

## Spinetoram'ın Börülce Tohum Böceği, *Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchninae)'a Karşı Rezidüel Toksisitesinin Belirlenmesi\*

Determination of Residual Toxicity of Spinetoram Against Cowpea Weevil, (*Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchninae))

Mert SULAR<sup>1</sup>, Özgür SAĞLAM<sup>1\*</sup>, Ali Arda IŞIKBER<sup>2</sup>

### Öz

Mevcut çalışmada laboratuvar koşullarında Spinetoram'ın solüsyon halinde nohut üzerinde *Callasobruchus maculatus* (F.) erginlerine karşı rezidüel toksisitesi araştırılmıştır. Bu kapsamda *C. maculatus* erginlerine karşı 1,3,5 ve 7 gün süreyle nohut üzerinde solüsyon halde Spinetoram'ın 6, 12, 24, 48 ve 60 ppm (mg aktif madde/l su) konsantrasyonlarında biyolojik testler yürütülmüştür. Nohut yüzeyine solüsyon halde püskürtülen Spinetoram'ın 48 ppm konsantrasyonda 5. günde ve yüksek konsantrasyonda (60 ppm) 3. günde *C. maculatus* erginlerinin hemen hemen %100' ünün felç olduğu yada öldüğü görülmüştür. Spinetoram'ın *C. maculatus* erginlerine karşı LC<sub>50</sub>, LC<sub>90</sub>, LC<sub>99</sub> değerleri sırasıyla 3.177, 45.230, 79.514 ppm bulunmuştur. Spinetoram'ın 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarında nesil ergin çıkışları sırasıyla 3 ve 1 bireyin altında kalmışken 6, 12 ve 24 ppm konsantrasyonlarda ise yeni nesil ergin çıkışları 29, 13 ve 5 birey bulunmuştur. Sonuç olarak bu çalışma Spinetoram insektisitinin ürüne solüsyon halde uygulamasının depolanmış baklagillerde sorun olan *C. maculatus* mücadelesinde kullanılabilme potansiyelini ortaya çıkarmış ve konvensiyonel sentetik insektisitlere alternatif olabileceğini göstermiştir.


**Anahtar Kelimeler:** Spinetoram, lethal doz, *Callasobruchus maculatus*, nohut, rezidüel toksisite

### Abstract

In the present study, determination of residual toxicity of Spinetoram solution efficacy was evaluated on chickpeas against adult of *Callasobruchus maculatus* (F.) under laboratory condition. In laboratory bioassay, *C. maculatus* adults on chickpeas were exposed to Spinetoram 6, 12, 24, 48 and 60 ppm (mg active substance/l water) concentrations during 1,3,5 and 7 days. %100 paralyze and mortality rate of *C. maculatus* adults were recorded on surface treated chickpeas by Spinetoram at 48 ppm day of 5 and above concentration (60 ppm) day of 3. Spinetoram LC<sub>50</sub>, LC<sub>90</sub>, LC<sub>99</sub> values of *C. maculatus* adults 3.177, 45.230, 79.514 ppm were recorded respectively. At Spinetoram concentrations of 48 and 60 ppm progeny production was less than 3 and 1 adult respectively while at 6, 12 and 24 ppm concentrations progeny production was 29, 13 and 5 adults. In conclusion, this bioassay showed potential ability to use of Spinetoram treatment as a solution on stored products against major stored leguminosae pest *C. maculatus* was revealed and to be an alternative for conventional synthetic insecticides.

**Keywords:** Spinetoram, lethal dose, *Callasobruchus maculatus*, chickpeas, residual toxicity

<sup>1</sup> Mert Sular, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ.

<sup>1\*</sup> Sorumlu yazar/Correspondence author: Özgür Sağlam, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ, E-mail: osaglam@nku.edu.tr,  OrcID: 0000-0003-3138-2884

<sup>2</sup> Ali Arda Işıkber, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş  OrcID: 0000-0003-1236-4648

**Atıf/Citation:** Sular, M., Sağlam, Ö., Işıkber, A. A. Spinetoram'ın Börülce Tohum Böceği, *Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchninae)'a karşı rezidüel toksisitesinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 133-143

\* Yüksek Lisans tezinin bir kısmından üretilmiş olup, NKUBAP.00.24.YL.15.07 no'lu proje ile desteklenmiştir.

### Extended Summary

Legumes grown as a culture plant since the beginning of human history; bean, chickpea, cowpea, red mullet, broad bean, pea lentil are important products. Legumes, which are the main source of plant proteins in human nutrition, constitute a large part of our agricultural resources both in plantation area and production in our country (Adak et al. 2010). *Callosobruchus maculatus*, known as cowpea weevil, is a species that feeds on the cowpea, chickpea and pea and provides multi generation and also causes 100% loss in stored products and 60% weight loss (Kaita et al. 2000). Major damages of Cowpea weevil are loss of weight and market value (Elhag 2000), loss of seed germination (Kayder et al. 1973, Seçkin 1981, Zeren and Yabas 1989, Baier and Webster 1992) and the reduction of protein content. Fumigation is still one of the most effective methods for prevention of storage losses. Phosphine and methyl bromide (MB) are the most common fumigants used for stored-product protection throughout the world. Spinetoram, a new member of the Spinosyn group, has been tested against pests of stored products and has been found to be effective against several species (Vassilakos et al. 2012, Vassilakos and Athanassiou 2012). In the present study, determination of residual toxicity of Spinetoram solution efficacy was evaluated on chickpeas against adult of *Callosobruchus maculatus* (F.) under laboratory condition.

**Insect culture:** Insects were reared on *Cicer arietinum* L. var. kocbasi chickpea seeds in glass jars at  $26 \pm 1$  °C temperature,  $65 \pm 5$  % RH under dark laboratory condition. New subcultures were established weekly, by removing approximately 100 beetles from each of the two oldest jars, the oldest then being discarded. In biological tests 2-3-days old adults were used.

**Commodity:** Uninfested and untreated chickpea (*Cicer arietinum* L. var. kocbasi) with  $8 \pm 0.5$  % of moisture content was used for the bioassays and insect rearing. The chickpeas were placed a freezer at  $-18$  °C for one week to destroy any remaining insects before the seed was used for insect rearing and laboratory trials.

**Insecticide and insecticide treatment:** A suspension concentrate (SC) formulation of Spinetoram (Radiant 120 SC) that contained 120 g of active ingredient (AI) per liter and was used for bioassays. 500 g of chickpea was sprayed with spinetoram at seven concentration levels: 0 (control), 6, 12, 24, 48 and 60 ppm (mg active substance/ 1 water/ 0.5 kg product).

**Bioassays:** 330 ml cylindrical glass jars were used as the experimental units for bioassays. For each spinetoram concentration, five samples, each of 100 g, were taken from each jar of treated bean and placed in vials. Then, 20 one to three-day old and mixed-sex adults of *C. maculatus* were introduced into each vial (separate vials for each concentration). All these vials were placed in incubators set at  $25 \pm 1$  °C,  $65 \pm 5$  % RH and continuous darkness. Dead (no motion) and paralysis (only moving antenna and legs) of the exposed individuals were recorded after 1, 3, 5 and 7 day of exposure in the treated and untreated substrate. After the 7 day of exposure, all adults (dead or alive) were removed and the jars returned to the experiment conditions. Forty-two days later (Rees, 2004), adult progeny emergences ( $F_1$ ) were counted in treated and untreated vials.

