BAZI ENTOMOPATOJEN BAKTERİ ve FUNGUSLARIN PATATES BÖCEĞİ (*Leptinotarsa decemlineata* Say)'NİN BİYOLOJİK MÜCADELESİNDE KULLANILMA POTANSİYELLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Gökhan ERARSLAN

Yüksek Lisans Tezi
Bitki Koruma Anabilim Dalı
Fitopatoloji Bilim Dalı
Prof. Dr. Recep KOTAN
2018
Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI ENTOMOPATOJEN BAKTERİ ve FUNGUSLARIN PATATES BÖCEĞİ (*Leptinotarsa decemlineata* Say)'NİN BİYOLOJİK MÜCADELESİNDE KULLANILMA POTANSİYELLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Gökhan ERARSLAN

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
Fitopatoloji Bilim Dalı

ERZURUM
2018

Her Hakkı Saklıdır

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAY FORMU

BAZI ENTOMOPATOJEN BAKTERİ ve FUNGUSLARIN PATATES BÖCEĞİ (*Leptinotarsa decemlineata* Say)' NİN BİYOLOJİK MÜCADELESİNDE KULLANILMA POTANSİYELLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Prof. Dr. Recep KOTAN danışmanlığında, Gökhan ERARSLAN tarafından hazırlanan bu çalışma 26/02/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı Fitopatoloji Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Recep KOTAN *İmza :*

Üye : Prof. Dr. Göksel TOZLU *İmza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. Serkan ÖRTÜCÜ *İmza :*

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu ..22../..03.../2018.. tarih ve ..12../..30..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: 2016-263

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI ENTOMOPATOJEN BAKTERİ ve FUNGUSLARIN PATATES BÖCEĞİ (*Leptinotarsa decemlineata* Say)'NİN BİYOLOJİK MÜCADELESİNDE KULLANILMA POTANSİYELLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Gökhan ERARSLAN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı
Fitopatoloji Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Recep KOTAN

Bu çalışmada; toplam yedi adet bakteri straini (*Bacillus cereus* FD-63, *Bacillus sphaericus* FD-49, *Bacillus subtilis* EK-7, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41, *Brevibacillus brevis* CP-1, *Pseudomonas chlororaphis* NEM-28 ve *Pseudomonas fluorescens* KŞN-1 straini) ve bir adet fungus izolatının (*Beauveria bassiana* ET-10 izolatı) patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say)'nin ergin ve birinci, ikinci, üçüncü dönem larvalarına karşı biyolojik mücadelede etkinliğini belirlemek için sera ve tarla koşullarında test edilmiştir. Her iki çalışmada da %30 steril Nutrient Broth besiyeri ve %70 sıvı taşıyıcı içeren bir karışım negatif kontrol olarak, kimyasal ilaç REDSUNNY (Lambda-Cyhalothrin) ise pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Sera denemelerinde bütün biyoajan bakterileri ve fungusun biyolojik kontrol etkinliği test edilmiştir. Daha sonra en etkili bulunan üç bakteri straini ise tarla şartlarında denenmiştir. Sera denemeleri 5 tekerrürlü, tarla denemeleri ise 4 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Sera denemelerinde elde edilen sonuçlara göre; *Bacillus thuringiensis* ve *Brevibacillus brevis* strainleri birinci dönem larvalarda sırası ile %10 ve %6 oranında ölüm meydana getirmişlerdir. İkinci dönem larvalarda; *P. fluorescens* KŞN-1 strainleri ve *B. bassiana* ET-10 izolatı %10 oranında ölüme sebep olmuşlardır. Ancak, onların hiçbirisi üçüncü dönem larvalarda etkili olmamıştır. Ergin böceklerde ise %80 ölüm oranı ile en etkili strain *P. fluorescens* KŞN-1 olmuştur. *P. chlororaphis* NEM-28, *B. bassiana* ET-10, *B. sphaericus* FD-49 ve *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 kodlu strainlerin etkinliği ise %10 olmuştur. Sera denemelerinde etkili oldukları belirlenen *B. brevis* CP-1, *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 and *P. fluorescens* KŞN-1 strainleri tarla denemelerinde test edilmek için seçilmiştir. Tarla koşullarında elde edilen sonuçlara göre; *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41, *B. brevis* CP-1 ve *P. fluorescens* KŞN-1 strainleri birinci dönem larvalarda sırası ile %41,33, %20 ve %11,33 oranında ölüme sebep olmuştur. Bu bakteri strainlerinin ikinci dönem larvalarındaki etkinlikleri sırası ile %20, %26,66 ve %4,66; üçüncü dönem larvalarındaki etkinlikleri ise %10, %24,66 ve %6,66 olarak belirlenmiştir. Ergin böceklerde *B. brevis* CP-1 strainlerinin etkili olmadığı, *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 ve *P. fluorescens* KŞN-1 strainlerinin ise sırası ile %30 ve %4 öldürücü etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41, *B. brevis* CP-1 ve *P. fluorescens* KŞN-1 strainlerinin patates böceği ile biyolojik mücadelede başarılı bir şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir.

2017, 90 sayfa

Anahtar Kelimeler: Biyolojik mücadele, PGPR, *Leptinotarsa decemlineata* Say., patates böceği

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION OF USABILITY POTENTIALS OF SOME ENTOMOPATHOGENIC BACTERIA AND FUNGI IN BIOLOGICAL OF POTATO BEETLE (*Leptinotarsa decemlineata* Say)

Gökhan ERARSLAN

Atatürk University
Natural Sciences Institute
Department of Plant Protection
Department of Phytopathology

Supervisor: Prof. Dr. Recep KOTAN

In this study; a total of seven bacterial strains (*Bacillus cereus* FD-63, *Bacillus sphaericus* FD-49, *Bacillus subtilis* EK-7, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41, *Brevibacillus brevis* CP-1, *Pseudomonas chlororaphis* NEM-28 and *Pseudomonas fluorescens* KŞN-1 strains) and one fungus isolate (*Beauveria bassiana* ET-10 isolate) were tested for determining of biological control activity against on mature potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) and on 1., 2. and 3. larvae stages in in greenhouse and field conditions. In both studies; it was used a mixture (including %30 sterile Nutrient Broth medium and %70 liquid carrier) as negative control and chemical insecticide REDSUNNY (Lambda-Cyhalothrin) as a positive control. In the greenhouse conditions, all of the bacteria and fungus were tested for effectiveness of biological control activity. After than, the most effective three bacterial strains were tested for in field conditions. Greenhouse experiments were carried out with 5 replications and field experiments with 4 replicates. According to the results of greenhouse experiments in the first period larval; *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 and *B. brevis* CP-1 strains caused 10% and 6% mortality, respectively. In the second larvae stage, both *P. fluorescens* KŞN-1 and *B. bassiana* ET-10 caused 10% mortality. However, none of them was effective in the third stage larvae. In mature insects, the most effective application was *P. fluorescens* KŞN-1 strain with the %80 percentage of death. The effectivenes of *P. chlororaphis* NEM-28, *B. bassiana* ET-10, *B. sphaericus* FD-49 and *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 stains were observed as %10. *B. brevis* CP-1, *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 and *P. fluorescens* KŞN-1 strains was determined as effective isolates in greenhouse conditions were selected for testing in field conditions. According to the results obtained from field conditions; *B. brevis* CP-1, *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 and *P. fluorescens* KŞN-1 strains caused death with the percentage of %20, %41,33, %11,33 in the first larvae stage, respectively. The effectivenes of these bacterial on the percentage of death had been %26,66, %20 and %4,66 in the second larvae stage; %24,66, %10 and %6,66 respectively. In addition, *B. brevis* CP-1 was not found to be effective in mature insects, in *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 and *P. fluorescens* KŞN-1 strains caused death with the percentage of %30 and %4, respectively. As a conclusion; we think that *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41, *B. brevis* CP-1 and *P. fluorescens* KŞN-1 strains can be used for successfully in biological coltrol of potato beetle.

2018, 90 sayfa

Keywords: Biological control, PGPR, *Leptinotarsa decemlineata* Say., potato

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasını özenle takip eden, fikirleri ve düşünceleri ile daima bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Recep KOTAN'a; özellikle çalışmamda elde ettiğim sonuçların analiz süresince yakın ilgi, yardım ve desteklerini esirgemeyen, fikirleri ve düşünceleri ile daima bana yol gösteren saygıdeğer hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Elif TOZLU'ya en içten teşekkürlerimi sunarım. Yine çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Fatih DADAŞOĞLU'na Sayın Arş. Görevlisi Nasibe TEKİNER'e ve değerli arkadaşım Ziraat Yüksek Mühendisi Sayın Esra ÇAMLICA'ya; BAP/2016-263 nolu proje kapsamında çalışmaya maddi olarak destek sağlayan Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP)'ne; yine özellikle tarla çalışmalarım esnasında bana çok yardımcı olan çok değerli kardeşim Enes ERARSLAN'a; burada isimlerini sayamadığım, birlikte çalışmaktan büyük zevk duyduğum, aynı zamanda çok şey öğrendiğim değerli hocalarıma ve arkadaşlarıma; hayatımın her döneminde seçimlerimi yargılamadan bana maddi ve manevi destek olan sevgili annem Firdevs ERARSLAN'a ve sevgili babam Muhlis ERARSLAN'a gönülden teşekkür ederim.

Gökhan ERARSLAN
Ocak, 2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
ŞEKİLLER DİZİNİ vii
ÇİZELGELER DİZİNİ viii
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ÖZETLERİ 4
3. MATERYAL ve YÖNTEM 22
3.1. Materyal 22
3.1.1. Yararlanılan cihazlar 22
3.1.2. Çalışmada kullanılan besiyerleri ve çözeltilerin hazırlanışı 22
3.1.3. Araştırma yerinin temini 23
3.1.4. Sera çalışmalarında kullanılan potansiyel biyoajan bakteriler 23
3.1.5. Tarla çalışmalarında kullanılan potansiyel biyoajan bakteriler 24
3.1.6. Sera çalışmalarında kullanılan potansiyel biyoajan fungal izolat 25
3.1.7. Çalışmalarda kullanılan biyoajan bakteri strainlerinin muhafazası 25
3.1.8. Çalışmada kullanılan biyoajan fungal izolatların muhafazası 26
3.1.9. Sera ve tarla çalışmalarında kullanılan patates çeşidi 26
3.1.10. Sera ve tarla çalışmalarında test edilen böcekler 26
3.2. Yöntem 27
3.2.1. Bakteri formülasyonlarında kullanılan sıvı taşıyıcı 27
3.2.2. Saksı toprağının hazırlanması 28
3.2.3. Sera denemeleri 28
3.2.4. Tarla denemeleri 30
3.2.5. Sonuçlarının analiz edilmesi 31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 32
4.1. Sera Denemeleri Sonucu Elde Edilen Bulgular 32
4.1.1. Birinci dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi 32

4.1.2. İkinci dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi 37
4.1.3. Üçüncü dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi 42
4.1.4. Ergin böceklerde yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi 46
4.2. Tarla Denemeleri Sonucu Elde Edilen Bulgular 52
4.2.1. Birinci dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi 52
4.2.2. İkinci Dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi 58
4.2.3. Üçüncü dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi 65
4.2.4. Ergin böceklerde yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi 71
5. TARTIŞMA ve SONUÇ 77
KAYNAKLAR 82
ÖZGEÇMİŞ 91

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat derece
CLS	Canlı larva sayısı
cm	Santimetre
da	Dekar
dH_2O	Distile su
dk	Dakika
g	Gram
kg	Kilogram
L	Litre
MIS	Microbial İdentification System
ml	Mililitre
NA	Nutrient Agar
NB	Nutrient Broth
ÖLS	Ölü larva sayısı
PDA	Patato Dekstrose Agar
PGPR	Plant Growth Promoting Rhizobacter
sa	Saat
sdH_2O	Steril ve distil su
µg	Mikrogram

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan patates böceğinin biyolojik dönemleri 27
Şekil 3.2. Bitkiler için plastik kutu ve bez tülbentlerden oluşturulan kafesler 29
Şekil 3.3. Böceklerin sayılarak bitkiler üzerine bırakılması.....29
Şekil 3.4. Uygulamalara ait tarla denemelerinden genel bir görünüm 31
Şekil 4.1. 1. dönem larva CP-1 uygulaması.....36
Şekil 4.2. 1. dönem larva FDP-41 uygulaması 36
Şekil 4.3. 2. dönem larva ET-10 uygulaması.....41
Şekil 4.4. 2. dönem larva KŞN-1 uygulaması.....41
Şekil 4.5. Ergin Nem-28 uygulaması.....50
Şekil 4.6. Ergin KŞN-1 uygulaması.....50
Şekil 4.7. Ergin FDP-41 dönem uygulaması 51
Şekil 4.8. Ergin 11(FD-49) uygulaması.....51
Şekil 4.9. 1. dönem CP-1 uygulaması.....56
Şekil 4.10. 1. dönem FDP-41 uygulaması 56
Şekil 4.11. 1. dönem KŞN-1 uygulaması.....57
Şekil 4.12. 1. dönem larva Kontrol (+) uygulaması.....57
Şekil 4.13. 1. dönem larva Kontrol (-) NB+sıvı taşıyıcı uygulaması 58
Şekil 4.14. 2. dönem CP-1 uygulaması.....63
Şekil 4.15. 2. dönem larva KŞN-1 uygulaması.....63
Şekil 4.16. 2. dönem larva Kontrol (+) uygulaması.....64
Şekil 4.17. 2. dönem larva Kontrol (-) uygulaması.....64
Şekil 4.18. 3. dönem larva FDP-41 uygulaması 69
Şekil 4.19. 3. dönem larva KŞN-1 uygulaması.....69
Şekil 4.20. 3. dönem larva CP-1 uygulaması.....70
Şekil 4.21. 3. dönem larva Kontrol (+) uygulaması.....70
Şekil 4.22. 3. dönem larva Kontrol (-) uygulaması.....71
Şekil 4.23. Ergin FDP-41 uygulaması 75
Şekil 4.24. Ergin KŞN-1 uygulaması.....75
Şekil 4.25. Ergin Kontrol (+) uygulaması.....76
Şekil 4.26. Ergin Kontrol (-) uygulaması 76

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Dünyada kullanılan bazı biyopestisitler ve ticari isimleri 10
Çizelge 3.1. Sera çalışmalarında kullanılan potansiyel biyoajan bakteri strainleri 24
Çizelge 3.2. Tarla çalışmalarında kullanılan potansiyel biyoajan strainler 25
Çizelge 3.3. Sera çalışmalarında kullanılan fungal izolat 25
Çizelge 4.1. Sera denemelerinde birinci dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları 35
Çizelge 4.2. Sera denemelerinde ikinci dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları 40
Çizelge 4.3. Sera denemelerinde üçüncü dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları 45
Çizelge 4.4. Sera denemelerinde ergin böceklerde yapılan uygulamaların sonuçları 49
Çizelge 4.5. Tarla denemelerinde birinci dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları 55
Çizelge 4.6. Tarla denemelerinde ikinci dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları 62
Çizelge 4.7. Tarla denemelerinde üçüncü dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları 68
Çizelge 4.8. Tarla denemelerinde ergin böceklerde yapılan uygulamaların sonuçları ... 74

1. GİRİŞ

Türkiye tarımı ve ekonomisinde önemli bir yere sahip olan patates, anavatanı Güney Amerika olan bir kültür bitkisidir (Alisdair vd 2001). Patates (*Solanum tuberosum* L.) ülkemize yaklaşık 150 yıl kadar önce Rusya ve Kafkaslar üzerinden Doğu bölgelerimize, bir asır kadar önce de Avrupa üzerinden Batı bölgelerimize girmiştir. Günümüzde, patates özellikle Doğu ve Orta Anadolu başta olmak üzere hemen hemen ülkemizin her tarafında yetiştirilmektedir (Anonim 2017a).

Patates üretiminin dünyada en çok yapıldığı ülkeler sırasıyla Çin, Rusya, Hindistan, Ukrayna, ABD ve Almanya olurken, hektara verimin en yüksek olduğu ülkeler sırasıyla ABD, Almanya, Türkiye, Hindistan, Polonya, Çin ve Rusya'dır. TÜİK 2016 verilerine göre ise; ülkemizde patates ekim alanı yaklaşık 1.448.572 dekar olup, toplam hasat edilen alan 1.447.056 da'dır. Toplam üretim miktarı 4.750.000 ton, ortalama verim ise 3.283 kg'dır (TÜİK 2016).

Her yıl dünya tarım ürünlerinin bir bölümü olumsuz çevresel koşullar, zararlılar hastalıklar ve patojen mikroorganizmalardan dolayı kaybedilmektedir. Bu oran az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde daha da fazla olmaktadır. Patates üretimine olumsuz etki yapan birçok hastalık ve zararlı olmakla birlikte en önemli zararlısı iç ve dış karantinaya dâhil olan Patates Böceği'dir (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Patates böceği, dünyanın patates üretimi yapılan bütün bölgelerinde hasara yol açan en önemli patates zararlısıdır. Kontrol edilmediği takdirde tarladaki tüm patates yapraklarını yiyerek çok büyük ölçüde ürün kaybına yol açmaktadır

Leptinotarsa decemlineata Say 1824'te Thomas Say tarafından Kuzey, Amerika'da yabani olarak yetişen Solanaceae familyasına bağlı bir bitki olan '*Solanum rostratum* Dunal' üzerinde bulunup tanılanmıştır (Atak 1973). Türkiye'de ise ilk kez 1963'te tespit edilmiş ve o zamandan beri ülkemizde patates üretimi yapılan tüm bölgelere yayılmıştır (Yabaş vd 1995).

Patates böceği ergini yaklaşık olarak 1 cm boyunda, sarımsı turuncu renkte ve sırtı bombelidir. Sertleşmiş üst kanatların üzerinde 5'er tane uzunlamasına siyah renkli bantlar mevcuttur. Yumurta 1mm boyunda, oval ve koyu sarı renklidir. Zararlı toplamda 4 larva dönemi geçirir. Olgun larva kambur duruşlu, baş kısmı koyu kahverengi olup, vücudu portakal sarısı veya turuncu renktedir. Olgun larvanın boyu yaklaşık 10-13. mm'dir. Larva gelişimini tamamlayınca, toprağın 1-14 cm derinliğinde pupa olur. Pupa turuncu renkte ve 1 cm boyundadır. Patates böceği kışı toprağın 1-30 cm derinliğinde ergin olarak geçirir. Erginler, bulundukları yerdeki hava sıcaklığı ve toprağın sıcaklığı 14-15 dereceye ulaştığında ortaya çıkarlar. Topraktan çıkan erginler konukçuları varsa hemen beslenmeye başlarlar. Besin yoksa besin aramak için başka yerlere uçarlar ve bulaşma bu sayede olur. Beslendikten kısa bir süre sonrada dişi böcekler yumurtlamaya başlar ve yumurtalarını genel olarak yaprakların alt yüzeyine kümeler halinde bırakırlar. Bir dişi böcek yaklaşık 500-3000 adet yumurta bırakır. Yumurtadan çıkan larvalar kümeler halinde önce yumurta kabuklarını yiyip, daha sonra yaprakların alt yüzeyindeki epidermis ile beslenirler. Larvalar 1. gömleği değiştirdikten sonra bitkinin heryerine dağılırlar. Patates böceği Marmara Bölgesi şartlarında 3-4, Orta Anadolu Bölgesi koşullarında 1-5 döl vermektedir (Anonim 2017e). Erzurum koşullarında ise yılda 3 döl vermektedir (Şahin 1997).

Polifag zararlı olan patates böceği, patates, patlıcan, domates, biber ve bazı yabancı otlar dâhil birçok kültür bitkisinde beslenmektedir (Hsiao 1978; Hare 1990). Ergin ve larvalar bitkilerin yeşil aksamında beslenmekte olup, en fazla zararı özellikle dördüncü dönem larvaları oluşturmaktadır. Zararlı larvaları yüksek populasyon yoğunluğuna ulaştığı zamanlarda, bitkilerin erken dönemlerinde yüksek oranda zarara neden olmaktadırlar. Herhangi bir mücadele yapılmaz ise zarar düzeyi %100'lere ulaşabilmektedir (Christie *et al.* 1991).

Dünyada ve Ülkemizde patates böceğine karşı çoğunlukla kimyasal mücadele yapılmaktadır. Çünkü kimyasallar tarımsal üretimde zararlılara karşı hem kolay uygulanmakta hem de hızlı etki göstermektedirler. Fakat uygulanan kimyasallar üründe kalıntı bırakmakta, insan sağlığına ve çevreye zarar vermektedir. Kullanılan

kimyasalların zararlı etkilerinden dolayı, alternatif mücadele yöntemlerinin kullanımının daha uygun olacağı düşünülmektedir (Uygun vd 2010). Bu anlamda akla gelen yaklaşımlardan birisi de mikrobiyal biyoajanların hastalık ve zararlı kontrolünde kullanılmasıdır.

Bir canlının diğer canlıya karşı kullanılması olarak bilinen biyolojik mücadele; ilk defa 1919'da ABD'de Smith tarafından kullanılmıştır. Biyolojik mücadele yöntemi ilk kez böcekler, akarlar ve yabancı otları kontrol etmek amacıyla kullanılmıştır (De Bach 1964; Huffaker and Messenger 1976; Clausen 1978; Waterhouse and Norris 1987; Cameron *et al.* 1989; Öncüer 1991; Julien 1992). Çok sayıda tanımı bulunan biyolojik mücadelenin en yaygın kullanılanı; doğal veya genetik yapısı değiştirilmiş mikroorganizmalar (biyolojik savaş elemanları; genellikle fungus ve bakteriler) ya da onların ürettikleri metabolitler kullanılarak patojen mikroorganizmaların ve zararlıların yok edilmesi veya populasyonlarının baskı altına alınmasını hedefleyen bir tarımsal mücadele yöntemi olarak yapılan tanımdır (Chet *et al.* 1993; Kotan 2002).

Bu çalışmada; toplam yedi adet bakteri straini (*Bacillus cereus* FD-63, *Bacillus sphaericus* FD-49, *Bacillus subtilis* EK-7, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41, *Brevibacillus brevis* CP-1, *Pseudomonas chlororaphis* NEM-28 ve *Pseudomonas fluorescens* KŞN-1 straini) ve bir adet fungus izolatı (*Beauveria bassiana* ET-10 izolatı) sera ve tarla şartlarında patates böceğinin ergin ve birinci, ikinci, üçüncü dönem larvalarına karşı biyolojik mücadelede kullanılabilirliği araştırılmıştır. Böylece patates böceğinin mücadelesinde kimyasallara alternatif olabilecek çevre ve insan sağlığına dost biyoajanların geliştirilmesi hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Patates tahıllardan sonra bitkisel kaynaklı beslenmede, en fazla tüketilen besin maddesidir. Ucuzluğu, birim alandan elde edilen verim fazlalığı, besin değerinin yüksek oluşu, sindiriminin kolaylığı, kullanım alanının fazlalığı ve iklim seçiciliğinin az oluşu bakımından, neredeyse bütün dünya ülkeleri tarafından üretilip-tüketilmektedir. Nişasta ve ispirto endüstrisinin ham maddesi olan patates, düşük oranda protein ve yüksek oranda nişasta içermesiyle birlikte, yemeklik ve sanayilik olmak üzere 2'ye ayrılır (Elçi vd 1994).

Geniş alanlarda ekimi yapılan patateste, hastalık ve zararlılar önemli verim kayıplarına neden olmaktadırlar. Bu hastalık etmenlerinin yanısıra birçok zararlı, çevresel koşullara bağlı olarak patateste ürün kayıplarına neden olabilmektedir. Dünya genelinde patates mildiyösü [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary], patates kanseri (*Synchytrium endobioticum* (Schilberszky) Percival), *Rhizoctonia solani* Kühn., *Fusarium* spp., gibi funguslar ile; bakteriyel solgunluk (*Pseudomonas solanacearum*), yumuşak çürüklük [*Erwinia caratovora* subsp. *caratovora* (Jones)] oluşturan bakteriler patateste önemli derecede ürün kayıplarına neden olan hastalık etmenleridir (Atak 1973; Anonim 2017b). Yaprak kıvırcıklığı Virüsü (PLRV), Patates Y Virüsü (PVY), Patates A virüsü (PVA), Patates M virüsü (PVM), Patates S. Virüsü (PVS) ve Patates X Virüsü (PVX) ise patateste zarara neden olan önemli virüslerdir (Gebhardt ve Valkonen 2001). Ayrıca patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae), patates güvesi (*Phthorimaea operculella* Zeller), tel kurdu (*Agriotes* spp.), bozkurt (*Agrotis* spp.), manas (*Polyphylla turkmenoglui* Petr., *P.fullo* L.), patates yaprakbiti (*Macrosiphum euphorbiae*), patateste zarara neden olan önemli zararlılardır. Bu zararlılardan en önemlisi ise patates böceğidir.

