

Orijinal araştırma (Original article)**Bazı biyopreparatların *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) larvalarına etkinliğinin belirlenmesi¹**

Determination of efficacy of some biopreparats on *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) larvae

Elif Şule ÇATALBUDAK^{2*} Aylin AYDIN² Enver DURMUŞOĞLU²

Abstract

In this study, two licensed bioproducts containing *Bacillus thuringiensis* for the control of tomato leaf miner and three local bioproducts isolated in Turkey were investigated for their efficacy against *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) larvae. In the studies, larvae collected from Menemen district of Izmir province in 2018 were brought to the climate rooms of Ege University Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 25±1°C temperature, 65±5% relative humidity and 16:8 photoperiod and all experiments were performed under these conditions. The second stage larvae of the insect were used in the experiments, containing entomopathogenic bacteria were studied five different doses. The laboratory studies were carried out on the basis of IRAC test method 022 and according to the results, the effect was very low even at the highest dose (25%) of the local isolates and therefore the LC value could not be determined. LC₅₀ values of licensed biopreparations were 60 and 433 for Delfin (32.000 IU/mg) and Rebound (16.000 IU/mg), respectively. In order to determine the practical effect of commercial preparations on tomato leaf miner, as a result of the study conducted according to randomized parcel experimental, that Delfin was effective at 70% and Rebound was effective at 59% in the licensed dose.

Keywords: *Tuta absoluta*, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, *Bacillus thuringiensis* var. *kenyae*, insecticide

Öz

Bu çalışmada, domates güvesi ile mücadelede ruhsatlı, *Bacillus thuringiensis* içeren iki biyopreparat ve Türkiye'den izole edilen üç yerel biyopreparatın, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) larvalarına etkileri ve yerel biyopreparatların Domates güvesi mücadelesinde kullanım olanakları araştırılmıştır. Çalışmalarda 2018 yılında İzmir ili Menemen ilçesinden toplanan larvalar Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü iklim odalarına getirilerek 25±1°C sıcaklık, % 65±5 oranlı nem ve 16:8 fotoperiyodaki koşullarında üretilmiş ve tüm denemeler bu koşullarda gerçekleştirilmiştir. Denemelerde zararlının ikinci dönem larvaları kullanılmış, entomopatojen bakteri içeren biyopreparatların en az beş farklı dozu ile çalışılmıştır. Laboratuvar çalışmaları 022 nolu IRAC test metodu esas alınarak yürütülmüş, elde edilen sonuçlara göre, yerel izolatların en yüksek dozunda (% 25) bile etki oldukça düşük çıkmış ve bu nedenle LC değeri belirlenememiştir. Ruhsatlı biyopreparatların LC₅₀ değerleri ise Delfin (32.000 IU/mg) ve Rebound (16.000 IU/mg) için sırasıyla 60 ve 433 ppm olarak saptanmıştır. Ticari preparatların Domates güvesine pratikteki etkisini belirlemek amacıyla tesadüf parselleri deneme desenine göre yapılan çalışma sonucunda ruhsatlı oldukları dozda Delfin'in % 70, Rebound'un ise % 59 oranında etkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: *Tuta absoluta*, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, *Bacillus thuringiensis* var. *kenyae*, insektisit.

¹ Bu çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

² Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 35100, Bornova, İzmir

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: elifsulecatalbudak@gmail.com

Alınış (Received): 16.05.2019 Kabul edilmiş (Accepted): 17.10.2019 Çevrimiçi Yayın Tarihi (Published Online): 09.12.2019

Giriş

Solanaceae familyasında yer alan ve tek yıllık bir sebze olan domates (*Solanum lycopersicum* L.) farklı kullanım alanlarının (salça, konserve, domates kurusu, domates suyu, keçap, sos, vb.) varlığı, yüksek besin değerleri içermesi gibi nedenlerle ülkemizde ve dünyada kendine önemli bir yer edinmiştir (Canpolat, 2016; Gölükçü et al., 2016). Ayrıca meyvesinin, yüksek oranlarda A, E ve C vitaminleri, potasyum gibi mineraller, fenolik bileşikler ve bitkisel lif içeriğine sahip olması, sağlık açısından meyvenin değerini arttırarak, pek çok hastalığa karşı koruyucu özelliklere sahip olmasına neden olmakta ve böylece tüketimi artmaktadır (Abak, 2016).

Domatesin, dünyada en fazla üretilen sebzelerin başında geldiği bilinmektedir. Yüksek adaptasyon yeteneği, açık alan ve örtü altında üretilebilmesi, farklı işleme endüstrisine uygulduğu gibi nedenlerden dolayı dünyanın neredeyse her yerinde üretildiği ve tüketildiği bilinmektedir. En yoğun üretiminin ve tüketiminin yapıldığı bölge ise ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası'dır (Abak, 2016; Kabaş & İbri, 2016).

