

## Bazı Biyolojik Preparatların *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) Erginlerine Etkileri

Tuğba AYYILDIZ<sup>1</sup>, İsmail KARACA\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 32260, Isparta

(Alınış / Received: 20.11.2016, Kabul / Accepted: 28.07.2017, Online Yayınlanma / Published Online: 22.09.2017)

**Anahtar Kelimeler**  
*Sitophilus granarius*,  
Entomopatojen fungus,  
Biyolojik mücadele,  
Biyoinsektisit

**Özet:** Bu çalışmada, Entomopatojen funguslardan Biocatch, Nibortem (*Verticillium lecanii*), BMAUM-M3-003 (*Metharizium anisopliae*) ile okaliptus ve zencefil bitkilerinden elde edilen uçucu yağların ve bir bitkisel ekstrakt preparatı olan Nibedicine EC (*Azadirachtin*)'in buğdaylarda oldukça önemli zarara neden olan *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) erginlerine karşı laboratuvar koşullarında etkinlikleri denenmiştir. 10x10x8 cm boyutlarında ağzları tül ile yapıştırılmış olan plastik kaplarda ve 25±1 °C sıcaklık, %60±5 nem oranlarında ve 16:8 saat ışıklandırma süresine ayarlı iklim odasında yetiştirilen *S. granarius* erginleri üzerine Biocatch, Nibortem (*Verticillium lecanii*) entomopatojen funguslardan 1x10<sup>9</sup> cfu/mL, BMAUM-M3-003 (*Metharizium anisopliae*) 1x10<sup>8</sup> cfu/mL dozunda, Nibedicine EC (*Azadirachtin*) 3000 ppm dozunda, uçucu yağlar ise %1 (1 l/100 l) dozunda uygulanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre BMAUM-M3-003 kodlu entomopatojen fungus (*M. anisopliae*), *S. granarius*'u zamana bağlı olarak en fazla etkileyen etmen olmuştur. Yapılan değerlendirmeler sonucunda kullanılan preparatların 21 gün sonunda etkileri incelendiğinde, zencefilin %89.47, diğerlerinin ise %100 ölüm oranına sahip olduğu saptanmıştır.

## Effects of Some Bio-preparats to *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) Adults

**Keywords**  
*Sitophilus granarius*,  
Entomopatojenic fungi,  
Biological control,  
Bioinsecticide

**Abstract:** Efficacy of entomopathogenic fungi products (i.e. Bio-Catch, Nibortem® (*Verticillium lecanii*), BMAUM-M3-003 (*Metharizium anisopliae*)), essential oils (ginger and eucalyptus) and a botanical insecticide, Nibedicine EC (*Azadirachtin*) against adult of *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) a serious pest of stored wheat were evaluated under laboratory conditions. *Sitophilus granarius* adults were reared at 10x10x8 cm in size plastic containers covered with nets at 25±1 °C, 60±5% RH and 16:8 (Light: Dark) climate conditions. A concentration of 1x10<sup>9</sup> cfu/mL for Bio-Catch and Nibortem®, 1x10<sup>8</sup> cfu/mL for BMAUM-M3-003 and 3000 ppm for Nimbedicine EC (*Azadirachtin*) and 1% (1 l/100 l) for essential oils were sprayed on adults. BMAUM-M3-003 (*Metharizium anisopliae*) was the most effective entomopathogenic fungi on *S. granarius* in time basis. At the end of 21 days, ginger and other entomopathogenic fungi products, essential oils and botanical insecticides caused 89.47% and 100% mortality, respectively.

### 1. Giriş

Tahıllar, besin değerlerinin yüksek olması ve yetiştirilme kolaylığından dolayı ülkemizin vazgeçilmez temel besin kaynaklarından olup beslenmedeki yeri oldukça önemlidir. Ülkemizde TMO (Toprak Mahsülleri Ofisi Genel Müdürlüğü) 2015 yılı verilerine göre yaklaşık 22,6 milyon ton buğday, 38,6 milyon ton diğer tahılların üretimi yapılmıştır [1].

Ülkemizin vazgeçilmez besin kaynağı olarak kullanılan bu ürünler, üreticiler tarafından kısa veya uzun vadeli olarak depolanmaktadır. Tahıl depolama işlemiyle; tahılın gıda, yem ve tohumluk kalitesinin gelecek hasat dönemine kadar veya daha uzun bir süre korunması amaçlanmaktadır [2]. Ancak depolama sürecinde ürünler birçok zararlı etmenlerin saldırılarına uğramakta ve bu zararlılar ürünlerde önemli kayıplara neden olmaktadır. Kuru olarak depolanan ve insan beslenmesinde

önemli bir yer tutan bitki kaynaklı ürünlere adapte olmuş bulunan depo zararlıları, böcek türleri arasında önemli bir yer tutarlar. Dünya genelinde yılda yaklaşık 100 milyon ton tahılın ise zararlılar nedeniyle kayıp olduğu belirlenmiştir [3].

