



Bazı *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (Bacillales: Bacillaceae) İzolatlarının *Yponomeuta malinellus* Zell. (Lepidoptera: Yponomeutidae) ve *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) Larvaları Üzerine İnsektisidal Etkileri

Ömer ERTÜRK^{1*}

¹Ordu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, ORDU

*Sorumlu yazar: oseerturk@hotmail.com

Öz

Bu çalışmada, elma ağaçları ve diğer bitkilerin, ortak zararlılarına daha etkili ve güvenli bir biyolojik mücadele ajanı bulmak için *Yponomeuta malinellus* Zell.(Lepidoptera:Yponomeutidae) ve *Cydia pomonella* L.(Lepidoptera: Tortricidae)'ye karşı bazı *Bacillus thuringiensis* biyolojik izolatlarının insektisidal etkileri araştırılmıştır. *Y.malinellus* larvalarının ölüm oranları, toksin HD-1 ile $0.97\pm 0.03A$, toksin BTS-1 ile $0.83\pm 0.03A$, *Bacillus thuringiensis* Berliner ile $0.67\pm 0.03B$ ve *Bacillus thuringiensis* subsp.kurstaki ile $0.67\pm 0.03B$ olarak tespit edilmiştir. *C.pomonella* larvaları ölüm oranları toksin HD-1 ile $0.67\pm 0.03Ab$, toksin BTS-1 ile $0.57\pm 0.03Ab$, *Bacillus thuringiensis* Berliner $0.53\pm 0.03A$ ve *Bacillus thuringiensis* subsp.kurstaki ile $0.53\pm 0.03A$ olmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Bacillus thuringiensis*; *Yponomeuta malinellus*; *Cydia pomonella*; Biyolojik kontrol

Insecticidal Effects of Some *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (Bacillales: Bacillaceae) Isolates on the Larvae of *Yponomeuta malinellus* Zell. (Lepidoptera: Yponomeutidae) and *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)

Abstract

In the present study, in order to find a more effective and safe biological control agent against common pests of apple trees and other plants, we tested the insecticidal effects of some *Bacillus thuringiensis* biological agents against *Yponomeuta malinellus* Zell. (Lepidoptera: Yponomeutidae) and *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). Treatment mortality of larvae of *Y. malinellus*, was $0.97\pm 0.03A$ with toxin HD-1, $0.83\pm 0.03A$ with toxin BTS-1, $0.67\pm 0.03B$ with *Bacillus thuringiensis* Berliner and $0.67\pm 0.03B$ with *Bacillus thuringiensis* subsp. kurstaki. Treatment mortality of larvae of *C. pomonella* was $0.67\pm 0.03Ab$ with toxin HD-1, $0.57\pm 0.03Ab$ with toxin BTS-1, $0.53\pm 0.03A$ with *Bacillus thuringiensis* Berliner and $0.53\pm 0.03A$ *Bacillus thuringiensis* subsp. kurstaki.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, *Yponomeuta malinellus*, *Cydia pomonella*, biological control

Giriş

Hızla artan dünya nüfusunun gıda ve giyim ihtiyaçlarını karşılayabilmek için birim sahadan fazla verim alma uygulamalarının başında bitkilerin zararlı böceklerden korunması gelmektedir. Günümüzde bitkilerin korunması daha çok kimyasal ilaçlar kullanılarak yapılmaktadır. Kimyasal ilaçlar kullanılırken, bunların birçok yan etkileri ortaya çıkmaktadır. Zirai mücadele ilaçlarından bugün için vazgeçilememesinin nedeni, bu ilaçlara alternatif bir mücadele yönteminin tam anlamıyla geliştirilememesidir. Kimyasal mücadelenin dışındaki mücadele metotlarının yeteri kadar geliştirilememesinden ve geliştirilen metotların zararlı, pahalı ve etkisiz olmasından dolayı zirai mücadele ilaçlarının uygulanmasının daha uzun yıllar devam edeceği düşünülmektedir. Biyolojik mücadele, zararlı böceklerin yapmış olduğu zararları en aza indirmek için bu böceklere karşı doğal düşmanlarını kullanma olarak tanımlanabilir. Doğal düşman terimi, parazitler ve predatörlerle birlikte hastalık oluşturan mikroorganizma ve diğer organizmaları kapsamaktadır. Ancak, hastalık yapan organizmaların kullanımı, genellikle mikrobiyal mücadele olarak adlandırılır (Peter, 1984). Mikrobiyal mücadelenin büyük bir avantajı kimyasal mücadele yöntemleriyle bağlantılı birçok problemi ortadan kaldırmasıdır (Ecevit, 1988). Zararlı böceklerle mücadelede mikrobiyal etmenlerin kullanımı ilk olarak 18. yüzyılda kaydedilmiştir. *Metarrhizium anisopliae* (Metch.) şeker pancarına zarar veren *Cleonus punctiventris* türüne karşı kullanılmıştır (National Reserch, Council 1984).