2016 yılı verilerine göre, ülkemiz domates üretiminde dünyada dördüncü sıradadır ve Türkiye'deki toplam sebze üretim alanı yaklaşık 8 milyon dekar olup, bunun yaklaşık 1,25 milyon dekarında sofralık, 558 bin dekarında ise salçalık domates üretimi yapılmaktadır. Bu alanlardaki domates üretim miktarı ise, yaklaşık 8,6 milyon ton sofralık, 4 milyon ton salçalık olmak üzere toplam 12,6 milyon ton olarak kaydedilmiştir (FAO, 2018; TÜİK, 2018).

Yukarıda da belirtildiği gibi günümüzde ülkemiz domates üretim miktarı baz alındığında dünyanın önemli ülkeleri arasında yer almasına rağmen, domates üretiminde bitki besleme, sulama, hastalık, zararlı ve yabancı ot kontrolü gibi konularda halen ciddi sorunlarla karşılaşmaktadır (Duman, 2016).

Meyvesi yenen sebzeler içerisinde en çok tüketilen sebze olan domateste kalite ve kantite kayıplarına neden olan zararlılar arasında yer alan *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) günümüzde domatesin ana zararlısı konumundadır (Anonim, 2016).

Domates güvesinin, ülkemizde ilk olarak 2009 yılında İzmir'de domates üretim alanlarında görüldüğü bildirilmiş daha sonra Türkiye'nin diğer bölgelerinde de yayılış göstermiştir (Kılıç, 2010).

Tuta absoluta, Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Organizasyonu (EPPO)'nun A2 karantina listesindedir (EPPO, 2018). Zararlı ile mücadelede kültürel önlemler, biyolojik mücadele, biyoteknik mücadele, kimyasal mücadele gibi farklı yöntemler kullanılmakta olup, bu yöntemler arasında en yaygın olanı ise kolay uygulanması ve kısa sürede yüksek etki göstermesi nedeniyle kimyasal mücadeledir. Ancak son yıllarda kimyasalların yaygın ve bilinçsiz kullanılması sonucunda insan ve çevreye olumsuz etkilerindeki artış, zararlıların kimyasallara direnç geliştirmesi, kalıntı gibi pek çok soruna neden oldukları bilinmektedir. Bu nedenle, başta gelişmiş ülkeler olmak üzere pestisit kullanımı kontrollü ve bilinçli bir şekilde yapılmakta olup, riskli pestisitlerin kullanımı kısıtlanmakta, çevre ve insan sağlığı bakımından uygun alternatiflerinin kullanımı yaygınlık kazanmaktadır (Layık & Kısmalı, 1994; Durmuşoğlu & Çelik, 2001; Durmuşoğlu et al., 2010; Tiryaki et al., 2010; Anonim, 2016; Ertürk, 2016).

Bilinçsiz pestisit kullanımı sonucu ortaya çıkan sorunlar sonucunda zararlılarla mücadelede alternatif yöntem ve ürünler aranmaya başlanmıştır. Bu alternatifler ürünler içerisinde yer alan biyopestisitlerin, insan sağlığı ve çevreye zararsız olmaları, sürdürülebilir tarımı mümkün kılmaları, entegre mücadele yöntemleriyle uyum göstermeleri, türe özgü olmaları ve hedef dışı organizmalar düşünülürken güvenle kullanılabilmesi gibi avantajları yönünden zamanla daha yaygın kullanılacağı düşünülmektedir (Kovach et al., 1992; Lacey et al., 2001; Charnley & Collins, 2007; Sayıncı & Bastaban, 2008; Amer et al., 2012). En yaygın kullanılan bakteri kökenli biyoinsektisit olan *Bacillus thuringiensis* (Bt) Bacillaceae familyasında yer alan gram pozitif bir bakteridir. Toprakta doğal olarak bulunan Bt, endospor

oluşturmakta, Cry proteinleri olarak adlandırılan oldukça spesifik insektisidal proteinler üretmektedir (Demirbağ et al., 2008; Sanchis, 2011; Fernandez, 2015). *Bt*, ilk olarak Japon bakteriyolog Shigetane Ishiwata tarafından 1901 yılında enfekte olmuş *Bombyx mori* (L.) (Lepidoptera: Bombycidae)'den izole edilmiş olup, 1905'te Sottokin-Bacillus adını almış, ancak bu ad kalıcı olmamıştır (Sanchis, 2011). Berliner (1911, 1915)'e göre, 1911'de Thuringe eyaletinde Alman biyolog Ernst Berliner tarafından bir değirmenden elde edilen enfekteli *Ephestia kuehniella* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)'dan izole edilmiş ve aynı kişi tarafından 1915'de tanımlanmış ve *Bt* olarak adlandırılmıştır (Sanchis, 2011).

