



**BAKTERİLERİN PAMUKTA KIRMIZI ÖRÜMCEK
TÜRLERİNİN (*Tetranychus spp.*) BİYOLOJİK
MÜCADELESİ İLE BİTKİ VERİM PARAMETRELERİ
ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Sefa ÇELİK

**Yüksek Lisans Tezi
Bitki Koruma Anabilim Dalı
Entomoloji Bilim Dalı
Prof. Dr. Göksel TOZLU
2019
Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAKTERİLERİN PAMUKTA KIRMIZI ÖRÜMCEK TÜRLERİNİN
(*Tetranychus* spp.) BİYOLOJİK MÜCADELESİ İLE BİTKİ VERİM
PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Sefa ÇELİK

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
Entomoloji Bilim Dalı

ERZURUM
2019

Her Hakkı Saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**BAKTERİLERİN PAMUKTA
KIRMIZI ÖRÜMCEK TÜRLERİNİN (*Tetranychus* spp.)
BİYOLOJİK MÜCADELESİ İLE BİTKİ VERİM PARAMETRELERİ ÜZERİNE
ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Prof. Dr. Göksel TOZLU danışmanlığında, Sefa ÇELİK tarafından hazırlanan bu çalışma 20/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı – Entomoloji Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliği/oy çolduğu (3./3.) ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Göksel TOZLU

İmza :

Üye: Prof. Dr. Recep KOTAN

İmza :

Üye: Doç. Dr. Arzu ALA GÖRMEZ

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 26.09./2019 tarih ve 38./...87..... nolu kararı
ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

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

BAKTERİLERİN PAMUKTA KIRMIZI ÖRÜMCEK TÜRLERİNİN (*Tetranychus* spp.) BİYOLOJİK MÜCADELESİ İLE BİTKİ VERİM PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Sefa ÇELİK

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

Danışman: Prof. Dr. Göksel TOZLU

Bu çalışma; tarla koşullarında pamukta bitki kalitesi ve verimi üzerine olumsuz etki yapan kırmızı örümcek türlerinin (*Tetranychus* spp.) biyolojik mücadelesinde iki adet bakteri izolatının (*Bacillus subtilis* PA1 ve *Paenibacillus azotofixans* PA2 strains) formülasyonunun kullanılabilirliğini belirlemek amacı ile yapılmıştır. Denemeler 3 farklı lokasyonda ve 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup; kontrol olarak, Lambda-Cyhalothrin etken maddeli bir ticari preparat kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; biyoajan formülasyonu uygulamalarında kırmızı örümcek yoğunluğu önemli ölçüde düşürülmüş olup, kontrole kıyasla sonuçlar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca, biyoajan uygulamasında kontrole oranla pamuk bitkisi gelişim parametreleri olan meyve dal sayısı %130,20, bitki taç çapı %88,16, bitki boyu %40,15, çiçek sayısı %21,25 ve odun dalı sayısı %18,13 oranında olmak üzere önemli derecede artmıştır. Benzer şekilde her üç deneme parselinde de ortalama koza sayısında %126,53 ve koza ağırlığında ise %54,65 oranında artış gözlenmiştir. Zararlı ile mücadele amaçlı kullanılan biyoajan formülasyon uygulamasının başarılı olmasının bir sonucu olarak da verim pozitif yönde etkilenmiş olup, ortalama kütlü pamuk verimi %80,03 ve lif verimi %82,17 artış göstermiştir. Sonuç olarak, bu iki bakteriden oluşan formülasyonun pamuk yetiştiriciliğinde zararlı kontrolünde biyopestisit olarak kullanılabileceği ve aynı zamanda verim ve kalite artışında da önemli bir role sahip olacağı sonucuna varılmıştır.

2019, 54 sayfa

Anahtar Kelimeler: Bakteri, Biyolojik mücadele, Bitki verim parametreleri, Kırmızı örümcek, Pamuk, *Tetranychus* spp.

ABSTRACT

Master Thesis

THE INVESTIGATION OF EFFECT OF BACTERIA IN BIOLOGICAL CONTROL OF RED SPIDER MITE (*Tetranychus* spp.) AND PLANT YIELD PARAMETER IN COTTON

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

Supervisor: Prof. Dr. Göksel TOZLU

This work was done to determine the usability of two bacterial isolates (*Bacillus subtilis* PA1 and *Paenibacillus azotofixans* PA2 strains) in biological control of red spider species (*Tetranychus* spp.) and effects on plant quality and yield in cotton under field conditions. Assays were established in 3 different locations and 3 replications; a commercial preparation with Lambda-Cyhalothrin active ingredient as a control, was used. According to the results; red spider density was significantly reduced in the bacterial formulation applications, and the results were statistically significant compared to the control. In addition, the number of fruit branches in the cotton plant is 130,20%, plant crown diameter is 88,16%, plant height is 40,15%, the number of flowers is 21,25% and the number of wood branches is 18,13% plant growth significantly increased in the bacterial application. Similarly, the average number of cocoons increased 126.53% and cocoon weights increased 54.65% in all three trial parcels. As a result of the successful use of bacterial application to combat the pests, the yield was positively affected, bulk cotton yield 80.03% and fiber yield 82.17% increased. As a result, it is thought that the bacterial formulation consisting of these two bacteria can be used as a biopesticide in the control of pest in cotton cultivation and also has an important role in the increase of productivity.

2019, 54 page

Keywords: Bacteria, Biological control, Plant yield parameter, Red spider mite, Cotton, *Tetranychus* spp.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasını özenle takip eden, fikirleri ve düşünceleri ile daima bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Göksel TOZLU'ya; özellikle çalışmamda elde ettiğim sonuçların analiz süresince yakın ilgi, yardım ve desteklerini esirgemeyen, fikirleri ve düşünceleri ile daima bana yol gösteren saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Recep KOTAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Yine çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Sayın Doç. Dr. Elif TOZLU ve Sayın Doç. Dr. Fatih DADAŞOĞLU'na, 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 aileme gönülden teşekkür ederim.

Sefa ÇELİK

Eylül, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	21
3.1. Materyal.....	21
3.1.1. Yararlanılan cihazlar	21
3.1.2. Çalışmada kullanılan besiyerleri ve çözeltilerin hazırlanışı.....	21
3.1.3. Çalışmada kullanılan bakteri strainleri.....	22
3.1.4. Kullanılan test bitkisi.....	23
3.2. Yöntem	23
3.2.1. Bakteri strainlerinin patojenite testleri	23
3.2.2. Biyolojik mücadele çalışmaları	23
3.2.2.a. Tarla denemelerinin kurulması	23
3.2.3. Sonuçların analiz edilmesi.....	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	27
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	45
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	56

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat derece
CLS	Canlı larva sayısı
cm	Santimetre
da	Dekar
dH ₂ O	Distile su
dk	Dakika
g	Gram
kg	Kilogram
L	Litre
MIS	Mikrobiai Tanı Sistemi
ml	Mililitre
mm	Milimetre
NA	Nutrient Agar
NB	Nutrient Broth
PDA	Patato Dekstroz Agar
PGPR	Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakterler
sa	Saat
sdH ₂ O	Steril ve distil su
µg	Mikrogram
SAR	Kazanılmış Sistemik Dayanıklılık

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Vücudun genel görünümü a) <i>Tetranychus cinnabarinus</i> b) <i>Tetranychus urticae</i>	6
Şekil 3.1. Deneme alanlarından bir görünüm	24
Şekil 4.1. Kontrol ve bakteri strainlerinin uygulandığı parseller.....	27
Şekil 4.2. Biojan formülasyonunun uygulandığı denemeden bir görünüş.....	32
Şekil 4.3. Uygulamaların pamuk koza büyüklüğü üzerine etkisi	37
Şekil 4.4. Uygulamaların pamuk yan dal sayısı ve kök gelişimine etkisi.....	38
Şekil 4.5. Uygulamaların pamuk koza gelişimi üzerine etkisi.....	38
Şekil 4.6. Uygulamaların pamuk koza sayısı üzerine etkisi	39
Şekil 4.7. Uygulamaların pamuk koza açılması üzerine etkisi	40
Şekil 4.8. Uygulamaların <i>Tetranychus cinnabarinus</i> ve <i>Tetranychus urticae</i> zararı üzerine etkisi.....	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Dünyada böceklerle karşı kullanılan bazı biyopestisitler ve ticari isimleri .	20
Çizelge 3.1. Bakteri strainlerinin MIS ve BIOLOG tanı sonuçları ve bazı biyokimyasal özellikleri.....	22
Çizelge 4.1. Pamuk tarla denemelerinde <i>Tetranychus cinnabarinus</i> ve <i>Tetranychus urticae</i> 'ye karşı test edilen biyoajan formülasyonunun etkililiği	28
Çizelge 4.3. Pamuk tarla denemelerinde biyoajan formülasyonunun pamuk bitkisinde bitki verim parametreleri üzerine etkisi	34
Çizelge 4.5. Pamuk tarla denemelerinde biyoajan formülasyonunun pamuk bitkisinin verim ve kalitesi üzerine etkisi	43

1. GİRİŞ

Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) sistematik olarak Malvales takımına bağlı Malvaceae familyasının *Gossypium* cinsine ait tropik ve subtropik iklim kuşağına adapte olmuş, vejetasyon süresi 5-6 ay gibi oldukça uzun olan çok önemli bir lif bitkisidir (Anonim 2018a).

Dünya nüfusunun hızla artışı yanında toplumların sosyo-ekonomik yapısının oluşturduğu isteklere bağlı olarak, Dünya'daki pamuk üretiminde önemli değişimler görülmektedir. Pamuk, yaygın ve zorunlu kullanım alanlarıyla insanlığa hizmet açısıyla olduğu kadar, oluşturduğu katma değer ve istihdam olanaklarıyla da üretici ülkelere büyük ekonomik katkılar sağlamaktadır (Gençer vd 2004).

Türkiye'nin önemli ovalarında tarımsal faaliyetin temelini oluşturarak çiftçilerin ana geçim kaynağı haline gelmiş olan pamuk tarımı, ulusal tekstil sektörüne hammadde sağlaması açısından önemli ekonomik faaliyet kollarından birisi durumundadır. Türkiye'de pamuk üretiminin yaklaşık %34'ünün yapıldığı Güneydoğu Anadolu Bölgesi (GAP)'nin en büyük ovalarından biri olan Harran Ovası'nda ise, benzer şekilde pamuk üretimi yaygın olarak gerçekleştirilmekte olup, çiftçiler arasında en kârlı tarımsal faaliyet kolu olarak kabul edilmektedir (Işgın vd 2012).

Tekstil ve konfeksiyon sanayinin üretim ve ihracatının %80'i pamuğa dayalıdır. Ülkemizin bitkisel yağ üretiminde önemli paya sahip ürünlerinden birisi olan çiğit, pamuğun yan ürünü olması dolayısıyla üreticiye ayrıca ek gelir kaynağı olmaktadır. Tohumu bitkisel yağ üretiminde kullanıldıktan sonra arta kalan küspesi yüksek protein içeriği nedeniyle hayvan yemi olarak büyük önem taşımakta, hayvancılık sektöründe besiciliğe katkısı ile de ülke ekonomisinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Pamuk bitkisi, elyaf, yağ ve küspesinin yanı sıra selüloz, kağıt yapımı, barut üretimi ve röntgen filmi yapımında kullanılmakta, kapçığı da yakacak olarak değerlendirilebilmektedir (Aksoy et al. 2008).

Pamuk, işlenmesi açısından çırçır sanayisinin, lifi ile tekstil sanayisinin, çekirdeği ile yağ ve yem sanayilerinin, linteri ile de kağıt sanayisinin hammaddesi olma durumundadır. Petrole alternatif olarak pamuğun çekirdeğinden elde edilen yağdan, giderek artan miktarda biodizel üretiminde de hammadde olarak faydalanılmaktadır. Bunların yanında gittikçe artan nüfus ve bu nüfusun yaşam standartlarının yükselmesi, dünyada pamuk bitkisine olan talebi de giderek artırmaktadır (Anonim 2016)

Dünya'da yıllık pamuk üretimi 2017 verilerine göre yaklaşık 23 milyon ton iken, yıllık pamuk tüketim miktarı ise yaklaşık olarak 24 milyon ton görünmektedir. Dünya pamuk üretiminde Hindistan, Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Pakistan ve Brezilya, tüketiminde Çin, Hindistan, Pakistan, Türkiye ve Brezilya ilk beş sırayı almaktadır. Türkiye'de ise TÜİK verilerine göre 2017 yılında 5.018.534 dekar alanda pamuk tarımı yapılmış olup, 2,45 milyon ton kütlü pamuk elde edilmiştir. Bu alanlar içerisinde ekim alanlarının genişliği bakımından ilk sırayı Güneydoğu Anadolu Bölgesi (GAP) (%56) almakta, bunu Ege Bölgesi (%17) Antalya (%1) yöreleri takip etmektedir (Anonim 2016; TÜİK 2017).

Bir yandan dünya nüfusunun hızla artması, diğer yandan sanayileşen ve kalkınan toplumlarda yaşam düzeyinin ve doğaya zarar vermeyen ürünlerin kullanım bilincinin artması pamuk ve pamuğa dayalı ürün tüketimini artırmakta ve dolayısıyla da pamuğa olan ihtiyacın da her geçen gün artmasına neden olmaktadır (Alkaya 2010).

Tarım, sürekli artan dünya nüfusunun yeteri kadar beslenebilmesi bakımından en önemli sektördür. Son dönemlerde ortaya çıkan açlık sorunu, küresel bir felaket halini almaya doğru gitmektedir. Bu nedenle, artan besin gereksiniminin karşılanması için tarımsal üretimde yüksek verim ve kalitenin hedeflenmesi mutlak gerekli görünmektedir. Pamuk yetiştiriciliğinde de diğer tarımsal ürünlerde olduğu gibi büyük kayıplara neden olan zararlılarla mücadelede mutlaka başarı sağlanması büyük önem arz etmektedir (Yeşil 2016).

Günümüzde gelişmiş ülkelerde, zararlı, doğal düşman, verim ve çevre ilişkileri detaylı bir şekilde incelenmekte, zararlı türlerin popülasyon gelişimleri ile hangi düzeyde zarar verecekleri önceden tahmin yöntemleri ile belirlenebilmekte, bu sayede de zararlarının önlenmesi için, etkili ve ekonomik tedbirler alınabilmektedir (Öncüler ve Gençsoylu 2003).

Birçok endüstri bitkisinde olduğu gibi pamuk bitkisinde de üretim miktarı ile kalite kaybına sebep olan çok önemli zararlılarla karşı karşıya kalınabilmektedir. Pamuk tarımını negatif yönde etkileyen bir çok faktör olmakla birlikte, bunlar içerisinde en önemlilerinden biri bitki koruma ile ilgili karşılaşılan problemlerdir. Pamuk bitkisinin temel gelişme döneminde, pamuk yaprak biti (*Aphis gossypi* Glov.), tütün tripsi (*Thrips tabaci* Lind.), kırmızı örümcekler (*Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.) *Tetranychus urticae* Koch) ve yaprak pireleri (*Empoasca decipiens* Paoli, *Asymmetrasca decedens* (Paoli.)) gibi zararlılar sokup emmek süretiyle önemli derecede zararlara yol açmaktadırlar (Güneş 2005).

Günümüzde zararlılar ile mücadelede sürekli ve aşırı kimyasal kullanılması sonucunda; insan ve çevre sağlığı önemli ölçüde tehdit edilmekte, doğal kaynaklar kirlenip bozulmakta, üretim sistemlerinin sürdürülebilirliği de ortadan kalkmaktadır. Bu nedenle, bitki hastalık ve zararlılarının mücadelesinde insan ve çevre sağlığı için olumsuz endişeleri en aza indiren etkili mücadele yöntemlerinin uygulanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Mikroorganizmaları kullanarak bitki hastalık ve zararlılarını kontrol altına alan biyolojik mücadele yöntemi, sentetik kimyasal kullanımına güçlü bir alternatif olarak görülmektedir (Kotan vd 2010). Son zamanlarda, birçok hastalık ve zararlıının biyolojik mücadelesine yönelik önemli çalışmalar yapılmış ve etkili sonuçlar alınmıştır. Zaman içerisinde pek çok ülkede bunların preparat haline getirilip kullanılmaya başlanması, biyolojik mücadele çalışmalarına bu ürünlerin ne oranda katkı verdiğinin en güzel kanıtı olmuştur. Ayrıca, üretici ve tüketicilerin bilinçlenmesi ve organik ürünlere artan eğilimler göz önüne alındığında, entegre mücadele içinde biyolojik mücadelenin yerinin giderek artacağı da ortadadır (Uygun vd 2010).