Ülkemizde üretilen meyveler arasında elma, gerek ağaç sayısı gerekse elde edilen ürün miktarı bakımından ekonomik öneme

sahip en önemli meyvelerden biridir. Yumuşak çekirdekli ağaçlar arsında 2007 verilerine göre 47.196 adet elma ağacı mevcuttur ve 38.328 adedi meyve vermektedir. Ağaç başı verim 65.3 kg/ağaç olmak üzere yıllık üretim 2.457 bin ton üretim miktarıyla ilk sırada yer alır. Yumuşak çekirdekli ağaçlar arasında 2015 verilerine göre 70.696 adet elma ağacı mevcuttur ve 18424 adedi meyve vermektedir. Ağaç başı verim 49.1 kg/ağaç olmak üzere yıllık üretim 2.569 bin ton üretim olduğu tespit edilmiş bu verilerin bunu takip eden yıllarda Türkiye Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB)'nın verilerine göre 1998-2015 yıllarında yumuşak çekirdekli meyvelerin miktarlarında önemli bir değişme görülmemiştir. Gerek ağaç sayısı bakımından gerekse meyve miktarı bakımından elma meyvesinin ne kadar önemli olduğu, ülke ekonomisine kazandırdığı gelir açıkça görülmektedir (Anonim, 2015). Bütün tarım ürünlerinde olduğu gibi elma üretimi yapılan elma bahçelerinde elma ağaçlarına zarar veren çeşitli zararlı böcek türleri vardır ve bu zararlılar oldukça büyük ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (TÜİK,2007-2015). Elma ağ kurdu (*Yponomeuta malinellus* Zell. (Lep.:Yponomeutidae) ekonomik olarak önemli bir zararlıdır. Elma ağaçlarının yaprak ve genç sürgünlerinden oburca beslenerek zarar yapan larvalar ekonomik olarak büyük kayıplara neden olmaktadır. Elma iç kurdu (*Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), başta elma olmak üzere armut, ayva, ceviz ağaçlarının en önemli zararlısıdır. Doğrudan meyvelerde zarar yapan larvalar, meyveleri delerek içlerinde galeriler açmakta, etli kısmını ve çekirdek evini yiyerek pislikler bırakmaktadır. Bütün bunların sonucu olarak meyvelerin dökülmesine, ağaçta kalabilen kurtlu meyvelerin ise niteliğinin bozulmasına ve dolayısıyla elmanın piyasadaki değerinin

düşmesine neden olmaktadır. Elma iç kurdu özellikle Nisan mayıs aylarında olgunlaşmamış elmaları delerek zararını oluşturmaktadır. Elmalarda zararlı tür sayısının fazla olması ilaçlama sayısını ve kullanılan ilaç sayısını artırmakta, bu nedenle üretim maliyeti yükselirken, çevre sağlığı bakımından olumsuz etkiler ortaya çıkmaktadır. Söz konusu olan bu sebeplerden dolayı özellikle elma üretiminde önemli yer alan birçok ülkede çok sayıda araştırmacı entegre mücadele sisteminin elma üretim alanlarında uygulanabilmesi için çalışmaktadır (Gottwald ve ark., 1986; Driesche ve Carey, 1987; Anonymous, 1991). Ülkemizde bugüne kadar yapılan entegre mücadele sistemi uygulamaları başlangıç çalışmaları niteliğindedir (Giray 1969, Erdem 1979; Yiğit ve Uygun 1982; Kiroğlu ve ark., 1984; Çiftçi ve ark., 1985; Gürses ve ark., 1985). Elma bahçelerinde bulunan zararlı türler ile onların doğal düşmanları adlı bir çalışmanın sonucunda 38 zararlı tür tespit edilmiş ve bu türlerin aralarında 15 türün Lepidoptera takımına, 7 türün Homoptera, 6 türün Coleoptera, ayrıca 1'er türünün Heteroptera ve Isoptera takımlarında olduğu tespit edilmiştir (Giray 1969; Erdem 1979; Yiğit ve Uygun 1982; Kiroğlu ve ark., 1984; Çiftçi ve ark., 1985; Gürses ve ark., 1985). Ayrıca Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın 2010 yılında elma hastalık ve zararlıları ile ilgili (el kitabı şeklinde) yaptığı bir yayın da elma hastalık ve zararlıları el kitabında bunu destekler niteliktedir (T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Elma ağaçlarında ekonomik zarar eşiğini aşan ve ekonomik öneme sahip olan türler *C. pomonella* ve *Y. malinellus* Zell (Peter, 1984)'dir. Elma ağ kurdu (*Yponomeuta malinellus* Zell. (Lep.:Yponomeutidae) ekonomik olarak önemli bir zararlıdır. Elma ağaçlarının yaprak ve genç sürgünlerinde oburca beslenerek zarar yapan larvaları