Bakterinin zararlı tarafından ağız yolu ile alınmasıyla, alkali (pH 8-11) olan böcek bağırsağında bakterinin toksin proteini olan delta endotoksin çözünerek protoksine parçalanır. Protoksinler de bağırsak enzimleri tarafından parçalanarak, protein parçalama yeteneğinde sahip olan daha küçük, zehirli toksinlere dönüşüp aktifleşmektedir. Aktif hale gelen toksinler bağırsak epitel hücrelerinin reseptörlerine tutunur ve böceğin bağırsak duvarını tahrip eder bağırsakta oluşan bu zarar nedeniyle zararlının mide sıvısı vücut boşluğuna sızmaktadır. Böylece zararlının vücut boşluğuna giren bakteri, konukçuda kan zehirlenmesi ve ölüme neden olmaktadır. Toksin aktivitesi sonucu zehirlenen böcek hemen ölebildiği gibi 2-3 gün içerisinde de ölümü gerçekleştirebilmektedir. Toksinler, larva üzerinde yavaş hareket etme, beslenmede durma, sıvı şeklinde dışkılama, kusma, vücudun kahverengiden siyaha dönük bir renk alması şeklinde belirtilere neden olmaktadır (Höfte & Whiteley, 1989; Demirbağ et al., 2008; Dara, 2017). Enfekte olmuş böcek larvaları öldüğünde yapılan araştırmalarda, bakterinin böceğin vücudu içinde çoğalarak, vücudunu kristal ve sporlarıyla doldurduğu görülmüştür (Demirbağ et al., 2008). Van Frankenhuyzen (2000)'e göre, 1962'de Edouard Kurtsak Fransa Bures-sur-Yvette tarafından *Bt*'nin başka bir ırkı izole edilmiş ve kurstaki (*Btk*) olarak isimlendirilmiştir ve 1970'lerin başında Dipel adıyla ticari olarak piyasaya sürülüşünün ardından, farklı formülasyonlarda da kullanılmış ve zamanla kullanımının arttığı görülmüştür (Sanchis, 2011). Literatürlerde *Btk*'nin *Tuta absoluta* üzerinde de etkili olduğuna dair veriler bulunmaktadır (Youssef & Hassan, 2013; Alsaedi et al., 2017). *Bacillus thuringiensis* var. *kenyae*, ilk kez *Aphomia gularis* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)'den izole edilmiştir (Ren et al., 1995). Lepidoptera takımına spesifik olan *Bt. kenyae* kristal proteinlere göre yapılan sınıflandırmada Cry1'de yer almaktadır (Masson et al., 1992). *Bt kenyae*'nin HD549 ırkı, *Spodoptera litura* (Boisduval), *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) ve *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) türlerinin larvalarına etkili olduğu bildirilmiştir (Misra et al., 2002).

Ülkemizde *Btk* içeren ruhsatlı preparatların tamamının ithal ürünler olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda yerel izolatlardan elde edilecek milli ve yerli biyopreparatların geliştirilmesi oldukça anlamlı ve gerekli görülmektedir. Yukarıda ifade edilen bilgiler ışığında bu çalışma kapsamında, *Btk* ve *Bt. kenyae* içeren yerel biyopreparatlar ile farklı *Btk* ırkları içeren Delfin ve Rebound isimli ticari preparatların Domates güvesinin ikinci dönem larvaları üzerinde LC değerleri ile önerildikleri dozlarda da pratikteki etkilerinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Domates Bitkisinin Yetiştirilmesi

Çalışmada kullanılmak üzere önce domates tohumlarının, 3:1 oranında toprak ve torf karışımında, çok bölmeli plastik viollerde ekimi yapılarak ve 6-7 gün içerisinde çimlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Düzenli olarak bakımı ve sulaması yapılan domates fideleri yaklaşık 15 gün sonra plastik saksılara aktarılmıştır. Domates bitkisinin üretimi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü iklim odalarında, 25±1°C sıcaklık, % 65±5 orantılı nem ve 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık aydınlatma koşullarında yapılmıştır. Bu bitkiler hem Domates güvesi üretiminde hem de biyolojik etkinlik denemelerinde kullanılmıştır.

Domates Güvesinin Üretimi

Domates güvesi popülasyonu, İzmir Menemen Kesikköy'deki domates tarlasından toplanarak laboratuvara getirilmiştir. Larvaların iklim odasında temiz bitkilere daha hızlı geçişini sağlamak amacıyla, yapraklar galerilerin olduğu kısımlardan kesilip daha önceden hazırlanmış kafesler içerisindeki temiz domates bitkilerinin üzerlerine bırakılmışlardır. Düzenli olarak kafesler içerisine temiz bitkiler eklenerek zararlının üretimine denemeler bitinceye kadar devam edilmiştir. Domates güvesinin üretimi domates bitkisinin yetiştirildiği iklim odası koşullarından gerçekleştirilmiştir.