L. decemlineata zararlısına karşı mücadelede diğer etmenlerle mücadelede olduğu gibi kültürel önlemler önemli yer tutmaktadır. Bu zararlı ile kültürel mücadele kapsamında; patates hasadının tamamıyla yapılmasına özen gösterilmeli, patateste boğaz dolumu ve bakım işlemlerinin iyi yapılması gerekir. Patatesler hasat edildikten sonra tarlada

bırakılmamalı depolara taşınmalıdır. Patateslerin depolandığı pencereler kelebeklerin geçemeyeceği şekilde kafes tellerinin takılmasına, depoya bulaşık çuval ve malzemelerin konulmamasına, deponun temizliğine ve ilaçlanmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Patates böceği 10°C'nin altında gelişemediğinden, patateslerin bu sıcaklığın altında güvenle depolannası önerilmektedir. Patates böceği çok hareketli olmayıp ergin ve larvaları büyük oldukları için kolaylıkla görülebilmektedir. Bu nedenle küçük bahçelerde larva ve erginlerin toplanarak yok edilmesi, yumurta gruplarının ezilmesi etkili olabilmektedir (Anonim 2017b; Anonim 2017c).

Patates böceği ile entegre mücadele kapsamında; Rusya'da yapılan bir çalışma tuzak bitkilerden yararlanılabileceğini belirtmektedir (Dorozhkin vd 1975; Chausov 1976). Chausov (1976), erken dikilen patates bitkisi üzerinde patates böceğinin yoğun olarak toplandığını, bu amaçla patates alanının %1'ine tuzak patateslerin ana bitkilerden 2 hafta önce dikilmesi gerektiğini belirtmektedir. Toplanan erginler, yumurtlamadan önce ya da sayılan bitki başına 5-10'a ulaştığında imha edilmiş ve ana üründe sadece 1 ilaç uygulaması yeterli olmuştur. Bozhkov (1985), Bulgaristan'da yaptığı çalışmada ise; her 2 hektarlık patates sahası için 0.1 hektarlık bölümün tuzak olarak ayrılmasını, tuzak patateslerin normal zamanda, kalan patateslerin ise 10-15 gün sonra dikilmesini önermektedir.

Patateste *L. decemlineata* zararına dayanıklı patates çeşitlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar da yapılmıştır. Ülkemizde yapılan bir çalışmada; biyolojik testlemede transgenik Marfona ve Granola bitkileriyle beslenen patates böceği larvalarında %80-85 oranında ölüm görüldüğü saptanmıştır (Yüceer 2011).

Patateste *L. decemlineata'*nın kimyasal mücadelesi ise vejetatif aksam ve tohumluk ilaçlaması olarak uygulanır. Vejetatif aksam ilaçlaması: Patates böceği'nin kimyasal mücadelesinde bir eşik bulunmamakla birlikte; patates bitkisi böcek yoğunluğuna, bitkinin dönemine ve gelişimine bağlı olarak %20-40 oranında oluşabilecek ürün kaybını tolere edebilmektedir. Kimyasal mücadeleye karar verilirken, bu durum dikkate alınmalıdır. Bu durum dikkate alınarak 1. döle karşı ilaçlama yapılacaksa, bitkilerde ilk

olgun larvalar ya da 4. dönem larva görüldüğünde yapılmalıdır. 2. döle karşı ilaçlama yapılması durumunda, yumurta açılımının tamamlanması beklenmelidir. Tohumluk ilaçlamasında ise dikim öncesi yumrular ilacın etiketinde önerildiği şekilde ilaçlanır (Anonim 2017b).

Türkiye'de ve dünyada patates böceği zararına karşı kimyasal mücadele çalışmalarında uygulanan alan ve buna bağlı olarak kullanılan ilaç miktarı giderek artmaktadır. Devamlı ve yoğun insektisit kullanımı; çevre kirliliği, doğal dengenin bozulması ve direnç sorunu gibi önemli problemler doğurmaktadır. Patates böceği, patates bitkisinin yapraklarında neden olduğu %20 oranındaki zarar tolere edilebilmekte ve ürün miktarında azalma olmamaktadır (Ferro *et al.* 1983). Bu durum, patates böceği mücadelesinde biyolojik mücadele etmenlerinin yalnız veya entegre mücadele programlarında kullanabilme olanağını arttırmaktadır.

Patates böceği ile mücadelede ülkemizde ve dünyada birçok biyolojik mücadele çalışmaları yapılmıştır. Biyolojik mücadele çalışmaları kapsamında *L. decemlineata* zararlısına karşı; bu zararlının doğal düşmanlarının tespitine yönelik çalışmalar, bitkisel ekstrakt uygulamaları, mikrobiyal biyoajan bakteri ve fungus uygulamaları gibi çalışmalar yapılmıştır.

Bu bağlamda, patates böceğinin doğal düşmanlarının belirlenmesi ve etkinlikleri üzerine Ukrayna'da yapılan bir çalışmada zararlının 378 doğal düşmanının varlığı kanısına varılmıştır (Dyadecko 1973). Farklı kaynaklardan *Perillus bioculatus, Podicus maculiventris, Lebia grandis, Coleomegilla maculate, Phalangium opilio, Chrysoperla carnea, Chrysoperla rufilabris, Oplomus dichrous* ve *Coccinella septempunctata*'nın patates böceği'nin yumurta ve larvalarında predatör olduğu (Goldstein *et al.* 1993; Ferro 1994); *Myiopharus aberrans, Myiopharus australis, Myiopharus doryphorae* ve *Edovum puttleri* türlerinin ise patates böceğinin önemli parazitoitleri olduğu bilinmektedir (Lashomb *et al.* 1987; Goldstein *et al.* 1993; Ferro 1994).

*L. decemlineata'*nın doğal düşmanlarını belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada *Chrysoperla* sp.'nin zararlının biyolojik mücadelesinde kullanılabilme imkânı araştırılmıştır. Predatör larvalar 1. dönemden itibaren Erik unlu afidi (*Hyalopterus pruni* G.) ile veya patates böceği yumurtaları ile beslenmeye alınan ve besin olarak sadece patates böceği yumurtaları verilen larvaların ergin döneme ulaşamadan öldükleri görülmüştür. 1. larva döneminde yaprak biti, 2. ve 3. larva dönemlerinde patates böceğinin yumurtaları ile beslenen larvaların ise %60'ı ergin döneme ulaşabilmiştir. Yaprak biti ve patates böceği yumurtalarının beraber verildiği durumda larvaların yumurtaları tercih etmedikleri ve çok az sayıda yumurta tükettikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle '*chrysopid'* larvalarının patates böceğinin biyolojik mücadelesin de kullanımının uygun olmayacağı kanısına varılmıştır (Kedici vd 1998).

*L. decemlineata'*ya karşı biyolojik mücadele kapsamında bitkisel ekstraktlar kullanılarak zararlıya karşı etkinliğinin test edildiği çalışmalarda yapılmıştır.

Usanmaz (2013) tarafından yapılan bir çalışmada; *Satureja cilicica* P.H. Davis, *Satureja cuneifolia* Ten., *Satureja hortensis* L. *Satureja spicigera* (C. Koch) Boiss., *Satureja thymbra* L., ve *Satureja montana* L. bitkilerinden elde edilen uçucu yağ ve ekstrelerin patates böceğinin ergin ve larva dönemleri üzerindeki insektisidal etkileri araştırılmıştır. Test edilen yağlar ve ekstreler içerisinde *S. thymbra'*nın uçucu yağ ve ekstrelerinin tüm incelenen biyolojik dönemlerde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Bir başka çalışmada; 7 farklı bitki türünün (*Hedera helix* L., *Reseda lutea* L., *Humulus lupulus* L., *Sambucus nigra* L., *Chenopodium album* L., *Solanum nigrum* L. ve *Lolium temulentum* L.) methanol ekstraktları in vitro şartlarda patates böceğinin farklı gelişim dönemlerinde test edilmiştir. Tüm bitki ekstraktlarının ergin dönem ve 4. dönem larvalarda etkili olmadığı ancak diğer tüm dönemlerde farklı oranlarda ölüme neden olduğu tespit edilmiştir (Çam vd 2012).

Kara vd (2014), adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ekstraktlarının etkinliğini *L. decemlineata ile* mücadele amacıyla hem laboratuvar hem

de tarla şartlarında denemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre kontrol uygulamalarında patates böceğinde ölüm meydana gelmezken; imidakloprid uygulamasında %100 oranında ölüm olmuştur. Azadiraktin, *Bacillus thuringiensis*, adaçayı ve biberiye ekstrakt uygulamalarındaki patates böceği ölüm oranı tarla koşullarında sırasıyla %92.9, %85.9, %82.5 ve %85,9 ve laboratuvar şartlarında ise sırasıyla %97.5, %94.5, %88.5 ve %89.9 olmuştur.

Bir diğer çalışmada; 6 farklı bitki türünden (*Acanthus dioscoridis* L., *.Achillea millefolium* L., *Bifora radians* MBieb., *Heracleum platytaenium* Boiss, *Humulus lupulus* L., *Phlomoides tuberosa* Moench) elde edilen ekstraktların etkinliği *L. decemlineata'ya* karşı denenmiştir. En yüksek ölüm oranı %100 ile *H. platytaenium* bitki ekstraktının üçüncü dönem larvalarında görülmüş olup; bunu %96 ölüm oranı ile *H. lupulus* ekstraktı takip etmiştir. Doz ölüm denemeleri sonucunda üçüncü dönem larvalarda *H. platytaenium* için LD_{50} ve LD_{90} değerleri sırasıyla 0.206 µg/böcek ve 0.402 µg/böcek olarak hesaplanmıştır. Mide zehiri etkisi denemelerinde en yüksek aktivite %74 ölüm oranı ile üçüncü dönem larvalar için *H. platytaenium* ekstraktında saptanmıştır. Ovisidal uygulamalarında en yüksek etki %4'lük yumurta açılımı ile *H. platytaenium,* bunu %19 ile *A. millefolium* ekstraktı takip etmiştir. Yumurta bırakma uygulamalarında *H. platytaenium ve H. lupulus* ekstraktlarının kontrole göre farklı olduğu tespit edilmiştir. Uygulamaya dâhil edilen bitki ekstraktlarının larvalarda gelişmeyi etkilediği, bu etkilerin konsantrasyonla paralel arttığı sonucuna varılmıştır. 6 bitki esktraktının uzaklaştırıcı etkileri incelendiğinde tüm ekstraktların uzaklaştırıcı etkiye sahip olduğu belirlenmiş. Beslenmeyi engelleyici etki denemelerinde ise *H. lupulus, H. platytaenium* ve *A. millefolium* ekstraktlarının 10 g/l'lik konsantrasyonda en yüksek beslenmeyi engelleyici etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur (Alkan 2014).

Bitki hastalıkları, toprak patojenleri ve zararlılarla biyolojik mücadelede kullanılan, siderofor, antibiyotik ve hidrojen siyanid aktivitesi gibi mekanizmalarla patojen aktivitesini azaltan, patojenleri yok eden ve bitki dayanıklılığının artmasını sağlayan mikrobiyal inokulantlara biyopestisit denir. Tarımın sürekliliği açısından biyolojik kontrol gereklidir. Biyopestisitler direkt antagonizm kullanımı şeklinde, dolaylı ise

patojenlerin stres ortamında bırakılması, öldürücü maddelerin ortaya çıkmasının sağlanması ve patojenlerin bastırılması amacıyla kullanılmaktadır. Biyopestisitlerin çevre ve insan sağlığı üzerine çok az veya çoğunlukla hiçbir olumsuz etkisi yoktur. Besin zincirine zarar vermemekte ve gıdalar üzerinde toksik kalıntı bırakmamaktadırlar (Çakmakçı ve Erdoğan 2005). Böceklere karşı en yaygın kullanılan biyoinsektisit *Bacillus* cinsine ait olup; özellikle spor oluşturan *Bacillus popilliae*, *Bacillus thuringiensis* (Lambert and Peferoen 1992), ve *Bacillus sphaericus* gibi türleri halen birçok zararlının kontrolünde etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Falcon 1985). *B. thuringiensis* zararlı *Lepidopter* larvalarına karşı kullanılmakla beraber, son dönemlerde *Diptera* ve *Coleoptera* takımlarına ait bazı böceklere etkili olan ırkları da bulunmuştur. *B. thuringiensis* var. *israiliensis* sivrisinek ve karasineklere, *B. thuringiensis* var. *sphaericus* sivrisineklere, *B. thuringiensis* var. *tenebrionis* ve *B. thuringiensis* var. *sandiago* ırkları patates böceğinin larvalarına karşı da kullanılmaktadır (Lacey *et al.* 2001).

Biyopestistler doğal dengeyi koruyucu özelliğe sahip olup, zirai mücadele ilaçlarında olduğu gibi insan ve çevre üzerinde olumsuz etkileri yoktur. Bu nedenle problemleri geçici değil, kalıcı olarak çözer ve uzun vadede genel itibariyle daha ekonomiktir. Düşük maliyetlerle yüksek oranda koruma sağlar. Etkisi sadece hedeflenen zararlıya karşı olur. Konukçusunu arayıp bulma yeteneği vardır. Doğada çoğalıp yayılabilme özelliğine sahiptirler. Hedef zararlılarda dayanıklılık problemi yaratmazlar. Düşük konukçu populasyonlarında bile yaşamlarını sürdürebilirler (Öncüer 1991).

Dünya'da ve Türkiye'de biyopestisitlerle ilgili birçok çalışma mevcuttur. Günümüzde ticari preparatı yapılarak kullanılan bakteriyal biyoajanlar, bunların ticari formülasyonlarının isimleri ve etkili olduğu zararlı grubunu içeren bilgilerden bazıları aşağıdaki çizelgede verilmiştir:

Çizelge 2.1. Dünyada kullanılan bazı biyopestisitler ve ticari isimleri (Bora ve Özaktan 1998; Kotan ve Şahin 2009; Anonim 2017f).

Bakteriyel biyoajanlar	**Ticari adı**	**Kontrol ettiği zararlı / hastalık / patojen**
Agrobacterium radiobacter strain K-84 *Bacillus subtilis*	Galltrol-84, Norbac 84 C, No-Gall Quantum 4000 HB	*Agrobacterium tumefaciens Rhizoctonia solani* Çeşitli çökerten etmenleri
Bacillus subtilis strain GB03	System 3	Tohum patojenlerine
Bacillus subtilis	Rhizo-Plus, Serenade Rhizo-Plus Konz,	*Rhizoctonia solani, Fusarium spp. Alternaria spp. Sclerotinia spp., Verticillium spp., Streptomyces scabies*
Bacillus subtilis	HiStick *N/T*	*Rhizoctonia spp., Fusarium spp., Aspergillus spp.*
Bacillus subtilis	Subtilex (formerly Epic)	*Rhizoctonia solani, Fusarium spp. Aspergillus spp.*
Bacillus subtilis	Kodiak, Kodiak H.B, Kodiak A T	*Rhizoctonia solani, Fusarium spp., Aspergillus spp., Alternaria spp.*
*Bacillus subtilis strain*GB 03	Companion	*Rhizoctonia, Pythium, Fusarium ve Phytophthora spp.*
Bacillus thuringiensis	Bactospeine	*Plodia interpunctella*
Bacillus thuringiensis spp. Aizawai	Xentari	*Lepidoptera* larvaları
Bacillus thuringiensis ssp. tenebrionis, strain NB-176	Novodor	*Leptinotarsa decemlineata*
Bacillus thuringiensis ssp. İsraelensis	**BTI, Technical Powder Bioinsecticide**	Sivrisinek larvaları

Çizelge 2.1. (devam)

Burkholderia (Pseudomonas) cepacia	**Intercept**	*Rhizoctonia solani, Fusarium spp. Pythium spp.*
Burkholderia (*Pseudomonas*) *cepacia*	Deny (formerly Blue Circle, Precept)	*Rhizoctonia spp., Pythium spp., Fusarium spp.*
Pseudomonas syringae strain ESC-10	Bio-save 100, Bio-save 1000	*Botrytis cinerea, Penicillium spp., Mucor pyroformis, Geotrichum candidum*
Pseudomona syringae strain ESC-.11	Bio- save 110	*Botrytis cinerea, Penicillium spp., Mucor pyroformis, Geotrichum candidum*
Pseudomonas aureofaciens strain Tx-1	Spot-Less	*Antraknoz, Phythium aphanidermatum*
Pseudomonas chlororaphis	Cedomon	*Fusarium spp.*
Pseudomonas fluorescens	Dagger-G	*Pyhtium, Rhizoctonia solani, Fusarium*
Pseudomonas fluorescens	Concord, Conquer	*Pseudomonas tolaasii*
*Pseudomonas fluorescens strain*A506	BlightBan A506	*Erwinia amylovora*

Tarımda kimyasal pestisitlere alternatif olarak kullanılabilecek faydalı mikroorganizmalar içerisinde bakteriler ve funguslar önemli yere sahiptir. Yapılan araştırmalarda normal bir tarım toprağının santimetre küpünde ortalama 90 milyon bakteri, 4 milyon aktinomiset, 200 bin fungus, 30 bin alg, 5 bin protozoa ve 30 adet nematot olduğu belirtilmektedir (Mc Millan 2007). Bitkilerin kök rizosferi bölgelerinde bulunan bu bakterilere Bitki Gelişimini Teşvik Eden bakteriler (Plant Growth Promoting Bacteria=PGPB) denilmektedir. Bu bakteriler *Acinetobacter, Aereobacter, Agrobacterium, Alcaligenes, Artrobacter, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Beijerinckia, Burkholderia, Enterobacter, Erwinia, Flavobacterium, Micrococcus,*

Paenibacillus, Pseudomonas, Rhizobium, Rhodobacter, Rhodosprilum, Serratia ve *Xanthomonas* cinslerine aittir (Vessey 2003; Çakmakçı 2005; Çakmakçı vd 2014). PGPB bakterilerinin antibiyotik, enzim ve fungisit benzeri bileşikleri sentezleyerek ya da rekabet mekanizmalarıyla patojene karşı antagonistik etki gösterdiği de bilinmektedir (Dobbelaere *et al.* 2002; Dey *et al.* 2004).

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de son dönemlerde biyolojik mücadelede bakteri kullanımı ile ilgili çalışmaların sayısı her geçen gün artmakta olup (Bora 2002); zararlıların (Yaman vd 1999; Yaman ve Demirbağ 2000; Yaman vd 2000; Yaman vd 2002; Aksoy ve Mennan 2004; Aksoy vd 2008), bakteriyel hastalıkların (Kotan 1997; Kotan 1998; Aysan vd 1999; Aysan ve Çınar 2002; Kotan 2002a; Oldaç vd 2002; Özaktan ve Gezen 2002; Aysan vd 2003; Kotan *et al.* 2004; Kotan ve Sahin 2006; Özaktan ve Bora 2006; Özaktan vd 2009), fungal hastalıkların (Basım ve Katırcıoğlu 1990; Bora vd 1995; Kotan *et al.* 1999; Eşitken *et al.* 2002; Kotan vd 2002b; Soylu vd 2002; Bora vd 2004; Baysal *et al.* 2008; Kotan *et al.* 2009a; Yazıcı vd 2009; Yıldız vd 2009) ve virüs hastalıklarının (Aksoy ve Yilmaz 2008) kontrolüne yönelik pek çok biyolojik mücadele çalışması da yapılmıştır.

Son yıllarda biyokontrol ajanı olarak kullanılacak mikroorganizmaların, aynı zamanda bitki büyümesini teşvik edici özellikleri taşımasını öneren ve entomopatojenleri bu yönü ile de test eden araştırmalar yoğunlaşmıştır (Halos and Zorilla 1979; Guo *et al.* 1996; Guo *et al.* 2004). PGPB bitki patojenlerini inhibe ederek, havanın serbest azotunu toprağa bağlayarak, inorganik fosfat kaynaklarını çözerek bitki tarafından kullanılabilir PO_4 oluşumunu sağlayarak, büyüme hormonlarını sentezleyerek, çeşitli kompleks karbon kaynaklarını mineralize ederek vb. bitkiler üzerinde olumlu etkilerini gösterirler (Compant *et al.* 2005; Young *et al.* 2006). Bu bakterilerin biyogübre olarak kullanımı konusunda özellikle azot bağlayıcı, fosfatlı bileşikleri çözücü ve karbonlu bileşikleri parçalayıcı özellikte olanların daha çok tercih edildikleri görülmektedir.

Böceklere karşı en yaygın kullanılan biyoinsektisit *Bacillus* cinsine ait olup; özellikle spor oluşturan *B. popilliae, B. thuringiensis* (Lambert and Peferoen 1992), ve *B.*

sphaericus gibi türleri halen birçok zararlının kontrolünde etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Falcon 1985). Ekonomik değeri bulunan *B. thuringiensis*, birçok tarımsal ve orman zararlısı larvalara karşı toksik etki yapan, sporlanma yeteneği olan Gram (+) toprak bakterisidir (Azizoğlu vd 2012). *B. thuringiensis* zararlı olan Lepidopter larvalarına karşı kullanılmakla birlikte, son yıllarda ise, Diptera ve Coleoptera takımlarına ait bazı böceklere karşı etkili bulunan ırklarıda bulunmuştur. *B. thuringiensis* var. *israiliensis* sivrisinek ve karasineklere, *B. thuringiensis* var. *sphaericus* sivrisineklere, *B. thuringiensis* var. *tenebrionis* ve *B. thuringiensis* var *sandiago* ırkları ise patates böceği larvalarına karşı uygulanmaktadır (Lacey *et al.* 2001).

L. decemlineata ile mücadelede bakteriyel ajanların kullanımı ile ilgili dünyada ve ülkemizde birçok çalışma yapılmıştır.

Daha önceki yıllarda yapılan bazı çalışmalarda; bakteriyal strainlerdan *B. thungiensis* (Bucher 1981; Huger *et al.* 1986; Ferro 1994; Thiery and Frachon 1997; Turanlı ve Kısmalı 2002;); *Chromobacterium violaceum* ve *Photorhabdus luminescens* (Martin *et al.* 2004); *C. substage* (Martin *et al.* 2007); *Pseudomonas aeroginasa* ve *P. flourescens* (Sezen ve Demirbağ 2005) türlerinin de patates böceğinin larva ve erginleri üzerinde patojen oldukları ve biyokontrol ajan olarak kullanılabilme potansiyellerinin olduğu belirlenmiştir. Ancak, Türkiye'de şimdiye kadar organik ve sürdürülebilir tarım sistemlerinde patateste ekonomik kayıplara neden olan bu zararlıya karşı biyolojik mücadelede kullanılabilecek etkili bir ticari mikrobiyal insektisit ne yazık ki geliştirilememiştir.

Yapılan bir çalışmada *L. decemlineata*'ya daha etkili ve daha güvenilir bir kontrol ajanı bulabilmek için, patates böceğinden yeni bakteriyal bir strain (Ld 4) izole edilmiş ve zararlı larvaları üzerindeki insektisidal etki testleri yapılmıştır. Ld 4'ün insektisidal etkisi, *L. decemlineata*'dan izole edilen Ld 3 ile karşılaştırılmıştır. Morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal, API,20E ve API,50CH panel test sistemleri 16S rRNA gen dizi analizi sonuçlarına göre, bu yeni strain *Pseudomonas putida* olarak tanımlanmıştır.

Ld 4 straini 5 günlük süreçte patates böceği üzerinde %100'lük bir etki göstermiştir. Elde edilen sonuçlar Ld 4 strainlerinin *L. decemlineata*'nın biyolojik kontrolünde önemli bir biyolojik kontrol ajanı olabileceğini göstermiştir (Muratoğlu vd 2011).

Turanlı (2001) yaptığı çalışmada; *B. thuringiensis* var. *tenebrionis'i* (Novodor) *L. decemlineata*'nın farklı dönemlerdeki larvalarına uygulayarak sindirim sistemlerinde meydana gelen zararı gözlemlemiştir. Çalışmasını 25+2°C'de, 16:8 aydınlanma periyodu ve %60-70 orantıda nem ortamı sağlanmış iklim odalarında yürütmüştür. Kontrol larvalar ile biopreparatla uygulama yapılmış yapraklarla beslenen larvalar yumurtadan çıkıştan itibaren her 6 sa'lik periyotda fikse edilmiştir. Fikse edilen örneklerden alınan kontrol ve preparat uygulaması yapılmış, larvaların sindirim sistemi kesitleri karşılaştırma ve ölçümlerle değerlendirilmiştir. Sonuç olarak bakteri esaslı biyopreparatın zararlı türün VI kodlu larvalarının ortabarsak epitel hücrelerinde histopatolojik etkilere neden olduğu, bu etkilerin özellikle epitel hücrelerinin apikal kısmındaki mikrovillus tabakasının parçalanması sonucunda hücrelerin şişmeleri ve daha sonra da aşırı şişme sonucu patlayarak tüm içeriklerini barsak lümenine boşaltmaları şeklinde gözlenmiştir. Sindirim işlevini yitiren hücreler nedeniyle larvalarda beslenme durmuştur.

