



## Bazı Biyolojik İnsektisitlerin *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) Üzerindeki Etkileri

Effects of Some Biological Insecticides on *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)

Serhat Gökhan DURNA<sup>1</sup>, Ali KAYAHAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Yozgat, Türkiye  
• [sgdurna139@gmail.com](mailto:sgdurna139@gmail.com) • ORCID > 0000-0003-2169-6652

<sup>2</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Yozgat, Türkiye  
• [aalikayahan@gmail.com](mailto:aalikayahan@gmail.com) • ORCID > 0000-0002-3671-254X

### Makale Bilgisi / Article Information

**Makale Türü / Article Types:** Araştırma Makalesi / Research Article

**Geliş Tarihi / Received:** 8 Ekim / October 2020

**Kabul Tarihi / Accepted:** 14 Ekim / October 2021

**Yıl / Year:** 2022 | **Cilt – Volume:** 37 | **Sayı – Issue:** 1 | **Sayfa / Pages:** 1-12

**Atıf/Cite as:** Durna, S. G. ve Kayahan, A. "Bazı Biyolojik İnsektisitlerin *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) Üzerindeki Etkileri - Effects of Some Biological Insecticides on *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)". Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi - Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 37(1), Şubat 2022: 1-12.  
<https://doi.org/10.7161/omuanajas.803777>

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: [aalikayahan@gmail.com](mailto:aalikayahan@gmail.com)



## BAZI BİYOLOJİK İNSEKTİSİTLERİN TRİBOLİUM CASTANEUM (HERBST) (COLEOPTERA: TENEBRIONİDAE) ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

### ÖZ:

Bu çalışmada bitkisel bir insektisit olan Azadirachtin, bunun yanında entomopatojen fungus olan *Verticillium lecani*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoreus* etken maddeli ticari preparatların *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Denemelerde biyolojik insektisitlerin önerilen dozları uygulanarak 1, 3, 5, 7, 14 ve 21 gün sonra canlı-ölü bireyler sayılmış ve ölüm yüzdeleri hesaplanmıştır. Uygulamalardan sonra Abbott formülüne göre bu insektisitlerin etki dereceleri belirlenmiştir. Sonuçlara göre; 21. günde yapılan sayımlarda ölüm yüzdeleri sırasıyla %71.58, %42.11, %63.16, %53.68, %36.84 olarak hesaplanmıştır (Abbott). Elde edilen veriler incelendiğinde uygulanan biyolojik preparatların zararlı üzerinde 14. günden itibaren etkili olmaya başladığı saptanarak zararlının kontrolünde kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Azadirachtin*, *Depo Zararlısı*, *Entomopatojen Fungus*, *Un biti*



## EFFECTS OF SOME BIOLOGICAL INSECTICIDES ON TRIBOLİUM CASTANEUM (HERBST) (COLEOPTERA: TENEBRIONİDAE)

### ABSTRACT:

In this study, the effects of Azadirachtin which is a herbal insecticide, besides that *Verticillium lecani*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoreus* which are entomopathogenic fungi on the *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) were investigated. In the trials, the recommended doses of biological insecticides were applied, live-dead individuals were counted after 1, 3, 5, 7, 14 and 21 days and death percentages were calculated. After trials, the effect degrees of these insecticides were determined according to the Abbott formula. According to the results; in the counts made on the 21st day, death percentages were calculated as 71.58%, 42.11%, 63.16%, 53.68%, 36.84%, respectively (Abbott). When the data obtained were examined, it was determined that the applied biological preparations started to be effective on the pest from the 14th day, and it was concluded that they could be used in the control of the pest.

**Keywords:** *Azadirachtin*, *Stored Pests*, *Entomopatogenic Fungi*, *Red Flour Beetle*



## 1. GİRİŞ

Dünya geneline son yıllara bakıldığında nüfus yoğunluğu gün geçtikçe artmakta ve buna bağlı olarak ihtiyaç duyulan besin miktarında da artışlar gözlenmektedir. Bu sebeple insan beslenmesinde önemli bir yeri olan tarımsal üretimden yüksek verim elde etmek için farklı yöntemlerin geliştirilmesi ve bu alandaki tarımsal zararlılardan korunması önemlidir (Schöller ve ark., 1997; Azizoglu ve ark., 2011). Bahsedilen bu tarımsal zararlılarla uzun süredir kimyasal savaşım devam etmektedir (Jackson ve Jaronski, 2009). Son yıllarda yapılan çalışmalara bakıldığında ise yoğun şekilde kimyasal kullanımı insan sağlığı, gıda güvenliği ve çevre üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır (Moore ve Prior, 1993; Arthur, 1996; Zettler ve Arthur, 2000; Ayvaz ve ark., 2008; Teng ve ark., 2013; Zhang ve ark., 2016; Tang ve ark., 2018; Perez-Parada ve ark., 2018; Al-Ghaim ve ark., 2019).