Depolarda meydana gelen bu zararlıları azaltmak için kültürel, fiziko-mekanik, kimyasal mücadele ve entegre mücadele yöntemleri kullanılmaktadır. Bu savaş yöntemlerinin içerisinde üreticiler tarafından en çok tercih edilen gerek uygulama kolaylığı gerekse de hızlı etki göstermesinden dolayı kimyasal mücadeledir. Depo zararlıları ile kimyasal mücadele yönteminde yüksek miktarda insektisit kullanılmaktadır. Kullanılan bu insektisitlerin çoğu yurtdışından ithal edilmekte ve ülke ekonomisine oldukça büyük bir mali yük getirmektedir [4]. Bu nedenlerden dolayı depo zararlılarıyla mücadelede çevreye olumsuz etkisi olmayan veya düşük etkili olan, kolaylıkla uygulanabilen, kalıntı problemi taşımayan alternatif mücadele yollarının geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, entomopatojen fungus (*Verticillium lecanii*) içeren iki biyoinsektisit ve tarafımızdan izole edilen *Metharizium anisopliae* ile bir bitkisel ekstrakt preparatın (*Azadirachtin*) ve bazı uçucu yağların (Okaliptüs ve Zencefil) buğdaylarda oldukça önemli zarara neden olan *S. granarius* erginlerine karşı laboratuvar koşullarında etkinlikleri belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Denemenin ana materyalini; Buğday biti (*Sitophilus granarius*), zararlıya karşı uygulanacak olan entomopatojen funguslar, uçucu yağlar ve bitkisel ekstrakt oluşturmaktadır. Denemede kullanılacak olan *S. granarius* üretimi aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

**Böcek Kültürlerinin Yetiştirilmesi:** Denemede kullanılacak olan *S. granarius* erginleri Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Biyolojik Mücadele ve Araştırma Laboratuvarında üretimi devam eden stok kültürlerden alınmıştır. Erginlerin yetiştirilmesinde 10x10x8 cm boyutlarında olan plastik kaplar kullanılmıştır. Kapların ağızları yapıstırılarak tül ile kapatılmıştır. Hazırlanan böcekler 25±1 °C sıcaklık, %60±5 nem oranlarına ve 16:8 saat ışıklandırma süresine ayarlı iklim odasında muhafaza edilmiştir.

***S. granarius* Erginlerinin Yetiştirilmesi:** Denemelerin daha sağlıklı olarak yürütülmesi amacıyla *S. granarius*'un aynı yaşta erginleri elde etmek için 10x10x8 cm boyutlarında olan plastik kaplara 1/3 oranında temiz buğday ile doldurulmuştur. Ergin dişi ve erkekler 48 saat süreyle bu kaplar içine alınarak yumurtlamaya bırakılmıştır. 48 saat sonunda ergin bireyler kaplardan uzaklaştırılmış ve sadece yumurtaların kalması sağlanmıştır. Bu kültürler 25±1 °C sıcaklık,

%60±5 nem oranlarına ve 16:8 saat ışıklandırma süresine ayarlı iklim odasında tutularak ergin çıkışları beklenmiştir. Denemelerde buradan yeni çıkan aynı yaşta ergin bireyler kullanılmıştır.

**Denemelerin Kurulması ve Yürütülmesi:** Denemelerde *S. granarius*'a karşı kullanılan preparatların içerikleri ve dozları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1'de verilen biyoinsektisitlerden, entomopatojen fungusları içeren preparatlar; Biocatch® (*Verticillium lecanii*) ve Nibortem® (*Verticillium lecanii*) ile bitkisel ekstraktı içeren preparat; Nimbedicine EC® (*Azadirachtin*) T T Stanes (Hindistan) firmasından temin edilmiştir. BMAUM-M3-003 ise Bitki Koruma Bölümü Biyolojik Mücadele Araştırma Uygulama Laboratuvarındaki stoklardan sağlanmıştır. Söz konusu izolat 15 Eylül 2014 tarihinde Isparta Merkez ilçesi topraklarından elde edilmiştir. Uçucu yağlardan okaliptüs ve zencefil ise Botalife firmasından (Sanayi Mahallesi, 283. Cadde, No:8, Isparta) temin edilerek kullanılmıştır.

Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş olup, entomopatojenler ve bitkisel ekstrakt *S. granarius*'a püskürtme yöntemi ile uygulanmış, uçucu yağların etkisi ise hem püskürtme, hem fumigant etki yöntemi ile belirlenmiştir. Denemeler her preparat için 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Püskürtme yöntemi denemelerinde her tekerrürde 10 böcek yer almıştır. Böylece her bir uygulama için 50 böcek kullanılmıştır. Uçucu yağların fumigant yöntemi denemelerinde ise her tekerrürde 5 böcek yer almıştır. Tüm denemelerde toplam olarak 425 böcek kullanılmıştır. Sayımlarda preparatların ve uçucu yağların püskürtme yönteminde 1, 2, 3, 5, 7. ve 21. günlerindeki biyolojik etkinlikleri ile uçucu yağların fumigant yönteminde 1. saat ile 1, 2, 3, 6, 9, 12. ve 23. günlerindeki biyolojik etkinlikleri belirlemek üzere sayımlar yapılmıştır.

**Preperatların ve uçucu yağların uygulanması:** İlaç konsantrasyonları steril saf su kullanılarak hazırlanmıştır. Solüsyonlar hazırlanırken ilaçların Tablo 1'de verilen uygulama dozları dikkate alınmıştır. Denemede kullanılan entomopatojen fungusları içeren preparatlar; Biocatch® (*Verticillium lecanii*), Nibortem® (*Verticillium lecanii*), 1x10<sup>9</sup> CFU's/ml; BMAUM-M3-003 (*Metharizium anisopliae*) 1x10<sup>8</sup> CFU's/ml ve bitkisel ekstraktları içeren preparatlar; Nimbedicine EC® (*Azadirachtin*) 3 ml/l olacak şekilde hazırlanmıştır. Uçucu yağlar ise 1 l/100 l oranlarında hazırlanmıştır.