Turanlı vd (2006) yaptıkları çalışmada, Gram (+) bakteri *B. thuringiensis* var. *tenebrionis*'in protein formdaki kristal yapıda olan insektisit etkili δ-endotoksinin etki mekanizması incelemeye çalışmışlardır. Bu amaçla *L. decemlineata'*nın son dönem larvalarına bakteri uygulamışlardır. Uygulamadan sonra larvaların sindirim sistemlerinde oluşan etkileri orta barsak hücreleri üzerinde izlemişlerdir. Son dönem larvaları, B. *thuringiensis*'in ticari formülasyonu Novodor F.C ile tavsiye edilen dozda uygulanmış patates yaprakları ile beslenirken, diğer grup kontrol bireylerini elde etmek amacıyla saf su uygulanmış yapraklarla beslenmiş. Fiksasyonlar uygulamayı takip eden 2 sa'lik dönemde 2 sa'lik, sonraki 12 sa'lik dönemde ise 6 sa'lik periyotlar da yapılmıştır. Sonraki 24 sa'te ise fiksasyon süreleri 12 sa'e artırılmış. Fikse edilen örneklerden histolojik metotlarla hazırlanan preparatlardan gözlenen sonuçlara göre bakterinin etkisinin beslenmenin başlangıcını takip eden 2. sa sonunda oluşmaya

başladığını tespit etmişlerdir. 4. ve 6. sa'ler sonunda net olarak görülen etkinin, takip eden 8, 10 ile 12. sa'ler de giderek yaygınlaştığı ve artışını gözlemlemişlerdir. Özellikle beslenmenin başlangıcından 12 sa sonra ve takip eden saatler de ortabarsak hücrelerinde ve mikrovilar alandaki etkinin en üst düzeye ulaştığını tespit etmişlerdir.

Huger *et al.* (1986) ve Carroll *et al.* (1997) yaptıkları çalışmalarda; *L. decemlineata*'nın larvalarına karşı *B. thuringiensis* var. *tenebrionis* strainini denemişlerdir. Deneme sonucunun oldukça etkili olduğu kanısına varmışlardır. Bu nedenle bakterinin etki mekanizmasına olan ilgi ve çalışmalarda gündengüne artmıştır.

Carroll *et al.* (1997) *B. thuringiensis* var. *tenebrionis* tarafından sentezlenen Cry3A δ-endotoksin proteini, alkalin ve asit tampon çözeltilerinde çözündüğünü ancak nötr pH koşullarına döndüğünde çökeldiğini saptamışlardır. *L. decemlineata* böcek larvalarının orta bağırsak pH'sının ise nötr ila hafif asitli olup, Cry3A toksininin çözünmediği bir pH ortamı olduğu bilgisi ile Cry3A toksini ile larvalar üzerine uygulama yapmışlardır. Sonuç olarak; Cry3A toksininin, nötr pH koşullarında çözünebildiğini, böcek larvalarına karşı tam aktivite gösterdiğini ve *L. decemlineata* ortabarsak zarlarına spesifik bağlanma gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Korkmaz vd (2015) yaptıkları çalışmada; ülkemizin farklı coğrafi alanlarındaki topraklardan izole edilen 37 tane *Streptomycetes* suşunun 3 farklı solüsyonu (A. B, C), *L. decemlineata*'nın 1.– 4.dönem larva ve erginlerine karşı insektisit etkilerinin incelenmesi için kullanmışlardır. 37 tane suşun solüsyonları (A, B, .C), *L. decemlineata*'nın larvalarına (1. ve 4. dönem) ve erginlerine yiyecek (patates yaprağı) amacıyla verilmiştir. *L. decemlineata* larvalarında *Streptomycetes* suşlarının öldürücü etkisinin çok fazla olduğunu gözlemlemişlerdir. Araştırıcılar larvalarda, *Streptomycetes* suşlarından M 1483 ve M 1282'nin (C) solüsyonu %93.1; *Streptomycetes* suşlarından M 3024'ün (B) solüsyonu %96.6 ve *Streptomycetes* suşlarından M 4010'nun (A) solüsyonu %98.3 oranın da ölüm gözlemlemişlerdir. *L. decemlineata* erginlerinde ise *Streptomycetes* suşlarının öldürücü etkisinin fazla olmadığını saptamışlardır. Sadece

Streptomycetes suşlarından (B) solüsyonu M 7002'de ergin böceklerde %56.4 ölüm oranı gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Başka bir çalışmada araştırmacılar, bitki zararlılarına karşı güvenli, etkili ve alternatif biyolojik kontrol ajanları bulmak amacıyla topraktan 4 farklı türe ait bakteri izole etmiş ve bu bakterileri, Mikrobiyal Tanı Sistemi (MIS) ve Biyolog Mikro Levha (BIOLOG) kullanarak *B. pumilus, B. sphaericus, B. megaterium* ve *B. cereus* olarak tanılamışlardır. Bu strainlerin böcek öldürücü aktivitelerini belirlemek için *L.decemlineata* ergin ve larvaları üzerinde laboratuar şartlarında denemeler yapılmış ve sonuç olarak, *B. pumilus*'un ergin ve larvalarda sırasıyla %95.7 ve %26.7 oranında ölüme neden olduğunu ve *B. sphaericus*'un %74.5 ve %23.3'ünde ölüme neden olduğunu, *B. cereus* ve *B. megaterium* strainlerinin ise ergin ve larvalarda sırasıyla %51.1 ve %29.7 oranında ölüm meydana getirdiğini gözlemlemişlerdir. Bu çalışma, *L. decemlineata*'ya karşı yüksek insektisidal aktivite gösteren *Bacillus* cinsinden en az iki türk straini sunmaktadır (Ertürk vd 2008).

Ankara'nın Kazan ilçesinde yürütülen bir çalışmada *B. thuringiensis*'li preparatların (Novodor, M-ONE ve M-TRAK) patates böceği larvalarına karşı tarla şartlarında biyolojik etkilerini, ilaçlamaya başlama zamanını ve ilaçlama sıklığınının belirlenmesi hedeflenmiştir. Laboratuvar koşullarında patates böceğinin larva dönemlerine karşı yapılan denemede en yüksek etki 1. dönem larvalara ilaçlamadan 4 gün sonra Novodor'un 1.20 ml/l (%59.4) ve 0.60 ml/l (%53.1) dozlarından elde edilmiştir. Daha sonraki larva dönemlerin de etkinin düştüğü ve 4. dönem larvalarda etkinin olmadığı gözlemlenmiştir. 1991 yılı 8gün aralıklarla yapılan 'M-ONE ve M-TRAK' uygulamalarının etkisi, Novodor ve karşılaştırma ilacı Gusathion 20 EM'e göre düşük bulunmuştur. 1992 yılı 14-18 gün aralıktaki uygulamalar da Novodor, M- ONE ve M - TRAK'ın etkileri yeterli olmamıştır. 1991 ve 1993 yılları Novodor, 200 ve 500 ml/da dozlarında patates böceğinin larvalarına karşı yeterli etkiyi göstermediğini gözlemlemişlerdir (Kedici vd 1998).

Kühne *et al.* (2005), *B. thuringiensis* (Novodur Neu), neem yağı (Neemezal-T/S) ve *Pyrethrum* yağının tarla şartlarında patates böceğine etkisini denemiş ve yaptıkları çalışmalarda; *B. thuringiensis* ve neem yağının patates böceği larvalarının bitki üzerindeki beslenmesini azalttığını, *pyrethrum* yağının ise patates böceği üzerinde her hangi bir etkisinin olmadığını gözlemlemişlerdir.

Haffani *et al.* (2001) böcek öldürücü proteinleri kodlayan vahşi tipli cry3Aa3 ve cry3Ca1 *B. thuringiensis* genlerini saptamışlardır. Eriyebilir endotoksinlerin yüksek oranda saflaştırılmış preparatlarını, patates böceğinin üçüncü dönem larvaları ile karşılaştırmalı biyolojik tahliller yapmak için kullanılmışlardır. Yapılan çalışmalar sonunda, Cry3Ca1 (LD50) 320.1 ng'nin Cry3Aa3'e (LD50) 672.9 ng'dan 2 kat fazla toksik olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca, zehirlenmeden 6 gün sonraki gelişimlerini, hayatta kalma oranlarını ve taze yaprakları tüketmeleri gibi parametrelerini ölçerek bu toksinlerin sublethal dozlarının kronik etkilerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak önemli bir ölüm görülmemiş, ancak Cry3Ca1 ile beslenen hayatta kalan larvaların, Cry3Aa3 ile beslenen larvalardan daha yavaş bir oranda yeşillik tükettiklerini ve bunların sindirim epitellerinde daha fazla hasar oluşturduğunu gözlemlemişlerdir. Üçüncü dönem larvalarda cry3Ca1'in toksisitesinin ilk değerlendirilmesi ile cry3Ca1'in *L. decemlineata* kontrolü için yararlı olabileceği kanısına varmışlardır.

Yabaş vd. (1995), laboratuar şartlarında *L. decemlineata*'nın yumurta parazitoidi ‘’*Edovum puttleri* Grissel.’’ üzerinde çalışmışlardır. Sonuç olarak, parazitoitin in vitro şartlarda parazitleme oranını ortalama %41.6 olarak bulmuşlardır. İn vivo şartlarda yapılan çalışmada ise kötü çevre koşulları nedeniyle parazitlenme tespit etmemişler. Parazitoitin etkinliği çalışmasının yanısıra in vivo ve in vitro şartlarda zararlının larvalarına karşı *B. thuringiensis’*li preparatları denemişler ve M-.ONE (*B. thuringiensis* var. *sandiego*)'ın 500 ml/da MYX.-1806. (*B. thuringiensis* var. *sandiego*)'in 280 ml/da ve Novodor (*B. thuringiensis* var. *tenebrionis*)'un 200 ml/da dozlarını tesirli bulmuşlardır.

Yapılan bir başka çalışmada ise; geniş bir böcek öldürücü etkiye sahip, genetik olarak

tanılanmış *B. thuringiensis* suşu 3A-HBF tarafından üretilen Cry3Aa7 proteininin *L. decemlineata'*ya karşı toksik bir etki gösterdiği tespit edilmiştir. 3A-HBF'nin *L. decemlineata'*ya karşı %50 ölümcül konsantrasyonunun ise 1.15 µg/m olduğu belirtilmiştir (Ginxin *et al.* 2009).

Bitki zararlılarıyla mücadelede biyoajan fungusların önemi de oldukça büyüktür.

Entomopatojen funguslar, mikrobiyal mücadele etmeni olarak 100 yılı aşkın süredir kullanılmaktadır. Birçok böcek türü fungal hastalıklara karşı duyarlıdır ve entomopatojen funguslar zararlı böceklere karşı mikrobiyal mücadele etmeni olarak iyi bir potansiyel etkiye sahiptir (Roberts 1989). Günümüze kadar, en azından 90 cinse ait 700 entomopatojen fungus türü tanılanmış ve bunlardan *Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae, Isaria fumosorosea* (*Paecilomyces fumosoroseus*) ve *Verticillium lecanii* gibi bazı türler birçok ülkede pekçok zararlıya karşı mücadelede ticari olarak üretilip kullanılmaktadır (Rath 2000).

B. bassiana doğada geniş yayılım gösteren ve yaklaşık 70 kadar zararlı böceğe karşı kontrol potansiyeline sahip olan bir fungal izolattır. *B. bassiana* böceklere karşı konidiyal spreyler şeklinde uygulanmaktadır. *B. bassiana* çok sayıda zararlı böceğe karşı arazide ve laboratuar koşullarında kontrol ajanı olarak kullanılmıştır ve halen daha başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra *B. bassiana* hedef dışındaki organizmalarada zarar vermemektedir (Saenzde-Cabezon Irigaray *et al.* 2003).

Entomopatojen fungus *B. bassiana* ve *M. anisopliae* gibi fungusların genel olarak zararlı populasyonlara karşı toplu uygulanan biyolojik kontrol ajanı olarak geliştirildiği bilinmektedir. Bu fungusların uygulamalar esnasında biyotik çevre içerisinde çoğalacakları ve devamlı kalacakları beklentisi azdır. Dolayısıyla bu funguslarla ilgili yapılan çalışmaların temel ekolojilerinden ziyade biyopestisit olma yönleri ile ilgili olduğu belirtilmiştir. (Chandler 2005). *B. bassiana* böcekler de beyaz muskadin olarak adlandırılan bir hastalığa neden olur. Fungusun sporları böceklerin üst deri tabakası ile temasa geçtiğinde çimlenir ve direkt olarak üst derisinden konukçularının vücutlarının

içinde büyürler. Fungus toksin üreterek ve böceğin gıdalarını kurutarak vücudunda hızla çoğalır. Bundan dolayı, bakteriyel ve viral böcek patojenlerinin aksine, *Beauveria* ve diğer fungus patojenlerinin enfeksiyonu için yalnız temas yeterlidir (Ocak vd 2007).

Güven vd (2015), farklı konukçu ve bölgelerden izole edilen entomopatojen fungulardan *B. bassiana* (bals) vull. izolatlarının (BMAU.M-001, BMAUM-002, BMAUM- 003, BMAUM-004) laboratuar koşullarında patates böceğinin 3. dönem larvalarına ve erginleri üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışma sonucunda; *B. bassiana* izolatlarının her uygulama yönteminde de 3. dönem larvalar üzerinde etkili olduğunu, erginlerde ise BMAUM-001‟de 1 tane, BMAUM-.002‟de 1 ölüm ve BMAUM-.004‟de iki ölüm olduğunu gözlemlemişlerdir. Püskürtme, daldırma ve kalıntı metotlarında 3. dönem larvalardaki ölüm oranlarını sırayla BMAUM-001 izolatının %72,7, %64,5, %67,7; BMAUM-002 izolatının %83,6, %92,9, %90,8 ve BMAUM-003 izolatının ise %83,6, %59,7, %79,2 olarak belirlemişlerdir.

Entomopotojen fungus içeren ticari biopestisitlerden Priority® (*Paecilomyces fumosoroseus*), Nibortem® (*Verticillium lecanii*), Nostalgist® (*B. bassiana*), Bio-Magic® (*M. anisopliae*), Bio-Nematon® (*Paeciliomyces sp*.) ve bitkisel ekstakt Nimbedicine EC® (*Azadiractin*)'in ve patates böceğinden izole edilen entomopatojen funguslar patates böceği *L. decemlineata*'ya karşı etkileri püskürtme ve yaprak daldırma yöntemleri kullanılarak denenmiştir. Entomopatojen funguslar ve biyopestisitler 2. ve 3. dönem larvalarda 4. dönem larvalara ve erginlere göre daha etkili bulunmuştur. Bio-Magic®, Nibortem®, ve Nostalgist® 2. ve 3. dönem larvalarda sırasıyla %96.4, %92.9 ve %82.1 oranında ölüme sebep olmuştur. Aynı biyopestisitler erginlerde %20, %36.7 ve %33.3 oranında ölüme sebep olmuşlardır. Bütün yerel fungusların tüm larva denemelerinde %100 ölüme sebep olduklarını saptamışlardır. Bu funguslar ile yaptıkları ergin denemelerinde ise %58.6-86.2 oranlarında değişen ölümler gözlemlemişlerdir (Öztürk 2016).

*B. bassiana'*nın ARSEF 2991 ve ATCC 44860 izolatlarından hazırlanan solusyonlar ile yapılan bir çalışmada; bu solüsyonların etkinliği *L. decemlineata* ve *Coleomegilla*

macultata lengi larvalarına karşı denenmiş ve her iki solüsyonunda *L. decemlineata* larvaları için oldukça toksik olduğu gözlemlenmiştir. Ancak ARSEF 2991 solüsyonunun toksisite oranının, ATCC 44860 solüsyonunun toksisite oranından daha fazla olduğu belirlenmiştir (Todorova *et al.* 1994).

Groden ve Lackwood (1991) yaptıkları bir çalışmada; Rhode ve Michigan Adalarında patates tarlalarında *L. Decemlineata'*nın pupalarına karşı *B. bassiana'*nın etkinliği test etmişlerdir.. Sonuç olarak, patates böceği pupalarının ölüm oranı üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını ancak fungisitin artırılmasıyla LD50 değerlerinin artması yönünde önemli bir eğilim olduğunu ortaya koymuşlardır. Rhode Adası'ndaki denemelerde pupalar üzerindeki *B. bassiana*'nın spor ortamı, Michigan Adasında yapılan denemeler sonucunda pupalar üzerinde oluşan spor ortamından daha belirgin şekilde olduğunu ortaya koymuşlardır.

L. decemlineata'nın pupa evresinde ve ergin böceklerde entomojen fungus *B. bassiana*'nın (7.5 ve 75 g/m^2'de) konsantrasyonlardaki etkisi test edilmiş ve *B. bassiana*'nın her iki konsantrasyon uygulamasınında yetişkinlerde ölüm oranını arttırdığını, 75 g/m^2 konsantrasyon uygulamasının, 1. dönem larvaların ortaya çıkmasında belirgin bir düşüşe neden olduğu, 7.5 g / m^2'lik uygulamanın ise önemli bir etkiye sahip olmadığı gözlemlenmiştir (Cantwell *et al.* 1986).

Fargues *et al.* (1991) yaptıkları çalışmada*; B. bassiana* izolatının sekonder etkileri *L. decemlineata'*nın erginleri üzerinde test edilmiştir. 22°C'ye maruz bırakılan erginlerin üreme potansiyelinin azaldığı gözlenmiştir. Buna karşılık, 25°C'de hayatta kalanların yumurtlama oranları ise *B. bassiana* inokolüsyonundan etkilenmemiştir. Her iki sıcaklıkta da larva olarak mantar enfeksiyonundan sağ kalan dişiler tarafından bırakılan yumurtaların, kontrol böcekleri tarafından bırakılan yumurtalar kadar verimli olduğu ortaya çıkmıştır. *B. bassiana*'nın patates böceği üreme verimliliği üzerindeki ikincil etkilerinin sıcaklığa bağlı olduğu ve saha koşullarında yüksek sıcaklıklarda önemsiz hale gelebileceği sonucuna varılmıştır.

Watt and Lebrun (1984) toprağa *B. bassiana* uygulamasının patates böceğinin 1. ve 2. dönem pupalarına karşı sırasıyla %74 ve %77 oranında etkili olduğu ve pupadan ergin çıkışını azalttığını bildirmişlerdir.

Ulusoy (2016) yaptığı çalışmada; ülkemiz topraklarından rastgele seçilmiş 5 farklı *B. bassiana* suşu ve 1 adet standart suşun (Danimarka) 3 farklı konsantrasyonunu ($1x.10^5$, $1x\ 10^6$ ve $1x10^7$ konidiya/ml) bitki zararlıları *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera, *Tenebriodeae*) ve *L. decemlineata* larvaları üzerinde etkinliğini test etmek amacıyla uygulama yapmıştır. Bu çalışma sonucunda uygulanan 6 farklı fungus suşunun 3 farklı konsantrasyonu *G. mellonella, T. molitor* ve *L. decemlineata* üzerinde başarılı olmuştur. Her böcek türü üzerinde denenen fungus suşları farklı etki göstermiştir. LT_{50} ve LD_{50} değerlerine bakıldığında *L. decemlineata* için KVL 03129 suşunun daha etkili olduğu saptanmıştır. Farklı konsantrasyonlar da uygulanan *B. bassiana* suşlarının ortalama ölüm süreleri kıyaslandığında her suşun en yüksek dozunun en etkin olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılmış olan bu çalışmada da patates böceği ile biyolojik mücadelede *Brevibacillus brevis*, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstakii*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas chlororaphis*, *Bacillus sphaericus*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens* bakterileri ile *Beauveria bassiana* fungusu kullanılmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yararlanılan cihazlar

Çalışmalar sırasında kullanılılan cihazlar:

- Sterilizatör (Nüve, TÜRKİYE, F.N 500, SN 303–3051)
- Otoklav (Hırayama-JAPAN,HVE50, SN 030787253)
- İnkibatör (Nüve-TÜRKİYE, ES 500, SN 03–0591)
- Mikroskop (Olympus-JAPAN, B x 50, ODO 4368)
- Hematolojik çalkalayıcı (GERMANY. GEL.–3025, SN 10365703 F)
- Sterilkabin (LABCAIRE)
- Çalkalayıcı (Thermo shake, Gerhard, GERMANY, SN 4002319)
- Otomatik pipetler (Eppen dorf, GERMANY)
- Magnetik karıştırıcı (Nüve. TÜRKİYE, MK–418, SN 05–1083)
- Derin dondurucu (Nuaire, U. S. A,-86 UltralowFreezer, SN P07K–476316-PK)
- Hassas terazi (Scaltec, GERMANY, SPB42, SNSPB.42–90908239)
- Buzdolabı (Arçelik-TÜRKİYE, 8190NF)
- Safsu cihazı (Ateks-7x35, E.u)
- Mini karıştırıcı (I.K.A, U.S.A., M.51, SN 03017581)

3.1.2. Çalışmada kullanılan besiyerleri ve çözeltilerin hazırlanışı

Araştırma boyunca kullanılan besiyerlerinin ve çözeltilerin hazırlanışı ile ilgili bilgiler aşağıda mevcuttur.

Patato Dekstroz Agar (PDA): Hassas terazide 39g PDA(Difco) tartılarak 1L dH_2O'ya aktarılmış ve hazırlanmış besi yeri otoklav da 121°C'de 15dk steril edildikten sonra soğumaya bırakılmıştır. Besi yeri 45°C'ye kadar soğutulduktan sonra steril petrilere dökülüp, katılaşmaya bırakılmıştır (20 ml). Fungusların geliştirilmesi amacıyla kullanılmış, genel besiyerdir.

Nutrient Agar (NA): 23g NA(Difco) 1 L dH_2O içinde çözülecek pH 7,0'a ayarlanarak 121°C'de 15 dk steril edilecek ve 45°C'ye kadar soğutulduktan hemen sonra steril petrilere dökülüp katılaşmaya bırakılmıştır (Lelliot and Stead 1987). Bakterilerin geliştirilmesi amacıyla kullanılmış genel katı besiyeridir.

Nutrient Broth (NB): Hassas terazide 8g NB besi yeri tartılmış (Difco) 1LdH_2O'ya eklenip hazırlanan besi yeri otoklavda 121^oC'de 15dk steril edildikten sonra soğumaya bırakılmıştır (Lelliot and Stead 1987). Bakterilerin geliştirilmesi amacıyla kullanılmış, genel sıvı besiyeridir.

%70'lik Etil alkol: 70 ml etil alkol, sdH_2O ile 100ml'ye tamamlanarak solüsyon hazırlanmış ve hazırlanan çözeti -20^oC'de saklanmıştır. Dezenfektasyon amacı ile kullanılmıştır.

3.1.3. Araştırma yerinin temini

Bu araştırmanın ilk ayağı olan sera çalışmaları, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü araştırma serasında yapılmıştır. Tarla denemeleri ise çiftçi koşullarında yürütülmüş olup, Narman ilçesi Beyler Köyü'nde bulunan patates ekili bir tarla kullanılmıştır**.**

3.1.4. Sera çalışmalarında kullanılan potansiyel biyoajan bakteriler

Daha önce yürütülen çeşitli çalışmalarda izole edilen ve Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde mikroorganizma kültür kolleksiyonu'nda

muhafaza edilen ve klasik sistemler ve moleküler sistemlerden MIS (Mıcrobial Identification System) ve BIOLOG sistemi kullanılarak tanılanan Çizelge 3.1'deki bakteriler ve fungus kullanılmıştır (Kotan 1998; Kotan 2002a; Kotan vd 2002b; Karagöz 2009; Kotan *et al.* 2009b; Erman vd 2010).

Çizelge 3.1. Sera çalışmalarında kullanılan potansiyel biyoajan bakteri strainleri

İzolat No	MIS Tanı Sonucu	Bİ	Kaynak
CP-1	*Brevibacillus brevis*	0.65	Göktürk *et al.* 2018
FDP-41	*Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstakii*	0.57	Tozlu *et al.* (2011)
EK-7	*Bacillus subtilis*	0.65	Tozlu *et al.* (2017)
Nem-28	*Pseudomonas chlororaphis*	0.40	Göktürk *et al.* 2017
FD-49	*Bacillus sphaericus* GC subgroup D	0.71	Dadaşoğlu (2013)
FD-63	*Bacillus cereus* GC subgroup B	0,24	Dadaşoğlu (2013)
Koşnil 1	*Pseudomonas fluorescens* biotype C	0.59	Göktürk *et al.* 2017

Bİ: Benzerlik indeksi oranı

3.1.5. Tarla çalışmalarında kullanılan potansiyel biyoajan bakteriler

Elde edilen sera denemeleri sonuçları ile ilgili değerler JUMP istatistik programında varyans analizine (ANOVA) göre değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda en etkili olan uygulamalar arasından 3 uygulama seçilmiştir (Çizelge 3.2). Seçilen uygulamalar tarla çalışmalarında *L. decemlineata* kontrolünde kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Tarla çalışmalarında kullanılan potansiyel biyoajan strainler

İzolat No	MIS Tanı Sonucu	Bİ	Kaynak
CP-1	*Brevibacillus brevis*	0.65	Göktürk *et al.* 2018
FDP-41	*Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstakii*	0.57	Tozlu *et al.* (2011)
Koşnil 1	*Pseudomonas fluorescens* biotype C	0.59	Göktürk *et al.* 2017

Bİ: Benzerlik indeksi oranı

3.1.6. Sera çalışmalarında kullanılan potansiyel biyoajan fungal izolat

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nde mikroorganizma kültür kolleksiyonunda bulunan, daha önce başka patojenler üzerinde etkinliği test edilmiş ve moleküler analizi yapılmış olan potansiyel biyoajan fungus izolatı kullanılmıştır (Çizelge 3.3). Potansiyel biyoajan fungus PDA'da yaklaşık olarak bir hafta geliştirilmiş ve spor oluşturması sağlanmış, daha sonra spor oluşturan fungusun geliştiği PDA içeren petrilere steril su dökülerek cam pipetle fungus sporları toplanmış, oluşan süspansiyon behere alınmış ve daha sonra mikropipetle homojen olarak karıştırıldıktan sonra hemositometre ile $1x10^7$ ml spor konsantrasyonuna ayarlanmıştır.

