

Yarı Sentetik Spinosyn İnsektisit Olan Spinetoram'ın Alman Hamamböceği [*Blattella germanica* L. (Blattodea: Blattellidae)] Nimflerine Karşı Ölüm Etkisi*

Ferhat KÜÇÜKSARI, Hasan TUNAZ**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 14.01.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 17.05.2021

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

 orcid.org/0000-0001-9301-0256  orcid.org/0000-0003-4942-6056

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: htunaz@ksu.edu.tr

Öz: Bu çalışmada laboratuvar koşullarında yarı-sentetik sponisin insektisidi Spinetoram'ın solüsyon halinde üç farklı uygulama yüzeyinde (beton, fayans ve parke) *Blattella germanica* (L.)'nin nimflerine karşı rezidual kontak toksisitesi araştırılmıştır. Bu bağlamda üç farklı yüzeyde *B. germanica*'nın 3. ve 4. dönem nimflerine karşı 1, 3, 5, 7 ve 9 gün süreyle Spinetoram'ın 2.5, 5, 7.5, 10, 15, 25, 50, 75 ve 100 mg aktif madde m⁻² konsantrasyonlarında biyolojik testler yürütülmüştür. Spinetoram'ın tüm yüzey uygulamalarında, maruz kalma süreleri ve konsantrasyonları, *B. germanica* nimflerinin ölüm oranları üzerinde önemli etkiye sebep olduğu gözlemlenmiştir. Uygulanan tüm yüzeylerde daha düşük Spinetoram konsantrasyonları (2.5 ve 5 mg m⁻²) *B. germanica* nimflerinde düşük ölüm oranına neden olmuştur. Bununla birlikte, 50, 75 ve 100 mg m⁻² konsantrasyonları, *B. germanica* nimflerinin 9 günlük maruz bırakma süresinden sonra % 100 ölüm ya da % 100'e yakın ölüme neden olmuştur. Genel olarak, *B. germanica* nimflerinin ölüm oranı maruz bırakma süresiyle artarken, nispeten düşük Spinetoram konsantrasyonlarında (7.5, 10, 15 ve 25 mg m⁻²) % 100 ölüm sağlanamamıştır. Spinetoram uygulanan üç farklı yüzeyde de Spinetoram konsantrasyonlarının *B. germanica* nimflerine karşı etkinliğinde önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. 100 mg m⁻² Spinetoram konsantrasyonunda *B. germanica* nimflerinin ölüm oranının 5. gün sonunda beton yüzeyde diğer yüzeylere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, diğer Spinetoram konsantrasyonlarında, 5. gün sonunda nimflerin ölüm oranı genellikle üç yüzeyde de benzer bulunmuştur. Sonuç olarak, Spinetoram'ın ev zararlısı olan *B. germanica*'nın mücadelesinde kullanılma potansiyeline sahip olduğu ve bu böceğin mücadelesinde kullanılan geleneksel sentetik kimyasalların kullanımını düşürebileceği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Spinetoram, *Blattella germanica*, nimf, rezidual kontak toksisite

Mortality Effect of Spinetoram, Semi-Synthetic Spinosyn Insecticide, Against German Cockroach [*Blattella germanica* L. (Blattodea: Blattellidae)] Nymphs

Abstract: The study investigated the toxicity of spinosyn (semi-synthetic) insecticide Spinetoram suspension against *Blattella germanica* (L.) nymphs on three different surfaces; concrete, ceramic and parquet. In this context, biological tests were carried out at 2.5, 5, 7.5, 10, 15, 25, 50, 75, and 100 mg of Spinetoram active substance m⁻² concentrations against *B. germanica*'s 3rd and 4th stage nymphs on three different surfaces for 1, 3, 5, 7 and 9 days. In all surface applications of Spinetoram, exposure times and concentrations have been observed to have a significant effect on the mortality rates of *B. germanica* nymphs. Lower Spinetoram concentrations (2.5 and 5 mg m⁻²) on all applied surfaces resulted in low mortality in *B. germanica* nymphs. However, concentrations of 50, 75 and 100 mg m⁻² resulted in 100% mortality or near 100% mortality of the *B. germanica* nymphs after 9 days of exposure. In general, the mortality rate of *B. germanica* nymphs increased with increasing exposure time, while at relatively low Spinetoram concentrations (7.5, 10, 15, and 25 mg m⁻²), 100% mortality was not achieved. Significant differences emerged in the effectiveness of Spinetoram concentrations against *B. germanica* nymphs on three different Spinetoram applied surfaces. At the 100 mg m⁻² concentration, the mortality rate of *B. germanica* nymphs was found

* Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından kabul edilen birinci yazara ait "Yarı-Sentetik Spinosin İnsektisidi Spinetoram'ın Alman Hamam Böceği [*Blattella germanica* (L.)]'nin 3. ve 4. Dönem Nimf ve Ergin Dönemine Karşı Rezidual Kontak Toksikitesinin Belirlenmesi" isimli Yüksek Lisans Tez çalışmasının bir bölümünden üretilmiştir.

to be higher on the concrete surface at the end of the 5th day compared to the other surfaces. However, in other Spinetoram concentrations, nymph mortality at the end of day 5th was generally similar on all three surfaces. As a result, it has been revealed that Spinetoram has the potential to be used in the control of the house pest *B. germanica* and may reduce the use of traditional synthetic chemicals used in the control of this insect.

