

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**ANTALYA'DAN ALINAN ABAMECTİN'E DİRENÇLİ BİR *Tetranychus urticae*
Koch (Acarina: Tetranychidae) POPÜLASYONUNA KARŞI BAZI AKTİF
MADDELERİN ETKİ DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Tuğba ÇEVİK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**ANTALYA'DAN ALINAN ABAMECTİN'E DİRENÇLİ BİR *Tetranychus urticae*
Koch (Acarina: Tetranychidae) POPÜLASYONUNA KARŞI BAZI AKTİF
MADDELERİN ETKİ DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Tuğba ÇEVİK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA'DAN ALINAN ABAMECTİN'E DİRENÇLİ BİR *Tetranychus urticae*
Koch (Acarina: Tetranychidae) POPÜLASYONUNA KARŞI BAZI AKTİF
MADDELERİN ETKİ DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Tuğba ÇEVİK

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 23/06/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Fatih DAĞLI

Doç. Dr. Özer ÇALIŞ

Doç. Dr. Mehmet KEÇECİ

ÖZET

ANTALYA'DAN ALINAN ABAMECTİN'E DİRENÇLİ BİR *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) POPÜLASYONUNA KARŞI BAZI AKTİF MADDELERİN ETKİ DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Tuğba ÇEVİK

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fatih DAĞLI

Haziran 2022; 44 sayfa

İki-noktalı kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch. (Acarina: Tetranychidae) Türkiye ve Dünyanın çok sayıda ülkesinde yaygın olan ve tarımsal ürünlerde önemli kayıplara neden olan zararlı akar türlerindendir. Çok sayıda aktif maddeye karşı dirençli popülasyonlarının giderek yaygın duruma gelmesi bu türe karşı mücadelede kullanılan ilaçların etkisini zayıflatmıştır. Tez kapsamında yapılan çalışmalarla hala tavsiyelerde yer alan, farklı etki mekanizmlerine sahip bitki koruma ürünleri, *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ırkı, Terponoid Blend QRD460, Spiromesifen+Abamectin ve Chlorantraniliprole+Abamectin'in Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonuna karşı hangi düzeylerde etkili olabildiği ortaya çıkarılmak istenmiştir. Ayrıca ilerde daha yaygın kullanılması beklenen entomopatojen *B. bassiana* ATCC 74040 ırkı ile seleksiyon çalışması yapılarak *T. urticae*'de bu entomopatojene karşı direnç potansiyeli araştırılmıştır.

Tez kapsamında ele alınan bitki koruma ürünlerinin etki potansiyelleri için Laboratuvar ve Abamectin'e-Dirençli popülasyonlar üzerinde düzenlenen laboratuvar akar-daldırma testleriyle LC değerleri ve direnç oranları belirlenmiştir. Akar-daldırma testinde, öncelikle börülce yaprak diskleri üzerine ergin dişi kırmızıörümcekler bırakılmıştır. Bu diskler popülasyonda %0-100 aralığında ölüme yol açan doz serilerine 5 saniye boyunca daldırılmıştır ve kuruduktan sonra agarlı bir petri içerisine yerleştirilerek sayım zamanına kadar 23±1°C sıcaklık, %65±5 nem, 16:8 h (aydınlık: karanlık) gün uzunluğundaki iklim odasında muhafaza edilmiştir.

Beauveria bassiana ATCC 74040 ırkı için Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonlarından elde edilen LC değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonları için LC₅₀ değerleri sırasıyla 0.5×10^7 ve 0.4×10^6 spor/ml'dir. Bu entomopatojen tavsiye dozunda her iki popülasyon üzerinde de yakın oranda ölüme yol açmıştır. Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonları üzerinde tavsiye dozunda ölüm oranları sırasıyla %97 ve %100'dür.

Beauveria bassiana ATCC 74040 ırkı ile selekte edilen Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde yapılan testlerde elde edilen LC₅₀ değerleri sırasıyla 3.9×10^7 ve 0.4×10^6 spor/ ml'dir. *B. bassiana* ile selekte edilen popülasyon selekte edilmeyen popülasyona göre yaklaşık 9 kat dirençli bulunmuştur ve bu fark popülasyonların LC değerlerinin güven aralıkları çakışmadığı için önemlidir.

Terponoid Blend QRD 460 ile yapılan testlerde *T. urticae*'nin Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonlarında elde edilen LC değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonları için LC₅₀ değerleri sırasıyla 553.01 ve 450.29 mg(ak. md) /L'dir. Terponoid Blend Q 460 tavsiye dozunda Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonları üzerindeki ölüm oranları sırasıyla %56 ve %57'dir.

Spiromesifen+Abamectin için düzenlenen testlerde Laboratuvar ve Abamectin'e-Dirençli popülasyonun LC₅₀ değerleri sırasıyla 2.51 ve 20.12 mg(ak.md) /L olarak bulunmuştur. İki aktif madde içeren bu akarisit önerildiği tavsiye dozunda Laboratuvar popülasyonun %97'sini, Abamectin'e-Dirençli popülasyonun %62'sini öldürmüştür. Diğer iki aktif ilaç, Chlorantraniliprole+Abamectin için Laboratuvar ve Abamectin'e-Dirençli popülasyonun LC₅₀ değerleri ise sırasıyla 0.61 ve 4.04 mg(ak.md) /L olarak bulunmuştur. Chlorantraniliprole+Abamectin tavsiye dozunda Laboratuvar popülasyonun tamamını öldürebildiği halde Abamectin'e-Dirençli popülasyonda %82'lik bir ölüm meydana getirebilmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Abamectin-direnci, *Beauveria bassiana* ATCC 74040, Chlorantraniliprole+Abamectin, Spiromesifen+Abamectin, *Tetranychus urticae*, Terponoid Blend QRD 460

JÜRİ: Doç. Dr. Fatih DAĞLI

Doç. Dr. Özer ÇALIŞ

Doç. Dr. Mehmet KEÇECİ

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECT LEVELS OF SOME ACTIVE SUBSTANCES AGAINST (Acarina: Tetranychidae) ABAMECTIN-RESISTANT *Tetranychus urticae* Koch. POPULATION FROM ANTALYA

Tuğba ÇEVİK

MSc Thesis in Plant Protection

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Fatih DAĞLI

Haziran 2022; 44 pages

Two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. (Acarina: Tetranychidae) is one of the harmful mite species that is common in Turkey and many countries of the world and causes significant losses in agricultural products. The increasing prevalence of populations resistant to many active substances has weakened the effectiveness of pesticides used in the management against this species. With the studies carried out within the scope of the thesis, the efficacy potential of plant protection products with different mechanisms of action, *Beauveria bassiana* ATCC 74040 strain, Terponoid Blend QRD460, Spiromesifen+Abamectin and Chlorantraniliprole+Abamectin against the Abamectin-Resistant *T. urticae* population. In addition, a selection study was conducted with the entomopathogen *B. bassiana* ATCC 74040 strain, which is expected to be used more widely in the future, and the potential for resistance to this entomopathogen in *T. urticae* was investigated.

LC values and resistance ratios were determined by laboratory mite-dip tests conducted on laboratory and Abamectin-Resistant populations for the effect potentials of the plant protection products tested in the thesis. In the mite-dip test, first of all, adult female spider mites were left on the cowpea leaf discs. These discs were dipped for 5 seconds in a series of doses that caused 0-100% mortality in the population, and after drying, they were placed in a petri dish with agar and kept in the climate chamber until counting time.

For *B. bassiana* ATCC 74040, no significant difference was found between the LC values from the Abamectin-Resistant and Laboratory populations. The LC₅₀ values for the Abamectin-Resistant and Laboratory populations are 0.5×10^7 and 0.4×10^6 spore/ml, respectively. *B. bassiana* at the recommended dose resulted in close mortality in both populations. Mortality rates at the recommended dose in the Abamectine-Resistant and Laboratory populations were 97% and 100%, respectively. The LC₅₀ values obtained in the tests performed on the population selected with *B. bassiana* ATCC 74040 strain and on the Laboratory population were 3.9×10^7 and 0.4×10^6 spore/ml, respectively.

The population selected with *B. bassiana* ATCC 74040 strain was found to be approximately 9 times more resistant than the unselected population, and this difference is important because the confidence intervals of the LC values of the populations do not overlap.

Tests with Terpenoid Blend QRD 460 found no significant difference in LC values of *T. urticae* obtained in the Abamectin-Resistant and Laboratory populations. The LC₅₀ values for the Abamectin-Resistant and Laboratory populations are 553.01 and 450.29 mg(active substance) /L, respectively. Terpenoid Blend Q 460 at the recommended dose resulted in close mortality in both populations. Mortality rates at the recommended dose in the Abamectin-Resistant and Laboratory populations were 56% and 57%, respectively.

The LC₅₀ values of the Laboratory and Abamectin-Resistant population were found to be 2.51 and 20.12 mg (active substance) /L, respectively, in tests performed with Spiromesifen+Abamectin. Containing two active ingredients, this acaricide killed 97% of the Laboratory population and 62% of the Abamectin-Resistant population at the recommended label dose. In the tests performed with Chlorantraniliprole+Abamectin, the LC₅₀ values of the Laboratory and Abamectin-Resistant population were found to be 0.61 and 4.04 mg(active substance) /L, respectively. Chlorantraniliprole+Abamectin at the recommended dose was able to kill the entire Laboratory population, but was able to produce 82% mortality in the Abamectin-Resistant population.

KEYWORDS:, Abamectin-resistance, *Beauveria bassiana* ATCC 74040, Chlorantraniliprole+Abamectin, Spiromesifen+Abamectin, *Tetranychus urticae*, Terponoid Blend QRD460

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Fatih DAĞLI

Assoc. Prof. Dr.Özer ÇALIŞ

Assoc. Prof.Dr. Mehmet KEÇECİ

ÖNSÖZ

İki-noktalı kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* dünya genelinde yaygın olan ve mücadele edilmediği takdirde çok ciddi ekonomik kayıplara neden olan polifag bir zararlı akardır. Bu fitofag akar türü, başta sebze, endüstri bitkileri ve meyveler olmak üzere sayısız üründe beslenerek zarara yol açmaktadır. Türkiye’de çoğu bölgede yaygın olmakla birlikte türün popülasyon düzeyi Antalya’da örtü altı üretimde neredeyse yıl boyunca önemli seviyelerde seyretmektedir. *Phytoseiulus persimilis* gibi bazı predatörleri kullanılarak seralarda biyolojik mücadele yapılmaktadır. Fakat hala çoğunlukla ilaçlara dayalı bir mücadelenin devam ettiği görülmektedir. *T. urticae* ve diğer bazı önemli zararlıların kimyasal mücadelesinde dirençli popülasyonlar sorunu günümüzde küresel çapta tehlikeli boyutlara varmıştır. Gerek ülkemizde yapılan çalışmalar gerekse dünyanın çok sayıda ülkesinde yapılan araştırmalar *T. urticae*’de Abamectin’e direncin pratikteki mücadeleleri başarısız kılacak düzeyde yüksek seviyelere ulaştığını göstermiştir. Fakat akarisit/ insektist/ nematisit özelliğe sahip bu aktif maddenin kullanımı yaygın şekilde devam etmektedir. Bu durum hali hazırda belli düzeyde dirençli olan popülasyonlar üzerinde sürekli bir seleksiyon baskısına yol açmaktadır bu yüzden tarımsal mücadelede Abamectin’e dirençli zararlı popülasyonların ciddi bir sorun olarak önemini koruyacağı öngörülmüştür. Bu noktada Abamectin’e-dirençli *T. urticae* popülasyonlarına karşı tavsiyelerde yer alan bitki koruma ürünlerinin ne düzeyde etkili olabildiklerinin bilinmesi gerektiği düşünülmüştür. Tez kapsamında, tavsiyelerde yer alan, farklı sınıflardan farklı etki mekanizmlerine sahip bitki koruma ürünleri, *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ırkı, Terponoid Blend QRD460, Spiromesifen+Abamectin, Chlorantraniliprole+Abamectin’nin Abamectin’e-Dirençli *T. urticae* popülasyonuna karşı hangi düzeylerde etkili olabildiği konusunda önemli bulgular elde edilmiştir. Ayrıca uzun vadede daha yaygın ve sık kullanılması beklenen entomopatojen *B. bassiana* ATCC 74040 ırkı ile seleksiyon çalışması yapılarak *T. urticae*’de bu entomopatojene karşı direnç potansiyeli belirlenmiştir.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, tez çalışmamın her aşamasında benden yardımlarını esirgemeyen, danışmanım öğretim üyesi Doç. Dr. Fatih DAĞLI’ya, entomopatojen fungus *B. bassiana* 74040 ırkının çimlenme oranıyla ilgili testlerde yardımcı olan bölümümüz öğretim üyesi Doç. Dr. Özer ÇALIŞ ve ekibine, tez çalışmalarını benimle aynı öğrenim döneminde yürüten ve yardımlarını esirgemeyen Ali Burak GÖKSAL’a teşekkür ederim. Ayrıca tez çalışmaları için laboratuvar ve iklim odası altyapısını kullandığım Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığına ve Bitki Koruma Bölüm Başkanlığına teşekkür ederim. Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	4
2.1. Zararlı türlerde direnç ve mekanizmaları	4
2.2. <i>Tetranychus urticae</i> 'de direnç durumu	4
2.3. Türkiye'de <i>Tetranychus urticae</i> 'ye ruhsatlı bitki koruma ürünleri.....	8
2.3.1. Abamectin.....	9
2.3.2. <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ırkı	10
2.3.3. Terpenoid Blend QRD 460.....	10
2.3.4. Spiromesifen+Abamectin	11
2.3.5. Chlorantniliprole+Abamectin	11
3. MATERYAL VE METOT	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Çalışmada test edilen bitki koruma ürünlerinin seçimi	12
3.1.2. Popülasyonların üretiminde ve akarisit testlerinde kullanılan bitkiler	12
3.1.3. Çalışmada kullanılan <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonları ve özellikleri....	13
3.1.3.1. Laboratuvar <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonu	13
3.1.3.2. Abamectin'e-Dirençli <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonu.....	13
3.1.3.3. Kumluca 2020 <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonu	13
3.1.4. Diğer materyaller	15
3.2. Metot	15
3.2.1. <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonları üretimi	15
3.2.2. Çalışma kapsamında uygulanan test yöntemleri.....	16
3.2.2.1. <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonu üzerinde Abamectin ile seleksiyon çalışması.....	16

3.2.2.2. Abamectin'e-Dirençli <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonu üzerinde <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ırkı ile seleksiyon çalışması.....	17
3.2.3. Popülasyonların LC değerlerini ve direnç düzeylerini belirlemek için kullanılan akarisit testleri.....	18
3.2.3.1. Abamectin için laboratuvar testi	18
3.2.3.2. <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ırkı için laboratuvar testi.....	21
3.2.3.3. Terponoid Blend QRD 460 için laboratuvar testi	24
3.2.3.4. Spiromesifen+Abamectin için laboratuvar testi.....	24
3.2.3.5. Chlorantraniliprole+Abamectin için laboratuvar testi	25
3.2.4.Sonuçların istatistiksel analizi	26
4. BULGULAR.....	27
4. 1. Abamectin'le seleksiyona maruz bırakılan popülasyonda LC değerleri ve direnç durumu.....	27
4.2. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ırkı'nın etkinlik düzeyleri.....	29
4.3. <i>Beauveria bassiana</i> ile seleksiyona maruz bırakılan Abamectin'e-Dirençli popülasyonda LC değerleri ve direnç oranındaki değişim.....	30
4.4. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde Terponoid Blend QRD 460 etkinlik düzeyleri	31
4.5. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde Spiromesifen+Abamectin'in etkinlik düzeyleri	32
4.6. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde Chlorantraniliprole+Abamectin'in etkinlik düzeyleri	33
5. TARTIŞMA	34
5.1. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın Abamectin'e-Dirençli <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonu üzerindeki etkinlik durumu ve seleksiyona tabi tutulan popülasyonda direnç geliştirme potansiyeli	34
5.2. Terponoid Blend QRD 460'ın Abamectin'e-Dirençli <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonu üzerindeki etkinlik durumu	35
5.3. Spiromesifen+Abamectin'nin Abamectin'e-Dirençli <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonu üzerindeki etkinlik durumu	36

5.4. Chlorantraniliprole+Abamectin 'nin Abamectin'e-Dirençli <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonu üzerindeki etkinlik durumu	37
6. SONUÇLAR	39
7. KAYNAKLAR	41
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Antalya’da Alınan Abamectin’e Dirençli Bir *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) Popülasyonuna Karşı Bazı Aktif Maddelerin Etki Düzeylerinin Araştırılması” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

23/06/2022

Tuğba ÇEVİK

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	: Santigrat
Cm	: Santimetre
%	: Yüzde
Da	: Dekar
G	: Gram
L	: Litre
Ml	: Mililitre
Mg	: Miligram
Sn	: Saniye
μ	: Mikrolitre

Kısaltmalar

EC	: Emülsiyon konsantre
FAO	: Food and Agriculture Organization
IRAC	: Insecticide Resistance Action Committe
LC	: Lethal konsantrasyon
LC ₅₀	: Teste tabi tutulan canlı popülasyonun %50'sini öldürmek için gerekli olan öldürücü doz konsantrasyonu
LC ₉₀	: Teste tabi tutulan canlı popülasyonun %90'nını öldürmek için gerekli olan öldürücü doz konsantrasyonu
SC	: Akıcı konsantre/Süspansiyon konsantre
Tx-100	: Triton X-100
US EPA	: Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1.Yüksek düzeyde <i>Tetranychus urticae</i> ile bulaşık b örölce bitkileri	1
Şekil 1. 2. <i>Tetranychus urticae</i> a)Ergin dişi b)Ergin erkek.....	2
Şekil 3 1. İklimlendirme odasında bulunan b örölce bitkileri.....	13
Şekil 3. 2. <i>Tetranychus urticae</i> popölasyonları a)Laboratuvar b)Abamectin'e - Dirençli.....	14
Şekil 3. 3. a) <i>Tetranychus urticae</i> Kumluca 2020 popölasyonun seradan toplanması b)İklim odasında çoğaltılması.....	14
Şekil 3. 4. Testlerde kullanılan bazı materyaller; stereo mikroskop, cam puar, mezür, yumuşak pens ve fırça.....	15
Şekil 3. 5. Abamectin'le seleksiyon uygulaması	16
Şekil 3. 6. a) <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ile seleksiyonda kullanılan dozun hazırlanması b) <i>Tetranychus urticae</i> ile bulaşık b örölce bitkilerinin tavsiye dozunun 1/5 katındaki <i>Beauveria bassiana</i> dozuna 5 saniye daldırılması	17
Şekil 3 7. <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ile seleksiyon yapılan popölasyonun iklim odasında muhafazası	18
Şekil 3. 8. a) B örölce yapraklarından diskler elde edilmesi; b) Yaprak disklerin pamuk üzerine yerleştirilmesi; c)Testte kullanılan doz serileri	19
Şekil 3. 9. a) Yaprak disklerin 5 saniye boyunca daldırılması; b) Daldırma işleminin sonrası kurutulması; c) Ergin dişi bireylerin yaprak diskine aktarılması; d) Üzerinde erin dişi bulunan yaprak disklerinin agar dökülen petripler iç erisine yerleştirilmesi.	20
Şekil 3. 10. Test edilen kırmızı örümceklerde canlı-ölü sayımı	21
Şekil 3. 11. a) PDA ortamına <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ırkının ekimi; b)Agar üzerinde gelişmiş tipik <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ırkı	22
Şekil 3. 12. <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ırkı ile testlerde kullanılan doz serileri .	23
Şekil 3. 13. <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ile enfekte olmuş <i>Tetranychus urticae</i> a); b) ergin dişileri c) yumurtası.....	23
Şekil 3. 14. Terpenoid Blend QRD 460 için doz serileri	24
Şekil 3. 15. Spiromesifen+Abamectin için doz serileri	25

