

**Orijinal araştırma (Original article)**

***Bacillus thuringiensis* ile Neem ekstraktlarının ve karışımlarının etkinlikleri üzerinde incelemeler<sup>1,2</sup>**

Studies on the efficacies of combinations of *Bacillus thuringiensis* with neem extracts

**Ferit TURANLI<sup>3\*</sup>**

**Ebru GÜMÜŞ<sup>3</sup>**

**Beril GÜZEL<sup>3</sup>**

**Summary**

This study was carried out to overcome delayed and less effectiveness that are the main disadvantages of biopesticides compared to conventional pesticides. The use of combination of *Bacillus thuringiensis* and azadirachtin based biopesticides was evaluated for efficacies. The penultimate instar larvae of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) as test insect, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Delfin<sup>®</sup> WG, Certis), *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* (XenTari<sup>®</sup> WG, Valent BioScience), oil based neem (Neem Azal T/S<sup>®</sup>, Trifolio-M), and neem (Neemix<sup>®</sup> 4.5, Certis) as biopesticides were used in this study. The biopesticides were applied to the test insect larvae at the doses of 50 ppm, 100 ppm individually and in combinations, and also half doses in combinations through feed. It was concluded that rapid slowdown of feeding behavior, accordingly reduction in larval growth, and premature deaths from the first day were determined when the biopesticides were treated in combination compare to that of individual applications. Combinations of XenTari+Neem Azal and XenTari+Neemix had the highest efficacies in terms of the larvae weight. In those groups, larvae weight chanced between 48-51 mg and 42-63 mg respectively. Following treatments in combination of Delfin+Neem Azal, and Delfin+Neemix were also found effective compare to that of their individual applications and untreated ones (up to 410 mg). Highest lethal effects had also observed mostly in seven and nine days after application in combination of biopesticides.

**Key words:** Biopesticide, *Bacillus thuringiensis*, azadirachtin, neem, combination

**Özet**

Biopestisitler konusunda yaşanan dezavantajların başında gelen etkinin gecikmeli olarak ve konvansiyonel pestisitlere göre daha düşük oranda ortaya çıkması bu çalışmanın çıkış noktasını oluşturmuştur. Çalışmada, *Bacillus thuringiensis* esaslı biopestisitler ile Azadirachtin esaslı biopestisitlerin tek başlarına ve karışım halinde kullanımlarının etkililiği karşılaştırılmıştır. Çalışmada test böceği olarak *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae)'in yeni 5. döneme geçmiş larvaları, biopestisit olarak da *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Delfin<sup>®</sup> WG, Certis) ve *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* (XenTari<sup>®</sup> WG, Valent BioScience), yağ bazlı neem (Neem Azal<sup>®</sup> T/S, Trifolio-M) ve neem (Neemix<sup>®</sup> 4.5, Certis) esaslı biopestisitler kullanılmıştır. Biopestisitler, 50 ppm ve 100 ppm dozlarında tek başlarına ve yarım dozda karışımlar halinde besin yoluyla uygulanmıştır. Biopestisitlerin karışım halinde uygulandığı bireylerde tek başlarına uygulandıklarına göre beslenmenin dolayısıyla da gelişmenin ilk günden itibaren yavaşladığı ve erken ölümlerin gerçekleştiği ortaya konulmuştur. Özellikle XenTari biopestisitinin olduğu karışım uygulamalarından en yüksek ve hızlı etki alınmıştır. XenTari+Neem Azal karışımlarında ortalama larva ağırlıkları 48-51 mg arasında değişirken, XenTari+Neemix karışımlarında 42-63 mg arasında gerçekleşmiştir. Bu karışımları sırasıyla Delfin+Neem Azal ve Delfin+Neemix karışımlarının etkileri izlemiştir. En düşük etki *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* etkili maddeli Delfin biopestisitinin tek başına uygulandığı bireylerde gözlenirken, kontrol grubunu oluşturan bireyler ortalama 410 mg'a kadar ulaşmıştır. En yüksek öldürücü etki ise uygulamadan sonraki yedi ve dokuz gün sonra yine biopestisit karışım halinde denedikleri gruplardan elde edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Biopestisit, *Bacillus thuringiensis*, azadirachtin, neem, karışım

