

**SPINOSYN GRUBU BAZI İNSEKTİSİTLERİN BÖRÜLCE
TOHUM BÖCEĞİ, *Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera:
Bruchidae)'a KARŞI REZİDÜEL TOKSİSİTESİNİN
BELİRLENMESİ**

MERT SULAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Bitki Koruma Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Özgür SAĞLAM
2016**

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SPİNOSYN GRUBU BAZI İNSEKTİSİTLERİN BÖRÜLCE TOHUM
BÖCEĞİ (*Callasobruchus maculatus* (F.)) (Coleoptera: Bruchidae)'a
KARŞI REZİDÜEL TOKSİSİTESİNİN BELİRLENMESİ**

MERT SULAR

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: YRD. DOÇ. DR. ÖZGÜR SAĞLAM

TEKİRDAĞ 2016

Her hakkı saklıdır

Bu tez ‘Spinosyn Grubu Bazı İnkstisitlerin Brlce Tohum Böceği, *Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera:Bruchidae)’a Karşı Rezidüel Toksisitesinin Belirlenmesi’ NKBAP tarafından 20.04.2015 tarih ve **NKUBAP.00.24.YL.15.07** numaralı proje ile desteklenmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Özgür SAĞLAM danışmanlığında, Mert SULAR tarafından hazırlanan ‘Spinosyn Grubu Bazı İsektisitlerin Börölce Tohum Böceği (*Callasobruchus maculatus* (F.))’ ne Karşı Rezidüel Toksisitesinin Belirlenmesi’ isimli bu çalışma aşığıdaki juri tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Yrd. Doç. Dr. Özgür SAĞLAM

İmza:

Üye: Prof. Dr. Nihal ÖZDER

İmza:

Üye: Prof. Dr. Ali Arda İŞIKBER

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SPİNOSYN GRUBU BAZI İNSEKTİSİTLERİN BÖRÜLCE TOHUM BÖCEĞİ, *Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae)'a KARŞI REZİDÜEL TOKSİSİTESİNİN BELİRLENMESİ

MERT SULAR

NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Özgür SAĞLAM

Mevcut çalışmada laboratuvar koşullarında Spinosyn grubu insektisitler Spinosad, Spinetoram ve sentetik piretroid insektisiti Deltamethrin'in solüsyon halinde nohut üzerinde *Callasobruchus maculatus* (F.) erginlerine karşı rezidüel toksisitesi araştırılmıştır. Bu kapsamda *C. maculatus* erginlerine karşı 7 gün süreyle nohut üzerinde solüsyon halde Spinosad'ın 6, 12, 24, 48, 72 ve 108 ppm (mg aktif madde/l su/500 g ürün), Spinetoram'ın 6, 12, 24, 48 ve 60 ppm (mg aktif madde/l su/500 g ürün) ve Deltamethrin'in 7.5, 15, 31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm (mg aktif madde/l su/500 g ürün) konsantrasyonlarında biyolojik testler yürütülmüştür. Nohut yüzeyine solüsyon halde püskürtülen Spinosad'ın 48 ppm konsantrasyonun 7. günde, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarda 3. günde, Spinetoram'ın 48 ppm konsantrasyonda 5. günde ve yüksek konsantrasyonda (60 ppm) 3. günde, Deltamethrin'in düşük konsantrasyonların (31.25 ppm) 3. günde, 62.5 ppm ve üstündeki konsantrasyonlarda 1. günde *C. maculatus* erginlerinin hemen hemen %100' ünün felç olduğu ya da öldüğü görülmüştür. 7 gün süreyle uygulanmış Spinosad ve Spinetoram'ın *C. maculatus* erginlerine karşı LC₅₀ değerleri sırasıyla 17.627 ve 3.177 ppm bulunmuştur. Spinosad'ın 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarda hiç yeni nesil çıkışı görülmezken 48 ppm konsantrasyonda ise yeni nesil ergin çıkışları 1 birey olarak 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. Deltamethrin'in 31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarında hiç yeni nesil ergin çıkışı görülmezken 7.5 ve 15 ppm konsantrasyonlarda ise yeni nesil ergin çıkışları sırasıyla 3 ve 2 bireyin altında kalmıştır. Ancak, düşük konsantrasyonlarda *C. maculatus* erginlerine karşı en yüksek etkinliği

Deltamethrin'de elde edilmiş olup bunu Spinetoram ve Spinosad takip etmiştir. Sonuç olarak bu çalışma Spinosyn grubu Spinetoram ve Spinosad bileşiklerin ürüne solüsyon halde uygulamasının depolanmış baklagillerde sorun olan *C. maculatus* mücadelesinde kullanılabilme potansiyelini ortaya çıkarmış ve konvensiyonel sentetik insektisitlere alternatif olabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Spinosad, Spinetoram, Deltamethrin, *Callasobruchus maculatus*, nohut, rezidüel toksisite

2016, 57 sayfa

ABSTRACT

MSc THESIS

DETERMINATION OF RESIDUAL TOXICITY OF SPINOSYN GROUP INSECTICIDES
AGAINST COWPEA WEEVIL, (*Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae))

MERT SULAR

NAMIK KEMAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE

Plant Protection Department

Supervisor: Asistant Prof. Dr. Özgür SAĞLAM

In present study, residual toxicity of Spinosyn group insecticides Spinosad, Spinetoram and synthetic pyrethroid insecticide Deltamethrin solution efficacy were evaluated on chickpeas against adult of *Callasobruchus maculatus* (F.) under laboratory condition. In laboratory bioassay, *C. maculatus* adults on chickpeas were exposed to Spinosad 6, 12, 24, 48, 72 and 108 ppm (mg active substance/l water/500 g product), Spinetoram 6, 12, 24, 48 and 60 ppm (mg active substance/l water/500 g product) and Deltamethrin 7.5, 15, 31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm (mg active substance /l water/500 g product) concentrations for 7 days. %100 paralyze and mortality rate of *C. maculatus* adults were recorded on surface treated chickpeas by Spinosad at 48 ppm concentration 7. day, 72 and 108 ppm 3. day, Spinetoram at 48 ppm 5. day and above concentration (60 ppm) 3. day, Deltamethrin at lower concentration (31.25 ppm) 3. day, 62.5 ppm and its above concentrations 1. day. LC₅₀ values of *C. maculatus* adults 17.627 and 3.177 ppm were recorded 7 days after exposure to Spinosad and Spinetoram respectively. At Spinosad concentrations of 72 and 108 ppm no progeny production was observed while at 48 ppm concentration progeny production was 1 adult. 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. At Deltamethrin concentrations of 31.25, 62.5, 125 and 250 ppm no progeny production was observed while at 7.5 and 15 ppm concentrations progeny production was less than 3 and 2 adults. However, Deltamethrin showed the highest efficacy at lower concentrations against *C. maculatus* adults followed by Spinetoram and Spinosad. In

conclusion, this study indicated that Spinosyn group insecticide as a solution on stored products would be potential of controlling major stored leguminosae pest *C. maculatus* and be an alternative for conventional synthetic insecticides.

Keywords: Spinosad, Spinetoram, Deltamethrin, *Callasobruchus maculatus*, chickpeas, residual toxicity

2016, 57 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans süresince yardımlarını esirgemeyen, manevi yönden bana her türlü destek olan, bölümümüzün laboratuvar ve diğer imkanlarını sunan, Bitki Koruma Bölümü öğretim üyesi değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Özgür SAĞLAM'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarındaki yardımlarından dolayı, yüksek lisans öğrencisi Veysel ALAGÖZ'e teşekkür ederim.

Ayrıca bana her zaman destek olan Namık Kemal Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü'ndeki hocalarıma, arkadaşlarıma, hayatta ve eğitimim süresince beni her konuda destekleyen canım aileme ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunuyorum.

Mert SULAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL ve METOT.....	11
3.1. Materyal.....	11
3.1.1. Biyolojik testlerde kullanılan Börülce Tohum Böceği (<i>Callasobruchus maculatus</i> F.).....	11
3.1.1.1. Sistematikteki yeri.....	11
3.1.1.2. Gelişme dönemleri.....	12
3.1.1.3. Zarar şekli, ekonomik önemi ve yayılışı.....	13
3.1.2. Biyolojik testlerde kullanılan insektisitler.....	14
3.1.2.1. Spinetoram (Radiant 120 SC).....	14
3.1.2.2. Spinosad (Laser 480 SC).....	14
3.1.2.3. Deltamethrin (K-Obiol 25 EC).....	15
3.1.3. Biyolojik testlerde kullanılan nohut çeşiti.....	16
3.1.4. Biyolojik testlerde kullanılan ilaçlama aleti.....	16
3.2. Metot.....	17
3.2.1. <i>Callasobruchus maculatus</i> 'un laboratuarda yetiştirilmesi.....	17
3.2.2. Biyolojik testler.....	18
3.2.2.1. Laboratuvar koşullarında Spinosad, Spinetoram ve Deltamethrin'in solüsyon uygulaması.....	18
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatiksel Analiz.....	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	19
4.1. Spinosad ile Yürütülen Biyolojik Testler.....	19

4.1.1. Nohut üzerine solüsyon halde püskürtülen Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerinin ölüm felç ve felç+ölüm oranları.....	19
4.1.2. Nohut üzerine solüsyon halde püskürtülen Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> 'un ortalama yeni nesil ergin sayıları.....	28
4.2. Spinetoram ile Yürütülen Biyolojik Testler.....	29
4.2.1. Nohut üzerine solüsyon halde püskürtülen Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerinin ölüm felç ve felç+ölüm oranları.....	29
4.2.2. Nohut üzerine solüsyon halde püskürtülen Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> 'un ortalama yeni nesil ergin sayıları.....	36
4.3. Deltamethrin ile Yürütülen Biyolojik Testler.....	37
4.3.1. Nohut üzerine solüsyon halde püskürtülen Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerinin ölüm felç ve felç+ölüm oranları.....	37
4.3.2. Nohut üzerine solüsyon halde püskürtülen Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> 'un ortalama yeni nesil ergin sayıları.....	45
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	47
6. KAYNAKLAR.....	51
ÖZGEÇMİŞ.....	57

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

mg	: Miligram
ml	: Mililitre
l	: Litre
ppm	: Milyonda bir birim
g	: Gram
cm	: Santimetre
cm ²	: Santimetrekare
m ²	: Metrekare
mm	: Milimetre
µl	: Mikrolitre
kg	: Kilogram
LD ₅₀	:Ağız veya temas yoluyla deney hayvanlarına uygulandığında populasyonun %50' sini öldürmek için gerekli doz miktarı
LC ₅₀	: Populasyonun %50' sini öldürmek için gerekli konsantrasyon miktarı
LC ₂₀	: Populasyonun %20' sini öldürmek için gerekli konsantrasyon miktarı
DUNCAN	: En küçük önemlilik fark testi
°C	: Santigrat derece
US EPA	: Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Örgütü
ADI	: Kabul edilebilir günlük doz
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
MRL	: Maksimum kalıntı limiti
ANOVA	: Varyans analizi
GABA	: Gamma-amunobutyric asit
nACh	: Nikotinic asetilkolin
HPLC	: Yüksek-performans likit kromatografi
PBO	: Piperonyl butoxide

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1. Biyolojik testlerde kullanılan Börülce tohum böceği <i>Callasobruchus maculatus</i> (F.) ergini (a), pupası (b), larvası (c), yumurtası ve zarar görmüş nohut daneleri (d).....	12
Şekil 3.2. Biyolojik testlerde kullanılan Spinetoram'ın ticari preparatı Radiant 120 SC (a), Spinosad'ın ticari preparatı Laser 480 SC (b) ve Deltamethrin'in ticari preparatı K-Obiol EC 25 (c).....	16
Şekil 3.3. Biyolojik testlerde yüzey ilaçlaması için kullanılan Airbrush ilaçlama aleti.....	17
Şekil 4.1. Nohut yüzeyi üzerinde solüsyon haldeki Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin ölüm oranı (%).....	26
Şekil 4.2. Nohut yüzeyi üzerinde solüsyon haldeki Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin felç oranı (%).....	27
Şekil 4.3. Nohut yüzeyi üzerinde solüsyon haldeki Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin felç+ölüm oranı (%).....	27
Şekil 4.4. Nohut yüzeyi üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin ölüm oranı (%).....	35
Şekil 4.5. Nohut yüzeyi üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin felç oranı (%).....	35
Şekil 4.6. Nohut yüzeyi üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin felç+ölüm oranı (%).....	36
Şekil 4.7. Nohut yüzeyi üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin ölüm oranı (%).....	44

Şekil 4.8.	Nohut yüzeyi üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin felç oranı (%).....	44
Şekil 4.9.	Nohut yüzeyi üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin felç+ölüm oranı (%).....	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 4.1. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin ölüm oranı.....	21
Çizelge 4.2. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin felç oranı.....	22
Çizelge 4.3. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin felç+ölüm oranı.....	23
Çizelge 4.4. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> ' un ortalama yeni nesil ergin sayıları.....	28
Çizelge 4.5. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin ölüm oranı.....	30
Çizelge 4.6. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin felç oranı.....	31
Çizelge 4.7. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin felç+ölüm oranı.....	32
Çizelge 4.8. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> 'un ortalama yeni nesil ergin sayıları.....	37

Çizelge 4.9.	Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin ölüm oranı.....	39
Çizelge 4.10.	Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin felç oranı.....	40
Çizelge 4.11.	Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> erginlerin felç+ölüm oranı.....	41
Çizelge 4.12.	Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Callasobruchus maculatus</i> ' un ortalama yeni nesil sayıları.....	46

1.GİRİŞ

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). Yemeklik 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. 2014 verileri dikkate alındığında, dünyada baklagil ekim alanı 85 655 492 ha ve üretimi 77 644 253 ton (FAO 2014) ve Türkiye’de baklagil ekim alanı 7 438 228 da, üretimi 1 035 832 ton olarak gerçekleşmiştir. Toplam baklagil üretimi içerisinde nohut %43.4, mercimek %33, fasulye %20.7 ve diğerleri (bakla,fiğ) %3.6 paya sahiptir. Türkiye’de 2014 yılında nohut üretim alanı 3 885 175 da, üretim miktarı 450 000 ton ve verimi 116 kg/da’dır (TÜİK 2014).

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. Zararlının ergin diyapozunun olmaması, tarlada ve depoda bulaşmanın gerçekleşmesi ve yüksek üreme gücü bu zararlıya karşı mücadelenin önemini arttırmaktadır.

Fumigant etkili insektisitler Fosfin ve Methyl bromide, rezidüel etkili insektisitlerden ise Deltamethrin ve Malathion *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-metil, Pirimiphos-metil, Malathion, Deltamethrin+piperonyl butoxide) ile savaşım 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, Arthur 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.

Spinosad düşük memeli toksisitesine sahip çevre dostu bir insektisittir (Bret ve ark. 1997). Spinosad Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Örgütü (US EPA) tarafından ruhsatlandırılmış ve düşük riskli pestisitler grubunda yer alan ve birçok zararlının mücadelesinde kullanılan yeni kimyasal sınıfın üyesidir. Spinosad, Spinosyn A ve Spinosyn D' nin karışımıdır. Actinomycete bakterisi *Saccharopolyspora spinosa*'nın fermantasyonu sonucu sentezlenmektedir. Zararlılara kontak veya sindirim yoluyla toksik etki meydana getirmektedir. Spinosad'ın etki mekanizması postsnaptik hücrelerin GABA reseptörlerine bağlanarak nikotinic fonksiyonu engellemesiyle ortaya çıkmaktadır (Salgado ve Sparks 2010). Spinosad zararlılarda aşırı uyarı meydana getirerek paralize etmekte ve hedef organizmada istemsiz kas hareketleri ve titreme oluşumuna neden olmaktadır (Salgado 1998).

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 nikotinic asetilkolin (nACh) reseptör bölgesine etki ederek neo-nicotinoid bileşiklerden farklılaşmakta ve kontak ya da 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 bulmuşlardır. İlâveten, Spinetoram'ın akarisit olarak kullanılabilceği rapor edilmiştir (El Kady ve ark. 2007). Ancak, Spinosad'ın akarisit etkisi bulunmamaktadır.

Spinetoram'ın depolanmış ürün zararlılarına karşı etkinliği ile ilgili çok fazla çalışma olmamasından dolayı bu insektisit'in depolanmış ürün zararlıların mücadelesinde kullanılabilme potansiyeli tam olarak bilinmemektedir. Spinosad'ın depolanmış hububatlarda kalıcılığıyla ilgili çalışmalar yapılmasına rağmen (Fang ve ark. 2002, Fang ve Subramanyam 2003) Spinetoram'ın rezidüel etkisini araştıran sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Bu bağlamda mevcut çalışmada laboratuvar koşullarında Spinosyns grubu Spinetoram ve Spinosad solüsyon halinde nohuta yüzey ilaçlaması yapılarak Börölce tohum böceği (*Callasobruchus maculatus* F.) erginlerine karşı rezidüel toksisitesi araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Sadat ve Asghar (2006), Bu çalışmada laboratuvar koşullarda dört farklı sıcaklık 20, 24, 28 ve 32 °C ve %65±5 nispi nemde Spinosad'ın *Callasobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Bruchidae) erginlerine karşı toksisitesi araştırılmıştır. İçerisinde filtre kağıdı bulunan petri kaplarına Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına erginler temas ettirilmiştir. Uygulamadan 24 saat sonra 20, 24, 28 ve 32 °C sıcaklıkta elde edilen LC₅₀ değerleri sırasıyla 176, 149, 72 ve 40 ppm bulunmuştur. Uygulamadan 72 saat sonra elde edilen LC₅₀ değerleri herbir sıcaklık için düşüş göstermiştir. Spinosad uygulanmış konsantrasyonları ile uygulama sonrası yapılan sıcaklıklar arasında direk bir ilişki tespit edilmiştir.

Subramanyam (2006), Depolanmış ürünlere koruyucu insektisit olarak Spinosad'ın etkisini, laboratuvar ve tarla çalışmalarında yürütmüş, 1 ppm konsantrasyonda hububatta koruyucu olarak uygulanması etkili bulunmuştur. Bu çalışmada depolanmış ürün zararlısı *Rhyzopertha dominica*'nın Spinosad'a karşı hassasiyeti oldukça yüksek bulunmuştur. Ancak, Spinosad *Tribolium confusum* ve *Oryzaephilus surinamensis* erginlerini öldürmezken bu türlerin genç larvalarına karşı 1 ppm konsantrasyon etkili bulunmuştur. *Sitophilus oryzae*'de ise Spinosad 1 ppm konsantrasyon uygulanmış ve uygulama süresi arttıkça etkisinin yükseldiği görülmüştür. Fakat Psocids'e (Kitap biti) karşı etkili bulunmamıştır. Spinosad'ın uygulamadan sonra 1 yıl süreyle ürünlerde insektisidal aktivitesini kaybetmeden kalması nedeniyle ideal bir hububat koruyucusu olduğu ifade edilmiştir.