Çizelge 3.3. Sera çalışmalarında kullanılan fungal izolat

İzolat No	ITS Tanı Sonucu	Bİ	Erişim Numarası*	Kaynak
ET 10	*Beauveria bassiana*	0.99	GB KY806126	Tozlu *et al.* (2017)

Bİ: Benzerlik indeksi oranı, *****GenBank

3.1.7. Çalışmalarda kullanılan biyoajan bakteri strainlerinin muhafazası

Her bir bakterinin Nutrient Agar (NA) besiyerinde geliştirilen 24 sa'lik saf kültüründen bir öze dolusu alınarak, içerisinde 500 µl %30'luk glycerol ve 500 µl LB Broth (1 L dH_2O'ya 10 g tryptone, 10 g NaCl ve 5 g yeast extract ilave edilerek hazırlanmıştır) bulunan eppendorf tüplere aktarılarak etiketlenmiş ve karıştırıcıda karıştırılarak daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere –80°C'de muhafaza edilmiştir.

3.1.8. Çalışmada kullanılan biyoajan fungal izolatların muhafazası

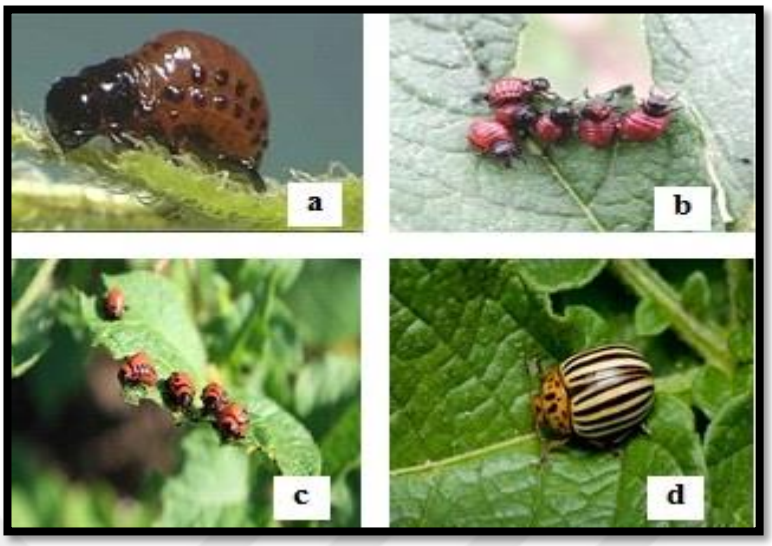
Patojen fungus kültürü PDA içeren test tüplerine aktarılarak ilerideki çalışmalarda kullanılmak üzere +4°C'de muhafaza edilmiştir.

3.1.9. Sera ve tarla çalışmalarında kullanılan patates çeşidi

Etkili biyoajanların test edildiği sera ve tarla çalışmalarında bölgede yaygın olarak ekimi yapılan Granola patates çeşidi kullanılmıştır.

3.1.10. Sera ve tarla çalışmalarında test edilen böcekler

Çalışmalarda, Patates böceğinin ergin ve üç larva (1., 2. ve 3.) dönemiyle çalışma yapılmıştır (Şekil 3.7). Zaralının dört larva dönemi olmasına rağmen; çalışmalara başlanmadan önce yapılan ön değerlendirmelerde, 4. Dönem larvaların dış müdahale anında hemen pupa dönemine geçiş yaptıkları tespit edilmiş olup mikroorganizma uygulamalarının etkililiğinin bu dönem larvalar üzerinde test edilmemesine karar verilmiştir. Sera çalışmaları için zararlı böcekler, Erzurum İli Narman ilçesi Beyler Köyü'nden toplanmıştır. Toplanan böceklerin larva ve erginleri 7,5 lt'lik 30x20 cm ebatlarındaki plastik saklama kutularının içerisinde kurutma kâğıdı ve taze patates yaprağı ile beslenerek 25±3°C'de %45±5 nem seviyesinde iklim odasında 24 sa süre ile muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan patates böceğinin biyolojik dönemleri (**a**: 1. Dönem larva, **b**: 2. Dönem larva, **c**: 3. Dönem larva, **d**: Ergin) (Anonim 2017d)

3.2. Yöntem

3.2.1. Bakteri formülasyonlarında kullanılan sıvı taşıyıcı

Bakteriyel biyoformülasyonlarda sıvı taşıyıcı olarak; Prof. Dr. Recep KOTAN tarafından geliştirilen ve Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan BM-MegaFlu (2013 tarih ve 5943 tescil nolu) isimli ticari karışım mikrobiyal gübre olarak tescillendirilen ürünün sıvı taşıyıcısı kullanılmıştır (Kotan 2014). Bu ürün için sıvı taşıyıcı oluşturulurken uzun süre yürütülen laboratuar çalışmaları sonucunda bazı organik maddeler, su ve koruyucu maddelerden oluşan bir sıvı taşıyıcı geliştirilmiş ve daha önce yapılan analizlerde pek çok bakteri için çok uygun bir sıvı taşıyıcı olduğu gözlenmiştir. Bu taşıyıcı formülasyonun içeriği; su, çeşitli organik maddeler (deniz yosunu, peynir altı suyu ve bitkisel özütler) ve içeriğindeki bakteri strainleri koruyucu ve homojenizasyonunu sağlayıcı çeşitli maddelerden (carboxy methyl cellülose, kalsiyum karbonat, glyserin, magnezyum sülfat) oluşmaktadır.

3.2.2. Saksı toprağının hazırlanması

Sera denemelerinde; organik maddece zengin toprak, torf ve kumdan eşit hacimlerde karıştırılarak elde edilen karışım bitki geliştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Bu karışımdan 2 litrelik plastik saksılara eşit miktarlarda doldurulmuştur.

3.2.3. Sera denemeleri

Sera koşullarında saksılara 30 gün önceden her saksıya 1 yumru olacak şekilde ekilen ve büyütülen patates bitkileri, plastik kutu ve bez tülbentlerden oluşturulan kafesler içine alınmıştır. Kafesler içindeki bitkilere kafes kapakları açılarak 12 saat önce Erzurum ili Narman ilçesi Beyler Köyü'ndeki patates ekilen alanlardan toplanan 1. dönem, 2. dönem, 3. dönem larvalar ve ergin böcekler (Şekil 3.2.) sayılarak (larvalardan 10 adet, ergin böceklerden ise 5'er adet) bitkiler üzerine bırakıldıktan sonra (Şekil 3.3.) bakteri süspansiyonları ve fungal süspansiyon püskürtülmüştür. Ergin böceklerde erkek ve dişi ayrımı yapılmamıştır. Her kafese, hazırlanan süspansiyonlardan eşit miktarda püskürtülmüştür (10 ml). Kontrollü şartlar altında düzenli olarak sulanan bitkiler 13 günlük süre boyunca izlenerek; 3. gün, 8. gün, 13. günlerde; 1., 2. ve 3. dönem canlı ve ölü larva, pupa ve canlı ve ölü ergin sayıları kaydedilmiştir. Çalışmada negatif kontrol olarak %30 oranında steril NB besiyeri ve %70 oranında sıvı taşıyıcı karışımı kullanılmıştır. Pozitif kontrol olarak ise patates böceği ile mücadelede yaygın olarak kullanılan bir kimyasal ilaç olan Redsunny EC (50 g/L Lambda-cyhalothrin) kullanılmıştır. Deneme her bir kombinasyon için 5 tekerrürlü olaracak şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Bitkiler için plastik kutu ve bez tülbentlerden oluşturulan kafesler (**a**: Böcekler bırakılmadan önce, **b**: Böcekler bırakıldıktan sonra)



Şekil 3.3. Böceklerin sayılarak bitkiler üzerine bırakılması (**a**: 3. dönem larva, **b**: Ergin böcek)

3.2.4. Tarla denemeleri

Deneme arazi koşullarında daha önce yapılan sürvey çalışmalarında yapılan gözlemlerde patates böceğinin en yoğun olduğu dönemde yürütülmüştür. Sera koşullarında elde edilen sonuçlara göre en yüksek etkiyi gösteren 3 bakteri strainleri (*B. brevis* CP-1, *P. fluorescens* KŞN-1 ve *B. thuringiensis* FDP-41) seçilerek tarla denemelerinde test edilmiştir. Bu çalışma bölgenin iklim koşullarının en uygun olduğu dönemde yürütülmüştür. Tarlada şansa bağlı olarak 20 patates ocağı belirlenmiştir. Daha sonra seçilen ocaklarda bulunan bitkilerdeki böcek sayıları 1. dönem larvalardan 15'er adet, 2. dönem larvalardan 15'er adet, 3. dönem larvalardan 15'er adet, ergin böceklerden ise 5'er adet olarak ayarlanmıştır. Daha sonra seçilen ocaklar üzerine ahşap çerçeve ve bez tülbentlerden oluşturulan kafesler yerleştirilerek kenarları toprakla iyice kapatılmıştır. Kafes kapakları açılarak önceden hazırlanan bakteri süspansiyonları püskürtülmüştür (Şekil 3.4.). Her kafese, hazırlanan süspansiyonlardan eşit miktarda püskürtülmüştür (10 ml). Sera denemelerinden farklı olarak tarla denemelerinde püskürtme işlemi 3. Gün sayımları yapıldıktan sonra da yapılmıştır. Düzenli olarak sulanan bitkiler günlük olarak kontrol edilip uygulamanın yapıldığı ilk günden itibaren 3. gün, 8. gün ve 13. gün ölü ergin, ölü larva ve pupa sayıları kaydedilmiştir. 13 günlük süre sonunda denemenin son değerlendirilmesi yapılarak ölü ergin, ölü larva ve pupa sayıları belirlenmiştir. Çalışmada negatif kontrol olarak %30 oranında steril NB besiyeri ve %70 oranında sıvı taşıyıcı karışımı kullanılmıştır. Pozitif kontrol olarak ise patates böceği ile mücadelede yaygın olarak kullanılan bir kimyasal ilaç olan Redsunny EC (50 g/L Lambda-cyhalothrin) kullanılmıştır. Deneme her bir kombinasyon için 4 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.4. Uygulamalara ait tarla denemelerinden genel bir görünüm

3.2.5. Sonuçlarının analiz edilmesi

Sera ve tarla denemelerinden elde edilen sonuçlar JUMP istatistik programında varyans analizine (ANOVA) göre değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Sera Denemeleri Sonucu Elde Edilen Bulgular

4.1.1. Birinci dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi

Sonuçlar Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Üçüncü gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda canlı larvalar gözlenmiş olup, bu uygulamalar pozitif kontrole göre istatistiki olarak önemli çıkmıştır. FDP-41 uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 9,2 olup, negatif kontrol ve pozitif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ancak, diğer mikroorganizma ve negatif kontrol uygulamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Üçüncü gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol ve FDP-41 uygulamaları hariç, diğer bütün uygulamalarda larvalarda ölüm gözlenmemiş olup, bu uygulamalardan pozitif kontrol uygulamasında en yüksek ölüm oranı gözlenmiştir. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 0,8 olup, bu farklılık negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Etkili bulunmayan diğer mikroorganizma uygulamalarından istatistiki olarak farklı çıktığı gibi, pozitif kontrol uygulaması ile de arasındaki fark önemli bulunmuştur.

Üçüncü gün pupa sayısı sonuçlarına göre; negatif kontrol uygulaması pozitif kontrol ve diğer uygulamalarda pupa gözlenmemiş olup, bu uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Sekizinci gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda canlı larvalar gözlenmiş olup, bu uygulamalardan CP-1 uygulamasında en yüksek canlı oranı gözlenmiştir. CP-1 uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 4,6 olup, diğer bütün mikroorganizma ve kontrol uygulamaları ile

arasındaki bu farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En düşük canlı larva sayısı ise Nem-28 uygulamasında görülmüş olup, bu uygulamadaki ortalama canlı larva sayısı 0,2 olarak çıkmıştır. Nem-28 uygulaması neredeyse bütün larvaları pupa olmaya zorlamıştır. Pozitif kontrol uygulaması ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Negatif kontrol uygulaması ve diğer mikroorganizma uygulamaları ile aralarındaki fark ise istatistiki olarak önemli çıkmıştır.

Sekizinci gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol, FDP-41 ve CP-1 uygulamaları hariç, diğer bütün uygulamalarda larvalarda ölüm gözlenmemiş olup, bu uygulamalardan pozitif kontrol uygulamasında en yüksek ölüm oranı gözlenmiştir. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,0 olup bu farklılık etkili bulunmayan diğer uygulamalar ile istatistiki olarak farklı çıkmıştır. Negatif kotrol uygulaması ile arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. CP-1 uygulaması ile de arasındaki fark önemli bulunmamıştır. CP-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 0,6 olup etkili bulunmayan diğer uygulamalardan istatistiki olarak farklı çıktığı gibi negatif kontrol uygulaması ile arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. FDP-41 uygulaması ile de aralarındaki fark önemli bulunmamıştır.

Sekizinci gün pupa sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda larvalarda pupa dönemine geçiş gözlenmiş olup, bu uygulamalardan Nem-28 uygulamasında en yüksek pupa oranı gözlenmiştir. Nem-28 uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 9,8 olup bu farklılık etkili bulunan diğer uygulamalardan istatistiki olarak önemli bulunduğu gibi pozitif kontrol uygulaması ile de arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en düşük pupa sayısı CP-1 uygulamasında görülmüştür. CP-1 uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 4,8 olup bu farklılık diğer bütün mikroorganizma uygulamalarından ve pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamasından istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Onüçüncü gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; negatif kontrol uygulaması pozitif kontrol ve diğer uygulamalarda canlı larva gözlenmemiş olup, bu uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Onüçüncü gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol, FDP-41 ve CP-1 uygulamaları hariç, diğer bütün uygulamalarda larvalarda ölüm gözlenmemiş olup, bu uygulamalardan ilaç uygulamasında en yüksek ölüm oranı gözlenmiştir. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,0 olup, bu farklılık etkili bulunmayan diğer uygulamalardan istatistiki olarak farklı çıktığı gibi pozitif kontrol uygulaması ile arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca, FDP-41 ve CP-1 uygulaması arasındaki fark önemli bulunmamıştır. CP-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 0,6 olup, etkili bulunmayan diğer uygulamalardan istatistiki olarak farklı çıktığı gibi pozitif kontrol uygulaması ile arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

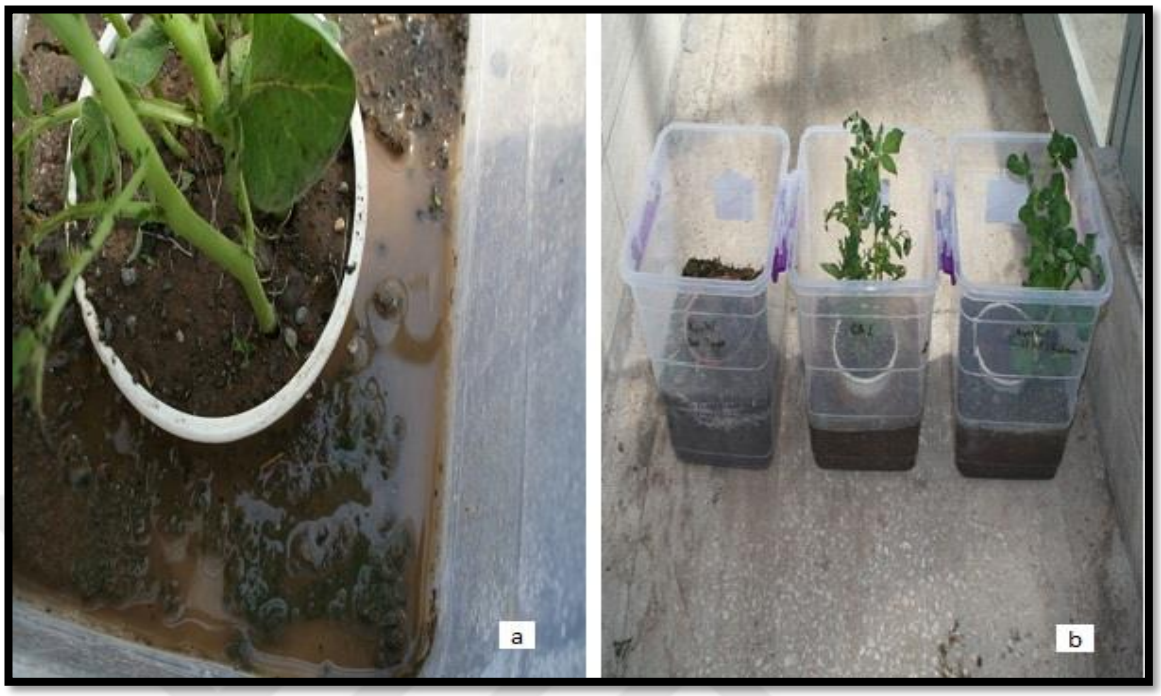
Onüçüncü gün pupa sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer uygulamalarda bütün larvalarda pupa dönemine geçiş gözlenmiş olup, bu uygulamalardan en az pupa sayısı FDP-41 uygulamasında görülmüştür. FDP-41 uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 9,0 olup diğer mikroorganizma uygulamaları, negatif kontrol ve pozitif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. CP-1 uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 9,4 olarak gözlenmiş olup, diğer mikroorganizma uygulamaları, negatif kontrol ve pozitif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

1. Dönem larva uygulamalarında ölüm oranı ve pupaya geçiş sürecinde ciddi bir etki görülmemiştir.

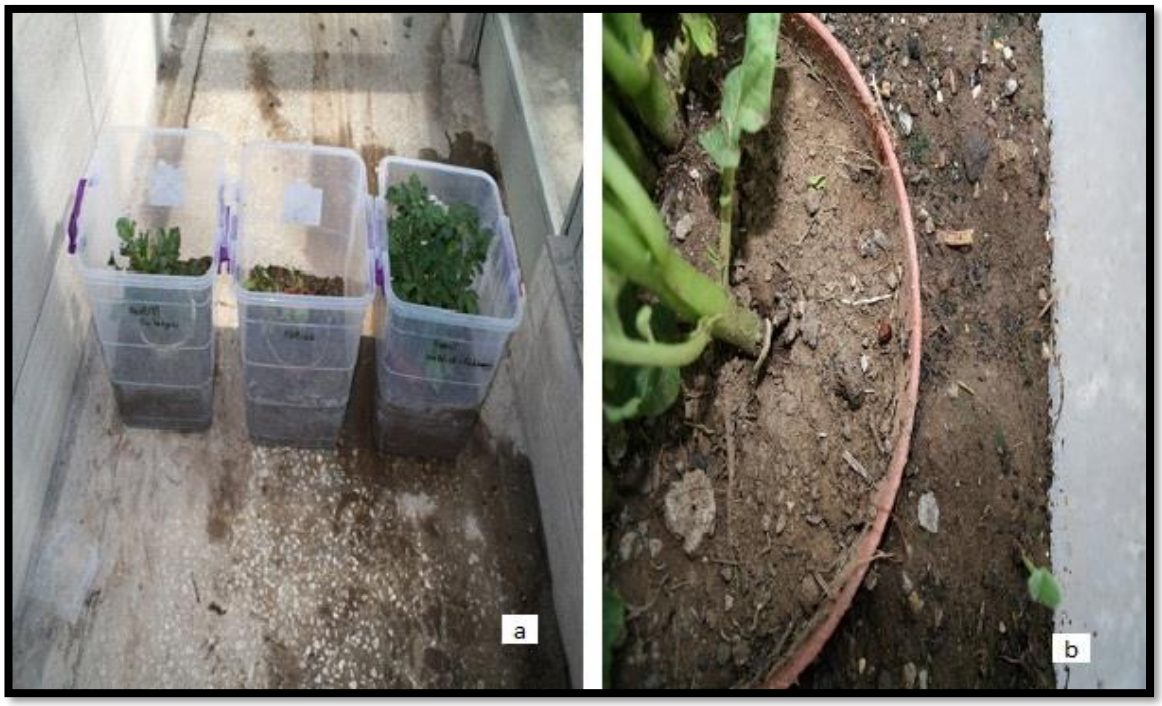
Çizelge 4.1. Sera denemelerinde birinci dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları

Uygulamalar	3. gün sayımları			8. gün sayımları			13. gün sayımları		
	CLS	ÖLS	PS	CLS	ÖLS	PS	CLS	ÖLS	PS
FD-63	10,0 A	0,0 C	0,0	2,8 B	0,0 D	7,2 D	0,0	0,0 D	10 A
CP-1	10,0 A	0,0 C	0,0	4,6 A	0,6 C	4,8 E	0,0	0,6 C	9,4 B
KŞN-1	10,0 A	0,0 C	0,0	1,8 CD	0,0 D	8,2 BC	0,0	0,0 D	10 A
Nem-28	10,0 A	0,0 C	0,0	0,2 E	0,0 D	9,8 A	0,0	0,0 D	10 A
ET-10	10,0 A	0,0 C	0,0	1,6 D	0,0 D	8,4 B	0,0	0,0 D	10 A
FD-49	10,0 A	0,0 C	0,0	1,4 D	0,0 D	8,6 B	0,0	0,0 D	10 A
EK-7	10,0 A	0,0 C	0,0	2,4 BC	0,0 D	7,6 CD	0,0	0,0 D	10 A
FDP-41	9,2 B	0,8 B	0,0	2,0 CD	1,0 B	7,0 D	0,0	1,0 B	9,0 C
KONTROL (-)	10,0 A	0,0 C	0,0	1,6 D	0,0 D	8,4 B	0,0	0,0 D	10 A
KONTROL (+)	0,0 C	10 A	0,0	0,0 E	10 A	0,0 F	0,0	10 A	0,0 D
CV	1,58	13,09	-	25,42	14,93	6,81	-	14,93	1,95
LSD	0,18	0,18	-	0,60	0,22	0,61	-	0,22	0,22

FD-63: *Bacillus cereus*, **CP-1:** *Brevibacillus brevis*, **KŞN-1:** *Pseudomonas fluorescens*, **Nem-28:** *Pseudomonas chlororaphis*, **ET-10:** *Beauveria bassiana*, **FD-49:** *Bacillus sphaericus*, **EK-7:** *Bacillus subtilis*, **FDP-41:** *Bacillus thuringiensis*, **KONTROL (+):**Redsunny, **KONTROL (-):** %30 NB-%70 taşıyıcı sıvı, **CLS:** Canlı larva sayısı, **ÖLS:** Ölü larva sayısı**, PS:** Pupa sayısı



Şekil 4.1. 1. dönem larva CP-1 uygulaması
(**a**: CP-1 ölü larva, **b**: mikroorganizma ve kontrol uygulamaları)



Şekil 4.2. 1. dönem larva FDP-41 uygulaması
(a: Mikroorganizma ve kontrol uygulamaları, b: FDP-41 ölü larva)

4.1.2. İkinci dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi

Sonuçlar Çizelge 4.2'de verilmiştir. Üçüncü gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; bütün uygulamalarda canlı larvalar gözlenmiş olup, bu uygulamalardan FDP-41 uygulamasında en yüksek canlı oranı gözlenmiştir. FDP-41 uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 7,0 olup, bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En düşük canlı larva oranı pozitif kontrol uygulamasında görülmüştür. Pozitif kontrol uygulamasında ortalama canlı larva sayısı 1,0 olup, bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve negatif kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mikroorganizma uygulamalarına baktığımızda genel olarak larvaları pupa olmaya zorladıkları gözlemlenmiştir. Özellikle ortalama canlı larva sayısı bakımından negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli çıkan, EK-7, CP-1, KŞN-1 ve FD-63 uygulamalarının bu yönüyle dikkat çektiği görülmüştür.

