

PAPER DETAILS

TITLE: Yerel Diatomit Topraklarının Kokusuz Toz Sarımsak İle Karışımının Kirma Biti, *Tribolium confusum* du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae)'ne Karşı Etkinliği

AUTHORS: Merve GÖKÇE, Ali Arda İSİKBER, Özgür SAGLAM

PAGES: 1237-1246

ORIGINAL PDF URL: <http://dogadergi.ksu.edu.tr/tr/download/article-file/1573929>

Yerel Diatomit Topraklarının Kokusuz Toz Sarımsak İle Karışımının Kıрма Biti, *Tribolium confusum* du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae)'ne Karşı Etkinliği

Merve GÖKÇE¹, Ali Arda IŞIKBER^{2*}, Özgür SAĞLAM³

^{1,2}Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş, ³Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ

¹<https://orcid.org/0000-0002-5580-3340>, ²<https://orcid.org/0000-0003-1213-3532>, ³<https://orcid.org/0000-0003-3138-2884>

✉: aaisikber@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada iki yerel diatomit toprağı preparatının (Detech® ve Demite®) tek başına ve bunların kokusuz sarımsak tozuyla belli oranlardaki karışımlarının Kıрма Biti, *Tribolium confusum* du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae)'ne karşı etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla buğday üzerinde 25±1 °C sıcaklık ve % 65±5 nispi nem ortamında tek başına iki yerel diatomit topraklarının ve bunların kokusuz sarımsak tozuyla karışımlarının 600, 900 ve 1500 ppm (mg DE/kg ürün) konsantrasyonlarda 7 ve 14 gün süreyle biyolojik testler yürütülmüştür. Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlara göre buğday üzerinde tek başına Demite® ve Detech® diatomit toprağı uygulamaları ile Demite® ve Detech® diatomit toprağı ile kokusuz sarımsak karışımlarının (E3, E4, E5 ve E6) test edilen böceklerle karşı etkinlikleri uygulama konsantrasyonuna ve süresine göre önemli farklılıklar gösterdiği görülmüştür. Düşük konsantrasyonda (600 ppm) genel olarak Demite® ve Detech® diatomit toprakların kokusuz sarımsak karışımlarının (E5 ve E6) *T. confusum* erginlerine karşı etkinliklerinin tek başına Demite® diatomit toprağı uygulamasına göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada düşük konsantrasyonda Demite® ve Detech® diatomit toprağı uygulamasına kokusuz sarımsak eklemesinin *T. confusum* erginlerine karşı etkinliğin artmasına neden olduğu, dolayısıyla bu iki ticari yerel diatomit toprağı ile kokusuz sarımsak karışımlarının düşük konsantrasyonlarda (<900 ppm) *T. confusum*'un kontrolünde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 12.02.2021

Kabul Tarihi : 25.03.2021

Anahtar Kelimeler

Yerel Diatomit toprağı
Kokusuz sarımsak
Tribolium confusum
Buğday

Efficacy of Local Diatomaceous Earths Mixtures With Odorless Garlic Powder Against Confused Flour beetle, *Tribolium confusum* du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae)

ABSTRACT

In this study, the efficacy of two local diatomaceous earth deposits (Detech® and Demite®) alone and their mixtures with odorless garlic powder in certain proportions against confused flour beetle, *Tribolium confusum* du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae) was determined. For this purpose, the biological tests at 600, 900 and 1500 ppm (mg DE / kg wheat) concentrations of two local diatomaceous earth deposits alone and their mixtures with odorless garlic powder for 7 and 14 days were carried out at 25 ± 1 °C temperature and 65 ± 5% relative humidity. According to the results obtained in the present study, the effectiveness of Demite® and Detech® diatomaceous earth alone and mixtures of Demite® and Detech® diatomaceous earth and odorless garlic (E3, E4, E5 and E6) on wheat against *T. confusum* adults was observed to have significant differences according to application concentrations and exposure times. At low concentration (600 ppm), in general the mixtures of Demite® and Detech® diatomaceous earth with odorless garlic (E3, E4, E5 and E6) had higher insecticidal efficacy than Demite® and Detech® diatomaceous earth alone treatment. As a result, in this study, it was concluded that adding odorless garlic to Demite® and Detech® diatomaceous earth at low

Research Article

Article History

Received : 12.02.2021

Accepted : 25.03.2021

Keywords

Local diatomaceous earth
Odorless garlic powder
Tribolium confusum
Wheat

concentrations resulted in increased insecticidal efficacy against *T. confusum* and can be used in the control of *T. confusum* at their low concentrations (<900 ppm).

Atıf İçin	Gökçe M, Işıkbek AA, Sağlam Ö 2021. Yerel Diatomit Topraklarının Kokusuz Toz Sarımsak İle Karışımının Kırmı Biti, <i>Tribolium confusum</i> du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae)'ne Karşı Etkinliği. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (6): 1237-1246. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.879342 .
To Cite	Gökçe M, Işıkbek AA, Sağlam Ö 2021. Efficacy of Local Diatomaceous Earths Mixtures With Odorless Garlic Powder Against Confused Flour beetle, <i>Tribolium confusum</i> du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae). KSU J. Agric Nat 24 (6): 1237-1246. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.879342 .

GİRİŞ

Depo tahıl zararlılarının mücadelesinde sentetik insektisitlerin ve fumigantların kullanımı yıldan yıla birçok probleme (dayanıklılık, kullanıcıya toksisitesi, çevreye zararı (ozon delici özelliği), üründe kalıntı, vs.) neden olmaktadır. Bugün geleneksel olarak kullanılan fumigantların ve koruyucu kontak insektisitlerin artan zararlarından dolayı birçok araştırmacı alternatif mücadele yöntemlerine yönelmişlerdir. Bu alternatif mücadele yöntemlerinden birisi de diatomit toprağı (Diatomaceous earth-DE) kullanımınıdır. Diatomit toprakları su yosunları sınıfından tek hücreli mikroskobik alglerin fosilleşmiş silisli kavkılarının oluşmuş bir çökeltidir. Diatomitlerin hücre çeperleri (kavkıları) amorf silisten ($\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) oluşmuştur. Diatomit toprakları muhtemelen insektisit olarak kullanılabilen kuru maddelere bağlı en etkili doğal kaynaktır (Korunic, 1997; Korunic, 1998). Çeşitli diatomit preparatların toz formülasyonun depolanmış tahıl zararlılarına karşı genellikle 1000 ppm konsantrasyonda yüksek etkinlik gösterdiği yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Subramanyam ve ark., 1994; Korunic, 1998; Wakil ve ark., 2006; Athanassiou ve ark., 2007; Kostyukovsky ve ark., 2010; Ferizli ve ark., 2011). Diatomit toprakları böceklerin kutikülasında etkili olup böceğin hızla kurumasına ve dolayısıyla su kaybından ölümüne neden olmaktadır. Memelilere toksik değildirler (sıçanlarda ağızdan LD_{50} değeri $> 5000 \text{ mg/kg}$ vücut ağırlığı), ürünler üzerinde toksik kalıntı bırakmaz ve diatomit toprağı gıda katkı maddesi olarak kullanıldığı için US EPA'ya göre GRAS (Genellikle Güvenilir Kabul Edilen) kategorisinde sınıflandırılır (FDA, 1995). Diatomit toprakları uygulama yapılan ürünlerde uzun süre kalabilmelerinden dolayı özellikle depolanmış tahılları zararlı böceklerden uzun süre korumada geleneksel insektisitlere alternatif olabilmektedir. Yapılan incelemelerde Türkiye'nin çok zengin doğal DE yataklarına sahip olduğu ve bu geniş DE yataklarının ülkenin değişik bölgelerinde olduğu görülmektedir (Özbey ve Atamer, 1987; Mete, 1988; Sıvacı ve Dere, 2006; Çetin ve Taş, 2012). Türkiye'nin volkanojen Neojen'inde diatomit zuhurlarının yaygın olduğu hacim yönünden en büyük yataklar İç Anadolu'nun güneydoğusunda toplanmıştır. Türkiye'nin diatomit rezervinin 125 milyon ton ve Türkiye'nin bilinen en büyük diatomit yatağının Hırka (Kayseri) (106 milyon ton) olduğu bilinmektedir (Çetin