Kırmızı örümcekler, bitkisel üretimde karşılaşılan en önemli zararlı gruplarından birisidir. Emgi yapmak suretiyle bitkilerde zarar meydana getirdiği gibi, akarların bazı türlerinin bitki virüs hastalıklarının vektörü olduğu da bilinmektedir (Toros 1992). Kırmızı örümceklerle mücadele diğer tarımsal zararlılarda olduğu gibi çoğunlukla kimyasal mücadele şeklinde yapılmaktadır. Oysa, yoğun ve gereksiz pestisit kullanımı, çevre ve insan sağlığının zarar görmesine ve doğal dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda, üründe kalıntı ve zararlıların kısa zamanda direnç geliştirmesi gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır (Topakcı ve Göçmen 2008). Pamukta en önemli zararlı gruplarından biri olan kırmızı örümceklerin mücadelesinde de kimyasalların kullanımı her ne kadar basit ve başarılı gibi görünse de insan ve çevre sağlığı üzerinde bıraktığı kalıcı etkilerinin neden olduğu zararların mutlaka göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Yapılan bu çalışmada, hem dünyada hem de ülkemizde pamuk alanlarında verim kayıplarına neden olan kırmızı örümcek türlerine karşı biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılabilecek çevre dostu, insan ve diğer canlıların sağlığını tehdit etmeyen ümitvar biyolojik mücadele ajanı bakteri izolatlarının kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, pamuk bitkisinin verim ve verim parametreleri üzerine uygulanan bakterilerin nasıl bir etki yapacağının da ortaya konulması hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Pamukta bakteriyel, fungal ve viral hastalık etmenlerinin yanı sıra pek çok zararlı akar ve böcek türleri de zarar yapmaktadır.

Pamukta görülen önemli zararlılar; pamuk yaprakbiti (*Aphis gossypii* Glov.), thrips (*Thrips tabaci* L.), kırmızı örümcekler (*Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.), *T. urticae* Koch.), yeşilkurt *Helicoverpa armigera* (Hbn.), pamuk yaprakkurdu (*Spodoptera littoralis* Boisd.), çizgili pamuk yaprakkurdu (*Spodoptera exigua* Hbn.), tütün beyaz sineği (*Bemisia tabaci* Genn.) ve pembekurt (*Pectinophora gossypiella* (Saunders))'dur (Anonim 2018b).

Kırmızı örümcekler konukçu bitkilerin yapraklarının alt yüzünde ördükleri ipeğimsi ağlar arasında yaşamaktadırlar ve çoğu zaman ergin, nimf ile yumurta dönemlerine bir arada rastlamak mümkün olmaktadır. Pamuk kırmızı örümceği (*T. cinnabarinus*)'nin dişilerinde vücut uzunluğu 0.4 mm, genişlik 0.3 mm, abdomeni kırmızı, sefalotoraksı sarı renklidir. Dişiler bir süre beslendikten sonra renkleri parlak ve koyu kırmızıya dönüşmektedir (Şekil 1a). Kırmızı uçlu olan bacakları ve vücutları kıllıdır. Vücutlarının sırt kısmında 4 parçalı siyah leke vardır. Dişiler erkeklerden daha iri olup, abdomenleri ovaldir. Erkeğin vücut uzunluğu 0.3 mm, genişliği 0.2 mm, bacaklarının uçları ise sarı renklidir. Sefalotoraksın üzerindeki iki kırmızı benek çok belirgindir. Erkeklerin abdomenleri geriye doğru daha incedir. Erkekler dişilerden daha hareketlidir. İki noktalı kırmızı örümcek (*T. urticae*)'in esas rengi yeşilimsi olup, sarımtırak koyu yeşil veya kahverengimsi yeşil de olabilir (Şekil 1b). Dişinin vücut uzunluğu 0.3–0.5 mm, genişliği 0.2–0.3 mm'dir. Sırtta diken gibi kıllar vardır. Erkekler dişilerden küçük olup, pamuk kırmızı örümceğinde olduğu gibi abdomen arkaya doğru daha incedir. Vücut ortasına yakın mesafede iki tarafta bir çift siyah leke bulunur. Her üç türün de sırt kılları diken gibidir. Erginler dört çift bacaklı olmalarına karşılık, larvaları üç çift bacaklıdır. Her iki türün yumurtası küre şeklinde olup, çapı 0.1 mm kadardır. Yumurtanın rengi önceleri şeffaf ve beyaz, açılmaya yakın hafif kırmızı ve sarı renk almaktadır. Yumurtadan yeni çıkmış nimflerin rengi her iki türde açık sarı ile uçuk kırmızıdır. Oval biçiminde olan yeni

nimfler beslendikten sonra rengi koyulaşır ve ergine benzerler. Nimf döneminde vücut kılıklıdır. Nimfler 4 çift bacaklıdırlar. Protonimf dönemi şekil bakımından ergine benzer, yeşilimsi sarı ve hafif kırmızı rengindedir. Bu dönemde beslenme ve hareket daha fazla olup, erkek ve dişileri birbirinden ayırmak zordur. Erginler kışı kırmızı veya turuncu renkli kışlık formda, dökülen yaprakların altında ve toprak parçaları arasında diyapoz halinde geçirir. Zorunlu diyapoz yoktur. Kışı ılık geçen bölgelerde ve seralarda yıl boyunca yaşayıp üremelerine devam ederler. Üzerinde yaşadığı bitkinin yaprak özsuğunu emerek beslenirler. Emgili yaprak sararır, bitkinin klorofil miktarı azalır özümleme geriler ve yapraklar kıvrılarak dökülür. Zarar görmüş bitkilerden alınan ürünün kalite ve kantitesi düşer. Yoğun olduğu bitkilerin üzeri ağ tabakası ile kaplanmış gibi görülür ve bitkiyi kuruturlar (Anonim 2018c).



Şekil 2.1. Vücudun genel görünümü **a)** *Tetranychus cinnabarinus* **b)** *Tetranychus urticae*

Birçok kültür bitkisinde zarar oluşturan ve pamukta verim kaybına neden olan en önemli zararlılar arasında yer alan kırmızı örümcekler, emgi yapmak suretiyle bitkilerde zarar meydana getirdikleri gibi, bazı türlerinin bitki virüs hastalıklarının vektörlüğünü de yapmaktadırlar (Toros 1992). Kırmızı örümceklerle mücadele, diğer tarımsal zararlılarda olduğu gibi çoğunlukla kimyasal mücadele (akarisit/akarisit+insektisit uygulamaları) şeklinde yapılmaktadır. Akarisitlerin %80'inin uygulandığı hedef zararlılar; İki noktalı kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae*), Avrupa kırmızı örümceği (*Panonychus ulmi*) ve Turunçgil kırmızı örümceği (*Panonychus citri*)'dir (Van Leuween *et al.* 2015). Dünya

apındaki toplam akarisit kullanımının %74' ü meyveler, bağ ve sebze alanları olmak üzere; turunçgiller (%31), elma ve armut (%23) ve çay (%22) bitkileri oluşturmaktadır (Van Leuween et al., 2015). Oysa yoğun ve gereksiz pestisit kullanımı, evre ve insan sağlığının zarar görmesine ve doğal dengenin bozulmasına sebep olmaktadır. Aynı zamanda, üründe kalıntı ve zararlıların direnç geliştirmesi gibi önemli sorunlar ortaya çıkmaktadır (Topakcı ve Göçmen 2008). Aynı şekilde, akarların, dllemli çoğalmalarının yanında partenogenetik olarak da çoğalabilmeleri, çok sayıda yumurta bırakmaları, kısa yaşam süresi ve yıl içinde çok dl vermeleri ilaçlara karşı direnç gelişimini hızlandırmaktadır. Özellikle *T. urticae*'nin, 93 farklı aktif maddeye karşı direnç oluşturmuş ve arthropodlar arasında en çok direnç oluşturan zararlı durumunda olduğu belirtilmektedir (Anonymous, 2015a). Herhangi bir etki mekanizmasına sahip bir akarisite karşı direnç oluşturan bir akar popülasyonu, aynı etki mekanizmalı diğer ilaçlara da direnç oluşturabilmektedir. Farklı etki mekanizmalı ilaçların kullanılması, direnç oluşumunu geciktirecek ve akarisitlerin kullanım süresini uzatacaktır. Dolayısıyla devamlı olarak yeni etki mekanizmalı ilaçların geliştirilmesine ihtiyaç vardır (Dekeyser 2005). Fitofag akarların mücadelesinde sadece sentetik akarisit uygulamalarına dayanan stratejiler sürdürülebilir olmadığı, biyolojik mücadelenin son zamanlarda başarısını arttırsa da, tek başına uygulandığında gösterdiği etkinin de sınırlı bulunduğu, modern bitki korumada, en etkili mücadele taktiğinin ise entegre zararlı mücadelesi (IPM) programları olduğu, bütün mücadele yöntemlerinin birbiriyle kombine edilerek uygulanması ve zararlıyı ekonomik zarar eşiğinin altında tutmanın hedef olması gerektiği belirtilmektedir (Hoy, 2011).

Akarisitler, IPM programlarına uygun bir şekilde seçilmelidir. Bu akarisitler fitofag akarlara karşı yüksek etkili, ancak bunların predatrlerine ya da diğer faydalılara karşı güvenli olmalıdır. Sürekli olarak bitkilerdeki zararlı ve yararlı akar popülasyonu kontrol edilmeli ve mücadeleye doğru zamanda karar verilmelidir (İnak ve obanoğlu 2016).

Günümüzde yeni pestisitlerin geliştirilmesi, maliyetlerin çok yüksek olması, çok uzun ve yoğun araştırmalar gerektirmesi nedeniyle bir düşüş içerisindedir (Sparks 2013). Mevcut pestisitleri dönüşümlü olarak kullanıp, ömürlerini artırmak çok önemlidir. Formülasyon

tiplerini iyi anlayıp, etkin kullanabilmek önem kazanmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte farklı formülasyonlar da geliştirilmelidir. Tarlada zararlı bulunan akarlarda mevcut direnç durumlarının belirlenip, entegre savaşım kavramı altında uygun yönetim modellerinde uygulamalar yapılmalıdır (İnak ve Çobanoğlu 2016).

Yine, İnak ve Çobanoğlu (2016), hazırlamış oldukları derleme makalelerinde, tarımsal alanlarda, fitofag akarlar ile ana mücadele yönteminin akarisitler ve insektisit/akarisitlerin olduğunu belirtmişler, bu kimyasalların bilinçsiz ve aşırı kullanımlarının, uygulamalarını kısıtlayan en önemli faktör olduğunu da kaydetmişlerdir. Ayrıca, direnç oluşumunu tamamen engellemenin mümkün olmadığını, ancak ilaçların etki mekanizmalarının bilinmesi halinde direncin yönetilebileceğini ve geciktirilebileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, daha doğa dostu olan bitkisel ekstraktlar, esansiyel yağlar ve mikrobiyal etmenlerin önemini de vurgulamışlardır.

Özellikle seralarda biyolojik mücadele ajanları başarılı olarak kullanılsa da, akarlara karşı başlıca mücadele akarisitler ve insektisit/akarisit ile yapıldığı belirtilmektedir (Van Leuween *et al.* 2010). Dünyadaki spesifik akarisit marketinin 2013 yılındaki değeri 900 milyon Euro olarak belirlenmiş, bu değer yaklaşık 13.3 milyar Euroluk piyasa değeri olan insektisitlerin (Fumigantlar hariç) %7'sine denk geldiği kaydedilmektedir (Van Leuween *et al.* 2015). Günümüzde aktif madde bazında bakıldığında, en son çıkan, farklı etki mekanizmalı akarisitlerin (spirodiclofen, spiromesifen) pazar payında büyük bir yer kaplamasının yanı sıra, çok eski yıllarda piyasaya sürülmüş bazı aktif maddelerin de hala kullanıldığı görülmektedir. 2010 yılının verilerin göre spirodiclofen ve spiromesifen gibi daha yeni olan aktif maddelerin pazar payı sırasıyla 79 ve 35 milyon euro'dur. Bu pay ise aynı yılın toplam akarisit satış tutarı olan 528 milyon euro'nun %21'ine denk gelmektedir (Van Leuween *et al.*, 2015).

Ülkemizde akarisit kullanımı 2014 yılında 1.513 ton olup, 39.722 tonluk toplam pestisit kullanımının %3,8'ini oluşturmaktadır (TÜİK 2015). Etkisi bilinmeyen akarisitler; benzoimate, chinomethionat, dicofol gibi akarisitler olup, bu gruptaki akarisitlerin hemen hepsi ülkemizde yasaklanmıştır (Anonymous 2015b).

Son zamanlarda kırmızı örümceklerle mücadele çalışmalarında kimyasal kullanımına alternatif olabilecek yöntemler üzerinde yoğunlaşmaya başlanılmıştır. Bu yöntemlerden ayrı ayrı aşağıda bahsedilmeye çalışılmıştır.

Laboratuvar şartlarında $26\pm1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, $\%60\pm5$ nem ve 14 saat gün uzunluğunda yürütülen çalışmada *T. cinnabarinus*'un biyolojik dönemleri üzerine Azadirachtin'in çeşitli etkileri araştırılmış ve çalışmada Azadirachtin'in 10, 20, 40 ve 60 ppm dozları kullanılmıştır. Kontrolde, *T. cinnabarinus* yumurtalarının açılma oranları sırası ile $\%81.66$, $\%67.66$, $\%56.81$ $\%37.79$ ve $\%98.36$ olarak saptanmıştır. Larva üzerine yapılan uygulamalarda ergin çıkış oranı kontrolde $\%83.0$ iken 10 ppm'de $\%18.6$, 20, 40 ve 60 ppm'de ise $\%0$ olarak belirlenmiştir. Deutonomf döneminde ergin çıkış oranı kontrolde $\%100$ iken, 10, 20, 40 ve 60 ppm'lik dozlarda sırası ile $\%60.0$, $\%31.6$, $\%13.3$ ve $\%0$ olarak saptanmıştır. Uygulama yapılmış yapraklar üzerindeki ergin bireylerin 7 gün boyunca bırakmış olduğu toplam yumurta sayısının kontrole göre doz artışına bağlı olarak azaldığı ayrıca tüm dozların $\%90$ - 100 oranında repellentlik etkisinin olduğu saptanmıştır (Topakcı ve Göçmen 2008).

Barış ve Çobanoğlu (2009), *Azadirachta indica* A. Juss'dan elde edilen ve azadirachtin içeren NeemAzal T/S preparatı ($\%1$) ve *Melia azedarach* L.'un meyve metanol ekstraktının laboratuvar koşullarında daldırma metodu uygulayarak *T. urticae*'ye etkisini araştırmışlardır. *M. azedarach*'ın $\%5$, 10 ve 15'lik konsantrasyonları *T. urticae*'nin ergin öncesi dönemine karşı etkisini sırasıyla $\%4.74$, 15.74 ve 16.68 ; ergin dişilerine karşı etkisini sırasıyla $\%10.38$, 14.20 ve 15.90 olarak belirlemişlerdir. *M. azedarach*'ın uygulama sürelerine göre ergin öncesi dönemlere etkisi en düşük $\%4.48$ ile 1. günde, en yüksek ise $\%22.27$ ile 6. günde; ergin dişilerine (larva, protonimf, deutonomf) karşı etkisi en düşük $\%2.67$ ile 1. günde, en yüksek $\%26.48$ ile 6. günde olmuştur.