Daglish ve ark. (2008), Avusturalya'nın Victoria eyaletinde depolanmış buğdaylarda koruyucu olarak uygulanan Spinosad'ın *Rhyzopertha dominica* (F.)'ya karşı etkisi ile buğday ve değirmen ünitelerindeki kalıntısı araştırılmıştır. 2005 yılında hasat edilmiş buğdaylara Spinosad 0.96 mg/kg ürün ve Chlorpyrifos-methyl 10 mg/kg ürünle karıştırılarak uygulama yapılmıştır. Spinosad'ın etkisini, üründe ve değirmen ünitelerinde kalıntısını belirlemek için 7.5 ay süreyle depolanmış buğdaylardan örnekler alınmıştır. Ayrıca, laboratuvar koşullarında buğdaya uygulanmış ve *R. dominica*'ya karşı düşük etkisinin olduğu görülmüştür. Depolanmış buğdayların nem içeriği yaklaşık % 10, sıcaklık değerleri Mart'dan Ağustos'a kadar 14 °C ile 29.3 °C arasında değişiklik göstermiştir. 7.5 aydan fazla depolanmış buğday numunelerini 2 hafta süreyle ilaca maruz bırakılmıştır ve yeni nesil çıkışları görülmemiştir. Bunlara ek olarak, 9 ay depolamadan sonra alınmış numunelerin hiçbirisinde canlı hububat zararlısı tespit edilmemiştir. Spinosad ve Chlorpyrifos-methyl kalıntısı depolama süresince

azalma eğilimi göstermiştir ve buğday kepeğinde tespit edilen kalıntı miktarı hem tam buğday hemde beyaz unda tespit edilen miktardan daha fazla olmuştur. Bu çalışma ile Spinosad'ın hububat koruyucusu olarak *R. dominica*'ya karşı etkili olduğu belirlenmiştir.

Sanon ve ark. (2010), Batı Afrika, Walp bölgesinde depolanmış ürünlerin ana zararlısı, Börülce tohum böceği *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) mücadelesinde Spinosad'ın etkisini araştırmıştır. Laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen denemelerde, Spinosad yüksek sayıda *C. maculatus* ergininin ölümüne neden olmuş ve dişilerin bıraktığı yumurta sayısında önemli derecede azalmalar meydana getirmiştir, fakat en yüksek etki Deltamethrin uygulamasında görülmüştür. Spinosad ve Deltamethrin'in etkisi kontrol uygulamasıyla kıyaslandığında yumurta çıkışlarını önemli derece düşürmüştür. Spinosad'ın en yüksek konsantrasyonu olan 2.5 mg aktif madde/kg ürün uygulamasında açılan yumurta sayısını % 40 oranında düşmesini sağlayarak Deltamethrin'le aynı istatistiki grupta yer almıştır. *C. maculatus*'a karşı Spinosad'ın 24 saat süreli uygulamasında Deltamethrin'den daha az etkili bulunmuştur. Tarla denemelerinde ise Spinosad *C. maculatus* mücadelesinde Deltamethrin'e göre daha etkili bulunmuştur. 6 ay süreli depolamadan sonra, Spinosad uygulanmış börülceden çıkan yeni nesil erginlerin sayısı % 80'den fazla düşüş göstermiştir. Deltamethrin uygulanmış börülceden çıkan yeni nesil erginlerin sayısı sadece % 43'de kalmıştır. Spinosad uygulaması yapılan tohumlarda meydana gelen zarar % 20'den az olurken, Deltamethrin'de ise bu oran % 29 olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Spinosad'ın *C. maculatus*'u 6 ay süreyle kontrol edebildiği ancak Deltamethrin depolamadan 3 ay sonra *C. maculatus*'un kontrolünü sağlayamadığı ve Spinosad'ın *C. maculatus* mücadelesinde Deltamethrin'e göre daha yüksek potansiyele sahip olduğu saptanmıştır.

Mutambuki ve ark. (2012), önemli depo zararlılarına karşı Spinosad toz uygulamasının etkisini araştırmıştır. % 0.125 aktif madde içeren Spinosad tozunun etkisini belirlemek için işlem görmemiş tahıllarla karıştırılarak uygulamışlardır. Yapılan bu uygulamanın etkisi % 1.6 Primiphos methyl ve % 0.3 Permethrin karışımı (Actellic super toz) ile kıyaslanmıştır. Dört önemli depo zararlısı *Sitophilus zeamais* (Motsch), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Rhyzopertha dominica* (F.) ve *Prostephanus truncatus* (Horn)' a karşı etkisi araştırılmıştır. Spinosad tozu 0.35, 0.7 ve 1.44 mg/kg ürün konsantrasyonunda uygulanmıştır. Actellic super toz uygulama konsantrasyonu ise 10.5 mg/kg dozunda uygulanmıştır. *T. castaneum* hariç diğer yapılan tüm uygulamalar kontrole göre önemli derecede etkin bulunmuştur. Spinosad'ın 0.7 ve 1.44 ppm konsantrasyonları *S. zeamais*'ın 24

hafta süreyle kontrolünü sağlamıştır. Buna benzer olarak, gerçekleştirilen tüm uygulamalar *P. truncatus* ve *R. dominica*' ya karşı etkili bulunmuştur. *P. truncatus* mücadelesinde Spinosad'ın etkisi, Actellic super tozla % 5 önem seviyesine göre kıyaslandığında daha yüksek olduğu görülmüştür. Actellic super tozun uygulanan konsantrasyonu *T. castaneum*'a karşı etkili bulunmuş fakat farklı konsantrasyonlarda gerçekleştirilen Spinosad uygulamaları *T. castaneum*'u kontrol edememiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular ürünlerde yüksek zarar meydana getiren önemli depo zararlılarıyla mücadelede Spinosad toz uygulamasının yapılabileceğini göstermiştir.

Parsaeyan ve ark. (2012), *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) karşı cam yüzeye uygulanmış Spinosad ve silisli toprağın lethal ve sublethal etkisini araştırmıştır. Denemelerde 0.2 g/m² silisli toprak ve 68.8 mg aktif madde/l Spinosad uygulandıktan sonra 24 ve 48 saat için LC₅₀ değerleri sırasıyla 1.47 ve 102.9 ppm bulunmuştur. Silisli toprak ve Spinosad'ın LC₂₀ konsantrasyonu kontrolle karşılaştırıldığında, zararlının yeni nesil ergin çıkışını % 71.5 ve % 17.2 oranında azaltmış, yumurtadan çıkışları % 57.5 ve % 27.8 oranında ve ergin ömrünü % 74.7 ve % 17.1 oranında düşürmüştür. Silisli toprak ve Spinosad'ın LC₂₀ konsantrasyonu kontrolle karşılaştırıldığında, zararlının pupa süresini sırasıyla % 4.8 ve % 2.3 oranında arttırmıştır. Bu çalışma hem silisli toprağın hemde Spinosad'ın *C. maculatus*'un yaşam parametrelerini olumsuz etkilediğini göstermiştir. Bu çalışma, silisli toprağın lethal ve sublethal etki kombinasyonunun Börülce tohum böceği mücadelesinde yüksek potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

Sparks ve ark. (2012), Spinosyns grubu insektisitlere direnç ve çapraz direnç gelişimini gözden geçirmiş ve analizini yapmıştır. Spinosyns grubu insektisitlerin kullanılması Spinosad'ın 1997 yılında ruhsatlandırılmasıyla birlikte başladığı ve zaman içerisinde tarla zararlıları popülasyonlarının direnç geliştirmesi nedeniyle etkisinin azaldığı rapor edilmiştir. Laboratuvar koşullarında Spinosad'a karşı dirençli türler elde edilmiş ve karakterizasyonu yapılmıştır. Aynı zamanda Spinosad'ın diğer insektisit sınıflarıyla çapraz direnç gelişimini değerlendiren çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada Spinosyn grubu insektisitlerin direnç ve çapraz direnç gelişim analizleri yapılarak görüşler ortaya konmuştur. Spinosyns direnciyle ilgili 30'dan fazla örnek olmasına rağmen, birçoğu lahana güvesi veya batı çiçek thripsiyile ilgilidir. Spinosyn'lerin çapraz direncini araştıran 85'den fazla çalışma rapor edilmiştir. Ancak, bu çalışmaların yarısında Spinosad'ın çapraz direnç geliştirmedeği ortaya çıkmıştır.

Vassilakos ve Athanassiou (2012), Buğday ve pirinçte homojen dağılmamış Spinetoram uygulamasının *R.dominica*, *S. oryzae* ve *T.confusum*'un ölüm oranına ve yeni nesil ergin sayısına olan etkisini araştırmıştır. Buğday ve çeltiğe katman ve karışım uygulaması yapılan Spinetoram'ın *R. dominica*, *S. oryzae* ve *T. confusum*'a karşı etkisini değerlendirmek için laboratuvar koşullarında denemeler gerçekleştirilmiştir. Spinetoram 1 ppm (1 mg/kg) dozda uygulanmıştır. Katman uygulamasında hububatlar küçük şişelere (8 cm yükseklik, 3 cm çap) 5 farklı şekilde şişeye konmuştur. Bunlar kontrol, tamamen uygulama yapılmış ve 1/8, 1/4 ve 1/2 cm yüksekliğe kadar uygulama yapılmış şekilleridir. Böceklerin ortama yerleştirilmesinde de iki farklı yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler ise önce böceğin sonra ürünü ve tersi şeklini konmasından oluşmuştur. Karışım uygulamasında da, 20 g buğday içeren şişeler altı kategoriye ayrılmıştır. Bunlar kontrol, %5, %10, %25, %50 ve %100 uygulama yapılmış buğdaylardır. Her bir uygulama için ölüm oranı ilaçlamadan 14 gün sonra değerlendirilmiştir. Ancak, karışım uygulamasında 7. günde ara sayım yapılmıştır. Bu süreden sonra, tüm erginler ortamdaki uzaklaştırılmış ve yeni nesil erginlerin sayımı 65 gün sonra gerçekleştirilmiştir. Test edilen türler içerisinde *R. dominica* her iki uygulamadaki en hassas tür olarak belirlenmiş ve katman uygulamasında ise *R. dominica*'nın ölüm oranı şişelere uygulama yapılan yükseklik düştükçe azaldığı belirlenmiştir. Hububat konulmadan önce *R. dominica* erginleri ortama konulduğunda ölüm oranı önemli derece azalmıştır. *S. oryzae*'nin ölüm oranı *R. dominica*'ya ve Pirinçte ölüm oranı buğdaya göre daha düşük bulunmuştur. Karışım uygulamasında, ilaçlamadan 14 gün sonra *R. dominica*'nın ölüm oranı % 82- 100 oranında bulunmuştur. Çeltikte ölüm oranı yine buğdaya göre düşük çıkmıştır. *S. oryzae*'nin ölüm oranı şişe içerisindeki tohumların hepsini veya % 50'sini kaplayacak şekilde yapılan uygulamalar diğer uygulamalarla kıyaslandığında daha yüksek bulunmuştur. Katman uygulamasında *R. dominica*'nın pirinç ve buğdayda yeni nesil ergin sayısı uygulama yapılmış katman azaldıkça arttığı ve buna zıt olarak, *S. oryzae*'de tamamen uygulama yapılmış ürünler hariç, uygulama yapılmış hububatlar ile kontrol arasında yeni nesil ergin sayısında hiçbir fark bulunamamıştır. Karışım uygulamasında yeni nesil ergin sayısı uygulama yapılmış hububatların yüzdesi azaldıkça artmıştır fakat buğday ve pirinçte ciddi farklılıkların olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar Spinetoram'ın *R. dominica*'ya karşı çok etkili, *S. oryzae*'ye karşı orta derecede etkili ve *T. confusum*'a karşı etkisiz olduğunu göstermiştir. Homojen dağılımı olmayan Spinetoram uygulaması, belirli koşullar altında, *R. dominica* mücadelesinde tatmin edici etki sağladığı belirlenmiştir.

Çelik (2013), Laboratuvar koşullarında Spinetoram'ın solüsyon halinde üç farklı uygulama yüzeyinde (beton, fayans ve parke) ve toz halinde fasulye üzerinde *Acanthoscelides obtectus* (Say.) erginlerine karşı rezidual kontak toksisitesini araştırmıştır. *A. obtectus*'un erginlerine karşı 1, 3, 5, 7 gün süreyle fasulye üzerinde toz haldeki Spinetoram'ın 0.250, 0.375, 0.625, 1.250, 1.875 ppm (mg aktif madde/kg ürün) ve ürünsüz ortamda beton, fayans, parke yüzeylerde Spinetoram'ın 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2.5, 5 mg aktif madde/m² konsantrasyonlarında biyolojik testler yürütülmüştür. Fasulyeye toz halde karıştırılan Spinetoram'ın 0.625 ppm ve üstündeki konsantrasyonlarında 1. günde ve düşük konsantrasyonlarda (0.250 ve 0.375 ppm) 5. günde *A. obtectus* erginlerinin hemen hemen % 100' ün felç olduğu ya da öldüğü görülmüştür. Spinetoram'ın 0.625, 1.250 ve 1.875 ppm konsantrasyonlarında hiç yeni nesil ergin çıkışı görülmezken 0.250 ve 0.375 ppm konsantrasyonlarda ise yeni nesil ergin çıkışları 1 bireyin altında kalmıştır. Tüm uygulama yüzeylerinde Spinetoram'ın düşük konsantrasyonları (0.25, 0.5 ve 0.75 mg/m²) *A. obtectus* erginlerin çok düşük felç ya da ölümüne neden olmuştur. Bunun yanında tüm uygulama yüzeylerinde Spinetoram'ın 1.5 mg/m² ve üzerindeki konsantrasyonları *A. obtectus* erginlerin % 100 veya % 100' e yakın felç ya da ölüme neden olduğu görülmüştür. Düşük konsantrasyonlarda Spinetoram'ın *A. obtectus* erginlerine karşı en yüksek etkinliği fayans yüzeyde elde edilmiş olup bunu beton yüzey takip etmiştir. Bu çalışma ürünle birlikte veya ürünsüz ortamda Spinetoram'ın toz ve solüsyon uygulamasının depolanmış baklagillerde sorun olan *A. obtectus*'un mücadelesinde kullanılabilme potansiyeline sahip ve konvensiyonel sentetik insektisitlere alternatif olabileceğini göstermiştir.

Sağlam ve ark. (2013), Betona uygulanmış Spinetoram, Imidacloprid, Thiamethoxam ve Chlorantraniliprole insektisitlerinin *T. confusum*'un yaşam dönemlerine karşı etkisini karşılaştırmıştır. Uygulanan insektisitler içerisinde, Spinetoram'ın daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır. 14 gün süreyle uygulandıktan sonra *T. confusum*'un ergin ve genç larvalarının kontrolü tamamen sağlanmıştır. Genç larvalarda ise, Thiamethoxam'ın en yüksek konsantrasyonu ve Chlorantraniliprole'un uygulanmış her iki konsantrasyonu Spinetoram'la aynı etkiyi göstermiştir. Diğer taraftan, uygulanan insektisitlerin hiçbirisi *T. confusum* pupasını kontrol edememiştir. Üstelik, Chlorantraniliprole bazı kombinasyonları hariç diğer insektisitlerin hiçbirinde ovisidal etki görülmemiştir.

Vassilakos ve Athanassiou (2013), Sıcaklık ve nispi nemin Spinetoram'a olan etkisi üç depo zararlısında gerçekleştirmiştir. Laboratuarda uygulama dozları 0.1, 0.5 ve 1 ppm olan ilaç, üç farklı sıcaklık (20, 25 ve 30 °C) ve iki farklı nem (%55 ve %75) kombinasyonlarında *R. dominica*, *S. oryzae* ve *T.confusum*'un erginlerine karşı test edilmiştir. 7, 14 ve 21 gün sonra ölüm oranlarını ve 65 gün sonrada F1 dölü saptamışlardır. *R. dominica* Spinetoram'ın tüm dozlarına karşı çok hassas ve test edilen sıcaklık, nem koşullarının *R. dominica* ergin ölümlerine çok düşük etkisinin olduğu belirlenmiştir. *Sitophilus oryzae* Spinetoram'ın ≥ 0.5 ppm dozuna karşı hassas olduğu ve ölüm oranlarının sıcaklığın yükselmesiyle birlikte arttığı belirlenmiştir. *T. confusum* erginlerinin ise Spinetoram'a karşı hassas olmadığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda Spinetoram'ın sıcaklık ve nispi nem kombinasyonlarının sadece *S. oryzae*'de etkili olduğu belirlenmiştir.

Sadeghi ve Ebadollahi (2015), *R. dominica* ve *S. oryzae*' nin Spinosad'a karşı hassiyetini araştırmışlardır. Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına ağız yoluyla 10 ve 20 gün uygulama süreleriyle maruz bırakılmıştır. Spinosad *R. dominica* ve *S. oryzae* erginlerine karşı yüksek toksisite göstermiştir. Probit analizinde *R. dominica* ve *S. oryzae* 10 gün uygulama süresinin LC₅₀ değerleri sırasıyla 49.89- 50.75 ppm bulunmuştur. *R. dominica*'nın Spinosad'a karşı, *S. oryzae*'den daha çok hassas olduğu görülmüştür.

Eroğlu (2015), Laboratuvar koşullarında buğdayda *S. granarius* ve *T. confusum* erginlerine karşı 1, 3, 5, 7 gün maruz bırakma süresinde buğday üzerinde solüsyon ve toz haldeki Spinetoram'ın 0.5, 1, 2.5, 5 ve 10 ppm (mg aktif madde/kg ürün) konsantrasyonlarında uygulanmış biyolojik testler 26±1°C sıcaklık ve % 65±5 nispi nemde karanlık ortamda yürütülmüştür. Solüsyon ve toz halindeki Spinetoram'ın 1 ppm ve üzeri konsantrasyonlarında buğday ile karıştırıldığında 3. günde *S. granarius* erginlerinin % 100 felç ya da ölümün gerçekleştiği ve yeni nesil ergin çıkışının tamamen engellediği bulunmuştur. *T.confusum* erginlerinin % 100 felç ya da ölümü toz haldeki Spinetoram'ın 1 ppm ve üzeri konsantrasyonlarında 3. günde elde edilirken solüsyon haldeki Spinetoram uygulamasında ise 3. günde 10 ppm konsantrasyonda elde edilmiştir. Spinetoram'ın toz ve solüsyon uygulamasının depolanmış tahıl zararlılarının mücadelesinde kullanılabilme potansiyeline sahip ve konvensiyonel sentetik insektisitlere alternatif olabileceği bu çalışma ile belirlenmiştir.