<sup>1</sup> Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 108 O 300 nolu proje olarak desteklenmiştir

<sup>2</sup> 15-18 Temmuz 2009 tarihinde Van'da düzenlenen Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuş ve özet olarak basılmıştır

<sup>3</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 35100, Bornova, İzmir

\* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: ferit.turanli@ege.edu.tr

Alınış (Received): 06.01.2012 Kabul edilmiş (Accepted): 09.03.2012

## Giriş

Biopestisitlerin yaygın kullanımlarını sınırlayan en önemli faktörler; kalıcılıklarının kısa olması, etkilerinin geç veya düşük düzeyde gerçekleşmesi ile öldürücü etkilerinin konvansiyonel pestisitlere göre yüksek olmaması şeklinde sıralanabilir (Schumetterer, 1990; Whalon & Wingerd, 2003; Demirbağ et al., 2008; Rosell et al., 2008; O'Brien et al., 2009).

Zararlılarla mücadelede yaygın olarak kullanılan *Bacillus thuringiensis* etkili maddeli biopestisitlerin sözü edilen dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacıyla farklı etki mekanizmalı diğer biyolojik preparatlar ile karışım halinde kullanılması gibi alternatifler gündeme gelmiştir. Bunlar arasında azadirachtin içeren neem esaslı biopestisitler alınan olumlu sonuçlar nedeniyle öne çıkmıştır (Turcani, 2001; Kumpmann et al., 2002; Koul & Wahab, 2004; Senthil Nathan et al., 2006; Babu et al., 2008).

Dünya genelinde konuyla ilgilenen sınırlı sayıda araştırmacı biopestisitlerin karışımlarını değişik zararlı türlere karşı etkililik açısından test etmiştir. Salama et al. (1984), *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) mücadelesinde *B. thuringiensis* ile değişik preparatların karışım uygulamalarından olumlu sonuçlar alındığını bildirmişlerdir. Hellpap & Zebitz (1986) *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) ve *Aedes togoi* (Theobald) (Diptera: Culicidae) larvalarına karşı azadirachtin etkili maddeli Neem Azal ile *B. thuringiensis* etkili maddeli Dipel ve bunların karışımlarını test etmiştir. Çalışma ile biopestisitlerin karışım uygulamalarında ölüm oranlarının daha yüksek olduğu ve etkinin görülme süresinin kısaldığı bildirilmiştir. *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae) üzerinde yapılan çalışmalarda larva gruplarına azadirachtin ile *B. thuringiensis* etkili maddeli biopestisitlerin karışımları denenmiş ve ümit var sonuçlar elde edilmiştir (Basedow & Peters, 1997; Trisyono & Whalon, 1999). Kumpmann et al. (2002), *Adoxophyes orana* F.v.R. (Lepidoptera: Tortricidae)'nın mücadelesinde neem preparatlarının tek başına yeterli olmamasından dolayı, *B. thuringiensis* ile karışım halinde kullanılması stratejisi üzerinde durulduğunu bildirmişlerdir. Rajamohan (2002), *B. thuringiensis* var. *kurstaki*'nin, %1' lik neem tohumu ekstraktları ile karışımının *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae)'ya karşı sinerjistik etki gösterdiğini bildirmiştir. Schulz et al. (2004) *Operophtera brumata* L. (Lepidoptera: Geometridae) ile yaptıkları çalışmada *B. thuringiensis* ve neem preparatlarının tek başlarına kullanıldıklarında etkinin birlikte kullanıma göre düşük gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada *S. exigua* ve *Helicoverpa armigera* Hübn. (Lepidoptera: Noctuidae) üzerinde *B. thuringiensis* ve neem preparatlarının karışım halinde etkililiği laboratuvar, sera ve arazi koşullarında araştırılmıştır. Çalışma sonucunda *B. thuringiensis* var. *aizawai* ve Neem Azal'ın karışım olarak kullanılmasının hem laboratuvar hem de sera koşullarında tek başlarına uygulamalara göre daha etkili bulunmuştur (Aggarwal et al., 2006). Singh et al. (2007), *H. armigera* üzerinde neem ve *B. thuringiensis* etkili maddeli preparatın birlikte uygulanması durumunda sadece toksisitenin artmadığı, aynı zamanda etkinin ortaya çıkma süresinin kısaldığını bildirmişlerdir. *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantridae) larvaları ile mücadeleye yönelik olarak yapılan bir çalışmada *B. thuringiensis* var. *aizawai* ve neem karışımları arazi koşullarında, farklı konsantrasyonlarda karşılaştırılmıştır. Karışım uygulamalarında olumlu sonuçlar elde edilirken karışımlarda azadirachtinin yüksek konsantrasyonlarda antifident etkisi dolayısıyla ölümleri geciktirebileceği ortaya konulmuştur (Fora et al., 2007).