Keywords: Spinetoram, *Blatella germanica*, nymph, residual contact toxicity

1. Giriş

Hamamböcekleri (*Blatella germanica* L.) Türkiye’de geniş bir dağılım gösteren, sıcak ve nemli yerlerde bulunan ve genellikle ev, lokanta, fırın, otel gibi insanlarla ortak yaşam alanlarına sahip yerlerde bulunan bir böcektir. İnsanları rahatsız etmelerinin yanında besin maddelerini yiyerek ve kirleterek zarar verirler. Kolera, veba, çocuk felci gibi hastalıkları çevreye bulaştırmaları nedeniyle de büyük önem taşırlar (Bitter ve Williams, 1949; Burgess ve ark., 1973). Ayrıca patojenleri taşıdığı gibi insanlarda alerji de oluşturmaktadır (Waldvogel ve ark., 1999). Hayatsal faaliyetlerini yukarıda bahsedildiği gibi sürdürmelerinin yanı sıra, özellikle birçok alanda gezmelerinden dolayı tezgâhlarda bulunan eşyalara çeşitli patojen mikroorganizmaları taşıyarak çeşitli hastalıklara vektörlük yapmaktadırlar. Gıda zehirlenmelerinin büyük bir bölümü hamamböceklerinin salya, dışkı ve yumurtalarını bıraktığı besin maddelerini insanların tüketmesi ile gerçekleşir. Pislikte ve daha sonra yiyecekler üzerinde gezindiklerinden bakteri ve sporozoaları bulaştırırlar. Gezdikleri yerlerde pis koku bırakırlar. Bu yüzden bu zararlı tıbbi ve ekonomik bir zararlıdır.

Evlerde ve yiyecek imal edilen bölgelerde zararlı böceklere karşı yoğun şekilde sentetik pestisit uygulaması yapılmaktadır. Hamamböceği yaygın olarak klorlanmış hidrokarbon, organophosphate, pyrethroid bileşenler ve carbamatlı bileşenler ile kontrol edilmektedir (Rust ve ark., 1993). Geniş spektrumlu sentetik insektisitlerin uzun süre kullanılmasının çevre, insan sağlığı ve faydalı organizmalar üzerine çok zararlı etkileri olduğu bilinmektedir (Mansouri ve ark., 2004). Fakat hamamböceği geniş ölçüde kullanılmakta olan insektisitlere dayanıklılık geliştirmiştir (Rust ve Reiersen, 1991; Dong ve ark., 1998; Zhang ve ark., 2007). Ayrıca, yeni bir pestisit geliştirilmesi için gerekli olan üretim maliyeti de oldukça yüksektir (Thacker, 1999). Bundan dolayı Alman hamamböceklerinin insan ve hayvan sağlığı yönünden tehdit oluşturması, doğal biyolojik dengeye zararı, insektisitlere karşı dayanıklılık geliştirme durumundan dolayı, zararlarını en aza indirmek veya popülasyonlarını azaltmak amacıyla hamamböceklerine karşı

alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Son zamanlarda insanların çevreye karşı artan bilinci ve pestisitlerin insan sağlığına olumsuz etkileri nedeniyle sentetik ilaçlara oranla daha çabuk ve kolay parçalanabilen, hedef dışı organizmalara ve çevreye etkisi çok az olan alternatifler aranmaktadır (Arnason ve ark., 1989; Feng ve Isman, 1995; Wewetzer, 1995).

Yarı-sentetik spinosin insektisidi Spinetoram’ın; hem çevreye, hem memeli hayvanlara ve kuşlara toksisitesinin daha düşük olmasının yanı sıra, hem koruyucu hem de kontak etkili insektisit olması ve şimdiye kadar yapılan çalışmalarda ev ve binaların genel zararlısı Alman hamamböceklerine karşı Spinetoram ile yapılan bir çalışma olmaması nedeni ile Alman hamamböcekleri ile mücadelede araştırılması gereken bir insektisittir.

Doğal olarak toprakta bulunan Actinomycete sınıfından *Saccharopolyspora spinosa* bakterisinin fermantasyon ürününden türetilen spinosad, ticari olarak ulaşılabilen bir insektisittir (Mertz ve Yao, 1990). Spinosad böcek sinir sistemi üzerinde nikotinik asetilkolin resöptörleri üzerinde belirsiz bir yerde etkili ve kontak yada mide yoluyla aktiftir (Dripps ve ark., 2008). Spinosad insektisiti memelilere karşı düşük toksisiteli ilaç olup (Sıçanlarda akut oral: LD₅₀ > 5000 mg kg⁻¹), güneş ışığına maruz kaldığında hızlı bir şekilde etkinliği azalmaktadır (Thompson ve ark., 2000). Insektisitlerin yeni grubu olan naturalyete sınıfında yer alır. Spinetoram yarı-sentetik spinosin insektisitlerinin yeni bir üyesidir. Spinetoram, Actinomycete sınıfından *Saccharopolyspora spinosa* bakterisinin fermantasyonu sonucu elde edilen spinosin’in (spinosin L ve J) kimyasal modifikasyonu sonucu oluşan düşük riskli bir insektisittir (DeAmicis ve ark., 2011).

Spinetoram, spinosad ile karşılaştırıldığında etkisi daha hızlı ve daha yüksek potansiyeli ile yeni bir spinosin insektisittir (Dripps ve ark., 2008). Spinetoram çok sayıda bitkide zararlı böceklere karşı geniş spektrumlu bir insektisittir. Lepidoptera, Thysanoptera ve Diptera gibi takımlara etkilidir. Spinetoram düşük oranlarda (10 µg ml⁻¹) uygulandığında, Coccinellidae ve Chrysopidae familyaları ile Hemiptera takımına ait avcılara karşı

düşük toksisite gösterir (DeAmicis ve ark., 1997; Copping ve Menn, 2000; Williams ve ark., 2003; Gamal ve ark., 2007; Mahmoud ve Osman, 2007). Bu etkili madde kuşlara ve memelilere karşı düşük toksisiteye sahiptir (Bret ve ark., 1997). Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı tarafından çevreye düşük toksisitesi olan insektisitlerden bir tanesi olarak gösterilmiştir. Spinetoram mide yoluyla mideye alındığında hızlı bir şekilde etki gösterir, yemeyi 24 saat içerisinde durdurur ve ölüm gerçekleşir. Spinetoram'ın etki mekanizması incelendiğinde, nikotinic asetil kolin ve gammaamino butirik asit (GABA) resöptörleri üzerinde etkilidir (Williams ve ark., 2003). Spinetoram spinosad ile aynı etki mekanizmasına sahip olup, kontak ve mide yoluyla etkilidir (Dripps ve ark., 2008). Türkiye'de Spinetoram, ticari ismi Delegate 250 WG olan ve Armut Psillidi'ne karşı ruhsatlı bir insektisittir. Son araştırmalar sonrası yeni raporlara göre Spinetoram spinosada göre yaban arısı *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera: Apidae) karşı daha az toksiktir (Besard ve ark., 2011).