Erdoğan vd (2010) Solanaceae familyasına ait *Capsicum annum* L. bitkisinden elde edilen etanollü ekstraktın *T. urticae* üzerine etkisini araştırmışlardır. Yaptıkları uygulamalarda besin olarak fasulye yaprak diskleri (3 cm çapında) kullanmışlar, ekstraktın $\%1$, 3, 6, 12 olmak üzere dört farklı konsantrasyonu 10 tekerürlü olarak çalışmışlardır. Sonuç olarak

larva, nimf ve ergin dönemlerinde en yüksek ölüm oranı ekstraktın %12'lik konsantrasyonunda tespit etmişler, bu konsantrasyonda larva, nimf ve erginlerde belirlenen ölüm oranını da sırasıyla %97, %86 ve %95 olarak vermişlerdir. Ayrıca, aynı konsantrasyonun erginlerde yumurta verimini önemli derecede düşürdüğünü, ancak ovisidal etkisinin bulunmadığını da kaydetmişlerdir.

2015-2016 yılları arasında Tokat ilinde yürütülen bir çalışmada; *Labiatae* (Lamiaceae) familyasına ait beş kekik (*Origanum onites* L. *O. vulgare* L., *O. majorana* L., *Thymbra spicata* L. ve *Thymus vulgaris* L.) türünden elde edilen uçucu yağların iki noktalı kırmızı örümcek *T. urticae*'ye karşı repellent etkisi araştırılmıştır. Repellent etki çalışmasında su distilasyon yöntemi ile uçucu yağlar elde edilmiş ve dört farklı doz (% 0.5, %1, %2, %4µl/l) iki noktalı kırmızı örümceğin ergin dişi bireylerine karşı uygulanmıştır. Deneme 4 tekerrürlü olarak kurulmuş, her deneme 3 kez tekrarlanmıştır. Çalışma sonucunda, beş bitkininde etkili olarak repellent etki gösterdiği, *O. onites*'in en etkili bitki olduğu saptanmıştır. 24 saat sonrasında *O. onites*, *O. vulgare*, *O. majorana*, *T. spicata* ve *T. vulgaris* ile yapılan sayımlarda repellent etki sırasıyla %98.33, %81.66, %81.66, %66.66 ve %71.66 bulunmuştur (Aslan 2017).

Kaya ve Çetin (2017) bazı tıbbi bitki ekstraktlarının *Tetranychus cinnabarinus*'un nimf ve erginlerine karşı etkileri ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, etanol çözücüsüyle hazırlanan eğir, zencefil, rezene ve defne (kök, yaprak ve tohum kısımları) olmak üzere dört bitki ekstraktının *T. cinnabarinus*'un ergin ve nimf dönemlerine rezidüel etkilerini araştırmışlardır. Deneylerde fasulye bitkilerinin 3 cm çapındaki yaprak diskleri ekstraktlara daldırılarak kullanılmış, ekstraktların %20, %10, %5, %2.5, %1.25 (w/w) olmak üzere beş farklı konsantrasyonu kullanılmış ve 24, 48 ve 72 saat olmak üzere üç farklı maruz bırakma süresi denenmiştir. Denemeleri 28±1 °C sıcaklık, 16 saat aydınlanma süresi ve % 65±5 orantılı nem koşullarında yürütmüşlerdir. Sonuç olarak, nimf ve ergin dönemlerinde en yüksek ölüm oranı ekstraktların %20'lik konsantrasyonunda belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda, *T. cinnabarinus* nimfleri üzerine eğir (*A. calamus*) ve defne (*L. nobilis*) ekstraktlarının tüm maruz bırakma sürelerinde daha yüksek toksik etki gösterdiğini, 72 saatlik uygulama süresi sonunda %5'lik konsantrasyonda eğir'i %97,

defne'yi %95 oranında toksik bulmuşlardır. Erginlerinde ise defne ekstraktının 72 saatlik uygulama süresi sonunda %5, %2.5 ve %1.25'lik konsantrasyonlarında sırasıyla %83, %33 ve %10'luk etki gösterdiğini, 72 saatlik uygulama süresi sonunda da ergin ve nimflerde LC50 değerinin en düşük olduğu bitkinin defne olduğunu da kaydetmişlerdir (%3.64 ve %1.37).

Biyolojik mücadelede yararlanılan organizmaları parazitoitler, predatör böcekler, nematodlar, omurgalı ve omurgasız predatörler, entomopatojenler (bakteriler, funguslar, virüsler, protozoalar, riketsialar) ve antagonistler şeklinde sıralamak mümkündür.

Pamukta *T. urticae* ve *T. cinnabarinus* türlerinin doğal düşmanlarının olmadığı bir dönemde yoğunluğunu belirlemek amacıyla Aydın İl'inde yapılan bir çalışmada, 1999 yılında zararlıların en yüksek yoğunluğuna 7.36 adet/yaprak ile 29 Temmuz tarihinde ulaşmış ve daha sonra aniden düşüşler gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde, doğal ortama göre yoğunluk kafes ortamında daha fazla olurken, teknik talimatta belirtilen 10 adet/yaprak ekonomik zarar eşiği (EZE) değerine ulaşmamıştır. Bu durum çalışmanın yapıldığı Aydın-Merkez'de zararlının yıllara göre farklı yoğunlukta bulunduğu ancak üç yıllık çalışmalarda EZE değerine ulaşmadığını göstermektedir. Sonuçta, zararlı yoğunluğunun doğal düşmanın olmadığı ortamlarda EZE değerini aşabileceği vurgulanmıştır. Bölgede doğal ortamda zararlı-doğal düşman ilişkisi bulunduğundan ya da iklim faktörünün etkisinden dolayı popülasyon yoğunluğunda artış gözlenmemiştir. Ayrıca, bu dengeyi bozacak her türlü uygulamalardan kaçınılması gerektiği de belirtilmiştir (Öncüer ve Gençsoylu 2003).

T. cinnabarinus'un doğal düşmanlarını tespiti amacıyla yapılan bir çalışmada, *Amblyseius longispinosus* (Evans)'un pamuk bitkisi üzerinde *T. cinnabarinus*'a karşı etkinliği tarla koşullarında ele alınmıştır. Denemeler kafes içerisine alınan ve açıkta bırakılan parsellerde yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme desenine göre yapılan çalışmada, kontrol ile birlikte dört uygulama düzenlenmiştir. Denemeler her uygulama için iki tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her bir parsel 28 adet pamuk bitkisinden oluşturulmuş ve kontrol dışındaki parsellerdeki her bitkiye avcı: av oranı 1:5, 1:15 ve

1:30 olacak şekilde salınmıştır. Sayımlar yaprakların alt yüzeyinde 4 cm²'lik alanda el merceği ile yapılmıştır. Her parselden tesadüfi olarak 25 adet yaprak örneklenmiştir. Tarla koşullarında *A. longispinosus*, *T. cinnabarinus*'u yalnızca kafes denemelerinde 1:5 ve 1:15 avcı:av oranlarında baskı altında tutmuştur. Tarla denemelerinde 1:5, 1:15, 1:30 avcı:av oranlarında *T. cinnabarinus* populasyon yoğunluğu, *A. longispinosus*'un ve tarlada bulunan diğer avcılarının etkisi ile birlikte çok düşük düzeylerde kalmıştır. *A. longispinosus* populasyonu da avına bağlı olarak düşük yoğunluklar göstermiştir (Çolkesen ve Özsisli 2004).

Sera bitkilerinde zararlı en önemli kırmızı örümcek türleri, *T. urticae* ve *T. cinnabarinus*'dur. Bu türlerin biyolojik mücadelesinde en çok kullanılan predatör akarlar ise, başta *Phytoseiulus persimilis* A.H. olmak üzere, diğer bazı *Phytoseiidae* familyası akarlarıdır. Bu türler kitle halinde üretilerek, ya da doğrudan biyopreparatları temin edilerek seralarda biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılmaktadırlar. Dünyada, kırmızı örümcek mücadelesinde predatör akar kullanımı, kimyasal mücadelenin yerini almış durumdadır. Özellikle Kanada ve Amerika'da *Phytoseiid* akar biyopreparatı yaparak ihraç eden pek çok firmanın bulunduğu belirtilmektedir. Dahası bu ülkelerde preparatların kullanımını yaygınlaştırmak amacıyla internet hizmeti dahi verildiğinden bahsedilmektedir. Ancak, ülkemizde bu konuda fazla bir ilerleme sağlanamamıştır. Her ne kadar *P. persimilis* predatörünün kitle üretim ve etkinlik çalışmaları yapılsa da, ticari boyutta bir yetiştiricilik ve pratiğe aktarılmış herhangi bir uygulama söz konusu değildir. Predatör akarlar ancak yurt dışından getirtilebilmekte, bu durum da mücadele masrafları çok yükseltmektedir (Akyazı ve Ecevit 2006).

Mari and Zamora (1999) yaptıkları bir çalışmada, *Phytoseiidae* akar olan *Amblyseius californicus* (McGregor) ile *Stethorus punctillum* (Weise) ve *Conwentzia psociformis* (Curtis) predatör böceklerinin 1989-1992 yılları arasında Valencia ve İspanya yakınlarında çilek arazisinde tehlike oluşturan *T. urticae*'yi kontrol ettiğini tespit etmişlerdir.

Çukurova'da pamuk üretim sahalarında ekonomik kayıplara neden olan zararlılardan *T. cinnabarinus* ile predatör thrips *Scolothrips longicornis* Priesner'in herhangi bir mücadelenin yapılmadığı tarlalarda aralarındaki ilişkinin belirlenmesine yönelik çalışma yapılmış, arazi şartlarında farklı yoğunluklarda *S. longicornis*'in yaprak, bitki ve parsel kafesleri içerisinde *T. cinnabarinus* popülasyonu üzerinde etkinliği ortaya konulmuştur. Çalışmalar sonucunda *S. longicornis*'in, *T. cinnabarinus*'un önemli bir predatörü olduğu, doğal koşullarda kırmızı örümceğin bütün biyolojik dönemleriyle beslenerek kısa sürede zararlı popülasyonunu baskı altına alabildiği tespit edilmiştir. Ayrıca, doğal koşullarda aralarındaki ilişki yüksek bulunduğundan zararlı ile bulaşık sahalarda kimyasal uygulamalarıyla doğal denge bozulmadığı taktirde entegre mücadele çalışmalarında başarı ile kullanılabilecek bir predatör olduğu kaydedilmiştir (Kısakürek 1998).

Bir diğer çalışmada predatör Phytoseiid akarların, kırmızı örümceklerin biyolojik kontrolü için etkili olduğu vurgulanmıştır. *P. persimilis*'in, çeşitli ülkelerde birçok ürün üzerinde kırmızı örümcekleri kontrol etmede oldukça başarılı olduğu bildirilmiştir (Mori and Saito 1979).

Özellikle gelişmiş ülkelerde biyolojik kontrol ajanlarının tespiti ve bu ajanların değişik çevre şartlarına adaptasyonu, sera ve tarla şartlarında etkinlikleri, uzun vadeli depolama ve taşıma şartlarına dayanıklı formülasyonların geliştirilmesi üzerine çok sayıda bilimsel çalışmalar yapılması dikkat çekmektedir (Cook and Baker 1983; Papavizas 1985; Chet *et al.* 1993; Cartwright and Benson 1995; Lumsden *et al.* 1995; Şahin *et al.*, 2000; Şahin vd 2000).

Pamukta kırmızı örümcek zararına karşı fungal etmenlerle biyolojik mücadele çalışmaları da yapılmıştır. *T. truncates* ve *T. turkestanii*'nin yoğunluğunu kontrol etmek amacıyla sulu pamuk arazisinde yapılan bir çalışmada *Beauveria bassiana* (Bb734 ve Bb2860) ve *Metarhizium anisoplae* (Ma456 ve Ma759) izolatlarının antistatik konidileri emülsifiye edilebilir yağ ile formüle edilerek pamuk bitkisinin yapraklarına sırasıyla 1.5×10^{13} ve 1.05×10^{13} konidia/ha oranlarında püskürtülmüş, 808-1059 ve 600-721 konidi/mm² tortuları (55-65 cm uzunluğunda) verilmiştir. Her iki çalışmada da, adaylar arasında bazı

değişikliklere rağmen, kırmızı örümcek *B. bassiana* ve *M. anisoplae* tarafından önemli ölçüde kontrol edilmiştir. Ma456 ve Bb734 deneme 1'de 15 günlük bir aralıkta iki kez püskürtülmüş, deneme 2'de ise 30 günlük aralıklarla 1 kez püskürtülmüş ve 35 gün boyunca izlenilmiştir. Her iki çalışmada da, Ma456'nın sırasıyla; ortalama %85.8 ve %88.0; Bb734'ün ise %77.9 ve %85.7 oranlarda zararlıyı kontrol ettiği tespit edilmiştir (Shi 2008).

2015-2017 yılları arasında yürütülen bir çalışmada, entomopatojen funguslar *B. bassiana* ile *Purpureocillium lilacinum*'un *T. urticae* üzerindeki etkinliği araştırılmıştır. Entomopatojen fungus (EPF) uygulanmak üzere iklim odalarında *T. urticae* üretimi sağlanmıştır. Denemelerde *P. lilacinus*'a ait 1×10^4 , 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 ve 1×10^9 konidia/ml *B. bassiana*'ya ait 1×10^4 , 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 , 1×10^9 ve 3.7×10^9 dozları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda *B. bassiana* uygulanan *T. urticae* erginlerinde 3. günden itibaren ölümlerin olduğu gözlemlenmiştir. 11. günde 10^8 konidia/ml doz-ölüm uygulamasında *P. lilacinus*'da %40, *B. bassiana* da ise, %66.6 oranında ölüm olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak bu EPF'lerin *T. urticae*'ye karşı potansiyel biyolojik kontrol etmeni olarak kullanılabileceği kaydedilmiştir (Özbek 2017).

Erzurum, Kars ve Ardahan'dan *T. urticae* ile bulaşık olduğu belirlenen bitki yaprakları toplanarak yürütülen bir çalışmada, laboratuvara getirilen yaprak örnekleri üzerinden alınan *T. urticae* bireylerinin dış ve iç mikrofungus florası belirlenmiştir (Örtücü 2012). Yapılan çalışmada izolasyonlar sonucunda, *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Beauveria*, *Cladosporium*, *Gliocladium*, *Humicola*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Isaria*, *Ulocladium* ve *Verticillium* cinslerine ait 25 farklı tür elde edilmiştir. İlk olarak, bu 25 türe ait 45 izolatin patojeniteleri, kitinaz aktiviteleri ve yaprak yüzeyinde kolonize olma durumları değerlendirilmiş ve 3 türe ait toplam 12 izolatin *T. urticae*'ye karşı patojen olduğu belirlenmiştir. Kullanılan skalaya göre: AT020 numaralı *Isaria farinosa* ile AT025 numaralı *Cladosporium cladosporioides* izolatu az derecede patojen olarak; AT037 ve AT101 numaralı *B. bassiana* izolatları, AT019 ve AT026 numaralı *C. cladosporioides* izolatları ve AT035 ve AT036 numaralı *I. farinosa* izolatları orta derecede patojen olarak; AT007, AT021, AT034 ve AT076 numaralı *B. bassiana*

izolatları ise yüksek derecede patojen olarak kaydedilmiştir. Diğer 33 izolatın ise, *T. urticae*'ye karşı patojen olmadığı tespit edilmiştir. Ardından yüksek derecede patojen olarak belirlenen *B. bassiana* izolatlarının 1×10^6 , 1×10^7 ve 1×10^8 olmak üzere üç farklı konsantrasyonda; 65 ± 5 ve 100 olmak üzere iki farklı nispi nemde *T. urticae*'ye karşı patojeniteleri araştırılmış ve ATA007 ve ATA076 izolatlarının düşük nem seviyesi ve düşük spor konsantrasyonlarında, yüksek ölüm oranı ve kısa LT50 süresine sahip olduğu bildirilmiştir. Daha sonra, bu iki izolat kitle üretimine yatkınlık, UV radyasyonuna dayanıklılık ve farklı sıcaklıklarda spor üretme kapasitelerine göre seçilen izolatlardan ATA076 numaralı *B. bassiana* izolatının, *T. urticae*'nin biyolojik mücadelesinde etkili bir şekilde kullanılabileceği belirlenmiştir (Örtücü 2012).