#### Results and discussion

Different concentrations of Spinetoram solution applied for 1, 3, 5 and 7 days exposure period was observed to have significant effect on the mortality, paralysis and paralysis + mortality rates of *C. maculatus* adults on chickpea. At the highest concentration (60 ppm) 82.5 % mortality rate was obtained after 1 day of spinetoram treatment while at same concentration 98.9 % mortality rate was achieved after 7 days of exposure time. High levels of paralysis were observed at 60 ppm concentration during 1st day of exposure time and then decreased on following exposure times. Statistically significant differences were observed between paralysis and mortality percentage rates at 12, 24 and 48 ppm concentrations of Spinetoram. After 3 days, 100% mortality + paralysis rate was observed at the highest concentration of Spinetoram (60 ppm). There were significant differences in progeny production between Spinetoram concentrations and control treatment. At 60 ppm, very low adult numbers were observed, whilst progeny production was observed at the all concentrations. These results indicated that spinetoram treatment was not completely suppress the progeny production of *C. maculatus*. In conclusion, this study showed that Spinetoram solution treatment would be potential to use of controlling major stored Leguminosae pest *C. maculatus* as an alternative for conventional synthetic insecticides.

#### Acknowledgements

This study was supported by Namık Kemal University MS research grant (NKUBAP.00.24.YL.15.07).

İnsanlık tarihinin başlangıcından beri kültür bitkisi olarak yetiştirilen baklagiller; fasulye, nohut, börülce, barbunya, bakla, bezelye mercimek önemli ürün çeşitleridir. İnsan beslenmesinde bitkisel proteinlerin ana kaynağı durumunda olan baklagiller yurdumuzda hem ekim alanı hem de üretim bakımından tarımsal kaynaklarımızın büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Adak ve ark. 2010). Yemelik baklagiller içerdiği protein, mineral maddeler ve vitaminler ile insan beslenmesinde dünyamızda ve ülkemizde tahıllardan sonra dünyamızda ve ülkemizde önemli bir gıda olarak yer almaktadır. Türkiye birçok baklagil ürününün anavatanıdır ve uzun yıllardan beri yetiştirilip fazla miktarda tüketilmektedir (Akova 2010). Toplam baklagil üretimi dikkate alındığında, Türkiye dünyanın en büyük üreticileri arasındadır. 2016 dünya verilerine göre, nohut, mercimek ve fasulyeden oluşan baklagil ekim alanı 47 524 015 ha, üretimi 45 242 202 ton (FAO,2016) ve Türkiye’de baklagil ekim alanı 7 015 846 da, üretimi 1 055 000 ton olarak gerçekleşmiştir. Toplam baklagil üretimi içerisinde nohut % 43.1, mercimek % 34.6, fasulye % 22.3 paya sahiptir. Türkiye’de 2016 yılında nohut üretim alanı 3 595 289 da, üretim miktarı 455 000 ton ve verimi 129 kg/da’dır (TÜİK 2016).

Depolanmış ürünlerde zararlıların beslenmesi sonucu ağırlık kayıpları, tohum özelliğinin düşmesi kalite besin değerlerinde istenmeyen değişiklikler meydana gelmekte ve böylece ürünün ticari değeri düşmektedir (Boxall 2001). Bruchidae familyasına bağlı baklagil tohum böceklerinin büyük çoğunluğunun esas konukçuları Leguminosae familyasına bağlı bitki türleridir (Lodos 1998). Baklagil tohum böcekleri ‘‘tek döl veren türler’’ (*Bruchus pisorum* L., *B. rufimanus* Boh., *B. lentis* Fröhl. ve *B. ervi* Fröhl.) ve ‘‘çok döl veren türler’’ (*Callosobruchus maculatus* (F.) ve *Acanthoscelides obtectus* (Say.)) olarak iki gruba ayrılır. Ülkemizde depolanmış baklagillerde saptanan en yaygın türlerin *C. maculatus* (Börülce tohum böceği) ve *A. obtectus* (Fasulye tohum böceği) olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur (Elmalı ve Toros 1990, Turanlı 2007). Börülce tohum böceği olarak bilinen *C. maculatus* börülce, nohut ve bezelyede beslenip çok döl veren bir türdür. Depolanmış ürünlerde popülasyonu her ay yeni nesil vererek hızlı bir şekilde artmaktadır (Ouedraogo ve ark. 1996). Ayrıca depolanmış ürünlerde % 100 zarar meydana getirerek % 60 ağırlık kaybına neden olmaktadır (Kaita ve ark. 2000). Başlıca zararları; ağırlık kaybı, pazar değeri kaybı (Elhag 2000) tohum çimlenme gücünün kaybı (Kayder ve ark. 1973, Seçkin 1981, Zeren ve Yabaş 1989, Baier ve Webster 1992) ve protein içeriğinde azalma şeklinde sıralamak mümkündür. Bu şekilde zarar görmüş, iç ve dış piyasada önemli yeri olan baklagillerin, pazar değeri de düşer. Zararlıların ergin diyapozunun olmaması, tarlada ve depoda bulaşmanın gerçekleşmesi ve yüksek üreme gücü bu zararlıya karşı mücadelenin önemini arttırmaktadır.

Fosfin gibi fumigantların yanı sıra Chlorpyrifos-methyl, Deltamethrin gibi rezidüel etkili insektisitler *C. maculatus* mücadelesinde kullanılmaktadır (Jackai ve Adalla 1997). Ülkemizde ise depolanmış baklagil zararlıların mücadelesinde en yaygın kullanılan kimyasal mücadele yöntemi içerisinde Aliminyum-fosfin ile fumigasyon ve kontak etkili sentetik insektisitler (Chlorpyrifos-methyl, Pirimiphos-metil, Deltamethrin+piperonyl butoxide) yer almaktadır. Aliminyum-fosfin ve kontak etkili sentetik insektisitlerin kullanımı bazı depolanmış ürün zararlılarının dayanıklılık geliştirmesi (Zettler ve ark. 1989, Bell ve Wilson 1995, Chaudry 1996, Athiè ve ark. 1998), insanlara ve çevreye olan yüksek toksisiteye sahip olması ve kalıcılık sürelerinin uzun olması gibi pek çok sorunu beraberinde getirmesi, hem çevre hem de toksikolojik açıdan güvenli, daha selektif ve etkili insektisitlerin araştırılmasına yönelik çalışmaların artmasına neden olmuştur.