Vassilakos ve ark. (2015a), Hububat çeşitlerine uygulanan Spinetoram'ın *R. dominica*, *S. granarius* ve *S. oryzae*'ye karşı etkisini araştırmıştır. Laboratuvar şartlarında Spinetoram yedi hububat çeşidinde uygulanmıştır. Hububat çeşitlerinin Spinetoram kalıntısı UV tespitli HPLC (Yüksek-performans likit kromatografi) kullanılarak ölçülmüştür. Test edilen hububatlar sert buğday, yumuşak buğday, yulaf, çavdar, tritikale, çeltik ve mısırdır. Spinetoram'ın uygulama dozları, 0.1, 1 ve 10 ppm (mg aktif madde/kg ürün)'dir. Çalışma 25 °C ve % 60 nispi nemde gerçekleştirilmiştir. Ergin ölümleri 7 ve 14 gün uygulama yapıldıktan sonra değerlendirilmiştir. Yeni nesil ergin sayımları 65 gün sonra yapılmıştır. *R. dominica* test edilen test edilen tüm ürünlerde Spinetoram'a en hassas olan tür olup 1 ve 10 ppm dozları 14 gün süreyle uygulandıktan sonra %100 ölüm elde edilmiştir. *Sitophilus* türlerinden, *S. granarius* Spinetoram'a *S. oryzae*'den daha hassas olduğu ve 0,1 ppm her iki tür için etkisiz olduğu bulunmuştur. Bu iki tür için Spinetoram etkisi test edilen ürünlerde farklılık göstermiştir. Diğer hububatlarla karşılaştırıldığında, *Sitophilus* türlerinde ölüm sert buğdayda daha yüksektir. *S. granarius*'un en düşük ölüm oranı yulaf ve yumuşak buğday olmuştur. *S. oryzae*'de ise bu ürünler mısır ve yumuşak buğdaydır. *R. dominica*'nın yeni nesil ergin çıkışları düşük olmuş ve en çok 0.1 ppm konsantrasyonda saptanmıştır. Hem *S. granarius* hemde *S. oryzae*'de en yüksek yeni nesil ergin çıkışları yumuşak buğdayda gerçekleşmiştir. Spinetoram'ın 10 ppm uygulama konsantrasyonunun her bir üründe meydana getirdiği kalıntı değerleri arasında herhangi bir fark bulunamamıştır.

Vassilakos ve ark. (2015b), Spinetoram'ın buğdayda başlıca üç depolanmış hububat zararlısına karşı etkisini ve kalıcılığını araştırmışlardır. Spinetoram'ın buğdayda insektisidal etkisi 0.1, 1 ve 5 ppm konsantrasyonlarında üç ana depolanmış hububat zararlısında *S. oryzae* (L.), *R. dominica* (F.) ve *T. confusum* Jacquelin Du Val her ay sayım yapılarak 8 ay süreyle laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Kalıntı analizi için gereken buğday numuneleri 5 ppm uygulanmış örneklerden tercih edilmiştir. Ölüm oranları uygulamadan 7, 14 ve 21 gün sonra yeni nesil ergin çıkışları ise 65 gün sonra kaydedilmiştir. *R. dominica*'nın en hassas tür olduğu ve 14 gün süreyle uygulanmasından sonra en düşük konsantrasyon olan 0.1 ppm'de dahi kontrol tamamen sağlanmıştır. Yeni nesil ergin çıkışları kontrollere göre baskılanmıştır. Diğer taraftan, *S. oryzae*'nin etkin kontrolü sadece yüksek iki konsantrasyonda aynı uygulama süresinde sağlanmıştır. *T. confusum* test edilen türler içerisinde en düşük hassasiyeti göstermiştir. Ele alınan tüm türlerin ölüm oranları çalışmalar süresince değişmemiş ve Spinetoram'ın kalıntı değerleri zamanla parçalanmadan 8 ay süreyle stabil kalmıştır.

3.MATERYAL ve METOT

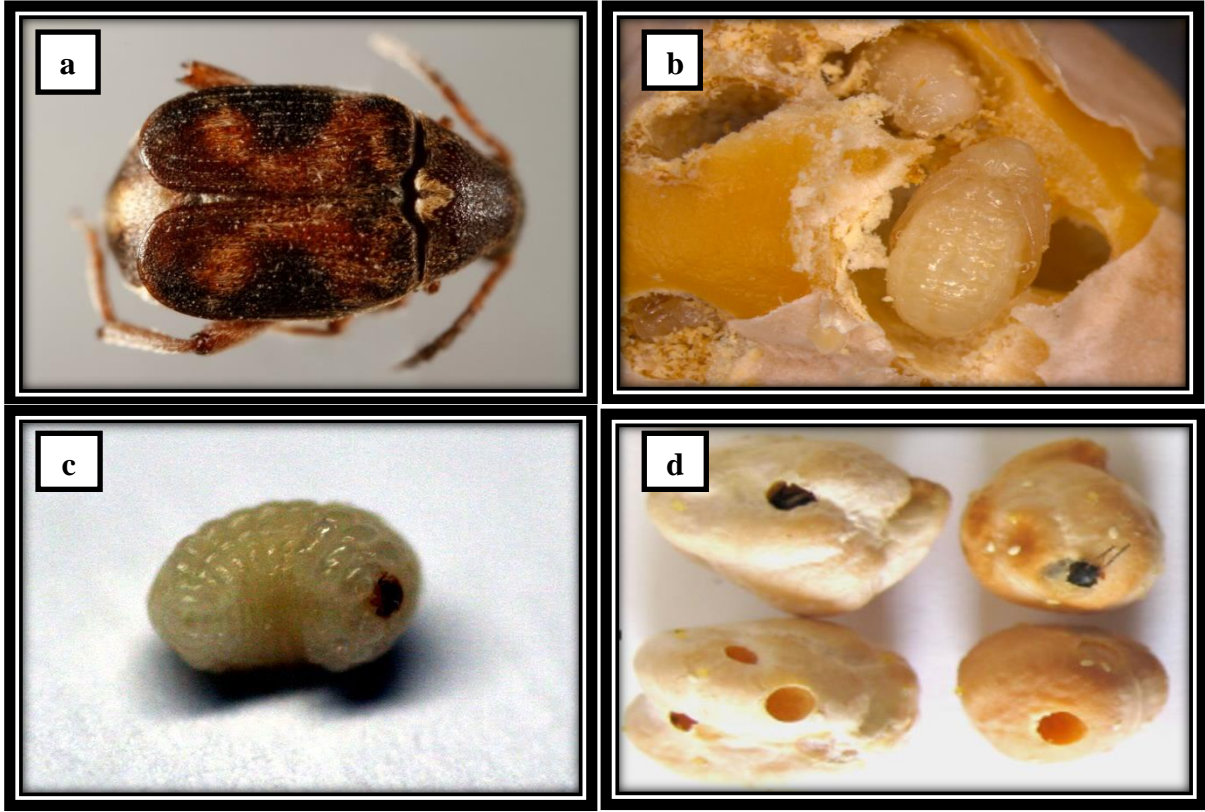
3.1.Materyal

3.1.1. Biyolojik Testlerde Kullanılan Börölce Tohum Böceği (*Callasobruchus maculatus* (F.))

Biyolojik testlerde kullanılan Börölce tohum böceği erginleri (Şekil 3.1a) Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nde nohut üzerinde yetiştirilen stok kültürden temin edilmiş olup Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Toksikoloji laboratuvarında çoğaltılmıştır.

3.1.1.1. Sistematikteki yeri

Şube	:	Arthropoda
Sınıf	:	Insecta
Takım	:	Coleoptera
Familya	:	Bruchidae
Cins	:	Callasobruchus
Tür	:	<i>Callasobruchus maculatus</i> (Fabricius)



Şekil 3.1. Biyolojik testlerde kullanılan Börülce tohum böceği *Callasobruchus maculatus* (F.) ergini (a), pupası (b), larvası (c) yumurtası ve zarar görmüş nohut daneleri (d).

3.1.1.2. Gelişme dönemleri

a.Ergin

Ergin pupadan mandibulalarıyla delik açıp çıkış yapmadan önce hücre içerisinde birkaç gün kalmaktadır. Ergin bireyler tohumdan ısırıcı çiğneyici ağız yapılarının yardımıyla yuvarlak delikler açarak çıkış yapar. Erginlerin elitraları abdomeni tam örtmemektedir (Şekil 3.1a). Ergin bireyler oval şekilde, çikolata veya kızıl kahverengi renkte olup, uzun ve dik antenlere sahiptir. Erkek bireyler dişiye göre daha küçük ve yuvarlak şekildedir. Dişi bireylerde ise abdomen dorsalinin her iki yanında koyu şeritler vardır. Erkek ve dişilerin ömrü sırasıyla 9-12 gün ve 10-14 gün arasında değişmektedir (Blumer ve Beak 2012). Ergin erkeğin boyu 3.21 ± 0.06 mm ve genişliği 1.91 ± 0.05 mm' dir. Ergin dişinin boyu 3.70 ± 0.1 mm ve genişliği 2.17 ± 0.05 mm' dir (Beck ve Blumer 2007). Ergin bireylerin ortalama vucüt büyüklüğü 4-6 mm' dir.

b.Pupa

Yumurtadan çıkan larvalar dane içerisinde gelişimini tamamlayarak dane içerisinde pupa evresine geçmektedir. Yumurtanın bırakılmasından itibaren 26-28 gün içinde zararlının olgun pupa haline geldiği gözlenmiştir (Şekil 3.1b). Dumura uğramış kanatlar 1. günde ortaya çıkmaktadır. 2. günde bacak, anten, ön kanatlar ve hortum uzantıları bağımsız olarak gelişmektedir. 3. günde göz, ağız, arka kanatlar ve bacaklarla birlikte kutikula kılları gelişmektedir. 4. günde neredeyse tüm kısımlar gelişmiştir fakat abdomenin intersegmental bölgesi hala renksiz olup, ön kanatlar açık yeşil renklidir. 5. günde ön kanatlar koyu kahverengine dönmekte ve üzerinde siyah lekeler meydana gelmektedir. Erkek ve dişi bireyin pupa dönemi 6-7 veya 5-6 gün arasında değişmektedir. Erkek pupanın boyu 4.07 mm ve genişliği 2.23±0.07 mm'dir. Dişi pupanın boyu 4.57±0.00 mm ve genişliği 2.60±0.07 mm'dir (Devi ve Devi 2014).

c.Larva

Callasobruchus maculatus' un daneler üzerine bıraktığı yumurtalardan yaklaşık 13 gün sonra larvalar çıkmaktadır (Şekil 3.1c). Nohut üzerine bırakılan yumurtalar ilk bırakıldıklarında şeffaf sarımsı renkte olup, gelişen embriyo larva evresine geçerek yumurtadan çıkış yaptığında doğrudan yumurtanın temas ettiği yerden delik açarak dane içerisine girmektedir. Bu evrede nohut üzerinde delik açarken oluşturduğu tortular ve larva pisliği nedeniyle yumurta krem beyaz renge dönmektedir. Yumurtadan çıkan larva dane içerisinde beslenir ve yumurtanın bırakılmasından itibaren yaklaşık 20 günde olgun larva haline gelir (Akdeniz 2012).

d. Yumurta

Yumurtalar boyu 0.47±0.08 mm ve genişliği 0.12±0.21 mm arasında değişmekte olup danelere tek tek yapıştırılır. Tek bir dane üzerinde birden fazla yumurta bulunabilir. Daneler üzerine yeni bırakılan yumurtalar yarı saydam, pürüzsüz ve parlak olabilir. Yumurtalar sarımsı beyaz renktedir (Şekil 3.1d). Yumurtaların açılma süresi 6-7 gün arasında değişmektedir (Beck ve Blumer 2009).

3.1.1.3. Zarar Şekli, Ekomik Önemi ve Yayılışı

Baklagil tohum böceklerini larvaları, konukçuları olan baklagil daneleri içinde beslenmesi süresince, oluklar meydana getirerek danenin besin değerini düşürdükleri gibi dışkı ve vücut artıkları ile de ürünü kirletirler. Çok döl veren Börülce tohum böceği

(*Callasobruchus maculatus*) zararı sonucu, delinmiş ve iinin büyük kısmı yenilerek besin değerleri tamamen yitirilmiş olan daneler, hayvan yemi ve gübre olarak dahi kullanılamazlar (Şekil 3.1d). Larvaları beslenmesi sonucunda danelerde kalite, çimlenme gücü ve ağırlık kayıplarına neden olurlar. Bu şekilde zarar görmüş i ve dış piyasada önemli yeri olan baklagillerin, pazar değeride düşer. Ülkemizde ekim yapılan tüm bölgelerinde bulunmaktadır. Marmara bölgesinde yılda 6, Karadeniz ve Ege’de yılda 3-5, Güneydoğu Anadolu’da yılda 3-4 döl verir (Anonymous 2008).

3.1.2. Biyolojik Testlerde Kullanılan İnektisitler

Bazı Spinosyns grubu insektisitlerin nohut zararlısı Brlce tohum böceği (*Callasobruchus maculatus* (F.)) (Coleoptera: Bruchidae) erginlerine karşı etkinliğini belirlemek için yürütülen bu mevcut çalışmada Spinosad, Spinetoram ve şahit ilaç olarakta Deltamethrin kullanılmıştır.

3.1.2.1. 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 (Şekil 3.2a). Suda dağılabilen granül veya süspansiyon konsantre formülasyonları üretilmektedir. Formülasyonlar Delegate™, Exalt™ ve Radiant™ olarak farklı ticari isimler altında satılmaktadır. Spinetoram kimyasal yapısı Spinosad ile benzerdir. Spinetoram elma içkurdu, doğu meyve güvesi, thrips, armut psillidi, salkım güvesine karşı mücadelede farklı ülkelerde ruhsatlandırılmıştır (Dow AgroScience 2014a). Ülkemizde ise domates güvesi, pamuk yaprakkurdu, iek thripsi ve patates böceği mücadelesinde ruhsatlandırılmıştır (Dow AgroScience 2015).

3.1.2.2. Spinosad (Laser 480 SC)

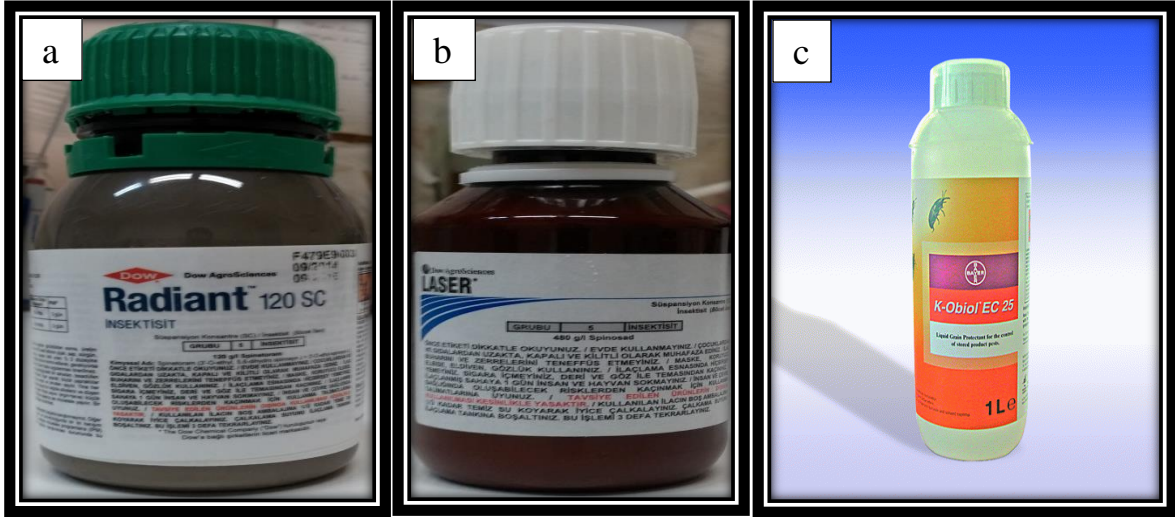
Spinosad, Actinomycete toprak bakterisi *Saccharopolyspora spinosa*’nın metaboliti olup, zararlı mücadelesinde kullanılmaktadır (Thomson ve ark. 1997). Spinosyns A ve D metabolitlerinin aktivitesiyle oluşmaktadır (Metz ve Yao 1990). Laser 480 SC Dow AgroScience tarafından üretilmekte olup 480 g/l Spinosad aktif maddesini içermektedir (Şekil 3.2b). Organofosfat ve karbamat grubu insektisitlerle kıyaslandığında hedef organizma etkisinin daha yüksek olduğu görülmüştür (DowElanco 1994, Adan ve ark. 1996, Sparks ve

ark. 1998, Rendon ve ark. 2000, Burns ve ark. 2001). Zararlılara karşı kontak ve sindirim yoluyla etki etmektedir. Böceklerin sinir sistemindeki nikotik asetilkolin ve gamma-aminobutyric asit (GABA) reseptörlerine bağlanarak etkisi ortaya çıkmaktadır (Sparks ve ark. 2001). Ülkemizde salkım güvesi, bağ thripsisi, çiçek thripsisi, patates böceği, fındık kurdu, şeftali güvesine karşı ruhsatlandırılmıştır (Dow Agro Science 2014b).

3.1.2.3. Deltamethrin (K-Obiol EC 25)

Deltamethrin kanserojenik, teratojenik ve mutajenik etkisi olmayan memeliler için güvenli bir sentetik pyrethroids üyesidir. İnsan ve hayvan derisine uzun süreli yüksek dozda maruziyet halinde bile olumsuz etki oluşturmamıştır (Nimsuphan ve ark. 2010). K-Obiol depolanmış tahılları korumak için dünyada yaygın kullanılan bir insektisittir. Geniş spektrumludur (Snelson 1987). Düşük dozlarda bile yüksek etkilidir. Uygulanmış ürünün içerisine girmemektedir. 1993 yılında gerçekleştirilen pestisit kalıntıları için kodeks komitesinde Deltamethrin'in maksimum kalıntı değerleri şöyledir; Kabul edilebilir günlük doz (ADI) 0.01 mg/kg, Maksimum kalıntı limiti (MRL) hububat tohumları 1 mg/kg, buğday unu 0.2 mg/kg, tam buğday 1 mg/kg, et 0.5 mg/kg, yumurta 0.01 mg/kg'dır (FAO 1993).