Yapılan bir başka çalışmada; Güney Afrika'da *B. bassiana* suşlarının (62), *T. urticae*'ye karşı sera koşullarında fasülye yapraklarında etkinliği araştırılmıştır. İlk analizde, *B. bassiana* suşları, 10^7 konidia/ml olacak şekilde tek bir konsantrasyonda uygulanmış, genel olarak ölüm yüzdesinin $\% 4-92.5$ arasında olduğu, zararlının $\% 40$ 'ında ise ölüm oranının $\% 50$ 'den daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, ortalama ölümcül zamanların (LT50) 5.5-8.6 gün arasında değişti bildirilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında etkili olan 6 suş ile PPRI 5339 ticari suşu karşılaştırılmış ve 2×10^4 konidia/ml ile 2×10^8 konidia/ml konsantrasyonları dışı akarlar üzerinde, 2×10^6 , 2×10^7 ve 2×10^8 konidia/ml konsantrasyonları ise yumurtalar üzerinde test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; PPR 7315 ve PPRI 7861'in benzer şekilde etkili oldukları sonucuna varılmıştır (Gatarayiha 2009).

Doğan (2016) yaptığı çalışmada; entomopatojen funguslardan *Metarhizium anisopliae* (4556 ve V275), *M. flavoviride*, *Lecanicillium lecanii* ve *B. bassiana*'nın *T. urticae*'nin farklı gelişme dönemlerine karşı etkinliklerini petri ve saksıda, 25 ± 1 °C sıcaklık, 70 ± 5 orantılı nem ve 16 saat aydınlık koşullardaki iklim odasında test etmiştir. Denemelerde kullanılan spor yoğunluğu tüm funguslar için 1×10^7 konidi/ml olarak uygulanmıştır. Çalışma sonucunda entomopatojen funguslar *T. urticae*'nin yumurta dönemi üzerinde petri denemelerinde $11.8-14.3$ saksı denemelerinde ise $12.8-17.0$ oranında ölüm meydana getirmişlerdir. Funguslar, *T. urticae*'nin hareketli dönemleri üzerinde Petri ve

saksı denemelerinde ise sırasıyla %57,3-90,3 ve %29,5-67,5 ölüm göstermişlerdir. *T. urticae* ergin dönemlerinin nimf, larva ve yumurta dönemlerine göre fungal enfeksiyona daha hassas olduğu gtespit edilmiştir. Funguslar en az etkiyi yumurta dönemi üzerinde gösterdikleri Petri denemelerinde ise fungusların etki oranının saksı denemelerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak entomopatojen fungusların *T. urticae*'ye karşı potansiyel kontrol etmeni olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Yürütülen başka bir çalışmada entomopatojenik fungus *B. bassiana*'nın beş izolatu laboratuvar koşullarında *T. urticae*'ye karşı test edilmiştir. Aynı zamanda, *B. bassiana* izolatu 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidia/ml konsantrasyonlarında uygulanmıştır. 444 Bb ve 445 Bb izolatları oldukça etkili bulunmuş, ölüm oranları ise %83 ve %68,49 olarak kaydedilmiştir (Draganova and Simova 2010).

Bitki zararlılarının kontrolünde daha çok fungal organizmalar kullanılsa da (Eken *et al.*, 2006; Aslantaş *et al.*, 2008; Eken and Hayat, 2009); bakteriyel biyoajanların kullanıldığı da pek çok çalışma bulunmaktadır.

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

Chapman and Hoy (1991), yaptıkları bir çalışmalarında *B. thuringiensis* var. *tenebrionis*'in ıslanabilir tozlarının *T. urticae* ergin dişileri üzerinde az oranda ölüme

neden olduğunu ve dişi *T. urticae*'lerin 90.0 ± 14.2 oranında canlılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Dutton *et al.* (2003), *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* (HD-1) ürünü olan Dipel'in spreysel şekilde mısır bitkisine uygulandığında, *T. urticae*'nin artış oranında (intrinsic rate of natural increase *rm*) kontrole göre (0.51) az bir azalma (0.47) olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu durumun sebebini, kontrol bitkisi ile karşılaştırıldığında, Dipel ile spreylenmiş bitkilerdeki dişiler tarafından bırakılan yumurta sayısındaki azalmadan kaynaklandığı sonucuna varmışlardır. *B. thuringiensis* Cry toksin genlerinin aktarıldığı farklı transgenik bitkilerle yapılan bazı çalışmalarda da, *B. thuringiensis* toksinlerinin *T. urticae* üzerinde önemli etkilerinin görülmediği bildirilse de (Dutton *et al.* 2002; Li and Romeis, 2010), Cry toksinlere karşı doğrudan önemli ölçüde duyarlılık göstermeyen *T. urticae*'nin gelişim evrelerinde az da olsa olumsuz etkiler görülebileceği öngörülmektedir.

Alper *et al.* (2013), 2008 yılında Aydın İli incirlik alanlarından yaptıkları örneklemelerden elde ettikleri doğal *B. thuringiensis* izolatlarından bazılarının, *Tetranychus urticae*, *Ceroplastes rusci* ve *Ceratitis capitata* üzerindeki toksik etkisi araştırmışlardır. Bu amaçla, *T. urticae* nimfleri üzerinde 31 doğal *B. thuringiensis* izolatının spor-kristal karışımının etkisi incelenmişler, bu izolatlardan %58'nin %15 ve altında, %42'sinin de %16 ile %30 arasında düşük ölüm oranına neden olduğunu kaydetmişler, elde edilen sonuçlara dayanarak, bazı *B. thuringiensis* izolatlarının özellikle *T. urticae* nimflerinin büyümelerini geciktirici biyopestisit geliştirilmesinde belli bir potansiyele sahip olabildiklerini de belirtmişlerdir. Ayrıca, incirlik alanlardan izole edilen doğal *B. thuringiensis* izolatlarına ait spor-kristal karışımları ile yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçları mevcut literatür ile karşılaştırarak, *T. urticae*'ye karşı *B. thuringiensis* Cry toksinlerinin kullanılmasının, *T. urticae* kontrolünde tek başına yeterli olamayacağını ortaya koymakmuşlar, bununla birlikte, özellikle %25'in üzerinde toksik etki gösteren izolatların Cry toksin genlerinde rekombinant DNA teknolojisiyle yapılacak bazı iyileştirmelerin yanı sıra diğer farklı toksin karışımları ile yapılacak çalışmaların, *T. urticae*'ye karşı etkili biyopestisitlerin gelişimine katkı sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Yine, *T. urticae*'nin laboratuvar populasyonlarının geliştirilmesinin, biyoaktivite

denemelerinin kolaylıkla ve daha kısa sürede yapılabilmesine olanak sağlayacağını da kaydetmişlerdir.

Biyolojik mücadelede yeni bir yaklaşımda bitki büyümesini teşvik eden bakteriler (PGPR) kullanılarak bitki sistemik dayanıklılığının teşvik edilmesidir. Özellikle PGPR'ların biyolojik kontrol amacıyla kullanımı ile bitki sağlığının korunması ve bununla birlikte üretim artışı da sağlanabilmektedir. Patojenin enfeksiyonuna karşı bitkide var olan dayanıklılığın teşvik edilmesi veya bitkide doğal olarak bulunmayan ancak biyokontrol organizmaların uyarısı ile fizyolojik olarak kazanılan bitkinin patojen enfeksiyonuna karşı gösterdiği reaksiyon olarak tanımlanabilecek kazanılmış sistemik dayanıklılık (SAR: Systemic Acquired Resistance) en çok çalışılan konudur. Özellikle bakterilerin teşvik ettiği SAR; toprak, tohum veya yaprak orijinli bitki hastalıklarına karşı kullanılan en etkili mücadele yöntemidir. PGPR biyolojik kontrol amacıyla kullanımı ile bitki sağlığının korunmasıyla birlikte üretim artışı da sağlanabilmektedir. Bu alanda en yaygın olarak kullanılan mikroorganizmalar *B. subtilis*, *B. pumilus*, *B. cereus*, *B.sphaericus* ve *B. megaterium*, *P. cepacia*, *P. fluorescens* ve *P. putida* ve *P. polymyxa* gibi türler başta olmak üzere, *Bacillus spp*, *Pseudomonas spp.*, *Azotobacter spp.*, *Burkholderia spp.*, *Mycorrhizae*, *Streptomyces spp.*, *Enterobacter spp.*, *Verticillium spp.*, *Agrobacterium spp.*, *Aspergillus spp.* ve *Trichoderma* cinslerine ait farklı türler olup, hastalık ve zararlı kontrolünde etkin olarak kullanılabilmektedir (Halos and Zorilla 1979; Guo *et al.* 1996; Aysan *et al.* 1999; Altın and Bora 2001; Aysan *et al.* 2003; Guo *et al.* 2004; Özaktan and Bora 2006; Akgül and Mirik 2008).

PGPR 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 bileşikler çözücü ve karbonlu bileşikler parçalayıcı özellikte olanların daha çok tercih edildikleri görülmektedir.

Bacillus sphaericus gibi türleri halen akarların da içerisinde yer aldığı birçok zararlıının kontrolünde etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Falcon 1985).

Kırmızı örümcekler ile biyolojik mücadelede sera topraklarından izole edilmiş olan *Pseudomonas putida* Biotip B'nin etkililiği *T. urticae*'ye karşı araştırılmıştır. Bu amaçla, yeni ortaya çıkan eşleştirilmiş dişilere, *P. putida* biyotip B (10^8 - 10^9 koloni/ml) süspansiyonları püskürtme ve daldırma şeklinde uygulanmıştır. Uygulamadan sonraki 3. günde ölü akar ve yumurta sayımı yapılmış ve tüm akarların öldüğü tespit edilmiştir. Yumurtadan çıkışlar bitene kadar günlük gözlemlere devam edilmiş, kontrole kıyaslandığında toplam yumurta sayısı ve yumurta kuluçkalıklarında önemli ölçüde azalma olduğu görülmüştür. Bakteriyel püskürtme işleminde akarlar üzerinde %100 etki belirlenmiş, benzer şekilde en az canlı yumurta sayısı da yine püskürtme işleminde tespit edilmiş, bu işlemin daldırma yönteminden daha etkili olduğu kanaatine varılmıştır. Sonuç olarak, *P. putida* biotype B'nin *T. urticae*'ye karşı biyolojik mücadelede güçlü bir etkiye sahip olduğu ve başarılı bir şekilde kullanılabileceği belirtilmiştir (Aksoy and Yılmaz, 2008).

Yapılan çeşitli çalışmalarda hastalık ve zararlı etmenlerin mücadelesinde başarılı bir şekilde kullanılan pek çok bakteriyel biyoajan belirlenmiş olup günümüzde pek çoğunun da ticari formülasyonu yapılmıştır (Kotan vd 2010). Günümüzde ticari preparatı yapılarak kullanılan bakteriyel biyoajanlar, bunların ticari formülasyonlarının isimleri ve etkili olduğu zararlı grubunu içeren bilgilerden bazıları Çizelge 2.1'de verilmiştir:

Çizelge 2.1. Dünyada böceklere karşı kullanılan bazı biyopestisitler ve ticari isimleri

Bakteriyel biyoajanlar	Ticari adı	Kontrol ettiği zararlı
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Bactospeine	<i>Plodia interpunctella</i>
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i>	Xentari	<i>Lepidoptera</i> larvaları
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>tenebrionis</i> , strain NB-176	Novodor	<i>Leptinotarsa decemlineata</i>
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>israelensis</i>	BTI, Technical Powder Bioinsecticide	Sivrisinek larvaları

Tüm bunlar dikkate alınarak yapılmış olan bu çalışmada da daha önce yapılmış çalışmalar neticesinde PGPR özelliği bilinen iki adet bakteri izolatının (*B. subtilis* PA1 ve *P. azotofixans* PA2 strains) formülasyonunun tarla koşullarında pamukta önemli verim kaybına neden olan kırmızı örümceğe karşı biyolojik mücadelede kullanılabilirliği ve ayrıca bitki gelişimi ile verimi üzerine etkisi araştırılmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yararlanılan cihazlar

Çalışmalar sırasında kullanılan cihazlar:

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

3.1.2. Çalışmada kullanılan besiyerleri ve çözeltilerin hazırlanışı

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

Nutrient Agar (NA): Bakterilerin geliştirilmesi amacıyla kullanılmış genel katı besiyeridir. 23g NA(Difco), 1 L dH₂O içinde çözülerek pH 7,0'a ayarlanmış ve 121°C'de 15 dk steril edilmiş, 45°C'ye kadar soğutulduktan hemen sonra steril petrilere dökülüp katılaşmaya bırakılmıştır (Lelliot and Stead 1987).

Nutrient Broth (NB): Bakterilerin geliştirilmesi amacıyla kullanılmış, genel sıvı besiyeridir. Hassas terazide 8g NB besiyeri tartılarak (Difco) 1LdH₂O'ya eklenip hazırlanan besiyeri otoklavda 121°C'de 15dk steril edildikten sonra soğumaya bırakılmıştır (Lelliot and Stead 1987).

%70'lik Etil alkol: Dezenfektasyon amacı ile kullanılmıştır. 70 ml etil alkol, sdH₂O ile 100ml'ye tamamlanarak solüsyon hazırlanmıştır.

3.1.3. Çalışmada kullanılan bakteri strainleri

Çalışmada; *B. subtilis* PA1 ve *P. azotofixans* PA2 strainleri kullanılmıştır (Çizelge 3.1). Bakterilerin izolasyonu, tanı ve karakterizasyonu Prof. Dr. Recep Kotan tarafından yapılmış olup; kültürler Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde Bakteriyoloji Laboratuvarındaki Mikrobiyal Kültür Koleksiyonunda muhafaza edilmektedir.

Çizelge 3.1. Bakteri strainlerinin MIS ve BIOLOG tanı sonuçları ve bazı biyokimyasal özellikleri

İzolat no	MIS ve BIOLOG sonucu	B	Konukçu	AF	FÇ
PA1	<i>Bacillus subtilis</i>	0.786-0.56	Yabani buğday	K+	+
PA2	<i>Paenibacillus azotofixans</i>	0.845-0.87	Yabani buğday	+	+

%; Tanılama yüzdesi, B: Benzerlik, AF: Azot fiksasyonu, FÇ: Fosfatı çözebilme; K+: Kuvvetli pozitif, +: Pozitif

3.1.4. Kullanılan test bitkisi

Denemelerde May tohum firmasının Stomyl pamuk çeşidi kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Bakteri strainlerinin patojenite testleri

Bakteri strainlerinin patojenite testlerinde 1 aylık pamuk fideleri kullanılmıştır. Nutrient Agarda (NA) 24 saat geliştirilen taze bakteri kültürlerinden alınarak Nutrient Broth'a (NB) aktarılmıştır. 48 saat süre ile 90 rpm'de dönen yatay çalkalayıcı inkübatörde 27 °C'de geliştirilerek, steril distile su (sdH₂O) içinde süspanse edilmiş ve yoğunlukları 10⁸ hücre/ml olacak şekilde BIOLOG türbidimetrede ayarlanmıştır. Hazırlanan bakteri solüsyonlarına daldırılan fideler 1 ay steril toprak ile doldurulan saksılarda büyütülerek sökülüştür. Musluk suyunda iyice yıkanan köklerde ve toprak üstü aksamda enfeksiyon oluşturup oluşturmadığına bakılmıştır. Enfeksiyon oluşumu +, enfeksiyon oluşmaması – olarak değerlendirilmiştir.