Üçüncü gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol, KŞN-1 ve ET-10 uygulamalarında larvalarda ölüm gözlenmiş olup, bu uygulamalardan pozitif kontrol uygulamasında en yüksek ölüm oranı gözlenmiştir. ET-10 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 0,8 olup, bu farklılık etkili bulunmayan diğer mikroorganizma uygulamalarından istatistiki olarak farklı çıktığı gibi negatif kontrol uygulaması ile arasındaki farklılıkta istatistiki olarak önemli bulunmuştur. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 0,4 olup, bu farklılık etkili bulunmayan diğer mikroorganizma uygulamalarından istatistiki olarak farklı çıktığı gibi negatif kontrol uygulaması ile arasındaki farklılıkta istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Üçüncü gün pupa sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda larvalarda pupa dönemine geçiş gözlenmiş olup, bu uygulamalardan CP-1 ve EK 7 uygulamasında en yüksek pupa oranı gözlenmiştir. Bu iki uygulamadaki ortalama pupa sayısı 8,0 olup, ilaç uygulaması ve negatif kontrol uygulaması ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mikroorganizma uygulamaları arasından ortalama pupa sayısı en düşük olan uygulama FDP-41 uygulamasıdır. FDP-41

uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 2,8 olup bu farklılık, pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamasından istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Sekizinci gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; negatif kontrol uygulaması pozitif kontrol ve diğer mikroorganizma uygulamalarında canlı larva gözlenmemiş olup, bu uygulamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Sekizinci gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol, KŞN-1 ve ET-10 uygulamaları hariç, diğer bütün uygulamalarda larvalarda ölüm gözlenmemiştir. Bu uygulamalardan ilaç uygulamasında en yüksek ölüm oranı gözlenmiştir. ET-10 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,0 olup, bu farklılık etkili bulunmayan diğer mikroorganizma uygulamalarından istatistiki olarak önemli çıktığı gibi pozitif kontrol uygulaması ve negatif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,0 olup, bu farklılık etkili bulunmayan diğer mikroorganizma uygulamalarından istatistiki olarak önemli çıktığı gibi kontrol pozitif uygulaması ve negatif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Sekizinci gün pupa sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer uygulamalarda bütün larvalarda pupa dönemine geçiş gözlenmiştir. Bu uygulamalardan KŞN-1 ve ET-10 uygulamalarındaki ortalama pupa sayısı 9,0 olup diğer mikroorganizma uygulamaları, negatif kontrol ve pozitif kontrol uygulamaları ile aralarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Onüçüncü gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda pupadan çıkmış canlı erginler gözlenmiş olup, CP-1 ve EK-7 uygulamasında en yüksek canlı oranı gözlenmiştir. Bu uygulamalardaki ortalama canlı larva sayısı 6,0 olup, bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mikroorganizma uygulamaları arasında pupadan çıkışın en az olduğu uygulama ET-10 uygulamasıdır. ET-10

uygulamasında pupadan çıkmış ortalama canlı ergin sayısı 2,6 olup, negatif kontrol uygulaması ile aralarındaki farklılık istatistiki olarak önemli çıkmıştır.

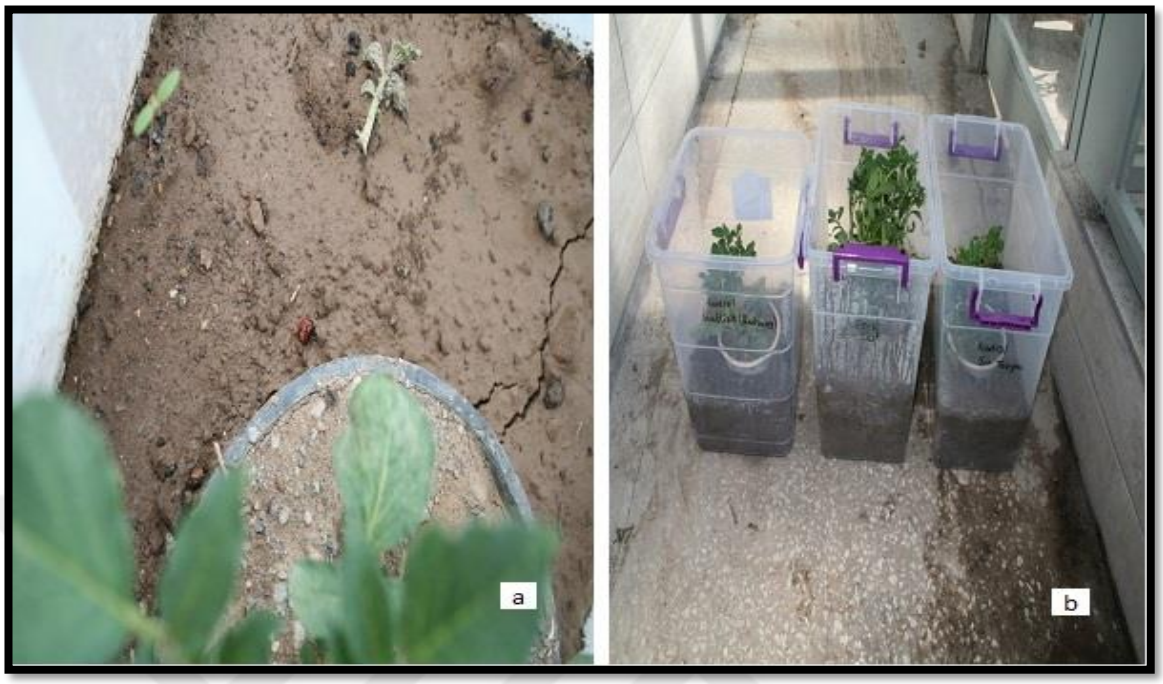
Onüçüncü gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol, KŞN-1 ve ET-10 uygulamalarında ölüm gözlenmiştir. Bu uygulamalardan ilaç uygulamasında en yüksek ölüm oranı gözlenmiştir. ET-10 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,0 olup, bu farklılık etkili bulunmayan diğer mikroorganizma uygulamalarından istatistiki olarak önemli çıktığı gibi pozitif kontrol uygulaması ve negatif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,0 olup, bu farklılık etkili bulunmayan diğer mikroorganizma uygulamalarından istatistiki olarak önemli çıktığı gibi pozitif kontrol uygulaması ve negatif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Onüçüncü gün pupa sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda 8. gün sayımlarında pupaya girmiş oldukları tespit edilen bütün larvalardan henüz pupadan çıkmamış olanlar tespit edilmiştir. Bu uygulamalardan FD-49 uygulamasında en yüksek pupa oranı gözlenmiştir. Bu uygulamadaki ortalama pupa sayısı 7,2 olup, bu farklılık 10(nem-28), ET-10 ve FDP-41 uygulamalarından hariç diğer bütün mikroorganizma uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulaması ile de aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Nem-28 uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 7,0 olup, bu farklılık FD-49, ET-10 ve FDP-41 uygulamaları hariç diğer bütün mikroorganizma uygulamalarından ve pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamasından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. ET-10 uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 6,4 olup bu farklılık FD-49, Nem-28 ve FDP-41 hariç diğer bütün mikroorganizma uygulamalarından ve pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamasından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. FDP-41 uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 6,8 olup bu farklılık 11 (FD49), Nem-28 ve ET-10 hariç diğer bütün mikroorganizma uygulamalarından ve pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamasından istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

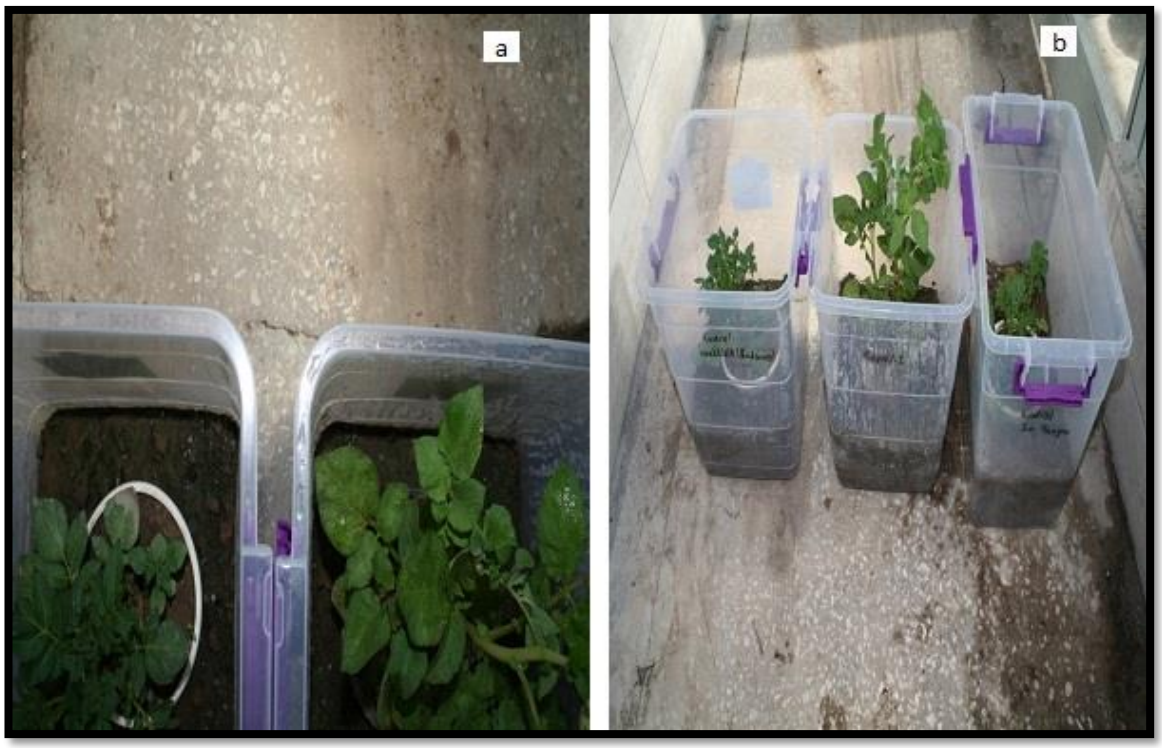
Çizelge 4.2. Sera denemelerinde ikinci dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları

Uygulamalar	3. gün sayımları						8. gün sayımları						13. gün sayımları					
	CLS		ÖLS		PS		CLS		ÖLS		PS		CLS		ÖLS		PS	
FD-63	2,6	DE	0,0	C	7,4	AB	0,0		0,0	C	10	A	4,4	BC	0,0	C	5,6	BC
CP-1	2,0	EF	0,0	C	8,0	A	0,0		0,0	C	10	A	6,0	A	0,0	C	4,0	D
KŞN-1	2,2	DEF	0,4	BC	7,4	AB	0,0		1,0	B	9,0	B	4,4	BC	1,0	B	4,6	CD
Nem-28	4,8	B	0,0	C	5,2	DE	0,0		0,0	C	10	A	3,0	D	0,0	C	7,0	A
ET-10	5,2	B	0,8	B	4,0	EF	0,0		1,0	B	9,0	B	2,6	D	1,0	B	6,4	AB
FD-49	4,6	BC	0,0	C	5,4	CD	0,0		0,0	C	10	A	2,8	D	0,0	C	7,2	A
EK-7	2,0	EF	0,0	C	8,0	A	0,0		0,0	C	10	A	6,0	A	0,0	C	4,0	D
FDP-41	7,0	A	0,0	C	3,0	F	0,0		0,0	C	10	A	3,2	CD	0,0	C	6,8	AB
KONTROL (-)	3,4	CD	0,0	C	6,6	BC	0,0		0,0	C	10	A	5,0	AB	0,0	C	5,0	CD
KONTROL (+)	1,0	F	9,0	A	0,0	G	0,0		10	A	0,0	C	0,0	E	10	A	0,0	E
CV	29,56		46,05		18,48		-		18,63		3,59		27,20		18,63		20,56	
LSD	1,31		0,60		1,30		-		0,28		0,40		1,30		0,28		1,32	

FD-63: *Bacillus cereus*, **CP-1:** *Brevibacillus brevis*, **KŞN-1:** *Pseudomonas fluorescens*, **Nem-28:** *Pseudomonas chlororaphis*, **ET-10:** *Beauveria bassiana*, **FD-49:** *Bacillus sphaericus*, **EK-7:** *Bacillus subtilis*, **FDP-41:** *Bacillus thuringiensis*, **KONTROL (+):**Redsunny, **KONTROL (-):** %30 NB-%70 taşıyıcı sıvı, **CLS:** Canlı larva sayısı, **ÖLS:** Ölü larva sayısı**, PS:** Pupa sayısı



Şekil 4.3. 2. dönem larva ET-10 uygulaması
(a: ET-10 ölü larva, b: mikroorganizma ve kontrol uygulamaları)



Şekil 4.4. 2. dönem larva KŞN-1 uygulaması
(a: ölü larva, b: mikroorganizma ve kontrol uygulamaları)

4.1.3. Üçüncü dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi

Sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmiştir. Üçüncü gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; Nem-28, FD-49 ve FDP-41 uygulamaları hariç diğer bütün mikroorganizma ve kontrol uygulamalarında canlı larvalar gözlenmiş olup, bu uygulamalardan negatif kontrol uygulamasında en yüksek canlı oranı gözlenmiştir. Negatif kontrol uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 1,4 olup, bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Pozitif kontrol uygulaması da 1,0 ortalama canlı larva sayısına sahip olup bu farklılık diğer bütün mikroorganizma uygulamalarından ve negatif kontrol uygulamasından istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Ayrıca bütün mikroorganizma uygulamaları kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Üçüncü gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda larvalarda ölüm gözlenmemiştir. Pozitif kontrol uygulamasında en yüksek ölüm oranı gözlenmiş olup, mikroorganizma uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mikroorganizma uygulamaları kontrol negatif ile kıyaslandığında ise aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Üçüncü gün pupa sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda larvalarda pupa dönemine geçiş gözlenmiş olup, bu uygulamalardan Nem-28, FD-49 ve FDP-41 uygulamalarındaki ortalama pupa sayısı 10 olup diğer mikroorganizma uygulamaları ve negatif kontrol uygulamaları ile aralarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Pozitif kontrol uygulaması ile kıyaslandıklarında ise arlarındaki bu farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Sekizinci gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; negatif kontrol, pozitif kontrol ve diğer mikroorganizma uygulamalarında canlı larva gözlenmemiş olup, bu uygulamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Sekizinci gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; kontrol pozitif (ilaç) uygulamasında en yüksek ölüm oranı gözlenmiştir. Diğer uygulamalarda ölüm gözlenmemiştir. Mikroorganizma uygulamaları pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Sekizinci gün pupa sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda pupa gözlenmiştir. Mikroorganizma uygulamaları pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Onüçüncü gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol ve Nem-28 uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda canlı larvalar gözlenmiş olup, bu uygulamalardan negatif kontrol uygulamasında en yüksek canlı oranı gözlenmiştir. Bu uygulamadaki ortalama canlı larva sayısı 7,2 olup bu farklılık pozitif kontrol uygulamasından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca Nem-28 uygulaması hariç diğer mikroorganizma uygulamaları ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.Nem-28 uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 0,0 olup bu fark negetif kontrole göre istatistiki olarak önemli görülürken kontrol pozitife göre bu fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Onüçüncü gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda larvalarda ölüm gözlenmemiş olup, bu uygulamalardan ilaç uygulamasında en yüksek ölüm oranı gözlenmiştir. Mikroorganizma uygulamaları pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Onüçüncü gün pupa sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda pupa gözlenmiş olup, bu uygulamalardan Nem-28, uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 10,0 olup diğer mikroorganizma uygulamaları ve negatif kontrol uygulamaları ile aralarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Nem-28 hariç diğer mikroorganizma uygulamalarındaki ortalama canlı

sayılarını kontrol uygulamaları ile kıyaslayacak olursak; diğer mikroorganizmalar ile negatif kontrol arasındaki fark önemsiz bulunurken pozitif kontrol uygulaması ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Sera denemelerinde üçüncü dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları

Uygulamalar	3. gün sayımları			8. gün sayımları			13. gün sayımları		
	CLS	ÖLS	PS	CLS	ÖLS	PS	CLS	ÖLS	PS
FD-63	0,2 A	0,0 B	9,8 A	0,0	0,0	10,0	6,8 A	0,0	3,2 B
CP-1	1,0 A	0,0 B	9,0 A	0,0	0,0	10,0	6,8 A	0,0	3,2 B
KŞN-1	0,6 A	0,0 B	9,4 A	0,0	0,0	10,0	6,6 A	0,0	3,4 B
Nem-28	0,0 A	0,0 B	10,0 A	0,0	0,0	10,0	0,0 B	0,0	10,0 A
ET-10	0,6 A	0,0 B	9,4 A	0,0	0,0	10,0	6,8 A	0,0	3,2 B
FD-49	0,0 A	0,0 B	10,0 A	0,0	0,0	10,0	7,0 A	0,0	3,0 B
EK-7	0,8 A	0,0 B	9,2 A	0,0	0,0	10,0	6,6 A	0,0	3,4 B
FDP-41	0,0 A	0,0 B	10,0 A	0,0	0,0	10,0	7,0 A	0,0	3,0 B
KONTROL (-)	1,4 A	0,0 B	8,6 A	0,0	0,0	10,0	7,2 A	0,0	2,8 B
KONTROL (+)	1,0 A	9,0 A	0,0 B	0,0	10,0	0,0	0,0 B	10,0	0,0 C
CV	1,24	43,03	14,33	-	NS	NS	32,20	NS	50,13
LSD	0,89	0,49	1,73	-	NS	NS	2,26	NS	2,26

FD-63: *Bacillus cereus*, **CP-1:** *Brevibacillus brevis*, **KŞN-1:** *Pseudomonas fluorescens*, **Nem-28:** *Pseudomonas chlororaphis*, **ET-10:** *Beauveria bassiana*, **FD-49:** *Bacillus sphaericus*, **EK-7:** *Bacillus subtilis*, **FDP-41:** *Bacillus thuringiensis*, **KONTROL (+):**Redsunny, **KONTROL (-):** %30 NB-%70 taşıyıcı sıvı, **CLS:** Canlı larva sayısı, **ÖLS:** Ölü larva sayısı**, PS:** Pupa sayısı **NS**: No significant

4.1.4. Ergin böceklerde yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi

Sonuçlar Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Üçüncü gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç bütün uygulamalarda canlı larvalar gözlenmiş olup, bu uygulamalardan FD-63, CP-1, EK-7 ve negatif kontrol uygulamalarında en yüksek canlı oranı gözlenmiştir. Bu uygulamalardaki ortalama canlı larva sayısı 5,0 olup bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Pozitif kontrol uygulaması da 0,0 ortalama canlı larva sayısına sahip olup bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve negatif kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Üçüncü gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol, KŞN-1, ET-10, 10(nem-28), 11(FD-49) ve FDP-41 uygulamalarında ölüm gözlenmiştir, en yüksek ölüm oranı pozitif kontrol uygulamasında gözlenmiştir. ET-10 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 0,6 olup bu farklılık etkili bulunmayan diğer uygulamalardan istatistiki olarak önemli çıktığı gibi pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. KŞN-1 ve FDP-41 uygulamaları ile de aralarındaki fark önemli bulunmuştur. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,6 olup bu farklılık etkili bulunmayan diğer uygulamalardan istatistiki olarak önemli çıktığı gibi pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. ET-10, Nem-28, FD-49 ve FDP-41 uygulamaları ile de aralarındaki fark önemli bulunmuştur. Nem-28 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 0,6 olup, bu farklılık etkili bulunmayan diğer uygulamalardan istatistiki olarak önemli çıktığı gibi pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. KŞN-1 ve FDP-41 uygulamaları ile de aralarındaki fark önemli bulunmuştur. FD-49 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 0,4 olup bu farklılık etkili bulunmayan diğer uygulamalardan istatistiki olarak önemli çıktığı gibi pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. KŞN-1 ve FDP-41 uygulamaları ile de aralarındaki fark önemli bulunmuştur. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 0,8 olup bu farklılık etkili bulunmayan diğer uygulamalardan istatistiki olarak

önemli çıktığı gibi pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. ET-10, Nem-28, FD-49, KŞN-1 ve FDP-41 uygulamaları ile de aralarındaki fark önemli bulunmuştur.

Sekizinci gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç bütün uygulamalarda canlı larvalar gözlenmiş olup, bu uygulamalardan FD-63, CP-1, EK-7 ve negatif kontrol uygulamalarında en yüksek canlı oranı gözlenmiştir. Bu uygulamalardaki ortalama canlı larva sayısı 5,0 olup bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Pozitif kontrol uygulaması da 0,0 ortalama canlı larva sayısına sahip olup bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve negatif kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Sekizinci gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol, KŞN-1, ET-10, Nem-28, FD-49 ve FDP-41 uygulamalarında ölüm gözlenmiştir, en yüksek ölüm oranı pozitif kontrol uygulamasında gözlenmiştir. ET-10 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,0 olup bu farklılık pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 3,0 olup, bu farklılık pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Nem-28 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,0 olup, bu farklılık pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. FD-49 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,0 olup, bu farklılık pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,0 olup, bu farklılık pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Onüçüncü gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç bütün uygulamalarda canlı larvalar gözlenmiş olup, bu uygulamalardan FD-63, CP-1,

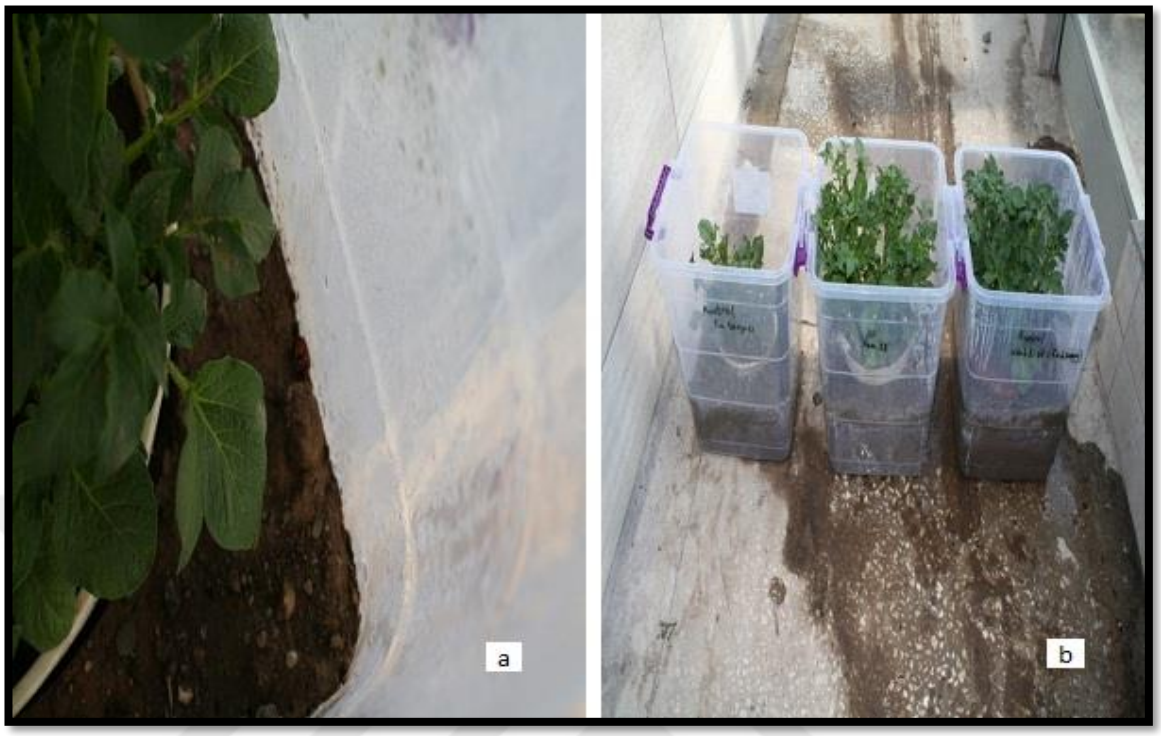
EK-7 ve negatif kontrol uygulamalarında en yüksek canlı oranı gözlenmiştir. Bu uygulamalardaki ortalama canlı larva sayısı 5,0 olup, bu farklılık pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Onüçüncü gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol, KŞN-1, ET-10, Nem-28, FD-49 ve FDP-41 uygulamalarında ölüm gözlenmiştir. En yüksek ölüm oranı pozitif kontrol uygulamasında gözlenmiştir. ET-10 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,0 olup, bu farklılık pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 4,0 olup, bu farklılık pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Nem-28 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,0 olup, bu farklılık pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. FD-49 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,0 olup, bu farklılık pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,0 olup, bu farklılık pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Sera denemelerinde ergin böceklerde yapılan uygulamaların sonuçları

Uygulamalar	3. gün sayımları			8. gün sayımları			13. gün sayımları		
	CES	ÖES	PS	CES	ÖES	PS	CES	ÖES	PS
FD-63	5,0 A	0,0 D	0,0	5,0 A	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0
CP-1	5,0 A	0,0 D	0,0	5,0 A	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0
KŞN-1	3,4 C	1,6 B	0,0	2,0 D	3,0	0,0	1,0	4,0	0,0
Nem-28	4,4 AB	0,6 CD	0,0	4,0 B	1,0	0,0	4,0	1,0	0,0
ET-10	4,4 AB	0,6 CD	0,0	4,0 B	1,0	0,0	4,0	1,0	0,0
FD-49	4,6 AB	0,4 CD	0,0	4,0 B	1,0	0,0	4,0	1,0	0,0
EK-7	5,0 A	0,0 D	0,0	5,0 A	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0
FDP-41	4,2 B	0,8 C	0,0	3,4 C	1,0	0,0	4,0	1,0	0,0
KONTROL (-)	5,0 A	0,0 D	0,0	5,0 A	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0
KONTROL (+)	0,0 D	5,0 A	0,0	0,0 E	5,0	0,0	0,0	5,0	0,0
CV	8,13	37,03	-	11,34	NS	-	NS	NS	-
LSD	0,42	0,42	-	0,54	NS	-	NS	NS	-