Şekil 3. 16. Chlorantraniliprole+Abamectin için doz serileri.....	25
--	----



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2. 1. <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonlarında insektisit- akarisitlere karşı Dünya genelinde direnç oranları ve direnç mekanizm tipleri.....	5
Çizelge 2. 2. Bitki koruma ürünleri veri tabanında <i>Tetranychus urticae</i> 'ye ruhsatlı aktif maddeler ve etki mekanizmalarına göre sınıflandırılması	8
Çizelge 3. 1. Tez kapsamında kullanılan bitki koruma ürünleri ve bunlara ilişkin detay bilgiler	12
Çizelge 4. 1. Abamectin ile Laboratuvar popülasyonu için belirlenen LC değerleri ve direnç oranı.....	27
Çizelge 4. 2. Abamectin ile Laboratuvar popülasyonu ve Abamectin'e Dirençli popülasyon için belirlenen LC değerleri ve direnç oranı	28
Çizelge 4. 3. Laboratuvar popülasyonu ve Abamectin'e-Dirençli popülasyonun tavsiye dozunda yüzde ölüm oranları	28
Çizelge 4. 4. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ırkı ile elde edilen LC değerleri ve direnç oranı	29
Çizelge 4. 5. <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ırkının tavsiye dozunda <i>Tetranychus urticae</i> Laboratuvar popülasyonu ve Abamectin'e Dirençli popülasyon üzerindeki ölüm oranları	29
Çizelge 4. 6. <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ırkı ile seleksiyona tabi tutulan Abamectin'e -Dirençli <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonun da LC değerleri ve direnç oranı.....	30
Çizelge 4. 7. <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ırkının tavsiye dozunda <i>Tetranychus urticae</i> Laboratuvar popülasyonu ve <i>Beauveria bassiana</i> ile selekte edilen popülasyon üzerindeki ölüm oranları	30
Çizelge 4. 8. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde Terponoid Blend QRD 460 ile elde edilen LC değerleri ve direnç oranı	31
Çizelge 4. 9. Terponoid Blend QRD 460'ın tavsiye dozunda <i>Tetranychus urticae</i> Laboratuvar popülasyonu ve Abamectin'e-Dirençli popülasyon üzerindeki ölüm oranları	31
Çizelge 4. 10. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde Spiromesifen+Abamectin ile elde edilen LC değerleri ve direnç oranı.....	32

Çizelge 4. 11. Spiromesifen+Abamectin'in tavsiye dozunda <i>Tetranychus urticae</i> Laboratuvar popülasyonu ve Abamectin'e-Dirençli popülasyon üzerindeki ölüm oranları	32
Çizelge 4. 12. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde Chlorantraniliprole+Abamectin ile elde edilen LC değerleri ve direnç oranı.....	33
Çizelge 4. 13. Chlorantraniliprole+Abamectin'intavsiye dozunda <i>Tetranychus urticae</i> Laboratuvar popülasyonu ve Abamectin'e-Dirençli popülasyon üzerindeki ölüm oranları	33



1. GİRİŞ

Türkiye’de örtüaltı üretim sahalarının yaklaşık %39’u Antalya ili ve ilçelerindeki tarım alanlarında yer almaktadır ve söz konusu bölgeden yapılan yaş sebze ihracatı önemli bir ekonomik katkı sağlamaktadır (Anonim 1a). Yaş sebze ihracatının 2020 yılında yaklaşık olarak 307.357.000 dolar olarak gerçekleştiği bildirilmiştir (Anonim 1a). Bununla birlikte örtüaltı üretimde, hem kalite bakımından hem de miktar olarak önemli kayıplara yol açan çeşitli zararlı ve hastalık etmenleri bulunmaktadır. Bunların arasında yer alan iki-noktalı kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), neredeyse tüm üretim sezonu boyunca hemen bütün örtü altı ürünlerde potansiyel bir zararlı akar türü olarak öne çıkmaktadır. *T. urticae* dünya çapında yaygın, önemli fitofag akar türlerinden biridir. Söz konusu akar türü Türkiye’de dahil Avrupa, Asya, Afrika, Avustralya, Pasifik ve Karayip adaları, Kuzey, Orta ve Güney Amerika’da yaygın durumdadır (Anonymous 1; Ulubilir ve Yabaş 1996). Bu türün sebzeler başta olmak üzere, meyveler, endüstri ve süs bitkileri ve çeşitli yabancı otları da içine alan çok sayıda konukçusu olduğu bildirilmiştir (Migeon vd. 2010; Hoy 2011; Van Leuven 2006).

Tetranychus urticae styletlerini dokuya sokarak bitki özsuyla beslenir. Mezofil dokusunun zarar görmesi nedeniyle dakikada 18 ila 22 arasında hücre tahrip olduğu için beslenme bölgelerinde küçük klorotik lekeler oluşur. Popülasyon yoğun olduğu zaman yaprakta beslenmesi sonucunda başlangıçta yaprak üzerinde nekrotik lekeler meydana gelir ve ileri aşamalarda ise yaprakta genel bir solgunluk görülür ve tamamen kuruyarak dökülebilir (Helle and Sabelis 1985). Bu çalışma kapsamında muhafaza edilen *T. urticae* popülasyonlarının börtölce bitkilerinde beslenmesi sonucu meydana getirdiği belirtiler Şekil 1.1.’de verilmiştir.



Şekil 1.1. Yüksek düzeyde *Tetranychus urticae* ile bulaşık börtölce bitkileri

Tetranychus urticae türünün yaşam döngüsü, yumurta, larva, protonimf, deutonimf ve ergin olmak üzere beş evreden meydana gelmektedir. Ergin dişiler oval bir şekle sahiptir (Şekil 1.2a) Boyutu yaklaşık 0.3-0.5mm’dir. Kanatsızdır ve dört çift bacak taşımaktadır. Genellikle vücudun ön yanında (propodosoma) kırmızı renkte iki göz şeklinde benek taşımaktadır.

Erkekler dişilerden daha küçük boyutludur ve abdomen sonu dişilere göre daha sivri bir yapıya sahiptir (Şekil 1.2b). *T. urticae*'de yeşilden kırmızıya kadar farklı renk tonlarında formlar bulunmaktadır (Auger vd. 2013). Bu tez kapsamında çalışılan tüm popülasyonlar *T. urticae*'nin kırmızı formudur. Dişiler, yaklaşık 30 günlük yaşamları boyunca 100'den fazla yumurta bırakabilirler.



Şekil 1.2. *Tetranychus urticae* a) Ergin dişi b) Ergin erkek

Yumurtalar açılmadan hemen önce soluk kahverengi renk alabilmektedir. Yumurtalardan ilk evredeki larvalar çıkar ve larvalar beyaz, oval, yaklaşık 0.1 mm uzunluğunda ve 3 çift bacaklıdır. Bunlar gömlek değiştirerek protonimf, deutonimf aşamalarından sonra ergin olurlar. Her gömlek değiştirme arasında, sırasıyla protochrysalis, deutochrysalis ve teliochrysalis olarak bilinen kısa bir durgun dönem vardır. Yumurtadan ergin bireye kadar olan gelişim, akar türüne, sıcaklığa, konukçu bitkilere, neme ve diğer çevresel faktörlere bağlı olarak genellikle 1-2 hafta veya daha fazla sürer. Çoğu kırmızı örümcek sıcak ve kuru koşulları tercih eder ve uygun koşullar akarların yaşam döngülerini hızlandırabilir. *T. urticae*'nin yaşam döngüsünü tamamlaması yaklaşık 30–32°C'de 8–12 gün sürer (Zhang 2003). İklim koşullarına ve konukçu ya bağlı olarak yılda 10-12 döl verebilmektedir (ZMTT2008).

İki-noktalı kırmızıörümcek ülkemizde çoğu bölgede yaygındır. Antalya'da örtü altı üretimde ise *T. urticae* popülasyon düzeyleri neredeyse yıl boyunca mücadeleyi gerekli kılacak kadar yüksek seviyelerde seyretmektedir. *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) ve *Amblyseius californicus* (Acarina: Phytoseiidae) gibi bazı predatörleri kullanılarak seralarda biyolojik mücadele yapılmaktadır. Fakat biyolojik mücadele uygulanan örtü altı üretim alanı tüm örtü altı alanla kıyaslandığında oldukça düşük düzeylerde (Topakcı ve Keçeci 2017). Bu yüzden örtü altı üretimde diğer zararlılarda olduğu gibi *T. urticae* mücadelesinde de ilaç kullanımı yaygındır. *T. urticae* ve diğer bazı önemli zararlıların kimyasal mücadelesinde dirençli popülasyonlar sorunu günümüzde küresel çapta tehlikeli boyutlara varmıştır.

Gerek ülkemizde yapılan çalışmalar gerekse dünyanın farklı üretim sahalarında yapılan araştırmalar *T. urticae*'de Abamectin'e direncin pratikteki mücadeleleri başarısız kılabilecek düzeyde yüksek seviyelere ulaştığını göstermiştir. Fakat akarisit/ insektisit/ nematisit özelliğe sahip bu aktif maddenin kullanımı yaygın şekilde devam etmektedir. Bu durum hali hazırda belli düzeyde dirençli olan populasyonlar üzerinde sürekli bir seleksiyon baskısına yol açmaktadır. Bu yüzden tarımsal mücadelede Abamectin'e dirençli zararlı populasyonlarının ciddi bir sorun olarak önemini koruyacağı öngörülmektedir. Bu noktada Abamectin'e dirençli *T. urticae* populasyonlarına karşı tavsiyelerde yer alan bitki koruma ürünlerinin ne düzeyde etkili olabildiklerinin bilinmesi gerektiği düşünülmüştür. Tez kapsamında tavsiye listelerinde bulunan farklı sınıflardan ve farklı etki mekanizmlerine sahip bitki koruma ürünleri, *B. bassiana* ATCC 74040 ırkı, Terponoid Blend QRD 460, Spiromesifen+Abamectin ve Chlorantraniliprole+Abamectin'nin Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonuna karşı hangi düzeylerde etkili olabildiği konusu araştırılmıştır. Ayrıca uzun vadede daha yaygın ve sık kullanılması beklenen entomopatojen *B. bassiana* ATCC 74040 ırkı ile seleksiyon çalışması yapılarak *T. urticae*'de bu entomopatojene karşı direnç potansiyeli belirlenmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

Tez çalışmasında, genel olarak dirençli bir *T. urticae* popülasyonuna karşı tavsiyelerde yer alan bazı aktif maddelerin ne düzeyde etkili olabildiği ortaya çıkarılmıştır. Çalışılan konu göz önüne alındığında elde edilen bulguların ne anlama geldiğinin değerlendirilmesi için bazı temel bilgilerin burada verilmesi yerinde olacaktır. İlk olarak zararlı türlerde direnç ve direnç mekanizmaları üzerinde kısa bilgiler verilmiştir. Devamında ise *T. urticae* popülasyonlarına karşı ülkemizde ve dünya genelinde bildirilen direnç düzeyleri özet olarak sunulmuştur. Son kısımda ise bu çalışma için seçilen bitki koruma ürünleri hakkında bazı detaylar aktarılmıştır.

2.1. Zararlı türlerde direnç ve mekanizmaları

Zararlılarda ilaçlara karşı direnç gelişimi IRAC tarafından şöyle ifade edilmektedir: Direnç, bir türün popülasyonunun duyarlılığındaki kalıtsal bir değişimdir. Direnç gelişiminin sahada ortaya çıkardığı başarısızlık ise şöyle aktarılmaktadır: Bir aktif maddenin zararlılara karşı etiket bilgilerine göre uygulandığı halde yeterli düzeyde etkili olmadığı ve tekrar eden başarısızlıkların vuku bulduğu bir durumdur. İnsektisit-akarisit direncinde rol oynayan başlıca mekanizmalar ise aşağıdaki gibidir.

Davranışsal direnç: Organizmanın aktif maddeyi algılayarak toksinden kaçması şeklinde açıklanabilir.

Penetrasyon direnci: Dirençli türlerde toksinin vücut duvarından içeri girişi duyarlı türlere göre daha yavaş yada daha az miktarda olmaktadır.

Hedef yer direnci: Toksinin etki ettiği hedef noktaya bağlanmasında azalma veya hedef noktanın mutasyona uğraması sebebiyle toksinin bağlanamaması sonucu direnç meydana gelmektedir.

Metabolik direnç: Yapılan çalışmalar dikkate alındığında zararlı türlerde en yaygın görülen direnç mekanizmasıdır. Dirençli türler toksini vücutlarındaki çeşitli enzimler yardımıyla parçalayarak etkisiz hale getirmektedir. Direnç oluşumunda rol oynayan üç ana enzim grubu, esterazlar, glutathion S-transferazlar ve P450 mono-oksijenazlar olarak bilinmektedir.

2.2. *Tetranychus urticae*'de direnç durumu

Pestisitlerin dünyada tarımda kullanımı 1990'dan 2019'a kadar geçen sürede büyük ölçüde istikrarlı bir şekilde artış göstermiştir. 2019'da dünya çapında pestisit tüketimi, 1990'a kıyasla %80'den fazla bir artışla yaklaşık 4.2 milyon ton seviyesine ulaşmıştır (Anonymous 2). Türkiye'de ise 2020 yılında bitki koruma ürünleri kullanım miktarı 53 bin ton olduğu görülmektedir. Bunlardan %22.2'sini insektisitler ve %4.1'ini ise akarisitler oluşturmaktadır (Anonim 1b). Bu veriler Dünya genelinde hala büyük ölçüde kimyasal mücadelenin devam ettiğini göstermektedir. Dolayısıyla zararlılar üzerinde önemli ölçüde seleksiyon baskısı devam etmektedir. Bu durum, direnç gelişimi için önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Arthropod Pests Resistance Database veri tabanındaki kayıtlara göre, Tetranychus türleri içerisinde en fazla direnç 549 vaka ile *T. urticae*'de bildirilmiştir. Aynı kaynaktan alınan bilgiye göre, çok sayıdaki aktif madde içerisinde, Abamectin 73 vaka ile en fazla direnç bildirilen aktif madde durumundadır (Anonymous 3). Antalya'da söz konusu türde Abamectin aktif maddesine karşı direnç sorununun başlangıcı neredeyse 15 yıl öncesine kadar varmaktadır. Antalya (Altınova)'dan yoğun ilaç uygulanan bir seradan 2006 yılında alınan *T. urticae* popülasyonunun duyarlı popülasyona göre 643 kata varacak düzeyde çok yüksek bir direnç gösterdiği tespit edilmiştir (Dağlı 2016). Ülkemizde *T. urticae*'nin farklı lokasyonlardan alınan popülasyonlarının duyarlılık düzeyleri üzerinde başka araştırmalar da yapılmıştır ve bu araştırma bulgularında başta Abamectin olmak üzere çeşitli aktif maddelere karşı direncin daha yaygın bir hale geldiği görülmektedir (Ay 2005; Yorulmaz ve Ay 2009; Altıok 2012; Yorulmaz Salman ve Kaplan 2014). Diğer bazı ülkelerde söz konusu zararlı tür üzerinde yapılan araştırmalar da dikkate alındığında Abamectin aktif maddesine direncin *T. urticae*'de global çapta önemli bir sorun olduğu anlaşılmaktadır (Campos vd. 1996; Sato vd. 2005).

Çizelge 2. 1. *Tetranychus urticae* popülasyonlarında insektisit-akarisitlere karşı dünya genelinde direnç oranları ve direnç mekanizmaları

Aktif madde ve referans	Konukçu ve test popülasyonu	Popülasyonun toplandığı yer	Direnç tespit yılı	Direnç oranı	Direnç mekanizması
Abamectin (Kwon vd. 2010)	Gül(sera)	Suwon, Kore	2010	17.9	Hedef yer mutasyonu
Abamectin (Ay vd. 2020)	Gül(Sera)	Antalya, Türkiye	2019	851.17	P450 ve GST
Abamectin (Yalçın ve Döker 2018)	Çilek(Tarla)	Adana, Türkiye	2018	2.39-7.86	Esteraz ve GST
Abamectin (Khajehali vd. 2011)	Gül(sera)	Hollanda	2010	-	GST
Abamectin (Piraneo vd. 2015)	Şerbetçiotu	Washington, ABD	2015	114.25	P450
Bifenazate (Leeuwen vd. 2006)	Gül (Lab.)	Flandre- Ghent, Belçika	2006	>164,000	Hedef yer mutasyonu
Bifenazate (Khajehali vd. 2011)	Gül(sera)	Hollanda	2010	-	Hedef yer mutasyonu
Bifenazete (Piraneo vd. 2015)	Şerbetçiotu	Washington, ABD	2013	96.30	Hedef yer mutasyonu

Çizelge 2.1.'in devamı

Bifenthrin (Alpkent vd. 2020)	Çeşitli sebzeler(kabak, fasulye patlıcan) (tarla)	Antalya,Türkiye	2020	145-494	Hedef yer mutasyonu ve P450
Hexythiazox (Alpkent vd. 2020)	Çeşitli sebzeler(kabak, fasulye patlıcan)(tarla)	Antalya, Türkiye	2020	-	Hedef yer mutasyonu
Chlorpyrifos (Ay 2005)	Çeşitli sebzeler (Domates,Fasulye) (Sera)	Isparta, Türkiye	2005	-	-
Spiromesifen (Yorulmaz Salman ve Kaplan 2014)	Domates	Isparta, Türkiye	2014	22.82	Esteraz
Abamectin (Yorulmaz Salman ve Kaplan 2014)	Domates	Isparta, Türkiye	2014	25.26	Esteraz ve P450
Etozazole (Adesanya vd. 2018)	Şerbetçiotu	Yakima- Moxee, ABD	2017	25.00	Hedef yer mutasyonu ve P450
Spirodiclofen (Demaeght vd. 2013)	Gül	Van Pottelberge, Belçika	2013	>680	P450
Spiromesifen (Demaeght vd. 2013)	Gül	Ghent, Belçika	2013	19	P450
Abamectin (Çağatay vd. 2018)	Çeşitli sebzeler (Fasulye,hıyar) (tarla)	Antalya, Türkiye	2018	223-404	P450, Esteraz ve GST
Abamectin (Stumpf ve Nauen 2012)	Gül (tarla)	Hollanda	2002	54	P450 ve GST

Farklı gruplarda yer alan aktif maddelere direnç oranları ve direnç mekanizmaları Çizelge 2.1’de özet olarak verilmiştir. Bu bilgilerin yanı sıra çalışmada ele aldığımız *B. bassiana* ile ilgili bazı önemli çalışmalar seçilmiştir ve bunların ayrıntılarına izleyen kısımda değinilecektir.