Spinosyn grubunun yeni bir üyesi olan Spinetoram depolanmış ürün zararlılarına karşı test edilmiş ve birkaç türe karşı etkili bulunmuştur (Vassilakos ve ark 2012, Vassilakos ve Athanassiou 2012). Spinetoram *Saccharopolyspora spinosa* Mertz ve Yao (Bacteria: Actinobacteridae) bakterisinin metabolitleri Spinosyn J ve Spinosyn L’ nin sentetik olarak modifiye edilmiş karışımıdır. Spinosad ile aynı etki mekanizmasına sahip olmakla birlikte zararlıların sinir sisteminde nikotinik asetilkolin (nACh) reseptör bölgesine etki ederek neo-nicotinoid bileşiklerden farklılaşmakta ve kontakt yada sindirim yoluyla etkisini göstermektedir (Dripps ve ark. 2011). Spinetoram birçok tarla zararlısına karşı etkisini kanıtlamış olup etkin dozu Spinosad’a göre daha düşük bulunmuştur (Williams ve ark. 2003, Seal ve ark. 2007, Sayed ve ark. 2010). Örnek olarak, Seal ve ark. (2007)’de yapmış olduğu çalışmada Spodoptera spp. (Lepidoptera:Noctuidae) larvasının kontrolü için Spinosad’a göre oldukça düşük dozda uygulanan Spinetoram’ı etkili bulmuştur. İlaveten, Spinetoram akarisit olarak kullanılabilceği rapor edilmiştir (El Kady ve ark. 2007). Ancak, Spinosad’ın akarisit etkisi bulunmamaktadır. Sonuç olarak, en son yapılan çalışmalar Spinetoram’ın faydalı böceklerle karşı Spinosad’a göre daha güvenilir olduğunu göstermiştir (Srivastava ve ark. 2008). Buna örnek olarak Spinetoram; Spinosad’la karşılaştırıldığında *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera: Apidae)’ e karşı daha düşük toksisite göstermiştir (Besard ve ark. 2011). Spinetoram’ın Spinosad’dan daha etkili olduğu düşünülmektedir (Dripps ve ark. 2008, Sparks ve ark. 2008).

Spinetoram’ın depolanmış ürün zararlılarına karşı etkinliği ile ilgili çok fazla çalışma olmamasından dolayı bu insektisit depolanmış ürün zararlıların mücadelesinde kullanılabilme potansiyeli tam olarak bilinmemektedir. Bu makalede laboratuvar koşullarında Spinetoram insektisitinin solüsyon halinde nohuta yüzey ilaçlaması yapılarak

Börülce tohum böceği (*Callasobruchus maculatus* F.) erginlerine karşı rezidüel toksisitesi ele alınmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Biyolojik testlerde kullanılan insektisit

#### Spinetoram (Radiant 120 SC)

Spinetoram; Dow AgroScience tarafından üretilen Spinosyn serisinin ikinci üyesidir. Spinetoram kimyasal olarak modifiye edilmiş Spinosyn J ve L'nin karışımıdır. Katı formu beyaz, kirli beyaz renkli toz halindedir. Radiant 120 SC Dow AgroScience tarafından üretilmekte olup 120 g/l Spinetoram aktif maddesini içermektedir. Suda dağılabilen granül veya süspansiyon konsantre formülasyonları üretilmektedir. Formülasyonlar Delegate™, Exalt™ ve Radiant™ olarak farklı ticari isimler altında satılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Örgütü (US EPA) düşük risk pestisit programında kullanılmasını uygun bulunmuştur. Spinetoram geniş spektrumlu insektisittir. Düşük dozlarda dahi hedef organizmaya yüksek etkilidir. Faydalı organizmalara karşı güvenlidir. Gözle teması halinde hafif tahrişe neden olabilir. Ancak, deride tahriş meydana getirmemektedir. Granül formülasyonu silis içerdiği için burun ve boğazda tahrişe neden olmaktadır. Ürünü uygularken uygun koruyucu elbiseler giyinmeli ve kullanmadan önce ürün etiketi dikkatle okunmalıdır. Spinetoram kimyasal yapısı Spinosad ile benzerdir. Organik tarımda kullanılması kabul edilmiştir. Spinetoram elma içkurdu, doğu meyve güvesi, thrips, armut psillidi, salkım güvesine karşı mücadelede farklı ülkelerde ruhsatlandırılmıştır (Dow AgroScience 2014). Ülkemizde ise domates güvesi, pamuk yaprakkurdu, çiçek thrips ve patates böceği mücadelesinde ruhsatlandırılmıştır (Dow AgroScience 2015).

#### Biyolojik testlerde kullanılan nohut

Biyolojik zararlı ile bulaşık olmayan, %9±1 ürün nemi içeren 9 mm ‘‘Koçbaşı’’ nohut çeşidi kullanılmıştır. Dane iriliği önemli bir pazar kriteridir. TSE, Türkiye’de yetiştirilen nohut çeşitlerini tane yapılarına göre Koçbaşı, Kuşbaşı, Bezelyemsi ve Karışık olarak 4 gruba ayırmıştır. Bunlar içerisinde tüketiciler tarafından en çok tercih edilen ve yemeklik olarak kullanılan Koçbaşı dane grubudur (Akdağ 2001).

#### Biyolojik testlerde kullanılan ilaçlama aleti

Yüzey ilaçlamaları için Airbrush (havalı boya tabancası) kompresörü kullanılmıştır. Hava kompresörü HSENG Airbrush AS18 model (Ningbo Haosheng Pnömatik Machinery Co., Zhejiang, Çin) kompresör üzerinde manometre, basınç regülatörü, hava filtresi ve airbrush (boya tabancası) bulunmaktadır. Özel ayarlanabilen basınç regülatörü, 60 psi (mevcut özel basınç)’de durdurmak 30 psi’de başlatmak için Airbrush; kompresör güç: 1/5 HP, voltaj: 220-240 V, frekans: 50 HZ, boyut: 25.5x13.5x17 cm, net ağırlığı: 3.6 kg. Boya tabancasının meme ucu 0.2 mm, çalışma basıncı 15-50 psi, hazne kapasitesi 2 ml özelliklerindedir.

#### *Callasobruchus maculatus* (F.)’ un temini ve laboratuarda yetiştirilmesi

Çalışmada, *Callasobruchus maculatus*’un ergin dönemleri kullanılacak stok kültüre alınması: % 65±5 nemde ve 26±1 °C sıcaklıkta iklim dolabında karanlık ortamda, 1 litrelik kavanozlara 300 g nohut konularak yapılmıştır. *C. maculatus* üretimi için 30-40 adet karışık cinsiyetli ergin birey 1 litrelik cam kavanozlarda bulunan nohut üzerine bırakılacaktır. On dört gün boyunca ergin bireyler dane üzerine yumurta bırakması ve yumurtadan çıkan larvaların dane içerisine girmesi sağlanmıştır. Daha sonra erginler 4 mm Retsch marka metal elek kullanılarak kavanozdan çıkarılmıştır. Larvaların gelişmesi ve ergin çıkışları günlük olarak kontrol edilmiş ve kültür kavanozlarından yeni nesil ergin çıkışı olduğunda 4 mm elek yardımıyla nohuttan ergin bireyler alınarak denemeler için kullanılmıştır.