Tarımsal üretimde tahıl üretimi hem dünyada hem de ülkemizde ilk sıralarda yer almaktadır. Ülkemizde üretilen tahılların başında buğday ve arpa gelmektedir. Yaklaşık 73 milyon dekar alanda tarımı yapılan buğdayın yıllık üretimi 20 milyon tondur. İkinci ürün olan arpanın ise yaklaşık 26 milyon dekar alanda tarımı yapılmakta olup, yıllık 7 milyon ton üretildiği görülmektedir (Anonim, 2019). Bahsedilen bu tahılların hasattan itibaren tüketilinceye kadar en az kayıp verdirilerek depolanması ve korunması gerekmektedir. Burada ürünlerin kalitesini ve kantitesini olumsuz yönde etkileyen organizmaların ve ortamdaki miktarlarının belirlenmesi önem arz etmektedir (Bağcı ve ark., 2014). Depo zararlıları ürünlerde dolaylı veya doğrudan şekilde beslenerek zarar yapabilmektedir. Bunlar üründe tohumluk özelliğinin düşmesine, ağırlık kayıplarına, kalite ve besin değerlerinde olumsuz yönde değişimlere yol açarak ticari değerinin düşmesine neden olmaktadır (Boxall, 2001).

Depo zararlılarından olan un biti *Tribolium castaneum*, depolanmış ürünlerin özellikle de buğdaydan elde edilen ürünlerde (un vb.) zararlı olmakta birlikte dünya çapında yaygın bir zararlıdır. Bu tür aynı zamanda makarna, kurutulmuş meyvelerde, bisküvi ve fındık gibi ürünlerde de zarar oluşturmak suretiyle kayıplara neden olmaktadır (Sinha ve Watters, 1985; Mills ve Pedersen, 1990; Karunakaran ve ark., 2004). Aynı zamanda bu zararlı çok yüksek üreme potansiyeline sahiptir (Prakash ve ark., 1987).

Bu ve buna benzer zararlıların ekonomik kaybının önüne geçebilmek için üreticiler değişik yöntemleri tercih etmektedir. Depolanmış ürünlerin korunması amacıyla genellikle pestisitler (özellikle insektisitler) kullanılmaktadır. Depo zararlılarını yok etmek amacıyla kullanılan insektisitler zararlılara karşı etkili bir yöntem olsa da çevre ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Emekçi ve Ferizli, 2000). Kimyasal savaşımında kullanılan fumigasyon yöntemi dünyada ve ül-

kemizde depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede sık sık tercih edilmektedir. Bu yöntem hızlı ve düşük maliyeti sayesinde bahsedilen zararlılarla savaşımında çözümler sağlamaktadır (Banks, 1994). Kimyasal mücadele dışında uygulanan mücadele yöntemleri konusunda en yaygın uygulamayı hermetik depolama ve havalandırma almaktadır (Donahaye, 2000). Bunun yanında son yıllarda düşük ve yüksek sıcaklıklardan yararlanma da kimyasal içermeyen diğer bir uygulama yöntemidir (Fields, 1992). Bu yöntemlerin yanında depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede entegre mücadele yöntemleri söz konusudur (Adler, 2004).