FD-63: *Bacillus cereus*, **CP-1:** *Brevibacillus brevis*, **KŞN-1:** *Pseudomonas fluorescens*, **Nem-28:** *Pseudomonas chlororaphis*, **ET-10:** *Beauveria bassiana*, **FD-49:** *Bacillus sphaericus*, **EK-7:** *Bacillus subtilis*, **FDP-41:** *Bacillus thuringiensis*, **KONTROL (+):**Redsunny, **KONTROL (-):** %30 NB-%70 taşıyıcı sıvı, **CES:** Canlı ergin sayısı, **ÖES:** Ölü ergin sayısı, **PS:** Pupa sayısı **NS**: No significant



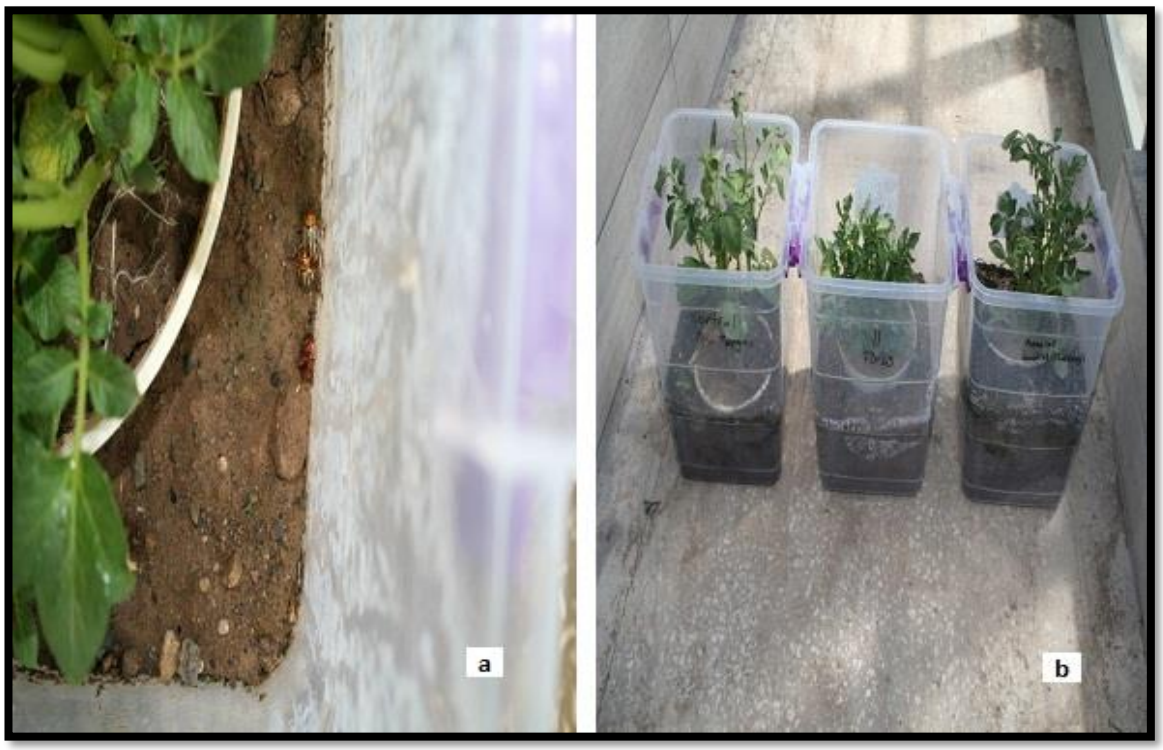
Şekil 4.5. Ergin Nem-28 uygulaması
(a: 10 (nem-28) ölü böcek, b: mikroorganizma ve kontrol uygulamaları)



Şekil 4.6. Ergin KŞN-1 uygulaması
(a: KŞN-1 ölü böcek, b: mikroorganizma ve kontrol uygulamaları)



Şekil 4.7. Ergin FDP-41 dönem uygulaması
(a: FDP-41 ölü böcek, b: mikroorganizma ve kontrol uygulamaları)



Şekil 4.8. Ergin 11(FD-49) uygulaması
(a: 11 (FD-49) ölü böcek, b: mikroorganizma ve kontrol uygulamaları)

4.2. Tarla Denemeleri Sonucu Elde Edilen Bulgular

4.2.1. Birinci dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi

Sonuçlar Çizelge 4.5.'de verilmiştir. Üçüncü gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda canlı larvalar gözlenmiş olup, en yüksek canlı oranı negatif kontrol uygulamasında görülmüştür. Mikroorganizma uygulamaları arasından en yüksek canlı larva oranı KŞN-1 uygulamasında görülmüştür. Bu uygulamadaki ortalama canlı larva sayısı 13,8 olup, negatif kontrol uygulaması ile aralarındaki fark önemsiz iken pozitif kontrol ve diğer mikroorganizma uygulamaları ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. CP-1 uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 12,3 olup negatif kontrol uygulaması, pozitif kontrol ve diğer mikroorganizma uygulamaları ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mikroorganizma uygulamaları arasında en düşük canlı larva oranı FDP-41 uygulamasında görülmüştür. FDP-41 uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 9,0 olup, negatif kontrol uygulaması, pozitif kontrol uygulaması ve diğer mikroorganizma uygulamaları ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Üçüncü gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; bütün uygulamalarda larvalarda ölüm gözlenmiş olup, bu uygulamalardan pozitif kontrol uygulamasında bütün larvalarda ölüm gözlenmiştir. Mikroorganizma uygulamaları arasında en yüksek ölüm oranına sahip uygulama FDP-41 uygulamasıdır. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 6,0 olup, bu farklılık negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli çıkmıştır. CP-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 2,7 olup bu fark, negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli çıkmıştır. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,2 olup bu farklılık negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

Üçüncü gün pupa sayısı sonuçlarına göre; negatif kontrol uygulaması pozitif kontrol ve diğer mikroorganizma uygulamalarında pupa gözlenmemiş olup, bu uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Sekizinci gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda canlı larvalar gözlenmiş olup, en yüksek canlı oranı negatif kontrol uygulamasında görülmüştür. Mikroorganizma uygulamaları arasından en yüksek canlı larva oranı KŞN-1 uygulamasında görülmüştür. Bu uygulamadaki ortalama canlı larva sayısı 13,3 olup, negatif kontrol uygulaması ile aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur. CP-1 uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 12,0 olup negatif kontrol uygulaması, pozitif kontrol ve diğer mikroorganizma uygulamaları ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mikroorganizma uygulamaları arasında en düşük canlı larva oranı FDP-41 uygulamasında görülmüştür. FDP-41 uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 9,0 olup, negatif kontrol uygulaması, pozitif kontrol uygulaması ve diğer mikroorganizma uygulamaları ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Sekizinci gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; bütün uygulamalarda larvalarda ölüm gözlenmiş olup, bu uygulamalardan pozitif kontrol uygulamasında bütün larvalarda ölüm gözlemiştir. Mikroorganizma uygulamaları arasında en yüksek ölüm oranına sahip uygulama FDP-41 uygulamasıdır. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 6,0 olup, bu farklılık negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli çıkmıştır. CP-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 3,0 olup, bu fark, negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli çıkmıştır. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,7 olup bu farklılık negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

Sekizinci gün pupa sayısı sonuçlarına göre; negatif kontrol uygulaması pozitif kontrol ve diğer mikroorganizma uygulamalarında pupa gözlenmemiş olup, bu uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Onüçüncü gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda canlı larvalar gözlenmiş olup, en yüksek canlı oranı CP-1 uygulamasında görülmüştür. Bu uygulamadaki ortalama canlı larva sayısı 7,0 olup negatif kontrol, pozitif kontrol ve diğer mikroorganizma uygulamaları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. FDP-41 uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 3,2 olup negatif kontrol uygulaması ile arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Mikroorganizma uygulamaları arasında en düşük canlı larva oranı KŞN-1 uygulamasında görülmüştür. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 1,7 olup, negatif kontrol uygulaması ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Onüçüncü gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; bütün uygulamalarda larvalarda ölüm gözlenmiş olup, bu uygulamalardan pozitif kontrol uygulamasında bütün larvalarda ölüm gözlenmiştir. Mikroorganizma uygulamaları arasında en yüksek ölüm oranına sahip uygulama FDP-41 uygulamasıdır. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 6,2 olup, bu farklılık negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli çıkmıştır. CP-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 3,0 olup bu fark, negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli çıkmıştır. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,7 olup bu farklılık negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

Onüçüncü gün pupa sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda pupa gözlenmiştir. Mikroorganizma uygulamaları pozitif kontrol uygulaması ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mikroorganizma uygulamalarından FDP-41 de ortalama pupa sayısı 5,5, CP-1 uygulamasında ortalama pupa sayısı 5,0 olup bu iki uygulama arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz görülmüştür. Her iki uygulama negatif kontrol uygulaması ile kıyaslandığında aradaki fark istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 11,5 olup negatif kontrol ile kıyaslandığında ise aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur

Çizelge 4.5. Tarla denemelerinde birinci dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları

Uygulamalar	3. gün sayımları			8. gün sayımları			13. gün sayımları		
	CLS	ÖLS	PS	CLS	ÖLS	PS	CLS	ÖLS	PS
CP-1	12,3 B	2,7 C	0,0	12,0 B	3,0 C	0,0	7,0 A	3,0 C	5,0 B
KŞN-1	13,8 A	1,2 D	0,0	13,3 AB	1,7 CD	0,0	1,8 B	1,7 D	11,5 A
FDP-41	9,0 C	6,0 B	0,0	9,0 C	6,0 B	0,0	3,3 B	6,2 B	5,5 B
KONTROL (-)	14,5 A	0,5 D	0,0	14,3 A	0,7 D	0,0	2,0 B	0,7 D	12,3 A
KONTROL (+)	0,0 D	15,0 A	0,0	0,0 D	15,0 A	0,0	0,0 C	15 A	0,0 C
CV	6,32	12,27	NS	8,46	15,50	NS	36,74	14,97	14,47
LSD	0,93	0,96	NS	1,76	1,26	NS	1,58	1,23	1,52

CP-1: *Brevibacillus brevis*, **KŞN-1:** *Pseudomonas fluorescens*, **FDP-41:** *Bacillus thuringiensis*, **KONTROL (+):**Redsunny, **KONTROL (-):** %30 NB ve %70 taşıyıcı sıvı, **CLS:** Canlı larva sayısı, **ÖLS:** Ölü larva sayısı, **PS:** Pupa sayısı **NS**: No significant



Şekil 4.9. 1. dönem CP-1 uygulaması
(a: ölü larva, b: Mikroorganizma uygulaması)



Şekil 4.10. 1. dönem FDP-41 uygulaması
(a: mikroorganizma uygulaması, b: ölü larva)



Şekil 4.11. 1. dönem KŞN-1 uygulaması
(a: ölü larva, b: mikroorganizma uygulaması)



Şekil 4.12. 1. dönem larva Kontrol (+) uygulaması
(a: Kontrol (+) uygulaması, b: birinci dönem ölü larvalar)



Şekil 4.13. 1. dönem larva Kontrol (-) NB+sıvı taşıyıcı uygulaması
(a: Uygulamadaki böcek zararı, b: Kontrol (-) uygulaması)

4.2.2. İkinci Dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi

Sonuçlar Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Üçüncü gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda canlı larvalar gözlenmiş olup, en yüksek canlı larva oranı KŞN-1 uygulamasında görülmüştür. Bu uygulamadaki ortalama canlı larva sayısı 14,5 olup, negatif kontrol uygulaması ile aralarındaki fark önemsiz iken pozitif kontrol ve diğer mikroorganizma uygulamaları ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. CP-1 uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 12,3 olup negatif kontrol uygulaması, pozitif kontrol ve diğer KŞN-1 uygulamaları ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. FDP-41 uygulaması ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. Mikroorganizma uygulamaları arasında en düşük canlı larva oranı FDP-41 uygulamasında görülmüştür. FDP-41 uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 11,8 olup, negatif kontrol uygulaması, pozitif kontrol uygulaması ve KŞN-1 uygulamaları ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Üçüncü gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; bütün uygulamalarda larvalarda ölüm gözlenmiş olup, bu uygulamalardan pozitif kontrol uygulamasında bütün larvalarda ölüm gözlenmiştir. Mikroorganizma uygulamaları arasında en yüksek ölüm oranına sahip uygulama FDP-41 uygulamasıdır. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 3,2 olup, bu farklılık negatif kontrol, pozitif kontrol ve KŞN-1 uygulamasına göre istatistiki olarak önemli çıkmıştır. CP-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 2,7 olup bu fark, negatif kontrol, pozitif kontrol ve KŞN-1 uygulamasına göre istatistiki olarak önemli çıkmıştır. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 0,5 olup bu farklılık negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

Üçüncü gün pupa sayısı sonuçlarına göre; negatif kontrol uygulaması pozitif kontrol ve diğer mikroorganizma uygulamalarında pupa gözlenmemiş olup, bu uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Sekizinci gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda canlı larvalar gözlenmiş olup, en yüksek canlı oranı CP-1 uygulamasında görülmüştür. Bu uygulamadaki ortalama canlı larva sayısı 9,0 olup negatif kontrol uygulaması ve KŞN-1 uygulaması ile aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 8,5 olup negatif kontrol uygulaması ve CP-1 uygulamaları ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Mikroorganizma uygulamaları arasında en düşük canlı larva oranı FDP-41 uygulamasında görülmüştür. FDP-41 uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 5,2 olup negatif kontrol uygulaması, pozitif kontrol uygulaması ve diğer mikroorganizma uygulamaları ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Sekizinci gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; bütün uygulamalarda larvalarda ölüm gözlenmiş olup, bu uygulamalardan pozitif kontrol uygulamasında bütün larvalarda ölüm gözlemiştir. Mikroorganizma uygulamaları arasında en yüksek ölüm oranına sahip uygulama FDP-41 uygulamasıdır. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 3,8 olup, bu farklılık negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli çıkmıştır. CP-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 3,0 olup, bu fark, negatif

kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli çıkmıştır. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 0,7 olup, bu farklılık negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

Sekizinci gün pupa sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda pupa gözlenmiştir. En yüksek pupa oranı FDP-41 de görülmüştür. FDP-41 uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 6,0 olup, negatif kontrol ile kıyaslandığında ise aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 5,8 olup negatif kontrol uygulaması ile kıyaslandığında aralarındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. CP-1 uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 3,0 olup, diğer mikroorganizma uygulamaları ve kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aradaki farklılık istatistiki olarak önemli çıkmıştır.

Onüçüncü gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; kontrol negatif uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda canlı larvalar gözlenmemiştir. Kontrol negatif uygulamasında ortalama canlı larva sayısı 0,3 olup, diğer mikroorganizma uygulamaları ve Kontrol uygulaması ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Onüçüncü gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; bütün uygulamalarda larvalarda ölüm gözlenmiş olup, bu uygulamalardan pozitif kontrol uygulamasında bütün larvalarda ölüm gözlenmiştir. Mikroorganizma uygulamaları arasında en yüksek ölüm oranına sahip uygulama FDP-41 uygulamasıdır. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 4,0 olup, bu farklılık negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli çıkmıştır. CP-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 3,0 olup, bu fark, negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli çıkmıştır. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 0,7 olup, bu farklılık negatif kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

Onüçüncü gün pupa sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda pupa gözlenmiştir. En yüksek pupa oranı KŞN-1 uygulamasında

görülmüştür. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 14,3 olup, diğer mikroorganizma uygulamaları, pozitif kontrol uygulaması ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mikroorganizma uygulamalarından CP-1 de ortalama pupa sayısı 12,0 olup, negatif kontrol uygulaması ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. Pozitif kontrol uygulaması ile aralarındaki fark ise önemli çıkmıştır. FDP-41 uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 11,0 olup, diğer mikroorganizma uygulamaları, pozitif kontrol uygulaması ve negatif kontrol uygulamaları ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Tarla denemelerinde ikinci dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları

Uygulamalar	3. gün sayımları						8. gün sayımları						13. gün sayımları					
	CLS		ÖLS		PS		CLS		ÖLS		PS		CLS		ÖLS		PS	
CP-1	12,3	B	2,7	B	0,0		9,0	A	3,0	B	3,0	C	0,0		3,0	BC	12,0	B
KŞN-1	14,5	A	0,5	C	0,0		8,5	A	0,7	D	5,8	AB	0,0		0,7	D	14,3	A
FDP-41	11,8	B	3,2	B	0,0		5,2	B	3,8	B	6,0	A	0,0		4,0	B	11,0	C
KONTROL (-)	13,8	A	1,2	C	0,0		8,5	A	2,0	C	4,5	B	0,3		2,0	CD	12,7	B
KONTROL (+)	0,0	C	15,0	A	0,0		0,0	C	15,0	A	0,0	D	0,0		15,0	A	0,0	D
CV	7,15		16,42		NS		13,85		22,74		23,79		NS		23,18		11,06	
LSD	1,15		1,15		NS		1,33		1,71		1,44		NS		1,76		1,70	

CP-1: *Brevibacillus brevis*, **KŞN-1:** *Pseudomonas fluorescens*, **FDP-41:** *Bacillus thuringiensis*, **KONTROL (+):**Redsunny, **KONTROL (-):** %30 NB ve %70 taşıyıcı sıvı, **CLS:** Canlı larva sayısı, **ÖLS:** Ölü larva sayısı, **PS:** Pupa sayısı **NS**: No significant



Şekil 4.14. 2. dönem CP-1 uygulaması
(a: ölü larva, b: mikroorganizma uygulaması)



Şekil 4.15. 2. dönem larva KŞN-1 uygulaması
(a: ölü larva, b: mikroorganizma uygulaması)



Şekil 4.16. 2. dönem larva Kontrol (+) uygulaması
(a: Kontrol (+) uygulaması, b: ikinci dönem ölü larvalar)



Şekil 4.17. 2. dönem larva Kontrol (-) uygulaması
(a: Uygulamadaki böcek zararı, b: Kontrol(-) uygulaması)

4.2.3. Üçüncü dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi

Sonuçlar Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Üçüncü gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç bütün uygulamalarda canlı larvalar gözlenmiş olup, bu uygulamalardan KŞN-1, CP-1 ve negatif kontrol uygulamalarında en yüksek canlı oranı gözlenmiştir. Bu uygulamalardaki ortalama canlı larva sayısı 7,3 olup bu farklılık pozitif kontrol uygulamasından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mikroorganizma uygulamaları arasında en düşük canlı larva oranı 5,8 ortalama canlı sayısı ile FDP-41 uygulamasında görülmüş olup, bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve negatif kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmamakla birlikte pozitif kontrol uygulamasından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Pozitif kontrol uygulaması da 0,0 ortalama canlı larva sayısına sahip olup bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve negatif kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Üçüncü gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol, CP-1, KŞN-1 ve FDP-41 uygulamalarında ölüm gözlenmiş olup, en yüksek ölüm oranı 15,0 ortalama ölüm oranıyla pozitif kontrol uygulamasında gözlenmiştir. Mikroorganizma uygulamaları arasındaki en yüksek ölüm oranı FDP-41 uygulamasında görülmüştür. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 2,0 olup bu farklılık pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü ergin sayısı 0,7 olup, pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. CP-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 0,5 olup negatif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmazken, pozitif kontrol uygulaması ile arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Üçüncü gün pupa sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda larvalarda pupa dönemine geçiş gözlenmiş olup, mikroorganizma uygulamalarından CP-1 ve FDP-41 uygulamalarındaki ortalama pupa sayısı 7,2, KŞN-1 uygulamasında ise ortalama pupa sayısı 7,0 olup, diğer mikroorganizma uygulamaları ve negatif kontrol uygulaması ile aralarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli

bulunmamıştır. Pozitif kontrol uygulaması ile kıyaslandıklarında ise aralarındaki bu farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Sekizinci gün canlı larva sayısı sonuçlarına göre; CP-1 uygulaması hariç diğer mikroorganizma ve negatif kontrol uygulaması pozitif kontrol uygulamalarında canlı larvalar gözlenmemiştir. CP-1 uygulamasındaki ortalama canlı larva sayısı 0,3 olup diğer mikroorganizma uygulamaları ve kontrol uygulamaları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Sekizinci gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; bütün mikroorganizma ve kontrol uygulamalarında ölüm gözlenmiş olup, en yüksek ölüm oranı 15,0 ortalama ölüm oranıyla pozitif kontrol uygulamasında gözlenmiştir. Mikroorganizma uygulamaları arasındaki en yüksek ölüm oranı FDP-41 uygulamasında görülmüştür. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 3,2 olup, bu farklılık diğer mikroorganizma uygulamalarından ve kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,0 olup, negatif kontrol uygulaması ve CP-1 uygulaması ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. CP-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 0,7 olup, negatif kontrol uygulaması KŞN-1 uygulamaları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Pozitif kontrol uygulaması ile arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Sekizinci gün pupa sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda pupa gözlenmiştir. Mikroorganizma uygulamaları pozitif kontrol uygulaması ile kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mikroorganizma uygulamalarından en düşük pupa oranı FDP-41 de görülmüştür. FDP-41 uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 11,8 olup, negatif kontrol ile kıyaslandığında ise aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Diğer mikroorganizma uygulamaları negatif kontrol ile kıyaslandığında aradaki fark önemsiz bulunmuştur.