### Biyolojik testler

#### Laboratuvar koşullarında Spinetoram’ın solüsyon uygulaması

Biyolojik etkinlik testleri 25±1 °C sıcaklıkta % 60±5 nispi nemde ve tamamen karanlık iklim odasında yürütülmüştür. Denemelerde kullanılan nohut 1 hafta süreyle -20 °C sıcaklıktaki derin dondurucuda bekletilerek olası zararlı bulaşıklığı yok edilmiş olup daha sonra buzdolabında saklanmıştır. Biyolojik testlerde 1-2 günlük Börülce tohum böceği erginleri, farklı etken maddeli ilaçların solüsyonu Airbrush (boyama tabancası) ile direkt püskürtülen ürünlere konulmuştur. Yeni dönem hasat edilmiş %9±1 nem içeren nohut kullanılmıştır. Her biyolojik etkinlik testi 5 tekkerrürlü olarak yapılmıştır ve her bir test için 5 kontrol bırakılmıştır. Denemeler bölünmüş tesadüfi parseller deneme desenine göre kurulmuştur. Derin dondurucudan çıkarılmış ürünler terazi (0.1 g hassasiyette) yardımıyla 500 g’lık partiler halinde tartılmış ve Airbrush ile ilaçlı solüsyon (karışım) ürün üzerine homojen şekilde püskürtülmüştür. Plastik küvetlerde 500 g’lık paketler halinde tartılmış nohutlar denemelerde kullanılan farklı etken maddeli ilaçlı solüsyon uygulanarak ağzı tül ile kapatılmış ve çeker ocak altında 1 gün süreyle kurutulmaya bırakılmıştır. Her bir tekrür için daneden yeni çıkmış karışık cinsiyetli 1-2 günlük ergin bireylerden 20 adet sayılarak içerisinde ürün bulunan 0,5 l’lik kavanozlara konulmuştur. Böcekler konulduktan sonra kavanozların ağzı tül ile kapatılarak %65±5 nispi nemde 26±1°C sıcaklıkta ve tamamen karanlık iklim odasında tutulmuştur.

Spinetoram solüsyonu (karışımı) uygulamasından 1, 3, 5, 7 gün sonra 2 mm'lik elek yardımıyla ve binoküler ile ölü-felç-canlı sayımları yapılarak ölü-felç-canlı sayıları kaydedilmiştir. Kontroldeki böceklerle kıyasla anten ve ayaklarını titreterek, yürüme yeteneğini yitirmiş, anormal hareket eden böcekler felç olarak tanımlanmıştır. Her sayımda ölen böcek kavanozdan çıkarılmış, canlı ve felç böcekler tekrar kavanoza konulmuştur. Yedinci gün sonunda bütün uygulamalardan ve kontrolden ergin bireyler 2 mm'lik elek yardımıyla çıkarılmıştır. Spinetoram'ın *C. maculatus*'un yeni nesil sayısına karşı etkisini belirlemek için böceklerin çıkartıldığı uygulama kavanozları ve uygulama yapılmayan kontrol kavanozları %65±5 nispi nemde 26±1°C sıcaklıkta ve tamamen karanlık iklim odasında tutulmuştur. 42 gün sonra yeni nesil ergin çıkışları gözlenmiş ve çıkan ergin sayıları kayıt edilmiştir.

#### Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analizi

Spinetoram'ın rezidüel toksisitenin belirlenmesi için yapılan koruyucu uygulamalar, konsantrasyonu, uygulama süreleri, uygulamaya alınan birey sayılarını, uygulama sonrası *Callasobruchus maculatus*' un ölüm, felç ve felç+ölüm olan birey sayılarını içeren Excel tabloları ve buna ek olarak yeni nesil (F<sub>1</sub>) dölü ergin sayılarını içeren Excel tabloları oluşturulmuştur. Her ilacın ürünlü solüsyon (karışım) uygulamaları için *C. maculatus*' un ölüm, felç ve felç+ölüm oranları (%) hesaplanmıştır. Bunlara ek olarak yeni nesil (F<sub>1</sub>) ergin sayılarını da hesaplanmıştır. Ürünlü uygulamalarına ait ölüm, felç ve felç+ölüm oranları Arcsine transformasyonuna tabi tutulduktan sonra bu verilere çift yönlü (faktörler; maruz bırakma süresi ve uygulama konsantrasyonu) varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır (SPSS, 2009). Ayrıca Spinetoram uygulamasından 7 gün sonra ölü olan birey sayılarının LC<sub>50</sub>, LC<sub>90</sub>, LC<sub>99</sub> değerleri %95 güven aralığında POLO-PC probit analiz programı kullanılarak hesaplanmıştır (LeOra Software 1987). Ürünlü ilaçlı solüsyon uygulamalarından elden edilen yeni nesil ergin sayıları ile ilgili verilere ise transformasyon yapılmadan istatistiksel analiz uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki farklar %5 önem seviyesinde Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir.

#### Araştırma Bulguları

Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 1,3,5 ve 7 gün süreyle maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerinin ölüm oranı (%) Çizelge 1.'de verilmiştir. Çizelge 1. dikey olarak incelendiğinde 1. gün dahil tüm maruz bırakma sürelerinde Spinetoram konsantrasyonu arttıkça erginlerin ölüm oranlarında istatistiki olarak önemli derecede arttığı görülmüştür (Çizelge 1.). Birinci gün dahil tüm maruz bırakma sürelerinde (3., 5. ve 7.gün) Spinetoram'ın tüm konsantrasyonlarına ait ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 1.; P<0.0001). Birinci gün dahil tüm maruz bırakma sürelerinde en yüksek ölüm oranı 60 ppm konsantrasyona ait ölüm oranları istatistiki olarak yüksek bulunmuştur. Birinci gün dahil tüm maruz bırakma sürelerinde en yüksek ölüm 60 ppm konsantrasyonda görülürken en düşük ölüm oranı 6 ppm'de görülmüştür (Çizelge 1.). *C. maculatus* erginlerinin hemen hemen % 100 seviyesinde ölüm oranı 3. ve 5. günde 60 ppm konsantrasyonda görülürken, 7. günde yine 60 ppm konsantrasyonda elde edilmiştir. Bu sonuçlar 1. gün sonunda Spinetoram'ın test edilen 6 ve 12 ppm konsantrasyonları *C. maculatus* erginlerin hemen hemen hiç ölümüne neden olmadığını, 3., 5. ve 7. gün sonunda ise Spinetoram'ın yüksek konsantrasyonlarda (60 ppm) *C. maculatus* erginlerin hemen hemen %100 oranında ölümün gerçekleştiğini göstermiştir.