Püskürtme yöntemiyle uygulanan dozlarda konsantrasyonlar el pülverizatörü yardımı ile 5,5 cm çapında ve 1.5 cm yüksekliğindeki petri kaplarının iç yüzeyine cm<sup>2</sup>'ye 2 mg ilaçlı sıvı gelecek şekilde direkt olarak buğday biti erginlerine püskürtülmüştür. Kontrolde sadece steril saf su kullanılmıştır.

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan entomopatojenler, uçucu yağlar ve bitkisel ekstrakt

Kullanılacak madde	Etken Madde	Etken Madde Oranı	Formulasyon	Doz
Biocatch®	<i>Verticillium lecanii</i>	1x10 <sup>9</sup> cfu/mL	EC	250 ml/da
Nibortem®	<i>Verticillium lecanii</i>	1x10 <sup>9</sup> cfu/mL	EC	250 ml/da
BMAUM-M3-003	<i>Metharizium</i>	1x10 <sup>8</sup> cfu/mL	EC	
Okalıptüs	Okalıptüs	%100	EC	1 l/100 l
Zencefil	Zencefil	%100	EC	1 l/100 l
Nimbedicine EC	<i>Azadiractin</i>	3000 ppm	EC	300 ml/da

Denemelerde her bir petri kabına 10 adet ergin buğday biti konulmuş böylece her bir deneme için toplamda 50 buğday biti ergini kullanılmıştır. Denemeler, 25±1 °C sıcaklık, %60±5 nem oranlarına ve 16:8 saat ışıklandırma süresine ayarlı iklim odasında yürütülmüştür. Uygulamadan 1., 2., 3., 5., 7. ve 21. gün sonundaki *S. granarius*'un ölü ve canlı bireyleri kaydedilmiştir [5].

Uçucu yağların fumigant yöntemi ile uygulamalarında ise aynı oranda hazırlanan uçucu yağ konsantrasyonları bir pamuk parçasına 5 ml gelecek şekilde uygulanmış ve bu pamuklar petri kabına konularak her bir petri kabına 5 ergin buğday biti konulmuştur. Her deneme 5 tekerrürden oluşmuştur. Böylece her bir deneme için 25, toplamda kontrol grubu ile birlikte 75 buğday biti ergini kullanılmıştır. Denemeler, 25±1 °C sıcaklık, %60±5 nem oranlarına ve 16:8 saat ışıklandırma süresine ayarlı iklim odasında yürütülmüştür. Uygulamadan 1. saat sonra ve 1., 2., 3., 6., 9., 12. ve 23. gün sonundaki *S. granarius*'un ölü ve canlı bireyleri sayılarak kaydedilmiştir [5].

**Verilerin değerlendirilmesi:** Elde edilen verilere tek yönlü varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki fark Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir [6, 7]. Sonuçların değerlendirilmesinde JMP (ver. 8) ve MS Excel (ver. 2003) paket programlardan yararlanılmıştır. Elde edilen verilere aşağıda verilen Abbott formülü uygulanarak gerçek ölüm oranları (% etki) belirlenmiştir [8].

% Gerçek ölüm= (Kontroldeki canlı sayısı - Uygulamadaki canlı sayısı)/ Kontroldeki canlı sayısı

### 3. Bulgular

Farklı uygulamaların *S. granarius* üzerine etkileri istatistiki olarak farklılıklar göstermiştir (Tablo 2). Tabloda görüldüğü gibi tüm sayım zamanlarında en yüksek etkiye Isparta ili topraklarından elde edilen BMAUM-M3-003 kodu verilen *Metarhizium anisopliae* izolatı sahip olmuştur. Bu izolat zararlı üzerinde daha birinci günden itibaren etkili olmaya başlamış ve 5. günde denemeye alınan tüm bireylerin ölümüne neden olmuştur. Bu etmeni zencefil uçucu yağı izlemiş olup, tüm denemelerde BMAUM-M3-003 kodlu izolat ile istatistik olarak aynı grubu oluşturmuştur. Bu iki preparatı etkililik açısından okalıptustan elde edilen uçucu yağ takip etmiştir. Neem bitkisinden elde edilen Nimbedicine isimli bitkisel ekstrat bu uçucu yağı izlemiştir. Denemenin ilk üç gününde Biocatch, Nibortem ve Kontrol

uygulamalarında ölüm meydana gelmemiş olup bu iki preparat istatistik açıdan kontrol ile aynı grupta yer almıştır. Denemenin üçüncü haftasında ise tüm preparatlar istatistiki olarak kontrol grubundan ayrı bir grup oluşturmuşlardır. Bu son sayım gününde zencefil hariç diğer tüm preparatlar zararlının tamamını öldürmüştür.

Bu çalışmalara ilave olarak iki uçucu yağın (Okalıptüs ve Zencefil) zaman içerisinde zararlı üzerindeki fumigant etkileri (%) ise Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil incelendiğinde iki uçucu yağın zararlı üzerinde oldukça etkili bir fumigant etki gösterdiği ortaya çıkmaktadır. Zamana bağlı olarak her iki yağ zararlı üzerinde artan bir etki göstermiş, 23. günde okalıptusun etkisi %96'ya zencefilin ise %100'e ulaşmıştır.

Denemelerde kullanılan etmenlerin zamana bağlı olarak gösterdikleri etkiler ölen bireyler açısından değerlendirilmiş ve sonuçlar regresyon eğrileri olarak Şekil 2'de verilmiştir.