3.2.2. Biyolojik mücadele çalışmaları

3.2.2.a. Tarla denemelerinin kurulması

Tarla denemeleri Şanlıurfa Merkez, Ceylanpınar ve Harran ilçelerinde seçilen gönüllü 3 çiftçi arazisinde 3 tekerrürlü olarak ve her parsel 500 m² olacak şekilde kurulmuştur (Şekil 3.1). Seçilen deneme alanlarında bir önceki yıl kırmızı örümcek zararının yoğun olmasına dikkat edilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme alanlarından bir görünüm

1. Tarla denemeleri için bakteri strainlerinin formülasyonunun hazırlanması

Saf olarak uzun süreli saklama ortamında muhafaza edilen bakteri strainleri (*B. subtilis* PA1 ve *P. azotofixans* PA2) NA besi ortamı içeren petrilere ekilmiş, 27°C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen taze kültürlerden öze ile saf kolonilerden alınarak NB

besi ortamına aktarılmıştır. Yatay çalkalayıcılı inkübatörde 24 saat geliştirilen bu kültürler daha önce fermentörde hazırlanan ve otoklavda 121°C’de 20 dak steril edilmiş NB içeren sıvı besi ortamına aşılanmıştır. Bakteriler optimum pH, oksijen ve sıcaklık değerlerinde 24 saat geliştirilmiştir. Gelişen kültürlerden biyoreaktörde tamamen organik maddelerden oluşan ve buharla sterilizasyonu yapılan taşıyıcı sıvıya 1:10 oranında karıştırılarak aşılama yapılmıştır. Bu taşıyıcı formülasyonun içeriği; su, çeşitli organik maddeler (deniz yosunu, peynir altı suyu ve bitkisel özütler) ve içeriğindeki bakteri izolatını koruyucu ve homojenizasyonunu sağlayıcı çeşitli maddelerden (Carboxymethylcellülose, Kalsiyum karbonat, Glyserin, Magnezyum sülfat) oluşmaktadır. Bakteri aşılması yapılan organik sıvı taşıyıcı biyoreaktörde yine 27°C’de inkübasyona bırakılmıştır. Mililitredeki canlı bakteri sayımları yapılarak bakteri konsantrasyonunun 1×10^8 hücre/ml’yi geçtiği süre olan 48 saatin sonunda tamamen steril koşullarda paketlenme yapılarak daha sonra kullanılmak üzere sıcaklığı 5°C olan soğuk odada muhafaza edilmiştir.

2. Bakteri strainlerinin formülasyonunun arazide pamuk bitkisine uygulanması

Bakteri strainleri ile hazırlanan formülasyonda 24 saat bekletilerek kodlanmış olan tohumlar araziye Merkez, Ceylanpınar ve Harran lokasyonlarına sırasıyla 27, 28 ve 29 Nisan 2015 tarihlerinde ekilmiş, ekim tarihinden sonra 30. 45. ve 60. günlerde olmak üzere toplam 3 kez toprak yüzeyi ve bitkinin toprak üstü aksamına sprey edilerek tekrar bakteri uygulanmıştır. Uygulamalar akşam üstü havanın serin olduğu saatlerde 100 litre suya 250 cc bakteri süspansiyonu olacak şekilde üstten sırt pülverizatörü ile yapraklar tam kaplanarak yapılmıştır. Kontrol olarak Lambda-Cyholotrin etken maddeli ticari ilaç kullanılmıştır.

3. Kırmızı örümcek yumurta, nimf ve ergin sayımları

Pamuk ekiminden 50 gün sonra yapılan değerlendirmelerde her parselden tesadüfen köşegenler doğrultusunda seçilen 10 bitkinin üst ve orta bölümü arasından bir yaprak, orta ve alt bölümü arasından bir yaprak olmak üzere ana gövdeye bağlı 20 yaprak alınmış,

alınan yapraklar laboratuvara getirilmiştir. Burada, fırçalama aleti yardımıyla vazelinli cam yüzeye canlı yumurta, nimf ve erginler düşürülerek stereo mikroskopta sayımları gerçekleştirilmiştir. Sayım sonucunda elde edilen değerlerin ortalaması o lokasyonun ortalaması olarak verilmiş, bakteri uygulaması kontrol ile kıyaslanarak yüzde etkinlik olarak da ayrıca hesaplanmıştır.

4. Bitki gelişim ve verim parametrelerinin değerlendirilmesi

Pamuk ekiminden 60 gün sonra bakteri uygulamasının bazı bitki büyüme parametreleri açısından etkinliği değerlendirilmiş, her parselden rastgele seçilen 20 bitkide; ortalama bitki boyu (cm) ölçülmüş, odun dalı (adet/bitki), meyve dalı (adet/bitki), koza (adet/bitki) ve çiçek (adet/bitki) sayımları yapılmıştır. Yine her parselden rastgele seçilerek kökünden çıkarılan 3 bitkide; ortalama yan kök sayısı (adet/bitki), bitki taç çapı (cm), ana kök uzunluğu (cm), koza çapı (mm) ve kök boğazı çapı (mm) gibi parametreler değerlendirilmiştir.

Hasat tarihi olan 24.09.2015 tarihinden 3 gün önce verim ve verim parametreleri açısından yapılan değerlendirmelerde ise her parselden rastgele seçilen 20 bitkide ortalama açılan ve açılmayan kozalar sayılmış (adet/bitki), ortalama koza ağırlığı (gr) hesaplanmıştır. 60 bitkide kütlü pamuk verimi (gr) alınmış, daha sonra dekara bitki sayısı ve dekara kütlü pamuk verimi (kg/da), çırçır randımanı (%) ve lif verimi (kg/da) belirlenmiştir.

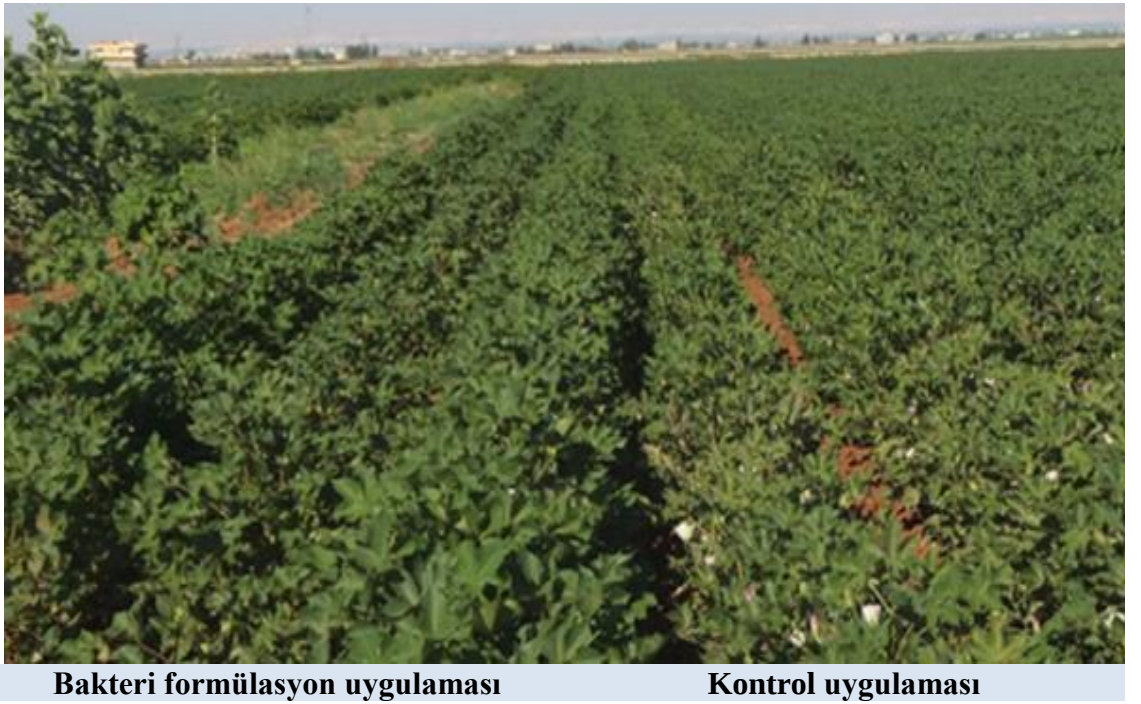
3.2.3. Sonuçların analiz edilmesi

Tüm veriler SPSS istatistik paket yazılım programı kullanılarak analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bakteri strainlerinin pamuk bitkisinde patojen olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan patojenite testi sonucunda her iki strainin de patojen olmadığı tespit edilmiştir.

Kurulan tarla denemelerinin genel bir görünüşü Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Kontrol ve bakteri strainlerinin uygulandığı parseller

Ekimden 50 gün sonra; bakteri uygulamalarının pamuk bitkisinde kırmızı örümcek yumurta, nimf ve erginleri üzerine etkinliklerinin belirlenmesi için Şanlıurfa Merkez, Ceylanpınar ve Harran deneme alanlarında yapılan değerlendirmelerde elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Pamuk tarla denemelerinde *Tetranychus cinnabarinus* ve *Tetranychus urticae*'ye karşı test edilen biyoajan formülasyonunun etkililiği

Lokasyon	Uygulamalar	Yumurta (adet/yaprak)	Nimf (adet/yaprak)	Ergin (adet/yaprak)	Nimf + Ergin (adet/yaprak)
Harran	Kontrol	20,25 a	17.30 b	29.05 a	45.35 a
Ceylanpınar	Kontrol	20,05 a	20.30 a	26.80 a	47.05 a
Harran	Kontrol	17,7 a	15.45 b	26.85 a	41.30 b
Ceylanpınar	Biyoajan formülasyonu	8,65 b	7.25 c	9.75 b	17.00 c
Merkez	Biyoajan formülasyonu	7,95 b	6.85 c	11.9 b	18.75 c
Merkez	Biyoajan formülasyonu	6,95 b	7.55 c	10.55 b	18.10 c
LSD		33.55	30.57	19.34	15.82
CV		2.86	2.39	1.15	5.09
Ortalama Biyoajan formülasyonu		7.85 A	7.21 A	10.73 A	17.95 A
Ortalama Kontrol		19.33 B	17.68 B	27.56 B	44.56 B
LSD		1.66	1.42	1.36	1.88
CV		33.73	31.41	19.6	16.6

*Aynı sütunda benzer harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur (P<0.01).

Denemenin 50. gününde yapılan sayımlara göre, biyoajan bakteri uygulamalarının kontrol uygulamalarına göre bütün lokasyonlarda kırmızı örümceklerin yumurta, nimf ve ergin sayılarında önemli düşüşlere neden olduğu ve bu düşüşlerin de istatistiki olarak önemli olduğu görülmüştür. Kontrol uygulamalarında en fazla yumurta Merkez (%20,25)'de sayılmış, bunu Harran (%20,05) ve Ceylanpınar (%17,7) lokasyonları takip etmiştir. Bakteri uygulaması yapılan parsellerde ise yumurta sayısı sırasıyla Harran (%8,65), Ceylanpınar (%7,95) ve Merkez (%6,95) lokasyonları olacak şekilde kontrolden farklı olarak azalma göstermiştir. Kontrol uygulamalarında nimf ortalamasına göre en fazla nimf Harran (%20,30)'da tespit edilmiş, bu lokasyonu sırasıyla Merkez (%17,30) ve Ceylanpınar (%15,45) lokasyonları takip etmiştir. Bakteri uygulanan parsellerde ise Merkez (%7,55), Harran (%7,25) ve Ceylanpınar (%6,85) lokasyonlarında nimf sayılarında azalma tespit edilmiştir. Ekimden 50 gün sonra en fazla ergin Merkezdeki kontrol uygulamalarında (%29,05) sayılmış, bu lokasyonu sırasıyla Ceylanpınar (%26,85) ve Harran (%26,80) lokasyonlarındaki kontrol uygulamaları takip etmiştir. Bakteri uygulaması yapılan parsellerde ise ergin sayısı sırasıyla Ceylanpınar (%11,09), Merkez (%10,55) ve Harran lokasyonlarında (%9,75) azalmıştır. Aynı sayım tarihinde %47,05 ile Harran kontrol uygulamasında en fazla nimf ve ergin görülürken, %45,35 ile Merkez ve %41,30 ile Ceylanpınar kontrol uygulamaları bu lokasyonu takip etmiştir. Bakteri uygulamalarında ise Ceylanpınar, Merkez ve Harran lokasyonlarında sırasıyla %18,75, %18,10 ve %17,00 olacak şekilde nimf ve ergin sayımları yapılmıştır (Çizelge 4.1).

Ekimden 60 gün sonra uygulamaların pamuk bitkisinde bazı bitki gelişimi parametreleri üzerine etkisi Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Kontrol parsellerinde; Merkez lokasyonda bitki boyu 93.05 cm iken, Ceylanpınar lokasyonunda 89,05 cm ve Harran lokasyonunda ise 64,10 cm olmuştur. Lokasyonların biyoajan bakteri uygulaması yapılan parsellerinde ise lokasyonlardaki bitki boyları sırasıyla 120,05 cm, 118,05 cm ve 106,95 cm değerlerini almıştır (Çizelge 4.2). Bitki taç çapı değerlendirildiğinde kontrol uygulamalarında en büyük taç çapı ölçümü Ceylanpınar lokasyonunda (41,05 cm) yapılmış, bu lokasyonu sırasıyla Merkez (37,07 cm) ve Harran

(32,95 cm) lokasyonları takip etmiştir. Biyoajan uygulaması yapılan parsellerde ise ta çapları 75,05 cm (Merkez), 69,00 cm (Ceylanpınar) ve 64,05 cm (Harran) olarak llmstr. Kontrol uygulamalarında bitki başına den odun dal sayısı en fazla Ceylanpınar (2,10 adet) lokasyonunda olmuş, Harran ve Merkez lokasyonlarında ise 1,68 adet odun dal sayımı yapılmıştır. Biyoajan uygulamalarında yine aynı şekilde en yüksek dal sayısı Ceylanpınar lokasyonundan (2,31 adet) elde edilmiş, Merkez (2,15 adet) ve Harran (2,00 adet) lokasyonları bunu takip etmiştir (izelge 4.2). Bitki büyüme parametrelerinden bitki başına meyve dalı sayısı bakımından kontrol uygulamalarında lokasyonlar Ceylanpınar (9,00 adet), Merkez (8,00) ve Harran (6,05) olarak, biyoajan formülasyonunun uygulandığı lokasyonlarda yine aynı şekilde sırasıyla 21,00 adet, 17,05 adet ve 15,00 adet olarak sıralanmıştır. Kontrol uygulamalarında verim açısından önemli olan iek sayısı bitki başına 8,00 adet, 6,00 ile 5,05 (sırasıyla Harran, Ceylanpınar, Merkez) ve biyoajan uygulamalarında ise 8,05 adet (Merkez), 8,00 adet (Harran) ile 7,05 adet (Ceylanpınar) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Pamuk tarla denemelerinde biyoajan formülasyonunun pamuk bitkisinde bitki gelişimi parametreleri üzerine etkisi

Lokasyon	Uygulama	Bitki boyu (cm)	Bitki taç Çapı (cm)	Odun dalı sayısı (adet/bitki)	Meyve dalı sayısı (adet/bitki)	Çiçek sayısı (adet/bitki)
Merkez	Kontrol	93.05±23.16 b	37.07±4.86ab	1.68±0.72 a	8.00±2.53 b	5.05±2.76 a
Ceylanpınar	Kontrol	89.05±23.86 b	41.05±7.50 b	2.10±0.78ab	9.00±2.53 b	6.00±2.80ab
Harran	Kontrol	64.10±21.28 a	32.95±10.47a	1.68±0.72 a	6.05±2.35 a	8.00±2.61 c
Genel ortalama (Kontrol parselleri)		82.06	37.02	1.82	7.68	6.35
Merkez	Biyoajan formülasyonu	120.05±26.71c	75.05±11.62d	2.15±0.66ab	17.05±2.30d	8.05±3.08 c
Ceylanpınar	Biyoajan formülasyonu	118.05±20.23c	69.00±11.87cd	2.31±0.79 c	21.00±3.17e	7.05±2.56bc
Harran	Biyoajan formülasyonu	106.95±19.89c	64.95±11.27 c	2.00±0.56ab	15.00±3.64c	8.00±2.44 c
Genel ortalama (Biyoajan formülasyonu uygulanan parseller)		115.01	69.66	2.15	17.68	7.70
ORTALAMAARTIŞ ORANI (%)		40.15	88.16	18.13	130.20	21.25

*Aynı sütundaki farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar p=0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Lokasyonlardaki kontrol parselleri ve biyoajan formülasyonunun uygulandığı parsellerin ortalamaları değerlendirildiğinde kontrollerde ortalama bitki boyu 82.06 cm, bitki taç çapı 37.02 cm, odun dalı sayısı 1.82 adet, meyve dalı sayısı 7.68 adet ve çiçek sayısı ise 6.35 adet olmuştur (Çizelge 4.2). Biyoajan formülasyonunun uygulandığı parsellerde ise; ortalama bitki boyu 115.01 cm, bitki taç çapı 69.66 cm olarak ölçülmüş, odun dalı sayısı 2.15 adet, meyve dalı sayısı 17.68 adet ve çiçek sayısı ise 7.70 adet olarak sayılmıştır. Her üç deneme alanında da biyoajan formülasyonunun uygulandığı parsellerde değerlendirilen parametreler açısından artışlar gözlenmiş ve çiçek sayısındaki artış hariç diğer artışlar kontrol parsellerine göre istatistiki olarak da önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2). Biyoajan formülasyonunun uygulandığı parsellerdeki bitkilerde bitki büyüme parametrelerindeki artış sırası ile; meyve dalı sayısında %130.20, bitki taç çapında %88.16, bitki boyunda %40.15, çiçek sayısında %21.25 ve odun dalı sayısında ise %18.13 oranında olmuştur.