Çizelge 1. yatay olarak incelendiğinde 6 ve 60 ppm konsantrasyonlar hariç maruz kalma sürelerine ait *C. maculatus* erginlerinin ölüm oranları arasında önemli seviyede farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 1.; P<0.0001). 12, 24 ve 48 ppm konsantrasyonlarda Spinetoram' a maruz bırakılma süresi arttıkça erginlerin ölüm oranında istatistiki olarak önemli derecede artış görülmüştür (Çizelge 1.). Tüm konsantrasyonlarda en yüksek ergin ölüm oranı 7. günde elde edilirken en düşük ölüm oranı ise 1. günde elde edilmiştir. Nitekim 12 ve 24 ppm konsantrasyonlarda 7. gündeki ölüm oranı 1. ve 3. gündeki ölüm oranlarından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur. 24 ppm konsantrasyonda 5. ve 7. gündeki ölüm oranları 3. gündeki ölüm oranlarından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur. Yüksek konsantrasyonlarda (48 ve 60 ppm) 7. gündeki ölüm oranları ile diğer tüm günlerdeki ölüm oranları istatistiki olarak benzer bulunurken düşük konsantrasyonlarda ise 7. gündeki ölüm oranları 3. gündeki ölüm oranlarından önemli seviyede yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1.). 60 ppm konsantrasyonda 7. günde *C. maculatus* erginlerinin %100 veya %100'e yakın ölüme ulaşılmıştır. Bu sonuçlar Spinetoram'ın tüm konsantrasyonlarında 5. günden sonra *C. maculatus* erginlerinin ölümünün önemli derecede arttığını ve 60 ppm konsantrasyonda 7. günde *C. maculatus* erginlerinin %100 veya %100'e yakın ölümün elde edildiğini göstermiştir.

Çizelge 1. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5 ve 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerin ölüm oranı

Table 1. Mean mortality (%±SE) of *Callasobruchus maculatus* on chickpeas treated by Spinetoram at the different concentrations for 1, 3, 5 and 7 day of exposure time

Konsantrasyon (ppm)	Ölüm Oranı (%)*± S.Hata				F ve P değeri
	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	
6	10.8±5.8 Cb*	17.3±6.2 Dab	22.0±7.5 Dab	36.6±8.4 Ca	$F_{3,16}=2.6$ P<0.086
12	8.0±2.1 Cc	10.9±1.7 Dc	40.7±4.9 Cb	80.2±8.4 Ba	$F_{3,16}=31.9$ P<0.0001
24	12.9±4.5 Cc	55.6±4.6 Cb	78.0±4.3 Ba	82.0±2.1 Ba	$F_{3,16}=39.0$ P<0.0001
48	29.3±6.7 Bb	74.8±4.3 Ba	84.2±4.4 Ba	87.2±5.4Ba	$F_{3,16}=45.5$ P<0.0001
60	82.5±7.2 Ab	94.4±3.2 Aab	95.4±3.4 Aab	98.9±1.0 Aa	$F_{3,16}=2.5$ P=0.091
ko	0.2±0.2 Dc	1.12±0.7 Ec	3.21±1.3 Eb	5.22±1.2 Da	$F_{3,96}=14.7$ P<0.0001
F ve P değeri	$F_{5,44}=67.4$ P<0.0001	$F_{5,44}=162.3$ P<0.0001	$F_{5,44}=111.3$ P<0.0001	$F_{5,44}=95.7$ P<0.0001	

\*Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5 ve 7 gün süreyle maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerin felç oranı (%) Çizelge 2.'de verilmektedir. Çizelge 2. dikey olarak incelendiğinde 1.gün, 3.gün ve 5.gün maruz bırakma sürelerinde Spinetoram'ın tüm konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 2.; P<0.0001). Birinci günde Spinetoram'ın 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki olarak aynı bulunurken bu konsantrasyonlardaki felç oranları Spinetoram'ın 6 ve 12 ppm konsantrasyonlarından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 2.). Üçüncü günde Spinetoram'ın 12, 24 ve 48 ppm konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki olarak aynı bulunurken bu konsantrasyonlardaki felç oranları Spinetoram'ın 6 ve 60 ppm konsantrasyonlarından önemli derecede daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 2.). Yedinci günde ise Spinetoram uygulanmış tüm konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılık bulunmamıştır. *C. maculatus* erginlerinde %20 oranında felç 1. günde 60 ppm konsantrasyonda görülürken 5. günde Spinetoram'ın 12 ppm konsantrasyonda yaklaşık %20 seviyesinde felç elde edilmiştir. Bu sonuçlar Spinetoram'ın 60 ppm konsantrasyonda 1. gün sonunda %20 oranında ve 12 ppm'de 5.gün sonunda *C. maculatus* erginlerin yaklaşık %20 seviyesinde felç olduğunu göstermiştir.

Çizelge 2. yatay olarak incelendiğinde Spinetoram'ın 12 ppm konsantrasyonda maruz kalma sürelerine ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılıklar bulunurken (Çizelge 2.; P<0.0001) 6, 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarda tüm maruz kalma sürelerine ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılık olmadığı görülmüştür (Çizelge 2.; P=0.502; P=0.277; P=0.711; P=0.574). Spinetoram'ın 12 ppm konsantrasyonda 3., 5. ve 7. güne ait felç oranları 1. güne ait felç oranlarından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur. Spinetoram'ın 6, 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarına ait felç oranları tüm günlere ait felç oranlarından önemli seviyede farklılık olmadığı görülmüştür. Spinetoram'ın 12 ppm konsantrasyonunda 5. günde yaklaşık %20 oranında, 1. günde ise 60 ppm konsantrasyonda %20 seviyesinde felç meydana gelmiştir. Spinetoram'ın düşük konsantrasyonunda (6 ppm) ise 5. günde yaklaşık %15 oranında felç elde edilmiştir. Bu sonuçlar Spinetoram'ın 60 ppm konsantrasyonda 1. günde %20 seviyesinde ve 12 ppm konsantrasyonda 5. günde *C. maculatus* erginlerin yaklaşık %15 seviyesinde felç olduğunu göstermiştir.

**Çizelge 2. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5 ve 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callosobruchus maculatus* erginlerin felç oranı**

**Table 2. Mean paralysis levels (%±SE) of *Callosobruchus maculatus* on chickpeas treated by Spinetoram at the different concentrations for 1, 3, 5 and 7 day of exposure time**

Konsantrasyon (ppm)	Felç Oranı (%)*± S.Hata				F ve P değeri
	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	
6	4.8±3.6 BAa*	3.0±1.2 Ba	11.3±4.8 Aa	5.8±3.6 ABa	$F_{3,16}=0.8$ P=0.502
12	0±0.0 Cb	12.0±2.0 Aa	15.0±6.5 Aa	4.9±3.1 ABb	$F_{3,16}=7.9$ P<0.0001
24	9.5±2.3 Aa	6.5±1.9 Aba	7.0±2.2 Aba	3.3±1.3 Aba	$F_{3,16}=1.4$ P=0.277
48	6.4±3.0 ABa	13.4±4.8 Aa	10.5±3.4 Aa	10.5±4.3 Aa	$F_{3,16}=0.4$ P=0.711
60	15.5±8.0 Aa	5.5±3.2 Ba	4.5±3.4 Bca	4.5±3.4 Aba	$F_{3,16}=0.685$ P=0.574
Kontrol	0±0 C	0±0 C	0±0 C	0±0 B	$F_{3,96}= -$
F ve P değeri	$F_{5,44}=9.4$ P<0.0001	$F_{5,44}=16.9$ P<0.0001	$F_{5,44}=15.5$ P<0.0001	$F_{5,44}=4.4$ P=0.002	