ve Taş, 2012).

Sarımsak, *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae), yumrusu ve bunun ekstraktları depolanmış ürün zararlılarının kontrolünde umut verici sonuçlar vermişlerdir. Sarımsağın petrolü eter ekstraktı fasulye tohum böceğı (*Callosobruchus chinensis* (L.)) üzerinde kaçırıcı etkiye sahip olmuştur (Pandey ve ark., 1976). Jood ve ark. (1993) sarımsak tozunu mısır tanelerini kahpra böceğinden (*Trogoderma granarium* (Evert.)) korumada kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Ho ve ark. (1995) doğranmış sarımsak suyunun ve sarımsağın etil asetat ekstraktının *Tribolium castaneum* (Herbst) ve *Sitophilus zeamais* Motschulsky üzerinde yüksek derecede kaçırıcı etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Sarımsak yağının ise hem *T. castaneum* hem de *S. zeamais*'in F_1 dölünde üremenin azalması üzerinde oldukça etkili olduğu ve *T. castaneum*'un yumurtalarına, erginlerine ve pupalarına karşı toksik olduğu bulunmuştur (Ho ve ark., 1996). Sarımsak uçucu yağlarında yağda ve suda çözünabilir maddeler bulunmaktadır. Yağda çözünenlerin koku yaydıkları ve sülfürlü bileşiklerin fazla oranda bulunduğu bilinmektedir. Jirovetz ve ark. (1992) yaptıkları çalışmada sarımsak uçucu yağında diallyl-trisulphide (%29.7), diallyl tetrasulfid (%4.4), diallyl disulfid (%3.2), diallyl sulfid (%2.5) ve metil allyl trisulfid (%2.1) bileşenlerinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Huang ve ark. (2000) sarımsak uçucu yağının ana bileşiklerinin, diallyl trisulfid, diallyl disulfid ve metil allyl trisulfid, *T. castaneum* ve *S. zeamais* üzerinde yüksek fumigant aktivite gösterdiğini ve depolanmış ürün zararlılarının mücadelesinde potansiyel alternatif fumigant olarak düşünülebileceğini bildirmişlerdir.

Son yıllarda yürütülen yoğun çalışmalar sonucunda depolanmış ürün zararlılarına karşı Türkiye orijinli yerel diatomit toprağı preparatları, Detech® ve Demite® ticari isimli (Entoteam Ar-Ge Tic. Ltd. Şti), geliştirilmiştir. Bu iki yerel diatomit preparatının toz formülasyonun çeşitli depolanmış tahıl zararlılarına karşı genellikle 1000 ppm konsantrasyonda yüksek etkinlik gösterdiği yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Bayram ve ark., 2020; Sağlam ve ark., 2020; Ertürk ve ark., 2020; Bağrıaçık, 2020). Bu toz formülasyonların daha düşük konsantrasyonlarda kullanılması hem ekonomik hem de ürün kalitesine yönünde önemli avantajlar sağlaması açısından çok önemlidir. Bu yüzden bu yerel diatomit toprağı

preparatlarının zenginleştirilmesine yönelik çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Sarımsak bitkisinin değişik bitki ekstraktları ve uçucu yağı depolanmış tahıl zararlılarına karşı yüksek etkinlik gösterdiği yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Pandey ve ark., 1976; Jood ve ark., 1993; Ho ve ark., 1995, 1996; Huang ve ark., 2000). Ancak sarımsak ekstraktın ve uçucu yağının da en önemli dezavantajının üründe bırakmış olduğu istenmeyen nafoş kokudur. Mevcut yerel iki diatomit toprağı formülasyonlarının (Detech® ve Demite®) kokusuz sarımsak tozu ile zenginleştirilmesinin yerel diatomit toprağı formülasyonların düşük konsantrasyonlarda depolanmış tahıl zararlılarına karşı etkinliğini artırabileceğı ön görülmüştür. Bu bağlamda bu çalışmada yerel iki diatomit toprağının (Detech® ve Demite®) tek başına ve bunların kokusuz sarımsak tozuyla belli oranlardaki karışımların, kırma biti, *Tribolium confusum* du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae) erginlerine karşı etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Biyolojik testlerde kullanılan böcek materyali

Bu çalışmada, laboratuvar koşullarında yürütölen biyolojik etkinlik testlerinde kırma biti, *Tribolium confusum* du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae) erginleri kullanılmıştır. Biyolojik etkinlik testlerinde kullanılan *T. confusum* erginleri Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Faköltesi Bitki Koruma Bölümü'ne ait Entomoloji Laboratuvarı'nda yetiştirilen stok költürlerden elde edilmiştir. Bu stok költürler Mersin ilinde bulunan buğday depolarından elde edilmiştir.

Biyolojik etkinlik testlerinde kullanılan yerel diatomit toprağı formölasyonları

Buğday üzerinde yerel diatomit topraklarının kokusuz toz sarımsak ile karışımının *T. confusum* erginlerine karşı biyolojik etkinliğini belirleme testlerinde Entoteam Ar-Ge San. Tic. Ltd. Şti. tarafından geliştirilen ve depolanmış tahıl zararlılarına karşı yüksek etkinliği kanıtlanmış olan Detech® ve

Demite® ticari isimli Türkiye orijinli yerel diatomit toprağı preparatları kullanılmıştır. Detech® ve Demite® ticari isimli yerel diatomit topraklarının toz formölasyonu Entoteam Ar-Ge San. Tic. Ltd. Şti. firmasından temin edilmiştir. Biyolojik etkinlik testlerinde kullanılan Detech® ve Demite® ticari isimli yerel diatomit topraklarının toz formölasyonunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmektedir. Ayrıca, yerel diatomit topraklarının belli oranlarda karışımlardan oluşun yerel diatomit toprağı toz preparatlarının (Detech® ve Demite®) genel görünüğü ve taramalı elektron mikroskop (SEM) görünüğü sırasıyla Şekil 1'de verilmektedir.