Fungal bir entomopatojene karşı bir böcek türündeki direnç gelişimi ve direncin mekanizmaları, Dubovskiy vd. (2013) tarafından, Büyük balmumu güvesi

Galleria mellonella (Lepidoptera: Pyralidae)'nın melanik bir popülasyonunda detaylı düzeyde araştırılmıştır. Bu böcek türünün larvaları entomopatojen bir fungus *B. bassiana* ile sürekli seleksiyona maruz bırakıldığında, 25. generasyonunda, *B. bassiana*'ya karşı önemli ölçüde direnç geliştirmiştir fakat başka bir entomopatojenik fungus olan *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Ascomycota)'ya karşı direnç tespit edilmemiştir. Ortaya çıkan bu direncin mekanizmalarının araştırılması için selekte edilen (dirençli) ve selekte edilmeyen (hassas) ırklar üzerinde kapsamlı araştırmalar yapılmıştır. Mevcut çalışma entomopatojenik bir fungusa karşı direnç gelişebileceğini göstermiştir. Fakat bunun böceğin biyolojik özellikleri üzerinde de (üreme ve potansiyeline etki gibi) bir maliyete neden olduğu görülmüştür. *G. melonella* melanik bir formu üzerinde laboratuvar da suni seleksiyon yapılması sonucunda böcek patojeni *B. bassiana*' da direnç artışı kanıtlanmıştır. Bu direnç artışında farklı mekanizmaların bir kombinasyon olarak rol oynadığı ortaya çıkarılmıştır. Bu direnç mekanizmalarının bir kısmı *B. bassiana* için spesifik olanlardır, diğer kısmı ise spesifik olmayan antifungal savunma bileşenleridir. Hem dirençli hemde hassas ırklarında indüklenebilir (teşvik edilebilir) geniş bir bağışıklık sisteminin ve varsayılan stres yönetimi genlerinin rol oynadığı görülmüştür. Dirençli ırkta bu söz konusu bileşenler integümentte yoğunlaştırılmıştır. Bu ön hat savunmaları sadece *B. bassiana* tarafından aktive edilmiş ve patojene spesifik direnç göstermiştir.

Ullaha ve Lim (2017) araştırmalarında *B. bassiana*'nın GHA ırkının avcı akar *P. persimilis*'in hayatta kalma, yaşam süresi, yumurta verimi ve yumurtadan çıkma oranlarına etkisini laboratuvar koşullarında incelemiştir. *B. bassiana*'nın 1×10^8 spor/ml konsantrasyonunda *P. persimilis* yumurtalarına doğrudan yapılan uygulama sonucunda düzeltilmiş ölüm oranı %5'den daha az çıkmıştır, nimf ve erginlerdeki ölüm oranı da uygulamadan 10 gün sonrasında kontrole göre önemli ölçüde farklı bulunmamıştır. Muamele edilen yumurtalardan açılan *P. persimilis* nimflerinin, gelişme süreleri, ergin dişilerin yaşam süreleri, yumurta açılma oranı ve sonraki neslin cinsiyet oranlarında önemli bir değişiklik görülmemiştir. Ancak *B. bassiana* ergin döneme uygulandığında yumurtlama oranında ve yaşam çizelgesi parametreleri üzerinde önemli olumsuz etkiler olduğu bulunmuştur. Yeni ergin olmuş bir *P. persimilis* üzerine 1×10^8 spor/ml dozunda *B. bassiana* uygulandığında, yumurtlama süresinde %44, ergin yaşam süresinde %26 ve yumurtlama oranında %63 oranında azalmaya neden olmuştur. Bu olumsuz etkilerden dolayı, *B. bassiana* ve *P. persimilis* kullanımında zamanlamanın dikkatli bir şekilde ayarlanması gerekmektedir. *P. persimilis*'in kullanıldığı biyolojik akar kontrol sistemlerini destelemek için önce *B. bassiana* uygulaması yapılmalı ve daha sonra *P. persimilis* salımı gerçekleştirilmelidir.

Khoury vd. (2020) çalışmalarında *T. urticae*'nin tüm hayat evrelerine karşı *B. bassiana*'nın iki ırkının konidilerinin ve blastosporlarının etkinliklerini test etmişlerdir. Laboratuvar deneylerinde Lübnan ırkının 10^9 blastospor konsantrasyonu en etkili bulunmuştur. Yumurta, larva ve ergin için ölüm oranları sırasıyla %52, %67.9 ve %95.3'tür. Sera deneylerinde *B. bassiana*'nın sporları ile çilek bitkileri üzerine spreyleme yapıldığında *T. urticae*'de daha yüksek ölüm oranları kaydedilmiştir. Yetiştirme sezonu boyunca *B. bassiana* uygulaması daha etkili bulunmuştur.

Ek olarak bu çalışmada *B. bassiana*'nın enfekte propagüllerine karşı *T. urticae*'de direnç gelişimi ilk kez araştırılmıştır. 40 generasyon boyunca hava konidileri ve blastosporlarla yapılan seleksiyon sonucunda kırmızıörümceklerde tarla popülasyonun LC₅₀ değerlerine göre sırasıyla 28.8 ve 8.4 kat artış tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bu

artış miktarının kimyasal akarisitlerdeki direnç oranına göre daha sınırlı olduğunu bildirmiştir.

2.3.Türkiye’de *Tetranychus urticae*’ye ruhsatlı bitki koruma ürünleri

Tarım ve Orman Bakanlığı’nın bitki koruma ürünleri veritabanında *Tetranychus urticae* için ruhsatlı olan bitki koruma ürünleri Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2. 2. Bitki koruma ürünleri veri tabanında *Tetranychus urticae*’ye ruhsatlı aktif maddeler ve etki mekanizmalarına göre sınıflandırılması

Bitki koruma ürünü aktif maddesi	Sınıfı ve etki mekanizmi (IRAC)
Acequinocyl	Grup 20 Mitokondriyal kompleks III elektron taşıma inhibitörleri (Solunuma etkili)
Bifenazate	
Abamectin	Grup 6 Glutamat kapılı klorür kanalı (GlucI) allosterik modülatörleri (Sinir ve kas sistemine etkili)
Chlorantraniliprole+ Abamectin	Grup 28 Ryanodine reseptör modülatörleri (Sinir ve kassistemine etkili) + Grup 6 Glutamat kapılı klorür kanalı (GlucI) allosterik modülatörler (Sinir ve kas sistemine etkili)
Etoxazole+ Abamectin	Grup 10 Akar büyüme inhibitörleri (Büyüme engelleyici) + Grup 6 Glutamat kapılı klorür kanalı (GlucI) allosterik modülatörler (Sinir ve kas sistemine etkili)
Fenbutatin Oxide	Grup 12 Mitokondriyal atp sentaz inhibitörleri (Solunuma etkili)
Cyflumetofen	Grup 25 Mitokondriyal kompleks II elektron taşıma inhibitörleri (Solunuma etkili)
Spiromesifen	Grup 23Asetil Coa karboksilaz inhibitörleri (Büyüme engelleyici)
Hexythiazox	Grup 10 Akar büyüme inhibitörleri (Büyüme engelleyici)

Çizelge 2.2'nin devam

Lambda-cyhalothrin	Grup 3 Sodyum kanal modölatörleri (Sinir ve kas sistemine etkili)
Spiromesifen+ Abamectin	Grup 23 Asetil coa karboksilaz inhibitörleri, (Büyüme engelleyici)+ Grup 6 Glutamat kapılı klorür kanalı (glucl) allosterik modölatörler (Sinir ve kas sistemine etkili)
Spirodiclofen+ Abamectin	
Tebufenpyrad	Grup 21,Mitokondriyal kompleks 1 elektron taşıma inhibitörleri
Fenazaquin	
Terpenoid blend QRD 460	-
Azadirachtin	Etki şekli bilinmeyen ya da belirsiz bileşikler
Parafinik mineral yağ	Kontakt etkili
<i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ırkı (min.2.3x10⁷)	Etki biçimi bilinmeyen veya belirsiz fungal ajanlar
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Biyolojik mücadele etmeni
Hemiptera: Miridae	
<i>Phytoseiulus persimilis</i>	
Acarina: Phytoseiidae	
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	
Hemiptera: Miridae	
<i>Amblyseius californicus</i>	
Acarina: Phytoseiidae	

Tetranychus urticae için ruhsatlı olan bitki koruma ürünleri içerisinde tez kapsamında detaylı çalışmak üzere ön çalışmalardan sonra 4 tanesi belirlenmiştir. Abamectin ve Abamectin'e-Dirençli popülasyona karşı test edilen aktif maddelere ilişkin bilgiler kısaca aşağıda verilmiştir:

2.3.1. Abamectin

Abamectin bir insektisit-akarisit olmakla birlikte aynı zamanda nematod etkiye de sahiptir. Avermectin sınıfında yer alan Abamectin toprakta yaşayan Actinomycesia sınıfına ait *Streptomyces avermitilis*'in doğal bir fermentasyon ürünüdür.

Fermantasyon sonucunda, %80'ninden fazlası Avermectin B1_a ve %20 kadarı da Avermectin B1_b bileşiminden Abamectin meydana gelmiştir.

Avermectinler, sinir ve kas hücrelerinde bulunan glutamat kapılı klorür kanallarına bağlanır ve hücrelerin sürekli uyarılmasına neden olarak felç ve ölüme neden olurlar. Memeliler için düşük toksisiteye sahiptir, ancak balıklarda toksik etkiler gösterebilir (Anonymous 4).

2.3.2. *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ırkı

Toprak kökenli bir fungus olan *B. bassiana* (Hypocreales: Ascomycota) çok çeşitli böcek türlerinde parazit olarak yaşamaktadır ve beyaz muscardine hastalığına sebep olmaktadır (Anonymous 5). Dünyanın ılıman ve tropikal bölgeleri dahil çoğu yerde geniş yayılım gösterir ve enfekte olmuş böceklerden, havadan ve topraktan izole edilebilmektedir. *B. bassiana*; 5-38°C arasındaki sıcaklıklarda gelişim gösterebilir. Ancak optimum gelişim sıcaklığı 23-28°C'dir. Bu entomopatojen fungusun, hedef dışı canlılara karşı herhangi bir alerjik, toksik ve bulaşıcı etkisinin olmadığı kanıtlanmıştır. Entomopatojen fungusların şimdiye kadar yaklaşık 700 türü tanımlanmış olup, bunlardan *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *Paecilomyces fumosoroseus* (= *Isaria fumosorosea*) (Hypocreales: Ascomycota) ve *Verticillium lecanii* (Hypocreales: Ascomycota) gibi türler, birçok ülkede çeşitli zararlılar ile mücadelede ticari olarak üretilerek kullanılmaktadır (Rath 2000; Sevim vd 2015).

Beauveria bassiana ATCC 74040 ırkı, iki-noktalı kırmızıörümcek, beyaz sinekler, kiraz sineği ve Batı çiçek thrips'i gibi çok çeşitli zararlılara ruhsatlı entomopatojenik bir ticari formülasyondur. Etki şekli nedeniyle çeşitli böcek ve akar kontrolü için hem organik hem de entegre tarım sistemlerinde kullanılmaktadır. Herhangi bir maksimum kalıntı limiti (MRL) ve hasat öncesi aralık (PHI) gereksinimleri yoktur ve bu nedenle pestisitlerin insan sağlığı ve çevre üzerindeki risklerini ve etkilerini azaltmayı amaçlamaktadır. Etki şekli ise şöyledir: Entomopatojen fungusun sporları öncelikle akar ya da böceğin kutikülasına tutunur, sporlar burada çimlenir ve daha sonra kutiküladan vücut boşluğuna doğru penetre olur ve vücut boşluğunda çoğalarak miseller oluşturur ve sonunda konukçunun ölümüne yol açar.

2.3.3. Terpenoid Blend QRD 460

Isman vd. (2019) tarafından yapılan son literatür incelemelerine göre bitkisel ve eterik yağların insektisidal etkisi 2000'li yıllardan itibaren yoğun çalışılan bir alan olmuştur. Çok sayıda araştırma yapılmasına rağmen eterik yağ bazlı insektisitlerin ticari alana taşınması geride kalmıştır. Bu ürünler, Amerika'da 10 yıldan daha fazla süredir, Avrupa birliğinde ise son 4-5 yıldır kullanılmaktadır. Eterik yağlar ve onların mono ve sesquiterpenoid bileşenleri böceklerde hızlı bir nörotoksik etki göstermektedir. Bu bileşikler bundan başka beslenme ve yumurtlamayı engelleyici etkileri içeren zararlı böceklerde potansiyel olarak önemli sublethal davranışsal etkilere sahiptir. Eterik yağların terpenoidleri arasında sinerjizm yaygın bir konu olarak görülmektedir.

Requiem Bayer cropscience tarafından geliştirilen bir biyoinsektisittir. Bu ürün *Chenopodium ambrosioides* bitkisinden elde edilir. Bu bitkiden elde edilen eterik yağ

içerisinde üç Terpenoid bileşen (Alpha-Terpinene, D-limonen, Para-Cymene) bulunmaktadır. Bu bileşenler sentez yoluyla üretilmektedir.

Bu yüzden EPA bu pestisit bu aktif içeriğinin etiketini: “Chenopodium ekstraktının terpen bileşiklerinin sentetik olarak üretildiği” şeklinde onaylamıştır. Eterik yağ bazlı biyoinsektisit olmasından ziyade bu ürün bir eterik yağdan esinlenen biyoinsektisittir. Örneğin doğal olarak olan bir eterik yağın sentetik olarak bir taklidinin yapılması gibi. Bu ürün 2016 yılında da Avrupa birliğinde de onaylanmıştır. Etki biçimi: Böceklerin dış kutikulasını tahrip ederek solunumlarını bloke eder. Gaz formunda ve doğrudan temas yoluyla etkili olur. Ülkemizde, domates, hıyar, patlıcan gibi ürünlere ruhsatlıdır. Memeli ve hedef olmayan organizmalara karşı azaltılmış toksisitesi nedeniyle düşük riskli bir insektisit olarak kabul edilir. Ürün, Akarlar (*Tetranychus urticae*, *Polyphagotarsonemus latus*) ve beyaz sinekler (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*), dahil olmak üzere zararlı böcekleri kontrol etmektedir.

2.3.4. Spiromesifen+Abamectin

Farklı etki mekanizmaları sayesinde iki-noktalı kırmızıörümceklerin bütün yaşam dönemine etkili bulunmuştur. Spiromesifen kontak etkilidir. Abamectin ise hem kontak hem de mide yoluyla etki eder. Spiromesifen sistemik olarak taşınmazken, Abamectin translaminar olarak yaprağın alt yüzeyine ulaşabilir. Türkiye’de elma ve pamukta Avrupa kırmızı örümceği ve iki-noktalı kırmızıörümcek’e ruhsatlıdır (Anonim 2).

2.3.5. Chlorantraniliprole+Abamectin

Abamectin ve Chlorantraniliprole iki farklı etki mekanizmasına sahip aktif maddelerin birleşiminden oluşur. Chlorantraniliprole, bir ryanodine reseptör modülatörü olup bu hareketi ile düz ve çizgili kasların dahili depolarındaki kalsiyumun salınımını uyarır bu da kas zayıflığına neden olur. Chlorantraniliprole, anthranilamide grubu insektisittir. Türkiye’de biber, bağ, domates ve elma gibi ürünlere ruhsatlıdır (Anonim 2).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada test edilen bitki koruma ürünlerinin seçimi

Tez kapsamında yapılacak araştırmalarla farklı özelliklere sahip, farklı kimyasal sınıflarda yer alan bazı bitki koruma ürünlerinin Abamectin'e-Dirençli *Tetranychus urticae* popülasyon'a karşı ne düzeyde etki potansiyeline sahip olduğu ortaya çıkarılmak istenmiştir. Entomopatojen sınıftan bir tane, bitkisel kökenli biyoinsektisitlerden bir tane ve iki aktif madde içeren bitki koruma ürünlerini temsilen iki farklı ilacın tez kapsamında ele alınması hedeflenmiştir. Bu amaçla Tarım ve Orman Bakanlığı'nın bitki koruma ürünü veri tabanındaki tavsiyeli ürünler dikkate alınarak tez kapsamında hangi aktif maddelerin detaylı olarak çalışılacağını belirlemek üzere ön testler yapılmıştır. Ön testlerde probit analizi için yeterli düzeyde etki gösterebilen (örneğin, tavsiye dozunda %50'den daha fazla ölüme yol açan) bitki koruma ürünleri belirlenmiştir. Tez kapsamında detaylı olarak ele alınacak bitki koruma ürünleri ve bunlara ilişkin bilgiler Çizelge 3.1. de vermiştir.

Çizelge 3. 1. Tez kapsamında kullanılan bitki koruma ürünleri ve bunlara ilişkin detay bilgiler

Aktif maddeler	Ticari ismi ,firması, tavsiye dozu ve Türkiye'de ilk ruhsat tarihi	Aktif maddenin sınıf no ve etki mekanizmi (IRAC 2022)
18 g/l Abamectin	AGRIMEC EC SYNGENTA TARIM SANAYİ VE TİC. A.Ş. (25 ml /da), 11.03.1991.	Grup 6, Glutamat kapılı klorür kanalı (GluCl) allosterik modülatörler, (sinir ve kas sistemine etkili)
%7.16 <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 Irkı (min.2.3x10 ⁷ cfu/ml)	DOPTERIL SC BOYUT DIŞ TİCARET İNŞAAT VE MADENCİLİK SAN. A.Ş. (125 ml/100 L su), 19.08.2009	Biyolojik aktivitesinden sorumlu hedef protein bilinmeyen veya karakterize edilmeyen (Entomopatojen kökenli biyoinsektisit)
152.3 g/l Terpenoid blend QRD 460 (α-terpinen, p-cymene ve d-limonen)	REQUIEM EC, BAYER TÜRK KİMYA SAN. LTD. ŞTİ. (500 ml/ 100 l su), 03.04.2019	Biyolojik aktivitesinden sorumlu hedef protein bilinmeyen veya karakterize edilmeyen (Bitkisel kökenli biyoinsektisit)
228.6 g/l Spiromesifen + 11.4 g/l Abamectin	INTERRUPT SC, BAYER TÜRK KİMYA SAN. LTD. ŞTİ. (35 ml/da), 23.01.2014.	Grup 23, Asetil CoA Karboksilaz inhibitörleri ,yağ sentezi ve büyüme düzenleyici. Grup 6, Glutamat kapılı klorür kanalı (GluCl) allosterik modülatörü sinir ve kas sistemine etkili.
45 g/l Chlorantraniliprole + 18 g/l Abamectin	VOLIAM TARGO SC SYNGENTA TARIM SANAYİ VE TİC. A.Ş. (70 ml/100 l su), 14.10.2009.	Grup 28, Ryanodine reseptör modülatörleri, sinir ve kas sistemine etkili. Grup 6, Glutamat kapılı klorür kanalı (GluCl) allosterik modülatörü, sinir ve kas sistemine etkili.