Bu çalışma, Türkiye'de de önemli bir kullanım alanına sahip olan söz konusu biopestisitlerin yukarıda sözü edilen dezavantajlarında iyileştirmeler sağlamak üzere planlanmıştır. "Entegre Zararlı Yönetimi" ve "Organik Tarım" uygulamalarında, zararlılara karşı mücadelede biopestisitlerin etkili biçimde kullanımlarının yaygınlaştırılması çalışmanın diğer bir hedefini oluşturmaktadır. Çalışma ile bu iki biopestisit grubunun birbirleriyle karışımlarından oluşan sinerjistik bir etki ve bunun boyutu ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyalini polifag bir tarımsal zararlı olan *S. littoralis* türünün 5. dönem larvaları, önemli tarımsal zararlılara karşı ruhsatlı olan *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (Delfin® WG, Certis), *B. thuringiensis* var. *aizawai* (XenTari® WG, Valent BioScience), yağ bazlı neem (Neem Azal® T/S, Trifolio-M) ve neem (Neemix® 4.5, Certis) esaslı biopestisitler oluşturmuştur.

Çalışmada kullanılacak *S. littoralis* kültürünün oluşturulması ve denemeler için 25±2 °C sıcaklık, 16:8 fotoperiyot, %60-70 orantılı nemin sağlandığı inkübatör kullanılmıştır. Denemelerde kullanılacak larvalar, yumurtadan çıktıkları andan itibaren kapağında 6 cm çapında tülle kapatılmış havalandırma deliği bulunan, tabanında kurutma kağıdı kaplı, 20x11 cm boyutlarında ve 4 cm yüksekliğinde kültür kutularında tutulmuştur. Larvaların beslenmesi için gerekli besinin yapımında ilk aşamada 3,8 g agar 250 ml saf su ile kaynatılmış ve 50 °C 'ye soğumaya bırakılmıştır. Sonrasında içerisine mısır unu, soya unu, buğday germi, kuru gıda mayası, kazein, wesson tuzu sorbik asit, nipagin, streptomycin konulmuştur. Son olarak 10 ml saf suda eritilmiş vitaminler hazırlanan besin eriyiğine ilave edilerek soğuyana kadar karıştırılmıştır (Çizelge 1). Böcek kültürünün oluşturulmasında ve denemelerin kontrol gruplarında bu yöntemle hazırlanmış besinler kullanılmıştır. Biopestisitlerin larvalara uygulanması besin yoluyla gerçekleştirilmiştir. Uygulama yapılacak gruplarda agar 150 ml saf su kullanılarak eritilmiş kalan 100 ml saf su ise biopestisitlerin hazırlanmasında kullanılmış ve soğumaya başlayan besine homojen biçimde karıştırılmıştır. Çizelge 1 de içeriği verilen besin larvalara günlük olarak verilmiştir.