Kullanılan Biyopreparatlar

Denemelerde *Bt*'nin 3 yerel izolatını içeren biyopreparatlar Prof. Dr. Recep Kotan'dan (Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü), ticari preparatlar da firmalarından temin edilmiştir. Denemede kullanılan biyopreparatlara ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan ticari ve yerel biyopreparatların içeriği ve tavsiye dozları

Ticari adı	Bakterinin			Tavsiye dozu
	İçerdiği bakteri	İrki	Bakteri yoğunluğu	
Delfin	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	Starin SA-11	32.000 IU/mg	100 g/l
Rebound	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	-	16.000 IU/mg	200 g/l
Yerel 1	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	FDP-41	1x10 ⁸ cfu/ml	-
Yerel 2	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kenyae</i>	FDP-8	1x10 ⁸ cfu/ml	-
Yerel 3	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kenyae</i>	FDP-42	1x10 ⁸ cfu/ml	-

* IU: International Units, CFU: Colony Forming Units

Preparatların LC Değerlerinin Belirlenmesi

LC değerlerinin belirlenmesi için yapılan denemelerde 022 nolu IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) test metodu temel alınmıştır. Preparatların önerildikleri doz, en üst doz olacak şekilde beş farklı konsantrasyon hazırlanmıştır. Fatih Dadaşoğlu'nun tez çalışmasından elde edilen, yerel biyopreparatlardan *Bt. kenyae* içeren izolatlar FDP-8 *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae) larvalarından, FDP-42 ise *Apion* spp. (Coleoptera: Curculionidae) erginlerinden izole edilmiştir. *Bt. kurstaki* FDP-41 izolatı ise yine *Apion* spp. erginlerinden izole edilmiştir (Tozlu et al., 2011). Yerel biyopreparatlar henüz ticari bir formülasyonda olmadıklarından 1x10⁸ cfu/ml içeren biyopreparatlardan % 1-25 arası dozları kullanılmıştır. Denemeler en az 5 doz ve 1 kontrol olacak şekilde 6 karakterli planlanmış, her bir karakter için beşer bireyli 4 tekerrürlü kurulmuş ve bu denemeler iki kez tekrarlanmıştır. Böylece her karakter için en az 40 birey kullanılmıştır.

Hazırlanan solüsyonlara temiz ve taze domates yaprakları daldırılıp 5 saniye sallanarak yaprakların tamamen ıslanması sağlanmıştır. Kontrolde sadece su kullanılmıştır. Solüsyonlara daldırılan yapraklar tel ızgara üzerinde yaklaşık 45 dakika bekletilerek kurutulmuştur. Bu yapraklar, 10 cm yüksekliğinde, ağız çapı 7 cm, taban çapı 5,5 cm olan iki kademeli sert plastikten yapılmış olan bardakların iç içe geçmesiyle oluşturulan düzeneklere aktarılmıştır (Balcı, 2016). Bardakların üstte olanının tabanında yalnızca yaprak sapının geçebileceği bir delik bırakılmış ve bu sayede larvaların üstteki bardaktan alttakine geçişine engel olunmuştur. Altteki bardağa ise su koyularak bitkinin su ihtiyacı giderilmiştir. Bardaklara alınan yapraklar üzerine, kitle üretim odasındaki galerili yapraklardan sağlanan 5 adet ikinci dönem larva ince samur

fırçayla ayrı ayrı dikkatli şekilde bırakılmıştır. Larvaların dışarıya kaçışını engel olmak amacıyla da üstteki bardağın ağzı ince bir tül ile kapatılmıştır.

Sayımlar uygulamadan 7 gün sonra canlı ve ölü larvalar üzerinde yapılmıştır. LC değerlerinin hesaplanması amacıyla doza bağlı ölü birey sayıları kullanılarak PoloPlus (LeOra Software Company®, 2002) programında Probit analizi yapılmış ve LC₅₀ ile LC₉₀ değerleri elde edilmiştir.

Preparatların Pratikteki Etkilerinin Belirlenmesi

Preparatların zararlıya pratikteki etkisinin belirlenmesi amacıyla, 4 saksı domates bitkisi bir parsel olacak şekilde, tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak denemeler iklim odalarında gerçekleştirilmiştir. Temiz bitkiler zararlı ile bulaşık olan üretim odasında 1 gün bekletilip yumurta bırakmaları sağlanmış, sonra bu bitkiler başka bir üretim odasına taşınmıştır. Bir hafta sonra (4 gün içinde yumurtalar açılmakta, çıkan larvalar 2-3 gün içinde 2. döneme geçmektedirler) bu bitkiler üzerine preparatlar, arazi dozlarında el pülverizatörü yardımı ile püskürtülerek uygulaması yapılmıştır. İlk uygulamadan 4 gün sonra preparatlar ikinci kez uygulanmış ve ikinci uygulamadan bir hafta sonra her bitkinin alt, üst ve orta kısımlarından altışar yaprak alınarak her parselden 100 galerideki ölü-canlı larva sayımları yapılmıştır. Sayımlar sırasında entomopatojen bakteri kaynaklı ölü bireylerde spesifik belirtiler olan, vücudun kahverengi-siyah renk alması, yumuşayarak bir sıvı halini alması ve kötü kokması belirtilerinin tamamı görülmüştür (Öncüer & Durmuşoğlu, 2008).