3.1.2. Popülasyonların üretiminde ve akarisit testlerinde kullanılan bitkiler

Hem *Tetranychus urticae* popülasyonlarının çoğaltılmasında hem de laboratuvar akarisit testlerinde börülce bitkisi (*Vigna sinensis* L.) kullanılmıştır.

Bu amaçla içerisinde torf ve perlit karışımı bulunan plastik kaplara börülce tohumu ekilmiştir(Şekil 3.1). Bu aşamadan sonra ortama gerektiğinde su verilmek suretiyle $23\pm1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, 16:8 h (aydınlık: karanlık) gün uzunluğundaki iklim odasında yaklaşık iki hafta süresince börülce bitkilerinin büyümesi beklenmiştir.



Şekil 3. 1. İklimlendirme odasında bulunan börülce bitkileri

3.1.3. Çalışmada kullanılan *Tetranychus urticae* popülasyonları ve özellikleri

3.1.3.1. Laboratuvar *Tetranychus urticae* popülasyonu

Antalya’da seralardan elde edilen *Tetranychus urticae* popülasyonu bölümümüz iklim odasında $23\pm1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, 16:8 h (aydınlık: karanlık) gün uzunluğunda uzunca bir süredir (7 yıldan daha fazla) herhangi bir ilaç uygulanmaksızın muhafaza edilmektedir (Şekil 3.2a).

3.1.3.2. Abamectin’e-Dirençli *Tetranychus urticae* popülasyonu

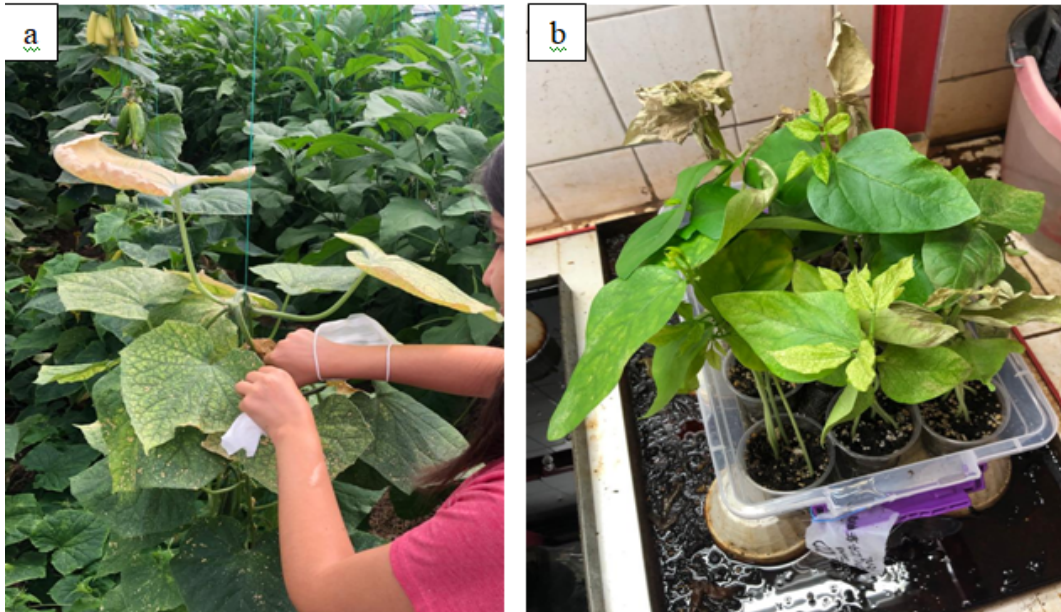
Abamectin’e dirençli bir *Tetranychus urticae* popülasyonu dizayn etmek için Laboratuvar popülasyonu üzerinde Abamectin’le seleksiyon gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar popülasyonu toplam 8 aylık bir sürede 7 defa seleksiyona maruz bırakılmıştır. Seleksiyon maruz bırakılan popülasyonun (Abamectin’e-Dirençli), Laboratuvar popülasyonuna göre 11 kat direnç gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3.2b).

3.1.3.3. Kumluca 2020 *Tetranychus urticae* popülasyonu

Antalya’nın Kumluca ilçesinde yoğun ilaç kullanılan bir seradan 2020 yılında elde edilen (Abamectin’e yüksek dirençli) *Tetranychus urticae* popülasyonudur (Şekil 3. 3).



Şekil 3. 2. *Tetranychus urticae* popülasyonları a) Laboratuvar b) Abamectin'e-Dirençli



Şekil 3. 3. a) *Tetranychus urticae* Kumluca 2020 popülasyonunun seradan toplanması b) İklim odasında çoğaltılması

3.1.4. Diğer materyaller

Börülce (*Vigna sinensis* L.) tohumu, torf, perlit, plastik bardak, hassas terazi, cam pipet, puarlar, cam beher, petri, yumuşak pens, streç film, böcek iğnesi, pamuk, Triton X-100, agar, yumuşak uçlu fırça, küvet, sıvı vazelin, kurutma kağıdı ve stereo mikroskop.



Şekil 3. 4. Testlerde kullanılan bazı materyaller, Stereo mikroskop, cam puar, mezür, yumuşak pens ve fırça

3.2. Metot

3.2.1. *Tetranychus urticae* popülasyonları üretimi

Popülasyonların muhafazası ve çoğaltılması için plastik kaplar içerisinde yetiştirilen börülce bitkileri kullanılmıştır. Popülasyonların üretimi ve devamlılığının sağlanması amacıyla temiz bitki yetiştirme odasında bulunan 2-3 haftalık börülce bitkileri gerektiği zaman *T. urticae* kültürleri içerisine bulaşık yapraklara temas edecek şekilde verilmiştir. Popülasyonlar, iklim odasında ve içerisinde sıvı vazelin bulunan tepsiler üzerindeki küvetlerde ayrı ayrı muhafaza edilmiştir. Popülasyonlar ve teste tabi tutulan akarlar $23\pm1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, $\%65\pm5$ nem, 16:8 h (aydınlık: karanlık), gün uzunluğundaki iklim odasında muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Çalışma kapsamında uygulanan test yöntemleri

Bu kısımda uygulanan testlerle halen tavsiye listelerinde yer alan farklı özelliklere sahip farklı kimyasal sınıflardan dört farklı bitki koruma ürünü: *Beauveria bassiana* ırk ATCC 74040, Terponoid Blend QRD 460, Spiromesifen+Abamectin, Chlorantraniliprole+Abamectin'in *T. urticae*'nin Laboratuvar popülasyonu ve Abamectin'e-Dirençli popülasyonu üzerinde ne düzeyde etki potansiyeline sahip olduğunun ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Ayrıca entomopatojen özellikteki *B. bassiana* ATCC 74040 ırkı ile Abamectin'e dirençli popülasyon üzerinde seleksiyon yapılarak direnç geliştirme potansiyeli araştırılmıştır. Bu amaçlara ulaşmak için kullanılan test yöntemleri aşağıdaki alt başlıklarda ayrıntılı olarak verilmiştir:

3.2.2.1. *Tetranychus urticae* popülasyonu üzerinde Abamectin ile seleksiyon çalışması

Abamectin'e daha yüksek dirençli popülasyon elde etmek için Laboratuvar popülasyonu üzerinde Abamectin'le seleksiyon gerçekleştirilmiştir. Seleksiyon işlemi kısaca şöyledir: Yaprakları üzerinde yaklaşık olarak on binden daha fazla *T. urticae* bulunan börülce bitkileri belirli konsantrasyonlara 5 saniye süresince daldırılmıştır ve iklim odasında uygun koşullarda muhafaza edilerek bir sonraki seleksiyon için çoğalmaya bırakılmıştır (Şekil 3.5). Laboratuvar popülasyonu toplam 8 aylık bir sürede 7 defa Abamectin'in aşağıda verilen dozlarıyla seleksiyona maruz bırakılmıştır. Seleksiyona tabi tutulan popülasyonun canlılık oranı dikkate alınarak seleksiyon döngüsünde giderek artan doz serileri kullanılmıştır. Seleksiyon işleminde başlangıçtan sona doğru: Tavsiye dozunun 1/5'i (0.90 mg (ak.md) /L, 1 defa), 2/5'i (1.80 mg (ak.md) /L, 3 defa), 1/2'si (2.25 mg (ak.md) /L, 2 defa) ve 3/5'i (2.70 mg (ak.md) /L, 1 defa) kullanılmıştır.



Şekil 3. 5. Abamectin'le seleksiyon uygulaması

3.2.2.2. Abamectin'e-Dirençli *Tetranychus urticae* popülasyonu üzerinde *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ırkı ile seleksiyon çalışması

Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonu, *B. bassiana* ATCC74040 ırkı ile seleksiyona tabi tutulmuştur. *B. bassiana* ATCC 74040 ırkı ile yapılan seleksiyon çalışmasında kullanılacak dozlar için ön çalışmalar yapılmıştır. Ön çalışmalarda seleksiyondan sonra popülasyonun çoğalmasına izin veren doz serileri tespit edilmiştir ve bunlar seleksiyon için kullanılmıştır. Seleksiyon işlemi kısaca şöyledir:Yaprakları üzerinde yaklaşık olarak on binden daha fazla *T. urticae* bulunan börülce bitkileri belirli konsantrasyona 5 saniye süresince daldırılmıştır (Şekil 3.6)ve çoğalmaya bırakılmıştır. Seleksiyon için uygulama yapılan bu popülasyonda hem nem dengesini uygun oranda muhafaza etmek hem de etrafa bulaşmasını engellemek için üzeri streçle kapatılmış ve hava alması için üzerinde delikler açılmıştır. Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonu toplam 4 aylık bir sürede 3 defa seleksiyona maruz bırakılmıştır. Seleksiyon döngüsünde seleksiyona tabi tutulan popülasyonun canlılık oranı dikkate alınarak tavsiye dozunun 1/5 katı (2.7×10^7 spor/ ml) kullanılmıştır.



Şekil 3. 6. a) *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ile seleksiyonda kullanılan dozun hazırlanması **b)** *Tetranychus urticae* ile bulaşık börülce bitkilerinin tavsiye dozunun 1/5 katındaki *Beauveria bassiana* dozuna 5 saniye daldırılması



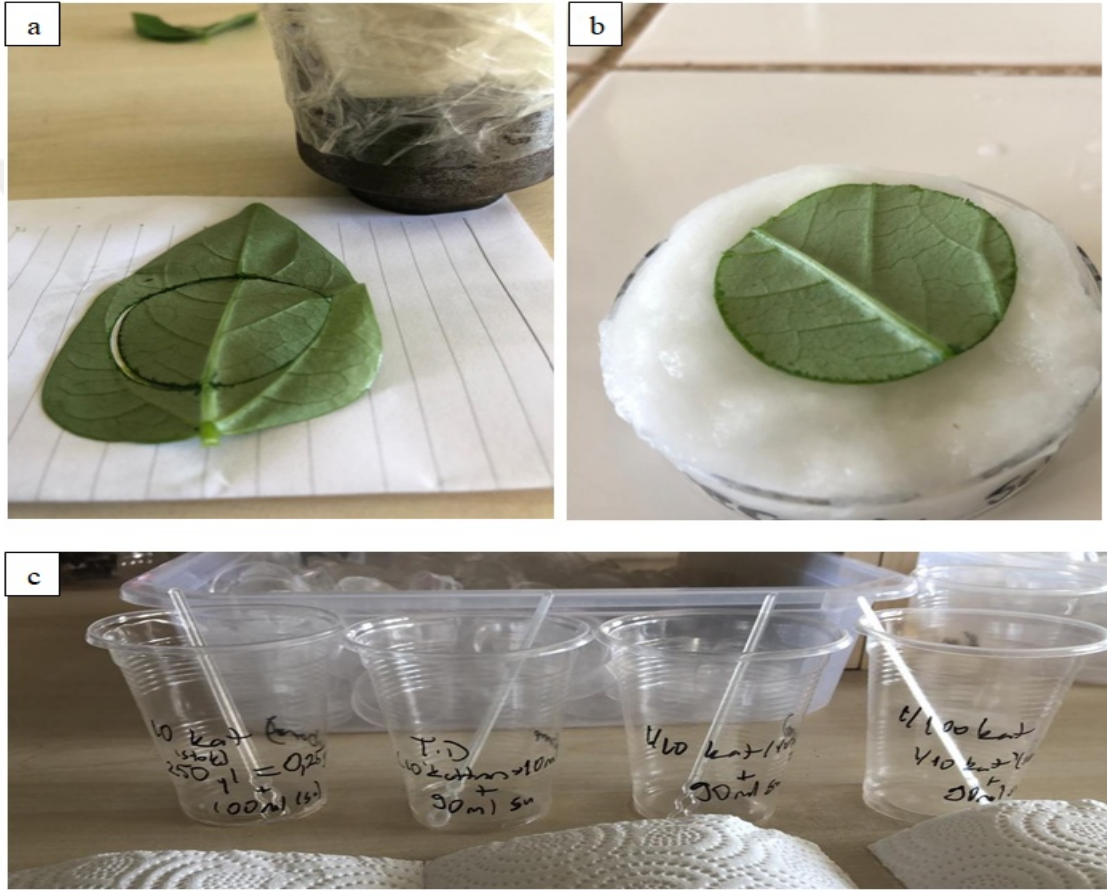
Şekil 3. 7. *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ile seleksiyon yapılan popülasyonun iklim odasında muhafazası

3.2.3. Popülasyonların LC değerlerini ve direnç düzeylerini belirlemek için kullanılan akarisit testleri

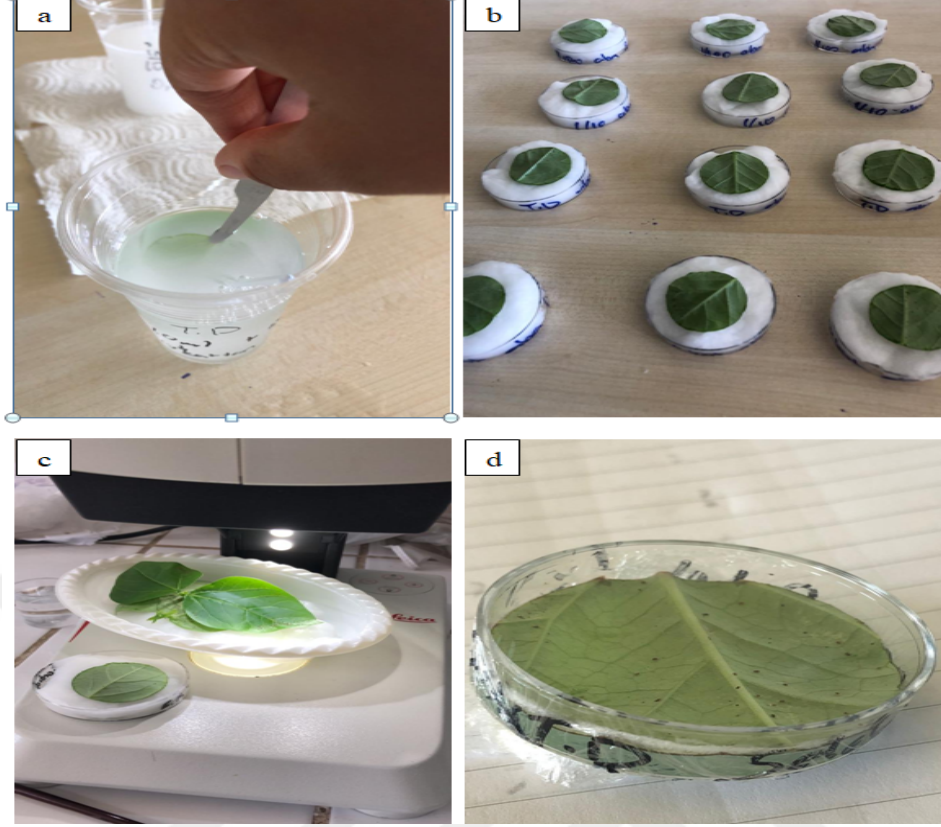
3.2.3.1. Abamectin için laboratuvar testi

Bu çalışma kapsamında ilk olarak, *T. urticae*'nin Laboratuvar ve Abamectin'e dirençli popülasyonlarında Abamectin için LC değerleri belirlenmiştir. LC tespiti için IRAC tarafından önerilen (004 nolu Test Metodu) yaprak daldırma yöntemi kullanılmıştır. Test yöntemine ilişkin detaylar şöyledir: Popülasyonlarda %0 ile %100 arasında ölüme yol açan en az 4 farklı doz serisi Triton x-100 (100µ/L) içeren saf su içerisinde hazırlanmıştır. Kullanılan dozlar, 0.045, 0.45, 4.5, 45 mg(ak.md) /L'dir. Kontrol uygulamalarında ise sadece Triton x-100 içeren saf su kullanılmıştır. İklim odasında yetiştirilen börülce bitkilerinin yapraklarından test hücresi oluşturmak için 3 cm çapında diskler elde edilmiştir. Yaprak diskleri, hazırlanan ilaç konsantrasyonlarına 5 saniye boyunca daldırıldıktan sonra içerisinde ıslatılmış pamuk bulunan petrilere yerleştirilmiştir. Yaprak disklerinin alt yüzü üste gelecek şekilde kurumaya bırakılmıştır. İklim odasında çoğaltılan popülasyonlardan alınan *T. urticae* ile bulaşık börülce yaprakları laboratuvara bir kap içerisinde getirilmiştir. Bunların içerisinde hareketli olan ergin dişi *T. urticae*'ler stereo mikroskop altında yaprak diskleri üzerine bir fırça yardımıyla bırakılmıştır(Şekil 3.9). Üzerindeki kırmızıörümceklerin kaçışını engellemek için yaprak diskleri zemininde su agarı bulunan bir petriye yerleştirilmiştir ve üzeri streç filmle kaplanmıştır. Test ortamında yoğunlaşmayı engellemek ve kırmızıörümceklerin hava alması için streç film böcek iğnesiyle delinmiştir. Burada test hücresi oluşturmak için kullanılan agar kısaca şöyle hazırlanmıştır:

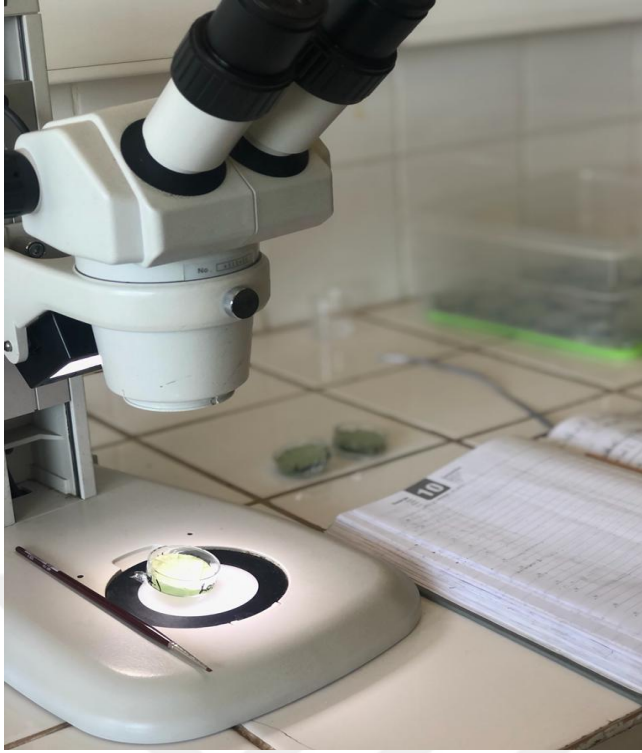
Bir cam beher içinde 1.5 g agar (Merck, Agar-agar ultrapure), 100 ml saf su ile karıştırılmıştır ve mikrodalgada kaynatılmıştır. Petri zeminine dökülmeden önce agarın ılık duruma gelmesi için belirli süre beklenmiştir. Ilık duruma geldiğinde agar petrilerin tabanına dökülmüştür ve yaprak diskleri agar üzerine itina ile yerleştirilmiştir. Bir yaprak diski bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. Her doz için en az üç tekerrür kullanılmıştır. Her tekerrürde yaklaşık 30 ergin dişi *T. urticae* kullanılmıştır. Teste tabi tutulan ergin dişi kırmızıörümcekler iklim odasında muhafaza edilmiştir. Canlı-ölü sayıları ise 3 gün sonra mikroskop altında yapılmıştır. Bir fırça ile dokunulduğunda hareket edebilenler canlı olarak kabul edilmiştir.