Tarımsal ürünlerde ortaya çıkan sorunlar yoğun şekilde uygulanan kimyasal mücadeleye alternatif yöntemlerin geliştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Mikrobiyal savaşım, zararlılarla mücadelede çoğunlukla kullanılan yöntemlerdendir (Lacey ve Goettel, 1995). Bu mücadele yöntemi içerisinde yer alan entomopatojen funguslar önemli bir yer tutmaktadır. Bu entomopatojenlerin ticari olarak da satışı yapılmakta ve bunlar zararlı organizmalarla savaşımında 100 yılı aşkın bir süredir başarılı şekilde kullanılmaktadır (Sevim ve ark., 2015). Günümüze kadar, yaklaşık 90 cinsle ait 700 entomopatojenik fungus türü tanımlanmakla birlikte, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Isaria fumosorosea* (= *Paecilomyces fumosoroseus*) ve *Verticillium lecanii* gibi bazı türler birçok ülkede çok fazla sayıda zararlıyla savaşımında sıklıkla uygulanmaktadır (Rath, 2000; Meyling, 2008). Bahsedilen yararlı grubu diğer savaşım yöntemlerinden farklı olarak değişik avantajlara (zararlının her döneminde etkili olma, memeliler üzerinde düşük toksisite gösterme vb.) sahip olmasının yanında kimyasal insektisitlere oranla daha geç etki etme, fazla nem ihtiyacı, fungusitlerle birlikte kullanılamama gibi dezavantajları da vardır (Sevim ve ark., 2015). Entomopatojen funguslar böcekleri enfekte ederken çoğunlukla deri, trake ve yaralanmış vücut bölgelerini tercih ederler. Buna ek olarak sindirim sistemi ve diğer açıklıklar yoluyla da enfeksiyon gerçekleştirebilmektedir. Bahsedilen funguslar ilk olarak bir spor üretir, üretilen spor böcek kütikulasına nüfuz eder ve burada çimlenir. Böceğin hemoseline ulaşan sporlar toksin üreterek böceğin ölümüne yol açar (Shah ve Pell, 2003; Goettel ve ark., 2005; Batta ve Kavalieratos, 2018; Karabörklü ve ark., 2014). Tarımda zararlı böceklerle karşı güçlü bir insektisit etki gösteren ve yaygın olarak kullanılan bitki türü *Azadirachta indica*'dır. Bu bitki böceklerde ölüm oranlarının artmasına sebep olurken; yumurtlama, beslenme ve gelişimleri üzerinde de olumsuz etkileri görülmektedir. Buradaki olumsuz etkilerin özellikle zararlılar üzerinde arttığı da bildirilmiştir (Castagnoli ve ark., 2005; Charleston ve ark., 2006; Seljåsen ve Meadow, 2006; Göçmen ve ark., 2007; Duso ve ark., 2008; Uçak ve ark., 2014; Sayeda ve El-Mogy, 2011; Schneider ve ark., 2017).

Bu çalışmada bitkisel bir insektisit olan Nimbecidine (0,3 g/l Azadirachtin), entomopatojen fungus olan ve ticari olarak piyasada bulunan Nibortem (% 1,5 *Verticillium lecanii* strain, 1x10<sup>8</sup> konidi/ml), Met52 (*Metarhizium anisopliae*, 1x10<sup>8</sup>

konidi/ml), Nostalgist (% 1,5 *Beauveria bassiana* strain, 1x108 konidi/ml), Priority (% 1,5 *Paecilomyces fumosoreus* strain, 1x108 konidi/ml) ticari preparatlarının *T. castaneum* üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada depo zararlılarına karşı uygulanan kimyasalların kullanımını ve çevreye olan olumsuz etkilerinden dolayı alternatif mücadele etmenlerinden olan biyoinspektisitlerin etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada denemenin ana materyallerini un biti (*Tribolium castaneum*) ve Nimbecidine (0,3 g/l Azadirachtin), Nibortem (% 1,5 *Verticillium lecani* strain, 1x108 konidi/ml), Met52 (*Metarhizium anisopliae*, 1x108 konidi/ml), Nostalgist (% 1,5 *Beauveria bassiana* strain, 1x108 konidi/ml), Priority (% 1,5 *Paecilomyces fumosoreus* strain, 1x108 konidi/ml) oluşturmaktadır. Kontrol grubu olarak saf su kullanılırken; kullanılan insektisitler Agrobrest Grup firmasından temin edilmiştir.

### 2.1 *Tribolium castaneum* Üretimi

*Tribolium castaneum* ergin bireyleri Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nde üretilmekte olan stok kültürden sağlanmıştır. Bu kitle üretimden alınan bireyler (erkek-dişi), içerisinde 1:1:1 oranında bisküvi:kepek:un karışımı bulunan 10x15x10 cm ölçülerindeki plastik kaplara alınmış ve yumurta bırakması için bekletilmiştir. Denemelerde kullanılan ergin bireyler bu kitle üretimden sağlanmıştır.

### 2.2 Denemelerin Kurulması

Bu çalışmada bitkisel bir insektisit olan Nimbecidine (0.3 g/l Azadirachtin), bunun yanında entomopatojen fungus olarak görev yapan, Nibortem (% 1.5 *Verticillium lecani* strain, 1x108 konidi/ml), Met52 (*Metarhizium anisopliae*, 1x108 konidi/ml), Nostalgist (% 1.5 *Beauveria bassiana* strain, 1x108 konidi/ml), Priority (% 1.5 *Paecilomyces fumosoreus* strain, 1x108 konidi/ml) ticari preparatları kullanılmıştır. Bu insektisitler kullanılırken üzerindeki önerilen dozlar hazırlanmış ve karışım için saf su kullanılmıştır.