Bu çalışmada, yarı-sentetik spinosin insektisidi Spinetoram'ın çevreye olumsuz etkisinin düşük olması ve hamamböceklerine karşı bu insektisitle fazla çalışma olmamasından dolayı laboratuvar koşullarında püskürtme tekniği kullanılarak üç farklı uygulama yüzeyinde (beton, parke, fayans) Alman hamamböceği'nin 3. ve 4. dönem nimf dönemine karşı toksik etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Böcek üretimi

Bu çalışmada böcek olarak *Blatella germanica* (L.) kullanılmıştır. Elli litrelik plastik kutular içerisinde kültüre alınan *B. Germanica*, 26±1 °C sıcaklık ve % 60±5 nispi nem ve tamamen karanlık iklim odasında tutulmuştur. *B. germanica*'nın yaşam alanı plastik kutular içerisine yerleştirilen yumurta kapları ile sağlanmıştır. Besin ihtiyacı için haftanın 2 günü köpek maması ve su ihtiyacı için ise plastik tüpler içerisine konulan suların ağzı tülle kapatılıp kovaların içerisine yerleştirilerek sağlanmıştır. Yerleştirilen su tüplerine haftanın 2 günü su ilavesi yapılmıştır. Biyolojik testler için *B. germanica*'nın 3. ve 4. dönem nimf dönemleri kullanılmıştır.

2.2. Biyolojik testlerde kullanılan yüzeyler

Parke yüzey: Biyolojik testlerde kullanılan parke laminant yüzey en 717 E-1 standartlarına uygun, neme karşı dayanıklılığı artırılmış (HDF) ve 195x1200x8 mm boyutlarındadır. Laminant parke denemelerde kullanılan 100x100 mm

boyutlara parke kesici alet ile kesilerek boyutlandırılmıştır.

Fayans yüzey: Biyolojik testlerde kullanılan fayans yüzey kil, kaolin, kuvars, feldspat, kalker maddelerinin karışımından, TS202 standartlarına göre 150x150x5.5 mm boyutlarında üretilen fayans yüzeyler 100x100 mm boyutlarında küçültülerek çalışmalarda kullanılacak boyutlara getirilmiştir.

Beton yüzey: Biyolojik testlerde kullanılan beton yüzey 200 g çimento + 50 ml su karışımından elde edilen harç, plastik kutulara (100x100x60 mm) dökülmüş ve daha sonra harç dökülen plastik kutular, kurumaya bırakılarak beton yüzeyin oluşması sağlanmıştır.

2.3. Yüzey ilaçlamalarında kullanılan ilaçlama aleti

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

2.4. Alman hamam böceği nimflerine karşı laboratuvar koşullarında Spinetoram yüzey uygulamaları

Biyolojik testler 26±1 °C sıcaklık ve % 60±5 nisbi nemde tamamen karanlık iklim odasında yürütülmüştür. Biyolojik testlerde Alman hamamböceğinin 3. ve 4. dönem nimf dönemleri, Spinetoram'ın ticari preparatı Delegate 250 WG ve beton, fayans, parke yüzeyler plastik kutular içine yerleştirilerek kullanılmıştır.

Yapılan biyolojik testlerde kontrol ve denemeler 5 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, her bir tekerrür için 10 adet böcek kullanılmıştır. Her bir uygulama için daha önceden aktif madde üzerinden hesaplanan 2.5, 5, 7.5, 10, 15, 25, 50, 75 ve 100 mg m⁻² (mg aktif madde m⁻² yüzey alanı) konsantrasyonlarına karşılık gelen etken madde miktarı hassas terazi (0.0001 g) ile tartılmıştır. Cam ölçü silindiri (10 ml) ile 10 ml saf su, cam beher (50 ml) içerisine konulmuş ve tartılan ilaç miktarı cam beher içerisine aktarılarak magnetik karıştırıcı ile 10 dakika boyunca karıştırılmıştır. Yüzey ilaçlamasında her konsantrasyon uygulamasının her bir tekerrürü için 1 ml Spinetoram kullanılmıştır.

Her doz uygulamasında her bir tekerrüre kullanılan Spinetoram süspansiyonu mikro pipet (1000 µl) ile basıncı ayarlanabilen ilaçlama pompasının haznesine konularak, ilaçlama pompası ile uygulama yüzeylerine homojen bir şekilde püskürtülerek kurumaya bırakılmıştır. Yüzeyler kuruduktan sonra plastik kutunun kapaklarına hava giriş çıkışını sağlayacak delikler açıldıktan sonra, her bir tekerrür için plastik kutuların içerisine 3. ve 4. dönem nimf bireylerden 10'ar adet konulmuştur.

Sonuçlar her gün ölü-canlı sayımı yapılarak kaydedilmiştir. Kontroldeki böceklere kıyasla anten ve bacakları hareket etmeyen böcekler ölü olarak kabul edilmiştir (Toews ve ark., 2003).

2.5. Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analizi

Yapılan uygulamalarda *B. germanica*'nın 3. ve 4. dönem nimflerine Spinetoram konsantrasyonu, farklı yüzey ve konsantrasyonlarda biyolojik testlere tabi tutulmuş ve bunun sonunda uygulama süreleri, uygulamaya alınan birey sayılarını, içeren excel tabloları oluşturulmuştur. Her bir yüzey uygulaması için *B. germanica*'nın ölüm oranları (%) hesaplanmıştır. Ölüm oranları Arcsine transformasyonuna tabi tutulduktan sonra bu verilere çift yönlü (faktörler; maruz bırakma süresi ve uygulama konsantrasyonu) varyans analizi

(ANOVA) (Anonymous, 2009) uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD (% 5) testine göre belirlenmiştir.