Şekil 3. 8. a) Börülce yapraklarından diskler elde edilmesi; **b)** Yaprak disklerin pamuk üzerine yerleştirilmesi; **c)** Testte kullanılan doz serileri



Şekil 3. 9. a) Yaprak disklerin 5 saniye boyunca daldırılması; **b)** Daldırma işlemi sonrası kurutulması; **c)** Ergin dişi bireylerin yaprak diskine aktarılması; **d)** Üzerinde ergin dişi bulunan yaprak disklerinin agar dökülen petriler içerisine yerleştirilmesi.

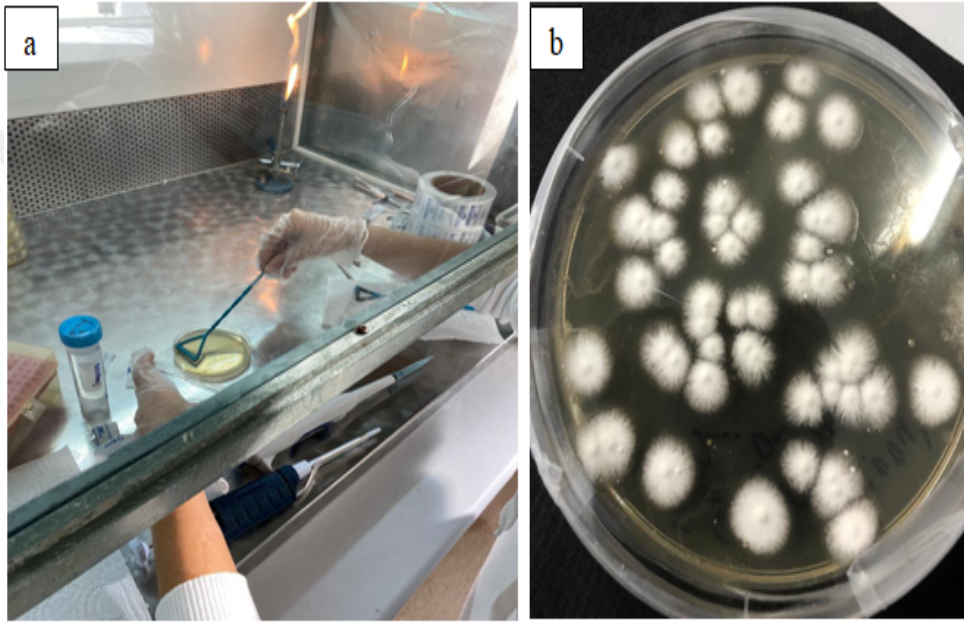


Şekil 3. 10. Test edilen kırmızıörümcekler de canlı-ölü sayımı

3.2.3.2. *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ırkı için laboratuvar testi

Sentetik kimyasal ilaçların içeriğindeki aktif maddelerden farklı olarak entomopatojen bir fungus olan bu ürünün aktif içeriği, içerisindeki çimlenebilen spor sayısına karşılık gelmektedir. Bu durum dikkate alınarak Bölümümüz Fitopatoloji Anabilim Dalından Öğretim Üyesi Doç. Dr. Özer ÇALIŞ kontrolünde *B. bassiana* ATCC 74040 ırkı PDA agar ortamına ekilerek belirli dozdaki çimlenebilen spor sayısı tespit edilmiştir (Şekil 3.11). Buna göre *T. urticae* için önerilen etiket dozundaki (125ml/100lt su) canlı spor sayısı ml’de 1.34×10^8 adet olarak belirlenmiştir. Bu preparatla LC değerlerini belirlemek için popülasyonlarda %0 ile %100 ölüme yol açan 6 farklı doz serisi hazırlanmıştır. Popülasyonlarda LC tespiti için kullanılan doz serileri: 1.34×10^6 , 1.34×10^7 , 2.68×10^7 , 1.34×10^8 , 6.7×10^8 , 1.34×10^9 spor/ml’dir. Söz konusu dozlar sırasıyla tavsiye dozunun 1/100 katı, 1/10 katı, 1/5 katı, Tavsiye dozu, 5 katı, 10 katı’dır. Entomopatojen fungus olan *B. bassiana* ATCC 74040 ırkının kullanıma hazır ticari ambalajından homojen olacak şekilde bir doz serisi hazırlamak için 50 ml hacimli kapaklı plastik tüpler kullanılmıştır. Preparatın içeriğini güvenilir düzeyde temsil etmesi için ilk olarak 50ml’lik bir hacim için etiket dozunun 200 katı (12.5 ml Dopteril+37.5ml saf su) stok olarak hazırlanmıştır. Diğer doz serileri ise bu stoktan saf su ile seyreltilerek ayarlanmıştır. Doz serileri seyreltilirken her defasında homojen olması için 3 dakika çalkalanmıştır. Bu aşamadan sonra laboratuvarında kullandığımız testin, sahadaki optimum kaplama ilaçlama yapılan bir durumu yansıtmaması gerektiği düşünülerek “akar-daldırma” yöntemi uygulanmıştır.

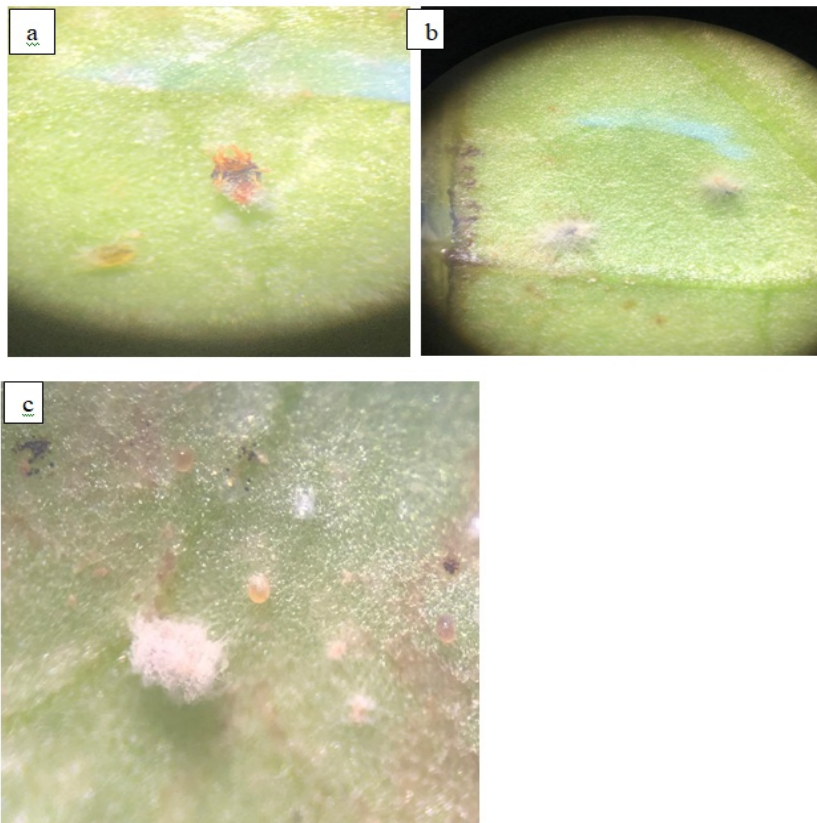
Kısaca “akar-daldırma” testi şöyledir: Temiz börülce bitkilerinden 3 cm çapında elde edilen yaprak diskleri petri içerisindeki ıslatılmış pamuk üzerine yerleştirilmiştir. Test edilecek ergin dişi *T. urticae*’ler bir fırça yardımıyla yaprak diskleri üzerine aktarılmıştır. Üzerinde kırmızı örümcek bulunan yaprak diskleri yumuşak bir pens yardımıyla daha önce hazırlanmış olan ilaç konsantrasyonlarına 5 saniye daldırılmıştır. Kuruduktan sonra bir önceki kısımda (3.2.3.1’de) detayları verilen agarlı bir petri içerisine yerleştirilerek sayım zamanına kadar iklim odasında muhafaza edilmiştir. Uygulama yapıldıktan 5 gün sonra canlı-ölü sayıları belirlenmiştir (bu aşamada ölü akarlar *B. bassiana*’ya ait tipik beyaz misel yapıları, mikozis görülmeye başlanmıştır). Dokunulduğunda hareketsiz olan akarlar ölü kabul edilmiştir. Tekerrür sayıları ve her tekrerdeki kullanılan akar sayıları bir önceki kısımda açıklandığı gibidir.



Şekil 3. 11. a) PDA ortamına *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ırkının ekimi; b) Agar üzerinde gelişmiş tipik *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ırkı



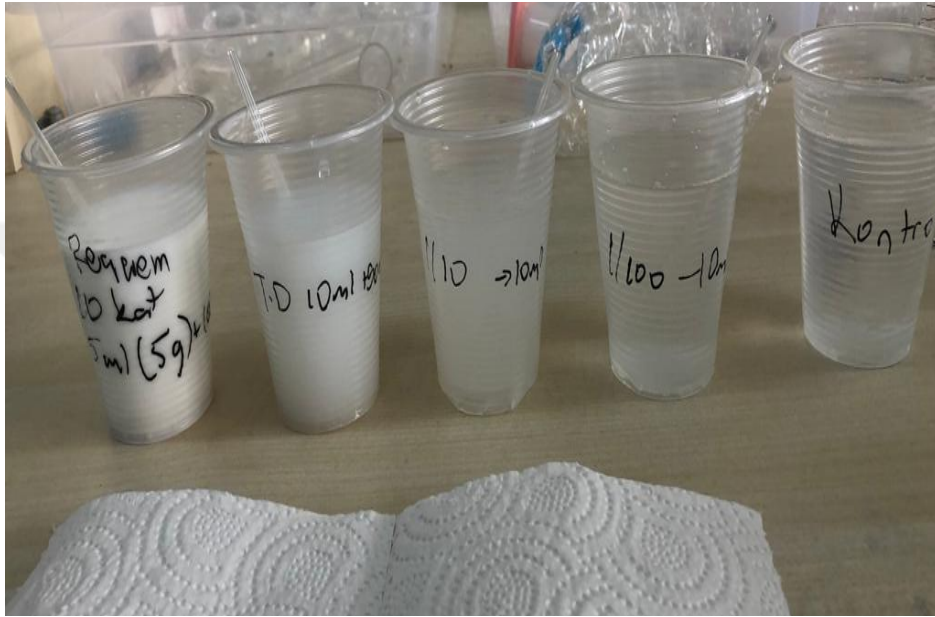
Şekil 3. 12. *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ırkı ile testlerde kullanılan doz serileri



Şekil 3. 13. *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ile enfekte olmuş *Tetranychus urticae* a); b) ergin dişileri c) yumurtası

3.2.3.3. Terponoid Blend QRD 460 için laboratuvar testi

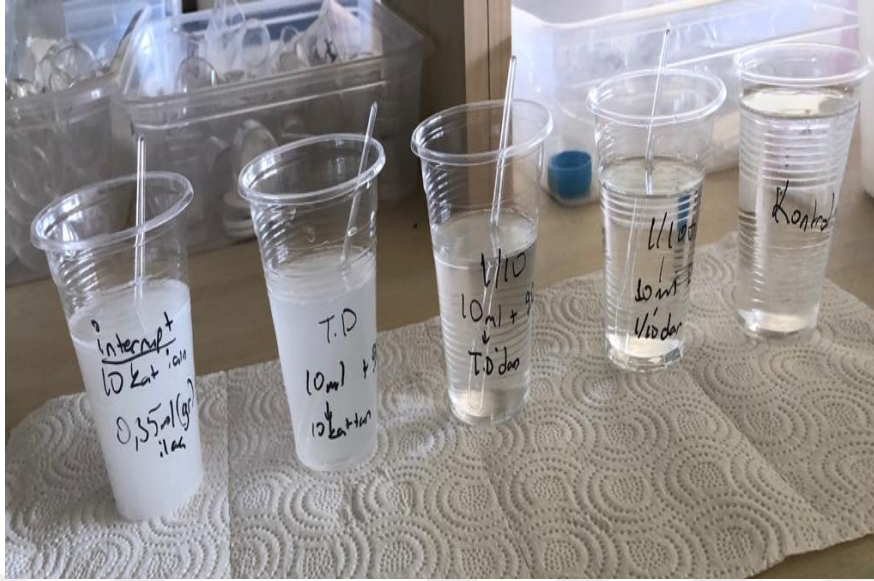
Terponoid Blend QRD 460 için popülasyonların LC değerlerinin belirlenmesinde de bir önceki kısımda (3.2.3.2) detayları verilen akar daldırma yöntemi kullanılmıştır. Fakat burada LC tespiti için kullanılan doz serileri farklıdır. Popülasyonlarda Terponoid Blend QRD 460 ile LC tespiti için kullanılan doz serileri şöyledir: 7.6, 76, 760, 7600 mg(ak.md) /L'dir. Diğer bütün işlemler kısım 3.2.3.2'de açıklandığı gibi yapılmıştır.



Şekil 3. 14. Terpenoid Blend QRD 460 için doz serileri

3.2.3.4. Spiromesifen+Abamectin için laboratuvar testi

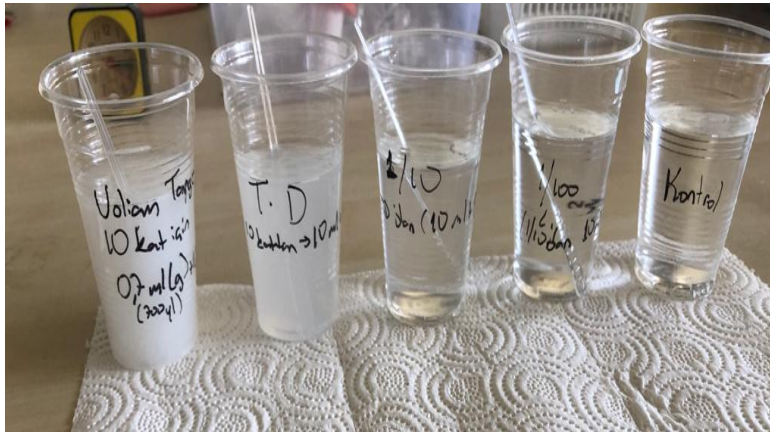
Kısım 3.2.3.2'de detayları verilen akar daldırma yöntemi Spiromesifen+Abamectin'in LC değerlerini belirlemek için de genelde aynı şekilde kullanılmıştır. Sadece kullanılan doz serileri ve sayım için bekleme süresi farklıdır. Popülasyonlarda Spiromesifen+Abamectin ile LC tespiti için kullanılan doz serileri şöyledir: 0.839, 8.39, 83.9, 839 mg(ak.md) /L'dir. Canlı-ölü sayımı uygulamadan 3 gün sonra yapılmıştır.



Şekil 3. 15. Spiromesifen+Abamectin için doz serileri

3.2.3.5. Chlorantraniliprole+Abamectin için laboratuvar testi

Ayrıntıları kısım 3.2.3.2’de verilen akar-daldırma yöntemi, Chlorantraniliprole+Abamectin’le popülasyonların LC değerlerinin tespitinde de uygulanmıştır. Bununla birlikte bu kısımda kullanılan doz serileri ve canlı-ölü sayımı için bekleme süresinde doğal olarak farklılıklar bulunmaktadır. Popülasyonlarda Chlorantraniliprole+Abamectin ile LC tespiti için kullanılan doz serileri şöyledir: 0.4, 4, 40, 400 mg(ak.md) /L’dir. Canlı-ölü sayımı uygulamadan 3 gün sonra yapılmıştır.



Şekil 3. 16. Chlorantraniliprole+Abamectin için doz serileri

3.2.4.Sonuçların istatistiksel analizi

Laboratuvar akarisit testlerinde elde edilen canlı-ölü *Tetranychus urticae* ergin dişi sayıları probit analiz programına (Probit analizi için LeOra Software, PoloPlus 2002-2015 Version 2.0 paket) girilmiştir. Popülasyonların LC verileri ve ilişkili parametrelerine ulaşılmıştır. Popülasyonların direnç oranları (düzeyleri) ise arazi ya da seleksiyona tabi tutulan popülasyonların LC₅₀ değerlerinin Laboratuvar ya da seleksiyona tabi tutulmayan popülasyonun LC₅₀verilerine bölünmesiyle elde edilmiştir. Direnç oranlarındaki farklılığın önemli sayılması için LC değerlerinin %95'lik güven aralıklarının çakışmaması gerektiği dikkate alınmıştır. Tavsiye dozlarında verilen % ölüm oranlarının hesaplanmasında Abbott formülü kullanılmıştır (Abbott 1925).