Çizelge 1. *Spodoptera littoralis* (Boisduval) larvaların beslendiği yapay besinin bileşenleri ve miktarları

| Besin Bileşeni                                       | Miktar |
|--|--------|
| Agar   | 3,8 g  |
| Mısır unu  | 20 g   |
| Soya unu   | 10 g   |
| Buğday germi   | 12 g   |
| Kuru gıda mayası                                     | 10 g   |
| Kazein   | 2 g    |
| Wesson tuzu  | 1,4 g  |
| Sorbik asit (veya Benzoik asit)                      | 800 mg |
| Nipagin  | 400 mg |
| Aureomycin veya Streptomycin                         | 60 mg  |
| C vitamini   | 1,8 g  |
| Vitamin karışımı (B1, B2, B3, B5, B6, B9 and biotin) | 8 mg   |

Henüz 5. döneme geçen *S. littoralis* larvaları arasından tek tek tartılarak seçilen bireylerden oluşan deneme gruplarının homojen olmalarına özen gösterilmiştir. Denemelerde kullanılacak bu larvalar, tabanları kurutma kağıdı kaplı 14 cm çapında petrilere konulmuş ve günlük olarak besinleri yenilerek temizlikleri yapılmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenmiş çalışmada her uygulama 5'er larvadadan oluşan 4 tekerrürde denenmiştir.

*Bacillus thuringiensis* ile neem preparatları ve karışımlarının larva gelişimi üzerine etkilerini net olarak izlemek amacıyla uygulama dozları 50 ve 100 ppm olarak seçilmiştir. Ön denemelerle seçilen bu dozlar, biopestisitlerin tavsiye dozlarının altında ve tek başına uygulandıklarında ölümlerin ortaya çıkmadığı dozlardır. Bu amaçla biopestisitler tek başına 50, 100 ppm dozlarında, karışımlarda ise 1/2 oranında (25+25, 50+50 ppm) 4 farklı şekilde uygulanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Denemelerde kullanılan uygulama grupları ve dozları

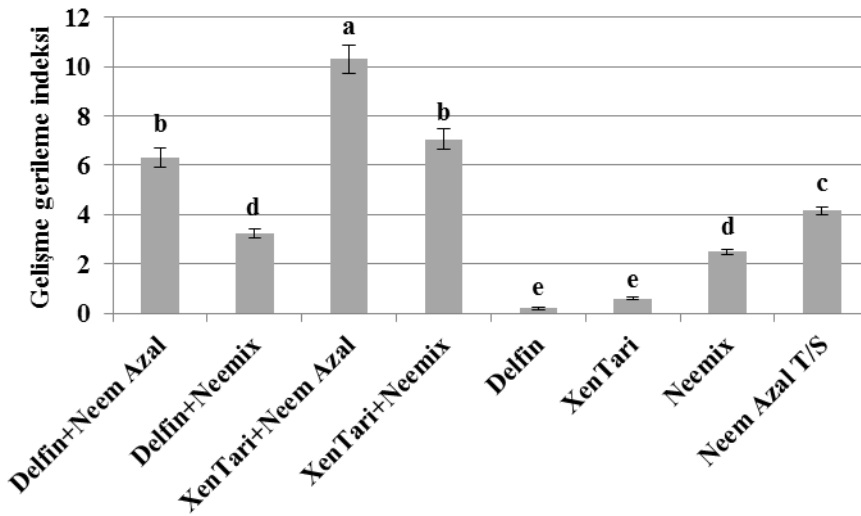
| Uygulamalar  | Uygulama Dozları |       |
|--|------------------|-------|
| <i>B. thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> (Delfin®)+<br>Yağ bazlı neem (Neem Azal®) | 25+25            | 50+50 |
| <i>B. thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> (Delfin®)+<br>Neem (Neemix®)              | 25+25            | 50+50 |
| <i>B. thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i> (XenTari®)+<br>Yağ bazlı neem (Neem Azal®) | 25+25            | 50+50 |
| <i>B. thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i> (XenTari®)+<br>Neem (Neemix®)              | 25+25            | 50+50 |
| <i>B. thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> (Delfin®)                                 | 50               | 100   |
| <i>B. thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i> (XenTari®)                                 | 50               | 100   |
| Neem (Neemix®)   | 50               | 100   |
| Yağ bazlı neem (Neem Azal®)  | 50               | 100   |
| Kontrol  | 50               | 100   |