ekonomik olarak büyük kayıplara neden olmaktadır. Lepidoptera takımına ait olan bu elma zararlılarının ülkemizde elma üretimi yapılan bütün bölgelerde ekonomik zarar eşiklerini aşarak önemli ürün kayıplarına neden oldukları bazı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Giray, 1969; Erdem, 1979; Yiğit ve Uygun, 1982; Kiroğlu ve ark., 1984; Çiftçi ve ark., 1985; Gürses ve ark., 1985). İren ve Ahmed (1973), tarafından yapılan bir başka çalışmada Türkiye'de elma zararlılarının sayısının 80 olduğu bildirilmiştir. Kiroğlu ve ark., (1984), Karadeniz Bölgesindeki elma bahçelerinde %50 si zararlı toplam 204 tür tespit etmişlerdir. Gürses ve ark., (1985), Marmara Bölgesinde 145'i zararlı olmak üzere toplam 190 tür toplamışlardır. Adana, İçel ve Kahramanmaraş'ta Yiğit ve Uygun (1982), 38'i zararlı 132 tür belirlemişlerdir.

Elma iç kurdu ve elma ağ kurdu ile mücadele günümüzde kısmen kimyasal kısımda biyolojik bazı preparatlarla yapılmakta iken ve geçmişte ise kimyasal insektisitler ile yapılmaktadır. Bu insektisitler hem pahalıdır hem de ekolojik çevreyi olumsuz bir şekilde etkilemektedirler (Ecevit, 1988). Bu zararlılarla mücadelede kullanılan insektisitlerin hepsinin ortak özelliği bal arılarını ve balıkları etkilemeleridir. Özellikle Karadeniz Bölgesi'nin önemli gelir kaynaklarının arıcılık ve balıkçılık olduğu düşünülürse, bu zararlı ile mücadelede kullanılan insektisitlerin bölgeye yapmış olduğu zarar daha iyi anlaşılmaktadır (Tiryaki, 2010).

Elma iç kurdunun ve elma ağ kurdunun mikrobiyal mücadelesinde kullanılabilecek ruhsatlı biyolojik mücadele etmeni sınırlı şekildedir. Zararlının mücadelesinde biyopreparatlardan (*Bacillus thuringiensis*) başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Anonim, 2010). Bununla birlikte Avrupa ülkelerinde Fransa, Yugoslavya, İtalya, Bulgaristan ve

Amerika’da yapılan çalışmalarda *C. Pomonella*’nın larva parazitlerinden *Hyssopus pallidus* (Hymentera)’nun biyolojik mücadele etmeni olarak *C. Pomonella* larvalarını belirli düzeyde tuttuğunu ve tarım alanlarında kullanıldığı belirtilmiştir (Silvia, 2001). Kanada’ da bazı tarım alanlarında *Granulosis virus* (CpGV) elma iç kurduna karşı denenmiş ve etkili bulunmuştur (Jaques ve ark., 1994).

Elma ağ kurdu ile çok fazla biyolojik mücadele çalışmaları yapıldığı halde şu ana kadar etkili sayıda biyolojik ajan geliştirilememiştir. Sadece bir kaç bilim adamı bu zararlının parazitleri ve patojenleri hakkında çalışmalar yapmıştır (Tiryaki, 2010). Türkiye’de sadece *Bacillus thuringiensis*, 16000 IU/mg olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte dünyanın bazı ülkelerinde bazı bilim adamları elma ağkurdunun doğal düşmanlarını (parazitlerini) tarım alanlarında elma ağkurduna karşı biyolojik ajan olarak kullanmışlardır (Franck ve Genevieve, 1997). Bu araştırmacılar *Diadegma armillata* (Hymenoptera: Ichneumonidae) adlı elma ağ kurdu parazitini *Y. malinellus* ve *Y. cagnagellus*’e karşı kullanmışlar ve etkili olduğunu belirtmişlerdir. Junnikala (1960) ve Dijkerman (1987), yaptıkları çalışmalar da *Diadegma armillata*’nın *Y. malinellus*’un larva ve pupalarına saldırarak önemli kayıplar verdiğini belirtmişlerdir. Kuhlmann ve ark., (1998; Dijkerman, 1987), *Ageniaspis fuscicollis* (Hymenoptera: Encyrtidae) yumurta-larva parazitinin *Y. malinellus* yumurtalarına saldırdığı ve büyük ölçüde yumurta açılımını önlediğini bildirmişlerdir (Kuhlmann ve ark., 1998). Kimyasal insektisitlerin yan etkilerinin iyice anlaşılması bilim adamlarını daha etkili ve daha güvenli bir mücadele ajanı bulmaya yöneltmiştir. Tarım sektöründe büyük ekonomik zararlara neden olan elma iç kurdu ve elma ağ kurdu (Peter, 1984) ile mücadelede daha etkili ve daha güvenli bir

