sezik 2011, Ustun and Berrin-Ozçelik 2016) böcekler üzerinde yapılmış insektisidal ve davranışsal etki çalışmalarına rastlanmamıştır. Yürütmüş olduğumuz çalışmada *S. wiedemannii* metanol ekstraktı *S. granarius* üzerinde 72 saat sonunda %61.21 insektisidal aktivite gösterirken *T. castaneum* üzerinde %15.33 ölüm meydana getirmiştir. *S. wiedemannii* bitkisinden elde edilen metanol ekstraktı orta derecenin biraz üzerinde öldürücü etki gösterirken, *Salvia*

cinsine ait diğer türlerden elde edilen ekstraktların farklı oranlarda aktivite gösterdiği çeşitli çalışmalarla bildirilmiştir. Karakoç et al. (2013) yapmış oldukları çalışmada *Salvia tchihatcheffii* (Fisch. et Mey.) Boiss. (Lamiaceae) ve *Salvia cryptantha* Montbret et Aucher ex Bentham (Lamiaceae) bitkilerinden elde etmiş oldukları ekstraktların *S. granarius* üzerindeki etkinliklerini test etmişlerdir. *S. tchihatcheffii* (gövde) ekstraktının insektisidal aktivitesini %86,76, *S. cryptantha* (gövde) ekstraktının aktivitesini ise %44,93 olarak belirlemişlerdir. Irfan et al. (2016) *Salvia officinalis* L. (Lamiaceae) bitkisinin insektisidal aktivitesini *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) üzerinde test etmişlerdir. Disk difüzyon yöntemi kullanan araştırmacılar bitkiden elde ettikleri metanol ekstraktının %1,5'lik dozunda test böceği üzerinde %100 ölüm gözlemlemişlerdir. *S. officinalis* ile çalışan Karakas (2017) ise bitkinin etanol ekstraktlarını *S. granarius* üzerinde test etmiş ve 3 gün sonunda %12, 8 gün sonunda ise %72 oranında ölüm meydana geldiğini bildirmiştir. Aynı araştırmacı bitkinin %36 repellent aktivite gösterdiğini de ortaya koymuştur.

*P. ferulaceae* bitkisinden elde edilen ekstraktlar ile farklı biyolojik aktivite çalışmaları yürütülmüş olsa da bu çalışmalar arasında insektisidal ve davranışsal etki çalışmaları bulunmamaktadır (Bruno et al. 2019, Durmaz et al. 2006, Gheisari et al. 2016, Mavi et al. 2004, Shokoohinia et al. 2014). Fakat bu bitkiden elde edilen uçucu yağlar ile insektisidal aktivite çalışması yürütülmüştür. *P. ferulaceae* bitkisinden elde edilen uçucu yağların *S. granarius* üzerindeki insektisidal aktivitesi Şimşek et al. (2016) tarafından araştırılmıştır. Yürütülen çalışmaya göre *P. ferulaceae*'den elde edilen uçucu yağlar %10'luk konsantrasyonda, *S. granarius* üzerinde %28,73 oranında ölüm meydana getirmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada ise yürütülen bu çalışmadan farklı olarak *P. ferulaceae* bitkisinden elde edilen ekstraktların *S. granarius* ve *T. castaneum* üzerindeki aktivitesi test edilmiştir. Her iki böcek türünde de en yüksek ölüm oranı heksan ekstraktından elde edilmiş olup bu oran *T. castaneum* için %24, *S. granarius* için %74 olarak belirlenmiştir.

Yürütülen bu çalışmada, bitkisel kaynaklar bakımından oldukça zengin olan ülkemizde doğal olarak yetişen bitkilerden elde edilen ekstraktların ve uçucu yağların, depolanmış ürünlerin önemli zararlılarından olan *S. granarius* ve *T. castaneum*'a karşı kontrollü şartlarda insektisidal ve davranışsal etkileri araştırılmıştır. Yapılan tüm denemeler sonucunda test edilen bitkilerin böcekler üzerinde kontak toksisite ve repellent aktivite gösterdiği saptanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar ise denemelerde aktivite gösteren bitki ekstraktlarının bu zararlılarla mücadelede kullanılacak alternatifler olduğunu ortaya

koymuştur. Bundan sonraki aşamada bitki ekstraktlarının ana bileşenlerinin araştırılarak bitkideki aktif moleküllerin belirlenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte yapılacak ek çalışmalar ile birlikte, kullanılabilirlikleri ve uygulamaya aktarılabilirliklerinin de araştırılması uygun olacaktır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, ikinci yazarın Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yürütmüş olduğu "Bazı bitki ekstraktlarının ve uçucu yağlarının *Sitophilus granarius* L. (Col: Curculionidae) ve *Tribolium castaneum* (Herbst) (Col: Tenebrionidae) üzerindeki insektisidal ve davranışsal etkileri" isimli yüksek lisans tezinin bir bölümünden üretilmiştir.