Değerlendirmeler, uygulamaları takip eden günden itibaren 8 gün boyunca günlük olarak larvaların tek tek tartımları şeklinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler Abdelgaleil & El-Eswad (2005) tarafından oluşturulan “GHI=[(C-T)/T]” formülü ile değerlendirilmiştir. Formülde “GHI” gelişme gerilme indeksini, “C” kontrol grubundaki larvalarda oluşan ağırlık artışını, “T” ise uygulama grubundaki larvalarda oluşan ağırlık artışını temsil etmektedir. Elde edilen veriler SPSS® (Versiyon 16.0, Nisan 2008, SPSS Inc., Chicago, Illinois, ABD) paket programı ile istatistik analizi yapılmıştır.

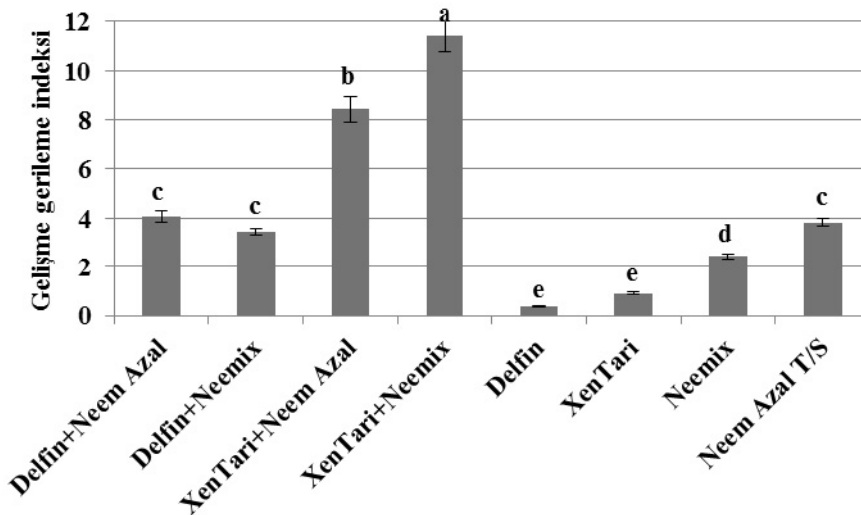
## Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Uygulamalar ilk olarak 50 ppm tek başına ve 25+25 ppm karışım dozlarında gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama grubunda etki neem preparatlarının XenTari biopestisiti ile karışımları lehinde gerçekleşmiştir. Uygulamalarda XenTari ile Neemix biopestisitlerinin karışımının etkisi XenTari ile Neem Azal karışımının etkisine göre daha düşük gerçekleşmiştir. Ortalama larva ağırlığı, en etkili karışım grubunda 48 mg olarak gerçekleşirken ikinci derecede etkili karışımda 63 mg olarak gerçekleşmiştir. Kontrol grubunda ise ortalama larva ağırlığı 410 mg olmuştur (Şekil 1). Öldürücü etki ise yine XenTari ile Neem Azal biopestisitlerinin karışımlarından elde edilmiştir. Bu grupta 3. günde başlayan ölümleri 7. günde larvaların yarısının ölmesiyle devam etmiştir.