mücadele ajanı bulmak kaçınılmaz olmuştur. Türkiye tarım alanlarının %6’sı meyve-zeytin-bağ alanı olarak değerlendirilmektedir ve Dünyanın önemli meyve üreticisi ülkelerinden olan Türkiye ise 2.5 milyon tonla Dünyada dördüncü sırada yer almaktadır (Oğuz, 2009). Türkiye, dünya üzerinde bulunduğu coğrafi konumu nedeniyle tropik bahçe bitkileri dışında tüm meyve türleri için oldukça elverişli bir iklim saha sahiptir. Bu bakımdan Türkiye, bahçe bitkileri kültürünün doğuş yeri, dünyada yetişen birçok meyve türünün ana vatanı konumundadır (Ağaoğlu ve ark., 1997). Türkiye elmanın anavatanı sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu durum Türkiye’ye üretim açısından avantaj sağlamaktadır. Türkiye’de en fazla yetiştirilen meyve türlerinden biri olan elmanın yapılan araştırmalar sonucunda sağlık ve beslenme açısından faydalarının ortaya konulmuş olması tüketimini teşvik etmektedir. Taze olarak tüketilebilen elma, kurutulmuş elma, meyve suyu, sirke, marmelat, tatlı, şarap, esans, kozmetik gibi pek çok ürünün üretiminde de kullanılmaktadır. Bu çalışmada literatürde bulunan bazı biyolojik mücadele etmenlerinin bu zararlılar üzerine insektisidal etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Larvaların toplanması

Bu çalışma boyunca gerekli olan ve farklı yerlerden toplanan larvalar toplandıkları yer, buldukları bitki ve tarih yazıldıktan sonra farklı özel kaplara konularak laboratuvara getirilmiştir. *C. pomonella* 2000 ve 2001 yılları Haziran ve Temmuz aylarında Amasya, Ordu, Trabzon, Kayseri ve Gümüşhane il ve ilçelerinden toplanmıştır. Çalışma alanı olarak seçilen elma bahçelerinde elma ağaçlarında enfekte olmuş meyveler elma iç kurdunun yaptığı enfeksiyondan dolayı rahatlıkla tanıyor ve ağaçta yapılan silkelemeyle delik

meyveler yere düşüyor. Bu elmaları ortadan yarıdığımızda elmaların orta kısmında bezya ve pembemsi olarak olgun larvaları toplayabiliyorsunuz. Toplanan larvalar makroskopik incelemeleri yapılarak ölü, hastalıklı ve yavaş hareket edenler olarak ayrılmıştır. Diğerleri ise aynı evreler bir kaptaki olacak şekilde 25 cm çapında ve 30 cm derinliğindeki kafeslere konularak doğal besinleri olan elma ile beslenmiştir. Aynı şekilde *Y. malinellus*'un değişik evrelerdeki larvaları 2000 ve 2001 yıllarının Nisan, Mayıs ve Haziran ayları boyunca Amasya, Ordu, Tokat ili ve ilçelerinden, elma ve mahlep ağaçlarından, yaprak ve sürgünler üzerinden toplanmıştır. Toplanan *Y. malinellus* larvalarının makroskopik incelemeleri yapılarak larvalar ölü, hastalıklı ve yavaş hareket edenler olarak ayrılmıştır. Diğerleri ise aynı evreler bir kaptaki olacak şekilde 25 cm çapında ve 30 cm derinliğindeki kafeslere konularak doğal besinleri olan elma ve mahlep yaprakları ile beslenmiştir.

Cydia pomonella ve *Yponomeuta malinellus*'a karşı çeşitli biyolojik ajanların hazırlanması ve insektisidal etkilerinin belirlenmesi

Bacillus thuringiensis toksinlerinin hazırlanması: Çalışmada denenen iki toksin *Bacillus thuringiensis*'in 1. Harry Dumagae strain (HD-1) ve tenebrionis strain 2. (BTS-1) suşlarından izole edilmiş toksinlerdir. ; 3. *B. thuringiensis* Berliner; 4. *B. Thuringiensis* Bu toksinlerden 0.005 gr alınmıştır ve 5 ml fosfat tampon solüsyonu (PBS) içerisinde çözülmüştür. Bu çözeltiden 1ml alınmış ve besin üzerine püskürtülmüştür. Spor oluşturan numuneler 72 saat 32 ° C inkübasyondan sonra yoğunluğu 1.8×10^9 bakteri/ml olacak şekilde ayarlanmıştır. *Bacillus thuringiensis* toksinlerinin bakteri tarafından üretilen bir gen ürünüdür ve üretilen bakteriden böcek üzerinde daha

etkilidir. Biyolojik mücadelede kullanılan bu bakteriler böceği öldürmeleri ancak onlara bir bulaşma sonucunda olur ve böcek içine giren bakteri önce bu toksini üretmesi gerekir, fakat bakteri gen ürünü olan toksin direkt verildiği zaman kısa sürede etki oluyor ve çevre şartlarından da etkilenmiyor. (Lipa, 1975; by Moar ve ark.,1995). (Bu Numuneler KTÜ Biyoloji Bölümünde Prof DR. Zihni DEMİRBAĞIN LAB.'dan Temin edilmiştir).