Denemelerde kullanılan kokusuz sarımsak tozu

Biyolojik etkinlik testlerinde kullanılan yerel diatomit toprağı toz preparatlarıyla kokusuz sarımsak karışımında Veganatrel kokusuz (Odorless) toz sarımsak (*Allium sativum*) tablet (Veganatrel, Veganatrel Ürünler Ltd. Şti, Türkiye) kullanılmıştır. Kokusuz sarımsak tozu (KS) sarımsak dişlerinin parçalanıp ezildikten sonra asit ile muamele edilmesiyle elde edilmiştir. Kokusuz sarımsağın ana birleşiği allisinidir. Allisin, bozulmamış sarımsak dişlerinde mevcut değildir, ancak enzim allinaz varlığında kokusuz öncü allininden (+ -S-alil-L-sistein sülfoksit) elde edilir. Sarımsak dişinde alliin ve allinaz farklı bölmelerde bulunur. Sarımsak dişleri kesildiğinde veya ezildiğinde, hem enzim hem de alinin temasa geçerek allisin üretimini başlatır. Bütün sarımsak dişlerinin dilimlenene veya ezilinceye kadar çok az veya hiç koku göstermemesinin nedeni bu durumdan kaynaklanmaktadır.

Denemelerde kullanılan yerel diatomit toprakları ile kokusuz sarımsak tozu karışımları

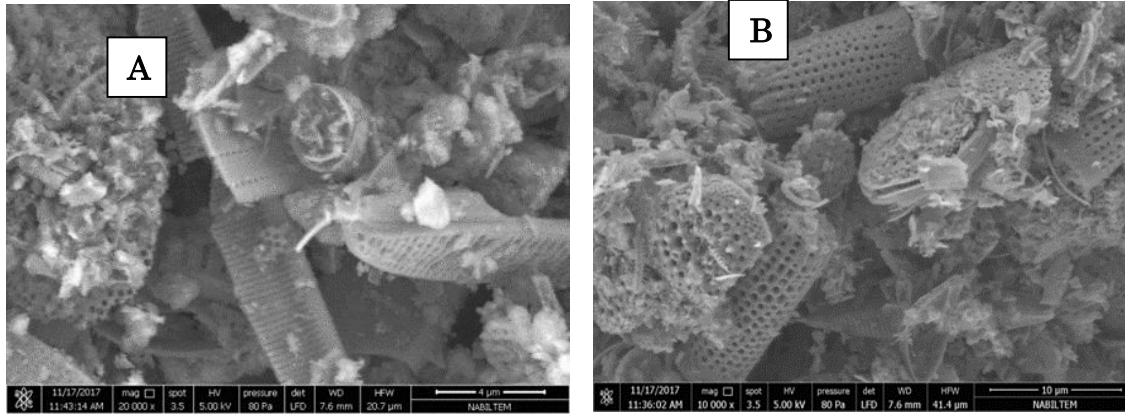
Yerel diatomit toprakları, Detech® ve Demite® ile kokusuz sarımsak tozu karışımları elde edilmiştir. Detech® yerel diatomit toprağının %1 ve %10 kokusuz sarımsak tozlu ile karışımlarına sırasıyla E3 ve E4 kodları verilirken Demite® yerel diatomit karışımın %1 ve %10 kokusuz sarımsak tozlu ile karışımlarına sırasıyla E5 ve E6 kodları verilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Biyolojik etkinlik testlerinde kullanılan Detech® ve Demite® ticari isimli yerel diatomit toprağının toz formölasyonlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of dust formulations of local diatomaceous earth, Detech® and Demite®, used in biological tests.

Yerel diatomit toprağı formölasyonu (Local diatomaceous earth formulation)	SiO ₂ oranı (SiO ₂ ratio) (%)*	Medyan partiköl büyüklüğü (Median particule size) (µm)**	pH değeri (pH value) ± S.hata	Yığın yoğunluğu (Bulk density) ± S.hata (g/l)	Renk (Colour)
Detech®	80.6	14.06	8.25±0.01	248.1±5.3	Sarımtırak-beyaz
Demite®	82.2	14.08	8.45±0.03	223.9±1.6	Sarımtırak-beyaz

*Yerel diatomit toprakların analizleri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü ait Analiz Laboratuvarları tarafından yapılmıştır. ** Hacimsel kümölatif partiköl büyüklüğü dağılımında toplam partiköl hacminin %50'sine denk gelen (d(0.5)) medyan değeri.



Şekil 1. Yerel diatomit toprağı toz preparatlarının, (A) Detech® ve (B) Demite®) taramalı elektron mikroskop (SEM) görüntüleri, 20000x büyütme.

Figure 1. Scanning electron microscope (SEM) images of local diatomaceous earth dust formulations, (A) Detech® and (B) Demite®), 20000x magnification.

Çizelge 2. Yerel diatomit toprağı, Detech® ve Demite® ile kokusuz sarımsak (KS) karışım oranları ve hazırlanan karışımların kodları

Table 2. Mixing ratios of local diatomaceous earths, Detech® and Demite® with odorless garlic (KS) and their codes of prepared mixtures

Kodlar (Codes)	Karışımların oranı (Mixture ratio)
E3	%99 Detech® + %1 Kokusuz sarımsak tozu (KS)
E4	%90 Detech® + %10 Kokusuz sarımsak tozu (KS)
E5	%99 Demite® + %1 Kokusuz sarımsak (KS)
E6	%90 Demite® + %10 Kokusuz sarımsak (KS)

Denemelerde kullanılan buğday çeşidi:

Biyolojik testlerde %11±1 ürün nemi içeren Elbistan Yazlığı isimli yumuşak beyaz ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidi kullanılmıştır.

Metot

Test böceklerinin laboratuvarında yetiştirilmesi

Test böceğinin yetiştirilmesinde kullanılan un olası böcek bulaşmasından arındırmak için bir hafta süre ile - 20°C sıcaklığa ayarlı derin dondurucuda tutulmuştur. *Tribolium confusum* erginleri 1 mm'lik Retsch marka elek yardımıyla elenerek bulaşık undan ayrılmıştır. Bir litrelik cam kavanozlar içerisine 250 g buğday unu ve 12.5 g kuru maya ilave edildikten sonra karışık cinsiyette 250-300 adet ergin bırakılmış ve kavanozların ağızları hava giriş çıkışını engellemeyecek genişlikte tülle kapatılmıştır. Hazırlanan kavanozlar 26 ± 1 °C' de % 65 ± 5 nispi nemde 1 hafta süre ile karanlık ortamda tutulmuş ve erginlerin yumurta bırakması sağlanmıştır. Bir hafta sonunda erginler elek yardımıyla bulaşık undan ayrılmış ve bulaşık olmayan buğday unu ve kuru maya konulan kavanozlara eklenerek kültürlerin devamlılığı sağlanmıştır. Kırk beş gün sonra hazırlanan kültür kavanozlarından çıkan yeni nesil erginler biyolojik denemelerde kullanılmıştır. Bu işlemlere çalışma boyunca devam edilmiştir.