*Tribolium castaneum* ergin bireyleri denemede kullanılmak üzere ayrı bir petri kapları içerisine samur fırça yardımıyla 10'ar adet olacak şekilde alınmıştır. Hazırlanan solüsyonlar petri kabının tamamına yayılacak şekilde püskürtülmüş ve her bir bireyin üzerine solüsyon geldiğine emin olduktan sonra petri kaplarına böceklerin beslenebilecekleri kadar bisküvi:kepek:un karışımından ilave edilmiştir. Bu denemelerde 6 cm çapındaki petri kapları kullanılmıştır. Denemeler her bir preparat (kontrol uygulaması dâhil) 10 tekerrürlü ve her bir tekrarda 10 birey olacak

şekilde düzenlenmiştir. Uygulama yapıldıktan 1, 3, 5, 7, 14 ve 21 gün sonra petri kapları içindeki ölü ve canlı bireyler sayılmış ve kaydedilmiştir. Yapılan üretimler ve denemelerin tamamı  $25\pm 1$  °C,  $60\pm 5$  orantılı nem 16:8 (aydınlık:karanlık) aydınlatma koşullarına sahip odada gerçekleştirilmiştir.

### 2.3 İstatistiksel Analizler

Canlı ve ölü bireyler üzerinden ölüm oranlarını belirlemek için Abbott formülü kullanılmış ve ölüm oranlarının yüzdesi hesaplanmıştır. Elde edilen verilere bakılarak uygulaması yapılan bitkisel yağların *T. castaneum* üzerindeki etkinlikleri belirlenmiştir. Daha sonra canlı bireyler üzerinden varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar TUKEY çoklu karşılaştırma testine göre karşılaştırılmıştır. Verilerin analizleri Minitab (ver. 16) istatistik uygulaması kullanılarak değerlendirilmiştir.

$$\text{Abbott} = \frac{(\text{Kontroldeki canlı birey sayısı} - \text{Uygulamadaki canlı birey sayısı})}{\text{Kontroldeki canlı birey sayısı}} \times 100$$

(Abbott, 1925).

### 3. Bulgular ve Tartışma

Denemelerin ilk aşamasında *T. castaneum*'a karşı uygulanan biyolojik preparatların zararlı üzerindeki ölüm oranları belirlenmiştir. Denemelerden elde edilen verilere göre canlı ve ölü bireyler üzerinden ölüm oranlarını belirlenmiştir. Biyolojik preparatların etkileri incelendiğinde; 14. günde yapılan sayımlarda ölüm yüzdeleri sırasıyla %55.21 , %29.17, %40.63, %31.25 ve %27.08 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1). Elde edilen verilere göre *T. castaneum* üzerinde en etkili olanların *Azadirachtin* ve *M. anisopliae* etken maddeli biyoinsektisitler olduğu görülmektedir.

**Çizelge 1.** Uygulanan biyolojik insektisitlerin *Tribolium castaneum* üzerindeki etkileri (Abbott) (%)

**Table 1.** Effects of applied biological insecticides on *Tribolium castaneum* (Abbott) (%)

Zaman	Nimbecidine	Nibortem	Met52	Nostalgist	Priority
1.gün	5	0	0	0	0
3. gün	15	1	3	1	1
5. gün	24	3	9	6	3
7. gün	46.47	10.10	20.20	10.10	7.07
14. gün	55.21	29.17	40.63	31.25	27.08
21. gün	71.58	42.11	63.16	53.68	36.84

Canlı bireyler üzerinden yapılan istatistiksel analiz değerlendirildiğinde uygulamalar arasında *T. castaneum*'u etkilemesi bakımından istatistiksel bir farkın olduğu gözlenmiştir ( $P < 0,05$ ). Sayımların on dördüncü gününde en düşük canlı birey sayısı *Azadirachtin* etkili maddeli insektisitte gözlenirken; bundan sonra en az canlı birey sayısı *M. anisopliae* etken maddeli insektisitte görülmüştür. Uygulanan diğer insektisitlerin etkinlikleri de çizelgede verilmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Uygulanan biyolojik insektisitlerin *Tribolium castaneum* üzerindeki etkileri (Canlı birey sayıları)

**Table 2.** Effects of applied biological insecticides on *Tribolium castaneum* (Number of live individuals)

	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	14. gün	21. gün
Nimbecidine	9.5±0.167 b	8.5±0.373 b	7.6±0.499 b	5.3±0.396 c	4.3±0.367 c	2.7±0.213 e
Nibortem	10.0±0.00 a	9.9±0.100 a	9.7±0.213 a	8.9±0.379 ab	6.8±0.249 b	5.5±0.269 bc
Met52	10.0±0.00 a	9.7±0.213 a	9.1±0.348 a	7.9±0.567 b	5.7±0.539 bc	3.5±0.373 de
Nostalgist	10.0±0.00 a	9.9±0.100 a	9.4±0.267 a	8.9±0.407 ab	6.6±0.340 b	4.4±0.267 cd
Priority	10.0±0.00 a	9.9±0.100 a	9.7±0.213 a	9.2±0.249 ab	7.0±0.333 b	6.0±0.258 b
Kontrol	10.0±0.00 a	10.0±0.00 a	10.0±0.00 a	9.9±0.100 a	9.6±0.221 a	9.5±0.224 a