Şekiller incelendiğinde çok hızlı etki gösteren *Metarhizium anisopliae* hariç, diğerlerinin zaman - etki ilişkileri oldukça yüksek olarak bulunmuştur. Bu ilişkiden yola çıkılarak etmenlerin, popülasyonun %50'sinin ölümüne neden olduğu gün (LT<sub>50</sub>) değerleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir.

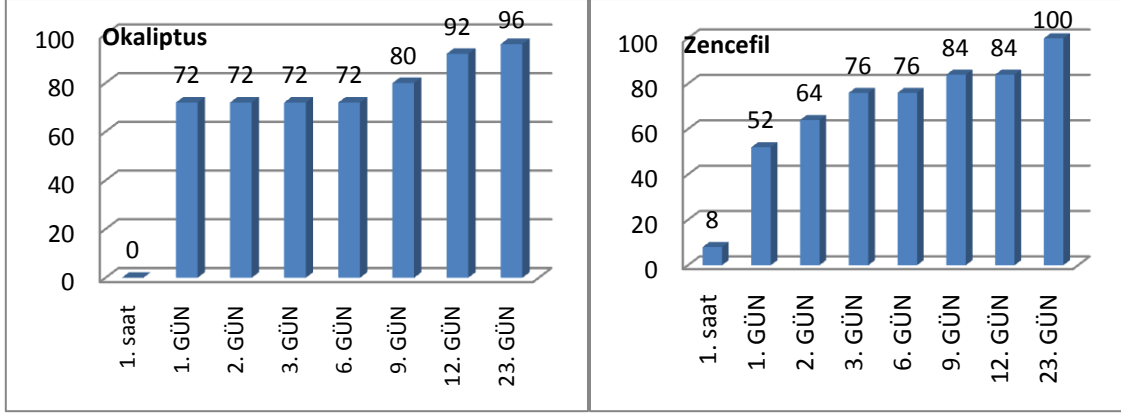
Tablo 2'de görüldüğü gibi *M. anisopliae* ve Zencefil uçucu yağı daha ilk günden itibaren popülasyonun yarısını öldürmüştür. Okalıptüs ikinci derece etkili olmuş ve popülasyonun yarısının öldüğü gün 7.62 olarak saptanmıştır. Diğer preparatlar benzer etki göstermiş olup LT<sub>50</sub> değeri 11 gün civarında hesaplanmıştır (Tablo 3).

**Tablo 3.** Preparatların *Sitophilus granarius* üzerindeki LT<sub>50</sub> değerleri

Kullanılan preparatlar	Eğri denklemi	(R <sup>2</sup> )	LT <sub>50</sub> (Gün)
Biocatch®	y = 0,5299x - 1,178	0.97	11.66
Nibortem®	y = 0,5318x - 1,0231	0.95	11.33
M3-003	y = 0,0392x + 9,3452	0.44	1.00
Okalıptüs	y = 0,3564x + 2,2831	0.98	7.62
Zencefil	y = 0,1158x + 6,9	0.99	1.00
Nimbedicine	y = 0,5089x - 0,7078	0.97	11.22

**Tablo 2.** Preparatların *Sitophilus granarius* üzerine etkileri (Ort±SH)

Kullanılan preparatlar	Ölen birey sayıları					
	1. Gün	2. Gün	3. Gün	5. Gün	7. Gün	21. Gün
Biocatch®	0.0±0.00 c	0.0±0.00 c	0.0±0.00 c	0.40±0.24 c	3.20±0.37 c	10.0±0.00 a
Nibortem®	0.0±0.00 c	0.0±0.00 c	0.0±0.00 c	0.40±0.24 c	4.20±0.66 bc	10.0±0.00 a
M3-003	9.2±0.58 a	9.2±0.58 a	9.2±0.58 a	10.0±0.00 a	10.0±0.00 a	10.0±0.00 a
Okalıptus	3.2±1.77 b	3.2±1.77 b	3.2±1.77 b	3.80±1.71 b	4.20±1.68 bc	10.0±0.00 a
Zencefil	7.2±1.82 a	7.2±1.82 a	7.2±1.82 a	7.4±1.86 a	7.80±1.95 ab	9.40±0.60 a
Nimbedicine	0.4±0.24 bc	0.4±0.24 bc	0.4±0.24 bc	0.80±0.48 bc	3.60±1.66 bc	10.0±0.00 a
Kontrol	0.0±0.00 c	0.0±0.00 c	0.0±0.00 c	0.40±0.11 c	1.95±0.34 c	4.30±0.68 b

**Şekil 1.** Okalıptus ve Zencefil uçucu yağlarının *Sitophilus granarius*'a fümigant etkileri (%).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda depo zararlılarına karşı gerek entomopatojenlerin, gerekse uçucu yağ ve bitkisel ekstraktların etkileri denenmiştir. Bu çalışmada da bu etmenlerin etkileri ele alınmış olup, bunlar aşağıda ayrı ayrı tartışılmıştır.

Entomopatojenler ile ilgili yapılan çalışmalarda; *Verticillium lecanii* etkili maddeye sahip entomopatojen Biocatch ve Nibortem çalışmalar sonucunda etkili bulunmazken tarafımızdan izole edilen *Metarhizium anisopliae* oldukça etkili olmuştur. Yapılan bu çalışma sonucunda bu izolatin *S. granarius*'a karşı kullanılabilceği görüşü ortaya çıkmıştır.