Kontrol ve biyoajan formülasyonunun uygulandığı parsellerde bitki gelişiminden bir görüntü Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Biojan formülasyonunun uygulandığı denemeden bir görünüş

Üç farklı lokasyonda kurulan denemede biyoajan formülasyonu uygulaması ve kontrollerde koza çapı ölçülmüştür. Kontrol parsellerinde en fazla koza çapı Ceylanpınar (11,99 mm)'da ölçülmüş, bu lokasyonu sırasıyla Harran (11,04 mm) ve Merkez (10,29 mm) lokasyonları takip etmiştir. Biyoajan uygulanan parsellerde ise koza çapları lokasyonlara göre büyükten küçüğe Merkez (17,53 mm), Ceylanpınar (15,95 mm) ve Harran (14,95 mm) olarak sıralanmıştır. Bitki başına koza sayısı kontrol parsellerinde Ceylanpınar'da 13,05 adet iken, Merkezde 12,10 adet ve Harran'da 11,95 adet olmuş, biyoajan formülasyonu uygulanan parsellerde ise bu değer sırasıyla 33,00 adet (Merkez), 26,00 adet (Ceylanpınar) ve 25,00 (Harran) olarak değişiklik göstermiştir. Yapılan çalışmada kök boğazı çapı ölçülmüş, kontrol parsellerinde Harran lokasyonunda 5,02 mm olan ölçüm değeri, Ceylanpınar'da 5,00 mm, Merkez'de 4,72 mm; biyoajan formülasyon uygulanan parsellerde ise Ceylanpınar'da 8,05 mm, Harran'da 8,00 mm ve Merkez'de 7,94 mm olmuştur. Kontrol parsellerinde ana kök uzunluğu 33,00 cm, 30,00 cm ve 25,00 cm (sırasıyla Ceylanpınar, Merkez ve Harran lokasyonları); biyoajan formülasyon uygulaması yapılan parsellerde ise 42,00 cm, 38,05 cm ve 31,95 cm (sırasıyla Ceylanpınar, Merkez ve Harran) olarak ölçülmüştür. Bitki başına yan kök sayısı değerlendirildiğinde kontrol parsellerinde en fazla yan kök Ceylanpınar (12,05 adet) lokasyonunda sayılmış, bunu Harran (9,05 adet) ve Merkez (6,00 adet) lokasyonları takip etmiştir. Biyoajan formülasyon uygulanan parsellerde ise bu parameter 28,05 adet (Merkez), 27,00 adet (Ceylanpınar) ve 25,05 adet (Harran) olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Pamuk tarla denemelerinde biyoajan formülasyonunun pamuk bitkisinde bitki verim parametreleri üzerine etkisi

Lokasyon	Uygulama	Koza çapı (mm)	Koza sayısı (adet/bitki)	Kök boğazı Çapı (mm)	Ana kök Uzunluğu (cm)	Yan kök sayısı (adet/bitki)
Merkez	Kontrol	10.29±3.15a	12.10±4.27 a	4.72±1.22a	30.00±4.25b	6.00±0.79 a
Ceylanpınar	Kontrol	11.99±2.76a	13.05±3.48 a	5.00±1.38a	33.00±4.53b	12.05±3.89b
Harran	Kontrol	11.04±2.91a	11.95±3.88 a	5.02±1.30a	25.00±6.83a	9.05±3.54ab
Genel ortalama (Kontrol parselleri)		11.10	12.36	4.91	29.33	9.03
Merkez	Biyoajan formülasyonu	17.53±4.68b	33.00±10.51c	7.94±2.51b	38.05±8.19c	28.05±8.56c
Ceylanpınar	Biyoajan formülasyonu	15.95±4.94b	26.00±9.53 b	8.05±2.46b	42.00±7.97c	27.00±7.31c
Harran	Biyoajan formülasyonu	14.95±4.65b	25.00±6.64 b	8.00±2.45b	31.95±8.99b	25.05±6.59c
Genel ortalama (Biyoajan formülasyonu uygulanan parseller)		16.14	28.00	7.99	37.33	26.70
ORTALAMA ARTIŞ ORANI (%)		45.40	126.53	62.72	27.27	195.68

*Aynı sütundaki farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar p=0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Lokasyon ortalamalarına göre, kontrol parsellerinde; ortalama koza çapı 11.10 mm, koza sayısı 12.36 adet/bitki, kök boğazı çapı 4.91 mm, ana kök uzunluğu 29.33 cm ve yan kök sayısı 9.03 adet/bitki olmuştur. Biyoajan formülasyonu uygulanan parsellerde ise; ortalama koza çapı 16.14 mm, koza sayısı 28.00 adet/bitki, kök boğazı çapı 7.99 mm, ana kök uzunluğu 37.33 cm ve yan kök sayısı 26.70 adet/bitki olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Her üç deneme alanında da bakteri uygulamalarında değerlendirilen tüm parametreler açısından artışlar gözlenmiş ve bu artışlar kontrol parsellerine göre istatistiki olarak da önemli bulunmuştur. Biyoajan formülasyonu uygulamalarında pamuk bitkisindeki bitki gelişimi parametrelerindeki artış sırası ile; yan kök sayısında % 195.68, koza sayısında % 126.53, kök boğazı çapında % 62.72, koza çapında % 45.40 ve ana kök uzunluğunda % 27.27 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Uygulamaların pamuk bitkisinde açılan koza sayısı, açılmayan koza sayısı ve ortalama koza ağırlığı üzerine etkisinin belirlenmesi için; hasattan 3 gün önce yapılan değerlendirmede elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Kontrollerde bitki başına en fazla açılan koza Ceylanpınar (60,10 adet)’da olmuş, bunu Merkez (29,60 adet) ve Harran (17,05) lokasyonları takip etmiştir. Biyoajan formülasyon uygulanan parsellerde ise sırasıyla fazladan aza doğru Merkez (82,05 adet), Ceylanpınar (75,00 adet) ve Harran (52,00 adet) lokasyonlarında kozalarda açılma görülmüştür. Bitki başına açılmayan koza sayıları değerlendirildiğinde lokasyonlar açılan koza sayılarında olduğu gibi kontrol parsellerinde Ceylanpınar (50,10 adet), Merkez (40,00 adet), Harran (11,00 adet); biyoajan formülasyon uygulanan parsellerde ise Merkez (106,05), Ceylanpınar (93,05 adet) ve Harran (67,05 adet) olarak sıralanmıştır. Önemli bir verim parametresi olan bitki başına ortalama koza ağırlığı değerlendirildiğinde ise kontrol parsellerinde 11,07 gr ile Ceylanpınar lokasyonu ilk sırada yer almış, bunu 10,91 gr ile Merkez ve 8,02 gr ile Harran lokasyonları, biyoajan formülasyonu uygulanan parsellerde ise 17,36 gr ile Merkez lokasyonu ilk sırada yer almış, bunu 15,52 gr ile Ceylanpınar ve 13,98 gr ile Harran lokasyonları takip etmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Pamuk tarla denemelerinde biyoajan formülasyonunun pamuk bitkisinde koza sayısı ve ağırlığı üzerine etkisi

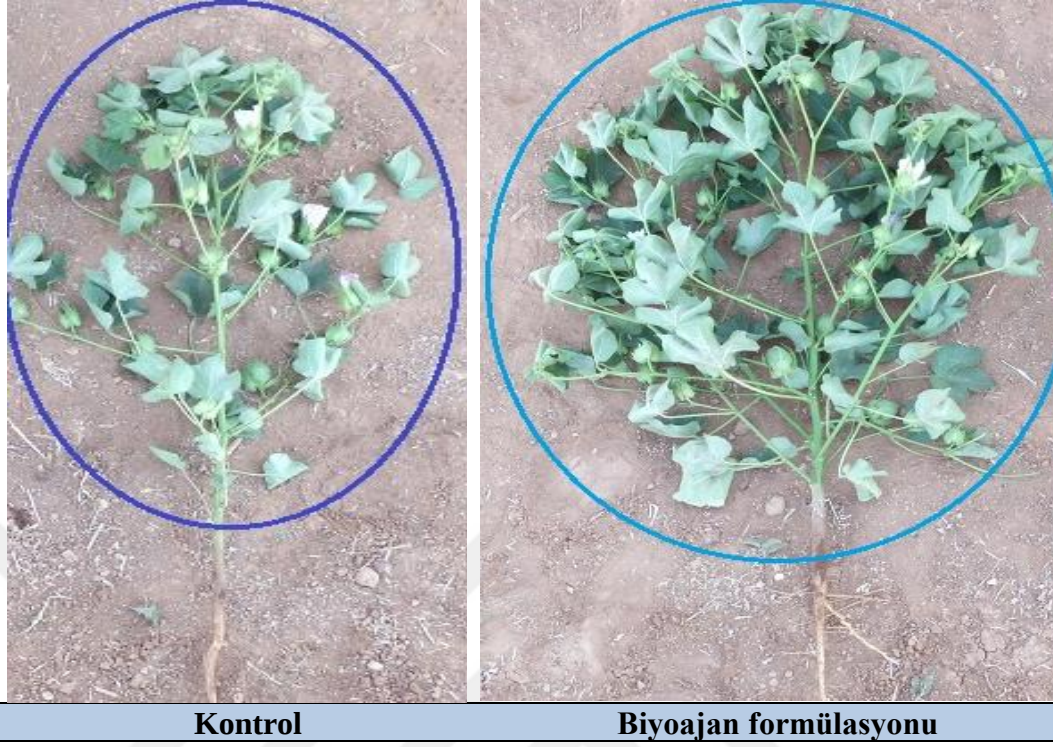
Lokasyon	Uygulama	Açılan Koza sayısı (adet/bitki)	Açılmayan Koza sayısı (adet/bitki)	Ortalama koza ağırlığı (gr/bitki)
Merkez	Kontrol	29.60±6.02 b	40.00±13.02 b	10.91±2.30 b
Ceylanpınar	Kontrol	60.10±16.59 c	50.10±13.65 c	11.07±2.27 b
Harran	Kontrol	17.05±11.94 a	11.00±5.67 a	8.02±3.13 a
Genel ortalama (Kontrol parselleri)		35.58	33.70	10.10
Merkez	Biyoajan formülasyonu	82.05±15.44 d	106.05±17.24 f	17.36±3.12 d
Ceylanpınar	Biyoajan formülasyonu	75.00±13.34 d	93.05±18.21 e	15.52±3.11 c
Harran	Biyoajan formülasyonu	52.00±13.69 c	67.05±15.85 d	13.98±2.38 c
Genel ortalama (Biyoajan formülasyonu uygulanan parseller)		69.68	88.71	15.62
Ortalama artış (%)		95.84	163.23	54.65

*Aynı sütundaki farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar p=0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur.

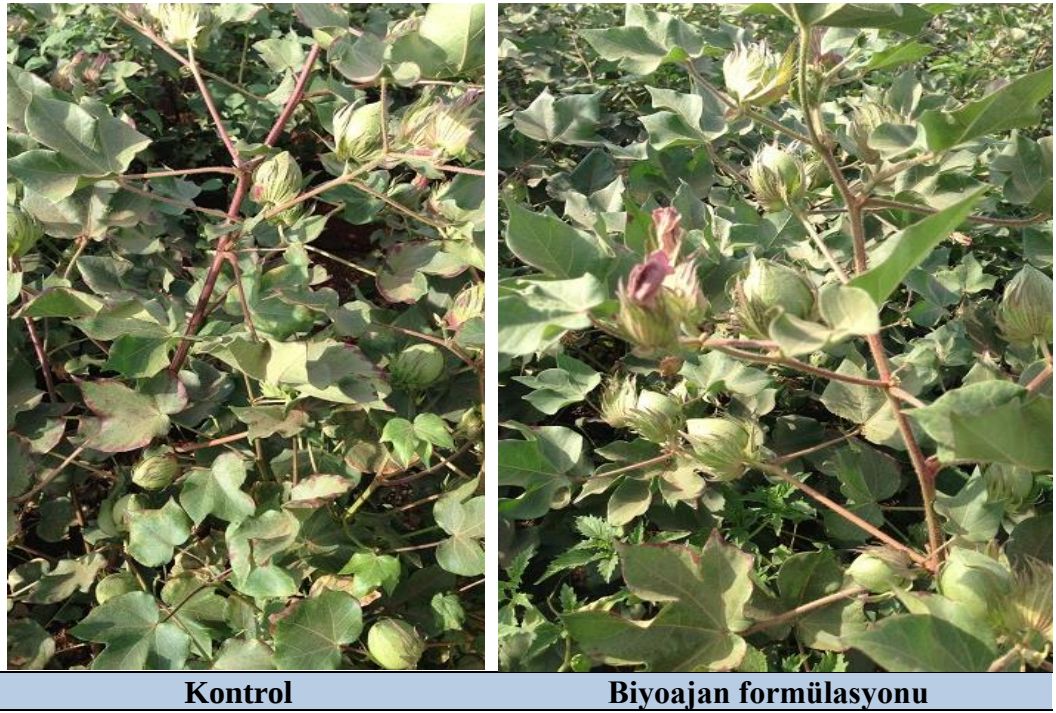
Pamuk tarla denemelerinde biyoajan bakteri formülasyonu ve kontrol uygulaması yapılan bitkilerin bazı bitki gelişim parametreleri bakımından görünüşü Şekil 4.3;4;5;6;7 ve kırmızı örümcekler üzerine etkisi Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Uygulamaların pamuk koza büyüklüğü üzerine etkisi



Şekil 4.4. Uygulamaların pamuk yan dal sayısı ve kök gelişimine etkisi

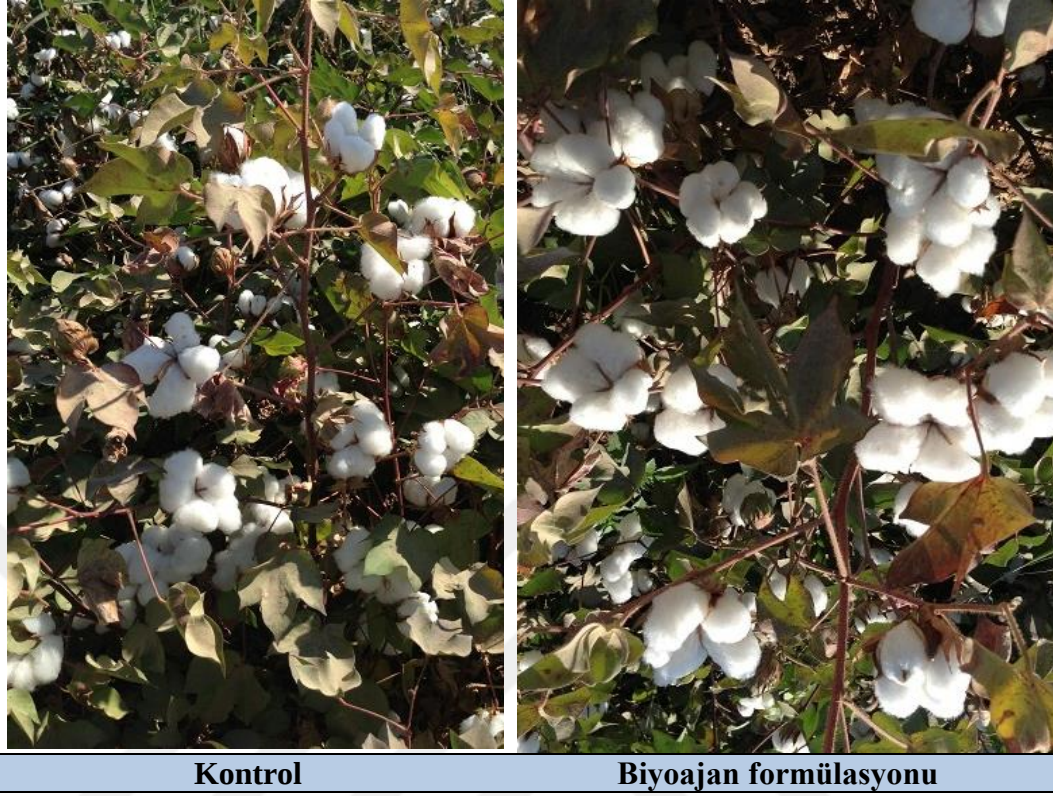


Şekil 4.5. Uygulamaların pamuk koza gelişimi üzerine etkisi

Kontrol parsellerinde; ortalama açılan koza sayısı 35.58 adet, açılmayan koza sayısı 33.70 adet ve ortalama koza ağırlığı 10.10 gr/bitki olmuştur. Biyoajan formülasyonu uygulanan parsellerde ise; ortalama açılan koza sayısı 69.68 adet, açılmayan koza sayısı 88.71 adet ve ortalama koza ağırlığı 15.62 gr/bitki olarak kaydedilmiştir. Her üç deneme alanında da bakteri uygulamalarında değerlendirilen tüm parametreler açısından artışlar gözlenmiş ve bu artışlar kontrol parsellerine göre istatistiki olarak da önemli bulunmuştur. Biyoajan formülasyonu uygulamalarında pamuk bitkisindeki açılmayan koza sayısında %163.23, açılan koza sayısında %95.84 ve ortalama koza ağırlığında %54.65 oranında artış olmuştur.