Preparatların pratikteki etkisi Abbott formülüyle değerlendirilerek, % ölüm oranları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\%etki = \frac{\text{ilaçsızlardaki \%canlı} - \text{ilaçlıdaki \%canlı}}{\text{ilaçsızdaki \%canlı}} \times 100$$

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Yerel biyopreparatları *T. absoluta* larvalarındaki LC değerlerini tespit etmek amacıyla yapılan denemelerde biyopreparatın en üst dozu olan % 25 konsantrasyonda bile 40 bireyin FDP-41'de dördü, FDP-8/42'de ise sadece biri ölmüş (Çizelge 2), alt dozlarda ise ölüm çok daha az ya da hiç olmamıştır. Yerel preparatların etkisinin düşük çıktığından, bu preparatlar ilgili kişiden ikinci defa temin edilmiş ve hiç bekletilmeden yeniden denemelere tekrar edilmiş ancak sonuçlarda bir değişiklik olmamıştır. Pratikte daha yüksek dozlarda kullanılma olasılığı olmayacağı için yerel biyopreparatlarla denemelere devam edilememiş ve LC değerleri belirlenememiştir.

Çizelge 2. Bakteri esaslı yerel biyopreparatının farklı dozlarda *Tuta absoluta*'ya etkileri (n=40)

Dozlar (%)	Ölü birey sayısı		% Etki		Ölü birey sayısı		% Etki	
	FDP-8	FDP-41	FDP-8	FDP-41	FDP-42	FDP-42	FDP-42	FDP-42
25,0	1	4	2,5	10	1	1	2,5	2,5
12,0	1	2	2,5	5	0	0	0	0
6,0	0	1	0	2,5	0	0	0	0
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Kontrol	0	0	-	-	0	0	-	-

Delfin ticari preparatının arazi dozu (100g/100l=1 g/l=1000ppm) en üst doz olacak şekilde 5 farklı dozda elde edilen ölüm değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Delfin ticari preparatının farklı dozlarda *Tuta absoluta*'ya etkisi (n=40)

Dozlar (g/l)	Ölü birey sayısı	% Etki
1,00	36	90,0
0,50	31	77,5
0,20	24	60,0
0,05	20	50,0
0,02	14	35,0
Kontrol	0	-

Çizelge 4'te görüleceği gibi yapılan probit analizinde %95 güven aralığında Delfin preparatı için belirlenen LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri sırasıyla 60 ve 1780 ppm olarak bulunmuştur.

Çizelge 4. Delfin ticari preparatının LC değerleri

LC ₅₀ (ppm) 0.95 güven aralığı	LC ₉₀ (ppm) 0.95 güven aralığı	Chi square	Heterojenite
60 29-99	1780 795-8383	1,848	0,616

Rebound ticari preparatının arazi dozu (2 g/l) en üst doz olacak şekilde 5 farklı dozda elde edilen ölüm değerleri Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Rebound ticari preparatının farklı dozlarda *Tuta absoluta*'ya etkisi (n=40)

Dozlar (g/l)	Ölü birey sayısı	% Etki
2,0	28	70
1,0	26	65
0,8	22	55
0,4	18	45
0,2	17	42,5
Kontrol	0	-

Çizelge 6'da görüleceği gibi yapılan probit analizinde Rebound preparatı için belirlenen %95 güven aralığında LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri sırasıyla 433 ve 19441 ppm olmuştur.

Çizelge 6. Rebound ticari preparatının LC değerleri

LC ₅₀ (ppm) 0.95 güven aralığı	LC ₉₀ (ppm) 0.95 güven aralığı	Chi square	Heterojenite
433 132-737	19441 4686-20115	0,801	0,267

Rebound preparatlarının içerdiği biyoaktif oranının (16000 IU/ml), Delfin'in içerdiği biyoaktif oranının (32000 IU/ml) iki katı olduğu göz önünde bulundurulduğunda LC₅₀ değerinin daha düşük olması doğaldır. Diğer bir taraftan her iki preparatın LC₅₀ değerlerinin güven aralıkları dikkate alındığında sonuçların birbirinden çok da uzak olmadığı görülmektedir. Benzer şekilde Sabbour & Soliman (2012) tarafından zararlının üçüncü dönem larvaları kullanılarak yapılan çalışmada 23000 IU/ mg biyoaktif içeren preparatın LC₅₀ değeri 140 ppm olarak belirlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada, Sabbour (2014) domates güvesinin üçüncü dönem larvası ve *Btk* (23000 IU/mg) kullanılmış ve LC₅₀ değeri 244 ppm olarak belirlenmiştir.