4. BULGULAR

Kumluca (Antalya)'dan 2020 yılında yoğun ilaç kullanılan bir seradan elde edilen *Tetranychus urticae* popülasyonunda ve aynı türün Laboratuvar popülasyonunda Abamectin için tespit edilen LC değerleri ve direnç oranları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Abamectin'le seleksiyona tabi tutularak Abamectin'e önemli düzeyde dirençli duruma getirilen *T. urticae* popülasyonunda ve (seleksiyona tabi tutulmayan) Laboratuvar popülasyonunda tespit edilen LC değerleri ve direnç oranlarına Çizelge 4.2'de yer verilmiştir. Laboratuvar popülasyonu ve Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonuna karşı *B. bassiana* ATCC 74040 ırkı ile elde edilen LC değerleri ve direnç oranları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Entomopatojen *B. bassiana* ATCC 74040 ırkı ile Abamectin'e-dirençli ırk üzerinde yapılan seleksiyon çalışmasında selekte ve selekte edilmeyen popülasyonlarda tespit edilen LC değerleri ve direnç oranları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Terponoid Blend QRD 460, Spiromesifen+Abamectin ve Chlorantraniliprole+Abamectin için popülasyonların LC değerleri ve direnç oranları ise sırasıyla Çizelge 4.8, Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.12'de verilmiştir.

4.1. Abamectin'le seleksiyona maruz bırakılan popülasyonda LC değerleri ve direnç durumu

Bu çalışma kapsamında yedi yıldan daha uzun süredir ilaçsız koşullarda devam ettirilen (Laboratuvar popülasyonu) *T. urticae* popülasyonu üzerinde seleksiyon yapılarak büyük ölçüde Abamectin'e dayanıklı genotiplerden oluşan bir popülasyon dizayn edilmeye çalışılmıştır. Elimizde bulunan Laboratuvar popülasyonun Abamectin'e karşı ne düzeyde duyarlı olduğu Kumluca-Antalya'dan 2020 yılında yoğun ilaç kullanılan bir seradan elde edilen *T. urticae* popülasyonu ile kıyaslanarak ortaya çıkarılmıştır (Çizelge 4.1.). Kumluca 2020 popülasyonunda elde edilen LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri sırasıyla 12.80 ve 4981.74'tür. Laboratuvar popülasyonunda elde edilen LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri 0.60 ve 91.00'dır. LC₅₀ değerleri baz alındığında Kumluca 2020 popülasyonu Laboratuvar popülasyonuna göre Abamectin'e 21 kat kadar dayanıklıdır. Bu bulgulara göre elimizdeki Laboratuvar popülasyonu bir sera popülasyonuna göre Abamectin'e karşı nispeten duyarlıdır (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4. 1. Abamectin ile Laboratuvar popülasyonu için belirlenen LC değerleri ve direnç oranı

Aktif madde	Popülasyon	n ^a	χ ²	Eğim± sem	LC ₅₀ mg(ak.md)/L (%95'lik güven sınırı)	Direnç oranı	LC ₉₀ mg(ak.md)/L (%95'lik güven sınırı)	Tavsiye dozu Litrede mg aktif madde
Abamectin	Laboratuvar	340	9.13	0.589± 0.078	0.60 0.288-1.152	-	91.00 31.51-491.23	4.5
	Kumluca 2020	375	2.63	0.495± 0.073	12.80 6.00-37.49	21.33	4981.74 796.44-125734.68	

n: testte kullanılan akar sayısı

Direnç oranı: Sera popülasyonunun LC₅₀ değeri/ Laboratuvar popülasyonunun LC₅₀ değeri

Yaklaşık yedi yıldan daha fazla süre herhangi bir ilaçla karşılaşmamış olan Laboratuvar popülasyonunda Abamectin için LC_{50} değeri 0.60 mg (ak.md) /L, Abamectin'e-Dirençli popülasyonda ise LC_{50} değeri 6.63 mg(ak.md) /L olarak bulunmuştur. LC_{90} değerleri ise Laboratuvar popülasyonunda 91.00 mg(ak.md) /L, Abamectin'e-Dirençli popülasyonda 713.18 mg(ak.md) /L'dir. Bu çalışma sonucunda Abamectin'e-Dirençli popülasyon Laboratuvar popülasyonuna göre 11.05 kat dirençli bulunmuştur ve bu fark popülasyonların LC_{50} değerlerinin güven aralıkları çakışmadığı için önemlidir (Çizelge 4.2.)

Çizelge 4. 2. Abamectin ile Laboratuvar popülasyonu ve Abamectin'e-Dirençli popülasyon için belirlenen LC değerleri ve direnç oranı

Aktif madde	Popülasyon	n ^a	χ^2	Eğim± sem	LC_{50} mg(ak.md)/L (%95'lik güven sınırı)	Direnç oranı	LC_{90} mg(ak.md) /L (%95'lik güven sınırı)	Tavsiye dozu Litrede mg aktif madde
Abamectin	Laboratuvar	340	9.13	0.589±0.078	0.60 0.288-1.152	-	91.00 31.51-491.23	4.5
	Abamectin'e-Dirençli	364	10.80	0.631±0.085	6.63 3.17- 16.67	11.05	713.18 164.59-10135.14	

n: testte kullanılan akar sayısı

Direnç oranı: Abamectin'e-Dirençli LC_{50} değeri /Laboratuvar LC_{50} değeri

Abamectin, tavsiye dozunda Laboratuvar popülasyonunda %72 oranında ölüme yol açarken Abamectin'e-Dirençli popülasyonda sadece %38 oranında ölüm meydana getirebilmiştir (Çizelge 4.3.). Bu bulgular seleksiyon yapılan popülasyonun Laboratuvar popülasyonuna önemli düzeyde dayanıklılık kazandığını göstermiştir.

Çizelge 4. 3. Laboratuvar popülasyonu ve Abamectin'e-Dirençli popülasyonun tavsiye dozunda yüzde ölüm oranları

Popülasyon	Abamectin'in Tavsiye dozunda % ölüm
Laboratuvar	72
Abamectin'e-Dirençli	38

4.2. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ırkı'nın etkinlik düzeyleri

Beauveria bassiana ATCC 74040 ırkı ile yapılan testlerde Laboratuvar popülasyonu için LC₅₀ değeri 0.4×10^6 spor/ml ve Abamectin'e-Dirençli popülasyonun LC₅₀ değeri ise 0.5×10^6 spor/ml olarak bulunmuştur. Aynı testlerde Laboratuvar popülasyonunda LC₉₀ değeri 8.7×10^7 spor/ml, Abamectin'e- Dirençli popülasyonda ise 7.4×10^7 spor/ml'dir. Abamectin'e-Dirençli popülasyon Laboratuvar popülasyonuna göre 1.04 kat dirençli bulunmuştur. Fakat popülasyonların LC değerlerinin güven aralıkları çakıştığı için bu fark önemsizdir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4. 4. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ırkı ile elde edilen LC değerleri ve direnç oranı

Aktif Madde	Popülasyon	n ^a	χ^2	Eğim± Sem	LC ₅₀ spor/ml (%95'lik güven sınırı)	Direnç oranı	LC ₉₀ spor/ml (%95'lik güven sınırı)	Tavsiye dozu
<i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ırkı	Laboratuvar	526	22.1 1	0.996± 0.114	0.4×10^6 $0.2 \times 10^6 - 0.7 \times 10^6$		8.7×10^7 $4.8 \times 10^7 - 2.2 \times 10^8$	1.34×10^8 spor/ml
	Abamectin'e-Dirençli	527	25.6 5	1.066± 0.125	0.5×10^6 $0.2 \times 10^6 - 0.9 \times 10^6$	1.04	7.4×10^7 $4.1 \times 10^7 - 1.9 \times 10^8$	

n: testte kullanılan akar sayısı

Direnç oranı: Abamectin'e-Dirençli LC₅₀ değeri / Laboratuvar popülasyonunun LC₅₀ değeri

Tavsiye dozu: %7.16 *B. bassiana* ATCC 74040'içeren formülasyondan 100 L suya 125ml veya (1.34×10^8 spor/ml)

Entomopatojen özellikte bir akarisit olan bu bitki koruma ürünü buradaki test sonuçlarına göre, önerildiği tavsiye dozunda hem Laboratuvar popülasyonunun hem de Abamectin'e-Dirençli popülasyonun tamamına yakını öldürebilmektedir (Çizelge 4.5). Kısaca bu bulgular söz konusu entomopatojenin Abamectin'e-Dirençli olsa bile *T. urticae* popülasyonları üzerinde yüksek düzeyde bir etki potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4. 5. *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ırkının tavsiye dozunda *Tetranychus urticae* Laboratuvar popülasyonu ve Abamectin'e Dirençli popülasyonu üzerindeki ölüm oranları

Popülasyon	Tavsiye dozunda % ölüm oranı
Laboratuvar	100
Abamectin'e-Dirençli	97

Tavsiye dozu: %7.16 *B. bassiana* ATCC 74040'içeren formülasyondan 100 L suya 125ml veya (1.34×10^8 spor/ml)

4.3. *Beauveria bassiana* ile seleksiyona maruz bırakılan Abamectin'e-Dirençli popülasyonda LC değerleri ve direnç oranındaki değişim

Beauveria bassiana ATCC 74040 ırkı ile selekte edilen popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde yapılan testlerde elde edilen LC₅₀ değerleri sırasıyla 3.9×10^7 - 0.4×10^6 spor/ ml'dir. Aynı testlerde Laboratuvar popülasyonunda LC₉₀ değeri 8.7×10^7 spor/ ml'dir. *B. bassiana* ile selekte edilen popülasyonda ise 2.2×10^8 spor/ ml'dir (Çizelge 4.6). *B. bassiana* ile selekte edilen popülasyon Laboratuvar popülasyonuna göre yaklaşık 9 kat dirençli bulunmuştur ve bu fark popülasyonların LC değerlerinin güven aralıkları çakışmadığı için önemlidir. Tavsiye dozunda uygulanan *B. bassiana* Laboratuvar popülasyonun tamamını öldürebildiği halde seleksiyon yapılan popülasyonda %92'lik bir ölüm meydana getirebilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4. 6. *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ırkı ile seleksiyona tabi tutulan Abamectin'e-Dirençli *Tetranychus urticae* popülasyonunda LC değerleri ve direnç oranı

Aktif madde	Popülasyon	n ^a	χ ²	Eğim± sem	LC ₅₀ spor/ml (%95'lik güven sınırı)	Direnç oranı	LC ₉₀ spor/ml (%95'lik güven sınırı)	Tavsiye dozu
<i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040 ırkı	Laboratuvar	526	22.11	0.996± 0.114	0.4×10^6 0.2×10^6 - 0.7×10^6		8.7×10^7 4.8×10^7 - 2.2×10^8	1.34×10^8 spor/ml
	<i>Beauveria bassiana</i> ile selekte edilen	599	28.26	1.703± 0.158	3.9×10^7 2.8×10^7 - 5.5×10^7	8.95	2.2×10^8 1.4×10^8 - 4.3×10^8	

n: testte kullanılan akar sayısı

Direnç oranı: *B. bassiana* ile selekte edilen popülasyonun LC₅₀ değeri/ Laboratuvar popülasyonunun LC₅₀ değeri

Tavsiye dozu: %7.16 *B. bassiana* ATCC 74040 içeren formülasyondan 100 L suya 125 ml veya (1.34×10^8 spor/ ml)

Çizelge 4. 3. *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ırkının tavsiye dozunda *Tetranychus urticae* Laboratuvar popülasyonu ve *Beauveria bassiana* ile selekte edilen popülasyonu üzerindeki ölüm oranları

Popülasyon	Tavsiye dozunda% ölüm
Laboratuvar	100
<i>Beauveria bassiana</i> ile selekte edilen	92

Tavsiye dozu: %7.16 *B. bassiana* ATCC 74040 içeren formülasyondan 100 L suya 125 ml veya (1.34×10^8 spor/ ml)

4. 4. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde Terponoid Blend QRD 460 etkinlik düzeyleri

Terponoid Blend QRD 460 ile yapılan testlerde Laboratuvar popülasyonu için LC₅₀ değeri 450.29 mg(ak.md) /L ve Abamectin'e-Dirençli popülasyonun LC₅₀ değeri 553.01 mg(ak.md) /L olarak bulunmuştur. Aynı testlerde Laboratuvar popülasyonunda LC₉₀ değeri 2886.17 mg(ak.md) /L, Abamectin'e-Dirençli popülasyonda ise 2575.87 mg(ak.md) /L'dir (Çizelge 4.8). Abamectin'e-Dirençli popülasyon, Laboratuvar popülasyonuna göre 1.22 kat dirençli bulunmuştur fakat popülasyonların LC değerlerinin güven aralıkları çakıştığı için bu farklılık önemsizdir.

Çizelge 4. 7. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde Terponoid Blend QRD 460 ile elde edilen LC değerleri ve direnç oranı

Aktif madde	Popülasyon	n ^a	χ ²	Eğim± Sem	LC ₅₀ mg(ak.md) /L (%95'lik güven sınırı)	Direnç oranı	LC ₉₀ mg(ak.md) /L (%95'lik güven sınırı)	Tavsiye dozu mg(ak.md) /L
Terponoid Blend QRD 460	Laboratuvar	412	17.18	1.58 ±0.23	450.29 205.21-765.25	-	2886.17 1569.37-9673.16	760
	Abamectin'e-Dirençli	397	36.63	1.91 ±0.29	553.01 139.82-1187.54	1.22	2575.87 1197.38-33330.74	

n: testte kullanılan akar sayısı

Direnç oranı: Abamectin'e-Dirençli popülasyon/ Laboratuvar popülasyonunun LC₅₀ değeri

Bitkisel kökenli bir akarisit olan söz konusu bitki koruma ürünü, buradaki test sonuçlarına göre önerildiği tavsiye dozunda Laboratuvar popülasyonu üzerinde ve Abamectin'e-Dirençli popülasyon üzerinde sırasıyla %57 ve %58 oranında ölüme yol açmaktadır (Çizelge 4.9). Kısaca bu bulgular söz konusu bitkisel kökenli akarisit her iki popülasyon üzerinde yakın düzeylerde etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4. 8. Terponoid Blend QRD 460'ın tavsiye dozunda *Tetranychus urticae* Laboratuvar popülasyonu ve Abamectin'e-Dirençli popülasyonu üzerindeki ölüm oranları

Popülasyon	Tavsiye dozunda (760 mg ak.md /L) % ölüm
Laboratuvar	57
Abamectin'e-Dirençli	56

4.5. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde Spiromesifen+Abamectin'in etkinlik düzeyleri

Spiromesifen+Abamectin ile yapılan testlerde Laboratuvar popülasyonu için LC₅₀ değeri 2.51mg(ak.md) /L ve Abamectin'e-Dirençli popülasyonun LC₅₀ değeri 20.12 mg(ak.md)/L olarak bulunmuştur. Aynı testlerde Laboratuvar popülasyonunda LC₉₀ değeri 25.87 mg(ak.md) /L, Abamectin'e-Dirençli popülasyonda ise 824.05mg(ak.md) /L'dir (Çizelge 4.10). Abamectin'e-Dirençli popülasyon, Laboratuvar popülasyonuna göre 8.01 kat dirençli bulunmuştur ve bu fark popülasyonların LC değerlerinin güven aralıkları çakışmadığı için önemlidir. İki ayrı aktif madde içeren bu akarisit önerildiği tavsiye dozunda Laboratuvar popülasyonun %97'sini, Abamectin'e-Dirençli popülasyonun %62'sini öldürmüştür (Çizelge 4.11).

Çizelge 4. 9. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde Spiromesifen+Abamectin ile elde edilen LC değerleri ve direnç oranı

Aktif Madde	Popülasyon	N	χ^2	Eğim $\pm$ sem	LC ₅₀ mg(ak.md) /L (%95'lik güven sınırı)	Direnç oranı	LC ₉₀ mg(ak.md) /L (%95'lik güven sınırı)	Tavsiye dozu mg(ak.md) /L
Spiromesifen +Abamectin	Laboratuvar	366	3.75	1.26± 0.18	2.51 1.40- 3.94	-	25.87 15.35- 56.55	83.9
	Abamectin'e- Dirençli	369	8.38	0.79± 0.09	20.12 11.07- 34.54	8.01	824.05 368.49- 2775.09	

n: testte kullanılan akar sayısı

Direnç oranı: Abamectin'e-Dirençli popülasyonun LC₅₀ değeri /Laboratuvar popülasyonun LC₅₀ değeri

Tavsiye dozunda litrede aktif madde olarak 80 mg Spiromesifen ve 3.9 mg Abamectin içermektedir.

Çizelge 4. 10. Spiromesifen+Abamectin'in tavsiye dozunda *Tetranychus urticae* Laboratuvar popülasyonu ve Abamectin'e-Dirençli popülasyon üzerindeki ölüm oranları

Tavsiye dozunda litrede aktif madde olarak 80 mg Spiromesifen ve 3.9 mg Abamectin içermektedir.