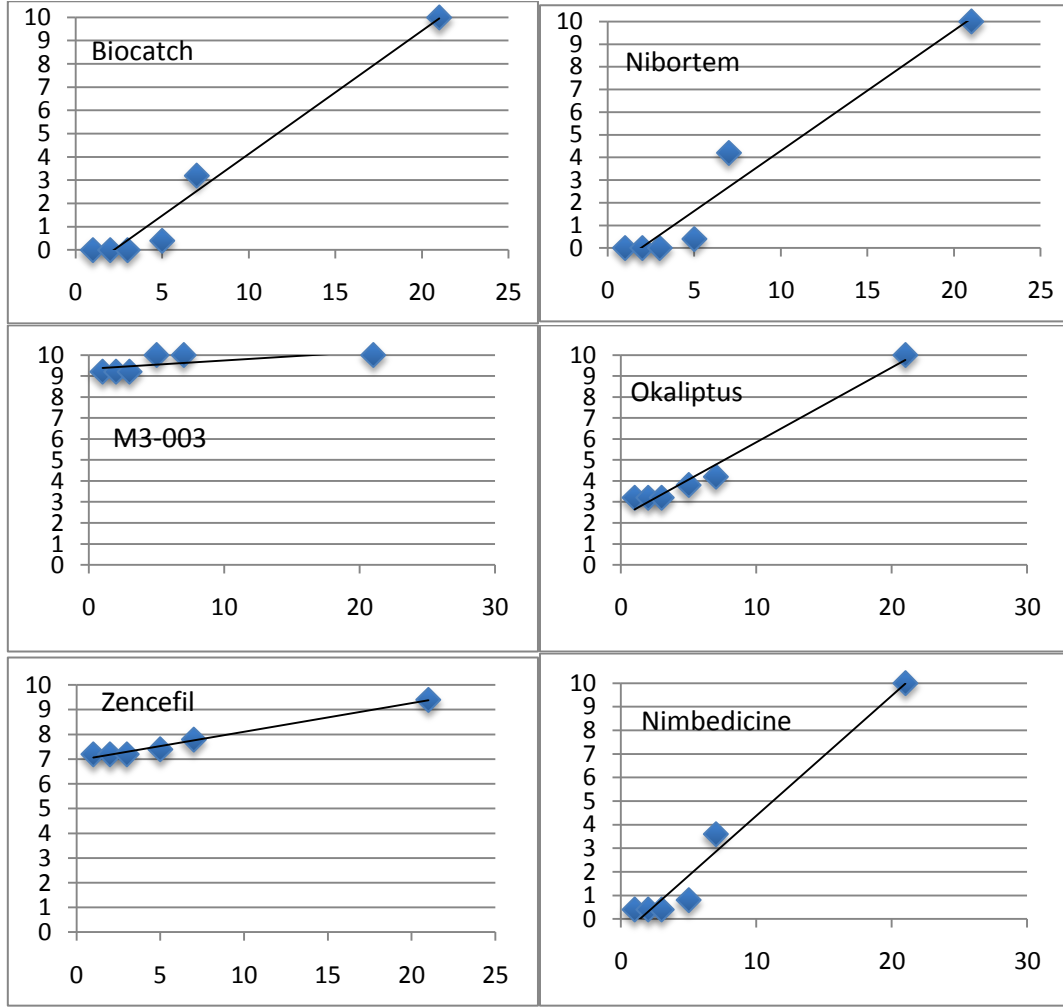
[9], *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *V. lecanii* ve *Paecilomyces farinosus*'un *Sitophilus oryzae*'ye etkisini denedikleri çalışmalarda *V. lecanii*'nin zararlı üzerindeki etkisini 7., 14. ve 30. günlerde %20 olarak hesaplamışlardır. Bu çalışma ile ilgili yazarların yorumu tüm preparatların etkilerinin düşük olduğu yönünde olmuştur. Burada yapılan çalışmada da her ne kadar zararlı etmen farklı olsada *V. lecanii* etkili maddeye sahip iki preparatın (Biocatch ve Nibortem) etkisi düşük bulunmuştur. Aynı yazarlar bu çalışmada da ele alınan *M. anisopliae*'nin üç izolatinin etkisini yine 7., 14. ve 30. günlerde %20 ila %50 arasında değiştiğini vurgulamışlardır.

Burada yürütülen çalışmada ise tarafımızdan izole edilen *M. anisopliae* izolatu ilk günden itibaren etki göstermeye başlamış ve 5. günde uygulama yapılan tüm böceklerin ölümüne neden olmuştur.

[10], *S. oryzae* üzerinde yapmış olduğu çalışmada *M. anisopliae* ile ayrı ayrı kül, tebeşir tozu, kömür tozu ve buğday ununu ¼ oranında karıştırarak 4 farklı formülasyon elde etmiş ve bu formülasyonları *S. oryzae* erginleri üzerinde denemiştir. Deneme sonucunda elde ettiği verilere göre sadece *M. anisopliae* kullandığında ölüm oranı %26.7 iken kül ile karıştırılmış olan etmende %80 oranla en yüksek etkiyi göstermiş bunu kömür ile olan karışım izlemiştir. 7 gün sonra kül ile karışım olan etmende ölüm oranı %86.7 olmuştur. [11]'nin diğer bir çalışmasında ise yine aynı zararlı (*S. oryzae*) üzerinde *M. anisopliae* ve *M. anisopliae*'nin Siliko-sec ile fossil shield karışımı olan formülasyonu denemiştir. Buradaki sonuçlara bakıldığında ise sadece *M. anisopliae* konidi uygulamasında ölüm oranı %50 iken fossil shield karışımında %96.7, silico-sec karışımında %93.3 oranında olmuştur.

