T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

PAMUK BEYAZSİNEĞİ *Bemisia tabaci* (GENN.) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) BİYOTİPLERİNİN CYANTRANILIPROLE'E KARŞI DİRENÇ GELİŞTİRME POTANSİYELLERİNİN BELİRLENMESİ

Isse Hassan ALI

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2022

ANTALYA

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

PAMUK BEYAZSİNEĞİ *Bemisia tabaci* (GENN.) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) BİYOTİPLERİNİN CYANTRANILIPROLE'E KARŞI DİRENÇ GELİŞTİRME POTANSİYELLERİNİN BELİRLENMESİ

Isse Hassan ALI

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PAMUK BEYAZSİNEĞİ *Bemisia tabaci* (GENN.) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) BİYOTİPLERİNİN CYANTRANILIPROLE'E KARŞI DİRENÇ GELİŞTİRME POTANSİYELLERİNİN BELİRLENMESİ

Isse Hassan ALI

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından FYL-2021-5682 nolu proje ile desteklenmiştir.

HAZİRAN 2022

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PAMUK BEYAZSİNEĞİ *Bemisia tabaci* (GENN.) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) BİYOTİPLERİNİN CYANTRANILIPROLE'E KARŞI DİRENÇ GELİŞTİRME POTANSİYELLERİNİN BELİRLENMESİ

Isse Hassan ALI

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 14/06/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğretim Üyesi Utku YÜKSELBABA

Doç. Dr. Fatih DAĞLI

Doç. Dr. Mehmet KEÇECİ

ÖZET

PAMUK BEYAZSİNEĞİ *Bemisia tabaci* (GENN.) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) BİYOTİPLERİNİN CYANTRANILIPROLE'E KARŞI DİRENÇ GELİŞTİRME POTANSİYELLERİNİN BELİRLENMESİ

Isse Hassan ALI

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Utku YÜKSELBABA

Haziran 2022; 41 Sayfa

Dünyada şimdiye kadar Aleyrodidae familyasına bağlı 161 cinse ait 1556 tür tespit edilmiştir. Bu familyaya ait böcekler bitki özsuyunu emmesi, virüs vektörü olması ile bitkileri olumsuz yönde etkilerler. B. tabaci yaygın ürün kaybına neden olan birkaç önemli zararlı böcek türünden biridir. Orta Doğu-Küçük Asya (MEAM1) ve Akdeniz (MED) genetik grupları B. tabaci'nin en yaygın kriptik türleridir. Cyantraniliprole, yeni bir antranilik diamid insektisittir ve bu insektisite karşı direnç birçok önemli zararlıda henüz rapor edilmemiştir. Çalışmada cyantraniliprole'e karşı B. tabaci MED ve MEAM1 genetik gruplarının direnç gelişim potansiyeli incelenmiştir. İlave olarak cyantraniliprole'e karşı seleksiyon sonunda her bir genetik grupda pyriproxyfen, spirotetramat ve acetamiprid etkili maddelerine karşı çapraz direnç gelişimi belirlenmiştir. Bu amaçla çalışma 2021-2022 yıllar arasında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji Anabilim Dalı laboratuvarlarında yürütülmüştür. B. tabaci MED ve MEAM1 genetik gruplarının cyantraniliprole, pyriproxyfen, spirotetramat ve acetamiprid'e karşı başlangıç LC50 değerleri belirlenmiştir. Daha sonra cyantraniliprole'e karşı direnç gelişim potansiyelini belirlemek için her bir genetik grup ayrı ayrı cyantraniliprole ile 6 kez seleksiyona maruz bırakılmıştır. Seleksiyon sonunda selekte edilen popülasyonların cyantraniliprole, pyriproxyfen, spirotetramat ve acetamiprid'e karşı LC50 değerleri tekrar belirlenmiştir. Cyantraniliprole ile altı seleksiyon sonunda, B. tabaci MEAM1 genetik grubu GS500 ve GS250 popülasyonlarında cyantraniliprole'e karşı sırayla 1.7 ve 1.85 kat direnç tespit edilmiştir. MED genetik grubu popülasyonları KS500 ve SS250'de sırasıyla 1.3 ve 1.3 kat direnç gözlemlenmiştir. B. tabaci MED ve MEAM1 genetik gruplarında cyantraniliprole'e karşı çok düşükte olsa bir direnç gözlemlenmiştir fakat bu direnç gelişimi önemsiz olarak tespit edilmiştir. MEAM1 genetik grubunda, pyriproxyfen, spirotetramat ve acetamiprid'e karşı karşı çapraz direnç gelişimi gözlemlenmemiştir. MED genetik grubunda ise pyriproxyfene karşı çapraz direnç gelişimi gözlemlenirken, spirotetramat ve acetamiprid'e karşı çapraz direnç gelişimi gözlemlenmemiştir. Sonuçlarımız, B. tabaci ile mücadelede cyantraniliprole etkili maddeli insektisit formülasyonlarının pyriproxyfen, spirotetramat ve acetamiprid ile rotasyon içinde kullanılabileceğini göstermektedir. Elde edilen verilerin, insektisit direncinin gelecekte izlenmesi ve yönetimi için faydalı bir referans olacağını düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: *Bemisia tabaci*, cyantraniliprole, diamid, direnç, insektisit

JÜRİ: Dr. Öğr. Üyesi Utku YÜKSELBABA

Doç. Dr. Fatih DAĞLI

Doç. Dr. Mehmet KEÇECİ

ABSTRACT

DETERMINATION OF RESISTANCE IMPROVING POTENTIALS OF COTTON WHITEFLY *Bemisia tabaci* (GENN.) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) BIOTYPES AGAINST CYANTRANILIPROLE

Isse Hassan ALI

MSc Thesis in Department of Plant Protection

Supervisor: Assistant Prof. Dr. Utku YÜKSELBABA

June 2022; 41 pages

In the world, 1556 species belonging to 161 genera have been identified in the Aleyrodidae family so far. Insects belonging to this family affect plants negatively by absorbing plant sap and being a virus vector. *B. tabaci* is one of several major insect pests that inflict widespread crop damage. The Middle East-Asia Minor (MEAM1) and Mediterranean (MED) *B. tabaci* genetic groups are the most common cryptic species. Cyantraniliprole is a new anthranilic diamide insecticide and resistance to this insecticide has not yet been reported in many important pests. In this study, the potential for resistance development of *B. tabaci* MED and MEAM1 genetic groups against cyantraniliprole was investigated. In addition, it was aimed to determine the development of cross-resistance of each genetic group against pyriproxyfen, spirotetramat, and acetamiprid insecticides. For this purpose, the study was carried out between the years 2021-2022 at Akdeniz University Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Department of Entomology Laboratories. To determine the resistance development and cross-resistance against cyantraniliprole, the LC_{50} values of *B. tabaci* MED and MEAM1 genetic groups against cyantraniliprole, pyriproxyfen, Spirotetramat, and acetamiprid were calculated separately for each genetic group and then each genetic group was selected six times separately with cyantraniliprole. At the end of the selection, the LC_{50} values of the selected populations against cyantraniliprole, pyriproxyfen, spirotetramate and acetamiprid were determined again. At the end of six selections with cyantraniliprole, 1.7 and 1.85-fold resistance was found in *B. tabaci* MEAM1 genetic group GS500 and GS250 populations, respectively. For the MED genetic group populations KS500 and SS250, a 1.3-fold resistance was found in each population. Although a very low resistance was observed in *B. tabaci* MED and MEAM1 genetic groups against cyantraniliprole, the development of resistance was found to be insignificant. No cross-resistance to pyriproxyfen, spirotetramat and acetamiprid was observed in the MEAM1 genetic group. In the MED genetic group, cross-resistance development was observed against pyriproxyfen, but no cross-resistance development was observed against spirotetramat and acetamiprid. According to our results, it was determined that insecticide formulations with cyantraniliprole active substance can be used in rotation with pyriproxyfen, spirotetramat, and acetamiprid in the control of *B. tabaci*. The obtained data will be a useful reference for future monitoring and management of insecticide resistance.