\*Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5 ve 7 gün süreyle maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerin felç+ölüm oranı (%) Çizelge 3.'de verilmektedir. Çizelge 3. dikey olarak incelendiğinde tüm maruz bırakma sürelerinde Spinetoram'ın tüm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 3.; P<0.0001). Birinci günde Spinetoram'ın 6 ve 24, 12 ve 48 ppm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak aynı bulunurken bu konsantrasyonlardaki felç+ölüm oranları Spinetoram'ın 60 ppm konsantrasyondan önemli seviyede daha düşük bulunmuştur (Çizelge 3.). Üçüncü günde Spinetoram'ın 6 ve 12 ppm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak aynı bulunurken bu konsantrasyonlardaki felç+ölüm oranları Spinetoram'ın 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarından önemli seviye daha düşük bulunmuştur (Çizelge 3.). Yedinci günde ise Spinetoram'ın 12, 24 ppm ve 48, 60 ppm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılık bulunmamıştır. *C. maculatus* erginlerinde % 100'e yakın felç+ölüm oranı 1. günde 60 ppm konsantrasyonunda görülürken 3. ve 7. günde Spinetoram'ın 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarında %100 felç+ölüm oranı elde edilmiştir. Bu sonuçlar Spinetoram'ın 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarda 1. ve 3. gün sonunda *C. maculatus* erginlerin çoğunlukla felç olduğunu, 5. ve 7. gün sonunda ise çoğunlukla ölümün gerçekleştiğini göstermiştir.

Çizelge 3. yatay olarak incelendiğinde Spinetoram'ın 12, 24 ve 48 ppm konsantrasyonlarında maruz kalma sürelerine ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılıklar bulunurken (Çizelge 3.; P<0.0001) 6 ve 60 ppm konsantrasyonlarda tüm maruz kalma sürelerine ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılık olmadığı görülmüştür (Çizelge 3.; P=0.104; P=0.418). Spinetoram'ın 6 ve 12 ppm konsantrasyonlarda 5. ve 7. güne ait felç+ölüm oranları 3. ve 5. güne ait felç+ölüm oranlarından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur. Spinetoram'ın 24 ve 48 ppm konsantrasyonlarda ise 5. ve 7. güne ait felç+ölüm oranları 1. ve 3. güne ait felç+ölüm oranlarından önemli seviyede daha yüksek olduğu görülmüştür. Spinetoram'ın 60 ppm konsantrasyonunda 1. günde %100'e yakın, 5. ve 7. günde ise 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarda hemen hemen %100 felç+ölüm oranına ulaşılmıştır. Spinetoram'ın düşük konsantrasyonunda (48 ppm) ise 7. günde yaklaşık %100 felç+ölüm oranı elde edilmiştir. Bu sonuçlar Spinetoram'ın 48 ppm konsantrasyonda 5. günde ve yüksek konsantrasyonda (60 ppm) 3. günde *C. maculatus* erginlerinin hemen hemen % 100'ün felç yada öldüğünü göstermiştir.

Çizelge 3. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5 ve 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerin felç+ölüm oranı

Table 3. Mean mortality+ paralysis levels (%±SE) of *Callasobruchus maculatus* on chickpeas treated by Spinetoram at the different concentrations for 1, 3, 5 and 7 day of exposure time

Konsantrasyon (ppm)	Felç+Ölüm Oranı (%)*±S.Hata				F ve P değeri
	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	
6	15.7±4.9 Cb	20.3±5.5 Dab	33.3±9.5 Dab	42.5±8.7 Ca	$F_{3,16}=2.4$ P=0.104
12	8.0±2.1 Bd	22.9±3.3 Dc	55.8±7.1 Cb	85.1±5.9 Ba	$F_{3,16}=35.5$ P<0.0001
24	22.5±4.5 Cc	62.1±3.2 Cb	85.1±3.5 Ba	85.3±2.8 Ba	$F_{3,16}=45.5$ P<0.0001
48	35.7±5.2 Bc	88.2±3.4 Bb	94.8±3.8 Aab	97.8±1.3 Aa	$F_{3,16}=33.3$ P<0.0001
60	98±2.0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{3,16}=1.0$ P=0.418
Kontrol	0.2±0.2 Ec	1.1±0.6 Ec	3.2±1.3 Eb	5.2±1.2 Da	$F_{3,96}=14.7$ P<0.0001
F ve P değeri	$F_{5,44}=229.9$ P<0.0001	$F_{5,44}=298.2$ P<0.0001	$F_{5,44}=134.6$ P<0.0001	$F_{5,44}=150.7$ P<0.0001	

\*Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *C. maculatus* erginlerin yeni nesil ortalama ergin sayıları Çizelge 4.'de verilmektedir. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın tüm konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *C. maculatus* erginlerin yeni nesil ortalama ergin sayıları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.; P<0.0001). Spinetoram'ın 12, 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarındaki yeni nesil ergin sayıları kontroldeki yeni nesil ergin sayısından önemli seviyede daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun yanında Spinetoram'ın 12, 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlardaki yeni nesil ergin sayıları istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Spinetoram'ın 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarda yeni nesil ergin çıkışları sırasıyla 3 ve 1 bireyin altında kalmışken 6, 12 ve 24 ppm konsantrasyonlarda ise yeni nesil ergin çıkışları 29, 13 ve 5 birey bulunmuştur (Çizelge 4.). Bu sonuçlar nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın test edilen 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarda *C. maculatus*'un yeni nesil ergin çıkışını büyük ölçüde engellediğini ve dolayısıyla *C. maculatus* popülasyonunu baskı altına alabileceğini göstermiştir.

Çizelge 4. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *Callasobruchus maculatus*'un yeni nesil ortalama ergin sayıları

Table 4. Mean number of adult progeny of *Callasobruchus maculatus* on chickpea treated by spinosad at the different concentrations

Konsantrasyon (ppm)	Yeni nesil ortalama ergin sayısı (Adet) ± S.Hata
6	29.7±5.6 A*
12	13.2±2.6 B
24	5.6±1.4 B
48	2.8±0.9 B
60	0.4±0.4 B
Kontrol	31.2±3.4 A
F ve P değeri	$F_{5,43}=6.3$ , P<0.0001

\*Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Duncan testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

### Tartışma ve Sonuç

Mevcut çalışmada laboratuvar koşullarında Spinetoram'ın solüsyon halinde nohut üzerinde *C. maculatus* erginlerine karşı rezidüel toksisitesi araştırılmıştır. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonları ve maruz bırakılma süreleri *C. maculatus* erginlerinin ölüm, felç ve felç+ölüm oranları üzerinde



önemli etkiye sahip olmuştur.