İkinci olarak 100 ppm tek başına ve 50+50 ppm yarım doz karışım uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama grubunda XenTari ile Neemix karışımının etkisi yüksek gerçekleşirken, XenTari ile Neem Azal karışımının etkisi ise bunu izlemiştir. Bu gruplarda ortalama larva ağırlıkları sırasıyla 42 ve 51 mg olarak gerçekleşirken kontrol grubunda 377 mg olmuştur. (Şekil 2). Larva ölümleri bu uygulama grubunda da larva gelişmesindeki sonuçlarla paralel gerçekleşmiştir. XenTari ile Neemix karışım uygulamasında 7. günde uygulama yapılan larvaların yarıya yakını ölmüşken, 9. günde tamamına ölmüştür.



Şekil 1. Biopestisitlerin tek olarak 50 ppm ve karışımlar halinde 25+25 ppm dozunda *Spodoptera littoralis*'in (Boisduval) 5. dönem larvaların gelişme gerileme indeksleri ( $\pm$  standart hata) ile duncan testine göre istatistiksel farklılıkları ( $P \leq 0,05$ ).



Şekil 2. Biopestisitlerin tek olarak 100 ppm ve karışımlar halinde 50+50 ppm dozunda *Spodoptera littoralis*'in (Boisduval) 5. dönem larvaların gelişme gerileme indeksleri ( $\pm$  standart hata) ile duncan testine göre istatistiksel farklılıkları ( $P \leq 0,05$ ).

Çalışmada, biopestisitlerin karışım uygulamalarında larva gelişimlerinin ilk günden itibaren kontrol grubuna göre yavaşladığı günlük tartımlarla ortaya konulmuştur. Karışım uygulamalarında öldürücü etkilerin 7-9. günlerde ortaya çıkmasına rağmen larvaların gelişimlerinin yavaşlaması mücadelenin ilk günden itibaren hedefe ulaştığını göstermektedir.

Çalışma ile elde edilen bulgular daha önce benzer konularda çalışan araştırmacıların sonuçları ile büyük ölçüde paralellik göstermiştir. Bu çalışmada *B. thuringiensis* esaslı biopestisitlerin Azadirachtin esaslı biopestisitler ile karışımlarından etki bakımından olumlu sonuçlar alınmıştır. Uygulamalarda genel olarak XenTari ile Neemix ve XenTari ile Neem Azal karışımı uygulamalarından en yüksek ve hızlı etki alınmıştır. Bunu sırasıyla Delfin ile Neemix ve Delfin ile Neem Azal karışımlarının etkililikleri izlemiştir. Denemelerde elde edilen en düşük etki ise önemli tarımsal zararlılara karşı yaygın ve yoğun olarak kullanılan *B. thuringiensis* var. kurstaki esaslı Delfin biopestisitinin tek başına uygulandıkları gruplarda izlenmiştir. Tam ve yarım doz karışım gruplarının her ikisinde de *B. thuringiensis* var. aizawai esaslı XenTari biopestisitinin *B. thuringiensis* var. kurstaki esaslı Delfin biopestisitine göre daha etkili

bulunmasının, Cry toksin içerikleriyle ilgili olduğu düşünülmektedir. *Spodoptera* cinsine bağlı türlerinin özellikle Cry 1C toksinine olan yüksek hassasiyeti bilinmektedir. Dolayısıyla bu toksini içeren *B. thuringiensis* var. *aizawai* esaslı XenTari preparatı *S. littoralis* larvalarına daha yüksek etki göstermiştir.