C. pomonella ve *Yponomeuta malinellus* larvalarına karşı biyolojik numunelerin insektisidal etkileri

İnsektisidal etkilerin belirlenmesinde 5 farklı biyolojik ajan kullanılmıştır. 4 grup biyolojik ajanı denemek için, 2 grubu kontrol olmak üzere 7 tane deney grubu oluşturulmuş ve her gruba ilgili zararlının dönem larvalarından 10 tane olacak şekilde hazırlık yapılmıştır. Denemelerde temiz petripler kullanılmıştır. Bu petriplerin tabanına daha önceden hazırlanmış diyet besiyer yaklaşık olarak 1cm kalınlığında yerleştirilmiştir. Daha sonra diyet besiyer üzerine laboratuvarda hazırlanmış biyolojik ajanlardan belirlenen oranlarda 1ml püskürtülmüştür (Lipa, 1975). Biraz kurutulduktan sonra her petriye doğadan toplanmış içerisinde *C. pomonella* larvalarından 10'ar tane bulunduğu tahmin edilen elmalardan çıkarılan ikinci-üçüncü instar *C. pomonella* larvaları bırakılmıştır. İki kontrol grubundan biri üzerine su püskürtülürken diğerine de numunelerin çözüldüğü PBS püskürtülmüştür. Daha sonra petriplerin ağzı hava alacak şekilde kapatılmıştır. Bütün deney grupları $26 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de ve %60 nem içeren iklim dolabına 12:12 ışık periyodunda bırakılmış ayrıca her 24 saatte kontrolleri yapılmış ve ölen larvalar çıkartılmıştır (Ben-Dov et al., 1995). Bu tür çalışmalarda genel olarak biyolojik ajanın durumuna göre en fazla sekiz gün boyunca

devam ettirilir ve deney sonlandırılır. Bu süre zarfında biyolojik ajan etkili ise ölümler gerçekleşir. Bizde çalışmamızda sekiz gün boyunca ölümlerin olduğunu tespit etmek ve işlemlerimizi bu sonuçlara göre değerlendirdik.

İstatiksel analiz

Kolmogorov-Smirnov ve Levene'nin testleri, sırasıyla, varyans normalliğini ve homojenliğini test etmek için kullanılmıştır. Veri kümeleri Tukey çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırıldığında, iki-yönlü ANOVA ve araçlar ile analiz edilmiştir. Tukey testi sonuçları harfle ifade edilmiştir/gösterilmiştir. Değişkenler ortalama (SEM) ortalama \pm standart hata olarak sergilendi gösterilmiştir. Alfa düzeyi % 5 olarak belirlenmiştir. İstatistiksel analizler Minitab 17 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Kontrol grubu olarak suyun bulunduğu petride hiç ölüm olmamıştır. Diğer yandan *Y. malinellus* larvalarının ölüm oranları, toksin HD-1 ile $0.97 \pm 0.03Aa$, toksin BTS- 1 ile $0.83 \pm 0.03Aa$, *Bacillus thuringiensis* Berliner ile $0.67 \pm 0.03Ba$ ve *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* ile $0.67 \pm 0.03Ba$ olarak belirlenmiştir (Şekil 1, Çizelge 1).

Bu böcek biyolojisi gereği ağ oluşturduğu için, bu ajandan etkilenen larvaların petriplerinde, genellikle bazılarının baş tarafından bazılarının arka kısımdan olmak üzere ağdan asıldıkları, iştahsız oldukları ve yavaş hareket ettikleri, sağlıklı larvalara göre renklerinin biraz daha koyu olduğu ve ölü larvaların vücutlarının sıvımsı bir hal aldığı belirlenmiştir. Bakteri enfeksiyonuna maruz kalan larvaların evre durumu da bu enfeksiyonun derecesini etkilemektedir. Larva dönemi ilerledikçe diğer bir ifadeyle

larva büyüdükçe enfeksiyon etkisinin azaldığı tespit edilmiştir. Sağlıklı larvaların ise beslenmeden sonra bir araya gelerek gruplar oluşturdukları gözlenmiştir. Kontrol grubu olarak suyun bulunduğu petride hiç ölüm olmamıştır. Larva evresi yani instar durumu ilerledikçe larvaların biyolojik ajanlardan enfeksiyonunun azaldığı tam tersi olarakta instar durumu azaldıkça enfeksiyonun etkili olduğu tespit edilmiştir. Sağlıklı larvaların ise beslenmeden sonra bir araya gelerek gruplar oluşturdukları gözlenmiştir. Kontrol grubu olarak suyun bulunduğu kaptaki hiç ölüm olmamıştır.