## ÖZET

Depolanmış ürünlerdeki böceklerle mücadele oldukça önemlidir. *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) ve *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) depolanmış ürünlerde zarar meydana getiren önemli iki zararlı böcek türüdür. Depolanmış ürünlerdeki zararlılarla mücadelede kullanılacak alternatif ilaçlara ise her geçen gün ihtiyaç artmaktadır. Bu çalışmada, *Achillea phrygia* Boiss. et Bal. (Compositae), *Prangos ferulacea* (L.) Lindl. (Apiaceae) ve *Salvia wiedemannii* Boiss. (Lamiaceae) bitkilerinden elde edilen bitki ekstraktlarının, *S. granarius* ve *T. castaneum* ile mücadelede kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. 72 saat sonunda, *S. granarius* üzerinde test edilen bitkiler arasında en yüksek kontak aktiviteyi sırasıyla %74 ile *P. ferulaceae* heksan, %71 ile *A. phrygia* metanol ekstraktı göstermiştir. *T. castaneum* üzerinde en yüksek aktiviteyi ise 72 saat sonunda %42 ile *A. phrygia* etil asetat ekstraktı göstermiştir. Bitki ekstraktları ile yapılan davranışsal etki çalışmalarında ise *S. granarius* üzerindeki en yüksek repellent aktivite 24. saat sonunda *P. ferulaceae* etil asetat ekstraktından (%52) elde edilmiştir. Bitki ekstraktlarının tamamı *T. castaneum* üzerinde yüksek oranda repellent etki göstermiştir.

Anahtar kelimeler: bitki ekstraktı, repellent etki, kontak etki, buğday biti, kırmızı un biti

## KAYNAKLAR

Abdelgaleil S.A., Mohamed M.I., Shawir M.S., Abou-Taleb H.K., 2016. Chemical composition, insecticidal and biochemical effects of essential oils of different plant species from Northern Egypt on the rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. Journal of Pest Science, 89 (1), 219-229.

Abdelli M., Moghrani H., Aboun A., Maachi R., 2016. Algerian *Mentha pulegium* L. leaves essential oil: chemical composition, antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities. Industrial Crops and Products, 94, 197-205.