3. Bulgular

3.1. Beton yüzey üzerinde Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *B. germanica*'nın 3. ve 4. dönem nimflerinin ölüm oranları

Beton yüzey üzerinde Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 9 gün süreyle maruz bırakılan *B. germanica*'nın 3. ve 4. dönem nimflerinin ölüm oranı Tablo 1'de verilmiştir. Araştırmada, 1. gün hariç diğer maruz bırakma sürelerinde genellikle Spinetoram'ın tüm konsantrasyonlarına ait ölüm oranları arasında istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) farklılıklar bulunmuştur. Birinci gün hariç diğer tüm maruz bırakma sürelerinde Spinetoram konsantrasyonu arttıkça ölüm oranlarında da artış görülmüştür. Tüm konsantrasyonlarda en düşük ölüm oranları 1. günde elde edilirken, bütün konsantrasyonlardaki ölüm oranlarıyla, kontroldeki ölüm oranı arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmamıştır. Tüm maruz bırakma sürelerinde 75 ve 100 mg m⁻² konsantrasyonlarına ait *B. germanica* nimflerinin ölüm oranları istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Yedinci ve 9. günde Spinetoram'ın 50, 75 ve 100 mg m⁻²

Tablo 1. Beton yüzey üzerinde Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 9 gün süreyle maruz bırakılan *B. germanica*'nın 3. ve 4. dönem nimflerinin ölüm oranı*

Table 1. Mortality rate of 3rd and 4th nymphal stages of *B. germanica* exposed to different concentrations of Spinetoram on concrete surface for 9 days*

Konsantrasyon (mg m ⁻²)	Ölüm oranı (%)±Standart hata					F ve P değeri	LSD değeri
	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	9. gün		
2.5	2±2.44 Ab	6±2.44 Cb	16±4.00 Cab	34±10.29 Da	42±9.69 Ea	F _{4,20} = 8.60 P= 0.0003	15.48
5	12±5.83 Aa	18±4.89 BCa	32±9.69 BCa	40±12.24 CDa	44±10.29 DEa	F _{4,20} = 2.82 P= 0.0528	
7.5	8±4.89 Ac	26±8.71 BCbc	46±5.09 Bab	66±2.44 BCa	74±2.44 CDa	F _{4,20} = 17.28 P<0.0001	14.22
10	10±3.16 Ac	20±3.74 BCc	50±4.47 Bb	68±3.74 BCb	88±3.74 ABCa	F _{4,20} = 38.02 P<0.0001	10.71
15	14±5.09 Ab	32±5.83 ABCb	62±3.74 Ba	76±5.09 Ba	82±3.74 BCa	F _{4,20} = 27.04 P<0.0001	10.96
25	8±2.00 Ad	32±5.83 ABCc	60±3.16 Bb	80±3.16 Bb	94±4.00 Aba	F _{4,20} = 46.70 P<0.0001	11.10
50	12±5.83 Ad	40±7.07 ABc	62±3.74 Bbc	86±2.44 ABb	98±2.00 Aa	F _{4,20} = 42.25 P<0.0001	12.29
75	14±6.78 Ac	52±13.19 ABb	88±4.89 Aa	98±2.00 Aa	100±0.00 Aa	F _{4,20} = 29.17 P<0.0001	16.75
100	10±3.16 Ac	64±6.78 Ab	98±2.00 Aa	98±2.00 Aa	100±0.00 Aa	F _{4,20} = 79.80 P<0.0001	10.47
Kontrol	2±2.00 Ab	8±2.00 Cab	10±3.16 Cab	12±2.00 Da	12±2.00 Fa	F _{4,20} = 4.38 P= 0.0105	9.49
F ve P değeri	F _{9,40} = 1.01 P= 0.4465	F _{9,40} = 6.99 P<0.0001	F _{9,40} = 28.49 P<0.0001	F _{9,40} = 28.25 P<0.0001	F _{9,40} = 37.40 P<0.0001		
LSD değeri	-	14.20	11.38	11.50	11.27		

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

konsantrasyonlarına ait *B. germanica* nimflerinin ölüm oranları 2.5, 5, 7.5, 10, 15 ve 25 mg m⁻² konsantrasyonlarındaki ölüm oranlarından önemli seviyede yüksek bulunmuştur. Her ne kadar böceklerde hareket yavaşlaması 3. günden itibaren gözlemlense de *B. germanica* nimflerinin % 100 ölüm oranları 9. günde 75 ve 100 mg m⁻² konsantrasyonlarında elde edilmiştir (Tablo 1). Bu sonuçlar beton yüzeyde 1. gün sonunda Spineteram'ın test edilen tüm konsantrasyonları *B. germanica* nimflerinin çok düşük ölümüne neden olduğunu ve yalnızca 9. gün sonunda Spineteram'ın yüksek konsantrasyonlarında (75 ve 100 mg m⁻²) % 100 ölümünün gerçekleştiğini göstermiştir.

3.2. Fayans yüzey üzerinde Spineteram'ın farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *B. germanica*'nın 3. ve 4. dönem nimflerinin ölüm oranları

Fayans yüzey üzerinde Spineteram'ın farklı konsantrasyonlarına 9 gün süreyle maruz bırakılan *B. germanica* nimflerinin ölüm oranı Tablo 2'de verilmektedir. Çalışmada bütün maruz bırakma sürelerinde genellikle Spineteram'ın tüm konsantrasyonlarına ait ölüm oranları arasında istatistiki olarak çok önemli farklılıklar bulunmuştur (P<0.0001). Genel olarak tüm maruz bırakma sürelerinde Spineteram konsantrasyonu arttıkça ölüm oranlarında bir artış görülmüştür. Tüm konsantrasyonlarda en düşük ölüm oranları 1. günde elde edilmiştir (Tablo 2). Dokuzuncu günde 15, 25, 50, 75 ve 100 mg m⁻² konsantrasyonlarına ait *B. germanica* nimflerinin ölüm oranları % 100 bulunarak istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Tüm maruz bırakma sürelerinde Spineteram'ın bütün konsantrasyonlarında *B. germanica* nimflerinin ölüm oranlarında önemli bir artış görülmüştür. Her ne kadar böceklerde hareket yavaşlaması 3. günden itibaren gözlemlense de % 100 ölüm oranı 7. günde 100 mg m⁻² konsantrasyonunda görülürken, 9. günde Spineteram'ın 15, 25, 50, 75 ve 100 mg m⁻² konsantrasyonlarında elde edilmiştir. Bütün bu sonuçlar fayans yüzeyde 1. gün sonunda Spineteram'ın test edilen tüm konsantrasyonları *B. germanica* nimflerinin çok düşük ölümüne neden olduğunu ve 7. günde yalnızca 100 mg m⁻² konsantrasyonunda, 9. gün sonunda ise Spineteram'ın 15, 25, 50, 75 ve 100 mg m⁻² konsantrasyonlarında % 100 ölümünün gerçekleştiğini göstermiştir.