Değerler arasındaki bu farkın preparatların farklı bakteri ırkları ile farklı biyoaktif miktarları ihtiva etmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca belirtilen çalışmalarda zararlının farklı larva döneminin kullanılmasının da sonucu etkilediği düşünülmektedir. Bu yönde Gonzalez-Cabrera et al. (2011), Giustolin et al. (2001) gibi farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar sonucunda Domates güvesinin birinci dönem larvasının diğer larva dönemlerine kıyasla *Btk*'ya daha hassas bulunduğu

bildirilmiştir (Shalaby et al. (2013); Hashemitassuji et al. (2014)). Coelho and Franc (1987) tarafından bu durumun, beslenme davranışlarındaki farklılıklardan kaynaklandığı açıklanmış olup, birinci dönem larvaların yaprağın mezofil tabakasına geçmeden önce yaprak üzerini kazıdıkları ve böylece daha çok bakteri sporu ve toksinine maruz kaldıkları ifade edilmiştir (Giustolin et al., 2001).

Preparatların zararlıya pratikteki etkisini belirlemek amacıyla ticari preparatların arazi dozlarıyla yapılan denemelerin sonuçları aşağıda Çizelge 7’de yer almaktadır. Yerel biyopreparatların laboratuvar koşullarında % 25’lik dozda bile etkili olamamaları nedeniyle pratikte kullanıma olanakları olamayacağından pratikteki etki denemelerine dahil edilmemişlerdir. Her iki ticari preparat için de pratikteki etki beklenenden düşük olmuştur.

Çizelge 7. Ticari biyopreparatların ruhsatlı dozlarında *Tuta absoluta*’ya etkisi (n=100)

Preparatlar	% Etki
Delfin	70
Rebound	59

Preparatların zararlıya pratikteki etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemelerin sonuçlarında etki Delfin’de % 70, Rebound’da ise % 59 etkili görülmüştür. Denemeler, laboratuvar koşullarında ve iyi bir uygulama ile gerçekleştirilmiş olmasına rağmen etki belirtilen oranlarda elde edilmiştir. Bu etki düşüklüğünün yapılan LC çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları sonucu arazi dozunda elde edilen Delfin için % 90, Rebound için ise % 70’lik etki ile de benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Moussa et al. (2013) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, aynı etkili madde ile arazi koşullarında Dipel 2X (*Btk*, % 6,4, 100 g/100 l dozunda) ile yapılmış ve % 75,9 ölüm oranına ulaşılmıştır. Satış (2013) tarafından yapılan bir çalışmada ise Rebound (*Btk*, 150g+100g şeker/100 l su dozu) uygulanan parselde yaprak bulaşıklık oranı % 14,8 bulunurken kontrol parsellerinde bu oran % 28,2 olarak tespit edilmiştir. Bu da bize preparatın yaklaşık olarak % 50 etkili olduğu bilgisini vermektedir.

Doğanlar et al. (2015) tarafından yapılan sera denemeleri sonucunda zararlıya karşı Delfin (*Btk*, WG, 32000 IU/mg) preparatının etkisinin ortalama % 91.92 oranında olduğu bildirilmiştir. Elde edilen sonucun bu çalışmadakinden yüksek çıkma sebebinin, preparata uygulama sırasında eklenen şekerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmalardaki etki değerlerinde görülen farkın içerdikleri biyoaktif oranları göz önüne alındığında normal olduğu görülmektedir. Aynı preparatların kullanıldığı farklı çalışmalardaki sonuçların farkının ise uygulama sırasında eklenen şekerden kaynaklandığı düşünülebilir.

Sonuç

Domates güvesi ile mücadelede sentetik insektisitlerin bilinçsizce kullanımı neticesinde insan ve çevreye olumsuz etkilerinde artış olduğu gözlenirken, diğer bir yandan da direnç geliştirme gibi problemlerin ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu olumsuz etkilerin minimize edilmesi amacıyla son yıllarda biyoinsektisitlerin, spesifik olmaları yani hedef dışı organizmalara zararsız olmaları ve zararlılarda henüz direnç oluşturmamaları gibi avantajlarından dolayı kullanımları artmıştır.

Ülkemizde biyopreparatların genellikle pahalı olması ve ruhsatlı biyopreparatların tamamına yakınının ithal ürünler olması nedeniyle diğer pestisitlerde olduğu gibi önemli döviz çıkışına sebep olduğu bilinmektedir. Bu nedenle yerel izolatlardan elde edilecek milli ve yerli biyopreparatların geliştirilmesi oldukça anlamlı olacaktır.

Bu çalışmada, ülkemizde ruhsatlı bakteri içerikli iki biyoinsektisit ile ülkemizden izole edilen yerel bakteri izolatlarının Domates güvesi larvalarına etkileri farklı dozlarda denenmiş ve pratikte kullanım olanaklarının laboratuvar koşullarında ortaya konması amaçlanmıştır.

Denemelerde kullanılan yerel biyopreparatlar, lepidopter larvalarına etkili olduğu yönündeki beyanlar dikkate alınarak seçilmiş olmalarına karşın, maalesef laboratuvar koşullarında *T. absoluta*'ya etkisiz bulunmuştur. Bilindiği gibi farklı *Btk* izolatlarının farklı hedef zararlılardaki biyolojik etkinliği oldukça değişkenlik gösterebilmekte ve bu nedenle sadece hedefe özgü biyolojik etkinliği yüksek olan izolatların ticarileşme potansiyeli olmaktadır. Nitekim çeşitli araştırmacılarca izole edilmiş binlerce izolattan çok azı ticari bir biyopreparata dönüşebilmiştir. Her ne kadar bu çalışmada kullanılan yerel izolatlardan başarılı sonuçlar alınamamış ise de, özellikle ülkemizde *T. absoluta* üzerinden izole edilecek yerel *Btk* içeren farklı yerel preparatlarla çalışmalara devam edilmesinin yararlı olduğu düşünülmektedir.