Biyolojik etkinlik testleri

Biyolojik testlerin her birinde diatomit toprağı (DE) ve diatomit toprağı ile kokusuz sarımsak tozu karışımları (DE+KS) 1 kg buğdaya 600, 900 ve 1500 ppm (mg Diatomit toprağı veya Diatomit toprağı sarımsak tozu karışımı/ kg buğday) konsantrasyonlarda uygulanmıştır. Standart işleme bağlı olarak, 1 kg buğday daneleri cam kavanozlara yerleştirildikten sonra buğday danelerinin üzerine her bir konsantrasyona karşılık gelen DE ve DE+KS tozları bırakılmıştır. DE ve DE+KS toz preparatların buğday danesi üzerinde eşit şekilde dağılımını sağlamak için yaklaşık 3 dakika elle çalkalanmıştır. Diatomit toprağı uygulaması yapılmayan buğday daneleri kontrol olarak kabul edilmiştir. Daha sonra, her bir DE ve DE+KS uygulaması yapılan ürün partisinden her biri 50 g olan 4 örnek alınmış ve bu örnekler cam şişelere aktarılacak ağızları havalandırma için üstünde ince tül ile kaplı 1.5 cm delik olan tüllerle kapatılmıştır. Bu işlemten sonra <21 günlük 30 adet karışık cinsiyette ergin bireyler sadece DE uygulanmış ve DE+KS karışımları buğday danelerini içeren cam kavanozlara yerleştirilmiştir. Altına plastik ızgara yerleştirilen plastik kutulardan (26 cm x 36.5 cm x 15 cm boyutlarında) nem çemberi oluşturulmuştur. Bu nem çemberlerinin alt kısmına %65±5 nispi nemi sağlayan sırasıyla doyurulmuş sodyum nitrit solüsyonu yerleştirildikten sonra (Greenspan, 1977) plastik ızgaraların üzerine DE ve DE+KS uygulanmış buğday danelerini içeren cam kavanozlara yerleştirilmiştir. Daha sonra bu plastik kutular 26±1 °C sıcaklık seviyesine ayarlanmış soğutmalı inkübatör içerisine yerleştirilmiştir. Deneme boyunca nem çemberi içerisindeki sıcaklık ve bağıl nem seviyesi HOBO veri toplayıcısı (HOBO, Onset computers, ABD) ile izlenmiştir. Uygulamadan 7 ve 14 gün sonra 2 mm'lik metal elek ile buğdaylar elenmiş ve erginlerin ölü-canlı sayımları yapılmıştır. Ayrıca, tek başına kokusuz sarımsak tozunun (KS) en yüksek konsantrasyonda (1500 ppm) *T. confusum* erginlerine karşı etkinliğini

belirlemek için de ön biyolojik testleri yürütülmüştür. Bu testler sonucunda buğday üzerinde tek başına kokusuz sarımsak tozunun 1500 ppm konsantrasyonuna 7 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan *T. confusum* erginlerinde oldukça düşük ölüm oranları (sırasıyla %0 ve %5.3±3.1) elde edilmiştir. Tek başına kokusuz sarımsak tozunu (KS) en yüksek konsantrasyonda (1500 ppm) bile *T. confusum* erginlerinde karşı etkinliğin oldukça düşük olmasından dolayı diğer konsantrasyonlarda test yapılmasına gerek görülmemiştir.

Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analizler

Buğday üzerinde yürütülen biyolojik testler sonucunda test edilen her böcek türü için test edilen birey sayılarını ve uygulamadan 7. ve 14. gün sonra ölü ve canlı birey sayılarını içeren EXCEL tabloları oluşturulmuştur. Kontrolde ölüm olan uygulamalarda Abbott'un düzeltme formülü (Abbott, 1925) kullanılarak ölüm oranları düzeltilmiştir. Diatomit toprağı ve diatomit toprağı ile kokusuz sarımsak karışım uygulamalarına ait 7. ve 14. günkü ölüm oranlarına ayrı ayrı Arcsin transformasyonu uygulandıktan sonra Minitab 17 (McLaughlin ve Wakefield, 2015) istatistik programı kullanılarak iki faktörlü (uygulama konsantrasyonu ve diatomit uygulaması) varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Diatomit uygulamasına ve uygulama konsantrasyonuna ait ölüm oranları tek yönlü varyans analizine tabi tutulduktan sonra ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey ortalamaları kıyaslama testi kullanılarak belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda tek başına Demite® ve Demite® diatomit toprağı ile kokusuz sarımsak karışımlarına ait 7 gün süreyle diatomit uygulamalarının ($F_{2,27}=4.83$, $P=0.016$) ve

uygulama konsantrasyonlarının ($F_{2,27}=175.52$, $P<0.0001$) *T. confusum* ölüm oranları üzerinde istatistiki açıdan önemli derecede etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu iki faktör arasındaki interaksyonun da istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır (diatomit uygulaması x uygulama konsantrasyonu için $F_{4,27}=3.72$, $P=0.015$). Yedi gün maruz kalma süresi sonucunda 600 ve 900 ppm konsantrasyonlarda tek başına Demite® ve Demite® diatomit toprağı ile kokusuz sarımsak karışımlarından (E5 ve E6) elde edilen *T. confusum* ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan fark bulunmazken 1500 ppm konsantrasyonda diatomit uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu bulunmuştur (Çizelge 3). E6 kodlu diatomit toprağı karışımından elde edilen *T. confusum* ölüm oranının, tek başına Demite® uygulamasından elde edilen *T. confusum* ölüm oranından istatistiksel olarak önemli seviyede daha yüksek olduğu saptanmıştır. Aynı konsantrasyonda E5 kodlu diatomit toprağı karışımı ve tek başına Demite® uygulamalarından elde edilen *T. confusum* ölüm oranları istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Tek başına Demite® uygulamasının 900 ve 1500 ppm konsantrasyonlarından elde edilen *T. confusum* ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli fark bulunmazken 1500 ppm konsantrasyonda elde edilen *T. confusum* ölüm oranı hem 600 ppm hem de 900 ppm konsantrasyonlardan elde edilen ölüm oranlarından istatistiksel açıdan önemli seviyede daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). E5 ve E6 diatomit toprağı karışımlarının 1500 ppm konsantrasyonda elde edilen *T. confusum* ölüm oranının hem 600 ppm hem de 900 ppm konsantrasyonlardan elde edilen ölüm oranlarından istatistiksel açıdan önemli seviyede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Benzer olarak 900 ppm konsantrasyonda elde edilen *T. confusum* ölüm oranının 600 ppm konsantrasyondan elde edilen ölüm oranından istatistiksel açıdan önemli seviyede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Buğday üzerinde tek başına Demite® diatomit toprağın ve Demite® diatomit toprağı ile kokusuz sarımsak karışımların (E5 ve E6) farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Tribolium confusum* erginlerin düzeltilmiş ölüm oranları