KEYWORDS: *Bemisia tabaci*, cyantraniliprole, diamide, insecticide, resistance

COMMITTEE: Assistant Prof. Dr. Utku YÜKSELBABA

Associate Prof. Dr. Fatih DAĞLI

Associate Prof. Dr. Mehmet KEÇECİ

ÖNSÖZ

İnsektisit direnci tarımda önemli sorunlardan biridir. Kimyasallar, kolay uygulanabilmesi ve hızlı etkileri nedeniyle zararlılar ile mücadele için çok kullanılmaktadır. Kimyasalların yaygın kullanımı neticesinde *Bemisia tabaci* popülasyonları organofosfatlar, pirethroidler, neonikotinoidler ve karbamatlar gibi insektisitlere ve böcek büyüme düzenleyicilerine karşı direnç geliştirmiştir.

Bu çalışmada, pamuk beyazsineği *B. tabaci* MED ve MEAM1genetik grublarının cyantraniliprole'e karşı direnç geliştirme potansiyellerini belirlenmek için cyantraniliprole ile seleksiyona tabi tutulmuşlardır. Cyantraniliprole ile selekte edilen popülasyonların acetamiprid, pyriproxyfen ve spirotetramata karşı çapraz direnç gelişimi incelenmiştir.

Öncelikle ALLAH'a hamd olsun. Yüksek lisans eğitimimin başlangıcından sonuna kadar her aşamasında desteğini esirgemeyen, tez çalışmasının yürütülmesi ve yazımında bilgi ve deneyimini esirgemeyen değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Utku YÜKSELBABA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım esnasında sağladığı olanaklardan dolayı Akdeniz Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü'ne ve maddi desteklerinden dolayı Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine minnetlerimi sunarım.

Öğrenim boyunca bana destek veren Yurtdışı Türkler ve Akraba Topluluğu Başkanlığı (YTB) teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın yürütülmesinde laboratuvar çalışmaları sırasında bana yardımcı olan laboratuvar arkadaşlarım Yüksek Ziraat mühendisi Mehmet ÖZER, Yüksek Ziraat mühendisi Kübra BİLECEN ve Ziraat mühendisi Ümmühan DAL'a teşekkür ederim.

Son olarak Somali'den Türkiye/Antalya'ya gelmemi teşvik eden, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen beni sevgi ve sabırla destekleyen sevgili annem Rukhiya Abdullahi MAHI ve sevgili halam Mulki Abdulkadir MOHAMED'e teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT iii
ÖNSÖZ v
AKADEMİK BEYAN viii
SİMGELER VE KISALTMALAR ix
ŞEKİLLER DİZİNİ xi
ÇİZELGELER DİZİNİ xii
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK TARAMASI 1
2.1. Çalışmada Kullanılan İnsektisitler 4
2.1.1. Cyantraniliprole 4
2.1.2. Spirotetramat 4
2.1.3. Pyriproxyfen 5
2.1.4. Acetamiprid 5
2.2. Cyantraniliprole ile Yapılan Çalışmalar 6
3. MATERYAL VE METOT 10
3.1. Materyal 10
3.1.1. İnsektisitler 10
3.1.2. Diğer materyaller 11
3.2. Metot 14
3.2.1. Denemelerde kullanılan Pamuk bitkilerinin yetiştirilmesi 14
3.2.2. Denemelerde kullanılan beyazsinek popülasyonları 14
3.2.3. Biyoessey Çalışmaları 16
3.2.4. *Bemisia tabaci* genetik gruplarının cyantraniliprole karşı LC_{50} değerlerlerin belirlenmesi 16
3.2.5. *Bemisia tabaci* genetik gruplarının cyantraniliprole ile seleksiyonu 18
3.2.6. *Bemisia tabaci* genetik gruplarının seleksiyon sonucunda çoklu (çapraz) direnç durumlarının belirlenmesi 19
3.2.6.1. Pyriproxyfen ile biyoessey çalışmaları 19
3.2.6.2. Spirotetramat ile biyoessey çalışmaları 20
3.2.6.3. Acetamiprid ile biyoessey çalışmaları 21
3.2.7. Verilerin Analizi 22
4. BULGULAR 23

4.1. Cyantraniliprole ile Biyoessey Test Sonuçları 23
4.2. Çapraz Direnç Biyoessey Sonuçları 24
4.2.1. Pyriproxyfen ile insektisit biyoessey sonuçları 24
4.2.2. Spirotetramat ile insektisit biyoessey sonuçları 26
4.2.3. Acetamiprid ile insektisit biyoessey sonuçları 27
5. TARTIŞMA 30
6. SONUÇLAR 34
7. KAYNAKLAR 35
ÖZGEÇMİŞ

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum "Pamuk beyazsineği *Bemisia tabaci* (genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biyotiplerinin cyantraniliprole'e karşı direnç geliştirme potansiyellerinin belirlenmesi" adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

14 /06/2022

Isse Hassan ALI

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	: Yüzdesi
°C	: Santigrat derece
Ca^{+}	: Kalsiyum
Cm	: Santimetre
g	: Gram
L	: Litre
mg	: Miligram
ml	: Mililitre

Tezde ondalık ayıraç olarak nokta (.) kullanılmıştır.

Kısaltmalar

A: K	: Aydınlık: Karanlık
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ACC	: Acetyl-CoA Carboxylase
BKÜ	: Bitki Koruma Ürünler
DK	: Direnç gelişim oranı
e.m	: Etken madde
EPA	: Çevreyi Koruma Ajansı
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
JH	: Gençlik hormonu
LC	: Öldürücü konsantrasyon
MEAM1	: Orta Doğu-Küçük Asya 1
MED	: Akdeniz

MtCOI : Mitokondriyal Sitokrom Oksidaz

RyR : Ryanodin reseptör

TD : Tavsiye Doz

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Cyantraniliprole'ün kimyasal yapısı (Food and Agriculture Organization 2014) 4
Şekil 2.2. Spirotetramat'ın kimyasal yapısı (FAO 2014) 5
Şekil 2.3. Pyriproxyfen'in kimyasal yapısı (FAO 2014) 5
Şekil 2.4. Acetamiprid'in kimyasal yapısı (FAO 2014) 6
Şekil 3.1. Cyantraniliprole 10
Şekil 3.2. Pyriproxyfen 10
Şekil 3.3. Spirotetramat 11
Şekil 3.4. Acetamiprid 11
Şekil 3.5. Denemelerde kullanılan Clip Cage kafes 12
Şekil 3.6. Denemelerde *B. tabaci* bireylerinin çekilmesinde kullanılan ağız aspiratörü 12
Şekil 3.7. Stereo mikroskop 12
Şekil 3.8. Pamuk yapraklarını kesmek için kullanılan 3.5cm çapında çelik disk 13
Şekil 3.9. İnsektisit solüsyonunu hazırlamak için kyllanılan pipet pump 13
Şekil 3.10. 100 ml mezur cam 13
Şekil 3.11. İklim odasında pamuk bitkiler yetiştirilmesi 14
Şekil 3.12. Beyazsinek popülasyonlarının çoğaltması 15
Şekil 3.13. Clip-cage kafes içinde beyazsinekler 16
Şekil 3.14. 12cm uzunluğunda kesilmiş pamuk bitki 17
Şekil 3.15. İnsektisitlerin farklı konsantrasyon dozların hazırlanması 17
Şekil 3.16. Cyantraniliprole ile sistemik alım yöntemi 18
Şekil 3.17. Cyantraniliprole ile seleksiyon çalışması 19
Şekil 3.18. Beyazsineklerin farklı dönemlerin sayılması 20
Şekil 3.19. İlaçlanmış yapraklar 21
Şekil 3.20. Petri kaplar içinde ilaçlanmiş yapraklar 21