Yapılan çalışmalardan da anlaşıldığı gibi depo zararlılarına karşı entomopatojenlerin tek başına veya farklı ürünler ile karışımlarının kullanımı ümit var görünmektedir.

Letal Time ile ilgili yapılan çalışmalarda; Dört farklı *Metarhizium* ve bir *Beauveria* izolatinin *S. oryzae* üzerine etkisi konusunda çalışan [12], *Metarhizium*'un  $1 \times 10^8$  conidia ml<sup>-1</sup> konsantrasyonuna sahip izolatlarının LT<sub>50</sub> değerlerinin, 3.52 ila 6.53 gün arasında değiştiğini belirlemiştir. Burada yürütülen çalışmada ise entomopatojen fungus ilk günden itibaren etki göstermeye başlamıştır. Farklılık, ele alınan izolatların farklı olmasından kaynaklanabilir. Nitekim [13], fungusların virulenslerindeki farklılıkların, fungusun genetik yapılarından kaynaklanabileceğini bildirmektedir.



Şekil 2. *Sitophilus granarius*'a karşı kullanılan etmenlerin zamana bağlı etkileri.

Uçucu yağların depo böceklerine karşı etkinliği ile ilgili çalışmalar; Bu denemede kullanılan uçucu yağlardan zencefil, ilk 7 gün okalıptusa göre daha fazla etki göstermiş olup, 21. Günde zencefilde ölüm oranı %89.47, okalıptusta ise %100 oranında belirlenmiştir.

[4], Nane türlerinden (*Mentha piperita* L.ve *Mentha spicata* L) elde edilen uçucu yağların *S. granarius* L. ve *S. oryzae*'ye kontak ve fumigant etkilerini araştırdığı çalışmasında *M. spicata*'nın *S. granarius*'a kontak etkisinin %84-97 arasında değiştiğini saptamıştır.

[14], *S. oryzae* erginleri üzerinde fesleğen, okalıptüs, nane ve karabiber uçucu yağlarını denemiş, 30. Gün sonunda diğer yağların yanı sıra okalıptus yağının %100 başarı sağladını kaydetmiştir. [15], ise Rupp'un çalıştığı aynı zararlı üzerinde (*S. oryzae*) okalıptusun fumigant ve kontak etkisine bakmış ve kontak etkide 72 saat içinde %90 oranında bir başarı sağlarken, fumigant etkide okalıptusun 24 saat içinde %100 başarı sağladığını saptamıştır. [16], *S. granarius*'un 10 günlük ergin bireyleri üzerinde yapmış olduğu çalışmada okalıptusun fumigant etkisine bakmışlar ve 10-30µl dozunda uygulamış olduğu okalıptus uçucu yağının 24 saat içinde %95 oranında ölüm meydana getirdiğini vurgulamışlar, bu oranın 72 saat sonunda

%100'lük bir orana ulaştığını ve maruz kalma süresi uzadıkça ölüm oranının arttığını saptamışlardır.

[17] de yapmış oldukları denemelerde zencefilgiller (*Zingiberaceae*)'den elde edilen 3 farklı ekstrat ve sentetik uçucu yağı depo zararlıları olan *S. zmais* ve *Tribolium castaneum* üzerinde kontak, beslenme ve uzaklaştırıcı etki olarak denemişlerdir. Genelde bileşiklere *S. zmais*'in daha duyarlı olduğunu saptamışlardır.

[18], zencefil de dahil olmak üzere üç uçucu yağın *S. oryzae* erginleri üzerindeki etkisini belirlemişlerdir. Bu çalışmada zencefilin 5 ayrı dozunu ((0.05, 0.08, 0.10, 0.15, 0.20 µL) topikal olarak ve yine 5 ayrı dozunu(0.05, 0.1, 0.5, 0.8, 1.0%) fümigant olarak uygulamışlardır. Uygulamalardan 48 saat sonunda yaptıkları sayımlarda zencefilin en yüksek dozunun topikal ablikasyon sonucunda kontak etkisinin %95, fümigant etkisinin ise %85 oranında ölüme neden olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Gerek literatür verileri gerekse bu çalışmadan elde edilen sonuçlar okalıptüs ve zencefil bitkisinden elde edilen yağların depolarda zararlı olan böceklerle karşı kullanılabileceğini göstermektedir.

Bu denemede kullanılan uçucu yağlardan zencefil, ilk 7 gün okaliptusa göre daha fazla etki göstermiş olup, 21. günde zencefilde ölüm oranı %89,47, okaliptusta ise %100 oranında belirlenmiştir. Aynı tür üzerinde çalışan Şahin (2008) [4]'de farklı uçucu yağların aynı zararlı üzerindeki etkisinin oldukça yüksek olduğunu vurgulayarak benzer sonuçlar elde etmiştir.

Bitkisel ekstraktlar konusundaki çalışmalar incelendiğinde;

Mevcut çalışmada ele alınan neem bitkisel ekstraktı (Nimbecidine) ilk 7 gün içerisinde düşük oranda etki göstermiş, ancak 21. günde ölüm oranı %100'e ulaşmıştır.

[19], yapmış oldukları çalışmada ayçiçeği, aspir, haşhaş ve kolza'dan elde edilen yağların *S. granarius*'a karşı doğrudan uygulama ile biyolojik etkinliklerini denemişler ve petri uygulamalarında 5 mg/petri dozunda %89,84 ölüm oranına ulaştıklarını belirtmişlerdir.