Spinetoram'ın solüsyon halde ürüne püskürtülerek yürütülen biyolojik testler 1. gün sonunda Spinetoram'ın test edilen 6 ve 12 ppm konsantrasyonları *C. maculatus* erginlerin hemen hemen hiç ölümüne neden olmadığını, 3., 5. ve 7. gün sonunda ise Spinetoram'ın yüksek konsantrasyonlarda (60 ppm) *C. maculatus* erginlerin hemen hemen %100 oranında ölümün gerçekleştiğini göstermiştir. Spinetoram'ın 60 ppm konsantrasyonda 1. günde %20 seviyesinde ve 12 ppm konsantrasyonda 5. günde *C. maculatus* erginlerin yaklaşık %15 seviyesinde felç olduğunu göstermiştir. Ürüne solüsyon halde püskürtülerek uygulanan Spinetoram'ın 48 ppm konsantrasyonda 5. günde ve yüksek konsantrasyonda (60 ppm) 3. günde *C. maculatus* erginlerinin hemen hemen % 100' ün felç yada öldüğünü göstermiştir. Ayrıca Spinetoram'ın *C. maculatus* erginlerine karşı  $LC_{50}$ ,  $LC_{90}$  ve  $LC_{99}$  değerleri sırasıyla 3.177, 45.230, 79.514 ppm bulunmuştur. Spinetoram'ın 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarında nesil ergin çıkışları sırasıyla 3 ve 1 bireyin altında kalmışken 6, 12 ve 24 ppm konsantrasyonlarda ise yeni nesil ergin çıkışları 29, 13 ve 5 birey bulunmuştur. Bu sonuçlar nohut üzerine solüsyon haldeki Spinetoram'ın test edilen 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarının *C. maculatus*'un yeni nesil ergin çıkışını büyük ölçüde engellediğini ve dolayısıyla *C. maculatus* popülasyonunu baskı altına alabileceğini göstermiştir. Benzer şekilde spinetoram'ın buğday uygulamasında *Rhizopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* ve *Tribolium confusum*'un erginlerine karşı üç farklı sıcaklık (20, 25 ve 30 °C) ve iki farklı nem (%55-75) kombinasyonlarının etkisi araştırılmıştır (Vassilakos ve Athanassiou 2013). Uygulama dozları 0.1, 0.5 ve 1 ppm'dir. Sayımlar uygulamadan 7, 14 ve 21 gün sonra yapılmıştır. *R. dominica* erginlerinin uygulamadan 21 gün sonra denenmiş tüm konsantrasyonların etkisi %100 oranında bulunmuştur. *S. oryzae*'de ise uygulamadan 21 gün sonra yapılan sayımlarda 0.5 ve 1 ppm dozlarının etkisi sırasıyla %96.9 ve %100 bulunmuştur. Ancak, *T. confusum*'a karşı uygulanmış tüm konsantrasyonların etkisi %48 seviyesini geçememiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda Spinetoram'ın farklı sıcaklık ve nispi nem kombinasyonlarının sadece *S. oryzae*'de etkili olduğu belirlenmiştir. Aynı etki *T. confusum* ve *R. dominica*'da görülmemiştir. Diğer bir çalışmada Vassilakos ve ark. (2015) Spinetoram'ın buğdaya uygulanan 0.1, 1 ve 5 ppm konsantrasyonlarının *Sitophilus oryzae*, *Rhizopertha dominica* ve *Tribolium confusum*'a karşı etkisini araştırmıştır. Sayımlar uygulamadan 7, 14 ve 21 gün sonra yapılmıştır. Çalışmada en hassas türün *R. dominica* olduğu belirtilmiştir. *R. dominica*'da uygulamadan 21 gün sonra yapılan sayımlarda denenmiş tüm konsantrasyonların etkisi %100 seviyesinde bulunmuştur. *S. oryzae*'de ise 1 ppm konsantrasyonun uygulamasından 14 gün sonra yapılan sayımlarda ölüm oranı %99 oranından yüksek bulunmuştur ve 5 ppm konsantrasyonun uygulamasından 14 gün sonra ergin bireylerin kontrolü tamamen sağlanmıştır. *T. confusum*'a uygulanmış 5 ppm konsantrasyonda dahi ölüm oranı %80 seviyesini geçememiştir. Tüm bu sonuçlar Spinetoram etkisinin test edilen böcek türlerine karşı farklı uygulama konsantrasyonları ve sürelerine bağlı olarak kontrol edebileceğini göstermiştir.

Son yıllarda depolanmış ürün zararlılarına karşı yaygın olarak kullanılan aliminyum-fosfin ve sentetik insektisitlere (Chlorpyrifos-methyl, Deltamethrin+pipreronyl butoxide) alternatif çevre ve insana toksisitesi düşük yeni insektisitlerin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada hem çevreye, hem memeli hayvanlara ve kuşlara toksisitesi daha düşük olan yarı-sentetik Spinosyn insektisidi olan Spinetoram'ın depolanmış baklagillerin önemli zararlısı olan *C. maculatus*'un mücadelesinde kullanabilme potansiyeli araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda laboratuvar koşullarında nohut yüzeyine solüsyon halde uygulanmış Spinetoram'ın 48 ppm konsantrasyonu 5.günde *C. maculatus* erginlerini %100 oranında felç yada ölüm gerçekleştiği ve yeni nesil ergin çıkışının büyük ölçüde engellediğini göstermiştir. Sonuç olarak ürünle birlikte Spinetoram solüsyon uygulamasının depolanmış baklagillerde sorun olan *C. maculatus*'un mücadelesinde kullanılabilme potansiyeli ve konvensiyonel sentetik insektisitlere alternatif olabileceği bu çalışma ile belirlenmiştir. Ancak, Spinetoram'ın depolanmış baklagillerde *C. maculatus*'un mücadelesinde ticari olarak kullanılabilmesi için laboratuvar dışında gerçek depo şartlarında insektisit özelliklerinin değerlendirilmesine, depolama tesislerinde bu insektisitlerin performansını ve davranışını etkilebilecek bazı faktörlerin etkilerinin belirlenmesine, doğal koşullarda Spinetoram'ın uygulanabilirliğine ve gerçek depolama tesislerinde uzun süreli rezidüel etkisinin belirlenmesine yönelik çalışmaların da yapılması gerekmektedir.