Hellpap & Zebitz (1986) 'in *S. frugiperda* ve *A. togoi* türleri ile yaptıkları çalışmanın sonuçları ile *S. littoralis* türü ile yapılan bu çalışma sonuçları paralellik göstermiştir. Kullanılan böcek türleri farklı olmasına rağmen her iki çalışmada da *B. thuringiensis* ve Azadirahtin esaslı biopestisitlerin karıştırılarak uygulandıklarında etkinin öne çekildiği buna bağlı olarak da ölüm süresinin kısaldığı ortaya konulmuştur. Benzer şekilde Singh et al. (2007) *H. armigera*'ya karşı neem ve *B. thuringiensis* etkili maddeli preparatın birlikte uygulanması durumunda sadece toksisitenin artmadığını, aynı zamanda etkinin ortaya çıkma süresinin de kısaldığını, azadirahtin'in *B. thuringiensis*'in etkisini kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da özellikle XenTari ile neem esaslı biopestisitlerin karışımlarının uygulandığı gruplarda etkinin ortaya çıkma süresi kısalmış ve buna bağlı olarak ölümler öne çekilmiştir. Turcani (2001)'nin *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* ve neem biopestisitlerinin *L. dispar*'a etkisini değerlendirdiği arazi çalışmasında, biopestisitlerin karışım halinde kullanımlarının tek başına kullanımlarına göre daha etkili olduğu saptanmıştır. Schulz et al. (2004), *Operophtera brumata* L. (Lepidoptera: Geometridae) ile yaptığı çalışmada *B. thuringiensis* ve neem preparatlarının farklı dozlardaki karışımlarının etkililik konusunda dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda da farklı dozlarda karışımların denenmesiyle ilaç maliyeti konusunda avantajlı ve pratiğe yönelik etkili uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Senthil Nathan et al. (2006) *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae)'in mücadelesinde *B. thuringiensis* var. *kurstaki* ile azadirahtin esaslı ve ayrıca *Vitex negundo* L. (Lamiales:Verbenaceae) yaprak ekstraktlarını tek tek ve karışımlar halinde denemişlerdir. Çalışma sonucunda, farklı etki mekanizmalarına sahip bakteriyel etmen, *A. indica* tohum ekstraktı ve *V. negundo* yaprak ekstraktlarının üçlü karışımlarının en etkili sonucu verdiği ortaya konulmuştur. Söz konusu preparatların tek başına uygulandığı gruplarda ise bu çalışmada da olduğu gibi etki düşük gerçekleşmiştir. Fora et al. (2007) *L. dispar* larvalarına karşı *B. thuringiensis* var. *aizawai* ve neem karışımlarının arazi koşullarında da etkili olduklarını ortaya koymuşlardır. Aynı etmenler bu çalışmada da *S. littoralis* türüne karşı etkili bulunmuştur.

Sonuç olarak bu çalışma ile *B. thuringiensis* ve neem esaslı biopestisitlerin karışım uygulamalarında sinerjistik veya tamamlayıcı bir etki ortaya konulmuştur. Zararlı türe bağlı olarak karışımlarda kullanılacak *B. thuringiensis* irkının seçiminin yüksek bir etki elde etmek için önemli olduğu yine bu çalışma ile saptanmıştır. Dozların yarıya indirildiği karışım gruplarında etkinin korunması, biopestisitlerin kullanımlarında çevre sağlığı ve maliyet açısından önemli avantajlar sağlamıştır. Çalışma ile kalıntı sorunu yaşadığımız ihraç ürünlerinde zararlılarla mücadele konusunda biopestisitlerin daha etkin kullanımları açısından olumlu gelişmeler sağlanmıştır.

## Teşekkür

Çalışmalarımızı 108 O 300 nolu proje olarak destekleyen TÜBİTAK'a ve istatistiksel analizlerdeki yardımlarından dolayı Arş. Gör. Ali Kemal BİRGÜCÜ (Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü)'ye teşekkürlerimizi sunarız.

## Yararlanılan Kaynaklar

- Abdelgaleil, S. A. M. & A. F. El-Aswad, 2005. Antifeedant and Growth Inhibitory Effects of Tetrarortriterpenoids Isolated from Three Meliaceous Species on the Cotton Leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.). Journal of Applied Sciences Research, 1(2): 234-241.
- Aggarwal, N., M. Holaschke & T. Basedow, 2006. Evaluation of bio-rational insecticides to control *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) fed on *Vicia faba* L. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie, 15: 365-368.