Sonuç olarak, *C. pomonella* larvalarına karşı/larvaları üzerinde uygulanan 4 farklı biyolojik ajanın etkilerine baktığımızda *B. thuringiensis*'in Harry Dumagae suşundan izole edilmiş olan toksin (HD-1) toksininin ekonomik olarak büyük zararlar veren bu böceğin larvaları ile biyolojik mücadelede etkili bir şekilde kullanılabilmesi görülmüştür. Yapılan varyans analizi sonucunda zararlı toksin interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Buna uygun olarak yapılan Tukey testi sonuçları Çizelge 1'de harfli gösterim şeklinde verilmiştir.

Çalışmanın diğer bir kısmını oluşturan *Y. malinellus*'a karşı denenen biyolojik ajanların test sonucunda bu larvaya en büyük etkiyi HD-1 toksinine (*Bacillus thuringiensis*'in Harry Dumagae suşundan $0.97 \pm 0.03Aa$) göstermiştir. Diğer yandan BTS-1 toksini ($0.83 \pm 0.03A$) HD-1'e oranla daha düşük bir etki, göstermiştir *Bacillus thuringiensis* Berliner ve *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* $0.67 \pm 0.03B$ ile aynı etkiyi göstermişlerdir (Cappuccino ve Sherman, 1992). Sezen ve Demirbağ, (1999), izole ettikleri *Serratia marcescens* %92'lik bir etki göstermiştir. *Bacillus thuringiensis* Berliner $0.67 \pm 0.03Ba$, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* $0.67 \pm 0.03Ba$ 'lik bir etki göstermiştir.

Bir başka çalışmada *Bacillus thuringiensis* suşlarının çeşitli böcek türleri üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. (Ertürk2007). Ayrıca Lipa, (1972) HD-1 ve BTS-1 toksik gen ürünlerinin *Euproctis chrysorrhoea* larvalarına karşı çok etkili olduğunu bildirmiştir. Diğer taraftan HD-1 ve BTS-1 *Gypsonoma dealbana*

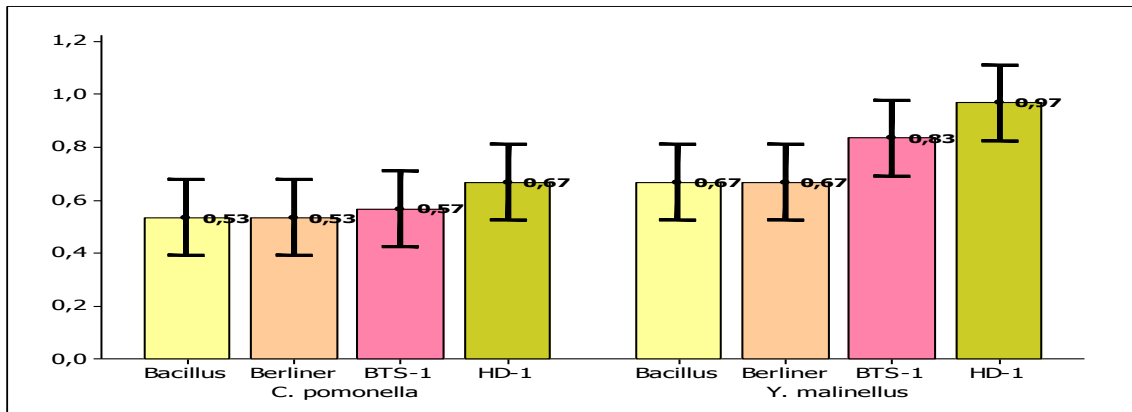
ve *Hyphantria cunea* larvaları üzerinde yüksek bir etki gösterdiği bildirilmiştir (Demir ve ark, 2000). Başka bir araştırmacı bu biyolojik ajanların *Balaninus nucum* ve *Euproctis chrysorrhoea* böcekleri üzerinde etkili olduğunu bulmuştur (Yaman ve ark., 1999).

Çizelge 1. Tukey ve istatistiksel test sonuçları

Table 1. Tukey and statistical test results

| Zararlı Pest | Toksin Toxin | Uygulama Application | Mean±SEM | Standard Sapma Standard deviation | Min-Max |
|----------------------|--------------|----------------------|-------------|-----------------------------------|-----------|
| <i>C. pomonella</i> | HD-1 | 3 | 0.67±0.03Ab | 0.058 | 0.60-0.70 |
| | BTS-1 | 3 | 0.57±0.03Ab | 0.058 | 0.50-0.60 |
| | Berliner | 3 | 0.53±0.03Aa | 0.058 | 0.50-0.60 |
| | Bacillus | 3 | 0.53±0.03Aa | 0.058 | 0.50-0.60 |
| <i>Y. malinellus</i> | HD-1 | 3 | 0.97±0.03Aa | 0.058 | 0.90-1.00 |
| | BTS-1 | 3 | 0.83±0.03Aa | 0.058 | 0.80-0.90 |
| | Berliner | 3 | 0.67±0.03Ba | 0.058 | 0.60-0.70 |
| | Bacillus | 3 | 0.67±0.03Ba | 0.058 | 0.60-0.70 |