K-obiol EC 25, Deltamethrin 25 g/l ve PBO (Piperonyl butoxide) 250 g/l aktif maddeleri içeren EC formülasyonunda, tahıl zararlılarına karşı depo yüzeyine ve direk mahsul üzerine uygulanan, ani ve kalıcı etkiye sahip Bayer CropScience tarafından üretilen bir insektisittir (Şekil 3.2c). Ruhsatlı dozlar uygulandığında ürünlerde kalıntı oluşturmamakta, ürünlerin karakteristik özelliğini olumsuz etkilememekte ve tohumluk olarak kullanılacak ürünlerin çimlesini engelleyici etkisi bulunmamaktadır. Hem uygulayıcı hemde tüketici için güvenli bir üründür. Tahıllarda 12 aya varan uzun süreli kalıcı etkisi vardır. Zararlıların tüm dönemlerine karşı etkilidir. Piperonyl butoxide ise ürünün etkinliğini artırmak üzere kullanılan sinerjistik maddedir. Ülkemizde pirinç biti, buğday biti, ekin kambur biti, testereli böcek, kırma ve un bitlerine karşı ruhsatlandırmıştır (Bayer CropScience 2015).



Şekil 3.2. Biyolojik testlerde kullanılan Spinetoram'ın ticari preparatı Radiant 120 SC (a), Spinosad'ın ticari preparatı Laser 480 SC (b) ve Deltamethrin'in ticari preparatı K-Obiol EC 25 (c).

3.1.3. Biyolojik testlerde kullanılan nohut çeşiti

Türk Satandartları Enstitüsü, 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 kullanılanı Koçbaşı dane grubudur (Akdağ 2001). Bu çalışmada ise, 8 ± 1 ürün nemi içeren 9 mm 'Koçbaşı' nohut çeşidi kullanılmıştır. Nohut paketleri denemeye alınmadan önce 3 gün boyunca $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'deki derin dondurucuda bekletilmiş ve zararlı açısından steril hale getirilmiştir.

3.1.4. 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 (Şekil 3.3). Özel ayarlanabilen basınç regülatörü, 60 psi (mevcut özel basınç)'de durdurmak 30 psi'de başlatmak için Airbrush; kompresör gücü: 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.



Şekil 3.3. Biyolojik testlerde yüzey ilaçlaması için kullanılan Airbrush ilaçlama aleti.

3.2. Metot

3.2.1. *Callasobruchus maculatus* (F.)' un laboratuvarında yetiştirilmesi

Çalışmada, *Callasobruchus maculatus*'un ergin dönemleri kullanılarak 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 bırakılmış ve 7 gün boyunca ergin bireylerin dane üzerine yumurta bırakması ve yumurtadan çıkan larvaların dane içerisine girmesi sağlanmıştır. Daha sonra erginler 5 mm Retsch marka metal elek kullanılarak kavanozdan çıkarılmıştır. Larvaların gelişmesi ve ergin çıkışları günlük olarak kontrol edilmiş, yeni nesil ergin çıkışı olduğunda 5 mm elek yardımıyla nohuttan ergin bireyler alınmış, denemelerde kullanılmış ya da yeni kültür açılarak, kültürün devamı sağlanmıştır.

3.2.2. Biyolojik Testler

3.2.2.1. Laboratuvar koşullarında Spinosad, Spinetoram ve Deltamethrin'in solüsyon uygulaması

Biyolojik etkinlik testleri 25 ± 1 °C sıcaklıkta % 60 ± 5 nispi nemde ve tamamen karanlık iklim odasında yürütülmüştür. Biyolojik testlerde 1-3 günlük Börölce tohum böceği erginleri 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 ürünü homojen şekilde ıslatan ilaç miktarı olan 3 ml ilaç solusyonu Airbrush boyama tabancası ile ürüne püskürtülmüştür. İlaçlı solüsyonlar mg aktif madde/litre suya karıştırılarak hazırlanmıştır. İlaçların uygulama konsantrasyonları ön deneme çalışmaları yapılarak belirlenmiş ve *C. maculatus*' un 7.gündeki ölüm yüzdelerine bağlı olarak uygulama konsantrasyonları aşağı ve yukarı katları şeklinde değiştirilmiştir. Bu kapsamda Spinosad için 6, 12, 24, 48, 72 ve 108 mg aktif madde/litre su konsantrasyonlardan 3 ml solüsyon 500 g ürüne, Spinetoram için 6, 12, 24, 48 ve 60 mg aktif madde/litre su konsantrasyonlardan 3 ml solüsyon 500 g ürüne, Deltamethrin için 7.5, 15, 31.25, 62.5, 125 ve 250 mg aktif madde/litre su konsantrasyonlardan 3 ml solüsyon 500 g ürün dozları uygulanmıştır.

İlaçlamanın ardından püskürtme yapılan nohutların üzeri tül ile kapatılmış ve iklim odasında 1 gün süreyle kurutulmaya bırakılmıştır. Her bir tekkerrür için daneden yeni çıkmış karışık cinsiyetli 1-3 günlük ergin bireylerden 20 adet sayılarak içerisinde ürün bulunan 330 ml'lik kavanozlara konulmuştur. Böcekler konulduktan sonra kavanozların ağzı tül ile kapatılarak % 65 ± 5 nispi nemde 26 ± 1 °C sıcaklıkta ve tamamen karanlık iklim odasında bekletilerek denemeye alınmıştır.

Farklı etken maddeli ilaçların solüsyonu (karışımı) uygulamasından 1, 3, 5, 7 gün sonra 5 mm'lik elek yardımıyla elenmiş, gözle ve binoküler mikroskop yardımıyla incelenerek ölü-felç-canlı sayıları kaydedilmiştir. Kontroldeki böceklere 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 5 mm'lik elek yardımıyla çıkarılmıştır. Spinosyn grubu insektisitlerin *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.

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatiksel Analiz

Bazı Spinosyn grubu insektisitlerin rezidüel toksisitenin belirlenmesi için yapılan koruyucu uygulamalar, insektisitlerin konsantrasyonu, uygulama süreleri, uygulamaya alınan birey sayılarını, uygulama sonrası *C. maculatus*' un ölüm, felç ve felç+ölüm olan birey sayıları ile yeni nesil (F₁) 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 (F₁) dölü 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). Test edilen ilaçların LC₅₀, LC₉₀, LC₉₉ değerlerini hesaplamak için ölüm-doza verileri probit analizine tabi tutulmuştur (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.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Spinosad ile Yürütülen Biyolojik Testler

4.1.1. Nohut üzerinde solüsyon halde püskürtülen Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerinin ölüm, felç ve felç+ölüm oranları

Yapılan çift yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda maruz bırakma süresinin (ölüm oranı için F_{3,172}=120.5, P<0.0001; felç oranı için F_{3,172}=85.7, P<0.0001; felç+ölüm oranı için F_{3,172}=41.9, P<0.0001) ve Spinosad konsantrasyonunun (ölüm oranı için F_{6,172}=587.1, P<0.0001; felç oranı için F_{6,172}=50.2, P<0.0001; felç+ölüm oranı için F_{6,172}=664.7, P<0.0001) *C. maculatus* erginlerinin ölüm, felç ve felç+ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu iki faktör arasındaki interaksyonun (ölüm oranı için F_{18,172}=10.1, P<0.0001; felç oranı için F_{18,172}=21.7, P<0.0001; felç+ölüm oranı için F_{18,172}=2.4, P<0.0010) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptamıştır.

Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerinin ölüm oranı Çizelge 4.1.'de verilmektedir. Çizelge 4.1. dikey olarak incelendiğinde 1. gün dahil tüm maruz bırakma sürelerinde Spinosad konsantrasyonu arttıkça erginlerin ölüm oranlarında istatistiki olarak önemli derecede arttığı görülmüştür (Çizelge 4.1.; Şekil 4.4.). Birinci gün dahil tüm maruz bırakma sürelerinde (3., 5. ve 7.gün) Spinosad'ın tüm konsantrasyonlarına ait ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.1.; $P < 0.0001$). Birinci gün hariç tüm maruz bırakma sürelerinde en yüksek ölüm oranı 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarına ait ölüm oranları istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Birinci gün hariç tüm maruz bırakma sürelerinde en yüksek ölüm oranı 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarında görülürken en düşük ölüm oranı 6 ppm'de görülmüştür (Çizelge 4.1.; Şekil 4.4.). *C. maculatus* erginlerinin %100 ölüm oranı 5. günde 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarda görülürken, 7. günde 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarda elde edilmiştir (Şekil 4.4.). Bu sonuçlar 1. gün sonunda Spinosad'ın test edilen 72 ve 108 ppm konsantrasyonları hariç diğer tüm konsantrasyonlarda (6, 12, 24 ve 48 ppm) *C. maculatus* erginlerin hemen hemen hiç ölümüne neden olmadığını, 5. ve 7. gün sonunda ise Spinosad'ın yüksek konsantrasyonlarda (48, 72 ve 108 ppm) *C. maculatus* erginlerin %100 veya %100 'e yakın ölümünün gerçekleştiğini göstermiştir.

Çizelge 4.1. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerin ölüm oranı

Konsantrasyon (ppm)	Ölüm Oranı (%) ± S.Hata				F ve P değeri
	1. Gün	3. Gün	5. Gün	7. Gün	
6	2.0±1.2 Ea*	5.5±1.7 Ca	6.6±1.9 Ca	13.5±4.6 Da	F _{3,16} = 2.0 P=0.153
12	15.0±5.5 Da	35.8±9.8 Ba	40.3±6.2 Ba	41.6±5.7 Ca	F _{3,16} = 3.35 P<0.045
24	19.3±5.3 Dc	37.2±7.4 Bb	55.3±4.7 Bab	68.8±5.9 Ba	F _{3,16} = 11.9 P<0.0001
48	32.2±6.2 Cb	98.8±1.1 Aa	98.8±1.1 Aa	100±0 Aa	F _{3,16} = 97.7 P<0.0001
72	50.7±5.1 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{3,16} = 224.0 P<0.0001
108	80.7±7.0 Ab	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{3,16} = 24.2 P<0.0001
Kontrol	0.2±1.8 Eb	1.1±1.2 Ca	3.2±1.2 Ca	5.1±1.0 Ea	F _{3,76} = 7.9 P<0.0001
F ve P değeri	F _{6,43} = 75.8 P<0.0001	F _{6,43} = 161.8 P<0.0001	F _{6,43} = 200.7 P<0.0001	F _{6,43} = 177.8 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.

Çizelge 4.2. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad' ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerin felç oranı

Konsantrasyon (ppm)	Felç Oranı (%) ± S.Hata				F ve P değeri
	1. Gün	3. Gün	5. Gün	7. Gün	
6	4.2±1.8 Da*	4.4±1.1 Ba	4.3±2.6 Aa	12.7±4.6 Aa	F _{3,16} = 1.9 P=0.167
12	5.1±2.4 Da	5.5±1.9 Ba	1.8±1.1 BCa	9.6±2.0 Aa	F _{3,16} = 2.5 P=0.092
24	21.4±2.4 Bca	17.1±2.0 Aab	9.0±4.0 Abc	5.7±3.3 Bc	F _{3,16} = 0.018 P<0.0001
48	42.6±6.6 Aa	0±0 Cb	0±0 Cb	0±0 Cb	F _{3,16} = 109.4 P<0.0001
72	32.1±5.2 Aba	0±0 Cb	0±0 Cb	0±0 Cb	F _{3,16} = 109.6 P<0.0001
108	17.3±7.7 Ca	0±0 Cb	0±0 Cb	0±0 Cb	F _{3,16} = 109.6 P<0.0001
Kontrol	0±0 Ea	0±0 Ca	0±0 Ca	0±0 Ca	F _{3,76} = - P= -
F ve P değeri	F _{6,43} = 40.9 P<0.0001	F _{6,43} = 53.6 P<0.0001	F _{6,43} = 5.5 P<0.0001	F _{6,43} = 24.2 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.

Çizelge 4.3. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad' in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerin felç+ölüm oranı

Konsantrasyon (ppm)	Felç+Ölüm Oranı (%) ± S.Hata				F ve P değeri
	1. Gün	3. Gün	5. Gün	7. Gün	
6	6.3±2.8 Ea*	10.0±2.2 Ca	10.9±3.7 Da	26.3±6.6 Da	F _{3,16} =3.3 P=0.46
12	20.2±6.9 Db	41.4±8.6 Ba	42.1±5.2 Ca	51.3±7.0 Ca	F _{3,16} =3.7 P<0.034
24	40.7±7.4 Ca	54.4±6.8 Ba	64.3±6.9 Ba	74.5±5.2 Ba	F _{3,16} = 4.4 P=0.18
48	74.8±8.8 Bb	98.8±1.1 Aa	98.8±1.1 Aa	100±0 Aa	F _{3,16} =14.0 P<0.0001
72	82.8±3.3 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{3,16} =67.3 P<0.0001
108	98.0±1.2 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{3,16} =2.6 P=0.083
Kontrol	0.2±0.8 Fa	1.0±1.0 Da	3.2±1.0 Ea	5.1±1.0 Ea	F _{3,76} =6.3 P= 0.001
F ve P değeri	F _{6,43} = 132.1 P<0.0001	F _{6,43} = 194.1 P<0.0001	F _{6,43} = 170.4 P<0.0001	F _{6,43} = 178.1 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.

Çizelge 4.1. yatay olarak incelendiğinde (6 ppm) hariç diğer tüm konsantrasyonlarda maruz kalma sürelerine ait *C. maculatus* erginlerinin ölüm oranları arasında önemli seviyede farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.1.; P<0.0001). 12, 24, 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarda Spinosad' a maruz bırakılma süresi arttıkça erginlerin ölüm oranında istatistikî olarak önemli derecede artış görülmüştür (Çizelge 4.1.). Tüm konsantrasyonlarda en yüksek ergin ölüm oranı 7. günde elde edilirken en düşük ölüm oranı ise 1. günde elde

edilmiştir (Şekil 4.1.). Nitekim 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarda 3., 5. ve 7. gündeki ölüm oranları 1. gündeki ölüm oranlarından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur. 24, 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarda 3., 5. ve 7. gündeki ölüm oranları 1. gündeki ölüm oranlarından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur. Yüksek konsantrasyonlarda (48, 72 ve 108 ppm) 7. gündeki ölüm oranları ile 3. ve 5. gündeki ölüm oranları istatistiki olarak benzer bulunurken düşük konsantrasyonlarda ise 7. gündeki ölüm oranları 1. gündeki ölüm oranlarından önemli seviyede yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1.; Şekil 4.1.). 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarda 7. günde *C. maculatus* erginlerinin % 100 seviyesinde ölüme ulaşılmıştır. Bu sonuçlar Spinosad'ın 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarında 1. günden sonra *C. maculatus* erginlerinin ölümünün önemli derecede arttığını ve aynı (48, 72 ve 108 ppm) konsantrasyonlarda 7. günde *C. maculatus* erginlerinin % 100 seviyesinde ölümün elde edildiğini göstermiştir.

Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerin felç oranı (%) Çizelge 4.2.' de verilmektedir. Çizelge 4.2. dikey olarak incelendiğinde tüm maruz bırakma sürelerinde Spinosad'ın 6 ve 12 ppm dışındaki konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.2.; $P < 0.0001$). Birinci günde Spinosad'ın 6 ve 12 ppm ile 48 ve 72 ppm konsantrasyonlarına ait felç oranları aralarındaki farklılık istatistiki aynı bulunmuştur. 48 ve 72 ppm konsantrasyonlardaki felç oranları diğer konsantrasyonlarından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2.). Üçüncü ve 5. ve 7. günde Spinosad'ın 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki aynı ve hiç felç görülmezken bu konsantrasyonlardaki felç oranları Spinosad'ın 6, 12 ve 24 ppm konsantrasyonlarından önemli seviye daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.2.). *Callasobruchus maculatus* erginlerinde % 50' ye yakın felç oranı 1. günde 48 ppm konsantrasyonlarında görülürken 3., 5. ve 7. günde Spinosad'ın 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarında hiç felç elde edilmemiştir (Şekil 4.2.). Bu sonuçlar Spinosad'ın 48 ppm konsantrasyonda 1. gün sonunda *C. maculatus* erginlerin hemen hemen % 50 oranında felç olduğunu göstermiştir.

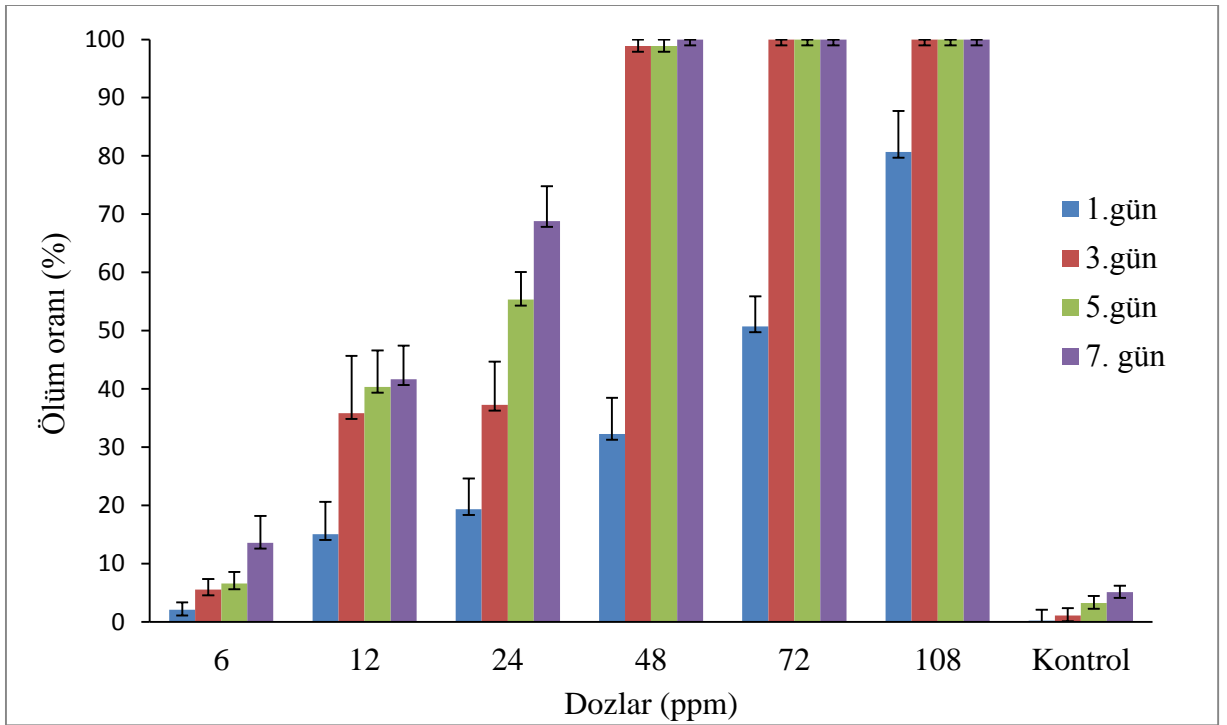
Çizelge 4.2. yatay olarak incelendiğinde Spinosad'ın 24, 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarında maruz kalma sürelerine ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılıklar bulunurken (Çizelge 4.2.; $P < 0.0001$) 6 ve 12 ppm konsantrasyonlarda tüm maruz kalma sürelerine ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılık olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.2.). Spinosad'ın 48 ve 72 ppm

konsantrasyonunda 3., 5. ve 7. güne ait felç oranları 1. güne ait felç oranlarından önemli seviyede daha düşük bulunmuştur. Spinosad'ın 24 ppm konsantrasyonunda ise 1. ve 3. günlere ait felç oranı 5. ve 7. günlere ait felç oranlarından önemli seviyede daha yüksek olduğu görülmüştür. Spinosad'ın 48 ppm konsantrasyonunda 1. günde % 50'ye yakın, 3., 5. ve 7. günlerde ise 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlar ile beraber hiç felç gözlemlenmemiştir (Şekil 4.2.). Bu sonuçlar Spinosad'ın 48 ppm konsantrasyonda 1. günde *C. maculatus* erginlerinin hemen hemen % 50' sinin felç olduğunu aynı (48 ppm) ve üzeri konsantrasyonlarda (72 ve 108 ppm) 3., 5. ve 7. günlerde hiç felç olmadığını göstermiştir.