- Alkan, M., Gökçe, A., 2012. *Tanacetum abrotanifolium* (L.) DRUCE (Asteraceae)'un gövde ve çiçek ekstraktlarının *Sitophilus granarius* ve *Sitophilus oryzae* (Col., Curculionidae)'ye olan kontakt ve davranışsal etkileri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 36(3), 377-389.
- Alkan, M., 2020. Chemical composition and insecticidal potential of different *Origanum* spp.(Lamiaceae) essential oils against four stored product pests. Turkish Journal of Entomology, 44 (2), 149-163.
- Anonim, 2008. Ziraî Mücadele Teknik Talimatları. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, 1. Cilt, 283 s.
- Asmanizar D.A., Idris A.B., 2008. Effect of selected plant extraction on mortality of adult *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), a pest of stored rice grains. Malaysian Applied Biology, 37, 41-46.
- Ateyyat M.A., Al-Mazra'awi M., Abu-Rjai T., Shatnawi M.A., 2009. Aqueous extracts of some medicinal plants are as toxic as imidacloprid to the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. Journal of Insect Science, 9 (1), 1-6.
- Bowers W.S., Ohta T., Cleere J.S., Marsella P.A., 1976. Insect anti-juvenile hormones in plants. Science, 193, 542-547.
- Bruno M., Ilardi V., Lupidi G., Quassinti L., Bramucci M., Fiorini D., Venditti A., Maggi F., 2019. The nonvolatile and volatile metabolites of *Prangos ferulacea* and their biological properties. Planta Medica, 85 (11/12), 815-824.
- Chiam W.Y., Huang Y., Chen S.X., Ho S.H., 1999. Toxic and antifeedant effects of allyl disulfide on *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Economic Entomology, 92, 239-245.
- Clemente S., Mareggiani G., Broussalis A., Martino V., Ferraro G., 2003. Insecticidal effects of Lamiaceae species against stored products insects. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 29, 421-426.
- Çakır Ş., Yamanel Ş., 2005. Böceklerde insektisitlere direnç. Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi, 6 (1), 21-29.
- Çakır A., Özer H., Aydın T., Kordali Ş., Çavuşoğlu A.T., Akçin T., Mete E., Akçin A., 2016. Phytotoxic and insecticidal properties of essential oils and extracts of four *Achillea* Species. Records of Natural Products, 10 (2), 154-167.
- Durmaz H., Sagun E., Tarakci Z., Ozgokce F. 2006. Antibacterial activities of *Allium vineale*, *Chaerophyllum macropodium* and *Prangos ferulacea*. African Journal of Biotechnology, 5 (19), 1795-1798.
- Ebadollahi A., 2017. Chemical composition, acaricidal and insecticidal effects of essential oil from *Achillea filipendulina* against two arthropod pests; *Oryzaephilus surinamensis* and *Tetranychus urticae*. Toxin Reviews, 36 (2), 132-137.
- Ebelling W., 1992. Pest of stored food product. In: Urban Entomology. University of California, USA. 695 p.
- Ertürk S., Atay T., Toprak U., Alkan M., 2020. The efficacy of different surface applications of wettable powder formulation of Detech® diatomaceous earth against the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Stored Products Research, 89 (2020), 101725.
- Gheisari H.R., Habibi H., Khadem A., Anbari S., Khadem A.A., 2016. Comparison of antimicrobial activity of *Cichorium intybus*, *Dorema aucheri* and *Prangos ferulacea* extracts against some food borne pathogens. International Journal of Pharmaceutical Research and Allied Sciences, 5 (3), 80-84.
- Gökçe A., Whalon M.E., Çam H., Yanar Y., Demirtas Ğ., Gören N., 2006. 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., Isaacs R., Whalon M. E., 2011. Ovicidal, larvicidal and antiovipositional activities of *Bifora radians* and other plant extracts on the grape berry moth *Paralobesia viteana* (Clemens). Journal of Pest Science, 84, 487-493.
- Hasheminia S.M., Sendi J.J., Jahromi K.T., Moharramipour S., 2011. The effects of *Artemisia annua* L. and *Achillea millefolium* L. crude leaf extracts on the toxicity, development, feeding efficiency and chemical activities of small cabbage Pieris rapae L. (Lepidoptera: Pieridae). Pesticide Biochemistry and Physiology, 99 (3), 244-249.
- Huang Y., Tan J.M.W.L., Kini R.M., Ho S.H., 1997. Toxic and antifeedant action of nutmeg oil against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. Journal of Stored Products Research, 33, 289-298.
- Irfan S., Rani S., Sani I.A., Irfan H., Shabbir S., Ahmed N., Shahwani N.A., Yousafzai A., Ahmed U., Aziz S., Irshad M.N., Fazal S., 2016. Leaves and flowers insecticidal activity investigation of *Salvia officinalis* L. against *Sitophilus oryzae* L. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4 (2), 105-108.
- Jovanović Z., Kostić M., Popović Z., 2007. Grain-protective properties of herbal extracts against the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* Say. Industrial Crops and Products, 26 (1), 100-104.
- Juliana G., Su H.C.F., 1983. Laboratory studies on several plant materials as insect repellents for protection of cereal grains. Journal of Economic Entomology, 76, 154-157.