\*Aynı sütundaki farklı harfler uygulamalar arasında istatistiksel bir farkın olduğunu göstermektedir ( $F_{1.gün}:9 / P_{1.gün}:0.001$ ;  $F_{3.gün}:9.15 / P_{3.gün}:0.001$ ;  $F_{5.gün}:8.42 / P_{5.gün}:0.001$ ;  $F_{7.gün}:18.49 / P_{7.gün}:0.001$ ;  $F_{14.gün}:24.05 / P_{14.gün}:0.001$ ;  $F_{21.gün}:78.23 / P_{21.gün}:0.001$ ).

Bitkisel kökenli pestisitlerin zararlılar üzerindeki etkilerini araştırmak üzere son yıllarda çalışmaların arttığı görülmektedir. Bu çalışmalarda en çok üzerinde durulan gruplar Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Labiateae, Piperaceae, ve Annonaceae familyalarıdır (Schoonhoven, 1982; Jacobson, 1989; Isman, 1995). Günümüzde ticari olarak piyasada bulunan *Azadirachtin*, Neem ağacı (*Azadirachta indica*, Meliaceae)'ndan elde edilmiştir ve pek çok zararlı böceğe karşı beslenmeyi ve büyümeyi engelleyici olarak kullanılmaktadır (Isman, 1997; Kısmalı ve Madanlar, 1988; Castagnoli ve ark., 2005; Charleston ve ark., 2006; Seljäsén ve Meadow, 2006; Göçmen ve ark., 2007; Duso ve ark., 2008; Uçak ve ark., 2014; Sayeda ve El-Mogy, 2011; Schneider ve ark., 2017). Bunun yanında Pimpinella anisum'dan elde edilen bir fenilpropanoid olan trans-anetholün Coleoptera, Hymenoptera ve Lepidoptera takımından birçok zararlı türe etkili olduğu bilinmektedir (Saraç ve Tuñç, 1995 a; b; Ho ve ark., 1997a; b; Kelm ve ark., 1997). Tarımsal zararlılarla savaşmada kullanılan biyopestisitlerin etkileri tam olarak bilinmese de onlar üzerinde değişik etkilere sahip oldukları görülmektedir. Bu sebeple kullanılan biyoinsektisitlerin dozu, konsantrasyonu ve uygulama sıklığı oldukça önemlidir (Bakkali ve ark., 2008).

Tarımda zararlı olan böceklerle karşı savaşmada yukarıdaki uygulamalara ek olarak fungus, virüs, bakteri, protozoa ve nematodlar gibi etkili ve çevreye dost mikrobiyal patojen kullanılmaktadır. Entomopatojen fungus olarak adlandırılan ve diğer entomopatojenlere göre daha geniş konukçuya sahip olan fungusların Lepidoptera, Homoptera ve Diptera takımlarındaki böcekler üzerinde etkili oldukları bilinmektedir (Deacon, 1983). Bitki üzerinde entomopatojen fungus ile enfekte olmuş olan zararlı organizmalar toprağa geçtiklerinde toprak içerisinde önemli düzeyde fungus rezervini oluşturmaktadır. Buna ek olarak toprak ortamı UV ışınlarına karşı tampon görevi gördüğü için funguslar uzun süre canlılığını korumaktadır (Samson ve ark., 1988; Keller ve Zimmermann, 1989). Bahsedilen funguslardan olan *B. bassiana*, tarımsal ekosistemde toprakta çok sık rastlanmakta ve dünya genelinde yayılış gösteren, geniş konukçu yelpazesine sahip entomopatojenik bir fungustur (McCoy, 1990; Roberts ve St. Leger, 2004; Rehner, 2005).

Çalışma sonucunda elde edilen verilere bakıldığında depolanmış ürünlerde ekonomik zarara neden olan *T. castaneum*'a karşı bir bitkisel insektisit ve dört entomopatojen fungusun etkileri ayrı ayrı belirlenmiştir. Sonuçlara göre uygulanan biyolojik preparatların (özellikle funguslar) bahsedilen zararlı üzerinde 14. günden itibaren etkili olmaya başladıkları saptanmış ve etkilerin sonraki günlerde daha da arttığı gözlenmiştir.