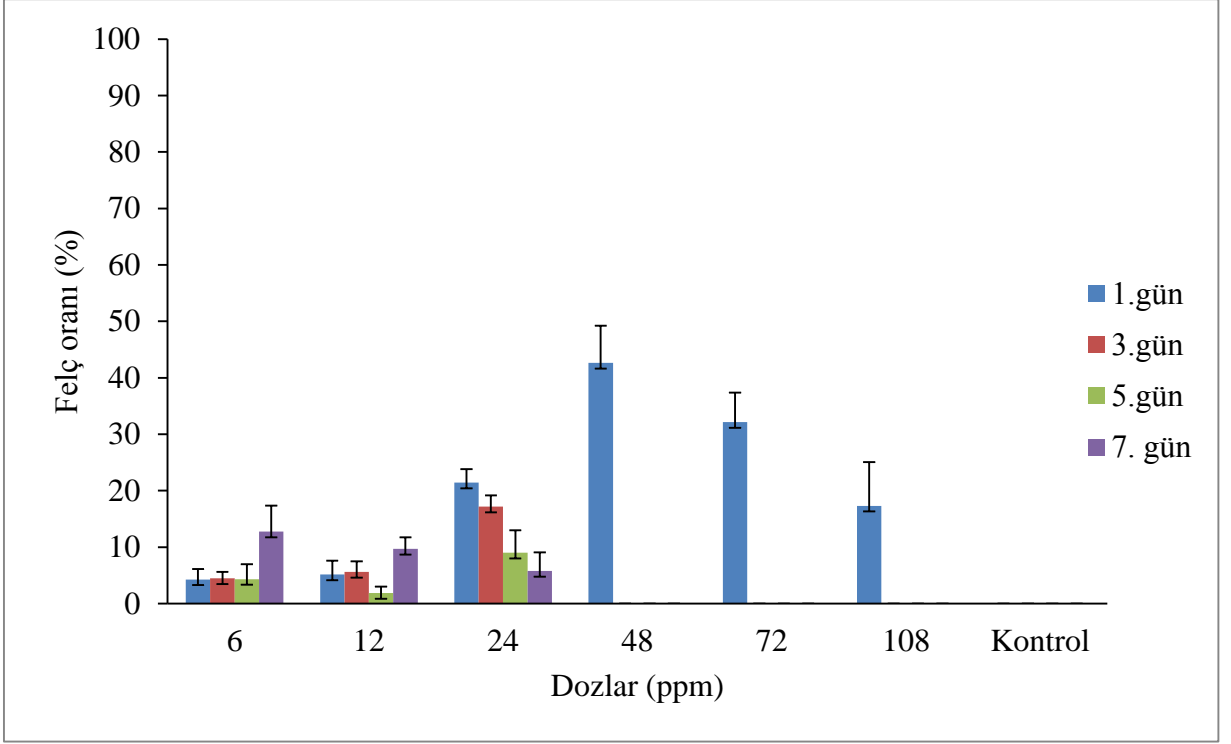
Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerin felç+ölüm oranı Çizelge 4.3.' de verilmektedir. Çizelge 4.3. dikey olarak incelendiğinde tüm maruz bırakma sürelerinde Spinosad'ın tüm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.3.; $P < 0.0001$). Birinci günde Spinosad'ın 48 ve 72 ppm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki aynı bulunurken bu konsantrasyonlardaki felç+ölüm oranları, 108 ppm konsantrasyonundan önemli seviyede daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.3.). Üçüncü günde Spinosad'ın 48, 72, ve 108 ppm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki aynı bulunurken bu konsantrasyonlardaki felç+ölüm oranları, 6, 12 ve 24 ppm konsantrasyonlarından önemli seviye daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.3.). Yedinci günde ise Spinosad'ın 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılık bulunmamıştır. *Callasobruchus maculatus* erginlerinde % 100'e yakın felç+ölüm oranı 1. günde 108 ppm konsantrasyonda görülürken 3., 5. ve 7. günlerde ise Spinosad'ın 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarında % 100 felç+ölüm oranı elde edilmiştir (Şekil 4.3.). Bu sonuçlar Spinosad'ın 48 ppm ve üstü konsantrasyonlarda 1. günde % 50'yi, 3. günde %95'i aşan oranda felç+ölüm gözlemlendiği, 5. ve 7. gün sonunda ise çoğunlukla ölümün gerçekleştiğini göstermiştir.

Çizelge 4.3. yatay olarak incelendiğinde Spinosad'ın 12, 48 ve 72 ppm konsantrasyonlarında maruz kalma sürelerine ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılıklar bulunurken (Çizelge 4.3.; $P < 0.0001$) 6, 24 ve 108 ppm konsantrasyonlarda tüm maruz kalma sürelerine ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılık olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.3.). Spinosad'ın 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarda 3., 5. ve 7. güne ait felç+ölüm oranları 1. güne ait felç+ölüm

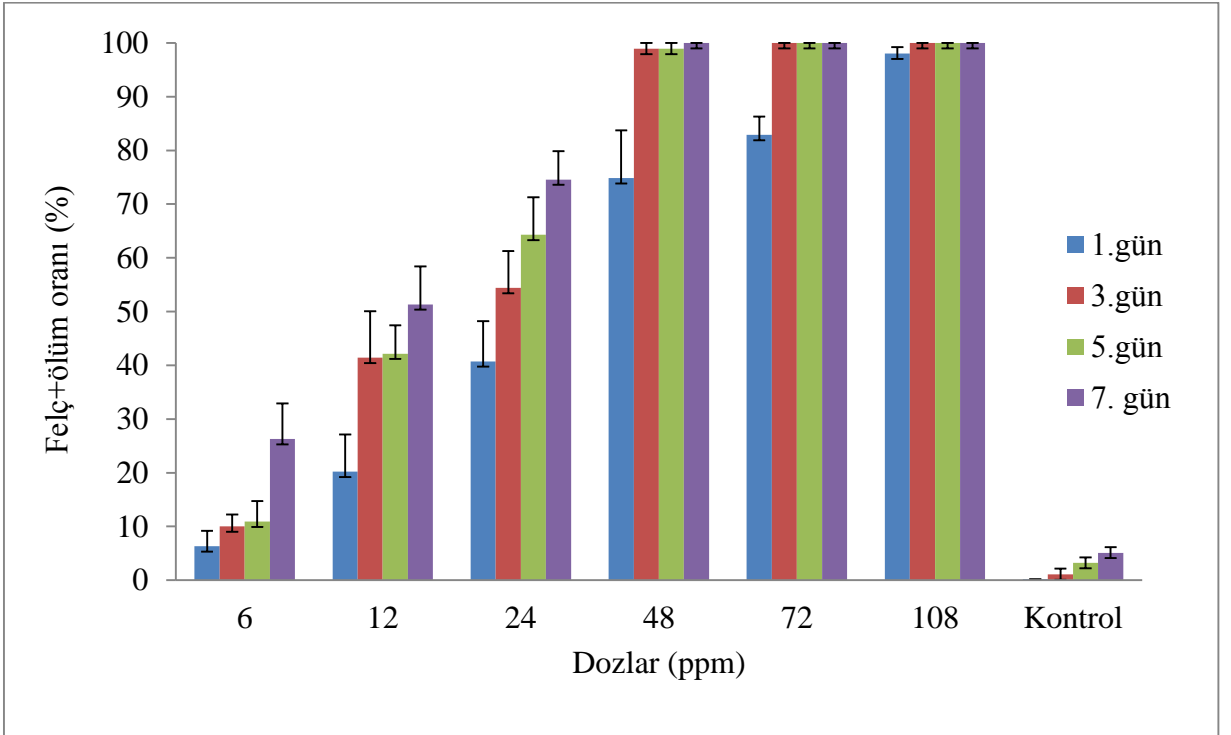
oranından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur. Spinosad' ın 6, 24 ve 108 ppm konsantrasyonlarda ise tüm günlere ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede fark bulunmamıştır. Spinosad' ın 108 ppm konsantrasyonunda 1. günde % 100' e yakın, 3. günde ise 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarda % 100 veya % 100'e yakın felç+ölüm oranına ulaşılmıştır (Şekil 4.3.). Spinosad' ın % 100 felç+ölüm oranı 48 ppm konsantrasyonda 7. günde saptanmıştır. Bu sonuçlar Spinosad'ın 48 ppm konsantrasyonda 7. günde, 48 ppm üzeri konsantrasyonlarda (72 ve 108 ppm) ise 3. günde *C. maculatus* erginlerinin %100 oranında felç yada öldüğünü göstermiştir.



Şekil 4.1. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad' ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *Callasobruchus maculatus* erginlerin ölüm oranı (%).



Şekil 4.2. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad' ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *Callasobruchus maculatus* erginlerin felç oranı (%).



Şekil 4.3. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad' ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *Callasobruchus maculatus* erginlerin felç+ölüm oranı (%).

4.1.2. Nohut üzerinde solüsyon halde püskürtülen Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus*'un ortalama yeni nesil ergin sayıları

Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *C. maculatus*'un ortalama yeni nesil ergin sayıları Çizelge 4.4.' de verilmektedir. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *C. maculatus* erginlerin ortalama yeni nesil ergin sayıları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.4.; $P < 0.0001$). Spinosad'ın tüm konsantrasyonlarındaki yeni nesil ergin sayıları kontroldeki yeni nesil ergin sayısından önemli seviyede daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun yanında Spinosad'ın tüm konsantrasyonlarındaki yeni nesil ergin sayıları istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Spinosad'ın 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarda hiç yeni nesil ergin çıkışı görülmezken 48 ppm konsantrasyonda ise yeni nesil ergin çıkışları 1 adet birey olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4.). Bu sonuçlar nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad'ın test edilen 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarda *C. maculatus*'un yeni nesil ergin çıkışını büyük ölçüde engellediğini ve dolayısıyla *C. maculatus* popülasyonunu baskı altına alabileceğini göstermiştir.

Çizelge 4.4. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *Callasobruchus maculatus*'un ortalama yeni nesil ergin sayıları

Konsantrasyon (ppm)	Ortalama yeni nesil ergin sayısı (Adet)*S.Hata
6	14.8±4.8 B*
12	5.4±1.9 B
24	7.6±1.8 B
48	1.0±0.4 B
72	0±0 B
108	0±0 B
Kontrol	29.4±4.5 A
F ve P değeri	$F_{6,38} = 8.8, P < 0.0001$

*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.

4.2. Spinetoram ile Yürütülen Biyolojik Testler

4.2.1. Nohut üzerinde solüsyon halde püskürtülen Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerinin ölüm, felç ve felç+ölüm oranları

Yapılan çift yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda maruz bırakma süresinin (ölüm oranı için $F_{3,176}=91.6$, $P<0.0001$; felç oranı için $F_{3,176}=3.7$, $P<0.013$; felç+ölüm oranı için $F_{3,176}=109.2$, $P<0.0001$) ve Spinetoram konsantrasyonunun (ölüm oranı için $F_{5,176}=390.4$, $P<0.0001$; felç oranı için $F_{5,176}=33.4$, $P<0.0001$; felç+ölüm oranı için $F_{5,176}=673.4$, $P<0.0001$) *C. maculatus* erginlerinin ölüm, felç ve felç+ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu iki faktör arasındaki interaksiyonun (ölüm oranı için $F_{18,176}=9.07$, $P<0.0001$; felç oranı için $F_{18,176}=3.1$, $P<0.0001$; felç+ölüm oranı için $F_{18,176}=13.5$, $P<0.0001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptamıştır.

Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerinin ölüm oranı Çizelge 4.5.'de verilmektedir. Çizelge 4.5. dikey olarak incelendiğinde 1. gün dahil tüm maruz bırakma sürelerinde Spinetoram konsantrasyonu arttıkça erginlerin ölüm oranlarında istatistiki olarak önemli derecede arttığı görülmüştür (Çizelge 4.5.; Şekil 4.4.). Birinci gün dahil tüm maruz bırakma sürelerinde Spinetoram'ın tüm konsantrasyonlarına ait ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.5.; $P<0.0001$). Tüm maruz bırakma sürelerinde en yüksek ölüm 60 ppm konsantrasyonda görülürken en düşük ölüm oranı 6 ppm'de görülmüştür (Çizelge 4.5.; Şekil 4.4.). *C. maculatus* erginlerinin % 100'e yakın ölüm oranı 3., 5. ve 7. günde 60 ppm konsantrasyonda görülmüştür. Bu sonuçlar 1. gün sonunda Spinetoram'ın test edilen 24 ppm ve altı konsantrasyonlarında *C. maculatus* erginlerin düşük oranda ölüme neden olduğu, 3., 5. ve 7. gün sonunda ise Spinetoram'ın 60 ppm konsantrasyonlarında *C. maculatus* erginlerin hemen hemen % 100 oranında ölümün gerçekleştiğini göstermiştir.

Çizelge 4.5. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram' ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerin ölüm oranı

Konsantrasyon (ppm)	Ölüm Oranı (%) ± S.Hata				F ve P değeri
	1. Gün	3. Gün	5. Gün	7. Gün	
6	10.8±5.8 Ca*	17.3±6.2 Da	22.0±7.5 Da	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 P<0.0001
48	29.3±6.7 Bb	74.8±4.3 Ba	84.2±4.4 Ba	87.2±5.4 Ba	F _{3,16} =45.5 P<0.0001
60	82.5±7.2 Aa	94.4±3.2 Aa	95.4±3.4 Aa	98.9±1 Aa	F _{3,16} =2.5 P=0.091
Kontrol	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.

Çizelge 4.6. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram' ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerin felç oranı

Konsantrasyon (ppm)	Felç Oranı (%) ± S.Hata				F ve P değeri
	1. Gün	3. Gün	5. Gün	7. Gün	
6	4.8±3.6 ABa*	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 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 ABa	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} = 0.6 P=0.574
Kontrol	0±0 C	0±0 C	0±0 C	0±0 B	F _{3,16} =-- P=--
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.

Çizelge 4.7. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram' ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerin felç+ölüm oranı

Konsantrasyon (ppm)	Felç+Ölüm Oranı (%) ± S.Hata				F ve P değeri
	1. Gün	3. Gün	5. Gün	7. Gün	
6	15.7±4.9 Ca*	20.3±5.5 Da	33.3±9.5 Da	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 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.

Çizelge 4.5. yatay olarak incelendiğinde 6 ve 60 ppm konsantrasyonları hariç maruz kalma sürelerine ait *C. maculatus* erginlerinin ölüm oranları arasında önemli seviyede farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.5.; P<0.0001). 12, 24 ve 48 ppm konsantrasyonlarda Spinetoram' a maruz bırakılma süresi artıka erginlerin ölüm oranında istatistikî olarak önemli derecede artış görülmüştür. Tüm konsantrasyonlarda en yüksek ergin ölüm oranı 7. günde elde edilirken en düşük ölüm oranı ise 1. günde elde edilmiştir (Şekil 4.4.). Nitekim 12, 24 ve 48 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. 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 seviyesinde ölümün elde edildiğini göstermiştir.

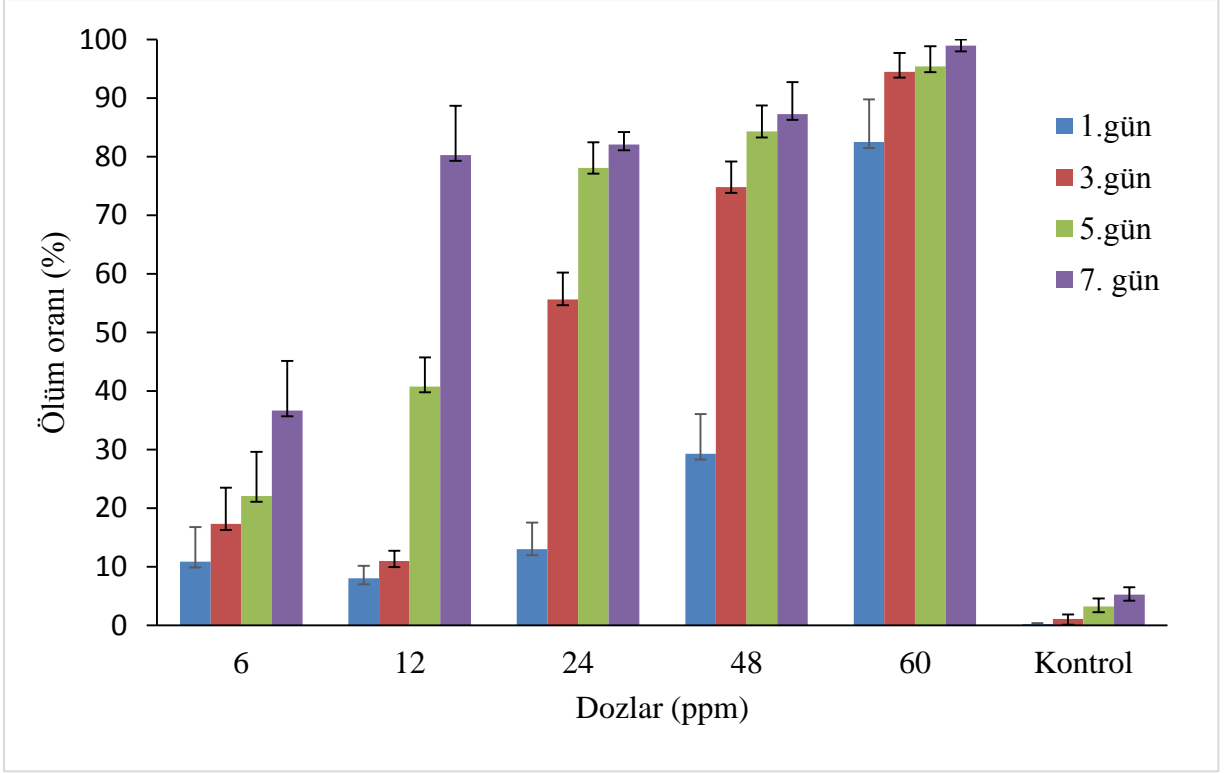
Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram' ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerin felç oranı Çizelge 4.6.' da verilmektedir. Çizelge 4.6. dikey olarak incelendiğinde tüm maruz bırakma sürelerinde Spinetoram' ın tüm konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.6.; $P<0.0001$). Birinci günde Spinetoram' ın 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki aynı bulunurken bu konsantrasyonlardaki felç oranları Spinetoram' ın 6 ve 12 ppm konsantrasyonlarındakinden önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.6.). Üçüncü günde Spinetoram' ın 12, 24 ve 48 ppm konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki aynı bulunurken bu konsantrasyonlardaki felç oranları Spinetoram' ın 6 ve 60 ppm konsantrasyonlarından önemli derecede daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.6.). Bu sonuçlar Spinetoram' ın 60 ppm konsantrasyonda 1. gün sonunda en fazla % 15 oranında felç olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.6. yatay olarak incelendiğinde Spinetoram' ın 12 ppm konsantrasyonda maruz kalma sürelerine ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılıklar bulunurken (Çizelge 4.6.; $P<0.0001$) 6, 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarda tüm maruz kalma sürelerine ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılık olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.6.). 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 düşük konsantrasyonunda (6 ppm) ise 5. günde yaklaşık % 15 oranında felç elde edilmiştir (Şekil 4.5.).