Popülasyon	Tavsiye dozunda % ölüm
Laboratuvar	97
Abamectin'e-Dirençli	62

4. 6. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde Chlorantraniliprole+Abamectin'in etkinlik düzeyleri

Chlorantraniliprole+Abamectin ile yapılan testlerde Laboratuvar popülasyonu için LC₅₀ değeri 0.61 mg(ak.md) /L, Abamectin'e-Dirençli popülasyonun LC₅₀ değeri ise 4.04 mg (ak.md)/L olarak bulunmuştur. Aynı testlerde Laboratuvar popülasyonunda LC₉₀ değeri 2.48 mg(ak.md) /L, Abamectin'e-Dirençli popülasyonda ise 117.69 mg (ak.md)/L'dir(Çizelge 4.12). Abamectin'e-Dirençli popülasyon Laboratuvar popülasyonuna göre 6.62 kat dirençli bulunmuştur ve bu fark popülasyonların LC değerlerinin güven aralıkları çakışmadığı için önemlidir. Chlorantraniliprole+Abamectin tavsiye dozunda Laboratuvar popülasyonun tamamını öldürebildiği halde Abamectin'e-Dirençli popülasyonda %82'lik bir ölüm meydana getirebilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4. 11. Abamectin'e-Dirençli popülasyon ve Laboratuvar popülasyonu üzerinde Chlorantraniliprole+Abamectin ile elde edilen LC değerleri ve direnç oranı

Aktif madde	Popülasyon	n	χ^2	Eğim $\pm$ sem	LC ₅₀ mg(ak.md) /L (%95'lik güven sınırı)	Direnç oranı	LC ₉₀ mg(ak.md) /L (%95'lik güven sınırı)	Tavsiye dozu mg(ak.md) / L
Chlorantranil iprole+ Abamectin	Laboratuvar	382	11.15	2.11± 0.31	0.61 0.38- 0.90	-	2.48 1.59-5.33	40
	Abamectin'e- Dirençli	375	5.86	0.87± 0.09	4.04 2.31-6.59	6.62	117.69 60.91- 298.08	

n: testte kullanılan akar sayısı

Direnç oranı: Abamectin'e-Dirençli popülasyonunun LC₅₀ değeri/ Laboratuvar popülasyonun LC₅₀ değeri

Tavsiye dozunda litrede aktif madde olarak 30 mg Chlorantraniliprole ve 10 mg Abamectin içerir

Çizelge 4. 12. Chlorantraniliprole+Abamectin'in tavsiye dozunda *Tetranychus urticae* Laboratuvar popülasyonu ve Abamectin'e-Dirençli popülasyon üzerindeki ölüm oranları

Popülasyon	Tavsiye dozunda % ölüm
Laboratuvar popülasyonu	100
Abamectin'e-Dirençli	82

Tavsiye dozunda litrede aktif madde olarak 30 mg Chlorantraniliprole ve 10 mg Abamectin içerir

5. TARTIŞMA

Tez kapsamında yaptığımız çalışmalarla tavsiyelerde yer alan farklı özelliklere sahip (farklı etki biçimi-farklı kimyasal sınıf vb.) bitki koruma ürünleri; *Beauveria bassiana* ATCC 74040 ırkı, Terponoid Blend QRD 460, Spiromesifen+Abamectin, Chlorantraniliprole+Abamectin'in Abamectin'e-Dirençli *Tetranychus urticae* popülasyonuna karşı hangi düzeylerde etki gösterebildiğine ilişkin önemli bulgular elde edilmiştir. Ayrıca entomopatojen *B. bassiana* ATCC 74040 ırkı ile yapılan laboratuvar seleksiyon çalışması *T. urticae* popülasyonunda *B. bassiana* ATCC 74040 ırkına karşı ne düzeyde direnç geliştirme potansiyeline sahip olduğu ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

5.1. *Beauveria bassiana*'nın Abamectin'e-Dirençli *Tetranychus urticae* popülasyonu üzerindeki etkinlik durumu ve seleksiyona tabi tutulan popülasyonda direnç geliştirme potansiyeli

Laboratuvarda yapılan akar-daldırma testlerinde *B. bassiana* ATCC 74040 ırkı için Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonlarından elde edilen LC değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonları için LC₅₀ değerleri sırasıyla 0.5×10^7 ve 0.4×10^6 spor/ml'dir. *B. bassiana* ATCC 74040 ırkı tavsiye dozunda her iki popülasyon üzerinde de yakın oranda ölüme yol açmıştır. Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonları üzerinde tavsiye dozunda ölüm oranları sırasıyla %97 ve %100'dür. Bu bulgular *B. bassiana*'nın Abamectin'e-Dirençli popülasyon üzerinde (Abamectin direncinde yer alan mekanizmalardan kaynaklı) önemli bir etkinlik kaybı olmadığına işaret etmektedir. Abamectin, *T. urticae*'de sinir ve kas sisteminde glutamat kapılı klorür iyon kanalına bağlanarak buradaki olağan çalışma düzenini bozmaktadır (Anonymous 3)'dir. Yapılan araştırmalarda *T. urticae* de Abamectin'e direnç mekanizmalarının büyük oranda hedef yer direncinden ve metabolik dirençten kaynaklandığı bildirilmiştir (Ay vd. 2020). Buna karşın *B. bassiana*'nın böcek ve akarlar üzerindeki etki biçimi Abamectin'dekinden çok farklıdır. Kısaca, sporları böcek ve akarların kütikulasında tutunarak bir çim borucuğu oluşturur ve buradan vücut boşluğuna giriş yapar ve burada çoğalarak ölüme yol açar. Bu yüzden Abamectin ve *B. bassiana*'nın etki biçimleri ve direnç mekanizmaları farklıdır. Sonuç olarak *B. bassiana*'nın Abamectin direncinde rol oynayan mekanizmalardan etkilenmediği ve dolayısıyla Abamectin'e-Dirençli popülasyon üzerinde herhangi bir etkinlik kaybına uğramadığı anlaşılmaktadır. Laboratuvar testlerinden *B. bassiana* önerildiği dozda Abamectin'e-Dirençli popülasyonlar üzerinde yüksek düzeyde etkili olabileceğini göstermiştir. Bu verilere göre *B. bassiana*, Antalya ve ilçelerinde yaygın olan Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonlarına karşı mücadelede kullanılabilecek çok önemli bir biyoinsektisit olduğu anlaşılmaktadır. Fakat *B. bassiana* ile laboratuvar seleksiyonu, Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonunun direnç oranında 9 katlık bir artışa yol açmıştır. İlk bakışta olağan insektisitlerden çok farklı özellikte ve farklı etki biçimine sahip olmaları nedeniyle entomopatojen funguslara karşı böcek ve akarlarda direnç gelişimi büyük ölçüde beklenmeyen bir durumdur. Bununla birlikte bu çalışmada laboratuvar seleksiyonu yoluyla *B. bassiana*'ya karşı Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonu üzerinde tespit edilen direnç artışı bu konuda yapılan bazı araştırmalardaki bulgularla örtüşmektedir.

Khoury vd. (2020) *T. urticae*'nin tüm hayat evrelerine karşı *B. bassiana*'nın iki ırkının konidilerinin ve blastosporlarının etkinliklerini test etmişlerdir. Laboratuvar deneylerinde Lübnan ırkının 1×10^9 blastospor konsantrasyonu en etkili bulunmuştur. Yumurta, larva, ergin için ölüm oranları sırasıyla %52, %67.9, %95.3'tür. Araştırmacılar ayrıca bu çalışmada *B. bassiana*'nın enfekte propagüllerine karşı *T. urticae*'de direnç gelişimini araştırmışlardır. 40 generasyon boyunca hava konidileri ve blastosporlarla yapılan seleksiyon sonucunda kırmızıörümceklerde tarla popülasyonun LC_{50} değerlerine göre sırasıyla 28.8 ve 8.4 kat artış tespit edilmiştir. Çalışmayı yapan araştırmacılar entomopatojenlere karşı ortaya çıkan direncin, kimyasal akarisitlerde var olan direnç oranlarına göre daha düşük düzeylerde kaldığını bildirmişlerdir. *B. bassiana* ile laboratuvar seleksiyonu sonucu böceklerde direnç geliştiğine ilişkin bir diğer çalışma da Dubovskiy vd (2013) tarafından yapılmıştır. Söz konusu çalışmada fungal entomopatojenlere direncin mekanizmaları, Büyük balmumu güvesi *G. mellonella*'nın melanik bir popülasyonunda araştırılmıştır. Bu böcek larvaları entomopatojenik bir fungus *B. bassiana* ile sürekli seleksiyona maruz bırakıldığında, 25. generasyonunda, *B. bassiana* ya karşı önemli ölçüde direnç geliştirmiştir fakat başka bir entomopatojenik fungus olan *M. anisopliae*'ya direnç tespit edilmemiştir. Ortaya çıkan bu direncin mekanizmalarının araştırılması için selekte edilen (dirençli) ve selekte edilmeyen (hassas) ırkları üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Mevcut çalışma entomopatojenik bir fungusa karşı direnç gelişebileceğini göstermiştir. Bununla beraber direnç gelişiminin bir maliyeti olduğu yani böceğin biyolojik özellikleri üzerinde üreme ve gelişme potansiyelinde negatif bir etkiye yol açabildiği belirtilmiştir. *B. bassiana* ile *G. melonella* melanik formu üzerinde laboratuvarda yapılan suni seleksiyonun direnç oranında bir artışa yol açtığına önemli bir kanıt olmuştur. Aynı araştırmada direnç artışına neden olan mekanizmalar incelendiğinde farklı mekanizmalardan oluşan bir kombinasyonun var olduğu görülmüştür. Bu direnç mekanizmalarının bir kısmı *B. bassiana* için spesifik diğer kısmı ise spesifik olmayan antifungal savunma bileşenlerinden oluşmaktadır. Söz konusu böceğin hem dirençli hem de duyarlı ırklarında bulunan indüklenabilir (teşvik edilebilir) geniş bir bağışıklık sisteminin ve varsayılan stres yönetimi genlerinin rol oynadığı kanısına varılmıştır. Dirençli ırkta bu söz konusu bileşenler integümentte yoğunlaştırılmıştır. Bu ön hat savunmaları sadece *B. bassiana* tarafından aktive edilebilmektedir ve patojene spesifik direnç göstermiştir.

Hem yaptığımız seleksiyon çalışmasındaki direnç artışı yönündeki bulgu hem de yukarda verilen iki çalışmada direnç artışı yönündeki bulgular çok sık kullanıldığı durumlarda zararlı akar ve böceklerin entomopatojen *B. bassiana*'ya karşı da direnç geliştirebileceğine işaret etmektedir. Bu nedenle *B. bassiana* gibi entomopatojen fungusların da direnç yönetim programları kapsamında kullanılması gerektiği dikkate alınmalıdır ve aynı lokasyonda peşi sıra üç defadan fazla uygulanmamalıdır.

5. 2. Terponoid Blend QRD 460'ın Abamectin'e-Dirençli *Tetranychus urticae* popülasyonu üzerindeki etkinlik durumu

Bitkisel eterik yağ bileşenlerinin sentez yoluyla üretilerek bir araya getirildiği bir biyoinsektisit olan Terponoid Blend QRD 460 ile yapılan testlerde *T. urticae*'nin Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonlarında elde edilen LC değerleri arasında önemli bir fark görülmemiştir. Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonları için LC_{50} değerleri sırasıyla 553.01 ve 450.29 mg(ak.md) / L'dir.

Terpenoid Blend Q460 tavsiye dozunda her iki popülasyon üzerinde de yakın oranda ölüme yol açmıştır. Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonları üzerinde tavsiye dozunda ölüm oranları sırasıyla %56 ve %57'dir. Bu bulgular Terpenoid Blend QRD 460'ın tavsiye dozundaki arazi uygulamalarında orta düzeylerde bir etki potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu ürünün dirençli ve laboratuvar popülasyonlarında yakın seviyede etki göstermesi, Abamectin direncinde rol oynayan mekanizmalardan etkilenmediğini düşündürmüştür. Abamectin'in, *T. urticae*'de glutamat kapılı klorür iyon kanalına bağlanarak buradaki çalışma düzenini bozarak etki gösterdiği ve Abamectin direncinde hedef yer mutasyonu ve metabolik enzim sistemlerinin rol oynadığı bir önceki kısımda da belirtilmiştir (Stumph ve Nauen 2002; Kwon vd. 2010; Ay R. vd. 2020; Anonymous 3). Buna karşın Terpenoid Blend QRD 460'ın böcek ve akarlar üzerindeki etki biçimi Abamectin direncinde rol oynayan mekanizmalardan farklı görünmektedir. Isman vd. (2018) eterik yağlar ve onların mono ve sesquiterpenoid bileşenlerinin böceklerde hızlı bir nörotoksik etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca bu bileşiklerin bundan başka beslenme ve yumurtlamayı engelleyici etkileri içeren zararlı böceklerde potansiyel olarak önemli sublethal davranışsal etkilere sahip olduğu da belirtilmiştir. Terpenoid Blend QRD 460 ise hızlı bir şekilde kutikulanın dış katman yapısını tahrip ederek ve böceklerin solunum sistemini bloke ederek böcek ve akarlar üzerinde etki gösterdiği bildirilmiştir. Bu yüzden Abamectin ve Terpenoid Blend QRD 460'ın etki biçimleri ve direnç mekanizmalarının farklı olabileceği düşünülmüştür. Sonuç olarak Terpenoid Blend QRD 460'ın Abamectin direncinde rol oynayan mekanizmalardan etkilenmeyebileceği ve dolayısıyla Abamectin'e-Dirençli popülasyon üzerinde herhangi bir etkinlik kaybına uğramadığı anlaşılmaktadır. Laboratuvar testlerinden Terpenoid Blend Q 460 önerildiği dozda Abamectin'e-Dirençli popülasyonlar üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olmakla birlikte Abamectin'e-Dirençli popülasyonlar üzerinde bir seleksiyon baskısına yol açmayacağı öngörülmektedir. Çünkü tavsiye dozundaki uygulamalarda hayatta kalan *T. urticae* popülasyonu sadece Abamectin'e-dirençli bireylerden meydana gelmemektedir.

5. 3. Spiromesifen+Abamectin'nin Abamectin'e-Dirençli *Tetranychus urticae* popülasyonu üzerindeki etkinlik durumu

Laboratuvar testlerinde elde edilen LC₅₀ değerleri dikkate alındığında Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonu Laboratuvar popülasyonuna göre Spiromesifen+Abamectin'e 8 katlık bir direnç göstermiştir. Spiromesifen+Abamectin tavsiye dozunda Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonları üzerinde sırasıyla %62 ve %97 oranında ölüme yol açmıştır. Bu bulgular, Spiromesifen+Abamectin'nin Abamectin'e-Dirençli popülasyon üzerinde (muhtemelen Abamectin direncinden kaynaklı) önemli bir etkinlik kaybı olduğuna işaret etmektedir. Birden fazla aktif madde içeren karışımların direnç yönetim stratejilerinde bir taktik olarak kullanılması önerilmektedir. Fakat bu karışım ilaçların dirençli popülasyonlar üzerinde başarılı olması için dirençli popülasyonlarda bulunan direnç mekanizmaları tarafından etkinliklerinin baskılanmaması gerekir. Burada test edilen iki aktif maddeli karışım ilacın içerisinde Abamectin'in dışında Spiromesifen aktif maddesi bulunmaktadır.

Şayet Spiromesifen, Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonunda Abamectin direncinde rol oynayan direnç mekanizmalarından etkilenmeseydi Laboratuvar ve

Abamectin'e-Dirençli popülasyonlar üzerinde LC değerleri arasında önemli bir fark olmaması beklenirdi. Fakat Abamectin'e-Dirençli popülasyon üzerinde Spiromesifen+Abamectin Laboratuvar popülasyonuna göre önemli düzeyde düşük etki gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durumun nedeni Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonu içerisindeki direnç mekanizmalarının Abamectin'e direncin yanı sıra Spiromesifen'e dirençte de rol oynaması olabilir. *T. urticae* ile Abamectin'e direnç mekanizmalarıyla ilgili yapılan çalışmalarda Abamectin direncinde büyük ölçüde (P450 ve GST enzim sistemlerinden kaynaklı) metabolik direncin rol oynadığı bildirilmiştir (Stumph ve Nauen 2002; Ay vd. 2020). Ayrıca Abamectin'inin sinir sistemindeki etki yeri olan (GluCL) Glutamat kapılı klor iyon kanalındaki mutasyonlardan da kaynaklanabileceği tespit edilmiştir (Kwon vd. 2010). Badieinia vd. (2020)'nin yaptığı çalışmada başka bir akar türü olan *Panonychus ulmi*'de Spirodiclofen'e karşı P450 enzim sisteminden kaynaklanan metabolik bir direncin rol oynadığı bildirilmiştir. Araştırmacılar buradaki metabolik direncin sınırlı olsa Spiromesifen'e karşı da dirence yol açtığını bildirmişlerdir. Literatür bulguları dikkate alındığında Abamectin direncinde rol oynayan metabolik direnç mekanizmalarının Spiromesifen direncinde de etkili olabileceği olasıdır. Çalışmamızda Spiromesifen+Abamectin'in Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* üzerinde Laboratuvar popülasyonuna göre daha düşük düzeyde etki göstermesinin başlıca sebebi, Abamectin'e dirençte rol oynayan metabolik direnç mekanizmalarının Spiromesifen+Abamectin'in etkinlik düzeyini belli düzeyde baskılaması veya zayıflatması olabilir. Bu bulgular Spiromesifen+Abamectin'in Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonlarına karşı kullanımının başarılı bir direnç yönetim taktiği olmayabileceğini düşündürmektedir. Çünkü, Spiromesifen+ Abamectin'in Abamectin'e-Dirençli popülasyonlara karşı kullanımı Abamectin direncinden kaynaklanan sorunu çözemediği gibi, popülasyonlar karışımın içindeki Abamectin aktif maddesi ile sürekli seleksiyon baskısına maruz kalacaktır. Spiromesifen+Abamectin'in Antalya ve ilçelerinde yaygın olan Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonlarına karşı kullanımının direnç yönetimi açısından uygun olmadığı kanısına varılmıştır.

5. 4. Chlorantraniliprole+Abamectin'nin Abamectin'e-Dirençli *Tetranychus urticae* popülasyonu üzerindeki etkinlik durumu

Chlorantraniliprole+Abamectin için elde edilen bulgular, çalışmada ele alınan diğer iki aktif maddeli karışım (Spiromesifen+Abamectin) için ortaya çıkan bulgularla belli düzeyde benzerlik göstermiştir. Laboratuvar testlerinde elde edilen LC₅₀ değerleri dikkate alındığında Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonu Laboratuvar popülasyonuna göre Chlorantraniliprole+Abamectin'e 7 katlık bir direnç göstermiştir. Chlorantraniliprole+Abamectin tavsiye dozunda Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonları üzerinde sırasıyla %82 ve %100 oranında ölüme yol açmıştır. Bu bulgular Chlorantraniliprole+Abamectin'in Abamectin'e-Dirençli popülasyon üzerinde kayda değer oranda bir etkinlik kaybı olduğuna işaret etmektedir. Önceki kısımda da söz edildiği üzere birden fazla aktif madde içeren karışımlar direnç yönetim stratejilerinde bir taktik olarak önerilmektedir. Fakat bu karışım ilaçların dayanıklı popülasyonları alt etmesi için dayanıklı popülasyonlarda bulunan direnç mekanizmaları tarafından etkinliklerinin engellenmemesi gerekir.