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışmada cyantraniliprole ile seleksiyon bioesseylerinde kullanılan *Bemisia tabaci* popülasyonları hakkında genel bilgi 15

Çizelge 4.1. *Bemisia tabaci* MEAM1 popülasyonlarının cyantraniliprole ile seleksiyon öncesi ve sonrası lethal konsantrasyon değerleri 23

Çizelge 4.2. *Bemisia tabaci* MED popülasyonlarının cyantraniliprole ile seleksiyon öncesi ve sonrası lethal konsantrasyon değerleri 24

Çizelge 4.3. Cyantraniliprole ile 6 kez selekte edilen *Bemisia tabaci* MEAM1 popülasyonlarının pyriproxyfen'e çapraz direnç durumu 25

Çizelge 4.4. Cyantraniliprole ile 6 kez selekte edilen *Bemisia tabaci* MED popülasyonlarının pyriproxyfen'e çapraz direnç durumu 25

Çizelge 4.5. Cyantraniliprole ile 6 kez selekte edilen *Bemisia tabaci* MEAM1 popülasyonlarının spirotetramat'a çapraz direnç durumu 26

Çizelge 4.6. Cyantraniliprole ile 6 kez selekte edilen *Bemisia tabaci* MED popülasyonlarının spirotetramat'a çapraz direnç durumu 27

Çizelge 4.7. Cyantraniliprole ile 6 kez selekte edilen *Bemisia tabaci* MEAM1 popülasyonlarının acetamiprid'e çapraz direnç durumu 28

Çizelge 4.8. Cyantraniliprole ile 6 kez selekte edilen *Bemisia tabaci* MED popülasyonlarının acetamiprid'e çapraz direnç durumu 28

1. GİRİŞ

Beyazsinekler, Aleyrodidae familyasında yer alan ve tarımsal ürünlerde zararlı olan, küresel ölçekte önemli böcek türleri olarak rapor edilmektedir (Mound ve Halsey 1978; Gerling 1990). Genel olarak dünya çapında 161 cinse ait 1556 beyazsinek türünün olduğu bildirilmiştir (Martin ve Mound 2007; Evans 2008). Bu familyaya ait böcekler bitki özsuyunu emerek, ballı madde salgılayarak fumajine neden olması ve virüs vektörü olmaları ile bitkilere zarar verirler. Pamuk Beyazsineği *Bemisia tabaci*, dünyada en çok zarara neden olan böceklerden biridir. Doğrudan veya viral hastalıkların vektörü olarak 60'tan fazla üründe ciddi ekonomik hasara neden olduğu bildirilmiştir (De Barro vd. 2011). *B. tabaci*, tarımsal üretim sürecinin yaygın bir böcek zararlısı olup, genel olarak dünyada yüksek genetik çeşitlilik ve istilacılık göstermektedir. (De Barro vd. 2011).

Bemisia tabaci'nin Akdeniz MED (Q biyotipi) ve Orta Doğu-Küçük Asya 1 MEAM1 (B biyotipi) genetik grupları en yaygın iki kriptik türlerdir (De Barro vd. 2011). *B. tabaci* MED grubunun, MEAM1'e birçok bölgede hâkim olduğunu ve bazı çalışmalarda, bu hâkimiyette hem doğal hem de çevresel faktörlerin rol oynadığını bildirmişlerdir (Chu vd. 2005). Kuzey ve doğu Çin'in bazı bölgelerinde *B. tabaci* MED genetik grubunun, MEAM1 genetik grubunun yerini aldığı ve hakim biyotip haline geldiği bildirilmiştir (Luo vd. 2010; Wang vd. 2010). Horowitz ve Ishaaya (2014) 2003'ten 2007'ye kadar kuzey İsrail'de MEAM1 genetik grubunun daha yüksek bir oranda bulunduğunu ancak sezon sonunda MED genetik grubunun %60 ila %100 oranında hakim grup olduğunu ve aynı zamanda pyriproxyfen'e karşı yüksek ve neonikotinoid insektisitlere karşı daha düşük dirençli olduğunu bildirmişlerdir. İsrail'in orta kesimlerinde, sezon boyunca *B. tabaci* MED'in hâkim olduğunu ve pyriproxyfen'e karşı yüksek direnç gösterdiğini bildirmişlerdir (Horowitz ve Ishaaya. 2014). Sun vd. (2013) *B. tabaci* MED arazi popülasyonlarının yaygın olarak kullanılan insektisitlere MEAM1'den daha dirençli olduğunu bildirmişlerdir. Samih vd. (2014) *B. tabaci* MED'in, MEAM1'e göre daha kısa yaşam döngüsüne ve daha uzun ergin yaşam süresine sahip olduğunu bildirmişlerdir. *B. tabaci*'de üreme veya beslenme davranışı, insektisit direnci, konukçu bitki tercihleri ve hatta bitki virüsleri ile ilişkileri genetik gruplar ile bağlantılıdır (Xie vd. 2014).

Direnç, bir böcek popülasyonda pestisit uygulanan bireylerin canlı kalabilme gücüne sahip ırklar geliştirmesi şeklinde tanımlanmıştır ve bu durumda genetik bir değişmenin gerçekleştiği belirtilmiştir (Ffrench-Constant ve Roush 1990). Aynı insektisitin ya da aynı etki mekanizmasına sahip insektisitlerin üst üste uygulanması sonucunda böceklerde direnç gelişimi meydana gelmektedir (Ffrench-Constant ve Roush 1990). İnsektisit direnci, eklembacaklıların hedef bölgelerinde olan değişikliklere veya insektisitlerin detoksifikasyonuna dayanan farklı mekanizmaların neden olduğu evrimsel bir genetik fenomendir (Horowitz vd. 2007). İnsektisit direnci, bir insektisit tarafından hedeflenen böcek popülasyonunun o kimyasala karşı duyarlılığın azalmasıyla sonuçlanan adaptasyonudur. İnsektisit direncinin olumsuz etkileri arasında ürün kayıpları, artan üretim maliyetleri, artan çevresel tehlikeler ve sosyo-ekonomik sorunlar yer almaktadır (Kay ve Collins 2011).

İnsektisitler *B. tabaci* ile mücadelede önemli bir rol oynamaktadır ve zararlıyı kontrol etmek için birincil strateji olarak yaygın ve yoğun şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle dünya çapında organofosfatlar, piretroitler ve neonicotinoidler dahil çoğu

insektisit sınıfına karşı zararlıda direnç gelişimi bildirilmiştir (Basit vd. 2013; Dângelo vd. 2018; Roy vd. 2019; Wang vd. 2010). Ek olarak, bu insektisitlerin, eklembacaklılar ve hatta insanlar dahil olmak üzere hedef olmayan organizmalarda nispeten yüksek bir toksisiteye neden olduğu bildirilmiştir (Zeng vd. 2013; Cimino vd. 2016). Bununla birlikte, birçok ülkeden toprakta, suda, havada, tarım ürünlerinde ve hatta insan kanında ve yağ dokusunda pestisitlerin kalıntıları endişe verici şekilde yüksek oranda bildirilmiştir (Alvarez vd. 2017). Sonuç olarak, insektisitlerin yaygın kullanımı, düşük pestisit kalıntılarına sahip tarımsal ürünlerin üretilmesi için uygun bir seçim değildir (Alvarez vd. 2017).