[20], *Decalepis hamiltonii* köklerinden elde edilen bitkisel ekstraktı depo zararlısı *S. oryzae* üzerinde etkisine bakmışlardır. Bu çalışmada 7. gün sonunda %100 başarı sağlanmış ve 210 gün danelerde herhangi bir bulaşma görülmemiş. Ayrıca bitkisel ekstraktın böceklerde seçicilik yaparak memelilere güvenli olduğunu ve ayrıca doğal kaynaklı tohumları korumak adına yeni bir etmen olabileceğini vurgulamışlardır.

[21], neem bitkisinden elde edilen 6 farklı ekstraktın ve karşılaştırma ilacı olarak deltametrin etkili maddeli ilacın *S. oryzae* erginleri üzerindeki etkisini araştırmışlar ve tüm uygulamaların kontrole göre etkili olduğunu, en fazla etkiyi deltametrinin gösterdiğini bunu Neem India ve bu çalışmada da kullanılan Nimbecidenin izlediğini belirlemişlerdir.

Bu sonuçlar göstermektedir ki yapılan bu çalışmanın sonuçları son derece ümitvar olup daha derinlemesine yürütülecek olan çalışmalar ile özellikle depo zararlılarına karşı kullanılabilecek nitelikte mücadele etmenlerinin geliştirebileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle Isparta bölgesinden toplanan lokal entomopatojen BMAUM-M3-003 kodlu izolat ile *S. granarius*'a karşı biyolojik mücadele yapılabileceğini göstermektedir.

Önceki araştırmalardan ve bu çalışmadan da görüldüğü gibi bazı entomopatojenler ve bunların etkisini artıracak değişik materyaller ile karışımlarının depo zararlılarına karşı kullanılabileceği ortaya çıkmış olup, bu araştırmalara dayanarak yeni entomopatojenler ve karışımlar ile bu çalışmalar geliştirilebilir.

Bu çalışmada ele alınan iki adet bitkisel uçucu yağ (okaliptüs ve zencefil) ile bitki ekstraktı

(nimbecidine) oldukça etkili bulunmuştur. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde söz konusu yağları da içeren bir çok bitkisel kökenli biyo insektisit depo zararlılarına etkili olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar, gelecekte bu konuda daha fazla çalışma yapılması açısından ışık tutmakta olup kimyasal bileşiklere alternatif olabileceklerini göstermektedir.

Alternatif mücadele yöntemleri içerisinde bitkilerden elde edilen uçucu yağlar ve ekstraktlar zararlılarla mücadelede önemli bir yer tutmaktadır. Bitkilerden elde edilen uçucu yağların ve ekstraktların zararlılara karşı toksik, uzaklaştırıcı (repellent), beslenmeyi engelleyici (antifeedant), doğurganlığı azaltıcı, kısırlaştırıcı, öldürücü, yumurta bırakmayı önleyici, gelişme ve çoğalmayı engelleyici gibi etkiler gösterdiği yapılan bir çok çalışma ile ortaya konmuştur [22, 23, 24, 25, 26, 27, 17]. Son yıllarda kimyasal pestisitlerin yaygın kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan birçok böcek türlerinde günden güne kimyasal pestisitlere karşı oluşan direnç sebebiyle etkili bir mücadele yapılamamaktadır. Bu durum depolarda zararlı olan bir çok böcek türü içinde geçerlidir. Bu nedenle, bitkisel orjinli insektisit özelliği gösterebilen preparatların ve bitkisel uçucu yağların birçok depo böcek türü ile mücadelede daha başarılı ve kesin sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Yapılan araştırmalarda, uçucu yağların memeliler üzerine orta dereceli toksik etki gösterdiği, bununla birlikte çok azı hariç, uçucu yağların kendilerinin ya da uçucu yağ içeren ürünlerin memeliler, kuşlar ve balıklar için genellikle toksik etki göstermediği bildirilmiştir [28]. Tüm bu bilgiler ışığında, bitkisel kökenli insektisitlerin zararlılara karşı etkinliğini arttırmaya yönelik çalışmalara hız verilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada ele alınan ticari preparatların tümünün depo zararlısı *S. granarius*'un mücadelesinde kullanılabileceği görülmüştür. Ayrıca kendi izolatomuz olan ve Isparta ili topraklarından elde edilen BMAUM-M3-003 kodu verilen *Metarhizium anisopliae*'nin oldukça etkili olduğu ve ileride ticarileşme açısından ümitvar olduğu kanaatine varılmıştır.

## Teşekkür

Bu çalışmayı, 4519-YL1-15 No'lu Proje ile maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

## Kaynakça

- [1] Anonim, 2016. Toprak Mahsülleri Ofisi (TMO), 2016. Türkiye Buğday Ekiliş-Üretim-Verim ve TMO Alımları (1938-2016). Erişim Tarihi: 20.10.2016//[www.tmo.gov.tr/Main.aspx?ID=40](http://www.tmo.gov.tr/Main.aspx?ID=40).
- [2] Erbaş M., Durak A.N., Arslan S., 2015. Tahıl Depolamada Depolamanın Temel Prensipleri.

- Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya. (Erişim Tarihi:05.08.2015).  
<http://tr.millermagazine.com/?p=608>
- [3] Dizlek , H., Gül, H., Kılıçdağı, R., 2008. Tahılların Depolanmasında En Sık Karşılaşılan Sorunlar ve Bu Sorunların Çözüm Önerileri . Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs Erzurum, 391-394s.
- [4] Şahin, M. A., 2008, Nane türlerinin *Sitophilus granarius* L. ve *Sitophilus oryzae* L.'ye İnsektisidal Etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 38s, Tokat.
- [5] Kasap, İ., Aktuğ, Y., 2004. Bazı Tarımsal Savaş İlaçlarının Avcı Böcek *Stethorus punctillum* Weise(Coleoptera: Coccinellidae) Üzerine Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 14(1), 53-58s.
- [6] Karman, M., 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler, Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. T. C. Tarım Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, 279s.
- [7] Sokal, R. R., Rohlf, F. J., 1981. Biometry. W. H. Freeman and Co., San Fran-sisco, 859 pp.
- [8] Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal Economic Entomology, 18, 265-267s.
- [9] Bello, G. D., Padin, S., Lopez-Lastra C., Fabrizio, M., 2000. Laboratory evaluation of chemical-biological control of the rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in stored grains. Journal of Stored Products Research, 37(1), 77-84.
- [10] Batta, Y. A., 2004. Control of rice weevil (L., Coleoptera:Curculionidae) with variousformulations of *Metarhizium anisopliae*. Crop Protection, 23, 103-108.
- [11] Batta, Y. A., 2008. Control of Main Stored-Grain Insects with New Formulations of Entomopathogenic Fungi in Diatomaceous Earth Dusts. International Journal of Food Engineering, 4(1), 1-16.
- [12] Kassaye, A., 2010, Susceptibility of the Rice Weevil, *Sitophilus Oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) to Native Entomopathogenic Fungal Isolates. Addis Ababa University, Department of Biology, M.Sc. thesis, 51p, Ethiopia.
- [13] Miranpuri, G.S. and G.G. Khachatourians, 1995. Entomopathogenicity of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin and *Verticillium lecanii* (Zimmerman) toward English Grain Aphid, *Sitobion avenae* (Fab.) (Homoptera: Aphididae). J. Insect Sci., 8: 34-9
- [14] Rupp, M.M.M., Cruz, M. E.da S., Collella, J.C.T., Souza Junior, S. P., Schwan-Estrada, K. R.F., Cruz, M.J.da S., Fiori-Tutida, A. C., 2006. Evaluation of toxic effect of plant extracts on adults of *Sitophilus oryzae* L., 1763 (Col., Curculionidae). 9th International Working Conference on Stored Product Protection, 15 - 18 October, Brasil, 883-889.
- [15] Rani, P. U., 2012. Fumigant and contact toxic potential of essential oils from plant extracts against stored product pests. Journal of Biopesticides, 5(8), 120-128.
- [16] Hamza, A. F., El-Orabi, M. N., Gharieb, O. H., El-Saeedy, A-H. A., Hussein, A-R. E., 2016. Response of *Sitophilus granarius* L. to fumigant toxicity of some plant volatile oils. Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 9(1), 8-14.
- [17] Suthisut, D., Fields, P. G., Chandrapatya, A., 2011. Contact Toxicity, Feeding Reduction, and Repellency of Essential. Journal of Economic Entomology, 104(4), 1445-1454.
- [18] Franz, A. R., Knaak, N., Fiuza, L. M., 2011. Toxic effects of essential plant oils in adult *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) (Coleoptera, Curculionidae). Revista Brasileira de entomologia, 55(1), 116-120.
- [19] Yılmaz, D., Kansu, İ. A., 1990. Bazı bitkisel yağların Buğdaybiti (*Sitophilus granarius* L.)'ne karşı biyolojik etkinlikleri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 14(4), 235-244.
- [20] Rajashekar, Y., Shivanandappa T., 2014. Grain Protection Potential of Decaleside II, a New Plant-Derived Natural Insecticide. Scientific Research, 2, 144-150.
- [21] Mishra, B. B., Tripathi, S. P., Tripathi, C. P. M., 2012. Repellent effect of leaves essential oils from *Eucalyptus globulus* (Mirtaceae) and *Ocimum basilicum* (Lamiaceae) against two major stored grain insect pests of Coleopterons. Journal of Nature and Science, 10(2), 50-54.
- [22] Ascher, K. R. S., 1993. Nonconventional insecticidal effects of pesticides available from the Neem tree, *Azadirachta indica*. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 22(3-4), 433-449
- [23] Schumutterer, H., 1995. The Neem Tree; Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes. VCH, 696 p, Weinheim, Germany.
- [24] Awad, T. I., Önder, F., Kısmalı, Ş., 1998. *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) ağacından elde edilen doğal pestisitler üzerinde bir inceleme. Türkiye Entomoloji Dergisi, 22(3), 225-240.
- [25] Kısmalı, Ş., Madanlar, N., 1988. *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae)'nin böceklere etkileri üzerinde bir inceleme. Türkiye Entomoloji Dergisi, 12(4), 239-249.

- [26] Huang, Y., Lam, S. L., Ho. S. H., 2000. Bioactivities of essential oil from *Elletaria cardamomum* (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and: *Tribolium castaneum* (Herbst). Journal of Stored Products Research, 36(2), 107-117.
- [27] Alkan, M., 2008. *Tanacetum abrotanifolium* (L.) Druce (Asteraceae)'un farklı kısımlarından elde edilen ekstraktların *Sitophilus oryzae* ve *Sitophilus granarius* (Col.,Curculionidae)'a olan toksisiteleri ve davranışsal etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 51s.
- [28] Stroh, J., Wan, M.T., Isman, M.B. ve Moul, D.J., 1998. Evaluation of the acute toxicity to juvenile Pacific coho salmon and rainbow trout of some plant essential oils, a formulated product, and the carrier. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 60, 923-930.