- Babu G. R., P. V. Krishnayya, P. A. Rao & V. S. Rao, 2008. Field efficacy of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* in combination with plant oils on pest complex of cauliflower. *Annals of Plant Protection Sciences*, 16 (1): 53-57.
- Basedow, T. & A. Peters, 1997. "Control of Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) by an Azadirachtin-Formulation (Neem-Azal T/S)', by *Bacillus thuringiensis tenebrionis* ('Novodor'), and by Combinations of both: Short-term and Long-term Effects, 59-66". In: Practice Orientated Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones (Eds: H. Kleeberg & C.P.W. Zebitz). Proc. 5th Workshop, Wetzlar.
- Demirbağ, Z., R. Nalçacıoğlu, H. Katı, İ. Demir, K. Sezen & Ö. Ertürk, 2008. Entomopatojenler ve Biyolojik Mücadele. Esen Ofset Matbaacılık, Trabzon, 325 s.
- Fora, C. G., K. F. Lauer & C. A. Fora, 2007. NeemAzal-T/S in combination with *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* in gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) control. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca*, 63: 318-322.
- Hellpap, C. & C. P. W. Zebitz, 1986. Combined application of neem-seed-kernel-extract with *Bacillus thuringiensis*-products for the control of *Spodoptera frugiperda* and *Aedes togoi*. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 101(5): 515-524.
- Koul, O. & S. Wahab, 2004. *Neem: Today and In The New Millenium*. Kluwer Academic Publishers New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, p.291.
- Kumpmann, S., J. Kienzle, C. Schulz, C. P. W. Zebitz, A. Trapp & M. Kelderer, 2002. "Control of *Adoxophyes orana* F.v.R. with entomopathogens and NeemAzal-T/S: first approach for optimal combination strategies, 35-42". 10 th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit Growing and Viticulture Proceedings of a Conference, Weinsberg.
- O'Brien, K. P., S. Franjevic & J. Jones, 2009. *Green Chemistry and Sustainable Agriculture The Role of Biopesticides*. Barbara Smith Fund, Keneda Sustainability Fund and the Johnson Family Foundation, pp.55.
- Rajamohan, H., 2002. Joint Action of Neem Seed Extracts (*Azadirachta indica* A. Juss.) and *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* Against *Plutella xylostella* (L.). Ph.D. Thesis, Post-Graduate School, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, 62pp.
- Rosell, G., C. Quero, J. Coll & A. Guerrero, 2008. Biorational insecticides in pest management. *The Journal of Pesticide Science*, 33(2): 103-121
- Salama, H. S., M. S. Foda, F. N Zaki & S. Moawad, 1984. Potency of combinations of *Bacillus thuringiensis* and chemical insecticides on *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, 77(4): 885-890.
- Schulz, C., J. Kienzle, P. Haug, S. Kumpmann & C. P. W. Zebitz, 2004. "Combinations of *Bacillus thuringiensis*-products and NeemAzal-T/S for the control of the winter moth *Operophtera brumata*, 119-125". Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones, Proc. of the 9th workshop, Hohensolms, Germany.
- Schumetterer, H., 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*, 35: 271-297.
- Senthil Nathan, S. S., K. Kalaivani & K. Murugan, 2006. Behavioural responses and changes in biology of rice leaffolder following treatment with a combination of bacterial toxins and botanical insecticides. *Chemosphere*, 64(10): 1650-1658.
- Singh, G., P. J. Rup & O. Koul, 2007. Acute, sublethal and combination effects of Azadirachtin and *Bacillus thuringiensis* toxins on *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *Bulletin of Entomological Research*, 97: 351-357.
- Trisyono, A. & M. E. Whalon, 1999. Toxicity of neem applied alone and in combinations with *Bacillus thuringiensis* to Colorado potato beetle (Coleoptera : Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology*, 92(6): 1281-1288.
- Turcani, M., 2001. "The preliminary results of trials conducted with neem and combinations of neem and *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* in gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) control in Slovakia, 120-123". Practice Oriented Results on the Use of Plant Extracts and Pheromones in Pest Control: Proceedings of the International Workshop, Tartu, Estonia.
- Whalon, M. E. & B. A. Wingerd, 2003. Bt: mode of action and use. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 54: 200-211.