Onüçüncü gün canlı ergin sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda pupadan çıkan canlı erginler gözlenmiş olup, bu

uygulamalardan negatif kontrol ve KŞN-1 uygulamasında en yüksek canlı oranı gözlenmiştir. Bu uygulamalardaki ortalama canlı larva sayısı 8,3 olup, bu farklılık pozitif kontrol uygulamasından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. FDP-41 uygulamasındaki ortalama canlı ergin sayısı 5,3 olup bu farklılık diğer mikroorganizma ve kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. CP-1 uygulamasındaki ortalama canlı ergin sayısı 7,0 olup, bu farklılık negatif kontrole göre istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Onüçüncü gün ölü larva sayısı sonuçlarına göre; bütün mikroorganizma ve kontrol uygulamalarında ölüm gözlenmiş olup, en yüksek ölüm oranı 15,0 ortalama ölüm oranıyla pozitif kontrol uygulamasında gözlenmiştir. Mikroorganizma uygulamaları arasındaki en yüksek ölüm oranı FDP-41 uygulamasında görülmüştür. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 3,7 olup, bu farklılık diğer mikroorganizma uygulamalarından ve kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,2 olup, negatif kontrol uygulaması ve CP-1 uygulaması ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. CP-1 uygulamasındaki ortalama ölü larva sayısı 1,5 olup, negatif kontrol uygulaması KŞN-1 uygulamaları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Pozitif kontrol uygulaması ile arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Onüçüncü gün pupa sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç, diğer bütün uygulamalarda larvalarda pupa dönemine geçiş gözlenmiş olup, CP1 ve negatif kontrol uygulamalarındaki ortalama pupa sayısı 6,5, Koşnil1 uygulamasında ortalama pupa sayısı 5,5 ve FDP-41 uygulamasındaki ortalama pupa sayısı 6,0 olup mikroorganizma uygulamaları ile negatif kontrol uygulaması aralarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Pozitif kontrol uygulaması ile kıyaslandıklarında ise aralarındaki bu farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Tarla denemelerinde üçüncü dönem larvalarda yapılan uygulamaların sonuçları

Uygulamalar	3. gün sayımları			8. gün sayımları			13. gün sayımları		
	CLS	ÖLS	PS	CLS	ÖLS	PS	CLS	ÖLS	PS
CP-1	7,3 A	0,5 C	7,2 A	0,3	0,7 C	14,0 A	7,0 A	1,5 C	6,5 A
KŞN-1	7,3 A	0,7 BC	7,0 A	0,0	1,0 C	14,0 A	8,3 A	1,2 C	5,5 A
FDP-41	5,8 A	2,0 B	7,2 A	0,0	3,2 B	11,8 B	5,3 B	3,7 B	6,0 A
KONTROL (-)	7,3 A	0,0 C	7,7 A	0,0	0,2 C	14,8 A	8,3 A	0,2 C	6,5 A
KONTROL (+)	0,0 B	15,0 A	0,0 B	0,0	15,0 A	0,0 C	0,0 C	15,0 A	0,0 B
CV	**17,87**	**25,01**	**16,29**	**NS**	**27,14**	**10,08**	**15,31**	**20,45**	**13,43**
LSD	**1,51**	**1,40**	**1,46**	**NS**	**1,69**	**1,69**	**1,35**	**1,37**	**1.01**

CP-1: *Brevibacillus brevis*, **KŞN-1:** *Pseudomonas fluorescens*, **FDP-41:** *Bacillus thuringiensis*, **KONTROL (+):**Redsunny, **KONTROL (-):** %30 NB ve %70 taşıyıcı sıvı, **CLS:** Canlı larva sayısı, **ÖLS:** Ölü larva sayısı, **PS:** Pupa sayısı **NS**: No significant



Şekil 4.18. 3. dönem larva FDP-41 uygulaması
(a: ölü larva, b: mikroorganizma uygulaması)



Şekil 4.19. 3. dönem larva KŞN-1 uygulaması
(a: ölü larva, b: mikroorganizma uygulaması)



Şekil 4.20. 3. dönem larva CP-1 uygulaması
(a: mikroorganizma uygulaması, b: ölü larva)



Şekil 4.21. 3. dönem larva Kontrol (+) uygulaması
(a: Kontrol ilaç uygulaması, b: üçüncü dönem ölü larvalar)



Şekil 4.22. 3. dönem larva Kontrol (-) uygulaması
(a: Uygulamadaki böcek zararı, b: Kontrol (-) uygulaması)

4.2.4. Ergin böceklerde yapılan uygulamaların sonuçları ve analizi

Sonuçlar Çizelge 4.8'de verilmiştir. Üçüncü gün canlı ergin sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç bütün uygulamalarda canlı erginler gözlenmiş olup, bu uygulamalardan CP-1 ve negatif kontrol uygulamalarında en yüksek canlı oranı gözlenmiştir. Bu uygulamalardaki ortalama canlı ergin sayısı 5,0 olup, bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mikroorganizma uygulamaları arasında en düşük canlı ergin oranı 4,3 ortalama canlı sayısı ile FDP-41 uygulamasında görülmüş olup, bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Pozitif kontrol uygulaması da 0,0 ortalama canlı ergin sayısına sahip olup, bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve negatif kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Üçüncü gün ölü ergin sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol, KŞN-1 ve FDP-41 uygulamalarında ölüm gözlenmiş olup, en yüksek ölüm oranı 5,0 ortalama ölüm oranıyla pozitif kontrol uygulamasında gözlenmiştir. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü ergin sayısı 0,7 olup bu farklılık etkili bulunmayan diğer mikroorganizma uygulamalarından istatistiki olarak önemli çıktığı gibi kontrol pozitif ve negatif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü ergin sayısı 0,2 olup bu farklılık etkili bulunmayan diğer uygulamalardan istatistiki olarak önemli çıktığı gibi pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Sekizinci gün canlı ergin sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç bütün uygulamalarda canlı erginler gözlenmiş olup, bu uygulamalardan, CP-1 ve negatif kontrol uygulamalarında en yüksek canlı oranı gözlenmiştir. Bu uygulamalardaki ortalama canlı ergin sayısı 5,0 olup bu farklılık FDP-41 mikroorganizma ve pozitif kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mikroorganizma uygulamaları arasında en düşük canlı ergin oranı 3,8 ortalama canlı sayısı ile FDP-41 uygulamasında görülmüş olup bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Pozitif kontrol uygulaması da 0,0 ortalama canlı ergin sayısına sahip olup bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve negatif kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Sekizinci gün ölü ergin sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol, KŞN-1 ve FDP-41 uygulamalarında ölüm gözlenmiş olup, en yüksek ölüm oranı 5,0 ortalama ölüm oranıyla pozitif kontrol uygulamasında gözlenmiştir. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü ergin sayısı 1,2 olup, bu farklılık etkili bulunmayan diğer uygulamalardan istatistiki olarak önemli çıktığı gibi pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü ergin sayısı 0,2 olup, bu farklılık etkili bulunmayan diğer mikroorganizma uygulamalarından ve negatif kontrol uygulamasından istatistiki olarak önemli çıkmadığı gibi pozitif kontrol uygulaması ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Onüçüncü gün canlı ergin sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol uygulaması hariç bütün uygulamalarda canlı erginler gözlenmiş olup, bu uygulamalardan, CP-1 ve negatif kontrol uygulamalarında en yüksek canlı oranı gözlenmiştir. Bu uygulamalardaki ortalama canlı ergin sayısı 5,0 olup bu farklılık FDP-41 mikroorganizma ve pozitif kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mikroorganizma uygulamaları arasında en düşük canlı ergin oranı FDP-41 uygulamasında görülmüştür. Bu uygulamadaki ortalama canlı ergin sayısı 3,5 olup bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Pozitif kontrol uygulaması da 0,0 ortalama canlı ergin sayısına sahip olup bu farklılık diğer bütün mikroorganizma ve negatif kontrol uygulamalarından istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Onüçüncü gün ölü ergin sayısı sonuçlarına göre; pozitif kontrol, KŞN-1 ve FDP-41 uygulamalarında ölüm gözlenmiş olup, en yüksek ölüm oranı 5,0 ortalama ölüm oranıyla pozitif kontrol uygulamasında gözlenmiştir. FDP-41 uygulamasındaki ortalama ölü ergin sayısı 1,5 olup bu farklılık etkili bulunmayan diğer uygulamalardan istatistiki olarak önemli çıktığı gibi pozitif kontrol ve negatif kontrol uygulamaları ile arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. KŞN-1 uygulamasındaki ortalama ölü ergin sayısı 0,2 olup bu farklılık etkili bulunmayan diğer mikroorganizma uygulamalarından ve negatif kontrol uygulamasından istatistiki olarak önemli çıkmadığı gibi pozitif kontrol uygulaması ile arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Tarla denemelerinde ergin böceklerde yapılan uygulamaların sonuçları

Uygulamalar	3. gün sayımları			8. gün sayımları			13. gün sayımları		
	CLS	ÖLS	PS	CLS	ÖLS	PS	CLS	ÖLS	PS
CP-1	5,0 A	0,0 C	0,0	5,0 A	0,0 C	0,0	5,0 A	0,0 C	0,0
KŞN-1	4,8 AB	0,2 BC	0,0	4,8 A	0,2 C	0,0	4,8 A	0,2 C	0,0
FDP-41	4,3 B	0,7 B	0,0	3,8 B	1,2 B	0,0	3,5 B	1,5 B	0,0
KONTROL (-)	5,0 A	0,0 C	0,0	5,0 A	0,0 C	0,0	5,0 A	0,0 C	0,0
KONTROL (+)	0,0 C	5,0 A	0,0	0,0 C	5,0 A	0,0	0,0 C	5,0 A	0,0
CV	12,48	39,52	-	8,89	25,31	-	10,00	27,05	-
LSD	0,73	0,73	-	0,50	0,50	-	0,56	0,56	-

CP-1: *Brevibacillus brevis* **KŞN-1:** *Pseudomonas fluorescens* **FDP-41:** *Bacillus thuringiensis* **KONTROL (+):** REDSUNNY (Lambda-Cyhalothrin) **KONTROL (-):** %30 NB-%70 taşıyıcı sıvı **CES:** Canlı ergin sayısı, **ÖES:** Ölü ergin sayısı, **PS:** Pupa sayısı



Şekil 4.23. Ergin FDP-41 uygulaması
(a: ölü ergin, b: mikroorganizma uygulaması)



Şekil 4.24. Ergin KŞN-1 uygulaması
(a: mikroorganizma uygulaması, b: ölü ergin)



Şekil 4.25. Ergin Kontrol (+) uygulaması
(a: Kontrol ilaç uygulaması, b: ölü erginler)



Şekil 4.26. Ergin Kontrol (-) uygulaması
(a: Uygulamadaki böcek zararı, b: Kontrol (-) uygulaması

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Dünyada nüfus ve besin ihtiyacının giderek artması; tarımda verimliliği yükseltecek, ürün işleme ve depolama kayıplarında azalmayı sağlayacak çalışmalara önem ve öncelik verilmesini gerektirmektedir. Böcekler hem tarlada hem de depolanmış ürünlerde ciddi hasarlara neden olmaktadır. Bu yüzden zararlı böcekler ile mücadelede oldukça önemli ve çevre, insan sağlığı üzerinde tehdit oluşturmayan biyolojik mücadele giderek önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, sera koşullarında test edilen toplam yedi adet bakteri straini (*B. cereus* FD-63, *B. sphaericus* FD-49, *B. subtilis* EK-7, *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41, *B. brevis* CP-1, *P. chlororaphis* NEM-28 ve *P. fluorescens* KŞN-1) ve bir adet fungus izolatının (*B. bassiana* ET-10) patates böceğinin 1., 2. ve 3. dönem larvalarında kayde değer bir aktivite göstermediği görülmüştür. *B. brevis* CP-1, *P. fluorescens* KŞN-1 ve *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 bir miktar ektisi görülsede çok ümitvar olarak değerlendirilmemiştir. Ancak, bu uygulamalardan *P. fluorescens* KŞN-1'in 13. günde ergin böceklerde %80'lik bir ölüm oranına sebep olması oldukça önemli olarak değerlendirilmiştir.

Tarla denemelerinde test edilmek için seçilen *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41, *B. brevis* CP-1 ve *P. fluorescens* KŞN-1 strainleri birinci dönem larvalarda sırası ile %41,33, %20 ve %11,33 oranında ölüme sebep olmuştur. Bu bakteri strainleirinin ikinci dönem larvalarındaki etkinlikleri sırası ile %20, %26,66 ve %4,66; üçüncü dönem larvalarındaki etkinlikleri ise %10, %24,66 ve %6,66 olarak belirlenmiştir. Ergin böceklerde ise *B. brevis* CP-1 straininin etkili olmadığı, *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41 ve *P. fluorescens* KŞN-1 strainlerinin ise sırası ile %30 ve %4 öldürücü etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yüksek oranda insektisitlerin kullanımı zararlının bu kimyasallara karşı dayanıklılık göstermesine ve bu insektisitlerden kaynaklanan fitotoksite gibi sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Ioannıdıs *et al.* 1991; Stewart *et al.* 1997; Mota-Sanchez *et al.* 2000). Bu nedenlerden dolayı özellikle son yıllarda araştırmalar, patates böceği de dâhil olmak üzere birçok zararlı ile biyolojik mücadelede bakteriyal ve fungal patojenlerin kullanımı üzerine yoğunlaşmıştır. Çalışmada pozitif kontrol olarak kullanılan kimyasal ilaç Redsunny (Lambda-Cyhalothrin)'in hem sera hem tarla koşullarında patates böceğinin ergin ve larvalarına karşı oldukça etkili olduğu görülmüştür. *L. decemlineata*'nın kimyasallara karşı hızla direnç geliştiren bir zararlı olduğu düşünülünce bu ilaca karşı bir direnç gelişiminin söz konusu olmadığı görülmüştür.

Ertürk vd (2008) *B. pumilus, B. sphaericus, B. megaterium* ve *B. cereus* strainleri ile laboratuar ortamında, patates böceğine karşı yaptığı deneyler sonucunda, *B. pumilus'un* larvalarda %95.7 ve ergin böceklerde %26.7 oranında ölüme neden olduğunu ve *B. sphaericus'*un ise böceğin larvalarında %74.5 ve ergin böceklerde %23.3 ölüme neden olduğu saptamıştır. *B. cereus* ve *B. megaterium* sırasıyla *L. decemlineata* larvalarının %51.1 ve %29.7'sini öldürmüştür. Bu çalışmada da, sera şartalarında *B. sphaericus* FD-49 straini larva ve ergin böceklerde test edilmiştir. Larvalarda ölüm meydana getirmeyip, ergin böceklerde ise %20 oranında ölüm meydana getirmiştir. *B. sphaericus* straininin ergin böceklerdeki etkileri her iki çalışmadada paralellik gösterse de etkinliğinin düşük olması bakterilerde aynı türün farklı strainleri arasında biyolojik mücadeledeki etkinlikleri açısından bir farklılığın olabileceğini göstermektedir.

Muratoğlu vd (2011) *L. decemlineata*'dan izole ettikleri *Pseudomonas putida* straininin patates böceğine karşı etkilerini test etmişler ve. bu strain beş günlük süreçte patates böceği üzerinde %100'lük bir etki göstermiştir. Bu çalışmada ise *Pseudomonas* türüne ait iki bakteriyel strain sera ve tarla şartlarında denenmiştir. Sera şartlarında yapılan uygulama sonuçlarına göre; *Pseudomonas fluorescens*, 2. dönem larvalarda %20, ergin böceklerde ise %80 oranında ölüm meydana getirmiştir. Tarla şartlarında yapılan

uygulama sonuçlarına göre ise, 1. dönem larvalarda %11.33, 2. dönem larvalarda %4.66, 3. dönem larvalarda %8, ergin böceklerde ise %4 ölüm meydana getirmiştir.

Todorova *et al. (*1994) *B. bassiana* ile yapılan bir çalışmada; ARSEF 2991 ve ATCC 44860 2 suşları *L. decemlineata* ve *Coleomegilla macultata lengi* larvalarına karşı kullanılmış ve her iki suş *L. decemlineata* larvaları için oldukça toksik etki göstermiştir. Bir diğer çalışmada; Güven vd (2015), farklı konukçu ve bölgelerden izole edilen entomopatojen funguslardan *B. bassiana* izolatlarını (BMAUM-001, BMAUM-002, BMAUM- 003, BMAUM-004) laboratuar koşullarında patates böceğinin 3. dönem larvalarına ve erginleri üzerine uygulamış ve çalışma sonucunda; *B. bassiana* izolatlarının her uygulama yönteminde de 3. dönem larvalar üzerinde etkili olduğunu, erginlerde ise BMAUM-001‟de 1 tane, BMAUM-002‟de 1 tane ve BMAUM-004‟de 2 tane ölüm olduğunu saptamışlardır. Püskürtme, daldırma ve kalıntı yöntemlerinde 3. dönem larvalardaki ölüm oranlarını sırasıyla BMAUM-001 izolatında %72,7, %64,5, %67,7; BMAUM-002 izolatında %83,6, %92,9, %90,8 ve BMAUM-003 izolatında %83,6, %59,7, %79,2 olarak belirlemişler. Ulusoy (2016) ise yaptığı çalışmada; ülkemizin topraklarından rastgele seçilmiş 5 farklı *B. bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) suşu ile 1 adet standart suşun (Danimarka) 3 farklı konsantrasyonunu ($1x10^5$, $1x10^6$ ve $1x10^7$ konidiya/ml) *L. decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) larvaları üzerinde etkililiğini test etmek amacıyla uygulama yapmıştır. Bu çalışma sonucunda uygulanan 6 farklı fungus suşunun 3 farklı konsantrasyonu *L. decemlineata* üzerinde başarılı olmuştur. LT_{50} ve LD_{50} değerlerine bakıldığında *L. decemlineata* için KVL 03129 suşunun daha etkili olduğu saptanmıştır. Farklı konsantrasyonlarda denenen *B. bassiana* suşlarının ortalama ölüm süreleri karşılaştırıldığında ise her suşun en yüksek dozunun en etkin olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada *B. bassiana* ET-10 izolatı sera şartlarında patates böceğinin 1. dönem, 2. dönem, 3. dönem larvalarına ve erginlerine karşı uygulanmış ve 2. dönem larvalarda %10, ergin böceklerde ise %20 oranında ölüm meydana gelmiştir. 3. dönem ve 1. dönem larvalarda ise etkili olmadığı gözlenmiştir. *B. bassiana* ET-10 izolatının bu çalışmadaki etkinliği oldukça düşük bulunmuştur. Tozlu et al. (2017) yapmış oldukları bir çalışmada, *B. bassiana* ET-10 izolatını gül filiz arısına (*Syrista parreyssii* (Spinola,

1843) karşı test etmişler ve 10^8 konidi/ml konsantrasyondaki süspansiyonunun %90'a varan bir ölüme sebep olduğu tespit etmişlerdir.. Patates böceğindeki etkinliği uygulama sıklığı ve yüksek konsantrasyon uygulamaları ile artırılabilir mi diye düşünülmektedir.

Ginxin *et al.* (2009) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise; *B. thuringiensis* 3A-HBF strainince üretilen Cry3Aa7 proteininin *L. decemlineata'*ya karşı toksik bir etki gösterdiği tespit edilmiştir. 3A-HBF'nin *L. decemlineata'*ya karşı %50 ölümcül konsantrasyonunun ise 1.15 µg/ml olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada *B. thuringiensis* straini sera ve tarla şartlarında *L. decemlineata* zararlısına karşı biyoajan olarak kullanılmıştır. Sera uygulamalarında 1. dönem larvalarda %10, ergin böceklerde ise %20 oranında ölüm meydana getirmiştir. Tarla uygulamalarında ise, 1. dönem larvalarda %41.33, 2. dönem larvalarda %26.66, 3. dönem larvalarda %24.66, ergin böceklerde ise %30 ölüm meydana getirmiştir.

Kryukov *et al.* (2009) yaptıkları çalışmada *L. decemlineata*'ya karşı entomopatojenik bakteri olan *B. thuringiensis* ssp. ve entomopatojenik funguslar *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) sorokin ve *B. bassiana* (Bals.) fungal izolatlarını senkronize bir şekilde patates böceği larvalarına uygulamışlar ve %95-100 ölümüne neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Bakteriler böceklerin beslenmesini durdururken, fungusların sporlarının zayıflatılmış larvaları öldürdüğünü gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada; *B. thuringiensis* FDP-41 straini tarla ve sera şartlarında, *B. bassiana* izolatı ise sera şartlarında patates böceğinin 1., 2. ve 3. dönem larvalarına ve ergin böceklere karşı uygulanmış, bu uygulamalar negatif kontrol ile kıyaslandığında her iki izolatında azda olsa böceklerde pupa dönemine geçişi hızlandırarak beslenmeyi azaltıcı etki yaptığı gözlenmiştir.

Özsarı vd (2017) yaptıkları bir çalışmada laboratuvar stoklarından seçtikleri 19 endofitik bakteri (EB) strainin ve daha önce renk değişimi gözlenen Patates böceği larvasından izole edilen bir *Pseudomonas fluorescens* 184 (Pf) strainin L. decemlineata larvalarına etkilerini araştırmışlardır. Birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü dönem *L. decemlineata* larvaları 16 saat süreyle aç bırakıldıktan sonra, EB

süspansiyonu uygulanmış sağlıklı patates yaprakları bulunan petri kaplarına bırakılmıştır. Negatif kontrol olarak sadece steril su ile uygulama görmüş larva ve patates yaprakları kullanılmıştır. Petri kaplarında 8 gün süreyle tutulan larvaların ortalama ölüm oranı (%) saptanmıştır. Testlenen EB strainlerinden *Pantoea agglomerans* (Pa) CC372-83 larvalarda %80 ölüm oranıyla en başarılı uygulama olmuştur. Yaptığımız çalışmada da *P. fluorescens* straini sera ve tarla şartlarında 1-3 dönem larvalara ve erginlere karşı denenmiştir. Sera denemelerinde ikinci dönem larvalarda %10, erginlerde ise %80 oranında ölüm meydana getirmiştir. Özellikle erginlerde yaptığı etki negatif kontrole göre oldukça önemli bulunmuştur. Tarla denemelerinde ise birinci dönem larvalarda; %11,33, ikinci dönem larvalarda; %4,66, üçüncü dönem larvalarda; %6,66, erginlerde ise;%4 oranında etkinlik göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre *P. fluorescens* strainin arazi koşullarında etkinliğinin azaldığı gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada; biyoajan uygulamalarının etkinliklerinin farklı koşullar altında değişebileceği anlaşılmıştır. Nitekim sera denemelerinde erginlerde %80 ölüm meydana getiren *P. fluorescens* strainin tarla denemelerinde etkinliğinin %4 e kadar düştüğü tespit edilmiştir. Öte yandan sera denemelerinde erginlerde %20 oranında etki olan FDP-41 strainin tarla denemelerinde %30 oranında ölüm meydana getirdiği gözlemlenmiştir. CP-1 strainin sera ve tarla denemelerinde erginlere karşı bir etkinliğinin olmadığı görülmüştür.

Sonuç olarak; biyoajan uygulamaları içerisinde *B. thuringiensis* subsp. *kurstakii* FDP-41, *B. brevis* CP-1 ve *P. fluorescens* KŞN-1'in patates böceğinin biyolojik mücadelesinde belli bir potansiyele sahip oldukları, uygulama zamanı ve sıklığı ile bu etkinliklerinin daha da artırılabiceği düşünülmektedir. Çalışmada yumurtalar üzerine etkilerine bakılmamıştır. Böceklerin biyopestisitlere karşı en hassas dönemlerinin yumurta dönemi olabileceği düşünülünce, ileride yapılacak çalışmalarda bu izolatların mutlaka bu yönü ile de test edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Aksoy, H. M., Ozman-Sullivan, S.K., Ocal, H., Celik, N. and Sullivan, G.T., 2008. The effects of *Pseudomonas putida* biotype B on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Experimental and Applied Acarology, 46 (1-4), 223-230

Aksoy, H.M. ve Mennan, S., 2004. Biological control of *Heterodera cruciferae* (Tylenchida: Heteroderidae) Franklin 1945 with Fluorescent *Pseudomonas* spp. Journal of Phytopathology, 152(8-9), 514-518.

Aksoy, H.M. ve Yilmaz, N.D.K., 2008. Antagonistic effects of natural *Pseudomonas putida* biotypes on *Polymyxa betae* Keskin, the vector of beet necrotic yellow vein virus in sugar beet. Journal of Plant Diseases And Protection, 115 (6), 241-246.

Alisdair. B., Ayyoubi, Z. and Jawdat, D., 2001. The effect of gamma irradiation on potato microtuber production in vitro. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 61,183-187.

Alkan, M., 2014. Bazı Bitki Ekstraktlarının Patates Böceği (*L. decemlineata* Say) (Coleoptera, Chrysomelidae)] Üzerine Kontakt ve Davranışsal Etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, s 136.

Anonim, 2017a. https://www.tarim. gov.tr/ GKGM/ Belgeler/ Bitki% 20Sa% C4 %9Fl%C4% B1%C4 %9F% C4%B1 % 20Hizmetleri /hastalik_zararlilari_ ile_m%C3 %BCcadele_dokumanlari/patates.pdf (Erişim Tarihi: 15.10.2016).

Anonim, 2017b. https:// www.tarim.gov.tr/GKGM/ Belgeler/ Bitki %20Sa %C4 %9Fl %C4 %B1 %C4 %9F %C4 %B1 %20 Hizmetleri/ hastalik_zararlilari_ile_m %C3%BCcadele_dokumanlari/ patates.pdf Patates Hastalık ve Zararlıları ile Mücedele. (Erişim Tarihi: 22.10.2016).

Anonim, 2017c. http:// www.tarimziraat.com/ hastalik_ve_zararlilar /sebze_zararlilari/ patates_ bocegi/ Tarım ve Ziraat Bilgi Bankası. (Erişim Tarihi: 20.11.2016).

Anonim, 2017d. http://tr. wikipedia.org/patates böceği/ (12.11.2017).

Anonim, 2017e. http://tarim.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/011_patates.pdf (Erişim tarihi: 20.11.2017)

Anonim, 2017f., Reregistration Eligibility Decision (RED) *B. thuringiensis*. United Stades Environmental Protection Agency. http://www.epa.gov (Erişim Tarihi: 22.10.2017).

Atak, U., 1973. Trakya bölgesinde patates böceği (*L. decemlineata* Say.)'nin morfolojisi, bio-ekolojisi ve savaş metodları üzerinde araştırmalar. T.C Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, Teknik Bülten, 6, 63.

Aysan, Y. ve Çınar, Ö., 2002. Tohum kökenli *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'ya karşı antagonistlerin etkisi. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri Kitabı. 4-7 Eylül 2002, Erzurum. s. 409-416.

Aysan, Y., Karatas, A. ve Cinar, O., 2003. Biological control of bacterial stem rot caused by *Erwinia chrysanthemi* on tomato. Crop Protection, 22(6), 807-811.

Aysan, Y., Tokgonul, S., Cinar, O. and Kuden A., 1999. Biological, chemical, cultural control methods and determination resistant cultivars to fire blight in pear

orchards in the Eastern Mediterrenean Region of Turkey. Proceedings of the Eighth International Workshop On Fire Blight, ACTA Horticulturae, 489, 549-552

Azizoğlu, U., Bulut, S. ve Yılmaz, S., 2012. Organik tarımda biyolojik mücadele; entomopatojen biyoinsektisitler. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28(5), 375-381.

Basım, H. ve Katırcıoğlu, Y.Z., 1990. Bazı isolatların önemli bazı bitki patojeni funguslara karşı in vitro koşullarda antagonistik etkilerinin araştırılması. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri Kitabı, 26-29 Eylül 1990, Ankara, 109-118.

Baysal, O., Calışkan, M. ve Yeşilova, O., 2008. An inhibitory effect of a new *subtilis* strain (EU07) against *Fusarium oxysporum* f. sp *radicis-lycopersici*. Physiological and Molecular Plant Pathology, 73(1-3), 25-32.

Bora, T., 2002. Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaşta Gelişmeler ve Türkiye'de Durum, Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 4-7 Eylül 2002, Baskı: Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, Erzurum.

Bora, T. ve Özaktan H., 1998. Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1, 181-183.

Bora, T., Özaktan, H., Gore, E. ve Aslan, E., 2004. Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp *melonis* by wettable powder formulations of the two strains of *Pseudomonas putida*. Journal of Phytopathology, 152 (8-9), 471-475.