Şekil 4.6. Uygulamaların pamuk koza sayısı üzerine etkisi



Şekil 4.7. Uygulamaların pamuk koza açılması üzerine etkisi

**Kontrol****Biyoajan formülasyonu**

Şekil 4.8. Uygulamaların *Tetranychus cinnabarinus* ve *Tetranychus urticae* zararı üzerine etkisi

Yapılan çalışmada bitkinin verim ve kalitesi üzerine etki eden parametreler de değerlendirilmiştir. Hasat sonu yapılan değerlendirmede; uygulamaların pamuk bitkisinde kütlü pamuk verimi, çırcır randımanı ve lif verimi açısından elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5’de verilmiştir. Kütlü pamuk verimi bitki başına gr olarak alınmış ve dekara kilogram olacak şekilde hesaplanmıştır. Kontrol parsellerinde dekara en fazla kütlü pamuk Ceylanpınar (630,50 kg/da)’dan alınmış, bunu sırasıyla Merkez (610,00 kg/da) ve Harran (480 kg/da) takip etmiştir. Biyoajan uygulaması yapılan parseller ise lokasyonlara göre kontrol parsellerindeki gibi sıralanmış değerler 1120,70 kg/da, 1049,90 kg/da ve 927,70 kg/da olarak değişmiştir (Çizelge 4.5). Yüzde olarak çırcır randımanı bakımından lokasyonlar kontrolde Harran (%40,0), Merkez (%39,5), Ceylanpınar (%39,0), biyoajan uygulamalarında ise Merkez ile Ceylanpınar (%40,0) ve Harran (%39,5) olarak değişmiştir (Çizelge 4.5). Dekara lif verimi ise kontrol parsellerinde en fazla 245,89 kg/da ile Ceylanpınar’da elde edilmiş, bunu 240,95 kg/da ile Merkez, 192,20 kg/da ile Harran lokasyonları, biyoajan formülasyonu uygulanan parsellerde ise 448,28 kg/da ile Ceylanpınar ilk sırada yer almış, bunu 422,32 kg/da ile Merkez ve 366,44 kg/da ile de Harran lokasyonları takip etmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Pamuk tarla denemelerinde biyoajan formülasyonunun pamuk bitkisinin verim ve kalitesi üzerine etkisi

Lokasyon	Uygulama	Kütlü pamuk verimi (kg/da)	Çırcır randımanı (%)	Lif verimi (kg/da)
Merkez	Kontrol	610.00 b	39.50	240.95
Ceylanpınar	Kontrol	630.50 b	39.00	245.89
Harran	Kontrol	480.50 a	40.00	192.20
Genel ortalama (Kontrol parselleri)		573.66	39.50	226.34
Merkez	Biyoajan formülasyonu	1049.90 d	40.00	422.32
Ceylanpınar	Biyoajan formülasyonu	1120.70 d	40.00	448.28
Harran	Biyoajan formülasyonu	927.70 c	39.50	366.44
Genel ortalama (Biyoajan formülasyonu uygulanan parseller)		1032.76	39.83	412.34
Ortalama artış (%)		80.03	0.83	82.17

*Aynı sütundaki farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $p=0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur

Kontrol parsellerinde; kütlü pamuk verimi 57.36 gr/bitki ve 573.66 kg/da, ırır randımanı %39.50 ve lif verimi 226.20 kg/da olarak kaydedilmiş, biyoajan formülasyonu uygulanan parsellerde ise; kütlü pamuk verimi 103.27 gr/bitki ve 1032.76 kg/da, ırır randımanı %39.83 ve lif verimi ise 412.34 kg/da olmuştur. Her üç deneme alanında da biyoajan formülasyon uygulamalarında kütlü pamuk verimi ve lif verimi açısından artışlar gözlenmiş ve bu artışlar kontrol parsellerine göre istatistik olarak da önemli bulunmuştur. Biyoajan formülasyonu uygulamalarında pamuk bitkisindeki bu artışlar; kütlü pamuk veriminde %80.03 ve lif veriminde ise %82.17 olmuştur.



5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Dünya nüfusunun hızla artması ve bu artan nüfusun besin ihtiyacının da buna paralel olarak artması; tarımda verimliliği artıracak, ürün işleme ve depolama kayıplarını azaltacak çalışmalara önem ve öncelik verilmesini gerektirmektedir. Zararlıların oluşturduğu kayıpların azaltılması için özellikle de mücadelede çevre ve insan sağlığı üzerinde tehdit oluşturmayan biyolojik mücadele de bu bağlamda giderek önem kazanmaktadır.

Biyolojik mücadelenin mazisi, dünyada ve ülkemizde çok gerilere kadar gitmekte ise de, çevre bilincinin giderek artması ve biyolojik dengenin öneminin kavranmasıyla son 25 yılda çok daha büyük mesafeler alınmıştır. Özellikle, biyoteknolojideki gelişmelere paralel olarak, bitki hastalık ve zararlıları ile biyolojik mücadele konusunda çok ciddi araştırmalar yapılmış ve uygulamaya konulmuştur. Ülkemizde tarla ve bahçe tarımı yanında, seracılığın gelişmesi ve sera alanlarının genişlemesi; diğer taraftan, organik tarımının giderek itibar görmesi, biyolojik mücadelenin önemini daha da artırmaktadır.

Pamuk gerek lifinden tekstil endüstrisinde, gerekse tohumundan yağ endüstrisinde yararlanılan önemli bir kültür bitkisi olup; çok sayıda endüstri iş kolunun hammaddesini sağlamaktadır. Bu nedenle de dünyanın en önemli ve hatta en stratejik tarım ürünlerinden birisidir.

Türkiye’de tarımsal üretimde pestisit kullanımının özelliği biyolojik mücadele çalışmalarını, diğer ülkelere oranla daha çok önemsememizi gerektirecek niteliktedir. Türkiye’de pestisit kullanımı, tüm ekonomik olumsuzluklara karşın, her geçen yıl artış göstermektedir; 1979’dan bu yana ilaç kullanımında %70’lik bir artış olmuştur. Hektar başına kullanılan pestisit niceliği gelişmiş birçok ülkenin altında gibi görünse de tarımsal üretim bölgelerine düşen ilaç kullanımındaki nicel dengesizlikler birçok alanda aşırı ilaç kullanıldığını göstermektedir. Örneğin; yalnızca Antalya ilinde kullanılan ilaç niceliği tüm ülkesel tüketimimizin %10’nuna denk bir değer ifade etmektedir (Delen 2002).

Yüksek oranda insektisitlerin kullanımı zararlının bu kimyasallara karşı dayanıklılık göstermesine ve bu insektisitlerden kaynaklanan fitotoksite gibi sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Ioannidis *et al.* 1991; Stewart *et al.* 1997; Mota-Sanchez *et al.* 2000). Bu nedenlerden dolayı özellikle son yıllarda araştırmalar, kırmızı örümcek de dâhil olmak üzere birçok zararlı ile biyolojik mücadelede bakteriyal ve fungal patojenlerin kullanımı üzerine yoğunlaşmıştır. Bu araştırmada da; daha önce yapılan çeşitli çalışmalarda yabani ve kültür bitkilerinin kök rizosferinden izole edilerek tanılanan serbest azot fikseri ve fosfat çözücü bakterilerden *Bacillus subtilis* PA1 ve *Paenibacillus azotofixans* PA2'den oluşan biyoajan formülasyonu karışımı pamukta tohum kodlaması ve toprak üstü aksama sprey yöntemiyle uygulanmıştır. Bu sayede, arazi koşullarında pamuk bitkisinde zarar yapan kırmızı örümceklerle mücadelede karışımının başarılı bir şekilde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Fazla verilen azot üretim maliyetini arttırmakla kalmayıp, toprak kirliliğine, bitkinin vejetatif aksamının artmasına, olgunlaşmanın gecikmesine, yaprak dökümünün daha zor yapılmasına, yavaş meyvelenmeye, hastalık ve zararlı sorunlarının artmasına neden olurken, azotun eksikliği durumunda ise bitkinin gelişmemesi, olgunlaşma eksikliği ve verimde azalmalara neden olmaktadır. Bu konuda yapılan çeşitli çalışmalarda Harran Ovası koşullarında pamuk tarımında en ekonomik azot dozunun 13-16 kg/da arasında olduğu; en ekonomik fosfor dozunun ise 6-8 kg/da arasında olduğu bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmada da bakteri formülasyonu pamuk bitkisinde bitki gelişim parametrelerinden artışa neden olmuştur. Vejetatif aksamdaki bu belirgin artışlar bakteri uygulaması yapılan bitkilerin bakterilerin azot fiksasyonu sayesinde çok iyi geliştiğini göstermektedir. Özellikle koza sayısı ve yan kök sayısındaki artışlar çok belirgin bir şekilde gözlenmiştir. Çalışma sonucunda bakteri formülasyonu uygulamalarında bitki boyu, bitki taç çapı, odun dal oranı, meyve dal sayısı, çiçek sayısı, koza çapı, koza sayısı, ana ve yan kök uzunluğu ile ortalama koza ağırlığının ciddi oranlarda arttığı tespit edilmiş ve bakteri formülasyonları kullanılarak azot kullanımı sonucu oluşan olumsuzlukların azaltılabileceği kanaatine varılmıştır.

Biyoajan formülasyonu uygulamalarında pamuk bitkisindeki koza sayısı, açılan koza sayısı, ortalama koza ağırlığında artış olduğu belirlenmiştir. Açılan ve açılmayan koza sayısındaki bu büyük artışların bakterilerin azot fiksasyonu sayesinde bitkinin azot yönünden oldukça iyi beslendiğini göstermektedir. Bu iyi beslenme durumu bitkinin vejetatif gelişim sürecini de uzattığı için açılmayan koza sayısında da çok büyük artışlara sebep olmuştur. Biyoajan formülasyon uygulamalarında pamuk bitkisinde kütlü pamuk veriminde %80,03 ve lif veriminde ise % 82,17 artış olması koza sayısı ve ağırlığındaki artışların verime yansımış olmasından kaynaklanmaktadır ve bu da büyük önem arz etmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk tarımına yeni açılan bir bölge olmasından dolayı bölgede pamuk için doğal denge mevcuttur. Ancak bölgede bilinçsizce yapılan kimyasal gübre ve pestisit uygulamaları ile birlikte uzun yıllar pamuk tarımının yapılması durumunda bu dengenin bozulma riskinin olabileceği de ortaya konulmuştur.

Tüm bunlar dikkate alınarak yapılmış olan bu çalışmada da öncelikle insan ve çevre sağlığını tehdit etmeyen biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılan bakterilerden faydalanılmıştır. Çalışmada kullanılan bakteriyel formülasyonun pamukta önemli bir zararlı olan *T. urticae* ve *T. cinnabarinus* ile mücadelede başarılı bir şekilde kullanılabileceği görülmüştür. Aynı zamanda bu formülasyonun pamuğun gelişimini teşvik ederek, verim ve kaliteyi önemli ölçüde artırdığı da tespit edilmiştir. Böylece elde edilen biyoajan formülasyonunun pamuk yetiştiriciliğinde başarılı bir şekilde kullanılabileceği ve aynı zamanda pamukta aşırı şekilde kullanılan kimyasal ilaç ve gübrelere karşı alternatif bir ürün olacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, bu tür çalışmalara ağırlık verilmesi, daha bilinçli ilaçlama ve zararlı yönetimi uygulamalarının yapılması gerekmektedir. Tüm dünyada bu konuda son yıllarda önemli çalışmalar yapılmaya başlanılmıştır. Tarımın en büyük problemlerinden biri olan kalıntı sorununun bertaraf edecek son akarisit uygulaması ile hasat arasında geçmesi gereken süreye, uygun doza ve uygun ruhsatlı ilaç kullanımına ve sayısına özen gösterilmesi büyük önem arz etmektedir. Bütün bunlara ilave olarak, akarisitlerin insan ve

evre sağlığına ve özellikle de faydalı faunaya olası yan etkilerinin araştırılması ve ortaya çıkabilecek olumsuz etkilerin minimuma indirilmesi gerekmektedir. Bu anlamda böylesi çalışmaların teşvik edilmesi ve önünün açılması gerekmektedir. Bu konuda daha sonra yapılacak daha detaylı çalışmalar sayesinde kimyasallara alternatif olacak yöntemler uygulamaya konulabilecektir.



KAYNAKLAR

- Akgul, D. S. and Mirik, M., 2008. Biocontrol of *Phytophthora capsici* on pepper plants by *Bacillus megaterium* strains. *Journal of Plant Pathology*, 90(1): 29-34.
- 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* (Acarina: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 46 (1-4): 223-230.
- Aksoy, H.M. and 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. and 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.
- Akyazı, R., Ecevit, O. 2006. Seralarda Kırmızı Örümcekler [*Tetranychus* Spp. (Acarina: Tetranychidae)] İle Mücadelede Predatör Akarların Kullanımı. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21 (1): 122-131.
- Alkaya, E. 2010. Lif Pamuk Üretimi/Artıklarının Katma Değerli Ürünlere Dönüştürülmesi: Mevcut Uygulamalar ve Teknolojik Gelişmeler. Mersin Üniversitesi. 2. Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi-UKAY 18-29 Ekim 2010.
- Alper, M., Güneş, H., Sungur Civelek, H., Dursun, o. and Eskin, A., 2013. Doğal *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (Bacillales: Bacillaceae) izolatlarının *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae), *Ceroplastes rusci* L. (Homoptera: Coccidae) ve *Ceratitis capitata*(Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'ya karşı toksik etkileri. *Türk. entomol. bült.*, 3 (2): 75-87.
- Altın N. and Bora, T., 2001. Biological control studies by fluorescent pseudomonads against to *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (Jones) Bergey et al. caused soft rot on potato. Ninth Turkish Phytopathology Congress, 3–8 September 2001, Tekirdag, Turkey, pp. 104–110.
- Anonim, 2016. T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü. 2015 Yılı Pamuk Raporu.
- Anonim, 2018a. <http://www.bahcebitkileri.org/pamukgossypium-spp.html> (Erişim Tarihi: 20.05.2018)
- Anonim, 2018b. <http://gentatarim.com/hzbr/pamuk.html> (Erişim Tarihi: 15.09.2018)
- Anonim, 2018c. Bitki Zararlıları Ziraî Mücadele Teknik Talimatları. <https://www.tarim.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Bitki%20Zarar%C4%B1lar%C4%B1%20Zirai%20M%C3%BCcadele%20Teknik%20Talimatlar%C4%B1.pdf> (Erişim Tarihi: 15.09.2018)
- Anonymous, 2015a. APRD–Arthropod Pesticide Resistance Database, Michigan State University, (Web sayfası: <http://www.pesticideresistance.org>), (Erişim Tarihi: 15.08.2015)
- Anonymous, 2015b. Yasaklanan Bitki Koruma Ürünleri Aktif Madde Listesi. (Web sayfası: <http://www.tarim.gov.tr/Konu/934/Yasaklanan-Bitki-Koruma-Urunleri-Aktif-Madde-Listesi>). (Erişim Tarihi: 05.03.2016)
- Aslan, H.N. 2017. Bazı kekik türlerinden elde edilen uçucu yağların iki noktalı kırmızı örümcek *T. urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae)'ye etkisinin araştırılması.

- Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 51s.
- Aslantas, R., Eken, C. and Hayat, R., 2008. *Beauveria bassiana* pathogenicity to the cherry slugworm, *Caliroa cerasi* (Hymenoptera: Tenthredinidae) larvae. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 24(1): 119-122.
- Aysan, Y. ve Çınar, Ö. 2002. Tohum kökenli *P. 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. and 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 Mediterranean region of Turkey. Proceedings of the Eighth International Workshop on Fire Blight, Acta Horticulturae, 489: 549-552.
- Barış, A., Çobanoğlu, S., 2009. *Melia azedarach* L. meyve metanol ekstraktı ve Neemazal L T/S'nin *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidea)'ye daldırma yöntemiyle etkileri üzerinde araştırmalar. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 23 (49): 10-17.
- Basım, H. ve Katircioğlu, Y.Z. 1990. Bazı izolatlarınınönemli 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., Çalışkan, 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. ve Özaktan H., 1998. Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1: 181-183.
- Bora, T., 2002. Bitki Hastalıkları ile biyolojik savaşta gelişmeler ve Türkiye'de durum. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi. 4-7 Eylül 2002, Erzurum. 1-14.
- Bora, T., Özaktan, H., Gore, E. ve Aslan, E. 2004. Biological control of *F. oxysporum* f. sp *melonis* by wettable powder formulations of the two strains of *P. putida*, Journal of Phytopathology, 152 (8-9): 471-475.
- Bora, T., Özaktan, H., ve Yıldız, M. 1995. Tarla koşullarında kavun ve karpuz *Fusarium* solgunluklarının siderofor üreten flourescans *pseudomonas*' larla önlenmesi üzerine araştırmalar, VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, 26-29 Eylül 1995, Adana, 216-219.
- Cartwright, D. K. and Benson, D. M., 1995. Optimization of biological control of Rhizoctonia stem rot of poinsettia by *Paecilomyces lilacinus* and *Pseudomonas cepacia*. Plant Dis., 79: 301-308.
- Chapman, M.H. and Hoy, M.A., 1991. Relative toxicity of *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* to the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) and its predator *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acari, Tetranychidae and Phytoseiidae). Journal of Applied Entomology, 111: 147-154.
- 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, (1) p 397.

- Çolkese Özsisli, T., Şekeroğlu, E. 2004. Tarla Koşullarında Farklı Avcı-Av Yoğunluklarında Pamuk Bitkisi Üzerinde *Amblyseius longispinosus* (Evans) (Acarina: Phytoseiidae)'un *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.) (Acarina: Tetranychidae) Üzerinde Etkisi. KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(2): s 108.
- 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.
- Cook, R. J. and Baker, K. F., 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens. APS, St Paul, Minn., p 539.
- Dekeyser, M.A., 2005. Acaricide mode of action. Pest Management Science, 61 (2): 103-110.
- Delen, N. 2002. Türkiye’de tarım ilacı kullanımı ve sorunları. TAYEK/TYUAP. Tarımsal Araştırma Yayın ve Eğitim Koordinasyonu, 2002 Yılı Tarla Bitkileri Grubu Bilgi Aışveriş Toplantısı Bildirileri, Yayın No: 109, Menemen, İzmir, s. 233-247.
- Doğan, Y.Ö., 2016. Entomopatojen fungusların *T. urticae* (Acari: Tetranychidae)'ye karşı etkinliklerinin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bitki Koruma Anabilim Dalı. YL-037.
- Draganova S.A and Simova S.A., 2010. Susceptibility of *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae) to Isolates of Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana*. Pestic. Phytomed. (Belgrade), 25(1): 51-57.
- Dutton, A., Klein, H., Romeis, J. and F. Bigler, F. 2002. Uptake of Bt-toxin by herbivores feeding on transgenic maize and consequences for the predator *Chrysoperla carnea*. Ecological Entomology, 27: 441-447.
- Dutton, A., Klein, H., Romeis, J. and Bigler, F., 2003. Prey-mediated effects of *Bacillus thuringiensis* spray on the predator *Chrysoperla carnea* in maize. Biological Control, 26 (2): 209-215.
- Eken, C. and Hayat, R., 2009. Preliminary evaluation of *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) de Vries in laboratory conditions, as a potential candidate for biocontrol of *Tetranychus urticae* Koch. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 25(3): 489-492.
- Eken, C., Tozlu, G., Dane, E., Çoruh, S. and Demirci, E., 2006. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hypomycetes) to larvae of the small poplar longhorn beetle, *Saperda populnea* (Coleoptera: Cerambycidae). Mycopathologia, 162: 69-71.
- Erdoğan, P., Saltan, G., Sever, B., 2010. Acı biber (*Capsicum annum* L.) ekstraktının iki noktalı kırmızıörümcek, *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Tetranychidae)'ye akarisit etkisi. Bitki Koruma Bülteni, 50 (1): 35-43.
- Eşitken, A., Karlıdag, H., Erçisli, S. and 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.
- Gatarayiha M.C. 2009. Biological Control of The Two-Spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Discipline of Plant Pathology School of

- Agricultural Sciences and Agribusiness Faculty of Science and Agriculture University of KwaZulu-Natal Pietermaritzburg, 198 p.
- Gençer, O., Özüdoğru, T., Kaynak, M.A., Yılmaz, A., Ören, Necat. 2004. Türkiye'de Pamuk Üretimi ve Sorunları. http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/8d437661d952917_ek.pdf (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
- Güneş, M. 2005. Pamukta Erken Dönemde Görülen Zararlılara Karşı Yapılan Değişik İlaç Uygulamalarının Doğal Düşmanlara Etkisinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 1 s.
- Guo, J.H., Wang, Y.L. and Li, J., 1996. Screen of biocontrol bacteria of plant wilt by inhibiting 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.
- Halos, P.M. and Zorilla, R.A., 1979. Vesicular–arbuscular mycorrhizae increase growth and yield of tomatoes and reduce infection by *Pseudomonas solanacearum*. *Philippine Agriculture Scientists*, 62: 309-315.
- Hoy, M.A., 2011. *Agricultural Acarology: Introduction to Integrated Mite Management*. CRC press, Boca Raton, 410 pp.
- Ioannidis, P.M., Grafius, 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.
- Işgın, T., Bilgiç, A., Özel, R., Öcal Kara, F. 2012. Harran Ovası'nda pamuk üretiminde girdi-çıktı ilişkisinin stokastik sınır üretim fonksiyon modelleriyle belirlenerek üretimin teknik etkinliğine tesir eden faktörlerin kesirli regresyon modelleri yardımıyla saptanması, s. 374.
- İnak, E., Çobanoğlu, S., 2016. Akarisitler ve etki mekanizmaları. *Türk. entomol. bült.*, 6 (4): 371-382.
- Kaya, B., Çetin, H., 2017. Bazı Tıbbi Bitki Ekstraktlarının *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.) (Acari: Tetranychidae)'un Nimf ve Erginlerine Etkileri. *Selcuk J Agr Food Sci*, 31 (3): 116-124.
- Kısakürek, M.N. 1998. Çukurova Bölgesi pamuk üretim alanlarında avcı thrips (*Scolothrips longicornis priesner*)'in kırmızı örümcek. Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 38 s.
- 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. 47.
- Kotan, R., 1998. Biological and chemical control of bacterial leaf spot (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye.) on pepper and tomato. Atatürk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Plant Protection, Master Thesis, p. 45.
- 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: 41.
- Kotan, R. 2002. “Doğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarından izole edilen patojen ve saprofitik bakteriyel organizmaların klasik ve

- moleküler metotlar ile tanısı ve biyolojik mücadele imkânlarının araştırılması”, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı. Doktora Tezi. s 217.
- 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, Eylül, 2002, Erzurum. 381-390.
- Kotan, R., Sahin, F. and 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. 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., 2009a. Biological control of post harvest disease caused by *Aspergillus flavus* on stored lemon fruits. African Journal of Biotechnology, 8(2): 209-214.
- Kotan, R., Sahin, F., Demirci, E. and Eken, C., 2009b. Biological control of the potato dry rot caused by *Fusarium* species using PGPR strains. Biological Control, 50:194-198.
- Kotan, R., Çakmakçı, R., Şahin, F., Karagöz, K., Dadaşoğlu, F., Kantar, F. 2010. Türkiye’de Bakteriyel Biyoajanlar Kullanılarak Hastalık ve Zararlıların Kontrolüne Yönelik Yapılan Biyolojik Mücadele Çalışmaları.
- Lelliot, R.A. and Stead, D.E., 1987. Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. Black Well Scientific Publication, 157 p, Oxford, USA.
- Li, Y. and Romeis, J., 2010. Bt maize expressing Cry3Bb1 does not harm the spider mite, *Tetranychus urticae*, or its ladybird beetle predator, *Stethorus punctillum*. Biological Control, 53 (3): 337-344.
- Lumsden, R. D., Lewis, J. A. and Fravel, D. R., 1995. Formulation and delivery of biocontrol agents for use against soilborne plant pathogens. Biorational Pest Control Agents. Formulation and Delivery. F. H. Hall and J. W. Barry (ed.). American Chemical Society, Washington. DC, p 166-182.
- Mari, F.G., Zamara, J.E. 1999. Biological Control of *Tetranychus Urticae* (Acari: Tetranychidae) With Naturally Occurring Predators in Strawberry Plantings in Valencia, Spain. 23(6): 487-495.
- Mori, H., Saito, Y. Biological Control of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) Populations by Three Species of Phytoseiid Mites (Acarina: Phytoseiidae). Institute of Applied Zoology, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan Received June 25, 1979.
- Mota-Sanchez, D., Whalon, M.E., Grafius, E. and Hollingworth, R., 2000. Resistance of Colorado Potato Beetle to Imidacloprid. Resistance Pest Management Newsletter, 11: 31-34.
- Oldaç, Ş., Ülke, G. ve Mirik, M. 2002. Domates bakteriyel leke hastalığına (*X. campestris* pv. *vesicatoria*) karşı biyolojik mücadele çalışmaları, Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri Kitabı. 4-7 Eylül 2002, Erzurum, 391-398.
- Öncüler, C., Gençsoylu, İ. 2003. Büyük Menderes Havzası Pamuk Alanlarında Zararlıların ve Doğal Düşmanlarının Popülasyon Gelişimleri ve Bunların Bitki

- Fenolojisi ile İlişkileri Üzerine Araştırmalar. Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi. Proje No: TOGTAG-TARP 2316.
- Örtücü, S. 2012. İki noktalı kırmızı örümcek [(*T. urticae* (Acari, Tetranychidae)] ile biyolojik mücadelede kullanılabilecek entomopatojen fungusların izolasyonu ve biyopestisit olarak kullanılabilme potansiyellerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Biyoloji Bilim Dalı. Doktora Tezi. 144 s.
- Özaktan, H. and Bora, T., 2006. Studies on biological control of fire blight with some antagonistic bacteria. Proceedings of the Xth International Workshop on Fire Blight, Acta Horticulturae, 704: 337-340.
- Özaktan, H. ve Gezen, M. 2002. Kültür mantarında bakteriyel benek (*Pseudomonas tolaasii*) hastalığının biyolojik kontrolünde fluorescent *pseudomonas*'ların etkisi üzerine bir çalışma. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri Kitabı. 4-7 Eylül 2002, Erzurum, 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.
- Özbek, B. 2017. Entomopatojen fungus *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson ve *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin iki noktalı kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae))'e üzerine etkinliklerinin araştırılması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 49 s.
- Özşişli, T, Şekeroğlu E. 2004. Tarla Koşullarında Farklı Avcı: Av Yoğunluklarında Pamuk Bitkisi Üzerinde *Amblyseius longispinosus* (Evans) (Acarina: Phytoseiidae)'un *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.) (Acarina: Tetranychidae) Üzerinde Etkisi. Fen ve Mühendislik Dergisi, s.108.
- Papavizas, G. C., 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, ecology, and potential for biocontrol. Phytopathology, 23: 23-54.
- Ravensberg, W. and Elad, Y., 2002. The Reality-Commercial Prospective To Plant Disease Biocontrol, (IOBC 2002) (Abstract).
- Şahin, F., Kotan, R., Demirci, E. ve Miller, S.A., 2000. Domates ve biber bakteriyel leke hastalığı ile biyolojik savaşta actigard ve bazı antagonistlerin etkinliği. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 31 (1): 11-16.
- Shi, W., Feng, M.G., Zhang, L.L. 2008. Field trials of four formulations of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisoplae* for control of cotton spider mites (Acari: Tetranychidae) in the Tarim Basin of China. Biological Control, 45 (1): 48-55.
- Soylu, S., Soylu, E. M., Bozkurt, İ. A. ve Yiğitbaş, H., 2002. Farklı bölgelerde yetiştirilen biberlerin rhizosferlerinden izole edilen bakteri izolatlarının 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.
- Sparks, T.C., 2013. Insecticide discovery: An evaluation and analysis. Pesticide Biochemistry and Physiology, 107 (1): 8-17.
- Stewart, J.G., Kennedy, G.G. and Sturz, A.V., 1997. Incidence of insecticides resistance in population of Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) on rince dward sland. Canadian Entomologist, 129, 21-26.

- Topakcı, N. ve Göçmen H., 2008. Pamuk kırmızı örümceği *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.) (Acari: Tetranychidae)'a karşı Azadirachtin'in etkinliği üzerine bir araştırma. Bitki Koruma Bülteni, 48(4): 9-18.
- Toros, S. 1992. Park ve süs bitkileri zararlıları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları 1266, Ders Kitabı, s.165.
- TUİK, 2015. Bitkisel üretim istatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim Tarihi: 15.03.2015).
- Uygun, N., Ulusoy, M.R. ve Satar, S., 2010. Biyolojik Mücadele. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 1(1): 1-14.
- Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A., Dermauw, W. and Tirry, L., 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. Insect biochemistry and molecular biology, 40 (8): 563-572.
- Van Leuween T., Tirry, L., Yamamoto, A., Nauen, R. and Dermauw, W., 2015. The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. Pesticide Biochemistry and Physiology, 121:12–21.
- Yaman, M. and Demirbağ, Z., 2000. Isolation, identification and determination of insecticidal activity of two insect-originated *Bacillus* spp.. Biologia, 55 (3): 283-287.
- Yaman, M., Demirbağ, Z. and Belduz, A, O. 2000. Isolation and insecticidal effects of some bacteria from *Euproctis chrysorrhoea* L. (Lepidoptera: Lymanthriidae), Acta Microbiol Pol 49: 217–224.
- Yaman, M., Demirbağ, Z. and 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., Demirbağ, Z. and 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., Nalcacioglu, R. ve Demirbağ, Z. 2002. Studies on bacterial flora in the population of the fall webworm, *Hyphantria cunea* Drury, (Lep., Arctiidae). J. Appl. Entomol., 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.
- Yeşil, B. 2016. Pamuk Yaprakbiti, *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae)'nin Bazı Biyolojik Parametrelerine Pamuk çeşitlerinin Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bitki Koruma Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. s 15.
- 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.

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Uşak'ta doğdu. İlk öğrenimini Uşak'ta, orta ve lise öğrenimini ise Ankara'da tamamladı. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nden 2000 yılında Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. Askerlik görevini yaptıktan sonra özel sektörde değişik illerde görev yaparak, üst düzey yöneticiliklerde bulundu. 2013 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitime başladı. Sektörden edindiği bilgi ve tecrübe doğrultusunda 2017 yılında kurduğu Antalya'da Sfcagro Tarım Ltd. Şirketinde üretim, ihracat ve danışmanlık alanlarında çalışmalarına devam etmektedir.