#### 4. SONUÇ

Çalışma sonunda elde edilen veriler incelendiğinde *T. castaneum* üzerinde en etkili preparatların Azadirachtin ve *M. anisopliae* etken maddeli biyoinspektisitler olduğu görülmektedir. Laboratuvar ortamında petri kapları içerisinde yürütülen bu çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde piyasada bulunan bazı biyolojik insektisitlerin un biti üzerinde etkili olduğu gözlenmiştir. Ürünlerin depolandığı koşullar ele alındığında uygulanan biyoinspektisitlerin etkisi açısından, böceğin yaşadığı alanın boyut olarak büyümesi, uygulanan biyolojik insektisitlerin depolanmış ürünlerde nasıl bir etki göstereceği (özellikle funguslar) gibi parametrelerde ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple biyoinspektisitlerin etkisini daha iyi belirlemek adına, çalışmada kullanılan preparatların depo koşullarında da denemelerinin yürütülmesi gerektiği düşünülmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Adler, C., 2004. Integrated stored product protection methods to replace the use of methyl bromide for pest control in grains, dried fruits and nuts. *International Conference on Alternatives to Methyl Bromide, Proceedings Book*, 227-231, 27-30 September, Lisbon, Portugal.
- Al-Ghanim, K.A., Mahboob, S., Vijayaraghavan, P., Al-Misned, F.A., Kim, Y.O., Kim, H.J., 2019. Sublethal effect of synthetic pyrethroid pesticide on metabolic enzymes and protein profile of non-target Zebra fish, *Danio rerio*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(1): 441-447. doi:10.1016/j.sjbs.2019.11.005
- Anonim, 2019. Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Alan ve Üretim Miktarları (Seçilmiş Ürünlerde). [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001) (Erişim tarihi:20.03.2019).
- Arthur, F.H., 1996. Grain protectants: current status and prospects for the future. *Journal of Stored Products Research*, 32: 293-302. doi: 10.1016/S0022-474X(96)00033-1.
- Ayvaz, A., Albayrak, S., Karabörklü, S., 2008. Gamma radiation sensitivity of the eggs, larvae and pupae of Indian meal moth *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). *Pest Management Science*, 64: 505-512. doi: 10.1002/ps.1526.
- Azizoglu, U., Yılmaz, S., Karabörklü, S., Ayvaz A., 2011. Ovicidal activity of microwave and UV radiations on mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae). *Turkish Journal of Entomology*, 35: 437-446.
- Bağcı, F., Yılmaz, A., Ertürk, S., 2014. Ankara ili hububat depolarında bulunan zararlı böcek türleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 54(1): 69-78.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils a review, *Food and Chemical Toxicology*, 46: 446-475. doi:10.1016/j.fct.2007.09.106.
- Banks, H.J., 1994. Fumigation- an endangered technology? In: Highley, E., Wright, E. J., Banks, H. J., Champ, B. R. (Eds.). *Proceedings of the Sixth International Wkg. Conference on Stored-product Protection*, Vol:1: 2-6, 17-23 April, Canberra, Australia.
- Batta, Y.A., Kavallieratos N.G., 2018. The use of entomopathogenic fungi for the control of stored-grain insects. *International Journal of Pest Management*, 64(1): 77-87. doi: 10.1080/09670874.2017.1329565.
- Boxall, R.A., 2001. Post-harvest losses to insect-a world overview. *International Biodeterioration & Biodegradation* 48: 137-152. doi: 10.1016/S0964-8305(01)00076-2.
- Castagnoli, M., Liguori, M., Simoni, S., Duso, C., 2005. Toxicity of some insecticides to *Tetranychus urticae*, *Neosilus californicus*, *Tydeus californicus*. *Biocontrol*, 50: 611-622. doi: 10.1007/s10526-004-8121-7.
- Charleston, D.S., Kfir, R., Dicke, M., Vet, L.E.M., 2006. Impact of botanical extracts derived from *Melia azedarach*