Bakteri ve bakteriyel toksinlerin Aynı zararlı üzerine hem toksinde hem de zararlı açısından, önemlilik ve farklılığı (Tukey testi, p <0.05) aralığında



Şekil 1. *B. thuringiensis*'nin biyolojik ajanlarının *Y. malinellus*, ve *C. pomonella* üzerindeki yaklaşık 1 haftalık insektisidal % 95 güven aralıkları (% 95 CI) ile mortalite oranı ortalamaları

Figure 1. Insecticidal effects of *B. thuringiensis* biological agents on/against *Y. malinellus* and *C. pomonella* about 1 week. 95% confidence intervals (95% CI) with an average mortality of rate

Sonuçlar

Sonuç olarak, uygulanan 4 farklı biyolojik ajanın etkilerine baktığımızda *B. thuringiensis*'in Harry Dumagae suşundan izole edilmiş toksin (HD-1) ve diğer ajanlar ekonomik olarak büyük zararlar veren *Y. malinellus* ile biyolojik mücadelede etkili bir şekilde kullanılabilir. Kullanılan bu biyolojik ajanların insanlar ve diğer hayvanlar üzerinde hiçbir yan etkisi yoktur. Bu toksinler ve bakterilerin etkisi alkali ortamda olmaktadır (Tayabali ve Seligy, 2000).

Bununla birlikte kullanılan kimyasallar çevredeki faydalı canlılar ve insanlar üzerinde çok büyük olumsuz etkiler yapmaktadır (Ecevit, 1988). Halbuki biyolojik mücadele uygulaması durumunda hem kimyasalların çevreye yapmış olduğu zararlar azalacak hem de mücadelede ortaya çıkan maliyet oranı düşük olacaktır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar bu iki zararlı ile biyolojik mücadelede mikrobiyal ajanların kullanılabilirliğini göstermektedir.

Kaynaklar

- Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, A.İ., Yanmaz, R., 1997. Genel Bahçe Bitkileri. T.C. A.Ü.Z.F. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 4, Ankara.
- Anonim, 2007:Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>.
- Anonim, 2010. Elma Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2015:Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>.
- Anonymous, 1991. Integrated Pest Management for Apple and Pears. University of California Statewide Integrated Pest Management Project Division of Agriculture and Natural Resources Publication, 3340, California, 214.
- Ben-Dov, E., Boussiba, S., Zaritsky, A. 1995. Mosquito larvicidal activity of *Escherichia coli* with combinations of genes from *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*. *Bacteriology* 177 2851–2857.
- Cappuccino, J. G., 1992: Sherman, N, *Microbiology, a Laboratory Manual*, Third Edition, Rockland Community College, Suffern, New York.
- Çiftçi, K., Türkyılmaz, N., Kumaş, F., Özkan, A., 1985. Antalya İli Elma Bahçelerindeki Önemli Zararlılar İle Doğal Düşmanlarının Tespiti Üzerinde Ön Çalışmalar, *Bitki Koruma Bülteni*, 25(1-2): 49-61.
- Demir, I., Ertürk Ö., Nalçacıoğlu R., Demirbağ, Z., 2000. Insecticidal effect some biological agents on the *Gypsonoma dealbana* (lepidoptera) and *Hyphantria cunea*. (lepidoptera) *Pakistan Journal of Biological Science* (3):552-554.
- Dijerman, H. J., 1987. Notes on The Parasitisation Behaviour and Larval Development of *Complex rufinator* and *Diadegma armillata* (Hymenoptera: Ichneumonidae), Endoparasitoids of The Genus *Yponomeuta malinellus* (Lepidoptera: Yponomeutidae) *Proc. K. Ned. Akad. Wet. C* (90): 271-280.
- Driesche, R., Carey E ., 1987. Opportunities for Increased Use of Biological Control In Massachusetts. *Res. Bull., Massachusetts Agricultural Experiment Station*, 718/Oct. (1): 6-12.
- Ecevit, O., 1988: Zirai Mücadele İlaçları ve Çevreye Olan Etkileri, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Samsun.
- Ertürk, Ö., 2007. Insecticidal Effects Of Selected Biological Control Agents On The Larvae Of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), *Entomological Research*, Volume, 37, Number 1
- Erdem, F., 1979. Güney Anadolu Bölgesi'nde Elma Bahçelerinde İntegre Mücadele Yönünden Böcek Faunası Üzerinde Ön Çalışmalar. *Zir. Müc. Ar. Yıl* 1 36-37.
- Franck, H., and Genevieve P., 1997. Suitability of *Yponomeuta malinellus* and *Y. cagnagellus* (Lepidoptera: Yponomeutidae) as Host of *Diadegma armillata* (Hymenoptera: Ichneumonidae) *Environ, Entomol*, 26 (4): 933-938.
- Giray, H., 1969. Dursunbey İlçesi Çevresinde Bulunan Önemli Elma Zararlıları, Tanınmaları, Yayılışları, Konukçuları, kısa biyolojileri ve Zarar Şekilleri Üzerinde İlk Araştırmalar. E. Ü. Zir. Fak. Yayın No: (160): 49.