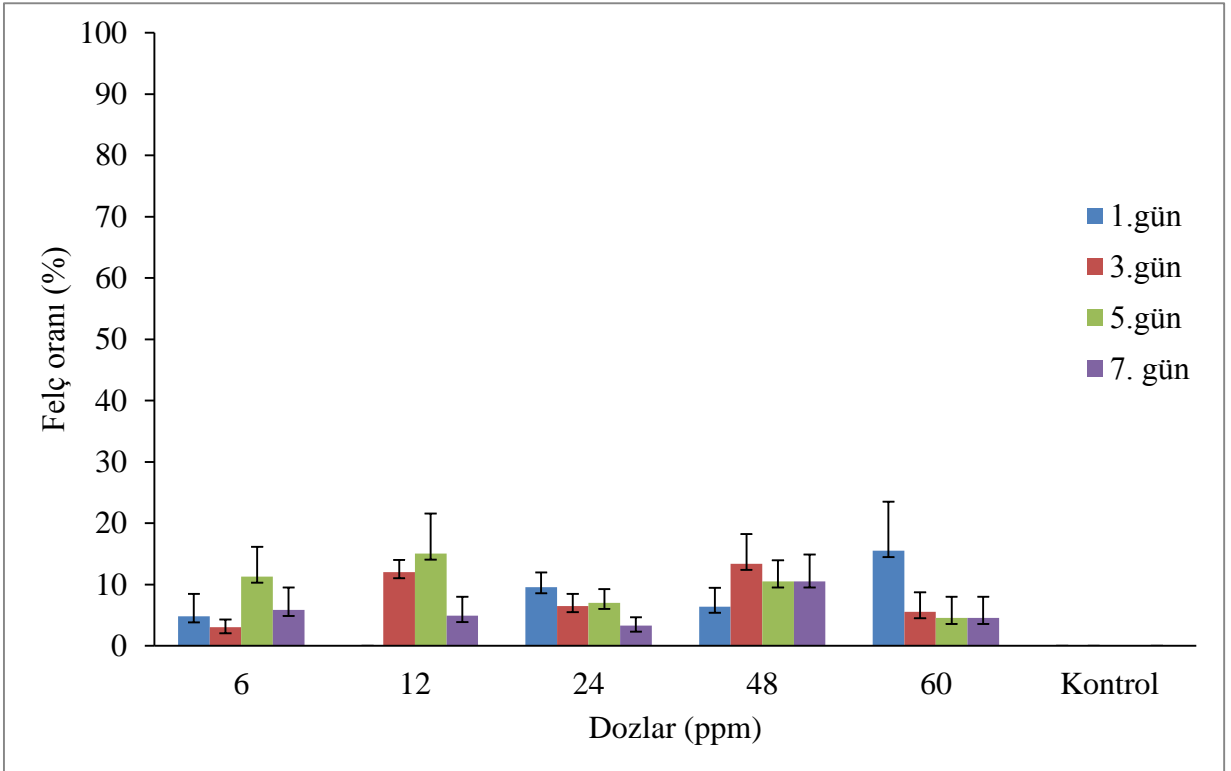
Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerin felç+ölüm oranı Çizelge 4.7.' de verilmektedir. Çizelge 4.7. dikey olarak incelendiğinde tüm maruz bırakma sürelerinde Spinetoram' ın tüm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.7.; $P<0.0001$). Yedinci günde Spinetoram' ın 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki aynı bulunmuştur (Çizelge 4.7.). Üçüncü günde Spinetoram' ın 6 ve 12 ppm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm

oranları arasında istatistiki aynı bulunurken bu konsantrasyonlardaki felç+ölüm oranları Spinotoram' ın 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarından önemli seviyede daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.7.). *Callasobruchus maculatus* erginlerinde % 100' e yakın felç+ölüm oranı 1. günde 60 ppm konsantrasyonunda görülürken 3., 5. ve 7. günde Spinotoram' ın 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarında % 100 felç+ölüm oranı elde edilmiştir (Şekil 4.6.). Bu sonuçlar Spinotoram' 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.

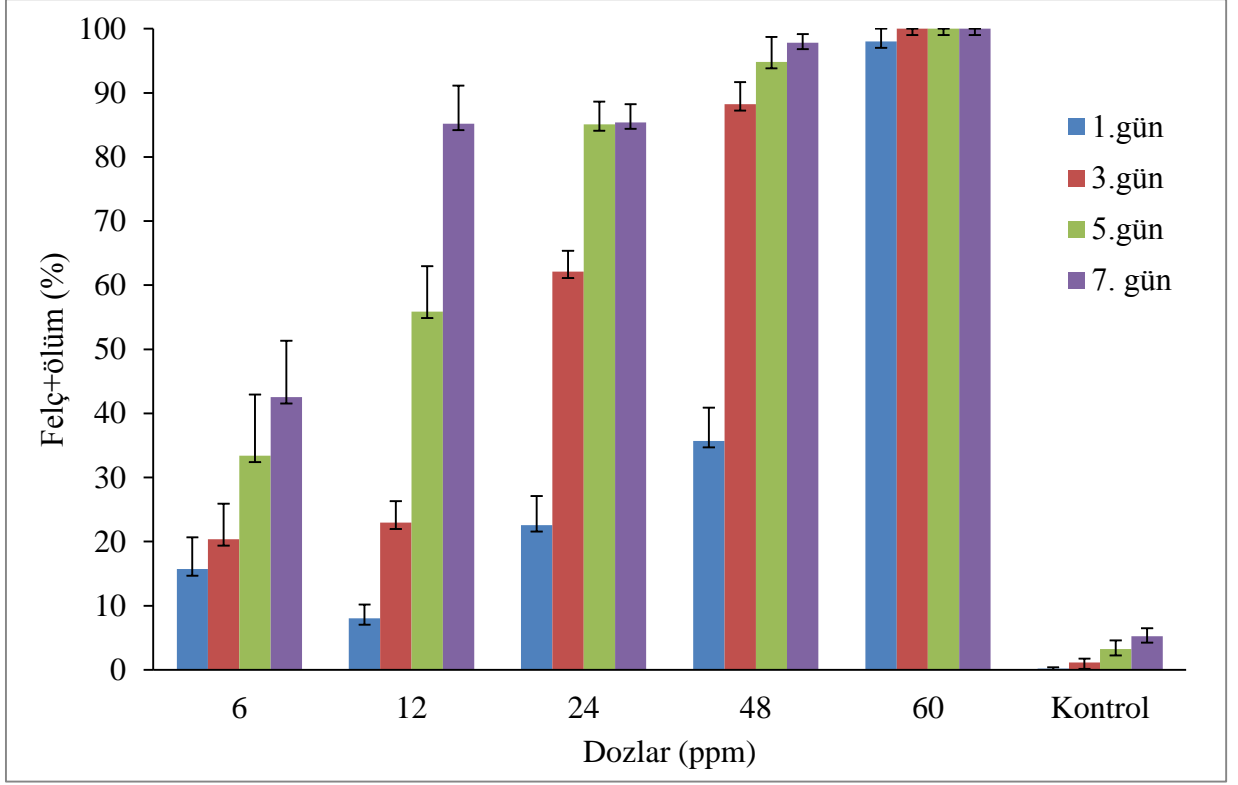
Çizelge 4.7. yatay olarak incelendiğinde Spinotoram' ın 12, 24 ve 48 ppm konsantrasyonlarında maruz kalma sürelerine ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılıklar bulunurken (Çizelge 4.7.; $P < 0.0001$) 6 ve 60 ppm konsantrasyonlarda tüm maruz kalma sürelerine ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılık olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.7. Spinotoram' ın 24 ve 48 ppm konsantrasyonlarda 5. ve 7. güne ait felç+ölüm oranları 1. ve 3. güne ait felç+ölüm oranlarından önemli seviyede daha yüksek olduğu görülmüştür. Spinotoram' ın 60 ppm konsantrasyonunda 1. günde % 100' e yakın, 5. ve 7. günde ise 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarda % 100' e yakın felç+ölüm oranına ulaşılmıştır (Şekil 4.6.). Bu sonuçlar Spinotoram' ın 48 ppm konsantrasyonda 5. günde ve 60 ppm konsantrasyonda 1. günde *C. maculatus* erginlerinin % 100' e yakın felç yada öldüğünü göstermiştir.



Şekil 4.4. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram' in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *Callasobruchus maculatus* erginlerin ölüm oranı (%).



Şekil 4.5. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram' in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *Callasobruchus maculatus* erginlerin felç oranı (%).



Şekil 4.6. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *Callasobruchus maculatus* erginlerin felç+ölüm oranı (%).

4.2.2. Nohut üzerinde solüsyon halde püskürtülen Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus*'un ortalama yeni nesil ergin sayıları

Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *C. maculatus*'un ortalama yeni nesil ergin sayıları Çizelge 4.8.'de verilmektedir. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın tüm konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *C. maculatus* erginlerin ortalama yeni nesil ergin sayıları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.8.; $P < 0.0001$). Spinetoram'ın 12, 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarındaki ortalama yeni nesil ergin sayıları, kontroldeki ortalama yeni nesil ergin sayısından önemli seviyede daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun yanında Spinetoram'ın 12, 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlardaki ortalama yeni nesil ergin sayıları istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Spinetoram'ın 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarda ortalama yeni nesil ergin çıkışları sırasıyla 3 ve 1 bireyin altında kalmışken 6, 12 ve 24 ppm konsantrasyonlarda ise ortalama yeni nesil ergin çıkışları 29, 13 ve 5 birey bulunmuştur. Bu sonuçlar nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın test edilen 60 ppm konsantrasyonda yeni nesil ergin çıkışını büyük ölçüde engellediğini ve dolayısıyla *C. maculatus* popülasyonunu baskı altına alabileceğini göstermiştir.

Çizelge 4.8. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *Callasobruchus maculatus*' un ortalama yeni nesil ergin sayıları

Konsantrasyon (ppm)	Ortalama yeni nesil 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.

4.3. Deltamethrin ile Yürütülen Biyolojik Testler

4.3.1. Nohut üzerinde solüsyon halde püskürtülen Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerinin ölüm, felç ve felç+ölüm oranları

Yapılan çift yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda maruz bırakma süresinin (ölüm oranı için $F_{3,172}=118.9, P < 0.0001$; felç oranı için $F_{3,172}=93.8, P < 0.0001$; felç+ölüm oranı için $F_{3,172}=20.3, P < 0.0001$) ve Deltamethrin konsantrasyonunun (ölüm oranı için $F_{6,172}=465.7, P < 0.0001$; felç oranı için $F_{6,172}=406.3, P < 0.0001$; felç+ölüm oranı için $F_{6,172}=1298.5, P < 0.0001$) *C. maculatus* erginlerinin ölüm, felç ve felç+ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksyonun (ölüm oranı için $F_{18,172}=6.9, P < 0.0001$; felç oranı için $F_{18,172}=17.4, P < 0.0001$; felç+ölüm oranı için $F_{18,172}=3.3, P < 0.0001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptamıştır.

Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerinin ölüm oranı Çizelge 4.9.'da verilmektedir. Çizelge 4.9. dikey olarak incelendiğinde tüm maruz bırakma sürelerinde Deltamethrin

konsantrasyonu arttıkça erginlerin ölüm oranlarında istatistiki olarak önemli derecede arttığı görülmüştür (Çizelge 4.9.; Şekil 4.7.). Tüm maruz bırakma sürelerinde Deltamethrin'in tüm konsantrasyonlarına ait ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.9.; $P<0.0001$). Birinci gün hariç tüm maruz bırakma sürelerinde en yüksek ölüm oranı 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarına ait ölüm oranları istatistiki olarak benzer bulunmuştur. en yüksek ölüm oranı 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarında 3.günden sonra görülürken, en düşük ölüm oranı 1. günde 7.5 ve 15 ppm konsantrasyonlarda görülmüştür (Çizelge 4.9.; Şekil 4.7.). *C. maculatus* erginlerinin % 100'e yakın ölüm oranı 7. günde 31.25 ve 62.5 ppm konsantrasyonlarda görülürken, 5. ve 7. günde 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarda % 100 ölüm oranı elde edilmiştir (Şekil 4.7.). Bu sonuçlar 1. gün sonunda Deltamethrin'in test edilen 7.5 ve 15 ppm konsantrasyonları *C. maculatus* erginlerin düşük oranda ölümüne neden olduğu, 7. gün sonunda ise Deltamethrin'in yüksek konsantrasyonlarda (31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm) *C. maculatus* erginlerin %100 veya %100'e yakın ölümün gerçekleştiğini göstermiştir.

Çizelge 4.9. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerin ölüm oranı

Konsantrasyon (ppm)	Ölüm Oranı (%) ± S.Hata				F ve P değeri
	1. Gün	3. Gün	5. Gün	7. Gün	
7.5	8.4±1.8 Da*	24.6±1.1 Da	22.6±2.6 Da	28.9±4.6 Ba	F _{3,16} = 1.5 P=0.242
15	6.1±2.4 Da	16.6±1.9 Da	18.6±1.1 Da	30.1±2.0 Ba	F _{3,16} = 9.5 P=0.001
31.25	31.0±2.4 Cd	51.7±2.0 Cc	78.9±4.0 Cb	96.7±3.3 Aa	F _{3,16} = 45.0 P<0.0001
62.5	51.3±6.6 Bd	67.4±6.5 Bc	89.4±2.8 Bb	98.8±1.1 Aa	F _{3,16} = 35.6 P<0.0001
125	74.4±5.2 Aa	95.4±2.8 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{3,16} = 99.7 P=0.001
250	49.3±7.7 Bb	98.8±1.1 Aa	99.0±0.9 Aa	100±0 Aa	F _{3,16} = 109.6 P<0.0001
Kontrol	0±0 Ec	2.4±0.7 Eb	6.6±1.2 Ea	9.3±1.8 Ca	F _{3,76} = 22.6 P<0.0001
F ve P değeri	F _{6,43} =77.3 P<0.0001	F _{6,43} =123.2 P<0.0001	F _{6,43} =174.3 P<0.0001	F _{6,43} =118.3 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.

Çizelge 4.10. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerin felç oranı

Konsantrasyon (ppm)	Felç Oranı (%) ± S.Hata				F ve P değeri
	1. Gün	3. Gün	5. Gün	7. Gün	
7.5	69.9±9.0 ABa*	76.3±7.3 Aa	76.3±7.0 Aa	71.0±11.3 Aa	F _{3,16} = 0.1 P=0.947
15	80.1±6.5 Aa	81.3±1.5 Aa	81.3±1.5 Aa	69.8±5.7 Aa	F _{3,16} = 1.3 P=0.286
31.25	64.9±5.8 BCa	48.2±4.6 Ba	21.0±4.3 Bb	3.2±3.2 Bc	F _{3,16} = 37.4 P<0.0001
62.5	51.6±5.8 Ca	32.6±6.5 Cb	10.5±2.8 Cc	1.1±1.1 Bd	F _{3,16} = 33.5 P<0.0001
125	25.5±7.3 Db	4.5±2.8 Db	0±0 Db	0±0 Bb	F _{3,16} = 8.8 P=0.001
250	50.6±6.0 Ca	1.1±1.1 Db	0.9±0.9 Db	0±0 Bb	F _{3,16} = 72.7 P<0.0001
Kontrol	0±0 E	0±0 D	0±0 D	0±0 B	F _{3,16} = -- P= --
F ve P değeri	F _{6,43} =77.6 P<0.0001	F _{6,43} =142.5 P<0.0001	F _{6,43} =220.5 P<0.0001	F _{6,43} =96.4 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.

Çizelge 4.11. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerin felç+ölüm oranı

Konsantrasyon (ppm)	Felç+Ölüm Oranı (%) ± S.Hata				F ve P değeri
	1. Gün	3. Gün	5. Gün	7. Gün	
7.5	78.4±8.8 Ba*	97.9±1.2 Aa	99.0±1.0 Aa	100±0 Aa	F _{3,16} =6.1 P<0.006
15	86.3±5.4 Ba	97.9±1.2 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{3,16} =7.1 P<0.003
31.25	95.9±3.0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{3,16} =2.2 P=0.117
62.5	99.0±1.0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{3,16} =1.0 P=0.418
125	100±0 A	100±0 A	100±0 A	100±0 A	F _{3,16} = -- P= --
250	100±0 A	100±0 A	100±0 A	100±0 A	F _{3,16} = -- P= --
Kontrol	0±0 Cc	4.4±0.9 Bb	8.2±1.2 Ba	10.6±1.3 Ba	F _{3,76} = 22.6 P<0.0001
F ve P değeri	F _{6,43} =235.1 P<0.0001	F _{6,43} =417.9 P<0.0001	F _{6,43} =388.9 P<0.0001	F _{6,43} =342.7 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.