Table 3. Corrected mortality rates of *Tribolium confusum* adults exposed for 7 days to different concentrations of Demite® local diatomaceous earth alone and the mixtures of Demite® and odorless garlic (E5 and E6) on wheat

Uygulamalar (Treatments)	Düzeltilmiş ölüm oranı (Corrected mortality rate) (%) ± S. hata			F ve P değeri* (F and P value)
	600 ppm	900 ppm	1500 ppm	
E5 (%99 Demite® +%1 KS)	2.5 ± 1.6 Ca	48.3 ± 5.0 Ba	81.5 ± 2.2 Aba	$F_{2,9}= 103.84$, $P<0.001$
E6 (%90 Demite® +%10 KS)	6.6 ± 1.4 Ca	40 ± 4.9 Ba	82.4 ± 5.9 Aa	$F_{2,9}= 33.86$, $P<0.001$
Demite®	1.6 ± 0.9 Ba	46.6 ± 3.6 Aa	56.1 ± 3.0 Ab	$F_{2,9}= 99.75$, $P<0.001$
Kontrol (Control)	0 ± 0	0 ± 0	5 ± 0.9	
F ve P değeri* (F and P value)	$F_{2,9}=3.06$ $P=0.097$	$F_{2,9}= 0.95$ $P=0.422$	$F_{2,9}= 5.70$ $P=0.025$	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütundaki farklı küçük harfler ve aynı satırdaki farklı büyük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda tek başına Demite® ve Demite® diatomit toprağı ile kokusuz sarımsak karışımlarına ait 14 gün süreyle diatomit uygulamaların *T. confusum* ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli derecede etkiye sahip olduğu görülürken ($F_{2,27}=116.24$, $P<0.0001$) uygulama konsantrasyonların *T. confusum* ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olmadığı bulunmuştur ($F_{2,27}=3.29$, $P=0.0528$). Bu iki faktör arasındaki interaksiyonun istatistiksel olarak farklı olduğu saptanmıştır (diatomit uygulaması x uygulama konsantrasyonu için $F_{4,27}=3.46$, $P=0.0209$). On dört gün maruz kalma süresi sonucunda tek başına Demite® diatomit toprağının ve Demite® diatomit toprağı ile kokusuz sarımsak karışımlarının *T. confusum* ölüm oranları üzerine etkisi incelendiğinde 600 ppm konsantrasyonda, E5 diatomit toprağı karışımından elde edilen *T. confusum* ölüm oranları tek başına Demite® uygulamasından

elde edilen *T. confusum* ölüm oranından istatistiki olarak önemli seviyede daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4). E6 diatomit toprağı karışımından elde edilen *T. confusum* ölüm oranı ile E5 diatomit toprağı karışımından ve tek başına Demite® uygulamasından elde edilen *T. confusum* ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. 900 ve 1500 ppm konsantrasyonlarda tüm diatomit uygulamalarından elde edilen *T. confusum* ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Her bir uygulama konsantrasyonu ayrı ayrı değerlendirildiğinde tüm diatomit uygulamalarında 900 ve 1500 ppm konsantrasyonlardan elde edilen *T. confusum* ölüm oranları, 600 ppm konsantrasyondan elde edilen ölüm oranından istatistiki olarak önemli seviyede daha yüksek olurken (Çizelge 4), 900 ve 1500 ppm konsantrasyonlardan elde edilen *T. confusum* ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 4. Buğday üzerinde Demite® diatomit toprağının ve Demite® diatomit toprağı ile kokusuz sarımsak karışımlarının (E5 ve E6) farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *Tribolium confusum* erginlerinin düzeltilmiş ölüm oranları

Table 4. Corrected mortality rates of *Tribolium confusum* adults exposed for 14 days to different concentrations of Demite® local diatomaceous earth alone and the mixtures of Demite® and odorless garlic (E5 and E6) on wheat

Uygulamalar (Treatments)	Düzeltilmiş ölüm oranı (Corrected mortality rate) (%) ± S. hata			F ve P değeri* (F and P value)
	600 ppm	900 ppm	1500 ppm	
E5 (%99 Demite® +%1 KS)	63.6 ± 9.6 Ba	99.1 ± 0.8 Aa	100 ± 0 Aa	$F_{2,9}= 26.67$, $P=0.0002$
E6 (%90 Demite® +%10 KS)	49.1 ± 7.4 Bba	97.5 ± 1.5 Aa	100 ± 0 Aa	$F_{2,9}= 54.51$, $P<0.0001$
Demite®	29.1 ± 6.7 Bb	99.1 ± 0.8 Aa	100 ± 0 Aa	$F_{2,9}= 110.68$, $P<0.0001$
Kontrol (Control)	8.3 ± 1.6	0 ± 0	5 ± 0.9	
F ve P değeri* (F and P value)	$F_{2,9}= 4.42$ $P=0.0459$	$F_{2,9}= 0.50$ $P=0.6244$	$F= -$ $P= -$	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütundaki farklı küçük harfler ve aynı satırdaki farklı büyük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Yapılan çift yönlü varyans analizine göre 7 gün süreyle diatomit uygulamasının ve uygulama konsantrasyonunun *T. confusum*'un ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (diatomit uygulaması için $F_{2,27}=5.08$, $P=0.0134$; uygulama konsantrasyonu için $F_{2,27}=263.36$, $P<0.0001$). Diatomit uygulaması x konsantrasyon interaksiyonunu arasında istatistiksel olarak önemli fark olmadığı görülmüştür (diatomit uygulaması x uygulama konsantrasyonu için $F_{4,27}=2.50$, $P=0.0662$). Yedi gün maruz kalma süresi sonucunda 600 ppm konsantrasyonda E3 diatomit toprağı karışımından elde edilen *T. confusum* ölüm oranları, tek başına Detech® ve E4 diatomit toprağı karışımından elde edilen ölüm oranlarından istatistiki olarak önemli seviyede daha yüksek olurken, tek başına Detech® uygulamasından elde edilen ölüm oranı ile E4 diatomit toprağı karışımlarından elde edilen ölüm oranları

arasından istatistiksel olarak önemli farklı olmadığı bulunmuştur (Çizelge 5). 900 ppm konsantrasyonda E3 diatomit toprağı karışımından elde edilen *T. confusum* ölüm oranı, E4 diatomit toprağı karışımı ve tek başına Detech® uygulamasından elde edilen ölüm oranlarından istatistiki olarak önemli seviyede daha yüksek olurken, E4 diatomit toprağı karışımı ve tek başına Detech® uygulamasından elde edilen ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 5). 1500 ppm konsantrasyonda ise diatomit uygulamalarından elde edilen *T. confusum* ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır. Her bir diatomit uygulaması ayrı ayrı incelendiğinde E3 diatomit toprağı karışımının 600 ppm konsantrasyonundan elde edilen *T. confusum* ölüm oranı 900 ve 1500 ppm konsantrasyonlardan elde edilen ölüm oranlarından istatistiki olarak önemli seviyede daha düşük olduğu