- and *Azadirachta indica* on populations of *Plutella xylostella* and its natural enemies: a field test of laboratory findings. *Biological Control*, 39: 105-114. doi: 10.1016/j.biocontrol.2006.05.012.
- Deacon, J.W., 1983. *Microbial control of plant pests and diseases*. Van Nostrand Reinhold Co, Wokingham, UK.
- Donahaye, E.J., 2000. Current status of non-residual control methods against stored product pests. *Crop Protection*, 19: 571-576. doi: 10.1016/S0261-2194(00)00074-0.
- Duso, C., Malagnini, V.P., Castognali, M., Liguori, M., Simoni, S., 2008. Comparative toxicity of botanical and reduced-risk insecticides to Mediterranean populations of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae). *Biological Control*, 47: 16-21. doi: 10.1016/j.biocontrol.2008.06.011.
- Emekçi, M., Ferizli, A.G., 2000. Current status of stored product protection in Turkey. IOBC/WPRS Study Group Integrated Protection of Stored Products, Berlin, IOBC wprs Bulletin, Vol. 23(10): 39-45.
- Fileds, P. G., 1992. The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures. *Journal of Stored Product Research*, 28: 89-118. doi: 10.1016/0022-474X(92)90018-L.
- Goettel, M.S., Eilenberg, J., Glare, T., 2005. Entomopathogenic fungi and their role in regulation of insect populations. In: L.I. Gilbert, K. Iatrou, S.S. Gill (Eds), *Comprehensive Molecular Insect Science*. Elsevier, Amsterdam. pp 361- 405.
- Göçmen, H., Topakçı, N., İkten, C., 2007. Pamuk Beyazsineği *Bemisia tabaci* (genn) (Homoptera: Aleyrodidae)'ye karşı *Azadirachta indica* etkinliği üzerine bir araştırma. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 119-126.
- Ho, S.H., Ma, Y., Huang, Y., 1997a. Anethole, a potential insecticide from *Illicium verum*, against two stored product insects. *International Pest Control*, 39: 50-51.
- Ho, S.H., Koh, L., Ma, Y., Huang, Y., Sim, K.Y. 1997b. The oils 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. doi: 10.1016/0925-5214(96)00018-X.
- Isman, M.B., 1995. Leads and prospects for the development of new botanical insecticides. *Rev. Pestic. Toxicol.*, 3: 1-20.
- Isman, M.B., 1997. Neem and other botanical insecticides: Barriers to Commercialization. *Phytoparasitica*, 25: 339-344. doi: 10.1007/BF02981099.
- Jackson, M.A., Jaronski, S.T., 2009. Production of microsclerotia of the fungal entomopathogen *Metarhizium anisopliae* and their potential for use as a biocontrol agent for soil-inhabiting insects. *Mycological Research*, 113: 842-850. doi: 10.1016/j.mycres.2009.03.004.
- Jacobson, M., 1989. Botanical Insecticides. Past, Present and Future. In: Arnason, J.T., Philogene, B.J.R., Morand, P. (Eds), *Insecticides of Plant Origin*. Am. Chem. Soc. Symp. Ser. 387, 1-10.
- Karabörklü, S., Ayvaz, A., Yılmaz, S., Azizoglu, U., Akbulut, M., 2014. Native entomopathogenic nematodes isolated from Turkey and their effectiveness on pine processionary moth, *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams. *International Journal of Pest Management*, 61(1): 3-8. doi: 10.1080/09670874.2014.984256.
- Karunakaran, C., Jayas, D.S., White, N.D.G., 2004. Identification of wheat kernels damaged by the red flour beetle using X-ray image. *Biosys. Engin.*, 87(3): 267-274. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2003.12.002.
- Keller, S., Zimmerman, G. 1989. Mycopathogens of soil insects. In: Wilding, N., Collins, N.M., Hammond, P.M., Webber, J.F. (Eds.), *Insect-Fungus Interactions*. Academic Press, pp. 240-270. London.
- Kelm, M.A., Nair, M.G., Schutzki, R.A., 1997. Mosquitocidal Compounds from *Magnolia salicifolia*. *International Journal Pharmacognosy*, 35: 84-90. doi: 10.1076/phbi.35.2.84.13279.
- Kısmalı, Ş., Madanlar, N., 1988. *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae)'nin böceklerle etkileri üzerinde bir inceleme. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 12(4), 239-249.
- Lacey, L.A., Goettel, M.S., 1995. Current developments in microbial control of insect pests and prospects for the early 21st century. *Entomophaga*, 40: 3-27. doi: 10.1007/BF02372677.
- McCoy, C.W., 1990. Entomogenous fungi as microbial pesticides. In: R.R. Baker and P.E. Dunn (eds), *New Direction in Biological Control*. A.R. Liss, New York, pp. 139-159.
- Meyling, N.V., 2008. PCR-Based Characterisation of Entomopathogenic Fungi for Ecological Studies, 14p, Vegqure, Copenhagen.
- Mills, R., Pedersen, J., 1990. *A flour mill sanitation manual*. Eagan Press, 1600 pp, St. Paul, MN.
- Moore, D., Prior C., 1993. The potential of mycoinsecticides. *Biocontrol News and Information*, 14: 31-40.
- Perez-Parada, A., Goyenola, G., de Mello, F.T., Heinzen, H., 2018. Recent advances and open questions around pesticide dynamics and effects on freshwater fishes. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 4: 38-44. doi: 10.1016/j.coesh.2018.08.004.