3.3. Parke yüzey üzerinde Spineteram'ın farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *B. germanica*'nın 3. ve 4. dönem nimflerinin ölüm oranları

Parke yüzey üzerinde Spineteram'ın farklı konsantrasyonlarına 9 gün süreyle maruz bırakılan *B. germanica* nimflerinin ölüm oranı Tablo 3'te verilmektedir. Tablo 3 incelendiğinde 1. gün hariç tüm maruz bırakma sürelerinde Spineteram'ın tüm konsantrasyonlarına ait ölüm oranları arasında istatistiki olarak çok önemli farklılıklar bulunmuştur (P<0.0001). Uygulanan bütün konsantrasyonlarda *B. germanica* nimflerinin en düşük ölüm oranları 1. günde elde edilmiştir. Birinci günde 15, 25, 50, 75 ve 100 mg m⁻² konsantrasyonları istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Beşinci günde 75 ve 100 mg m⁻² konsantrasyonlarına ve 9. gündeki 25, 50, 75 ve 100 mg m⁻² konsantrasyonlarına ait ölüm oranları istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Yedinci ve 9. günde Spineteram'ın bütün konsantrasyonlarında *B. germanica* nimflerinin ölüm oranlarında önemli bir artış görülmüştür. Bu sonuçlar parke yüzeyde 1. gün sonunda Spineteram'ın test edilen tüm konsantrasyonları *B. germanica* nimflerinin çok düşük ölümüne neden olduğunu, 9. günde ise Spineteram'ın yüksek konsantrasyonlarında (75 ve 100 mg m⁻²) *B. germanica* nimflerinin % 100 ölümünün gerçekleştiğini göstermiştir (Tablo 3).

4. Tartışma ve Sonuç

Laboratuar koşullarında yapılan bu çalışmada, Spineteram'ın solüsyon halinde üç farklı uygulama yüzeyinde (beton, fayans ve parke) *B. germanica*'nın 3. ve 4. dönem nimflerine karşı rezidual kontak toksisitesi araştırılmıştır. Solüsyon haldeki Spineteram'ın farklı konsantrasyonları ve maruz bırakılma süreleri *B. germanica*'nın 3. ve 4. dönem nimflerinin ölüm oranları üzerinde önemli etkiye sahip olmuştur. Genel olarak 1. gün sonunda Spineteram'ın test edilen tüm konsantrasyonlarında *B. germanica*'nın nimflerinin hemen hemen hiç ölmediğini ve tüm konsantrasyonlarda 1. günden sonra ise *B. germanica*'nın nimflerinin ölümünün önemli derecede arttığını göstermiştir. Bu sonuçlara benzer olarak Çelik (2013) Spineteram'ın solüsyon halinde beton, fayans ve parke yüzey üzerine *Acanthoscelides obtectus* erginlerine karşı rezidual kontak toksisitesi araştırması ve araştırma sonucunda, Spineteram'ın maruz bırakma süresi ve konsantrasyonunun böceğin ölüm oranı üzerinde

Tablo 2. Fayans yüzey üzerinde Spinectoram'ın farklı konsantrasyonlarına 9 gün süreyle maruz bırakılan *B. germanica*'nın 3. ve 4. dönem nimflerinin ölüm oranı*
 Table 2. Mortality rate of 3rd and 4th nymphal stages of *B. germanica* exposed to different concentrations of Spinectoram on tile surface for 9 days*

Konsantrasyon (mg m ⁻²)	Ölüm oranı (%) \pm Standart hata									F ve P değeri	LSD değeri
	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	9. gün						
2.5	8 \pm 2.00 CDD	18 \pm 2.00 Ecd	28 \pm 2.00 Fbc	40 \pm 4.47 Fab	54 \pm 5.09 Da	F _{4,20} = 23.40 P<0.0001	7.67				
5	12 \pm 3.74 BCDD	26 \pm 4.00 DEcd	46 \pm 4.00 Ebc	60 \pm 4.47 EFab	70 \pm 3.16 CDa	F _{4,20} = 26.62 P<0.0001	8.98				
7.5	14 \pm 4.00 ABCDc	28 \pm 3.74 CDEc	52 \pm 2 DEb	66 \pm 5.09DEFab	80 \pm 3.16 BCa	F _{4,20} = 47.02 P<0.0001	7.34				
10	16 \pm 5.09 ABCDd	38 \pm 3.74 BCDC	56 \pm 2.44 CDEbc	72 \pm 3.74 CDEab	86 \pm 4.00 Ba	F _{4,20} = 24.88 P<0.0001	11.20				
15	18 \pm 2.00 ABCe	40 \pm 4.47 ABCDd	62 \pm 3.74 BCDEc	86 \pm 4.00 BCDB	100 \pm 0.00 Aa	F _{4,20} = 19.96 P<0.0001	8.45				
25	22 \pm 2.00 ABCe	44 \pm 2.44 ABCd	66 \pm 2.44 ABCDc	94 \pm 2.44 ABb	100 \pm 0.00 Aa	F _{4,20} = 125.88 P<0.0001	6.77				
50	24 \pm 2.44 ABCe	48 \pm 2.00 ABd	70 \pm 3.16 ABCc	90 \pm 3.16 ABCb	100 \pm 0.00 Aa	F _{4,20} = 105.35 P<0.0001	6.88				
75	28 \pm 2.00 ABe	54 \pm 2.44 ABd	80 \pm 3.16 Ac	94 \pm 2.44 ABb	100 \pm 0.00 Aa	F _{4,20} = 92.60 P<0.0001	7.18				
100	36 \pm 4.00 Ad	58 \pm 2.00 Ac	78 \pm 2.00 ABb	100 \pm 0.00 Aa	100 \pm 0.00 Aa	F _{4,20} = 329.42 P<0.0001	3.89				
Kontrol	4 \pm 2.44 Da	6 \pm 2.44 Fa	6 \pm 2.44 Ga	8 \pm 2.00 Ga	8 \pm 2.00 Ea	F _{4,20} = 0.54 P= 0.7092					
F ve P değeri	F _{9,40} = 6.63 P<0.0001	F _{9,40} = 25.06 P<0.0001	F _{9,40} = 50.36 P<0.0001	F _{9,40} = 38.62 P<0.0001	F _{9,40} = 109.61 P<0.0001						
LSD değeri	9.63	6.63	6.34	10.29	6.92						