Doğal düşmanları ve hedef olmayan türleri etkilemeden zararlıları etkileyen, insektiside karşı direnç gelişimini önlemek için alternatifler sağlayabilecek, yeni etki mekanizmasına sahip insektisitlerin geliştirilmesi gerekmektedir (Sattelle vd. 2008). Böcek takımları arasındaki farklılıkları nedeniyle, ryanodin reseptörü (RyR), hedef seçici ve düşük memeli toksisitesine sahip yeni insektisitlerin geliştirilmesi için umut verici bir hedeftir (Qi ve Casida 2013; Qi vd. 2014; Casida 2015). Diamid insektisitler, Hücre içinden sarkoplazmik retikuluma Ca^{+} salınımının düzenlenmesini etkiler ve kas kasılmalarına neden olur ve sonuç olarak zararlının felç olmasına neden olan ryanodin reseptörlerinin modülatörleri olarak işlev görürler (Sattelle vd. 2008).

Diamid insektisitler, yaklaşık 13 yıl önce ticari olarak kullanılan en son kimyasal sınıfı temsil etmektedir (Nauen ve Steinbach 2016). Beş diamid insektisit, phthalic diamide, flubendiamide ve Anthranilic diamidler, cholorantraniliprole, cyclaniliprole, tetraniliprole ve cyantraniliprole şimdiye kadar ticarileştirilmiştir. Anthranilic diamidlerin, farklı türlerden çok sayıda zararlı böcek türünü etkili bir şekilde kontrol ettiği bildirilmiştir (Knight ve Flexner 2007; Yeoh ve Lee 2007; Koppenhofer ve Fuzy 2008; Peck vd. 2008; Jacobson ve Kennedy 2011).

Flubendiamid ve chlorantraniliprole gibi ilk diamidler, Lepidopter zararlılar için yüksek seçiciliğe sahip insektisitlerdir (Jeanguenat 2013). Cyantraniliprole'in kontrol spektrumu Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera takımlarını ve diğerlerini içerecek şekilde geniştir (Caballero vd. 2013; Barry vd. 2015). Cyantraniliprole, yeni anthranilik diamid sınıfındaki ikinci ksilem sistemik aktif maddedir (Caballero vd. 2015). Cyantraniliprole'ün geniş kontrol spektrumu, daha önce mevcut olan diamidlere bir alternatif sağlar (Barry vd. 2015). Bu nedenle, Hemipter böcekler bitkilere saldırdığında cyantraniliprole kullanımı daha seçici chlorantraniliprole'ün yerine kullanılabilir (Barry vd. 2015).

Benzersiz etki şekli nedeniyle, cyantraniliprole kullanımının geleneksel insektisitlerde çapraz direnç gelişimine neden olmadığını ve *B. tabaci*'de diğer insektisitlere karşı direncin gelişimini geciktirmek için kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Grávalos vd. 2015). Cyantraniliprole beyazsinekler ve yaprak bitleri gibi sokucu emici olarak bitki özsuyu ile beslenen zararlıları hedefler (Sattelle vd. 2008). Cyantraniliprole'in *Myzus persicae* (Sulzer), *Aphis gossypii* (Glover), *Diaphorina citri (*Kuwayama), *B. tabaci* ve *Bactericera cockerelli* (Šulc) gibi Hemipter böcekler; *Tuta absoluta* (Meyrick), *Spodoptera litura* (Fabricius), *Plutella xylostella* (Linnaeus), *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Delia platura* (Meigen) ve *Ostrinia nubilalis* (Hübner), gibi Lepidopter böcekler; ve *Musca domestica* (Linnaeus) gibi Dipter böceklerin kontrolünde yüksek etkinliğe sahip olduğu bildirilmiştir (Caballero vd. 2015). Ayrıca,

cyantraniliprole, *B. tabaci* erginleri ve larvalarının mücadelesinde kullanılan etkili bir insektisittir ve bu yüzden beyazsineğin bitki virüslerini iletme yeteneğinin zayıflamasında önemli rol oynadığı bildirilmiştir (Lahm vd. 2007; Caballero vd. 2015; Grávalos vd. 2015; Wang vd. 2017; Zheng vd. 2017).

Bemisia tabaci'de cyantraniliprole karşı sahada gelişen direncin kararlılığını, direnç modellerini, kalıtımını ve sinerjisini anlamak, alandaki direncin gelişimini geciktirmek için stratejiler geliştirmek açısından önemlidir. Beyazsineklerde çeşitli insektisitlere karşı direnç mekanizmaları üzerine pek çok çalışma yapılmıştır, ancak cyantraniliprole etkili maddesine karşı dirençle ilgili sınırlı çalışma bulunmaktadır (Wang vd. 2019). Çin'de cyantraniliprole kullanımından kısa bir süre sonra özellikle *B. tabaci'*nin MED genetik grubunda düşük ve orta derecede direnç bildirilmiştir (Yao vd. 2017; Wang vd. 2018). İspanya, İtalya ve Yunanistan gibi Avrupa ülkelerinde cyantraniliprole'e hassasiyette henüz bir değişiklik saptanmamıştır (Gravalos vd. 2015). Cyantraniliprole kullanımı sonucunda diğer insektisit sınıflarına karşı çapraz direnç gelişimi olmaması nedeniyle, zararlıların, kontrolü için yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Cordova 2006). Bununla birlikte, Çin ve Brezilya'daki *P. xylostella* popülasyonlarında cyantraniliprole karşı yüksek düzeyde direnç bildirilmiştir (Liu vd. 2015; Ribeiro vd. 2017). Cyantraniliprole, *B. tabaci*'ye karşı yeni etki biçimlerine sahip yeni bir insektisittir ve direnç gelişimini geciktirmek için birkaç başka insektisit ile rotasyonlu olarak kullanılabilir (Wang vd. 2018).

Pamuk beyazsineği *B. tabaci*'nin MED ve MEAM1 genetik gruplarının insektisitler'e karşı direnç geliştirme potansiyelleri üzerine dünyada ve Türkiye'de yapılan çalışmalar sayıca azdır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda direnç mekanizmasına yönelik bazı araştırmalar yürütülmeye başlanmıştır ancak cyantraniliprole ile ilgili şu ana kadar yapılan çalışmalar sınırlıdır. *B. tabaci*'nin cyantraniliprole karşı direncini anlamak, alandaki direncin evrimini geciktirecek stratejiler geliştirmek için direnç geliştirme potansiyeli üzerine yapılmış olan bu çalışma ile bu konudaki literatüre katkı sağlamak amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada *B. tabaci* 'nin MEAM1 ve MED genetik gruplarının cyantraniliprole'e karşı direnç geliştirme potansiyelleri incelenmiştir. Sistemik alım yöntemi ile *B. tabaci* 'nin MEAM1 ve MED genetik grupları ayrı ayrı cyantraniliprole ile altı kez seleksiyona tabi tutulmuştur. İlave olarak cyantraniliprole karşı seleksiyon sonucunda her bir genetik grubun farklı insektisitlere karşı çoklu direnç gelişimi incelenmiştir. Cyantraniliprole'e karşı *B. tabaci* popülasyonlarında direnç gelişim potansiyelinin ve çoklu direnç gelişiminin belirlenmesi ve *B. tabaci*'de cyantraniliprole karşı direnç yönetim stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlanması hedeflenmektedir.