- Gottwald, R., Freier, B., Karg, W., 1986. Fundamentals of Integrated Plant Protection Against Animal Pest in High Intensity Apple Growing In The German Democratic Republic. *Nochrichtenblatt Fur Den Pflanzenschutz In Der DDR*, 40,(1):10-15.
- Gürses, A., Atalay, M., Tüzün, Ş., 1985. Marmara Bölgesi Elma Zararlılarına Karşı Tüm (İntegre) Şavaş Olanakları Üzerinde Araştırmalar. Proje No: A107, 105 Yıllık Çalışma Programları (1974-1984), Böl. Zir. Müc. Ar. Enst., İstanbul.
- İren, Z., Ahmed, M. K., 1973. Türkiye'nin Mikrolepidopterleri ve Meyve Zararlıları Bitki Koruma Bülteni, Ek Yayın (1): 69.
- Jaques, R. P., Hardman, J. M., Laing J. E., Smith R. F., Bent, E., 1994. Orchard trials in Canada on control of *Cydia pomonella* (Lep.:Tortricidae) by granulosis virus. *Entomophaga* (39):281-292.
- Junnikala, E., 1960. Life History and Insect Enemies of *Yponomeuta malinellus* Zell. (Lepidoptera: hyponomeutidae) in Finland. *Ann. Zool. Soc. Vanama*(21): 3-44.
- Kıroğlu, H., Aykaç, M. K., Çamlidere, R., Ergünden, T. M., Çevik T., and Kılıç, M., 1984. Karadeniz Elma Bahçelerinde Tüm Savaş Olanakları Üzerinde Araştırmalar. Proje No: A-108.006, Yıllık Çalışma Raporları (1972-1983), Böl. Zir. Müc. Ar. Enst. Samsun.
- Kuhlmann, U., Babendreier, D., Hoffmeister, T. S., Mills, N. J., 1998. Impact and Oviposition Behaviour of *Ageniaspis fuscicollis* (Hymenoptera: Encyrtidae), a Polyembryonic Parasitoid of The Apple Ermine Moth, of *Yponomeuta malinellus* (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Bull. Entomol. Res.*(88): 617-625.
- Lipa, J. J., Wiland, E., 1972: Bacteria isolated from cutworms and their infectivity to *Agrotis* sp., *Acta Microbiologica Polonica*, B (4):127-140.
- Lipa, J. J., 1975. An outline of Insect Pathology. Published for the U. S. Department of Agriculture and the National Science Foundation, Washington D. C., by the Foreign Scientific, Technical and Economic Information Warsaw, Poland.
- Moar, W.J., Pusztai-Carey, M, Mack, TP., 1995. Toxicity of purified proteins and the HD-1 strain from *Bacillus thuringiensis* against Lesser Cornstalk Borer (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology* 88: 606-609.
- National Reserch Council, 1984. Subcommite on Insect-Pest, Insect-Pest Manegement and Control, Washington.
- Oğuz, C., Karaçayır, H. 2009. Türkiye'de Elma Üretimi, Tüketimi, Pazar Yapısı ve Dış Ticareti. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 2 (1):41-49.
- Özçatalbaş O., Turhanogulları, Z., Kutlar, İ, 2009. Dünya Elma Üretim Sektörünün Genel Durumu ve Gelişmeler, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 2 (1):139-144.
- Peter, G. 1984. *Plant Pests and Their Control*, Fenemore, London.
- Sezen, K., Demirbağ, Z., 1999. Bacteria Isolated from *Balaninus nucum* (Coleptera, Curculionidae) and Their Infectivity. *Appl. Entomol.* (34): 85-89.
- Silvia D., 2001. Behavioural Ecology of *Hyssopus pallidus*, a Larval Parasitoid of The Codling Moth *Cydia pomonella*. *Research Report Institute of Food Sciens, ETH WedJun*, (1319): 33-33.
- Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S., 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 26(2): 154-169.
- Tayabali, A. F., Seligy, V. L., 2000. Human cell exposure assays of *Bacillusthuringiensis* commercial insecticides: Production of *Bacillus cereus*-like cytolytic effects from outgrowth of spores. *Environmental Health Perspectives* (108):919-930
- Yaman, M., Sezen, K., Demirbağ, Z., 1999. Insecticidal effects of some biological agents on the larvae of *Balaninus nucum* (Coleoptera: Curculionidae) and *Euproctis chrysorrhoea* (Lepidoptera: Lymantriidae). *Pak. J. Bio. Sci.*, (2): 617-618. Yiğit, A. ve Uygun, N., 1982: Adana İlçel ve Kahramanmaraş İlleri Elma Bahçelerinde Zararlı ve Yararlı Faunanın Saptanması Üzerinde Çalışmalar. *Bit. Kor. Bült.*, 22 (4): 163-177.