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

Tablo 3. Parke yüzey üzerinde Spinotoram'ın farklı konsantrasyonlarına 9 gün süreyle maruz bırakılan *B. germanica*'nın 3. ve 4. dönem nimflerinin ölüm oranı*
 Table 3. Mortality rate of 3rd and 4th nymphal stages of *B. germanica* exposed to different concentrations of Spinotoram on parquet surface for 9 days

Konsantrasyon (mg m ⁻²)	Ölüm oranı (%) \pm Standart hata									F ve P değeri	LSD değeri
	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	9. gün						
2.5	6 \pm 2.44 BCd	14 \pm 2.44 Ecd	28 \pm 2.00 Cbc	42 \pm 2.00 Fab	58 \pm 3.74 Ca	F _{4,20} = 35.67 P<0.0001	7.50				
5	10 \pm 3.16 ABCd	22 \pm 3.74 DEcd	40 \pm 3.16 BCbc	50 \pm 3.16 EFab	62 \pm 3.74 BCa	F _{4,20} = 26.17 P<0.0001	8.17				
7.5	12 \pm 3.74 ABCc	24 \pm 2.44 CDEc	46 \pm 2.44 BCb	58 \pm 3.74 DEFab	72 \pm 3.74 BCa	F _{4,20} = 33.32 P<0.0001	8.21				
10	16 \pm 5.09 ABCc	26 \pm 2.44 BCDEc	52 \pm 3.74 ABb	62 \pm 3.74 CDEFab	76 \pm 2.44 BCa	F _{4,20} = 27.31 P<0.0001	9.12				
15	14 \pm 2.44 ABd	26 \pm 2.44 BCDEc	56 \pm 2.44 ABb	70 \pm 3.16 BCDEa	80 \pm 3.16 Ba	F _{4,20} = 86.53 P<0.0001	5.62				
25	18 \pm 3.74 ABd	34 \pm 2.44 ABCDcd	54 \pm 5.09 ABc	76 \pm 4.00 BCDBb	94 \pm 2.44 Aa	F _{4,20} = 47.40 P<0.0001	9.13				
50	22 \pm 3.74 ABd	40 \pm 3.16 ABCcd	52 \pm 3.74 ABc	80 \pm 5.47 BCb	98 \pm 2 Aa	F _{4,20} = 60.57 P<0.0001	8.72				
75	24 \pm 4.00 ABc	42 \pm 3.74 ABd	66 \pm 2.44 Ac	86 \pm 2.44 ABb	100 \pm 0.00 Aa	F _{4,20} = 146.56 P<0.0001	5.83				
100	28 \pm 3.74 Ad	50 \pm 3.16 Ac	70 \pm 4.47 Ab	94 \pm 2.44 Aa	100 \pm 0.00 Aa	F _{4,20} = 76.40 P<0.0001	8.07				
Kontrol	2 \pm 2.00 Ca	4 \pm 2.44 Fa	6 \pm 2.44 Da	6 \pm 2.44 Ga	6 \pm 2.44 Da	F _{4,20} = 0.57 P= 0.6864					
F ve P değeri	F _{9,40} = 5.13 P<0.0001	F _{9,40} = 21.37 P<0.0001	F _{9,40} = 29.69 P<0.0001	F _{9,40} = 40.04 P<0.0001	F _{9,40} = 75.09 P<0.0001						
LSD değeri	10.82	6.62	6.89	8.39	7.98						

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

önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Yine Rışvanlı (2015) da yaptığı araştırmada, Spinotoram'ın solüsyon halinde beton, fayans ve parke yüzey üzerinde *Periplenata americana* ergin ve nimflerine karşı rezidual kontak toksisitesini araştırmış ve Spinotoram'ın maruz bırakma süresi ve konsantrasyonunun *P. americana* ergin ve nimflerinin ölüm oranı üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu belirlenmiştir. Aynı çalışmada, tüm uygulama yüzeylerinde Spinotoram'ın düşük konsantrasyonları (0.001 ve 0.002 mg cm⁻²) *P. americana* nimf ve erginlerinde düşük ölüm oranına sebep olduğu; bunun yanında, tüm uygulama yüzeylerinde Spinotoram'ın 0.005 mg cm⁻² ve üzerindeki konsantrasyonları *P. americana* nimf ve erginlerinde % 100 veya % 100'e yakın ölüme neden olduğu rapor edilmiştir. Literatürdeki bu sonuçlar da dikkate alındığında Spinotoram'ın etkinliğinin test edilen böcek türüne ve uygulama konsantrasyonuna göre de değişiklik gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca bu çalışmalarda olduğu gibi mevcut çalışmada da Spinotoram'ın maruz bırakma süresi ve konsantrasyonunun ölüm oranı üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Spinotoram'ın yüzey uygulamasında uygulama yüzeyi, *B. germanica* nimflerinin ölüm oranları üzerine önemli derecede etkiye sahip olmuştur. Uygulama yüzeylerindeki Spinotoram'ın *B. germanica* nimflerine karşı etkinliği uygulama konsantrasyonlarında önemli farklılıklar göstermiştir. Üçüncü, 5. ve 9. gündeki ölüm oranlarına göre Spinotoram'ın yüksek konsantrasyonlarında (75 ve 100 mg m⁻²) beton, fayans ve parke yüzeylerde *B. germanica* nimflerine karşı etkinliğinin aynı olduğu görülmüştür. Ancak düşük konsantrasyonlarda fayans ve parke yüzeylerde Spinotoram'ın *B. germanica* nimflerine karşı etkinliğinin beton yüzeydekine göre önemli seviyede daha düşük olduğu belirlenmiştir. Spinotoram'ın farklı yüzeyler üzerinde Alman hamamböceğine karşı etkinliğine yönelik hiç çalışma bulunmamaktadır. Ancak uygulama yüzeyinin, test edilen böcek türünün ve insektisit formülasyonunun değişik kontak ve rezidual insektisitlerin depolanmış ürün zararlılarına karşı etkinlikleri üzerine önemli etkiye sahip olduğu yapılan birçok araştırmayla ortaya konmuştur (Jain ve Yadav, 1989; Samson ve Hall, 1989; Arthur, 1997, 2007). Toews ve ark. (2003) yapmış oldukları çalışmada Spinosad'ın bazı depolanmış tahıl zararlılarına karşı özellikle beton yüzeylerde diğer yüzeylere (galvenize çelik, mumlu ve mumsuz fayans) göre etkisinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlardan farklı olarak mevcut çalışmada Spinotoram'ın düşük konsantrasyonlarda fayans yüzeyde *B. germanica*