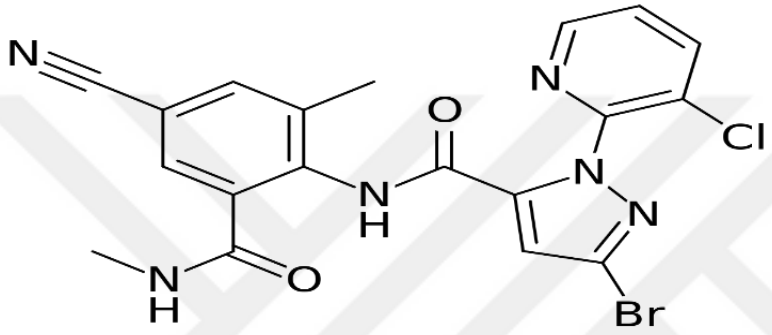
2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Çalışmada Kullanılan İnsektisitler

2.1.1. Cyantraniliprole

Kimyasal adı: 3-Bromo-1-(3-chloro-2-pyridyl)-4′-cyano-2′-methyl-6′-(methylcarbamoyl) pyrazole-5-carboxanilide

Kimyasal formülü: $C_{19}H_{14}BrClN_6O_2$



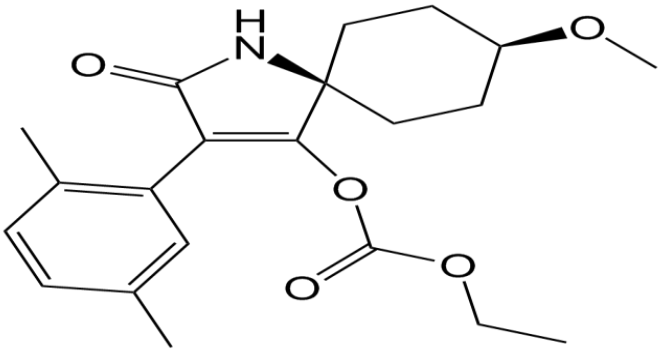
Şekil 2.1. Cyantraniliprole'ün kimyasal yapısı (Food and Agriculture Organization 2014)

Cyantraniliprole, ikinci bir Anthranilic diamid insektisittir (Siddharth ve Lukasz 2013). Anthranilic diamidler, kas fonksiyonunda kritik bir rol oynayan ryanodin reseptörlerini (RyR'ler) aktive etmeyi içeren benzersiz bir etki moduna sahiptir (Lahm vd. 2005; Lahm vd. 2007; Cordova vd. 2006). Bir diamid olarak alışılmadık etki mekanizması nedeniyle, diğer insektisit sınıflarına karşı direnç geliştiren zararlılara karşı etkili bir aktiviteye sahiptir (Tiwari ve Stelinski 2013). Cyantraniliprole, böcek zararlılarının, özellikle de sokucu-ağız yapısına sahip zararlıların kontrolü için yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Cordova 2006).

2.1.2. Spirotetramat

Kimyasal adı: 3-(2,5-dimethylphenyl)-8-methoxy-2-oxo-1-azaspiro [4.5] dec-3-en-4-yl ethyl carbonate.

Kimyasal formülü: $C_{21}H_{27}NO_5$



Şekil 2.2. Spirotetramat'ın kimyasal yapısı (FAO 2014)

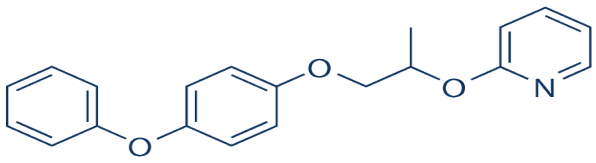
Spirotetramat, bir keto-enol insektisittir (EPA 2007). Spirotetramat, bir Acetyl-CoA Carboxylase (ACC) inhibitörü olarak böceklerde lipit biyosentezini kesintiye uğratarak Afitler, akarlar ve beyazsinekler gibi sokucu emici böceklere karşı etkilidir. Bitkinin yapraklarının üzerine püskürtüldüğünde yaprakların içine nüfuz eden sistemik bir insektisittir (Bruck vd. 2009).

Spirotetramat insanlar üzerinde orta ila düşük toksisiteye sahiptir, gözleri tahriş eder ve potansiyel olarak cildi hassaslaştırır. Fareler üzerinde test edildiğinde kanserojen etki göstermemiştir (EPA 2007).

2.1.3. Pyriproxyfen

Kimyasal adı: 4-phenoxy phenyl (RS)-2-(2-pyridyloxy) propyl ether.

Kimyasal formülü: $C_{20}H_{19}NO_3$



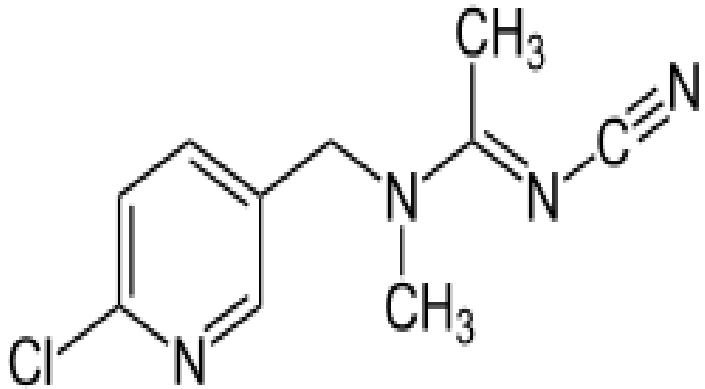
Şekil 2.3. Pyriproxyfen'in kimyasal yapısı (FAO 2014)

Yeni bir juvenil hormon (JH) Anoluğu olan Pyriproxyfen, *B. tabaci* ve sera beyazsineği *T. vaporariorum*'da embriyogenesisin ve ergin gelişiminin güçlü bir baskılayıcısıdır (Ishaaya ve Horowitz 1994). Ayrıca domates, biber, patlıcan, turunçgiller, şeftali, zeytin ve gülde değişik zararlıları kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır (Yücer 2012).

2.1.4. Acetamiprid

Kimyasal adı: (E)-N1-[(6-chloro-3-pyridyl) methyl]-N2-cyano-N1- methylacetamidine

Kimyasal formülü: $C_{10}H_{11}ClN_4$



Şekil 2.4. Acetamiprid'in kimyasal yapısı (FAO 2014)

Acetamiprid, kontak ve sistemik aktiviteye sahip bir neonikotinoid insektisittir. Çeşitli böcekleri kontrol etmek için kullanılır, özellikle hemipter böcekleri, lepidoptera ve coleoptera türlerini de kontrol için kullanılır (EPA 2020). Acetamiprid, üzüm, elma, pamuk, fasulye, soya fasulyesi, mısır, çilek, fındık, sert çekirdekli meyveler ve patates dahil olmak üzere birçok üründe kullanılmak üzere tescil edilmiştir (EPA 2020).

2.2. Cyantraniliprole ile Yapılan Çalışmalar

Gravolos vd. (2015) yeni diamid cyantraniliprole'ün sistemik etkisini selekte edilmiş ve çok dirençli Akdeniz bölgesinden *B. tabaci* Q-biyotipi arazi popülasyonları üzerinde test etmişlerdir. Çalışmalarında test ettikleri *B. tabaci* Q biyotipi popülasyonlarının cyantraniliprole karşı çapraz direnç göstermediğini bildirmişlerdir. Cyantraniliprole karşı 14 tarla popülasyonun larvalarının LC_{50} değerlerinin 0.011 ile 0.116 mg e.m./L arasında olduğunu ve popülasyonlar arasında 10.5 kat doğal bir değişkenlik gözlemlediklerini bildirmişlerdir. 14 tarla popülasyondan 3 popülasyonunun erginlerinin cyantraniliprole karşı LC_{50} değerlerinin 0.060 ile 0.096 mg e.m./L arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Wen vd. (2014) Çin'de *B. tabaci* mücadelesinde kullanılabilecek yeni insektisitler bulmak için, *B. tabaci* B ve Q biyotiplerinin laboratuvar ırklarının ve Q biyotipinin tarla popülasyonlarının yumurta, larva ve erginler, cyantraniliprole, chlorantraniliprole, pyriproxyfen, buprofezin, acetamiprid, ivermectine ve thiamethoxam insektisitlerin duyarlılıklarını araştırmışlardır. *B. tabaci*'nin Lab-Q popülasyonunun yumurta, larvaları ve erginlerinin cyantraniliprole, chlorantraniliprole, pyriproxyfen, buprofezin, acetamiprid ve thiamethoxa'a karşı LC_{50} değerlerinin Lab-B popülasyonundan daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Tüm popülasyonların yumurtalarının ve larvalarının cyantraniliprole karşı oldukça hassas olduğunu ve tüm popülasyonların erginlerinin ivermectine oldukça duyarlı olduğunu saptanmışlardır. Ayrıca *B. tabaci* Q biyotipinin yumurta, larva ve erginlerinin, B biyotipinin test edilen insektisitlere göre genellikle daha dirençli olduğunu belirlemişlerdir. Çin'de arazi koşullarında *B. tabaci* B ve Q biyotipleri'nin mücadelesinin cyantraniliprole, pyriproxyfen ve ivermectin etkili maddeleri ile yapılması gerektiğini önermişlerdir.