Burada test edilen iki aktif maddeli karışım ilacın içerisinde Abamectin'in dışında Chlorantraniliprole aktif maddesi bulunmaktadır. Şayet, Chlorantraniliprole Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonunda Abamectin direncinde rol oynayan

dayanıklılık mekanizmalarından etkilenmeseydi Laboratuvar ve Abamectin'e-dayanıklı *T. urticae* popülasyonları üzerinde LC değerleri bakımından önemli bir fark bulunmaması gerekirdi. Fakat Chlorantraniliprole+Abamectin Abamectin'e-Dirençli popülasyon üzerinde Laboratuvar popülasyonuna göre önemli düzeyde düşük etki gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durumun nedeni Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonu içerisindeki direnç mekanizmalarının Abamectin'e direncin yanı sıra Chlorantraniliprole'e dirençte de rol oynaması olabilir. Önceki kısımlarda da Abamectin'in, *T. urticae*'de glutamat kapılı klorür iyon kanalına bağlanarak buradaki çalışma düzenini bozarak etki gösterdiği ve Abamectin direncinde hedef yer mutasyonu ve metabolik enzim sistemlerinin rol oynadığı belirtilmişti (Stumph ve Nauen 2002; Kwon vd. 2010; Ay R. vd. 2020; IRAC 2022). Xu vd. (2018) *Chilo suppressalis*'de Chlorantraniliprole'e karşı P450'lerden kaynaklanan metabolik bir direncin rol oynadığını ve dayanıklılığın son gelişim(ergin) evrelerinde yumurta evresine göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Literatür bulguları dikkate alındığında Abamectin direncinde rol oynayan metabolik dayanıklılık mekanizmalarının Chlorantraniliprole direncinde de etkili olabileceği anlaşılmaktadır. Çalışmamızda Chlorantraniliprole+Abamectin'in Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* üzerinde Laboratuvar popülasyonuna göre daha düşük düzeyde etki göstermesinin başlıca sebebi Abamectin'e dirençte rol oynayan metabolik direnç mekanizmasının Chlorantraniliprole+Abamectin'in etkinlik düzeyini zayıflatması olabilir. Bu bulgular, Chlorantraniliprole+Abamectin'in Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonlarına karşı mücadelede kullanımının başarılı bir direnç yönetim taktiği olmayabileceğini düşündürmektedir. Chlorantraniliprole+Abamectin'in Abamectin'e-Dirençli popülasyonlara karşı kullanımı Abamectin direncinden kaynaklanan sorunu çözemediği gibi bu karışım ilacın pratikte yaygın kullanımı Abamectin'e-Dirençli popülasyonların üzerinde sürekli seleksiyon baskısına yol açacaktır.

6. SONUÇLAR

İki-noktalı kızılderümlük, *Tetranychus urticae* Antalya ve ilçelerinde örtü altı üretimde sorun olan önemli fitofag akar türlerinden biridir. Gerek ülkemizde gerekse dünyanın çoğu bölgesinde başta Abamectin olmak üzere çok sayıda aktif maddeye karşı dirençli popülasyonlarının yaygın olması tavsiyelerde yer alan çoğu bitki koruma ürününün *T. urticae*'ye karşı etki düzeyini zayıflatmıştır. Öyle ki çoğu aktif madde etiket dozunda dirençli popülasyonlara karşı başarısız kalmaktadır. Tez kapsamında yapılan araştırmalarda, tavsiyelerde yer alan farklı özelliklere sahip (farklı etki biçimi-farklı kimyasal sınıf) bitki koruma ürünleri: *B. bassiana* ATCC 74040 ırkı, Terponoid Blend QRD 460, Spiromesifen+Abamectin ve Chlorantraniliprole+Abamectin'nin *T. urticae*'nin Abamectin'e-Dirençli popülasyonuna karşı hangi düzeylerde etkili olabileceği konusunda önemli sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca mücadelede orta ve uzun vadede daha yaygın kullanılması öngörülen entomopatojen *B. bassiana* ATCC 74040 ırkına karşı *T. urticae* popülasyonunda direnç geliştirme potansiyeli de belirlenmiştir.

Entomopatojen *B. bassiana* ATCC 74040 ırkı için Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonlar üzerinde elde edilen LC_{50} değerleri sırasıyla 0.5×10^6 ve 0.4×10^6 , LC_{90} değerleri ise sırasıyla 8.7×10^7 ve 7.4×10^7 spor/ml'dir. Abamectin'e-Dirençli popülasyon, Laboratuvar popülasyonuna göre *B. bassiana* ATCC 74040 ırkına karşı 1.04 kat dirençlidir. Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonları üzerinde tavsiye dozunda ölüm oranları sırasıyla %97 ve %100'dür. Buradaki bulgular, *B. bassiana*'nın Abamectin'e-Dirençli popülasyon üzerinde (Abamectin direncinden kaynaklı) önemli bir etkinlik kaybı olmadığına işaret etmektedir. Laboratuvar testleri, *B. bassiana*'nın önerildiği dozda Abamectin'e-Dirençli popülasyonlar üzerinde yüksek düzeyde etkili olabileceğini göstermiştir. Kısaca *B. bassiana* ATCC 74040 ırkının Antalya ve ilçelerinde yaygın olan Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonlarına karşı mücadelede kullanılabilecek etkili bir alternatif biyoinsektisit olabileceği kanısına varılmıştır. Fakat *B. bassiana* ile laboratuvar seleksiyonu, Abamectin'e-Dirençli *T. urticae* popülasyonunun direnç oranında 9 katlık bir artışa yol açmıştır. Entomopatojen funguslara karşı böcek ve akarlarda direnç gelişimi büyük ölçüde beklenmeyen bir durum olarak görülmektedir. Bununla birlikte seleksiyon çalışması bu entomopatojenin peşi sıra 3 defa uygulandığında düşük oranlarda da olsa direnç sorununa yol açabileceğini göstermektedir. Bu sonuç dikkate alınarak bu entomopatojenin de direnç yönetimi doğrultusunda aynı lokasyonda 3 defadan fazla kullanılmaması gerektiği düşünülmektedir. Terponoid Blend QRD 460'ın Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonları üzerinde elde edilen LC_{50} değerleri sırasıyla 553.01 ve 450.29 mg(ak.md)/L'dir. Abamectin'e-Dirençli popülasyon, Laboratuvar popülasyonuna göre 1.22 kat dirençli bulunmuştur. Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonları üzerinde tavsiye dozunda ölüm oranları ise sırasıyla %56 ve %57'dir. Terpenoid Blend Q460 tavsiye dozunda her iki popülasyon üzerinde de yakın oranlarda ölüme yol açmıştır Bu bulgular Terponoid Blend QRD 460'ın tavsiye dozundaki arazi uygulamalarında orta düzeylerde bir etki potansiyeline sahip olabileceğini göstermektedir.

Spiromesifen+Abamectin ile yapılan testlerde Abamectin'e-Dirençli ve Laboratuvar popülasyonu için LC_{50} değerleri sırasıyla 20.12 ve 2.51mg(ak.md) /L olarak bulunmuştur. İki ayrı aktif madde içeren bu akarisit önerildiği tavsiye dozunda Laboratuvar popülasyonunun tamamına yakını (%97) öldürebilmiştir fakat Abamectin'e-Dirençli popülasyonun %62'sini öldürmüştür. Bulgular, Spiromesifen+Abamectin'nin Abamectin'e-Dirençli popülasyon üzerinde (muhtemelen Abamectin direncinden kaynaklı) önemli bir etkinlik kaybı olduğuna işaret etmektedir. Spiromesifen+Abamectin'nin Abamectin'e-Dirençli *T.urticae* popülasyonlarına karşı kullanımının başarılı bir direnç yönetim taktiği olmayabileceği kanısına varılmıştır. Çünkü Spiromesifen+Abamectin'in Abamectin'e-Dirençli popülasyonlara karşı kullanımı Abamectin direncinden kaynaklanan sorunu çözemediği gibi, popülasyonlar karışımın içindeki Abamectin aktif maddesi ile sürekli seleksiyon baskısına maruz kalacaktır. Bu durum ise popülasyonlarda Abamectin direncinin daha yaygın ve daha üst seviyelere çıkmasına yol açacaktır.

Chlorantraniliprole+Abamectin ile yapılan testlerde Laboratuvar ve Abamectin'e-Dirençli popülasyonların LC_{50} değerleri sırasıyla 0.61 ve 4.04 mg(ak.md) /L olarak bulunmuştur. Abamectin'e-Dirençli popülasyon Laboratuvar popülasyonuna göre 6.62 kat dirençlidir. Tavsiye dozunda Chlorantraniliprole+Abamectin Laboratuvar popülasyonunun tamamını öldürebildiği halde Abamectin'e-Dirençli popülasyonda %82'lik bir ölüm meydana getirebilmiştir. Bu veriler, Chlorantraniliprole+Abamectin'nin Abamectin'e-Dirençli popülasyona karşı (muhtemelen Abamectin direncinden kaynaklı) önemli bir etkinlik kaybı olduğuna işaret etmektedir. Chlorantraniliprole+Abamectin'in laboratuvar testlerinde tavsiye dozunda %82'lik bir ölüme yol açması ilk bakışta pratikte hala kullanılabilir alternatif aktif maddeler arasında olduğunu düşündürmektedir. Bununla birlikte Chlorantraniliprole+Abamectin'in tavsiye dozundaki her uygulamasında hayatta kalması beklenen %18 oranındaki *T. urticae* popülasyonunun sadece Abamectin'e-dirençli bireylerden meydana geleceği unutulmamalıdır. Dolayısıyla söz konusu ilaç her uygulamada belirli düzeyde seleksiyon baskısına yol açacaktır ve uzun vadede dirençli popülasyonların daha yaygın duruma gelmesine önemli bir avantaj sağlayacaktır. Bu yüzden Abamectin'e dirençli *T. urticae* popülasyonlarına karşı söz konusu ilacın kullanılması direnç yönetimi bakımından uygun olmayabilir.

Çalışma kapsamında elde edilen bulgular, ister biyoinsektisit olarak kabul edilen sınıftan olsun ister sentetik ilaç sınıflarından olsun sadece ilaçların yer aldığı bir mücadele yönteminin Abamectin'e dirençli *T. urticae* popülasyonlarına karşı sürdürülebilir bir başarı için yeterli olamayacağını göstermiştir. Bu yüzden entegre mücadele içerisinde yer alan biyolojik mücadele etmenleri (predatör, parazitoitler) ve uzun vadede daha yaygın kullanılması beklenen (mikroorganizma ve bitkisel kökenli) biyoinsektisitlerin birlikte uyumlu olarak kullanılabilme potansiyelleri konusunda daha fazla araştırma yapılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Abbott, W.S. 1925. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2): 265-267.
- Adesanya, A.W., Morales, M.A., Walsh, D.B, Lavine, L.C., Zhu, F. 2018. Mechanisms of resistance to three mite growth inhibitors of *Tetranychus urticae* in hops. *Bull. Entomol. Res.*, 108(1): 23- 34.
- Alpkent, Y., İnak, E., Ulusoy, S., Ay, R. 2020. Acaricide resistance and mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from greenhouses in Turkey. *Systematic and Applied Acarology*, 25(1): 155- 168.
- Altıok, Y. 2012. Antalya ili örtü altı sebze üretim alanlarında zararlı olan *Tetranychus urticae* Koch.(Acari: Tetranychidae)'nin bazı akarisitlere karşı duyarlılık düzeylerinin incelenmesi.Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 34s
- Anonim 1a: <https://antalya.tarimorman.gov.tr> [Son erişim tarihi: 24. 05. 2022]
- Anonim 1b: <https://antalya.tarimorman.gov.tr> [Son erişim tarihi: 19. 05. 2022]
- Anonim 2:<https://bku.tarimorman.gov.tr/> [Son erişim tarihi: 12. 05. 2022]
- Anonymous 1:<https://www.cabi.org/isc/datasheet/53366> [Son erişim tarihi: 20. 05. 2022]
- Anonymous 2: <https://www.fao.org/faostart> [Son erişim tarihi: 20. 04. 2022]
- Anonymous 3: <https://www.pesticideresistance.org/search.php> [Son erişim tarihi: 19. 03. 2022]
- Anonymous 4: <https://diypestcontrol.com/active-ingredients/abamectin-bait-pest-control-products> [Son erişim tarihi 18. 03. 2022]
- Anonymous 5:<https://www.cabi.org/isc/datasheet/8785> [Son erişim tarihi 19. 03. 2022]
- Auger, P., Alain, M.,Eddie, U., Louwrens, T. 2013. Evidence for synonymy between *Tetranychus urticae* and *Tetranychus cinnabarinus* (Acari, Prostigmata, Tetranychidae): Review and new data. *Acarologia*, 53(4): 383–415.
- Ay, R. 2005. Determination of susceptibility and resistance of some greenhouse populations of *Tetranychus urticae* to chlorpyrifos (Dursban 4) by the petri dish–Potter tower method. *Journal of Pest Science*, 78(3): 139- 143.
- Ay, R., Çevik, B. , Solmaz,E.2020. Abamectin resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from cut flowers greenhouses in Turkey. *International Journal of Acarology*, 46(2): 94- 99.

- Badieinia, F., Khajehali, J., Nauen, R., Dermauw, W., Van Leeuwen, T. 2020. Metabolic mechanisms of resistance to spiroticlofen and spiromesifen in Iranian populations of *Panonychus ulmi*. *Crop Protection*, 134: 105166
- Campos, F., Krupa, D.A., Dybas, R.A. 1996. Susceptibility of populations of two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from Florida, Holland and the Canary Islands to abamectin and characterization of abamectin resistance. *Journal of Economic Entomology*, 89: 594- 601
- Çağatay, N.S., Menault, P., Riga, M., Vontas, J., Ay, R. 2018. Identification and characterization of abamectin resistance in *Tetranychus urticae* populations from greenhouses in Turkey. *Crop protection*, 112(1): 112– 117.
- Dağlı, F. 2016. The stability of abamectin resistance and the efficacy of spinosad in *Tetranychus urticae* Antalya population. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 29(3), 99-103.
- Demaeght, P., Dermauw, W., Tsakireli, D., Khajehali, R., Nauen, R., Tirry, L., Vontas, J., Lümme, P., Van Leeuwen, T. 2013. Molecular analysis of resistance to acaricidal spiroticlofen in *Tetranychus urticae*: CYP392E10 metabolizes spiroticlofen, but not its corresponding enol. *Insect biochem mol.* , 43(6): 544-554.
- Dubovskiy, I. M., Whitten, M.A. , Yaroslavl, O. N. C., Kryukov, V.Y., Grizanova, E.V., Mukherjee, K. , Vilcinskas A., Glupov, V.V., Butt, T. 2013. Can Insects Develop Resistance to Insect Pathogenic Fungi? *Plos one*, 8(4): e60248.
- Helle, W. and Sabelis, M. 1985. Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier, Amsterdam, pp 458.
- Hoy, M.A. 2011. Agricultural acarology introduction to integrated mite management. CRC press, Gainesville, pp. 40-410.
- Isman, M.B. 2020. Commercial development of plant essential oils and their constituents as active ingredients in bioinsecticides. *Phytochemistry Reviews*, 19: 235–241.
- Khajehali, J. Nieuwenhuys, P., Demaeght, P., Tirry, L., Van Leeuwen, T. 2011. Acaricide resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from rose greenhouses in the Netherlands. *Pest Management Science*, 67(11): 1424– 1433.
- Khoury, C., Nemer, N. , Guillot, J. 2020. Susceptibility and development of resistance of the mite *Tetranychus urticae* to aerial conidia and blastospores of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Systematic and Applied Acarology*, 25(3): 429- 443.
- Kwon, D.W., Yoon, K.S., Clark, J.M., Lee, S.H. 2010. A point mutation in a glutamate-gated chloride channel confers abamectin resistance in the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Insect Molecular Biology Journal*, 19(4): 583- 91.

- Miegon, A., Nougier, E., Dorkeld F. 2010. Spider mites web: A comprehensive database for the Tetranychidae. Springer, Dordrecht , pp 557-560.
- Piraneo, T.G., Bull, J., Morales, M., Lavine, L., Walsh, D., Zhu, F. 2015. Molecular mechanisms of *Tetranychus urticae* chemical adaptation in hop fields. *Science reports* 5(1): 17090.
- Rath, A.C. 2000. The Use of Entomopathogenic Fungi for Control of Termites. *Biocontrol Science and Technology*, 10: 563- 581.
- Sato, M.E., Silva, M.Z., Raga, A., Filho, M.F.S. 2005. Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, crossresistance and stability of resistance. *Neotropical Entomology* 34(6): 991-998.
- Sevim, A. 2010. Doğu Karadeniz Bölgesi'nden Entomopatojenik fungusların izolasyonu, karakterizasyonu ve virülanslarının belirlenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 154s.
- Stumpf, N. and Nauen, R. 2002. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae*. *Pesticide biochemistry and physiology*, 72(2): 111–121.
- Topakçı, N. ve Keçeçi, M. 2017. Türkiye’de örtüaltında zararlılara karşı biyolojik mücadele uygulamalarının gelişimi: Araştırmadan pratiğe Antalya örneği. *Türkiye Biyolojik Mücadele dergisi*, 8 (2): 161- 174
- Ullaha, M. ve Lim, U. 2017. Laboratory evaluation of the effect of *Beauveria bassiana* on the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 148: 102-109.
- Ulubilir, A. ve Yabaş C. 1996. Pest and beneficial fauna of under cover vegetables and their distribution in the mediterranean region of Türkiye. *Türk. Entomol.Derg.* , 20(3): 217- 228.
- Van Leeuwen, T., Tirry, L., Nauen, R. 2006. Complete maternal inheritance of bifenazate resistance in *Tetranychus urticae* and its implications in mode of action considerations. *Insect Biochem Mol.*, 36(11): 869- 877.
- Van Leeuwen, T., Tirry, L., Yamamoto, A., Nauen, R., Dermauw, W. 2015. The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and update on recent acaricide mode of action research. *Pesticide Biochem. Physiol.* , 121,12-21.
- Xu, L., Zhao, J., Sun, Y., Xu, D., Xu, G., Xu, X., Zhang, Y., Huang, S., Hanb,Z., Gu, Z. 2018. Constitutive overexpression of cytochrome P450 monooxygenase genes contributes to chlorantraniliprole resistance in *Chilo suppressalis*. *Pest Manag. Sci.* 75: 718- 725.
- Yalçın, K. ve Döker, İ. 2018. Acaricide resistance in *Tetranychus urticae* red form (Acari: Tetranychidae) collected from strawberry in southern Turkey: Bioassay and biochemical studies. *Systematic and Applied Acarology*, 23(12): 2279- 2287.

- Yorulmaz Salman, S. ve Kaplan, B. K. 2014. Isparta ili merkez ilçesinde domates seralarından toplanan *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) popülasyonlarının bazı akarisitlere karşı direnç düzeyleri ve detoksifikasyon enzimleri. *Türk. Entomol. Bült.* , 4 (3): 185- 195
- Yorulmaz, S. ve Ay, R.2009. Multiple resistance, detoxifying enzyme activity, and inheritance of abamectin resistance in *Tetranychus urticae*. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33: 393-402
- Zhang, Z. 2003. Mites of green houses: Identification, biology and control. CABI Publishing. CABI, Wallingford, pp 244.
- ZMTT, 2008. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı. Ziraî Mücadele Teknik Talimatları, Cilt III. 268-270 s, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Tuğba ÇEVİK

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2019-2022	Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Antalya
Lisans	Uşak Üniversitesi
2014- 2019	Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitki koruma Bölümü, Uşak