nimflerine karşı etkinliği beton yüzeyden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu farklılığın test edilen böcek türünden, insektisitlerin formülasyonundan veya test edilen aktif maddeden kaynaklanabileceği düşünölmektedir. Nitekim mevcut çalışmada test edilen Spinotoram'ın ıslanabilir granöl (WG) ve Spinosad'ın ise solüsyon konsantre (SC) formülasyonu kullanılmıştır. Bu iki formülasyon tipinin farklı yüzlerdeki etkinlikleri üzerine çalışma bulunmamasına karşın organofosfat ve piretroit grubu insektisitlerin suda ıslanabilir toz (WP) formülasyonları betonda veya gözenekli (porlu) yüzeyde emülsiyon konsantre (EC) formülasyonlardan daha etkili olduğu önceki çalışmalarda ortaya konmuştur (White, 1982; Chadwick, 1985). Bazı araştırıcılar betonun tozlu, pürüzlü yüzeyi böcek integümenti epikutikulanın (su geçirmez yağ tabakası) görevini yapmasını engellemiş olabileceğini, diğer yüzeyler (galvenize çelik, mumlu fayans ve mumsuz fayans) ile karşılaştırıldığında bu yüzeyde böceklerin hızlı su kaybetmesi ve ölüme neden olabileceğini belirtmişlerdir (Toews ve ark., 2003). Farklı yüzeylerde Spinotoram'ın etkinliğindeki farklılığın beton, fayans ve parke yüzeylerin fiziksel ve tekstür yapılarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği de söylenebilir. Genel olarak beton yüzeyin gözenekli (porlu), parke yüzeyin ise kısmen gözenekli ve fayans yüzeyin ise gözeneksiz (porsuz) yapıda olduğu bilinmektedir. Yapılan birçok çalışmada gözeneksiz yapılarda (cam, demir, seramik fayans vs.) insektisitlerin rezidual aktivitesinin beton, çuval bezi ve çamur gibi diğer yüzeylerin birçoğundan daha yüksek olduğu ortaya konmuştur (Chadwick, 1985; Hodges ve Dales, 1991; Hodges, 1993). Bu çalışmada da benzer olarak gözeneksiz yapıda olan fayans yüzeyde özellikle Spinotoram'ın düşük konsantrasyonunda etkinliğin daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Sonuç olarak elde edilen verilere bakılarak Spinotoram'ın solüsyon uygulamasının ev ve diğer binalarda sorun olan *B. germanica*'nın mücadelesinde kullanılabilme potansiyeline sahip ve sentetik insektisitlere potansiyel alternatif olabileceği düşünölmektedir. Ancak Spinotoram'ın *B. germanica* mücadelesinde ticari olarak kullanılabilmesi için laboratuvar dışında Alman hamamböceklerinin gerçek yaşam alanlarında insektisit özelliklerinin değerlendirilmesi ve doğal koşullarda Spinotoram'ın uygulanabilirliğine ve uzun süreli residual kontak toksisitesinin belirlenmesine yönelik daha geniş kapsamlı çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

Anonymous, 2009. SAS/STAT User' s Guide, Version 9.1.3. Portable, SAS Institute, Cary, NC.