Rameshwar vd. (2015) *B. tabaci*'nin bitkide beslenmesinin dolaylı bir değerlendirmesi olarak şekerli madde üretimini ölçerek, ticari olarak kullanılan diafenthiuron, triazophos, acetamiprid ve spiromesifen ile cyantraniliprole'nin *B. tabaci*

erginlerinin beslenmesi üzerindeki etkisini belirlemek için laboratuvar deneyleri yapmışlardır. Cyantraniliprole uygulamasında, test edilen diğer tüm insektisitlerden önemli ölçüde daha yüksek oranda şekerli madde üretiminin azalması gözlemlemişler ve ayrıca cyantraniliprole'in diğer tüm insektisitlerden daha yüksek ergin ölüm oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Wang vd. (2017) altı Neonikotinoid (acetamiprid, imidacloprid, clothianidin, thiamethoxam, dinotefuran ve nitenpyram) insektisitler ve iki Anthranilic diamid insektisitin (cyantraniliprole ve chlorantraniliprole) *B. tabaci* Q biyotip popülasyonu üzerindeki öldürücü etkilerini incelenmiştir. Cyantraniliprole'in Q biyotipin fizyolojisi ve davranışı üzerindeki ölümcül olmayan etkileri de değerlendirilmiştir. *B. tabaci* Q biyotipin için test edilen sekiz insektisit arasında cyantraniliprole'ün 2.05 mg e.m./L'lik bir LC_{50} değeri ile en fazla toksik etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Cyantraniliprole'nin ergin *B. tabaci* Q biyotipine ölümcül olmayan etkileri LC_{10} 0.22 mg e.m./L ve LC_{25} 0.630 mg e.m./L değerlerinde gözlemlemişlerdir. Cyantraniliprole'ün bu değerlerinde beyazsinek larvalarının gelişim süresi uzamış ve larva evrelerinin, psödopupaların ve erginlerin hayatta kalma oranı azaldığını bildirilmişlerdir. Dişilerin yumurtlama süresi ve doğurganlığının da önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. LC_{10} ve LC_{25} konsantrasyonlarına maruz kalan dişiler tarafından bırakılan yumurtaların açılma oranı da azalmıştır. Cyantraniliprole'in Çin'deki *B. tabaci* Q biyotipin mücadelesinde alternatif bir insektisit olabileceğini bildirmişlerdir.

Huixin vd. (2016) Çin'de *B. tabaci* B biyotipinin Q biyotipine oranının değişmeye devam edip etmediğini belirlemek için, 2013 yılında 96 *B. tabaci* popülasyonu ve 2014 yılında 93 popülasyon Çin'deki 22 ilde farklı konukçu bitkilerden toplamışlardır. Aynı zamanda çalışmalarında *B. tabaci* Q biyotipinin abamectin, thiamethoxam, cyantraniliprole ve pyriproxyfen insektisitlerine karşı direnç düzeyini araştırmışlardır. *B. tabaci* Q biyotipinin, 2013 ve 2014 yıllarında Çin genelinde B biyotipinden daha fazla oranda olduğunu, 2013'teki örneklerin %82'sini ve 2014'teki örneklerin %88'ini oluşturduğunu bildirmişlerdir. Abamektine karşı popülasyonların LC_{50} değerlerinin 2013 ve 2014 yıllarında <0,2mg / L değerleri ile *B. tabaci* erginleri için oldukça toksik olduğunu bildirmişlerdir. Thiamethoxam'ın 2014 yılında> 500mg e.m./ L LC_{50} değerleri ile HN ve HB popülasyonlarına daha düşük toksisite gösterdiğini belirtmişlerdir. Cyantraniliprole'ün *B. tabaci*'nin ergin öncesi evreleri için oldukça toksik kalmasına rağmen, direnç oranı (hassas Lab-Q ırklarına göre) yumurtalar için 2013'ten 2014'e kadar 27.80-kat ve larvalar için 35.79-kat yükseldiğini belirlemişlerdir. *B. tabaci* Q biyotipinin Çin'de hakimiyetini sürdürdüğünü belirtmişlerdir. Laboratuvar biyoesseylarine göre 2014 yılı itibariyle, abamektin, cyantraniliprole ve pyriproxyfen'in, *B. tabacı* ya karşı hala etkili olduğunu, ancak bazı bölgelerde cyantraniliprole ve pyriproxyfene karşı orta düzeyde direnç olduğunu bildirmişlerdir.

Cameron vd. (2016) çalışmalarında *B. tabaci*'nin beslemesini değerlendirmek ve sistemik olarak uygulanan insektisitlerin zararlının beslenmesi üzerindeki etkisini belirlemek için floresan boyama yöntemini kullanmışlardır. Cyantraniliprole ve Imidacloprid'in *B. tabaci*'nin beslemesinde hızlı bir azalma sağladığını bulmuşlardır. Cyantraniliprole ve imidacloprid sistemik bir uygulama ile muamele edilen bitkiler üzerinde 24 saat sonra canlı kalarak beslenmeye devam eden beyazsinek laravalarının oranını sırasıyla %19 ve %33 olarak belirlemişlerdir. Her iki insektisitin de zararlının beslemesinde iyi bir azalmaya neden olduğunu ve farklı etki mekanizmalarına sahip

olduklarından, neonikotinoid insektisitlere direnç olmayan alanlarda *B. tabaci* ile mücadele de rotasyon içinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Chen vd. (2018) Çin'de yaygın olarak kullanılan yedi insektisit ivermectin, cyantraniliprole, sulfoxaflor, spirotetramat, flonicamid, acetamiprid ve thiamethoxam'ın *B. tabaci* MED grupunun dört tarla popülasyonunda toksisitesini incelemişlerdir. Cyantraniliprole'ün beyazsineğin yumurta, larva ve ergin evrelerinin tümünde yüksek toksisiteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Sonuçlarına göre, insektisitlerin LC_{95} değerlerinin insektisitlerin tavsiye dozlarından daha yüksek olduğu bazı popülasyonlar ile, insektisitlere karşı sahada gelişen direnci gösterdiğini belirtmişlerdir.

Wang vd. (2018) Çin'de dokuz bölgeden *B. tabaci*'nin 18 tarla popülasyonunda cyantraniliprole karşı direnç seviyelerini belirlemek için, iki yıl boyunca biyoesseyler gerçekleştirmişlerdir. MED duyarlı popülasyonunun LC_{50} değeri ile karşılaştırıldığında, tüm tarla popülasyonlarının cyantraniliprole'e karşı önemli ölçüde yüksek dirence sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Hopkinson ve Pumpa (2019) spirotetramat, cyantraniliprole ve dinotefuran'ın doğu Avustralya'daki *B. tabaci* MEAM1 popülasyonlarına karşı toksisitesini laboratuvar biyoesseyleri ile belirlemişlerdir. Test edilen tüm popülasyonların spirotetramat, cyantraniliprole ve dinotefuran'a duyarlı olduğunu bildirmişlerdir. LC_{50} değerlerine göre, arazi popülasyonlarının spirotetramat'a hassasiyetinde 2.1 kat, cyantraniliprole hassasiyetinde 3 kat fark gözlemlemişlerdir. Dinotefuran hassasiyetinde yaprak daldırma ve sistemik alım yöntemleriyle sırasıyla 1.8 ve 2.6-kat azalma gözlemlemişlerdir. Ayrıca spirotetramat ve cyantraniliprole'in pyriproxyfene karşı çapraz direnç göstermediğini bildirmişlerdir. Dinotefuran'a karşı test edildiğinde, pyriproxyfen'in zayıf çapraz direnç gösterdiğini saptamışlardır.