- Prakash, A., Rao, J., Pasalu, I.C., Mathur, K.C., 1987. Rice Storage and insect pests management. BR Publishing Corporation, 337p, New Delhi.
- Rath, A.C., 2000. The use of entomopathogenic fungi for control of termites. *Biocontrol Science and Technology*, 10: 563-581. doi: 10.1080/095831500750016370.
- Rehner, S.A., 2005. Phylogenetics of the insect pathogenic genus *Beauveria*. In: Vega, F.E., Blackwell, M. (Eds.), *Insect-Fungal Associations: Ecology and Evolution*. Oxford University Press, pp. 3-27.
- Roberts, D.W., St. Leger, R.J., 2004. *Metarhizium* spp., cosmopolitan insect-pathogenic fungi: Mycological aspects. *Advances in Applied Microbiology*, 54: 1-70. doi: 10.1016/S0065-2164(04)54001-7.
- Samson, R.A., Evans, H.C., Latge, J.P., 1988. Atlas of entomopathogenic fungi. Springer-Verlag, New York.
- Saraç, A., Tunç, I., 1995b. Residual toxicity and repellency of essential oils to store product insects. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 102: 429-434.
- Saraç, A., Tunç, I., 1995a. Toxicity of essential oil vapours to store-product insects. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 102: 69-74.
- Sayed, S.A., El-Mogy, M.M., 2011. Field evaluation of some biological formulations against *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) in onion. *World Applied Sciences Journal*, 14(1): 51-58.
- Schneider, L.C.L., Silva, C.V., Conte, H., 2017. Toxic effect of commercial formulations of neem oil, *Azadirachta indica* A. Juss., in pupae and adults of the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae). *Arq. Inst. Biol.*, doi: 10.1590/1808-16570.00432.014.
- Schoonhoven, L.M., 1982. Biological aspects of antifeedants. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 31: 57-69. doi: 10.1111/j.1570-7458.1982.tb03119.x.
- Schöller, M., Prozell, S., Al-Kirshi, A. G., Reichmuth, C., 1997. Towards biological control as a major component of integrated pest management in stored product protection. *Journal of Stored Products Research*, 33 (1): 81-97. doi: 10.1016/S0022-474X(96)00048-3.
- Seljäsen, R., Meadow, R., 2006. Effects of neem on oviposition and egg and larval development of *Mamestra brassicae* L. dose response, residual activity, repellent effect and systemic activity in cabbage plants. *Crop Protection*, 25: 338-345. doi: 10.1016/j.cropro.2005.05.007.
- Sevim, A., Sevim, E., Demirbağ, Z., 2015. Entomopatogenik fungusların genel biyolojileri ve Türkiye’de zararlı böceklerin mücadelesinde kullanıma potansiyelleri. *Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1): 115-147. doi: 10.18185/eufbed.33883.
- Shah, P.A., Pell, J.K., 2003. Entomopathogenic fungi as biological control agents. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 61: 413-423. doi: 10.1007/s00253-003-1240-8.
- Sinha, R.N., Watters, F.L., 1985. Insect pests of flour mills, grain elevators, and feed mills and their control. Agriculture Canada, Winnipeg, M.B., Canada.
- Tang, W., Wang, D., Wang, J., Wu, Z., Li, L., Huang, M., Xu, S., Yan, D., 2018. Pyrethroid pesticide residues in the global environment: An overview. *Chemosphere* 191: 990-1007. doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.10.115.
- Teng, M., Zhang, H., Fu, Q., Lu, X., Chen, J., Wei, F., 2013. Irrigation-induced pollution of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in paddy field ecosystem of Liaohe River Plain, China. *Chinese Science Bulletin*, 58: 1751-1759. doi: 10.1007/s11434-013-5815-1.
- Uçak H., Karaca İ., Güven Ö., 2014. Bazı biyopestisitlerin *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thripidae: Thysanoptera)’e etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 5(2): 137-148.
- Zhang, H., Lu, X., Zhang, Y., Ma, X., Wang, S., Ni, Y., Chen, J., 2016. Bioaccumulation of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls by loaches living in rice paddy fields of Northeast China. *Environmental Pollution*, 216: 893-901. doi: 10.1016/j.envpol.2016.06.064.
- Zettler, J.L., Arthur, F.H., 2000. Chemical control of stored product insects with fumigants and residual treatments. *Crop Protection*, 19: 577-582. doi: 10.1016/S0261-2194(00)00075-2.