Çizelge 4.9. yatay olarak incelendiğinde 7.5 ppm dışındaki konsantrasyonlarda maruz kalma sürelerine ait *C. maculatus* erginlerinin ölüm oranları arasında önemli seviyede farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.9.; $P < 0.0001$). Tüm konsantrasyonlarda en yüksek ergin ölüm oranı 7. günde elde edilirken en düşük ölüm oranı ise 1. günde elde edilmiştir (Şekil 4.7.). Ancak, 31.25 ve 62.5 ppm konsantrasyonlarda 7. gündeki ölüm oranları 5. gündeki ölüm oranlarından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur. 250 ppm konsantrasyonda 3. gün ve üstü uygulama sürelerinde ölüm oranı 1. gündeki ölüm oranından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur. Yüksek konsantrasyonlarda (125 ve 250 ppm) 7. gündeki ölüm oranları ile 3. ve 5. gündeki ölüm oranları istatistiki olarak benzer bulunurken düşük konsantrasyonlarda (31.25 ve 62.5 ppm) ise 7. gündeki ölüm oranları 1., 3. ve 5. gündeki ölüm oranlarından önemli seviyede yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9.; Şekil 4.7.). Test edilen 31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarda 7. günde *C. maculatus* erginlerinin %100 veya %100' e yakın ölüme ulaşılmıştır. Bu sonuçlar Deltamethrin' in tüm konsantrasyonlarında 1. günden sonra *C. maculatus* erginlerinin ölümünün önemli derecede arttığını ve 31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarda 7. günde *C. maculatus* erginlerinin %100 veya %100' e yakın ölümün elde edildiğini göstermiştir.

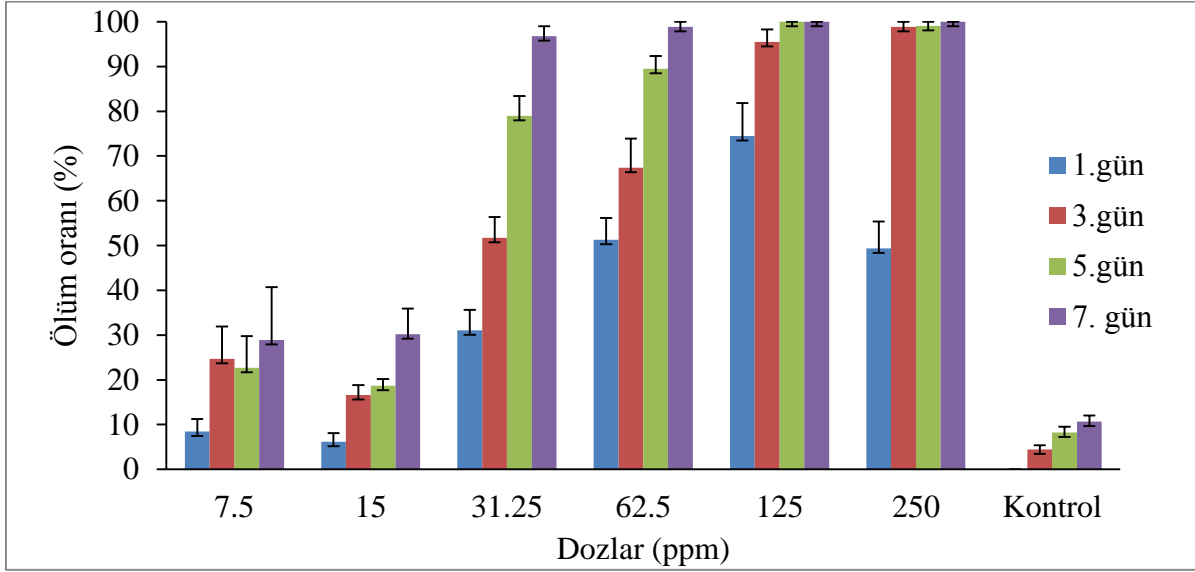
Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin' in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerin felç oranı Çizelge 4.10.' da verilmektedir. Çizelge 4.10. dikey olarak incelendiğinde tüm maruz bırakma sürelerinde Deltamethrin' in tüm konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.10.; $P < 0.0001$). Birinci günde Deltamethrin' in 7.5 ile 15 ppm ve 62.5 ile 250 ppm konsantrasyonlarına ait felç oranları aralarında istatistiki aynı bulunurken 1. günde 15 ppm konsantrasyondaki felç oranı Deltamethrin' in tüm konsantrasyonlarındakinden önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.10.). Üçüncü günde Deltamethrin' in 7.5 ve 15 ppm konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki aynı bulunurken bu konsantrasyonlardaki felç oranları Deltamethrin' in 31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarından önemli derecede daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.10.). Yedinci günde ise Deltamethrin uygulanmış 31.25, 62.5, 125 ve 250 konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılık bulunmamıştır. *Callasobruchus maculatus* erginlerinde %80 oranında felç 1. günde 15 ppm konsantrasyonda görülürken 7. günde Deltamethrin' in 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarında yüksek ölüm nedeniyle hiç felç elde edilmemiştir (Şekil 4.8.).

Çizelge 4.10. yatay olarak incelendiğinde Deltamethrin' in 31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarda maruz kalma sürelerine ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılıklar bulunurken (Çizelge 4.10.; $P < 0.0001$) 7.5 ve 15 ppm konsantrasyonlarda tüm maruz kalma sürelerine ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılık olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.10.). Deltamethrin' in 31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarda 7. güne ait felç oranları 1. güne ait felç oranlarından önemli seviyede daha düşük bulunmuştur. Deltamethrin' in 7.5, 15 ve 125 ppm konsantrasyonlarına ait felç oranları tüm günlere ait felç oranlarından önemli seviyede farklılık olmadığı görülmüştür. Deltamethrin' in 15 ppm konsantrasyonunda 1. günde yaklaşık % 80 oranında, 5. günde ise 15 ppm konsantrasyonda % 81 oranında felç meydana gelmiştir (Şekil 4.8.). Deltamethrin' in yüksek konsantrasyonlarda (125 ve 250 ppm) ise 5. ve 7. Günlerde yüksek ölüme bağlı olarak hiç felç elde edilmemiştir (Şekil 4.8.).

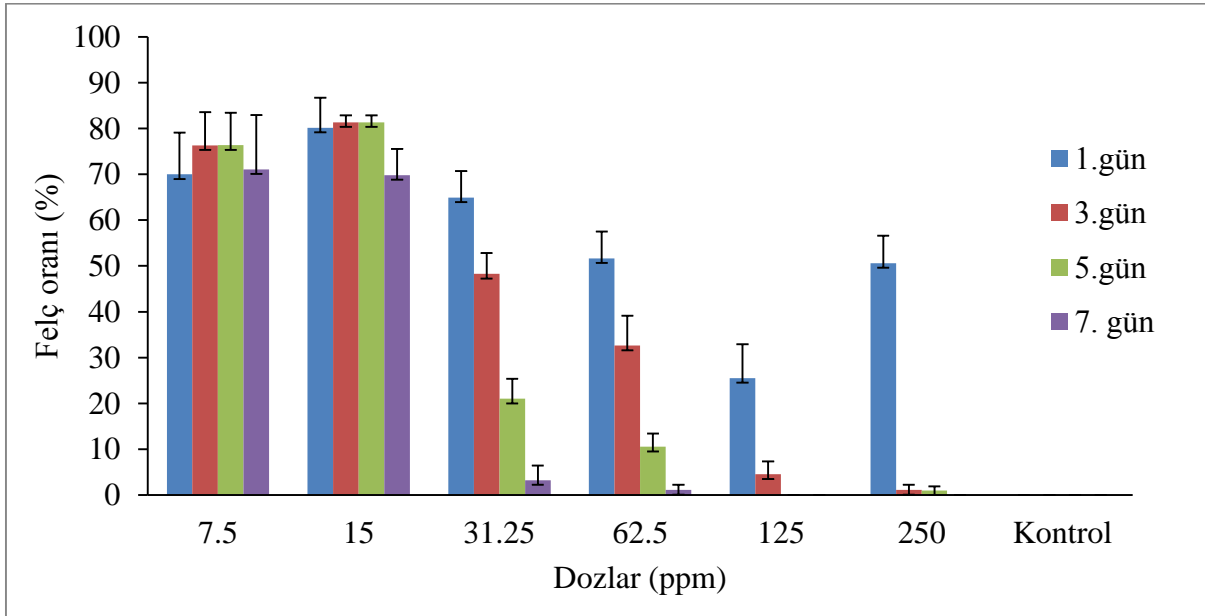
Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin' in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerin felç+ölüm oranı Çizelge 4.11.' de verilmektedir. Çizelge 4.11. dikey olarak incelendiğinde tüm maruz bırakma sürelerinde Deltamethrin' in tüm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.11.; $P < 0.0001$). Birinci günde Deltamethrin' in 31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki aynı bulunurken bu konsantrasyonlardaki felç+ölüm oranları Deltamethrin' in 7.5 ve 15 ppm konsantrasyonlarındakinden önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.11.). Üçüncü günde Deltamethrin' in tüm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları istatistiki aynı bulunmuştur (Çizelge 4.11.). Yedinci günde ise Deltamethrin' in tüm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılık bulunmamıştır. *Callasobruchus maculatus* erginlerinde %100' e yakın felç+ölüm oranı 1. günde 31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarında görülürken 3., 5. ve 7. günde Deltamethrin' in tüm konsantrasyonlarda %100 veya %100'e yakın felç+ölüm oranı elde edilmiştir (Şekil 4.9.). Bu sonuçlar Deltamethrin' in tüm konsantrasyonlarda 1. ve 3. gün sonunda *C. maculatus* erginlerin çoğunlukla felç olduğunu, 5. ve 7. gün sonunda ise çoğunlukla ölümün gerçekleştiğini göstermiştir.

Çizelge 4.11. yatay olarak incelendiğinde Deltamethrin' in 7.5 ve 15 ppm hariç tüm konsantrasyonlarında maruz kalma sürelerine ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılık olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.11.). Deltamethrin' in 7.5 ve 15

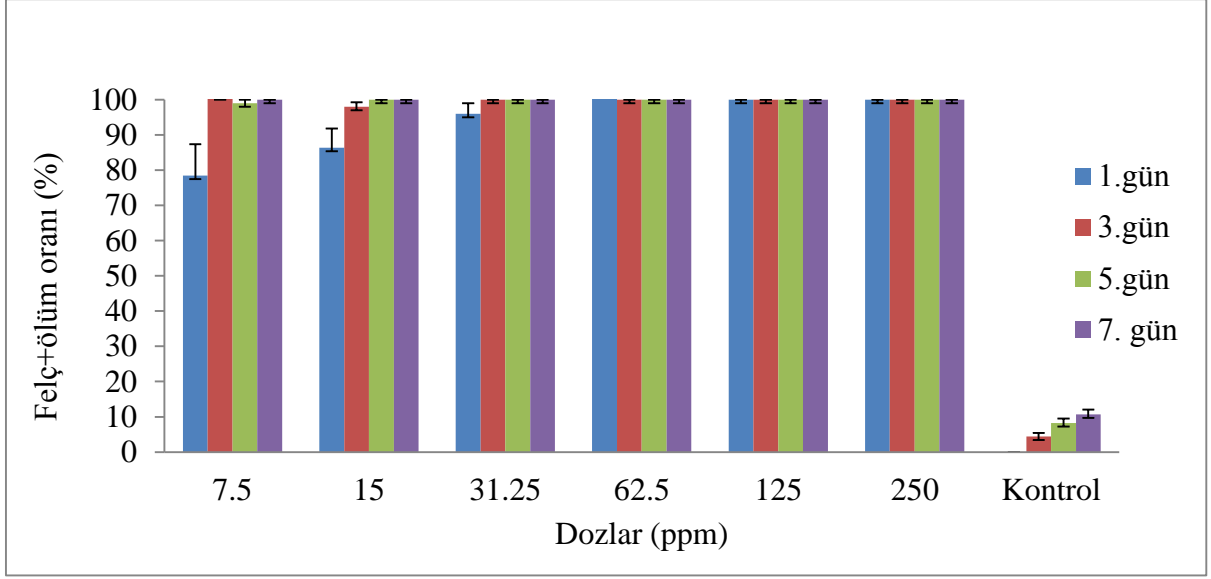
ppm konsantrasyonlarında 3., 5. ve 7. güne ait felç+ölüm oranları 1. güne ait felç+ölüm oranlarından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur. Deltamethrin' in 31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarda ise tüm günlere ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki aynı bulunmuştur. Deltamethrin' in 31.25 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda 1. günde % 100' e yakın, 3. günde ise 31.25 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda %100 felç+ölüm oranına ulaşılmıştır (Şekil 4.9.). Deltamethrin' in düşük konsantrasyonunda (7.5 ppm) ise 7. günde % 100 felç+ölüm oranı elde edilmiştir (Şekil 4.9.).



Şekil 4.7. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin' in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *Callasobruchus maculatus* erginlerin ölüm oranı (%).



Şekil 4.8. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin' in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *Callasobruchus maculatus* erginlerin felç oranı (%).



Şekil 4.9. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin' in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *Callasobruchus maculatus* erginlerin felç+ölüm oranı (%).

4.3.2. Nohut üzerinde solüsyon halde püskürtülen Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus*'un ortalama yeni nesil ergin sayıları

Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin' in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *C. maculatus*' un ortalama yeni nesil ergin sayıları Çizelge 4.12.' de verilmektedir. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin' in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *C. maculatus*' un ortalama yeni nesil ergin sayıları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.12.; $P < 0.0001$). Deltamethrin' in tüm konsantrasyonlarındaki yeni nesil ergin sayıları kontroldeki yeni nesil ergin sayısından önemli seviyede daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun yanında Deltamethrin' in tüm konsantrasyonlarındaki yeni nesil ergin sayıları istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Deltamethrin' in 31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarında hiç yeni nesil ergin çıkışı görülmezken 7.5 ve 15 ppm konsantrasyonlarda ise yeni nesil ergin çıkışları sırasıyla 3 ve 2 bireyin altında kalmıştır (Çizelge 4.12.). Bu sonuçlar nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin' in test edilen tüm konsantrasyonlarının *C. maculatus*' un yeni nesil ergin çıkışını büyük ölçüde engellediğini ve dolayısıyla *C. maculatus* popülasyonunu baskı altına alabileceğini göstermiştir.

Çizelge 4.12. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Deltamethrin'in farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *Callasobruchus maculatus*' un ortalama yeni nesil ergin sayıları

Konsantrasyon (ppm)	Ortalama yeni nesil ergin sayısı (Adet) ± S.Hata
7.5	2.4±0.9 B*
15	1.4±0.8 B
31.25	0±0 B
62.5	0±0 B
125	0±0 B
250	0±0 B
Kontrol	39.8±5.5 A
F ve P değeri	$F_{6,38} = 14.9, P < 0.0001$

* 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.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Mevcut çalışmada laboratuvar koşullarında Spinosyn insektisitleri Spinosad, Spinetoram ve Sentetik piretroid insektisiti Deltamethrin'in solüsyon halinde nohut üzerinde *C. maculatus* erginlerine karşı rezidüel toksisitesi araştırılmıştır. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinosad, Spinetoram ve Deltamethrin'in farklı konsantrasyonları ve maruz bırakılma süreleri *C. maculatus* erginlerinin ölüm, felç ve felç+ölüm oranları üzerinde önemli etkiye sahip olmuştur. Solüsyon halde ürüne püskürtülerek yürütülen biyolojik testler 1. gün sonunda Spinosad'ın test edilen 72 ve 108 ppm konsantrasyonları hariç diğer tüm konsantrasyonlarda (6, 12, 24 ve 48 ppm) *C. maculatus* erginlerin hemen hemen hiç ölümüne neden olmadığını, 5. ve 7. gün sonunda ise Spinosad'ın yüksek konsantrasyonlarda (48, 72 ve 108 ppm) *C. maculatus* erginlerin %100 veya %100 'e yakın ölümünün gerçekleştiğini göstermiştir. Spinosad'ın 48 ppm konsantrasyonda 1. günde *C. maculatus* erginlerinin hemen hemen % 50' sinin felç olduğunu aynı (48 ppm) ve üzeri konsantrasyonlarda (72 ve 108 ppm) 3., 5. ve 7. günlerde hiç felç olmadığını göstermiştir. Ürüne solüsyon olarak püskürtülen Spinosad'ın 48 ppm konsantrasyonda 7. günde, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarda ise 3. günde *C. maculatus* erginlerinin %100 oranında felç yada öldüğünü göstermiştir. Ayrıca Spinosad'ın test edilmiş konsantrasyonlarının ölüm-doza verileri probit analizine tabi tutulmuştur. *C. maculatus* erginlerine karşı LC₅₀, LC₉₀ ve LC₉₉ değerleri sırasıyla 17.627, 34.413, 48.098 ppm olduğu bulunmuştur. Spinosad'ın 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarda hiç nesil ergin çıkışı görülmezken 48 ppm konsantrasyonda ise yeni nesil ergin 1 birey bulunmuştur. Bu sonuçlar nohut üzerine solüsyon halde püskürtülerek uygulanan Spinosad'ın test edilen 48, 72 ve 108 ppm konsantrasyonlarının *C. maculatus*'un yeni nesil ergin çıkışını büyük ölçüde engellediğini ve dolayısıyla *C. maculatus* popülasyonunu baskı altına alabileceğini göstermiştir. Spinosad'ın toz ve sıvı formülasyonunun farklı depolanmış ürün zararlılarına karşı etkinliğinin belirlenmesine yönelik birçok çalışma yürütülmüştür (Sadat ve Asghar 2006, Subramanyam 2006, Sanon ve ark. 2010, Mutambuki ve ark. 2012, Parsaeyan ve ark. 2012, Sadeghi ve Ebadollahi 2015). Sadat ve Asghar (2006) yapmış oldukları çalışmada farklı sıcaklıklarda uygulanmış Spinosad'ın *Callasobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera:Bruchidae) erginlerine karşı toksisitesini araştırmıştır. Uygulamadan 24 saat sonra 20, 24, 28 ve 32 °C sıcaklıkta elde edilen LC₅₀ değerleri sırasıyla 176, 149, 72 ve 40 ppm bulunmuştur. Uygulamadan 72 saat sonra elde edilen LC₅₀ değerleri herbir sıcaklık değerinde düşüş göstermiştir. Tahıllar üzerinde ise toz Spinosad'ın 0.7 ppm ile 1.44 ppm arasındaki konsantrasyonları *R. dominica*, *S. zeamais* ve *P. truncatus*'a karşı etkili

bulunmuştur (Subramanyam 2006, Mutambuki ve ark. 2012). Yapılan bu çalışmada *C. maculatus* erginlerine karşı 7 gün süreyle uygulanmış Spinosad'ın 48 ppm konsantrasyonu etkin bulunmuştur. Ancak, *C. maculatus* erginlerine karşı yüksek konsantrasyonların (80 ppm ve 144 ppm) etkili olduğu görülmüştür (Sadat ve Asghar 2006). Bu çalışmada *C. maculatus* erginlerine karşı solüsyon halde uygulanmış Spinosad'ın toz uygulamalarına göre daha yüksek konsantrasyonlarda (48, 72 ve 108 ppm) etkili olduğu görülmüştür. Sanon ve ark. (2010), Börülce tohum böceği *C. maculatus* mücadelesinde Spinosad'ın toz halinin (0.31-2.5 mg aktif madde/kg ürün) *C. maculatus* ergininin yüksek ölümüne neden olduğunu ve dişilerin bıraktığı yumurta sayısında azalmalar meydana getirdiğini bildirmiştir. Benzer şekilde yapılan çalışmada Spinosad'ın yüksek etki gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca Spinosad uygulaması yapılan tohumlarda meydana gelen zarar % 20'den az oranda olduğu ortaya konmuştur. Yapılan çalışmada da Spinosad'ın F1 neslinde önemli oranda düşüş ve bazı dozlarda tamamen engellenidiği ortaya konmuştur. Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular depolanmış ürünlerde kayıplar meydana getiren zararlılarla mücadelede uygulanan Spinosad'ın 1 yıl süreyle ürünlerde insektisidal aktivitesini koruması nedeniyle ideal bir hububat koruyucusu olduğunu birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir.