Wang vd. (2019) Çin'in Shanxi Eyaletinden toplanan *B. tabaci* popülasyonlarının cyantraniliprole karşı hassasiyet düzeylerini belirlemişlerdir. Aynı zamanda cyantraniliprole ile seleksiyon sonunda cyantraniliprole karşı direnç ve çapraz direnç gelişim potansiyelini belirlemişlerdir. Araziden toplanan popülasyonun cyantraniliprole karşı duyarlı popülasyondan 26.4 kat daha dirençli olduğunu belirlemişlerdir. Seleksiyon yokluğunda cyantraniliprole direncinde keskin bir düşüş olduğunu bildirmişlerdir. Cyantraniliprole ile art arda selekte edilmiş popülasyonda cyantraniliprole karşı 138,4 kat yüksek direnç gelişimi gözlemlemişlerdir. Ayrıca, duyarlı popülasyonunun abamektin, imidacloprid, thiamethoxam, sulfoxaflor veya bifenthrine karşı çapraz direnç göstermediğini gözlemlemişlerdir.

Wang vd. (2020) Çin'de *B. tabaci*'nin beş tarla popülasyonunda abamektin, cyantraniliprole, pymetrozine, imidacloprid, chlorpyrifos ve bifenthrin dahil olmak üzere altı insektisite karşı duyarlılık düzeylerini araştırmışlardır. *B. tabaci* popülasyonlarında, her bir kimyasal maddeye karşı çeşitli direnç seviyeleri gözlemlemişlerdir. Ayrıca, para tip voltaj sodyum kanalı mutasyonları L925I ve T929V ve asetilkolinesteraz ace1 mutasyonu F331W'i araştırmışlardır. Test edilen tüm popülasyonların, sırayla cyantraniliprole ve imidakloprid'e karşı 11.211 ila 41.273 kat ve 4.23 ila 33.961 kat direnç oraniyle düşük ila orta derecede direnç gösterdiğini bildirmişlerdir. Abamectin ve pymetrozine için, tüm popülasyonları hiç direnç veya düşük düzeyde direnç gösterdiğini ve tüm popülasyonlardaki direnç oranları 10-kattan daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Bifenthrin ve chlorpyrifos testlerinde yüksek direnç tespit etmişler ve bu insektisitlerin *B. tabaci*'yi kontrol etme şansı düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Lei vd. (2020) çalışmalarında 2018 ve 2019 yılları arasında Çin'de 18 *B. tabaci* popülasyonlarının cyclaniliprole, cyantraniliprole, sulfoxaflor, flupyradifurone, bifenthrin ve imidacloprid dahil olmak üzere altı insektisitlere karşı direnç seviyelerini belirlemişlerdir. *B. tabaci* tarla popülasyonlarının cyclaniliprole karşı 3,4-21,2mg e.m./ L arasında değişen LC_{50} değerleri ile cyclaniliprole'ün en toksik insektisit olduğunu bildirmişlerdir. Diğer üç insektisit cyantraniliprole, sulfoxaflor, ve flupyradifurone de test edilen popülasyonlara karşı yüksek toksisite sergilediğini bildirmişlerdir. Test edilen popülasyonların bifenthrin ve imidacloprid'e karşı, sırasıyla 16.9 ile 296.6mg e.m./L arasında ve 33.1 ile 397 arasında değişen LC_{50} değerleri ile düşük toksisiteye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Tanner vd. (2020) çalışmalarında farklı biyoessey yöntemleri ile ABD, Georgia ve Florida'dan iki *B. tabaci* popülasyonunu, imidacloprid, dinotefuran, flupiradifuron, pyriproxyfen ve cyantraniliprole tepkileri açısından test etmişlerdir. Yaprak daldırma ve sistemik alım biyoesseyleri ile, yeni tüp yöntemi, kap yöntemi, petri kabı yöntemi ve bir clip cage yöntemi ile kullanmışlardır. Cyantraniliprole, dinotefuran ve flupyradifurone etkili maddelerinde en yüksek ergin beyazsinek ölümleri gözlemlemişlerdir. Test edilen her iki popülasyon için insektisit ve biyoessey yöntemleri arasında ergin ölüm yüzdesine göre önemli etkileşimler olduğunu bildirmişlerdir. Doz ölüm yanıtı açısından clip cage yönteminin daha duyarlı olup ve bunu kap ve tüp yöntemlerinin izlediğini bildirmişlerdir. Petri kab yöntemi, insektisit dozuna en az yanıt veren yöntem olduğunu belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. İnsektisitler

Çalışmada *B. tabaci*'nin kimyasal mücadelesinde ruhsatlı olarak kullanılan diamide cyantraniliprole CIRCADEN DuPont ™ 200 g/litre, tetramic acid Spirotetramat Bayer MOVENTO 100 g/litre, neonicotinoid acetamiprid MOSPİLAN sumi agro %20 ve böcek büyüme düzenleyicisi pyriproxyfen ADMIRALsumitomo 50 g/litre insektisitler kullanılmıştır. Ticari olarak satılan insektisit formülasyonları denemelerde kullanılmıştır.



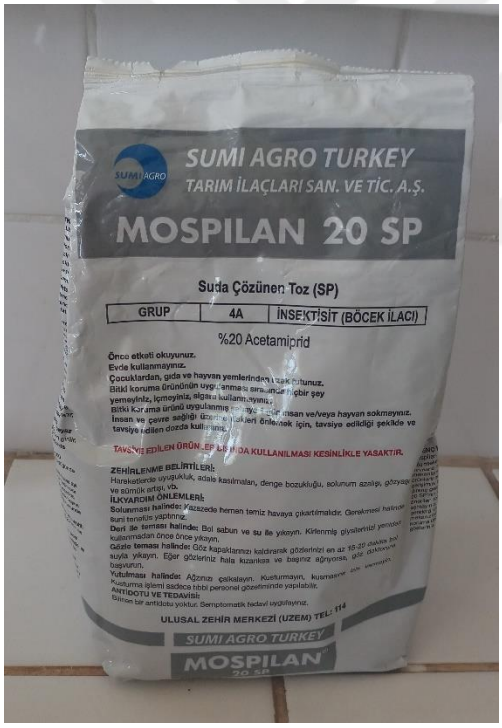
Şekil 3.1. Cyantraniliprole



Şekil 3.2. Pyriproxyfen



Şekil 3.3. Spirotetramat



Şekil 3.4. Acetamiprid

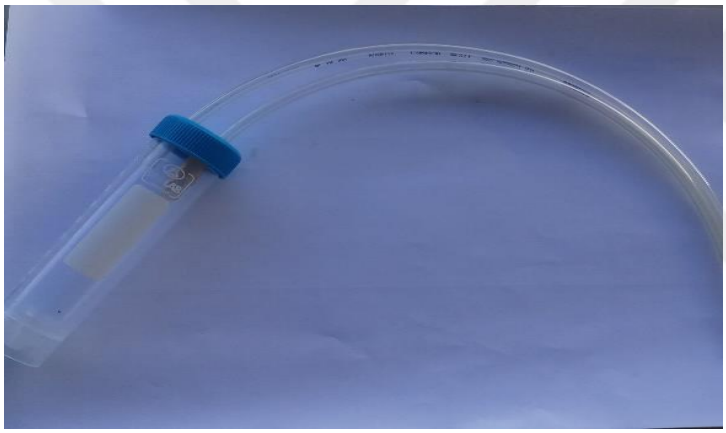
3.1.2. Diğer materyaller

Pamuk bitkilerinin yetiştirilmesi için 180 ml'lik plastik bardaklar, pamuk tohumlarının çimlendirilmesi için torf, *B. tabaci* popülasyonlarının yetiştirilmesi için 10 lt'lik plastik bidonlar kullanılmıştır. Denemelerin kurulması için "Clip Cage" olarak adlandırılan küçük kafesler ve ağız aspiratörü, yaprakların kesilmesi için 3.5 cm çapında çelik disk kullanılmıştır. *B. tabaci*'nin farklı evrelerin sayılması için stereo mikroskop,

insektisitlerin farklı dilusyonlarının hazırlanması için pi-pump ve 100 ml'lik mezur cam, tez çalışmasında kullanılan materyallerdir.