- Armason, J.T., Philogene, B.J.R., Morand, P., 1989. Insecticides of Plant Origin. ACS Symp Ser. No 387. American Chemical Society, Washington, DC, USA.
- Arthur, F.H., 1997. Differential effectiveness of deltamethrin dust on plywood, concrete and tile surfaces against three stored-product beetles. *Journal of Stored Product Research*, 33(2): 167-173.
- Arthur, F.H., 2007. Efficacy of chlorfenapyr against *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) adults exposed on concrete, vinyl tile, and plywood surfaces *Journal of Stored Product Research*, 44(2): 145-151.
- Besard, L., Mommaerts, V., Abdu-Alla, G., Smagghe, G., 2011. Lethal and sublethal side-effect assessment supports a more benign profile of spinetoram compared with spinosad in the bumblebee *Bombus terrestris*. *Pest Management Science*, 67(5): 541-547.
- Bitter, Z.S., Williams, O.B., 1949. Enteric organisms from the American Cockroach. *Journal of Infectious Diseases*, 85: 87-89.
- Bret, B.L., Larson, L.L., Schoonover, J.R., Sparks, T.C., Thompson, G.D., 1997. Biological properties of spinosad. *Down to Earth*, 52(1): 6 -13.
- Burgess, N.R.H., Mc Dermott, S.N., Whiting, A., 1973. Aerobic bacteria occurring in the hind-gut of the cockroach, *B. Orientalis*. *Epidemiol Infect*, 71(1): 1-8.
- Chadwick, P.R., 1985. Surfaces and other factors modifying the effectiveness of pyrethroids against insects in public health. *Journal of Pesticide Science*, 16(4): 383-391.
- Copping, L.G., Menn, J.J., 2000. Biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. *Pest Management Science*, 56(8): 651-676.
- Çelik, A., 2013. Yarı-sentetik Spinosin insektisidi spinetoram'ın fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus* (Say.))'e karşı residual kontak toksisitesinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- DeAmicis, C., Edwards, N.A., Giles, M.B., Harris, G.H., Hewitson, P., Janavay, L., Ignatova, S., 2011. Comparison of preparative reversed phase liquid chromatography and countercurrent chromatography for the kilogram scale purification of crude spinetoram insecticide. *Journal of Chromatography A*, 1218(36): 6122-6127.
- DeAmicis, C.V., Dripps, J.E., Hatton, C.J., Karr, L.L., 1997. Physical and biological properties of the spinosyns: novel macrolide pest-control agents from fermentation. In: P.A. Hedin, R.M. Hollingworth, E.P. Masler, J. Miyamoto and D.G. Thompson (Eds.), *Phytochemicals for Pest Control*, American Chemical Society, Washington DC, pp. 144-154.
- Dong, K., Valles, R.M., Scharf, M.E., Zeichner, B., Bennet, G.W., 1998. The Knockdown resistance (*kdr*) mutation in Pyrethroid-Resistant German cockroaches. *Pesticide Biochemistry Physiology*, 60(3): 195-204.
- Dripps, J., Olson, B., Sparks, T., Crouse, G., 2008. Spinetoram: How Artificial Intelligence Combined Natural Fermentation with Synthetic Chemistry to Produce a New Spinosyn Insecticide. Plant Health Progress, (<https://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/perspective/2008/spinetoram/>), (Erişim tarihi: 13.04.2021).
- Feng, R., Isman, M.B., 1995. Selection for resistance to Azadirachtin in the green peach aphid, *Myzus persicae*. *Experientia*, 51(8): 831-833.
- Gamal, A., El-Kady, E.L., 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(11): 1315-1319.
- Hodges, R.J., Dales, M.J., 1991. Report on an Investigation of Insecticide Persistence on Grain Store Surfaces in Ghana. NRI Report, p. 2630.
- Hodges, R.J., 1993. The Relative Efficacy of Contact Insecticide Sprayed Onto Store Wall Surfaces in Mali. West Africa NRI Report, p. 2027.
- Jain, S., Yadav, T.D., 1989. Persistence of deltamethrin, etrimfos and malathion on different storage surfaces. *Pesticide Science*, 23(11): 21-24.
- Mahmoud, M.F., Osman, M.A.M., 2007. Relative toxicity of some bio-rational insecticides to second instar larvae and adults of onion thrips (*Thrips tabaci* Lind.) and their predator *Orius albidipennis* under laboratory and field conditions. *Journal of Plant Protection Research*, 47(4): 391-400.
- Mansouri, F., Azaizeh, H., Saadf, B., Tadmor, Y., Abo-Moch, F., Said, O., 2004. The potential of middle eastern flora as a source of new safe bio-acaricides to control *Tetranychus cinnabarinus*, the Carmine Spider Mite. *Phytoparasitica*, 32(1): 66-72.
- Mertz, F.P., Yao, R.C., 1990. *Saccharopolyspora spinosa* sp. nov. isolated from soil collected in a sugar rum still. *Internatioanl Journal of Systematic Evolutatin Microbiology*, 40(1): 34-39.
- Rişvanlı, M.R., 2015. Spinosin insektisidi Spinetoram'ın Amerikan hamam böceği (*Periplaneta americana*) (L.)'nin 3-4. dönem nimf ve ergin dönemine karşı residual kontak toksisitesinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Rust, M.K., Reiersen, D.A., 1991. Chlorpyrifos resistance in German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) from restaurants. *Journal of Economical Entomology*, 84(3): 736-740.
- Rust, M.K., Reiersen, D.A., Ziechner, B.C., 1993. Relationship between insecticide resistance and performance in choice tests of field colected German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). *Journal of Economical Entomology*, 86(4): 1124-1130.
- Samson, P.R., Hall, E.A., 1989. Effect of relative humidity on the biological activity of fenitrothion residues on different surfaces. *Journal of Stored Product Research*, 25(4): 243-246.
- Thacker, J.R.M., 1999. Identification of a plant phytosterol with toxicity against arthropod pests. *Journal of Agricultural and Marine Sciences*, 4(2): 13-17.

- Thompson, G.D., Dutton, R., Sparks, T.C., 2000. Spinosad a case study: an example from a natural products discovery programme. *Pest Management Science*, 56(8): 696-702.
- Toews, M.D., Subramanyam, B.H., Rowan, J.M., 2003. Knockdown and mortality of adults of eight species of stored-product beetles exposed to four surfaces treated with spinosad. *Journal of Economical Entomology*, 96(6): 1967-1973.
- Waldvogel, M.G., Moore, C.B., Nalyanya, G.W., Stringham, S.M., Watson, D.W., Schal, C., 1999. Integrated cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) management in confined swine production. *Proceedings of the 3rd International Conference of Urban Pests*, Prague (Czech Republic), Graficke Zavody Hronov, pp. 183-188.
- Wewetzer, A., 1995. Callus cultures of *Azadirachta indica* and their potential for the production of Azadirachtin. *Phytoparasitica*, 26(1): 47-52.
- White, N.D.G., 1982. Effectiveness of malathion and pirimiphos-methyl applied to plywood and concrete to control *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Entomological Society Ontario*, 113: 65-69.
- Williams, T., Valle, J., Viñuela, E., 2003. Is the naturally derived insecticide Spinosad® compatible with insect natural enemies. *Biocontrol Science Technology*, 13(5): 459-475.
- Zhang, J., Wu, M., Chen, J., 2007. Resistance investigation of *Blattella germanica* to six insecticides and control strategy in Hefei city. *Chinese Journal of Vector Biology and Control*, 18(2): 98-99.