Domates bitkisinin ana zararlısı konumunda olan *Tuta absoluta*'nın ikinci dönem larvaları ile yapılan denemelerde ticari preparatların beş farklı doz serisi ile çalışılmış olup ticari preparatların ikisinin önerildikleri arazi dozlarında % 70 ile % 90 arasında ölüm gösterdiği görülmüştür. Benzer çalışmalarda da *Btk* preparatlarının zararlı üzerindeki etkisinin genelde % 70-95 dolaylarında seyrettiği görülmektedir. Sanchis'in (2011)'in de belirttiği gibi *Bacillus thuringiensis* preparatlarının doku içinde beslenen zararlılara karşı başarı şansı genelde bitki üzerinde beslenen zararlılara göre daha az olmakta ancak bu etki pratikte yeterli görülmektedir.

Ticari preparatların önerilen dozlarda *T. absoluta*'ya karşı laboratuvar koşullarında % 60-70 arasında etki gösterdiği görülmüştür. Bu bağlamda, bu preparatların arazi koşullarında biyolojik etkinliklerinin daha az olabileceği düşünüldüğünden, bu konunun pratikteki koşullarda da gözden geçirilmesinin yerinde olacağı düşünülmektedir.

Yararlanılan Kaynaklar

- Abak, K., 2016. Türkiye'de domatesin dünü, bugünü ve yarını. Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 17: 8-13.
- Alsaedi, G., A. Ashouri & R. Talaie-Hassanloui, 2017. Evaluation of *Bacillus thuringiensis* to control *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under laboratory conditions. Agricultural Sciences, 8: 591-599.
- Amer, R. A. M., A. E. Hatem & M. A. El-Sanady, 2012. Microbial control of the tomato leaf-miner, *Tuta absoluta* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) by biopesticides in relation to some biological parameters. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 22(2): 161-167.
- Anonim, 2016. Domates Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 64s.
- Balcı, H., 2016. Klasik Ve Nano Formülasyonlu Bazı Bitkisel Kökenli İnsektisitlerin *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) ve *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, İzmir, 86 s.
- Canpolat, S., 2016. Domateste görülen önemli hastalıklar ve mücadelesi. Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 17: 55-59.
- Charnley, A. K. & S. A. Collins, 2007. Entomopathogenic fungi and their role in pest control, 159-187, In: Environmental and Microbial Relationships IV (Ed: Esser, K.), Springer, Berlin, 350p.
- Dara, S. K., 2017. Entomopathogenic microorganisms: modes of action and role in IPM. Agriculture and Natural Blogs, University of California, 7.
- Demirbağ, Z., R. Nalçacıoğlu, H. Katı, İ. Demir, K. Sezen & Ö. Ertürk, 2008. Entomopatojenler ve Biyolojik Mücadele. Gündüz Ofset Matbaacılık, Trabzon, 325s.