- Karakas M., 2017. Use of aromatic plant extracts as bio-insecticides for the control of stored-product insect, *Sitophilus granarius*. International Journal of Entomology Research, 2 (1), 27-29.
- Karakoç Ö.C., Gökçe A., Telci İ., 2006. Fumigant activity of some plant essential oils against *Sitophilus oryzae* L., *Sitophilus granarius* L. (Col.: Curculionidae) and *Acanthoscelides obtectus* Say. (Col.: Bruchidae). Türkiye Entomoloji Dergisi, 30 (2), 123-135.
- Karakoç Ö.C., Gökçe A., 2012. Bitki ekstraktlarının *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae)'e olan kontak toksisiteleri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 36 (3), 423-431.
- Karakoç Ö.C., Gökçe A., 2013. Farklı bitki ekstraktlarının *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) üzerinde beslenme engelleyici ve mide zehiri etkileri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 37 (1), 73-80.
- Karakoç Ö.C., Tüfekçi A.R., Demirtaş İ., İpek A., 2013. Insecticidal activity of *Salvia tchihatcheffii* and *Salvia cryptantha* volatile oils and extracts on two important storage pests. TABAD, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 6 (1), 155-158.
- Karim S., Hossein P., 2018. Insecticidal activity of four plant essential oils against two stored product beetles. Entomology, Ornithology and Herpetology, 7 (213), 2161-0983.
- Kestenholz C.C., 2002. Investigation on the biological activity of *Gardenia fosbergii* (Rubiaceae) and *Cassiasophora* (Caesalpiniaceae) against the storage insect pest *Sitophilus oryzae* L. and *Callosobruchus maculatus* F. Ph.D. Thesis, University of Greenwich, The UK, 180 p.
- Kordali Ş., Yıldırım E., Emsen B., Kabağaç G., Ercişli S., 2012. Fumigant toxicity of essential oils of nine plant species from Asteraceae and Clusiaceae against *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Egyptian Journal of Biological Pest Control, 22 (1), 11-14.
- Koutsaviti A., Antonopoulou V., Vlassi A., Antonatos S., Michaelakis A., Papachristos D. P., Tzakou O., 2018. Chemical composition and fumigant activity of essential oils from six plant families against *Sitophilus oryzae* (Col.: Curculionidae). Journal of Pest Science, 91 (2), 873-886.
- Kumar P., Mishra S., Malik A., Satya S., 2011. Insecticidal properties of *Mentha species*: a review. Industrial Crops and Products, 34 (1), 802-817.
- Mangang I.B., Tiwari A., Rajamani M., Manickam L., 2020. Comparative laboratory efficacy of novel botanical extracts against *Tribolium castaneum*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 100 (4), 1541-1546.
- Mavi A., Terzi Z., Özgen U., Yildirim A., Coşkun M., 2004. Antioxidant properties of some medicinal plants: *Prangos ferulacea* (Apiaceae), *Sedum sempervivoides* (Crassulaceae), *Malva neglecta* (Malvaceae), *Cruciata taurica* (Rubiaceae), *Rosa pimpinellifolia* (Rosaceae), *Galium verum* subsp. *verum* (Rubiaceae), *Urtica dioica* (Urticaceae). Biological and Pharmaceutical Bulletin, 27 (5), 702-705.
- McDonald L.L., Guy R.H., Speirs R.D., 1970. Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents and attractants against stored product insect. Marketing Research Report no.882. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, Washington, 183 pp.
- Mohammadhosseini M., Sarker S.D., Akbarzadeh A., 2017. Chemical composition of the essential oils and extracts of *Achillea* species and their biological activities: a review. Journal of Ethnopharmacology, 199, 257-315.
- Pandey A.K., Tripathi S., Singh P., 2018. Plant essential oils: a substitute for conventional insecticides against *Tribolium species* (Coleoptera: Tenebrionidae) achievements and challenges. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 51 (13-14), 696-728.
- Polatoğlu K., Karakoç Ö.C., Gören N., 2013. Phytotoxic, DPPH scavenging, insecticidal activities and essential oil composition of *Achillea vermicularis*, *A. teretifolia* and proposed chemotypes of *A. biebersteinii* (Asteraceae). Industrial Crops and Products, 51, 35-45.
- Polatoğlu K., Karakoç Ö.C., Yücel Y.Y., Demirci B., Gören N., Başer K.H.C., 2015. Composition, insecticidal activity and other biological activities of *Tanacetum abrotanifolium* Druce. essential oil. Industrial Crops and Products, 71, 7-14.
- Polatoğlu K., Karakoç Ö. C., 2016. Biologically active essential oils against stored product pests. In: essential oils in food preservation, flavor and safety. Preedy, V.R., (Ed.). Elsevier Inc., Oxford, UK, 39-59.
- Polatoğlu K., Karakoç Ö.C., Yücel Y.Y., Gücel S., Demirci B., Demirci B., Başer K.H.C., 2017. Insecticidal activity of *Salvia veneris* Hedge. essential oil against coleopteran stored product insects and *Spodoptera exigua* (Lepidoptera). Industrial Crops and Products, 97, 93-100.
- Polatoglu K., Karakoc Ö.C., Demirci B., Baser K.H.C., 2018. Chemical composition and insecticidal activity of edible garland (*Chrysanthemum coronarium* L.) essential oil against the granary pest *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera). Journal of Essential Oil Research, 30, 120-130.