Bora, T., Özaktan, H., Yıldız, M,. 1995. Tarla koşullarında kavun ve karpuz Fusarium solgunluklarının siderofor üreten flouresnt pseudomonaslarla önlenmesi üzerine araştırmalar. VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, 26-29 Eylül, Adana, 216-219.

Bozhkov, D. K., 1985. Use of some aspect of the biology of the Colorado beetle (*L. decemlineata*) for its control. Annual Review of Entomology, 73 (9), 63-80.

Bucher, G. E., 1981. İdentification of bacteria found in insects. İn Burhes, H. D. (ed): Microbial Control of Pests and Plant Disease, Academic Press, pp. 7-33, New York.

Cameron, P.J., Hill R.L., Bain, J. and Thomas, W.P., 1989. A Review of biological control of invertebrate tests and weeds in New Zealand. Common Wealth Agricultural Bureaux Institute of Biological Control, Technical Communication 10, 87-94.

Cantwell, G.E., Cantello, W.W. and Schroder, R.F.W., 1986. Effect of *B. bassiana* on underground stages of the Colorado potato beetle, *L. decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). Great Lakes Entomologist, 19, 81-84

Carroll, J., Damme, J.-van., Boets, A., Rie, J.-van. and Ellar, D.J., 1997. Intramolecular proteolytic cleavage of *Bacillus thuringiensis* Cry3A Delta- endotoxin may facilitate its coleopteran toxicity. Journal of Invertebrata Pathology, 70 (1), 41-49.

Chandler, D., 2005. Understanding the evolution and function of entomopathogenic fungi'. Evolution of fungal virulence, pp. 1–9.

Chausov, E. G., 1976. The trust worthiness of forecast. Review of Applied Entomology, 65 (10), 55-97.

Chet, I., Barak, Z. and Oppenheim, A., 1993. Genetic engineering of microorganisms for improved biocontrol activity. Biotechnology in plant disease control. J. Wiley (ed), New York, USA, s.397.

Christie, R. D., Sumalde, A. C., Schutz, J. T. and Gudmestad, N. C., 1991. İnsect transmission of the bacterial ring rot pathogen. American Patato Journal, 68, 363-372

Clausen, C.P., 1978. Introduced Parasites and Predators of Arthropod Pests and Weeds: A World Review, Agricultural Handbook No: 480., US. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.

Compant S., Duffy B., Nowak J., Clement C. and Barka E.A., 2005. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: Principles, mechanisms of action, and future prospects. Applied and Environmental Microbiology, 71, 4951-4959.

Çakmakçı, R., 2005. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36, 97-107.

Çakmakçı, R. ve Erdogan, Ü., 2005. Organik Tarım. İspir Hamza Polat Meslek Yüksek Okulu Ders Yayınları, 2, 121-124.

Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Atasever, A., Kotan, R., Erat, M., Varmazyari, A., Türkyılmaz, K., Haznedar, A. ve Sekban, R., 2014. The effect of bacterıal based bıo-formulatıons on tea (*Camellıa sinensis* l.) growth, yıeld, and enzyme actıvıtıes. 3rd International Conference on Sustainable Agriculture and Environment, 26-28 September 2016, Warsaw, POLAND, pp.339-346.

Çam, H., Gökçe, A., Kadıoğlu, İ., Yanar, Y., Demirtaş, İ., Gören, N. ve Whalon M.E., 2012. Bitki ekstraktlarının Patates böceği [*L. decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidea)]'nin farklı dönemleri üzerine mide zehiri ve rezidüyel toksitite etkileri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 36(2),249-254.

Dadasoglu, F., Calmasur, Ö., Karagoz, K. ve Kotan, R., 2014. İnsectıcıdal effect of some bacterıa on cherry slugworm (*Calıroa cerası* (lınnaeus, 1758) (hymenoptera: tenthredınıdae). Fresenius Environmental Bulletin, 23, 11272-11280.

DeBach, P., 1964. Biological Control of Insect Pests and Weeds., Reinhold, pp. 844, New York.

Dey, R., Pal, K.K., Bhatt, D.M. ve Chauhan, S.M., 2004. Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth-promoting rhizobacteria. Microbiological Research, 159, 371-394.

Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Thys, A., Ptacek, D., Okon, Y. ve Vanderleyden, J., 2002. Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakense* strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. Biology and Fertility of Soils, 36, 284-297.

Dorozhkin, N. A., Bel'skaya, S.I. ve Meleshkevich, A.A., 1975. Combined protection of patatoes. Annual Review of Entomology, 64 (12), 73-77.

Elçi, Ş., Kolsarıcı, Ö., Geçit, H.H., 1994. Tarla Bitkileri. 2.baskı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1385, Ders Kitabı: 399, Ankara.

Erman, M., Kotan, R., Çakmakçı, R., Çığ, F., Karagöz, K. and Sezen, M., 2010. Effect of nitrogen fixing and phosphate-solubilizing Rhizobacteria isolated from VanLake Basin on the growth and quality properties in wheat and sugar beet.

Turkey IV. Organic Farming Symposium, 28 June - 1 July 2010, Erzurum, Turkey. p: 325-329.

Ertürk, Ö., Yaman, M. ve Aslan, İ., 2008. Effects of four *Bacillus* spp. of soil origin on the Colorado potato beetle *L. decemlineata* (Say). Entomological Research, 38(2), 135-138.

Eşitken, A., Karlıdag, H., Erçisli, S. ve Sahin, F., 2002. Effects of foliar application of *Bacillus* OSU-142 on the yield, growth and control of shot-hole disease (Coryneum blight) of Apricot. Gartenbauwissenschaft, 67 (4), 139-142.

Falcon, L.A., 1985. Development and use of microbial insecticides. Biological Control in agricultural IPM systems. In: HOY, M.A., HERZOG, D.L. (Hrsg.), Proc. Symp. in biological control in agricultural integrated pest management systems. Academic Press, 229-242.

Fargues, J., Delmas, J. C., Auge, J. and Lebrun, R. A., 1991. Fecundity and egg fertility in the adult Colorado beetle (*L. decemlineata*) surviving larval infection by the fungus *Beauveria bassiana*. Entomologia Experimantalis et Applicata, 10, 1570-7458

Ferro, D. N., 1994. Biological Control of the Colorado Potato Beetle Advances in Potato Pests, Biology and Management. APS Press, 357-375.

Ferro, D. N., Morzuch, B. S and Margolies, D., 1983. Crop loss assesment of the Colorado Potato Beetle (Col.:Chrysomelidae: on atatoes in Western Massachusetts. Journal of Economic Entomology, 76, 349-356.

Gebhardt, C. and Valkonen, J.P.T., 2001. Organization of genes controlling diseaese resistance in the potato genome. Annual Review of Pyhtopathology, 39, 79-102.

Ginxin, Y., Fuping, S., Changlong, S., Liu, J., Chunqin, L., Dafang, H., Shuliang, F. and Zhang, J., 2009. An engineered *B. thuringiensis* strain with insecticidal activity against Scarabaeidae (*Anomala corpulenta*) and Chrysomelidae (*L. decemlineata* and *Colaphellus bowringi*). Biotechnology Letters, 31(5), 697-703.

Goldstein, J. A. H., Heimpel, G. E., Bechmann, H.E. and Mason, C. E., 1993. Arthropod natural enemies of the Colorado Potato Beetle. Crop Protection, 12(5), 325-329.

Göktürk, T., Tozlu, E. and Kotan, R., 2017. Investigation of prospects of entomopathogenic bacteria and fungi for biological control of *Ricania simulans* (Walker 1851) (Hemiptera: Ricaniidae). Pakistan Journal of Zoology, 50(1), 75-82.

Guo, J.H., Wang, Y.L. and Li, J., 1996. Screen of biocontrol bacteria of plant wilt byinhibiting zones and root-colonizing capacity. Acta Phytopathologica Sinica, 26, 49–54.

Guo, S.H., Chen, J.K. and Lee, W.C., 2004. Purification and characterization of extracellular chitinase from *Aeromonas schubertii*. Enzyme and Microbial Technology, 35**,** 550-556.

Güven, Ö., Çayır, D., Baydar, R. ve Karaca, İ., 2015. Entomopatojen fungus *B. bassiana* (Bals.) Vull. isolatlarının patates böceği *[L. decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)] üzerindeki etkisi. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 6 (2), 105-114.

Haffani, Y., Cloutier, C. and Belzile, F., 2001. *Bacillus thuringiensis* cry3Ca1 protein is toxic to the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say). Biotechnology Progress, 17(2), 211-216.

Halos, P.M. and Zorilla, R.A., 1979. Vesicular–arbuscular mycorrhizaeincrease growth and yield of tomatoes and reduce infection by *Pseudomonas solanacearum*. Philippine Agriculture Scientists, 62, 309–315.

Hare, J. D., 1990. Ecology and management of the Colorado patato beetle. Annual Review of Entomology, 35, 81-100.

Hsiao, T. H., 1978. Host-Plant adaptations among geographic populations of the Colorado Patato Beetle. Entomologia Experimentalis et Applicata, 24, 237-247.

Huffaker, C.B. and Messenger, P.S., 1976. Theory and Practice of Biological Control. Academic Press, 745 p, Newyork

Huger, A. M., Krieg, G. A. and Langenbruch, W., 1986. Discovery of a new strain of *B. thuringiensis* effective against *Coleoptera*. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft, 233, 83-96.

Ioannıdıs, P.M., Grafıus, E. and Whalon, M.E., 1991. Patterns of insecticide resistance to Azinphosmethyl, Carbofuran, and Permethrin in the colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal of Economic Entomology, 84, 1417-1423.

Julien, M.H., 1992. Biological Control of Weeds: A World Catalogue of Agents and Their Target Weeds. 3rd ed. Common Wealth Agricultural Bureaux İnternational, Wallingford, U.K, pp. 223.

Kara, N., Salman, S. ve Baydar, H., 2014. Adaçayı (*Savia officinalis* L.) ve Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ekstraktlarının patates böceği (*L. decemlineata* Say.) ile mücedelede kullanımı. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(2), 248-254.

Karagöz, K., 2009. Bazı PGPR Bakterilerin Marulun Gelişimi ve Marul Yaprak Leke Hastalığı Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s 95.

Kedici, R., Melan, K. ve Kodan, M., 1998. Patates böceği (*L. decemlineata* Say)'nindoğal düşmanlarının tespiti ve Chrysoperla sp.'nin zararlının biyolojik mücadelesinde kullanılma imkanlarının araştırılması. Bitki Koruma Bülteni, 38(1-2), 13-22.

Korkmaz, M., Ertürk, Ö. ve Gürel, D., 2015. Topraktan izole edilen bazı *Streptomycetes* türlerinin *L. decemlineata* (Say, 1824) (Coleoptera, Chrysomelidae) ergin ve larvalarına karşı insektisidal etkileri. Bitki Koruma Bülteni, 55(1), 73-84.

Kotan, R., Sahin, F., Demirci, E., Ozbek, A., Eken C. ve Miller, S.A., 1999. "Evaluation of antagonistic bacteria for biological control of Fusarium dry rot of potato". Phytopathology, 89 (1999), p. 41.

Kotan, R., 1997. Biber ve Domatesteki Bakteriyel Leke Hastalığı (*Xanthomonas ampestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye.)'nın Biyolojik ve Kimyasal Kontrolü. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, s 47.

Kotan, R., 2002. Doğu Anadolu Bölgesi'nde Yetiştirilen Yumuşak Çekirdekli Meyve Ağaçlarından İzole Edilen Patojen ve Saprofitik Bakteriyel Organizmaların Klasik ve Moleküler Metotlar İle Tanısı ve Biyolojik Mücadele İmkânlarının Araştırılması. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, s 217.

Kotan, R., 2014. Faydalı bakterilerin tarımda kullanımı. Harman Time, 11, 44-48.

Kotan, R. and Sahin, F., 2006. Biological control of *P. syringae* pv. *syringae* and nutritional similarity in carbon source utilization of pathogen and its potential biocontrol agents. Journal of Turkish Phytopathology, 35 (1-3), 1-13.

Kotan, R., Dikbaş, N. and Bostan, H., 2009. Biological control of post harvest diseasecaused by *Aspergillus flavus* on stored lemon fruits. African Journal of Biotechnology, 8(2), 209-214.

Kotan, R., Sahin, F. ve Ala, A., 2004. Nutritional similarity in carbon source utilization of *Erwinia amylovora* and its potential biocontrol agents. Journal of Turkish Phytopathology, 33 (1-3), 25-38.

Kotan, R., Sahin, F., Demirci, E. and Eken, C., 2009. Biological control of the potatodry rot caused by Fusarium species using PGPR strains. Biological Control, 50, 194-198

Kotan, R., Sahin, F., Demirci, E. ve Eken, C., 2002. Patates (*Solanum tuberosum* L)'te kuru çürüklüğe sebep olan fungal patojenlerden *Fusarium solani*'ye karşı potansiyel bakteriyel etmenler kullanılarak biyolojik mücadele imkânlarının araştırılması. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi. 4-7 Eylül 2002, Erzurum, Türkiye, pp. 381-390.

Kryukov, V. Yu., Khodyrev, V. P., Yaroslavtseva, O. N., Kamenova, A. S., Duisembekov, B. A. and Glupov, V. V., 2009. Synergistic action of entomopathogenic Hyphomycetes and the bacteria *Bacillus thuringiensis* ssp. *morrisoni* in the infection of Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata.* Applied Biochemistry and Microbiology, 45(5), 511–516.

Kühne, S., Pallutt, B., Jann, M., Moll, E., 2005. Comparative nvestigations to ontrol Colorado Patoto Bettle by eem, yrethrum/ape il and *B. thuringiensis.* Julius Kühn Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen,129-132.

Lacey, L.A., Frutos, R., Kaya, H.K. and Vail, P., 2001. Insect pathogens as biological control agents: do they have a future?. Biological Control, 21, 230–248.

Lambert, B. and Peferoen, M., 1992. Insecticidal promise of *B. thuringiensis*, facts and mysteries about a successful biopesticide. Bioscience, 42,112-122.

Lashomb, J.Y.S.N.G., Jasson, R.K. and Bullock, R., 1987. *Edovum puttleri* (Hym.:Euliphidae) an egg parasitoid of Colorado potato beetle (Col.:Chrysomelidae), development and parasitism on eggplant. Journal of Economic Entomology, 80, 65-68.

Lelliot, R.A. and Stead, D.E., 1987. Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. Black Well Scientific Puplication, 157 p, Oxford, USA.

Martin, P.A.W., Blackburn, M. and Shropshire, A.D.S., 2004. Two new bacterial pathogens of Colarado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal of Economic Entomology, 97(3), 774-780

Martin, P.A.W., Rindal,D.G., Blackburn,M. and Buyer, J., 2007. *Chromobacterium subtsuage*sp. nov., a betaproteobacterium toxic to Colorado potato betle and other insect pests. İnternational Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 57, 993-999.

Mc Millan, S., 2007. Promoting growth with PGPR. The Canadian Organic Grower. s. 32-34.

Mota-Sanchez, D., Whalon, M.E., Grafıus, E. and Hollıngworth, R., 2000. Resistance of Colorado Potato Beetle to İmidacloprid. Resistance Pest Management Newsletter, 11, 31-34.

Muratoğlu, H., Demirbağ, Z. ve Sezen, K., 2011. An entomopathogenic bacterium, *P. putida*, from *L. decemlineata*. Türkish Journal of Biology, 35, 275-282.

Ocak, İ., Doğan, S., Ayyıldız, N. ve Hasenekoğlu, İ., 2007. Akarlardan izole edilmiş entomopatojen bir fungus türü: *B. bassiana* (Balsamo). Journal of Arts and Sciences, 7: 125–132.

Oldaç, Ş., Ülke, G. ve Mirik, M., 2002. Domates bakteriyel leke hastalığına (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) karşı biyolojik mücadele çalışmaları. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri Kitabı. 4-7 Eylül 2002, Erzurum, s. 391-398.

Öncüer, C., 1991. Türkiye Bitki Zararlısı Böceklerinin Parazit ve Predatör Kataloğu. İzmir, Turkey: Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları (in Turkish).

Özaktan, H. ve Bora, T., 2006. Studies on biological control of fire blight with some antagonistic bacteria. Proceedings of the Xth International Workshop on Fire Blight. ACTA Horticulturea, 704, 337-340.

Özaktan, H. ve Gezen, M., 2002. Kültür mantarında bakteriyel benek (*Pseudomonas tolaasii*) hastalığının biyolojik kontrolünde fluoresant *pseudomonas*'ların etkisi üzerine bir çalışma. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri Kitabı, 4-7 Eylül 2002, Erzurum, s 371-380.

Özaktan, H., Kıdoğlu, F., Gül, A., Tüzel, Y., Özel, N. ve Aslan, E., 2009. Kök bakterilerinin topraksız ortamda yetiştirilen domates bitkisinde verime ve bakteriyel benek hastalığına (*P. syringae* pv. *tomato*) etkisi. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz 2009, Van, s 332.

Özsarı, P., Akbaba, M., Özaktan, H. ve Karsavuran, Y., 2017. *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)'nın biyolojik mücadelesinde bakteriyel endofitlerin kullanılması. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 8(2), 107-124.

Öztürk, H., 2016. Bazı biyoinsektisit ve entomopatojen Fungusların *Leptınotarsa decemlıneata* (say, 1824) (Coleoptera: Chrysomelıdae)'ya Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.36.

Rath, A.C., 2000. The Use of entomopathogenic fungi for control of termites. Biocontrol Science and Technology, 10, 563- 581.

Roberts, D. W., 1989. Word picture of biological control of insects by fungi. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, 84, 89-100.

Saenz-de-Cabezon Irigaray, F. J., Marco–Mancebón, V. and Perez-Moreno, I., 2003. The entomopathogenic fungus *B. bassiana* and compatibility with triflumeron: effects on the twospotted spider mite *Tetranychus urticae*. Biological Control, 26, 168–173.

Sezen, K., Demir, I. ve Demirbağ, Z., 2005. Investigations on bacteria as a potential biological control agent of summer chafer, *Amphimallon solstitiale* L. (Coleoptera: Scarabaeidae). Journal of Microbiology, 43, 463-468.

Soylu, S., Soylu, E. M., Bozkurt, İ. A. ve Yiğitbaş, H., 2002. Farklı bölgelerde yetiştirilen biberlerin rhizosferlerinden izole edilen bakteri isolatlarının toprak kökenli fungal patojenlerin gelişimi üzerine olan etkinliklerinin in-vitro koşullarda belirlenmesi. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri Kitabı. 4-7 Eylül 2002, Erzurum. s. 399-408.

Sökmen, M.A., Ayan, A.K. ve Şevik, M.A., 2005. Trabzon ve Bayburt İllerinde tohumluk patates (*Solanum tuberosum* L.) yumrularında belirlenen virüsler. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20, 23-26.

Stewart, J.G., Kennedy, G.G. and Sturz, A.V., 1997. İncidence of insecticides resistance in population of Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) on rince dward sland. Canadian Entomologist, 129, 21-26.

Şahin, M. E., 1997. Patates böceği, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, chrysomelidae)'nin Erzurum Ekolojik Koşullarında Biyo-ekolojisi, Popülasyon Yoğunluğu ve Doğal Düşmanlarının Tespiti. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s 57.

Thiery, I. and Frachon, E., 1997. Identification, isolation, culture and preservation of entomopathogenic bacteria. In: Lacey AL (eds.), Manual of Techniques in Insect Pathology. p.p. 55-73, Academic Press, London.

Todorova, S. I., Cote, J. C., Marte, P. and Coderre, D., 1994. Heterogeneity of two *B. bassiana* strains revealed by biochemical tests, protein profiles and bio-assays of*L. decemlineata* (Col.: Chrysomelidae*)* and *Coleomegilla macultata lengi* (Col.: Coccinellidae) larvae. Entomophaga, 39(2), 159–169.

Tozlu, E., Dadaşoğlu, F., Kotan, R. ve Tozlu, G., 2011. İnsectıcıdal effect of some bacterıa on *Bruchus dentıpes* baudı (coleoptera: *bruchıdae*). Fresenius Environmental Bulletin, 20 (4), 918-923.

Tozlu, E., Kotan, R. and Tozlu, G., 2017. The investigation of *Beauveria bassiana* (Ascomycota:Hypocreales) as a biocontrol agent of rosestemsawfly, *Syrista parreyssii* (Spinola, 1843) (Hymenoptera: Symphyta; Cephidae) larvae. Fresenius Environmental Bulletin, 26 (12), 7091-7100.

Turanlı, F., 2001. *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera; Chrysomelidae)'nın Larva Dönemlerine Uygulanan *Bacillus thuringiensis var. tenebrionis'*in Sindirim Sistemine Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, s 82.

Turanlı, F., Çabuk, M., Kısmalı, Ş. ve Gelbic, I., 2006. *Bacillus thuringiensis var. tenebrionis*'in *Leptinotarsa decemlineata* (Say.) (Coleoptera: Chrysomelidae) larvalarının ortabarsağına etki sürecinin histolojik yöntemlerle belirlenmesi. Türkiye Entomology Dergisi, 30 (2), 137-150.

Turanlı, F. ve Kısmalı, Ş., 2002. *L. decemlineata* (Say) (Coleoptera*:* Chrysomelidae)`nin larva donemlerine uygulanan *B. thuringiensis* var *tenebrionis*` in sindirim sistemi üzerindeki etkileri. Türkiye Entomology Dergisi, 26 (3), 209-227.

TÜIK, 2016, Türkiye İstatistik Kurumu. http://www.tuik.gov.tr.

Ulusoy, M., 2016. Entomopatojen Fungus *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill Sporlarının Bazı Zararlı Böcekler Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s 143.

Usanmaz, A., 2013. *Satureja* Türlerinin Uçucu Yağ ve Ekstrelerinin Patates Böceği (*L. decemlineata* Say) (Coleoptera, Chrysomelidae)]'nin Mücedelesinde Kullanım İmkanlarının Araştırılması. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s 181.

Uygun, N., Ulusoy, M.R. ve Satar, S., 2010. Biyolojik Mücadele. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 1(1), 1-14.

Vessey, J.K., 2003. Plant growth-promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil, 255, 571-586.

Waterhouse, D.F. and Norris, K.R., 1987. Biological Control, Pacific Prospects. Inkata Pres, pp. 454, Melbourne, Australia.

Watt, B.A. and Lebrun, R.A., 1984. Soil effects of *B. bassiana* on pupal populations of the Colorado potato betle (Coleoptera: Chrysomelidae). Environmental Entomology, 13, 15-18.

Yabaş, C., Ulubilir, A. ve Canhilal, R., 1995. Patates Böceği [*L. decemlineata* Say (Col.: Chrysomelidae)]'nin Biyolojik Mücadelesi Üzerinde Bazı Araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 35, 3-4.

Yaman, M. ve Demirbağ, Z., 2000. Isolation, identification and determination of insecticidal activity of two insect-orginated *Bacillus* spp.. Biologia, 55 (3), 283-287.

Yaman, M., Demirbağ, Z. ve Belduz, A. O., 2000. Isolation and insecticidal effects of some bacteria from *Euproctis chrysorrhoea* L. (Lepidoptera: Lymanthriidae). Acta Microbiologica Polonica, 49, 217–224.

Yaman, M., Demirbağ, Z. ve Beldüz, A. O., 1999. Investigations on the bacterial flora as a potential biocontrol agent of chestnut weevil, *Curculio elaphas* L. (Coleoptera: Curculionidae) in Turkey. Biologia, 54, 677–681.

Yaman, M., Nalcacioglu, R. ve Demirbağ, Z., 2002. Studies on bacterial flora in the population of the fall webworm, *Hyphantria cunea* Drury, (Lep., Arctiidae). Journal of Applied Entomology, 126, 470–474.

Yazıcı, S., Yanar, Y. ve Karaman, İ., 2009. Domateste erken yanıklık hastalık etmeni *Alternaria solani* ile biyolojik mücadelede bazı mikroorganizmaların etkinliğinin araştırılması. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz 2009, Van, s. 320.

Yıldız, F., Yıldız, M. ve Erten, L., 2009. Zeytinlerde Verticillium solgunluğu (*Verticillium dahliae* Kleb.) ile biyolojik savaşım çalışmaları. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz 2009, Van, s. 317.

Young, C.C., Recha, P.D., Lai, W.A. and Arun, A.B., 2006. Encapsulation of plant growth-promoting bacteria in alginate beads enriched with humic acid. Biotechnology and Bioengineering, 95(5), 76-83.

Yüceer, Ü. S., 2011. Patates Böceği (*L. decemlineata* Say.)'ne Dayanıklı Bitkiler Elde Etmek Amacıyla Patates (*Solanum tuberosum* L.)'in Genetik Transformasyonu. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, s 157.

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Erzurum ili Narman ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Narman Y.İ.B.O'da lise öğrenimini Bilecik'te tamamladı. 2010 yılında Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'ne girdi. 2014 yılında aynı fakültenin bitki koruma bölümünden mezun oldu. 2014 yılında Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalın'da yüksek lisans eğitimine başladı. Halen lisansüstü eğitimine devam etmektedir.