- Doğanlar, M., A. E. Yıldırım & A. Yiğit, 2015. Domates güvesi, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) mücadelesinde *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* ve bazı çevre dostu pestisitlerin etkileri. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 6(1): 13-24.
- Duman, İ., 2016. Sanayilik domates yetiştiriciliği. Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 17: 18-21.
- Durmuşoğlu, E. & C. Çelik, 2001. Türkiye'de pestisit kalıntıları üzerindeki araştırmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi, 25(1): 65-80.
- Durmuşoğlu, E., O. Tiryaki & R. Canhilal, 2010. Türkiye'de pestisit kullanımı, kalıntı ve dayanıklılık sorunları, 589-607. Türkiye Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi (11-15. 01. 2010, Ankara).
- EPPO, 2018. EPPO A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests. (Web sayfası: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/A2_list.) (Erişim Tarihi: Aralık 2018).
- Ertürk, Ö., 2016. Bazı *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (Bacillales: Bacillaceae) izolatlarının *Yponomeuta malinellus* Zell. (Lepidoptera: Yponomeutidae) ve *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) larvaları üzerine insektisidal etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 20(3): 183-191.
- FAO, 2018, Data. (Web sayfası: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.) (Erişim Tarihi: Ekim 2018).
- Fernandez, J. H., 2015. *Bacillus thuringiensis*: a natural tool in insect pest control, 121-139, In: The Handbook of Microbial Bioresources (Ed: Gupta, V. K., Sharma, G. D., Tuohy, M. G. & Gaur, R) CABI, Irish. 121-139p.1391p.
- Giustolin, T. A., J. D. Vendramim, S. B. Alves, S. A. Vieira & R. M. Pereira, 2001. Susceptibility of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) reared on two species of Lycopersicon to *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. Journal of Applied Entomology, 125: 551-556.
- Gonzalez-Cabrera, J., O. Molla, H. Monton & A. Urbaneja, 2011. Efficacy of *Bacillus thuringiensis* (Berliner) in controlling to tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Biocontrol, 56(1): 71-80.
- Gölükçü, M., R. Toker & H. Tokgöz, 2016. Domatesin beslenme özellikleri ve gıda sanayisinde değerlendirilmesi. Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 5(17): 46-51.
- Hashemitassuji, A., M. H. Safaralizadeh, S. Aramideh & Z. Hashemitassuji, 2014. Effects of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* and Spinosad on three larval stages 1st, 2nd and 3rd of tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in laboratory conditions. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 48(5): 377-384.
- Höfte, H. & H. R. Whiteley, 1989. Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. Microbiological Reviews, 53(2): 242-255.
- Kabaş, A. & H. İbri, 2016. Hibrit domates tohum üretimi ve teknolojisi. Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 17: 16-17.
- Kılıç, T., 2010. First record of *Tuta absoluta* in Turkey. Phytoparasitica, 38(3): 243-244.
- Kovach, J., C. Petzoldt, J. Degnil & J. Tette, 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. New York's Food and Life Sciences Bulletin, 139p.
- Lacey, L. A., R. Frutos, H. K. Kaya & P. Vail, 2001. Insect pathogens as biological control agents: Do they have a future?. Biological Control, 21: 230-248p.
- Layık, F. Ö. & Ş. Kismalı, 1994. Zararlılara karşı biyoteknik yöntemlerle savaşta kitle halinde tuzakla yakalama (mass-trapping) yönteminin kullanılması. Turkish Journal of Entomology, 18(4): 245-259.

- Masson, L., W. J. Moar, K. V. Frankenhuysen, M. Bosse & R. Brousseau, 1992. Insecticidal properties of a crystal protein gene product isolated from *Bacillus thuringiensis* subsp. *kenyae*. Applied and Environmental Microbiology, 58(2), 642-646.
- Misra, H. S., N. P. Khairnar, M. Mathur, N. Vijayalakshmi, R. S. Hire, T. K. Dongre & S. K. Mahajan, 2002. Cloning and characterization of an insecticidal crystal protein gene from *Bacillus thuringiensis* subspecies *kenyae*. Journal of Genetics, 81(1), 5–11.
- Moussa, S., F. Baiomy, A. Sharma & F. E. El-Adl, 2013. The status of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Egypt and potential effective pesticides. Academic Journal of Entomology, 6(3): 110-115.
- Öncüer, M & E. Durmuşoğlu, 2008. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları, Aydın,93s.
- Ren, G., X. Liu, H. Xiong, J. Wang & G. Zhao, 1995. Characters and insecticidal polypeptide of a new strain of *Bacillus thuringiensis* subsp. *kenyae* in China. Wei Sheng Wu Xue Bao, 35(4):303-308.
- Sabbour, M. M. & N. Soliman, 2012. Evaluations of three *Bacillus thuringiensis* against *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Egypt. International Journal of Science and Research, 3(8): 7.
- Sabbour, M. M., 2014. Biocontrol of the tomato pinworm *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Egypt. Middle East Journal of Agriculture Research, 3(3): 499-503.
- Sanchis, V., 2011. From microbial sprays to insect-resistant transgenic plants: history of the biopesticide *Bacillus thuringiensis*. A Review Agronomy for Sustainable Development, 31: 217-231.
- Satış, Ü., 2013. *Bacillus Thuringiensis* var. *kurstaki* Ve Chlorantraniliprole+Abamectin Preparatlarının Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.)’te Zararlı Olan *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) (Domates Güvesi)’nin Larvalarına Etkisi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 46 s.
- Sayıncı, B. & S. Bastaban, 2008. Biyolojik mücadele etmenlerinin uygulanmasında ilaçlama ünitelerinin rolü. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39(19): 151-157.
- Shalaby, H. H., F. H. Faragalla, H. M. El-Saadany & A. A. Ibrahim, 2013. Efficacy of three entomopathogenic agents for control the tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Nature and Science, 11(7): 63-72.
- Tiryaki, O., R. Canhilal & S. Horoz, 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26(2): 154-169.
- Tozlu, E., F. Dadaşoğlu, R. Kotan & G. Tozlu, 2011. İnsektisidal effect of some bacteria on *Bruchus dentipes* Baudi (Coleoptera: Bruchidae). Fresenius Environmental Bulletin, 918-923.
- TÜİK, 2018. Bitkisel Üretim İstatistikleri. (Web sayfası: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001.) (Erişim Tarihi: Kasım 2018).
- Youssef, N. A. & G. M. Hassan, 2013. Bioinsecticide activity of *Bacillus thuringiensis* isolates on tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) and their molecular identification. African Journal of Biotechnology, 12(23): 3699-3709.