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 %15 seviyesinde ve 12 ppm konsantrasyonda 5. günde *C. maculatus* erginlerini %15 seviyesinde felç olduğunu göstermiştir. Ürüne solüsyon halde püskürtülerek uygulanan Spinetoram'ın 48 ppm konsantrasyonda 5. günde ve 60 ppm konsantrasyonda 3. günde *C. maculatus* erginlerinin % 100' e yakın felç yada öldüğünü göstermiştir. Ayrıca Spinetoram'ın test edilmiş konsantrasyonlarının ölüm-doz verileri probit analizine tabi tutulmuştur. *C. maculatus* erginlerine karşı LC₅₀, LC₉₀ ve LC₉₉ değerleri sırasıyla 3.177, 45.230, 79.514 ppm olduğu bulunmuştur. Spinetoram'ın 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarında 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. Bu sonuçlar nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın test edilen 60 ppm konsantrasyonda *C. maculatus*' un yeni nesil ergin çıkışını büyük ölçüde engellediğini ve dolayısıyla *C. maculatus* popülasyonunu baskı altına alabileceğini göstermiştir. Vassilakos ve Athanassiou (2013), Spinetoram'ın buğday

uygulanmasında *R. dominica*, *S. oryzae* ve *T. confusum* 'un erginlerine karşı üç farklı sıcaklık (20, 25 ve 30 °C) ve iki farklı nem (%55-75) kombinasyonları araştırdığı çalışmada mg aktif madde/kg ürün üzerinden yaptığı çalışmadaki etkili konsantrasyon değerleri oldukça düşük olmasına karşın bu çalışmada metod farklılığına bağlı olarak etkin dozlar daha yüksek hesaplanmıştır. Ayrıca test edilen böcek türleri arasındaki farklılığında etkili olabileceği düşünülmektedir.

Deltamethrin'in solüsyon halde ürüne püskürtülerek yürütülen biyolojik testler 1. gün sonunda Deltamethrin'in test edilen 7.5 ve 15 ppm konsantrasyonları *C. maculatus* erginlerin hemen hemen hiç ölümüne neden olmadığını, 7. gün sonunda ise Deltamethrin'in yüksek konsantrasyonlarda (31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm) *C. maculatus* erginlerin %100 veya %100'e yakın ölümün gerçekleştiğini göstermiştir. Deltamethrin' in 15 ppm konsantrasyonda 1. gün sonunda %80 oranında felç görülürken 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarda 7.gün sonunda *C. maculatus* erginlerin hiç felç olmadığını göstermiştir. Ürüne solüsyon halde püskürtülerek uygulanan Deltamethrin' in 31.25 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda 1. günde %100' e yakın, 3. günde ise 31.25 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda %100 veya %100'e yakın felç yada öldüğünü göstermiştir. Deltamethrin' in 31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarında hiç yeni nesil ergin çıkışı görülmezken 7.5 ve 15 ppm konsantrasyonlarda ise yeni nesil ergin çıkışları sırasıyla 3 ve 2 bireyin altında kalmıştır. Bu sonuçlar nohut üzerine solüsyon haldeki Deltamethrin'in test edilen tüm konsantrasyonlarının *C. maculatus*'un yeni nesil ergin çıkışını büyük ölçüde engellediğini ve dolayısıyla *C. maculatus* populasyonunu baskı altına alabileceğini göstermiştir. Sanon ve ark. (2010), yaptığı çalışmada Deltamethrin'in 2 mg aktif madde/kg dozunda *C.maculatus*'a yüksek etki gösterdiğini tespit etmiştir. Deltamethrin uygulamasında görülmüştür. Deltamethrin'in etkisi kontrol uygulamasıyla kıyaslandığında yumurta çıkışlarını önemli derecede düşürdüğü mevcut çalışmada da tespit edilmiştir. Spinosad, *C. maculatus*'u 6 ay süreyle kontrol edebiliyorken, Deltamethrin ise depolamadan 3 ay sonra *C. maculatus*'un kontrolünü sağlayamamıştır. Yapılan bu çalışmada *C. maculatus*' a karşı ürünlere solüsyon halde uygulanmış Deltamethrin'in 31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarda etkili olduğu görülmüştür. Ancak, ürüne toz halde uygulanmış Deltamethrin'in 2 ppm konsantrasyonda etkili olduğu bildirilmiştir. Ürünlere solüsyon halde uygulanmış Deltamethrin'in 31.25, 62.5, 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarda hiç yeni nesil ergin çıkışı görülmemiştir. Ancak, ürünlere toz halde uygulanmış Deltamethrin'in yeni nesil ergin çıkışını % 43 oranında azalttığını bildirmiştir. Deltamethrin'in solüsyon uygulamaları yeni nesil ergin çıkışının azalmasında

daha etkili olduğu görülmüştür. *C. maculatus* mücadelesinde Spinosad'ın Deltamethrin'e göre daha yüksek uygulama potansiyeli olduğu bildirilmiştir.

Son yıllarda depolanmış ürün zararlılarına karşı yaygın olarak kullanılan aliminyum-fosfin ve sentetik insektisitlere (Chlorpyrifos-metil, Pirimiphos-metil, Malathion, Deltamethrin+piperonyl 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 Spinosad ve Spinetoram'ın depolanmış baklagillerin önemli zararlısı olan *C. maculatus*' un mücadelesinde kullanabilme potansiyeli araştırılmıştır. Karşılaştırma ilacı olarak Deltamethrin uygulanmış ve etkisi mukayese edilmiştir. Bu çalışma sonucunda laboratuvar koşullarında solüsyon haldeki Spinosad'ın 48 ppm konsantrasyonu 7. günde, Spinetoram'ın 48 ppm konsantrasyonu 5.günde ve Deltamethrin'in 31.25 ppm konsantrasyonu 3. günde nohut yüzeyine uygulandığında *C. maculatus* erginlerini % 100 oranında felç yada ölüm gerçekleştiği ve yeni nesil ergin çıkışının büyük ölçüde engellediğini göstermiştir. Sonuç olarak ürünle birlikte Spinosad, Spinetoram ve Deltamethrin'in solüsyon uygulamasının depolanmış baklagillerde sorun olan *C. maculatus*' un mücadelesinde kullanılabilme potansiyeli ve Spinosyn grubu bileşiklerin konvensiyonel sentetik insektisitlere alternatif olabileceği bu çalışma ile belirlenmiştir. Ancak, Spinosyn insektisitleri olan Spinosad ve 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 etkileyebilecek bazı faktörlerin etkilerinin belirlenmesine, doğal koşullarda Spinosad ve Spinetoram'ın uygulanabilirliğine ve gerçek depolama tesislerinde uzun süreli rezidüel etkisinin belirlenmesine yönelik çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Adak, M.S., Güler, M. ve Kayan, N. 2010. Yemelik Dane Baklagiller Üretiminin Artırılması Olanakları. VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, Ankara. s: 329-41.
- Adan, A. P., Del Estal, F. Budia, M. Gonzalez, and E. Vinuela., 1996. Laboratory evaluation of the novel naturally derived compound spinosad against *Ceratitidis capitata*. Pestic. Sci. 48: 261-268.
- 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.
- Akdeniz T., 2012. Börülce Tohum Böceği (*Callasobruchus maculatus* (F.)'a (Bruchidae: Coleoptera) Karşı Fosfin Gazının Vakum Altındaki Etkisi. Yüksek lisans tezi. Ankara Ünivertesesi, Ankara, pp. 27-28.
- Akova, Y., 2010. Bakliyat. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müşteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi Raporu. 12s.
- Anonim, 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatları Kitabı. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı Cilt 3, Ankara, 177s.
- Arthur, F.H., 1996. Grain protectants: current status and prospects for the future. Journal of Stored Products Research. 32: 293-302.
- Athiè, I., Gomes, R.A.R., Bolonhezi, S., Valentini, S.R.T., De Castro, M.F.P., 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, Webster BD., 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.
- Bayer CropScience, 2015. K-Obiol 25 EC Broşür, 3-6s.
- Beck CW, Blumer LS., 2007. Bean beetle, *Callosobruchus maculatus*, a modal system for inquiry-based undergraduate laboratories. Proceeding of the 28th Workshop/Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE); 28:274-283.
- Beck CW, Blumer LS., 2009. A Handbook on Bean Beetle, *Callosobruchus maculatus*. National Science Foundation.
- Bell, C.H., Wilson, S.M., 1995. Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* Everts. (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Products Research*. 31: 199-205.
- Blumer LS, Beak CW., 2012. A Handbook on Bean Beetles, *Callosobruchus maculatus*. Retrived from <http://www.beanbeetles.Org/handbook>.
- Boxall, R.A. 2001. Post-harvest losses to insect-a world overview. *International Biodeterioration&Biodegradation* 48, 137-152.

- Burns, R. E., D. L. Harris, D. S. Moreno, and J. E. Eger. 2001. Efficacy of spinosad bait sprays to control Mediterranean and Caribbean fruit flies in commercial citrus in Florida. Fla. Entomol. 84: 672-678.
- 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.
- Daglish GJ, Head MB, Hughes PB., 2008. Field evaluation of spinosad as a grain protectant for stored wheat in Australia: efficacy against *Rhizopertha dominica* (F.) and fate of residues in whole wheat and milling fractions. Australian Journal of Entomology 47, 70–74.
- Devi MB, Devi NV., 2014. Biology and morphometric measurement of cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* fabr. (Coleoptera: Chrysomelidae) in green gram. Journal of Entomology and Zoology Studies; 2 (3), 76-77.
- Dow AgroScience, 2014a. Product safety assesment: Spinoteram Form No. 233-00382-MM-1014X, pp. 1-3.
- Dow AgroScience, 2014b. Spinosad 480 SC onaylı ürün etiketi, 1s.
- Dow AgroScience, 2015. Radiant 120 SC onaylı ürün etiketi, 1s.
- Dripps JE, Boucher RE, Chloridis A, Cleveland CB, DeAmicis CV, Gomez, LE, Paroonagian, DL, Pavan LA, Sparks TC, Watson GB., 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., El Sharabasy, H.M., Mahmoud, M.F., Bahgat, I.M., 2007. Toxicity of two potential bio-insecticides against moveable stages of *Tetranychus urticae* Koch. Journal of Applied Science Research 3, 1315-1319.
- Elmalı, M., 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.
- Eroğlu S., 2015. Spinosin insektisidi Spineteram'ın *Sitophilus granarius* (L.) (Buğday biti) ve *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Kırma biti)'a karşı rezidual kontakt toksisitesinin belirlenmesi (*Tribolium confusum* Jacquelin du Val). Yüksek lisans tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Çelik A., 2013. Yarı-sentetik spinosin insektisidi Spineteram'ın fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus* (Say.))' ne karşı rezidual kontak toksisitesinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.

- Fang, L., Subramanyam, B., Dolder, S., 2002. Persistence and efficacy of spinosad residues in farm stored wheat. *J. Econ. Entomol.* 95, 1102-1109.
- Fang, L., Subramanyam, B., 2003. Activity of spinosad against adults of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) is not affected by wheat temperature and moisture. *J. Kans. Entomol. Soc.* 76, 529-532.
- FAO, 1993. Codex Alimentarius Commission – Codex Maximum limits for pesticide residues.
- FAO, 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/> (Erişim tarihi, 10.01.2016).
- Jackai LEN, Adalla CB., 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. p. 240-258.
- Kayder S, Bağcıoğlu E, Mene G., 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.
- Káita, 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.
- Metz EP, Yao RC., 1990. *Saccharopolyspora spinosa* sp. nov. Isolated from soil collected in sugar rum still. *Intern. J. Syst. Bacteriol.*, 40: 34-39.
- Mutambuki K, Ngatia CM, Mbugua JN, Likhayo P., 2012. Evaluation on the efficacy of spinosad dust against major storage insect pests. *Journal of Stored Products and Postharvest Research* 3(2), 19–23.
- Nimsuphan, B., Chimnoi, W., Boonaue, B, ve Jittapalapong, S., 2010. Evaluation of the Efficacy of Deltamethrin against *Musca domestica* and *Alphitobius diaperinus* in the Laboratory Trial. *Kasetsart Veterinarians*. Bangkok, 20 No. 3; 132.
- Ouedraogo, A.P., S. Sou, 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.
- Parsaeyan A, Saber M, Vojoudi S., 2012. Lethal and sublethal effects from short-term exposure of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) to diatomaceous earth and spinosad on glass surface. *Acta Entomologica Sinica*, 55(11): 1289-1294.

- Rendon, P., O. Morales, J. Rizzo., 2000. Applications of spinosad fruit fly bait in Guatemala. *In* Proceedings, 5th Annual Exotic Fruit Fly Symposium, 10-12 September 2000, Riverside, CA. College of Natural and Agricultural Science, University of California, Riverside, CA.
- Sadat KM, Asghar PA., 2006. The influence of post-exposure temperature on the toxicity of spinosad against adults of *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera:Bruchidae). *Pak. Entomol.* 28, No.1: 65-68.
- Sadeghi R, Ebadollahi A., 2015. Susceptibility of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) to Spinosad (Tracer®) as a Eco-friendly Biopesticide. *Ecologia Balkanica* 7 (1): 39-44.
- Sağlam Ö, Athanassiou CG, Vassilakos TN., 2013. Comparison of spinetoram, imidacloprid, thiamethoxam and chlorantraniliprole against life stages of *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on concrete. *Crop Protection* 53 85-95.
- Salgado, VL., 1998. Studies on the mode of action of spinosad: Insect symptoms and physiological correlates. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 60: 91-102.
- Salgado VL, Sparks TC., 2010. The spinosyns: chemistry, biochemistry, mode of action and resistance. In: Gilert LI, Gill SS eds, *Insect Control: Biological and Synthetic Agents*, Academic Press, London, UK. p. 207-243.
- Sanon A, Niango MB, Binso-Dabire C, Pittendrigh BR., 2010. Effectiveness of Spinosad (Naturalytes) in controlling the cowpea storage pest, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *J. Econ. Entomol.* 103(1): 203-210.
- Sayed, A.A., Temerak, S.A., Lysandrou, M., 2010. The use of different insect control regimes using three green chemicals to combat *Vericola livia* on date palm fruit in Egypt. *Acta Horticulture (ISHS)* 882, 471-479.
- Seal, D.R., Schuster, D.J., Klassen, W., 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 İlleri çevresinde bezelye, mercimek ve burçak' ta zarar yapan önemli bruchidae (baklagil tohum böcekleri) türleri, tanınmaları, zararları ve ekonomik önemleri üzerinde araştırmalar. *Tarım ve Orman Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Araştırma Eserleri Serisi*. No:15. 123s.
- Snelson, J.T. 1987. *Grain Protectants*, ACIAR Monograph No. 3, 448p.
- Sparks, T. C., G. D. Thompson, H. A. Kirst, M. B. Hertlein, L. L. Larson, T. V. Worden, and S. T. Thibault., 1998. Biological activity of the spinosyns, new fermentation derived insect control agents, on tobaccobudworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *J. Econ. Entomol.* 91: 1277-1283.

- Sparks TC, Crouse GD, Durst G., 2001. Natural products as insecticides: the biology, biochemistry, and quantitative structure-activity relationships of spinosyns and spinosoids. *Pest Manage. Sci.*, 57: 896-905.
- Sparks TC, Dripps JE, Watson GB, Paroonagian D., 2012. Resistance and cross-resistance to the spinosyns – A review and analysis. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 102, 1–10.
- SPSS. 2009. SPSS Version 18.0.0 SPSS Inc, 233 S. Wacker Drive, Chicago, Illinois. [ibm.com/software/analytics/spss/]
- Subramanyam, BH., 2006. Performance of spinosad as a stored-grain protectant. In *Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection, Campinas, São Paulo, Brazil*, 250-257.
- 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.
- TÜİK, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi, 10.01.2016)
- Vassilakos TN, Athanassiou CG., 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 TN, Athanassiou CG, Sağlam O, Chloridis AS, Dripps JE., 2012. Insecticidal effect of spinetoram against six major stored grain insect species. *Journal of Stored Products Research* 51, 69-73.
- Vassilakos TN, Athanassiou CG., 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 TN, Athanassiou CG, Tsiropoulos NG., 2015a. Influence of grain type on the efficacy of spinetoram for the control of *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus granarius* and *Sitophilus oryzae*. *Journal of Stored Products Research* 64, 1-7.
- Vassilakos TN, Athanassiou CG, Tsiropoulos NG., 2015b. Persistence and efficacy of spinetoram against three major stored grain beetle on wheat. *Crop Protection* 69, 44-51.
- Williams, T., Valle, J., Viñuela, E., 2003. Is the naturally derived insecticide Spinosad® compatible with insect natural enemies. *Biocontrol Science and Technology*, 13: 459-475.
- Zeren, O., Yabaş, C. 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. Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, Adana.

Zettler, J.L., Halliday, W.R., Arthur, F.H., 1989. Phosphine resistance in insects infesting stored peanuts in the Southeastern United States. *Journal of Economic Entomology*. 82: 1508-1511.

ÖZGEÇMİŞ

Mert SULAR 10.10.1987 Sarıyer/İstanbul'da doğdu. 2004 yılında Sarıyer Hüseyin Kalkavan Lisesi'nden mezun oldu. 2005 yılında Trakya Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü'ne kayıt yaptırdı ve 2010 yılında mezun oldu. 2011 yılında kısa dönem askerlik görevini tamamladı. 2011 yılında Sumitomo Corporation Dış Tic. A.Ş.'de ruhsatlandırma uzmanı olarak göreve başladı. 2014 yılında Anadolu Üniversitesi İşletme Bölümü'nden mezun oldu. 2014 yılında Namık Kemal Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji Bilim Dalı'nda yüksek lisansına başladı ve 2016 yılında mezun oldu. Halen Nisan 2016'da çalışmaya başladığı Tiryaki Agro Gıda A.Ş. de Ziraat Mühendisi olarak çalışmaktadır.