görüldürken, 900 ve 1500 ppm konsantrasyonlarda elde edilen ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli fark bulunmamıştır (Çizelge 5). E4 diatomit toprağı karışımı ve tek başına Detech® uygulamaları için 1500 ppm konsantrasyondan elde edilen *T. confusum* ölüm oranları 600 ve 900 ppm konsantrasyonlardan elde edilen ölüm oranlarından

istatistiksel açıdan önemli seviyede daha yüksek olurken 900 ppm konsantrasyondan elde edilen *T. confusum* ölüm oranları 600 ppm konsantrasyonlardan elde edilen ölüm oranlarından istatistiksel açıdan önemli seviyede daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Çizelge 5. Buğday üzerinde tek başına Detech® diatomit toprağı ve Detech® diatomit toprağı ile kokusuz sarımsak karışımların (E3 ve E4) farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Tribolium confusum* erginlerin düzeltilmiş ölüm oranları

Table 5. Corrected mortality rates of *Tribolium confusum* adults exposed for 7 days to different concentrations of Detech® local diatomaceous earth alone and the mixtures of Detech® and odorless garlic (E3 and E4) on wheat

Uygulamalar (<i>Treatments</i>)	Düzeltilmiş ölüm oranı (<i>Corrected mortality rate</i>) (%) ± S. hata			F ve P değeri* (<i>F and P value</i>)
	600 ppm	900 ppm	1500 ppm	
E3 (%99 Detech® +%1 KS)	32.5 ± 2.5 Ba	92.5 ± 2.5 Aa	97.4 ± 1.7 Aa	F _{2,9} = 80.70 P<0.0001
E4 (%90 Detech® +%10 KS)	11.6 ± 3.5 Cb	80.8 ± 2.8 Bb	99.1 ± 0.9 Aa	F _{2,9} = 157.88 P<0.0001
Detech®	17.5 ± 6.7 Cb	80.8 ± 3.4 Bb	97.4 ± 1.7 Aa	F _{2,9} = 60.65 P<0.0001
Kontrol (<i>Control</i>)	0 ± 0	0 ± 0	5 ± 0.96	
F ve P değeri* (<i>F and P value</i>)	F _{2,9} = 5.08 P=0.0334	F _{2,9} = 5.84 P=0.0237	F _{2,9} = 0.39 P=0.6831	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütundaki farklı küçük harfler ve aynı satırdaki farklı büyük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Yapılan çift yönlü varyans analizine göre 14 gün süreyle diatomit uygulamasının ve uygulama konsantrasyonunun *T. confusum*' un ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (diatomit uygulaması için F_{2,27}=99.10, P<0.0001; uygulama konsantrasyonu için F_{2,27}=4.98, P=0.0144). Diatomit uygulaması x konsantrasyon interaksiyonunu arasında da istatistiksel olarak önemli fark olduğu görülmüştür (diatomit uygulaması x uygulama konsantrasyonu için F_{4,27}=5.06, P=0.0036). On dört gün maruz kalma süresi sonucunda 600 ppm konsantrasyonda E3 diatomit toprağı uygulamasından elde edilen ölüm oranı tek başına Detech® ve E4 diatomit toprağı ile kokusuz sarımsak karışımı uygulamasından elde edilen ölüm oranlarından istatistiki olarak önemli seviyede daha yüksek olduğu görüldürken (Çizelge 6), tek başına

Detech® uygulamasından elde edilen *T. confusum* ölüm oranı ile E4 diatomit toprağı uygulamalarından elde edilen ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır (Çizelge 6). 900 ve 1500 ppm uygulama konsantrasyonlarında diatomit uygulamalarından elde edilen *T. confusum* ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır (Çizelge 6). Her bir diatomit toprağı uygulaması ayrı ayrı incelendiğinde tüm diatomit uygulamalarında 900 ve 1500 ppm konsantrasyonlardan elde edilen *T. confusum* ölüm oranları 600 ppm konsantrasyondan elde edilen ölüm oranından istatistiki olarak önemli seviyede daha yüksek olduğu görüldürken 900 ve 1500 ppm konsantrasyonlarda elde edilen *T. confusum* ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmamıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Buğday üzerinde tek başına Detech® diatomit toprağı ve Detech® diatomit toprağı ile kokusuz sarımsak karışımların (E3 ve E4) farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *Tribolium confusum* erginlerin düzeltilmiş ölüm oranları

Table 6. Corrected mortality rates of *Tribolium confusum* adults exposed for 14 days to different concentrations of Detech® local diatomaceous earth alone and the mixtures of Detech® and odorless garlic (E3 and E4) on wheat

Uygulamalar (<i>Treatments</i>)	Düzeltilmiş ölüm oranı (<i>Corrected mortality rate</i>) (%) ± S. hata			F ve P değeri* (<i>F and P value</i>)
	600 ppm	900 ppm	1500 ppm	
E3 (%99 Detech® +%1 KS)	90.0 ± 2.7 Ba	99.2 ± 0.8 Aa	100 ± 0 Aa	F _{2,9} = 18.97 P=0.001
E4 (%90 Detech® +%10 KS)	58.4 ± 8.5 Bb	99.2 ± 0.8 Aa	100 ± 0 Aa	F _{2,9} = 45.36 P<0.0001
Detech®	74.5 ± 6.8 Bb	99.1 ± 0.8 Aa	100 ± 0 Aa	F _{2,9} = 35.04 P<0.0001
Kontrol (<i>Control</i>)	8.3 ± 1.6	0 ± 0	5 ± 0.9	

F ve P değeri* (<i>F and P value</i>)	F_{2,9}= 6.11 P=0.021	F_{2,9}= 0.50 P= 0.6224	F_{2,9}= - P= -	
---	--	--	--	--

*Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütundaki farklı küçük harfler ve aynı satırdaki farklı büyük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Tek başına Demite® diatomit toprağına ve Demite® diatomit toprağı kokusuz sarımsak karışımlarına (E5 ve E6) ait ölüm oranları incelendiğinde genel olarak yüksek konsantrasyonda (1500 ppm) tek başına Demite® diatomit toprağın ve Demite® diatomit toprağı kokusuz sarımsak karışımların *T. confusum* erginlerine karşı etkinliklerinde önemli fark bulunmazken diğer iki konsantrasyonda (600 ve 900 ppm) tek başına Demite® diatomit toprağın ve Demite® diatomit toprağı kokusuz sarımsak karışımların *T. confusum* erginlerine karşı etkinliklerinde istatistiki olarak önemli fark görülmüştür. Düşük konsantrasyonda (600 ppm) genel olarak Demite® diatomit toprağı ile kokusuz sarımsak karışımların (E5 ve E6) *T. confusum* erginlerine karşı etkinliklerin tek başına Demite® uygulamasına göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar, düşük konsantrasyonda Demite® uygulamasına kokusuz sarımsak eklenmesinin *T. confusum* erginlerine karşı etkinliğin artmasına neden olduğunu göstermektedir. Ancak 900 ppm konsantrasyondan benzer sonuçların elde edilmediği görülmektedir. 900 ppm konsantrasyonda tek başına Demite® uygulaması ile Demite® diatomit toprağı ile kokusuz sarımsak karışımların (E5 ve E6) *T. confusum* erginlerine karşı etkinliklerin benzer olduğu görülmüştür. Detech® diatomit toprağı için elde edilen sonuçlar incelendiğinde 1500 ppm konsantrasyonda Detech® diatomit toprağı uygulamasına kokusuz sarımsak eklenmesinin *T. confusum* erginlerin ölüm oranlarında önemli artışa neden olmadığı görülürken 600 ve 900 ppm konsantrasyonlarda Detech® diatomit toprağı uygulamasına kokusuz sarımsak eklenmesinin *T. confusum* erginlerin ölüm oranlarında önemli artışa neden olduğu bulunmuştur.