## Kaynaklar/References

- Adak, M.S., M. Güler ve N. Kayan, 2010. Yemelik Dane Baklagiller Üretiminde Artırılması Olanakları. VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, Ankara. s: 329-41.
- Akdağ, C., 2001. Tokat'ta Yüksek Verim Sağlayacak Nohut **Çesitleri** ile Ekim Zamanlarının Belirlenmesi. GOÜ Ziraat Fakültesi Yayınları No: 59, Araştırma Serisi No: 19, Tokat.
- Akova, Y., 2010. Bakliyat. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi Raporu. 12s.
- Athiè, I., Gomes, R.A.R., Bolonhezi, S., Valentini, S.R.T. and M.F.P. De Castro, 1998. Effects of carbon dioxide and phosphine mixtures on resistant populations of stored-grain insects. *Journal of Stored Products Research*.34: 27-32.
- Baier H. and B.D. Webster, 1992. Control of *Acanthocelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) in *Phaseolus vulgaris* L. seed stored on small farms- II. Germination and cooking time, *Journal of Stored Product Research*, 28: 295-298.
- Bell, C.H. and S.M. Wilson, 1995. Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* Everts. (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Products Research*. 31: 199-205.
- Besard, L., V. Mommaerts, G. Abdu-Alla And G. Smagghe, 2011. Lethal and sublethal side-effect assessment supports a more benign profile of spineteram compared with spinosad in the bumblebee *Bombus terrestris*. *Pest Management Science* 67, 541-547.
- Boxall, R.A. 2001. Post-harvest losses to insect-a world overview. *International Biodeterioration&Biodegradation* Vol. 48, pp. 137-152.
- Chaudry, M.Q., 1996. A review of the mechanisms involved in the action of phosphine as an insecticide and phosphine resistance in stored-product insect. *Pesticide Science*. 49: 213-228.
- Dow AgroScience, 2014. Product safety assesment: Spinoteram Form No. 233-00382-MM-1014X,pp. 1-3.
- Dow AgroScience, 2015. Radiant 120 SC onaylı ürün etiketi, 1s. <http://www.dowagro.com/tr-tr/turkiye/products/%C4%B0nsektisitler/radiant-120-sc> (erişim tarihi, 10.01.2018).
- Dripps J, B. Olson, T. Sparks and G. Crouse, 2008. Spineteram: how artificial intelligence combined natural fermentation with synthetic chemistry to produce a new spinosyn insecticide. *Plant Health Progress*. <https://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/perspective/2008/spineteram/>, (erişim tarihi, 10.01.2018).
- Dripps J.E., R.E. Boucher, A. Chloridis, C.B. Cleveland, C.V. De Amicis, L.E. Gomez, D.L. Paroonagian, L.A. Pavan, T.C. Sparks and G.B. Watson, 2011. The spinosyn insecticides. In: Lopez, O., Fernandez-Bolanos, J.G. (Eds.), *Green Trends in Insect Control*. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, pp. 163-212.
- Elhag, EA., 2000. Deterrent effect of some botanical products on oviposition of cowpea bruchid *Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), *Int. J. Pest Manage.*, 46, 109-113.
- El Kady, G.A., H.M. El Sharabasy, M.F. Mahmoud and I.M. Bahgat, 2007. Toxicity of two potential bio-insecticides against moveable stages of *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Applied Science Research* 3, 1315-1319.
- Elmalı, M. ve S. Toros, 1990. Değişik fasulye çeşitlerinin denge nem oranları ve bunun Fasulye Tohum Böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say, (Col., Bruchidae))' nin gelişme ve çoğalmasına etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*: 1195, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 655 Ankara, 37s.
- FAO, 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/> (erişim tarihi, 10.01.2016).
- Jackai L.E.N. and C.B. Adalla, 1997. Pest management practices in cowpea: a review. In: Singh BB, Mhan Raj DR, Dashiell KE, Jackai LEN eds. *Advances in Cowpea Research*. International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS). IITA, Ibadan, Nigeria. 240-258.
- Kayder S, E. Bağcıoğlu and G. Mene, 1973. Marmara Bölgesi'nde börülce tohum ambar böceği *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae)'nin yayılışı, biyolojisi ve mücadelesi. *Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı*. 7: 58-59.
- Kaita, S.M., C. Vincent, J.P. Schmit, S. Ramaswamy and A. Bélanger, 2000. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *J. Stored Prod. Res.*, 36: 355-364.
- LeOra Software, 1987. POLO-PC a user's guide to probit or logit analysis, LeOra Software, Berkeley, 22 pp.
- Lodos, N., 1998. Türkiye Entomolojisi VI (Genel, Uygulamalı ve Faunistik). Yardımcı Ders Kitabı (I. Baskı). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:529. 300s.
- Ouedraogo, A.P., S. Sou and A. Sanon, 1996. Influence of temperature and humidity on population of *C. maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Peteromalidae) in two climatic zones of Burkina Faso. *Bull. Entomol. Res.*, 86: 695-702.
- Sayed, A.A., S.A. Temerak and M. Lysandrou, 2010. The use of different insect control regimes using three green chemicals to combat *Vericola livia* on date pulm fruit in Egypt. *Acta Horticulture (ISHS)* 882, 471-479.
- Seal, D.R., D.J. Schuster and W. Klassen, 2007. Comparative effectiveness of new insecticides in controlling armyworms (Lepidoptera: Noctuidae) and leafminers (Diptera: Agromyzidae) on tomato. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 120, 170-177.
- Seçkin, H., 1981. İstanbul, Bursa İleri çevresinde bezelye, mercimek ve burçak' ta zarar yapan önemli bruchidae (baklagil tohum böcekleri) türleri, tanımları, zararları ve ekonomik önemleri üzerinde araştırmalar. *Tarım ve Orman Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Araştırma Eserleri Serisi*. No:15. 123s.
- Sparks T.C., G.D. Crouse, J.E. Dripps, P. Anzeveno, J. Martynow, C.V. DeAmicis and J. Gifford, 2008. Neural network-based QSAR and insecticide discovery: spineteram. *Journal of Computer-Aided Molecular Design* 22, 393-401.
- Srivastava, M., L. Bosco, J. Funderburk, S. Olson and A. Weiss, 2008. Spineteram is compatible with the key natural enemy of *Frankliniella* species thrips in pepper. *Online. Plant Health Progress*. doi:10.1094/PHP-2008-0118-02-RS.
- SPSS, 2009. SPSS Version 18.0.0 SPSS Inc, 233 S. Wacker Drive, Chicago, Illinois.

- Turanlı, D., 2007. Denizli ve Uşak İllerinde Depolanmış Baklagillerde Bulunan Bruchidae Familyası Türleri ve Zararları Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 117 s.
- TUIK, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/> (erişim tarihi, 05.01.2018)
- Vassilakos T.N. and C.G. Athanassiou, 2012. Effect of uneven distribution of spinetoram-treated wheat and rice on mortality and progeny production of *Rhyzopertha dominica* (F.), *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. Journal of Stored Products Research, 50:73-80.
- Vassilakos T.N., C.G. Athanassiou, O. Saglam, A.S. Chloridis and J.E. Dripps, 2012. Insecticidal effect of spinetoram against six major stored grain insect species. Journal of Stored Products Research 51 69-73.
- Vassilakos T.N. and C.G. Athanassiou, 2013. Effect of temperature and relative humidity on the efficacy of spinetoram for the control of three stored product beetle species. Journal of Stored Products Research 55 73-77.
- Vassilakos T.N., C.G. Athanassiou and N.G. Tsiropoulos, 2015. Persistence and efficacy of spinetoram against three major stored grain beetle on wheat. Crop Protection 69 44-51.
- Williams, T., J. Valle and E. Vinuele, 2003. Is the naturally derived insecticide Spinosad® compatible with insect natural enemies. Biocontrol Science and Technology. 13: 459-475.
- Zeren, O. ve C. Yabaş, 1989. İhracata yönelik ürün elde etmek amacı ile Akdeniz Bölgesi yemeklik baklagillerinde (nohut, fasulye, mercimek) zararlı, fungal hastalık, virüs, nematod ve yabancı otlar üzerinde araştırmalar. Proje No: KKGA-U1/02-E-030 Nihai Rapor. Zırai Mücadele Araştırma Enstitüsü, Adana.
- Zettler, J.L., W.R. Halliday and F.H. Arthur, 1989. Phosphine resistance in insects infesting stored peanuts in the Southeastern United States. Journal of Economic Entomology. 82: 1508-1511.