- Selimoğlu T., Gökçe A., Yanar D., 2015. Bazı bitki uçucu yağlarının *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) üzerindeki fumigant toksisiteleleri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 39 (1), 109-118.
- Shaaya E., Ravid U., Paster N., Juven B., Zisman U., Pissarev V., 1991. Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. Journal of Chemical Ecology, 17, 499-504.
- Shokoohinia Y., Sajjadi S.E., Gholamzadeh S., Fattahi A., Behbahani M., 2014. Antiviral and cytotoxic evaluation of coumarins from *Prangos ferulacea*. Pharmaceutical Biology, 52 (12), 1543-1549.
- Stapel J.O., Cortesero A.M. Lewis W.J., 2000. Disruptive sublethal effects of insecticides on biological control: altered foraging ability and life span of a parasitoid after feeding on extrafloral nectar of cotton treated with systemic insecticides. Biological Control, 17, 243-249.
- Susurluk H., Caliskan Z., Gürkan O., Kırmızıgül S., Gören N., 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.
- Şenol F.S., Orhan I., Celep F., Kahraman A., Doğan M., Yılmaz G., Şener B., 2010. Survey of 55 Turkish Salvia taxa for their acetylcholinesterase inhibitory and antioxidant activities. Food Chemistry, 120 (1), 34-43.
- Şimşek Ş., Pekbey G., Yaman C., 2016. Fumigant toxicity of essential oils from *Achillea millefolium* (Asteraceae) and *Prangos ferulacea* (Apiaceae) against *Sitophilus granarius* and *S. oryzae* (Col.: Curculionidae). In: AIP Conference Proceedings, Vol: 1726, No: 1, p: 020029.
- Tiryaki O., Canhilal R., Horuz S., 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26 (2), 154-169.
- Tunçbilek A.S., 1992. Kısırlaştırıcı altı gamma radyasyon dozları ile ışınlanmış kırma biti (*Tribolium confusum* Jacquelin du Val)'nin bazı biyolojik özelliklerine aldığı besinin etkileri üzerine araştırmalar, Bölüm 1. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 148 s.
- Turabi M.S., 2007. Bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması. Tarım İlaçları Kongre ve Sergisi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası ve TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, 25-26 Ekim 2007, Ankara, Türkiye, 392 s.
- Tülek A., Ertürk S., Kepenekci İ., Atay T., 2015. Efficacy of three entomopathogenic nematode isolates from Turkey against stored grain insect pest, lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) adults. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 25 (1), 251-254.
- Uçar, S., Atay, T., Yanar, Y., 2020. Insecticidal activities of four native entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* Bals. (Vuill) isolates against *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) adults under laboratory conditions. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 8 (sp1): 67-69.
- Ustun O., Sezik E., 2011. Analgesic activity of *Salvia wiedemannii* Boiss. used in Turkish folk medicine. Records of Natural Products, 5 (4), 328-331.
- Ustun O., Berrin-Ozcelik T.B., 2016. Bioactivities of ethanolic extract and its fractions of *Cistus laurifolius* L. (Cistaceae) and *Salvia wiedemannii* Boiss. (Lamiaceae) species. Pharmacognosy Magazine, 12 (Suppl 1), S82.
- Xu Y.Y.U., Liu T.X., Leibe G.I., Walker A.J., 2004. Effects of selected insecticides on *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Biocontrol Science and Technology, 14 (7), 713-723.
- Yano K., Kamimura H., 1993. Antifeedant activity toward larvae of *Pieris rapae* crucivora of phenolethers related to methyleugenol isolated from *Artemisia capillaris*. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 57, 129-130.
- Cite this article: Kanik, F, Karakoç, Ö. (2020). Insecticidal and behavioral effect of some plant extracts on *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). Plant Protection Bulletin, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.784497
- Atf için: Kanik, F, Karakoç, Ö. (2020). Bazı bitki ekstraktlarının *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) ve *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) üzerindeki insektisidal ve davranışsal etkileri. Bitki Koruma Bülteni, 60-4. DOI: 10.16955/bitkorb.784497