Yapılan çalışmalarda birçok ticari diatomit toprağı preparatında depolanmış tahıl zararlılarına karşı önerilen konsantrasyonun genellikle 1000 ppm olduğu vurgulanmaktadır (Korunic, 1998; Subramanyam ve ark., 1994; Athanassiou ve ark., 2007; Kostyukovsky ve ark., 2010; Wakil ve ark., 2006). Bu çalışmada düşük konsantrasyonda (600 ppm) Demite® ve Detech® diatomit toprağı uygulamalarına kokusuz sarımsak eklenmesinin *T. confusum*'a karşı etkinliğin artmasına neden olurken yüksek konsantrasyonlarda (900 ve 1500 ppm) *T. confusum*'a karşı etkinliğin artmasına neden olmaması çalışmada test edilen yüksek konsantrasyonlar birçok ticari diatom toprağının önerilen konsantrasyonuna yakın veya yüksek olmasında kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Düşük konsantrasyonda Demite® ve Detech® diatomit toprağı uygulamasına kokusuz

sarımsak eklenmesinin test edilen böceklerle karşı etkinliğin artmasına neden olmasının muhtemel nedeni kokusuz sarımsak tozu ile temas eden böcekler rahatsız olması ve dolayısıyla ürün içerisinde daha fazla hareket ederek diatom toprağı partiküllerine daha fazla maruz kalmasıyla açıklanabilir.

Sarımsak ekstraktların depolanmış tahıl zararlılarına karşı etkinliklerine yönelik bazı araştırmalar yapılmıştır (Ho ve ark., 1995; Ho ve ark., 1996; Huang ve ark., 2000). Ancak sarımsak ekstraktların diatomit toprağı ile kombinasyonun depolanmış tahıl zararlıların etkinliğine yönelik literatürde kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Yang ve ark., 2010). Yang ve ark. (2010) laboratuvar koşullarında tek başına sarımsak uçucu yağ ve diatomit toprağı ile sarımsak uçucu yağı kombinasyonun *S. oryzae* ve *T. castaneum* erginlerine karşı etkinliğini belirlemek için biyolojik etkinlik testleri yürütmüşlerdir. Çalışmanın sonucunda sarımsak uçucu yağ ile diatomit toprağın kombinasyonun test edilen böceklerle karşı etkinliği tek başına sarımsak uçucu yağ uygulamasından önemli ölçüde daha yüksek olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada sarımsak uçucu yağ ile diatomit toprağın aynı anda uygulanması, etkili sarımsak uçucu yağ için gereken uçucu yağ konsantrasyonunu önemli ölçüde azaltmış olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada ayrıca diatomit toprağının sarımsak uçucu yağı ile kombine edildiğinde etkili olan ticari diatomit preparatının tavsiye edilen uygulama konsantrasyonunun (Athanassiou ve ark., 2003; Arnaud ve ark., 2005; Chanbang ve ark., 2007) azaltılabileceği de bildirilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar mevcut çalışmada düşük konsantrasyonda (600 ppm) elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Bunun dışında değişik diatomit toprağı preparatların farklı bitki ekstraktlarının veya bitki uçucu yağlarla kombinasyonun depolanmış tahıl zararlılarına karşı etkinliklerine yönelik çalışmaların literatürde mevcut olduğu görülmektedir. Khorrami ve Soleymanzade (2016) laboratuvar koşullarında *Satureja hortensis* L., *Trachyspermum ammi* I. Sprague, *Ziziphora tenuior* L., *Cuminum cyminum* L. ve *Foeniculum vulgare* Mill. uçucu yağları, etanolik ekstraktların ve tozların tek başına ve diatomit toprağı ile kombinasyonun *Callosobruchus maculatus* (F.) erginlerine karşı sinerjik etkileşimlerini incelemişlerdir. Bu çalışmada test edilen bitkilerin uçucu yağların, etanolik ekstraktların ve tozların diatomit toprağı ile kombinasyonun bu bitkilerin uçucu yağların, etanolik ekstraktların ve tozların tek başına uygulanmasına göre *C. maculatus* erginlerine karşı daha yüksek etkinlik gösterdiği ve dolayısıyla bitki ekstraktların diatomit toprağı ile birlikte sinerjistik etkiye neden

olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar, bazı uçucu yağın ve bitki ekstraktlarının daitomit toprağının etkinliğini artırabileceği hipotezini desteklerken mevcut çalışmamda düşük diatomit konsantrasyonunda elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Ziaee ve ark. (2014) *Carum copticum* (L.) tozu ve uçucu yağın diatomit toprağı ile kombinasyonun *T. confusum* ve *S. granarius* erginlere karşı sinerjik/antagonistik etkileşiminin belirlenmesine yönelik çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda test edilen uçucu yağı ile diatomit toprağı ile kombinasyonu *T. confusum* ve *S. granarius* erginlerine karşı sinerjistik etki gösterirken test edilen bitkinin toz ekstraktı ile diatomit toprağının kombinasyonu *T. confusum* ve *S. granarius* erginlere karşı antogonistik etki gösterdiği görülmüştür.

Sonuç olarak, bu çalışmada Demite® ve Detech® diatomit toprağına kokusuz sarımsak eklenmesinin bu iki ticari yerel diatomit toprağı preparatların düşük konsantrasyonlarda (<900 ppm) depolanmış tahıl zararlısı, *T. confusum*'un mücadelesinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Ancak, bundan sonraki çalışmalarda bu yerel diatomit toprağının kokusuz sarımsak karışımına ait toz preparatların laboratuvar dışında gerçek depo koşullarında farklı depolanmış tahıl zararlılarına karşı ticari olarak uygulanabilirliklerinin araştırılması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada yerel diatomit toprağı preparatların (Detech® ve Demite®) temin edilmesini sağlayan Entoteam Ar-Ge Gıda San. Tic. Ltd. Şti. firmasına sonsuz teşekkürlerimiz sunarız.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Abbott WS 1925. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.

Arnaud L, Thi Lan, HT, Brostaux Y, Haubruge E 2005. Efficacy of Diatomaceous Earth Formulations Admixed with Grain Against Populations of *Tribolium castaneum*. *Journal of Stored Products Research* 41: 121-130.

Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Tsaganou FC, Vayias BJ, Dimizas CB, Buchelos CTh 2003. Effect of Grain Type on the Insecticidal Efficacy of SilicoSec Against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Crop Protection* 22: 1141-1147.

Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Meletsis CM 2007. Insecticidal Effect of Three Diatomaceous Earth Formulations, Applied Alone or in Combination, Against Three Stored-Product Beetle Species on Wheat and Maize. *Journal of Stored Products Research* 43: 330-334.

Bağrıaçık O 2020. Buğday ve Mısır Üzerinde Yerel Diatom Toprağının Ürün Yüzey Uygulamasının Bazı Depolanmış Tahıl Zararlılarına Karşı Etkinliği. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, s.68.

Bayram A, Isıkber AA, Sağlam Ö, Şen R 2020. Evaluation of Repellency Effect of Diatomaceous Earth Formulation (Detech®) on Three Coleopteran Stored Grain Insect. *IOBC-WPRS Bulletin* 148: 56-64.

Chanang Y, Arthur FH, Wilde GE, Throne JE 2007. Efficacy of Diatomaceous Earth to Control *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) in Rough Rice: Impacts of temperature and relative humidity. *Crop Protection* 26: 923-929.

Çetin M, Taş B 2012. Biyolojik Orjinli Tek Mineral: Diatomit. *Türk Bilim Araştırma Vakfı (TÜBAV) Bilim Dergisi* 5(2): 28-46.

FDA (Food and Drug Administration, USA) 1995. Specifications for Diatomaceous Earths as a Maximum 2 % Animal Feed Additive. 21 CFR Section 573.340.

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: 1-9.

Ferizli A, Beriş G, Emekçi M 2011. Effects of Diatomaceous Earth on the Mortality and Progeny Production of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrychidae). *Journal of Agricultural Sciences* 17 (2): 85-94.

Greenspan L 1977. Humidity Fixed Points of Binary Saturated Aqueous Solutions. *Journal of Research of the National Bureau of Standards—A Physics and Chemistry* 81A: 89-96.

Ho SH, Ma Y, Tan HTW 1995. Repellency of Some Plant Extracts to the Stored Products Beetles, *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. In: Proceedings of the Symposium on Pest Management for Stored Food and Feed, 5-7 September 1995. Semeo Biotrop, Bogor, Indonesia. s.209-215.

Ho SH, Koh, L, Ma Y, Huang Y, Sim KY 1996. The Oil of Garlic, *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae), as a Potential Grain Protectant Against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. *Postharvest Biology and Technology* 9: 41-48.

- Huang Y, Xing CS, Hung HS 2000. Bioactivities of Methyl Allyl Disulfide and Diallyl Trisulfide from Essential Oil of Garlic to Two Species of Stored-Product Pests, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Economic Entomology 93: 537-543.
- Jirovetz L, Jager W, Koch HP, Remberg G 1992. Investigations of Volatile Constituents of the Essential Oil of Egyptian Garlic (*Allium sativum* L.) by Means of GC-MS and GC-FTIR. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und Forschung 194: 363-365.
- Jood, S, Kapoor AC, Singh R 1993. Evaluation of Some Plant Products Against *Trogoderma granarium* Everst in Stored Maize and Their Effects on Nutritional Composition and Organoleptic Characteristics of Kernels. Journal of Agricultural Food Chemistry 41: 1644-1648.
- Khorrami, F, Soleymanzade A 2016. Efficacy of Some Medicinal Plant Essential Oils, Extracts and Powders Combined with Diatomaceous Earth on Cowpea Weevil, *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). International Journal of Science and Research 5: 1118-1123.
- Korunic Z 1997. Rapid Assessment of Insecticidal Value of Diatomaceous Earths Without Conducting Bioassays. Journal of Stored Products Research 33: 219-229.
- Korunic Z 1998. Diatomaceous Earth a Group of Natural Insecticides. Journal of Stored Products Research 34: 87-97.
- Kostyukovsky M, Trostanetsky A, Menasherov M, Yasinov G, Hazan T 2010. Laboratory Evaluation of Diatomaceous Earth Against Main Stored Product Insect. Proceedings of the 10th International Working Conference on Stored-Product Protection, 27 June to 2 July 2010, Estoril, Portugal (Editörler: Carvalho ve ark.). Julius Kühn-Institute, Berlin, Germany, s.701-704.
- McLaughlin KM, Wakefield DB 2015. An Introduction to Data Analysis Using Minitab 17 Textbook Binding. Fifth Edition, University of Connecticut. 186 sy.
- Mete Z 1988. Kütahya-Alayunt Yöresi Diyatomit Yataklarının Zenginleştirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi Dergisi 49: 184-201.
- Özbey G, Atamer N 1987. Kizelgur (Diatom) Hakkında Bazı Bilgiler. 10. Türkiye Madencilik Bilimsel Teknik Kongresi, Ankara. s.493-502.
- Pandey ND, Singh SR, Tewari GC 1976. Use of the Plant Powders, Oils and Extracts as Protectants Against Pulse Beetle, *Callosobruchus chinensis* L. Indian Journal of Entomology 38: 110-113.
- Saglam, O, Şen R, Bozkurt H, Isikber AA 2020. Insecticidal Efficacy of Three Commercial Diatomaceous Earths, Detech®, Demite® and Silicosec® Against Cowpea Weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). IOBC-WPRS Bulletin 148: 47-53.
- Sıvacı R, Dere Ş 2006. Melendiz Çayı'nın (Aksaray-Ihlara) Epipelik Diatom Florasının Mevsimsel Değişimi. Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi 27: 1-12.
- Subramanyam Bh, Swanson CL, Madamanchi N, Norwood S 1994. Effectiveness of Insecto®, a New Diatomaceous Earth Formulation, in Suppressing Several Stored-Grain Insect Species. Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored-Product Protection, 17-23 April 1994, Canberra, Australia (Editörler: Highley, E., Wright, E.J., Banks, H.J., Champ, B.R.) CAB International, Wallingford, United Kingdom. s.650-659.
- Wakil W, Ashfaq M, Shabbir A, Javed A, Sagheer M 2006. Efficacy of Diatomaceous Earth (Protect-It) as a Protectant of Stored Wheat Against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrycidae). Pakistan Entomologist 28: 19-23.
- Yang FL, Liang GW, Xu YJ, Lu YY, Zeng L 2010. Diatomaceous Earth Enhances the Toxicity of Garlic, *Allium sativum*, Essential Oil Against Stored-Product Pests. Journal of Stored Products Research 46: 118-123.
- Ziaee M, Moharramipour S, Francikowski J 2014. The Synergistic Effects of *Carum copticum* Essential Oil on Diatomaceous Earth Against *Sitophilus granarius* and *Tribolium confusum*. Journal of Asia-Pacific Entomology 17: 817-822.