Şekil 3.5. Denemelerde kullanılan Clip Cage kafes



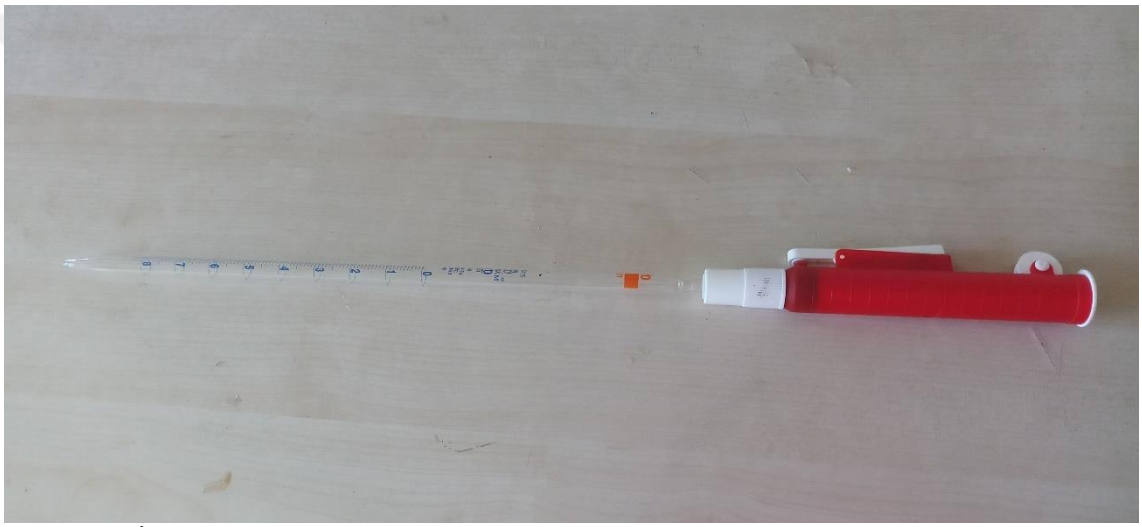
Şekil 3.6. Denemelerde *B. tabaci* bireylerinin çekilmesinde kullanılan ağız aspiratörü



Şekil 3.7. Stereo mikroskop



Şekil 3.8. Pamuk yapraklarını kesmek için kullanılan 3.5 cm çapında çelik disk



Şekil 3.9. İnsektisit solüsyonunu hazırlamak için kullanılan pipet pompası



Şekil 3.10. 100 ml mezur cam

3.2. Metot

3.2.1. Denemelerde kullanılan pamuk bitkilerinin yetiştirilmesi

İnsektisit biyoesseylerinin yürütülmesinde ve beyazsinek popülasyonlarının yetiştirilmesinde konukçu bitki olarak pamuk bitkisi kullanılmıştır. Pamuk tohumları(çiğit) 180 ml'lik plastik bardaklar içinde bulunan torf – perlit karışımına ekilmiştir. Ekilen çiğitler ve pamuk bitkileri iklim odalarında 26 ± 1 ºC sıcaklık, %60 ± 10 oransal nem, 2400 lüks ışık yoğunluğu ve 16:8 (A: K) saatlik ışıklanma periyodunda herhangi bir insektisit uygulaması olmadan denemelerde kullanılmak üzere yetiştirilmiştir. Beyazsineklerin çoğaltılmasında ve insektisit biyoesseylerinde 25-30 günlük pamuk bitkileri kullanılmıştır (şekil 3.11).



Şekil 3.11. İklim odasında pamuk bitkiler yetiştirilmesi

3.2.2. Denemelerde kullanılan beyazsinek popülasyonları

Çalışmada Antalya'nın Gaziler, Serik ve Kumluca ilçelerinden 2019 yılında toplanmış ve genetik grupları Mitokondriyal sitokrom oksidaz I (mtCOI) bölgesinin sekans dizi bilgilerine göre belirlenmiş *B. tabaci* MED ve MEAM1 popülasyonları kullanılmıştır. Popülasyonlar iklim odalarında 26 ± 1ºC sıcaklık, %60 ± 10 oransal nem, 2400 lüks ışık yoğunluğu ve 16:8 (A: K) saatlik ışıklanma periyodunda herhangi bir insektisit uygulaması olmadan denemelerde kullanılmak üzere pamuk bitkiler üzerinde çoğaltılmıştır (Şekil 3.12). Yetiştirilen beyazsinek popülasyonları ana stok olarak isimlendirilmiş ve seleksiyon çalışmalarından önce lethal konsantrasyon değerleri belirlenmiş ve seleksiyon biyoesseylerinde kullanılmıştır

Çizelge 3.1. Çalışmada cyantraniliprole ile seleksiyon bioesseylerinde kullanılan *Bemisia tabaci* popülasyonları hakkında genel bilgi

Popülasyon adı	Popülasyon kodu	Kullanılan insektisit dozu (mg a.i./l)	Seleksiyon sayısı	Genetik grup
Gaziler ana stok	GANS	-	-	MEAM1 (B)
Gaziler seleksiyon TD/500	GS500	0.02	6	MEAM1 (B)
Gaziler seleksiyon TD/250	GS250	0.04	6	MEAM1 (B)
Kumluca ana stok	KANS	-	-	MED (Q)
Kumluca seleksiyon TD/500	KS500	0.02	6	MED (Q)
Serik ana stok	SANS	-	-	MED (Q)
Serik seleksiyon TD/250	SS250	0.04	6	MED (Q)



Şekil 3.12. Beyazsinek popülasyonlarının çoğaltması

3.2.3. Biyoessey Çalışmaları

Denemelerde öncelikle MED ve MEAM1 anastok popülasyonlarının cyantraniliprole, pyriproxyfen, acetamiprid ve spirotetramat etkili maddelerine karşı LC değerleri belirlenmiştir. LC değerleri belirlendikten sonra her bir genetik grup ayrı ayrı cyantraniliprole'ün 0.02 mg e.m/L (TD/250) ve 0.04 mg e.m/L (TD/500) dozları ile 6 kez seleksiyona tabi tutulmuştur. Cyantraniliprole ile 6 kez seleksiyon sonunda selekte edilen popülasyonlarının cyantraniliprole, pyriproxyfen, acetamiprid ve spirotetramat etkili maddelerine karşı LC değerleri tekrar belirlenmiştir.

3.2.4. *Bemisia tabaci* genetik gruplarının cyantraniliprole karşı LC_{50} değerlerlerin belirlenmesi

Cyantraniliprole etkili maddesine karşı popülasyonların LC_{50} düzeyleri sistemik alım (up-take) yöntemine göre belirlenmiştir. Li vd (2012) ye göre en az 15 birey olacak şekilde *B. tabaci* erginleri karışık olarak popülasyondan ağız aspiratörü yardımı ile "Clip Cage" olarak adlandırılan küçük kafeslere konulmuş ve 24 saat yumurtlamaları sağlanmıştır (şekil 3.13).

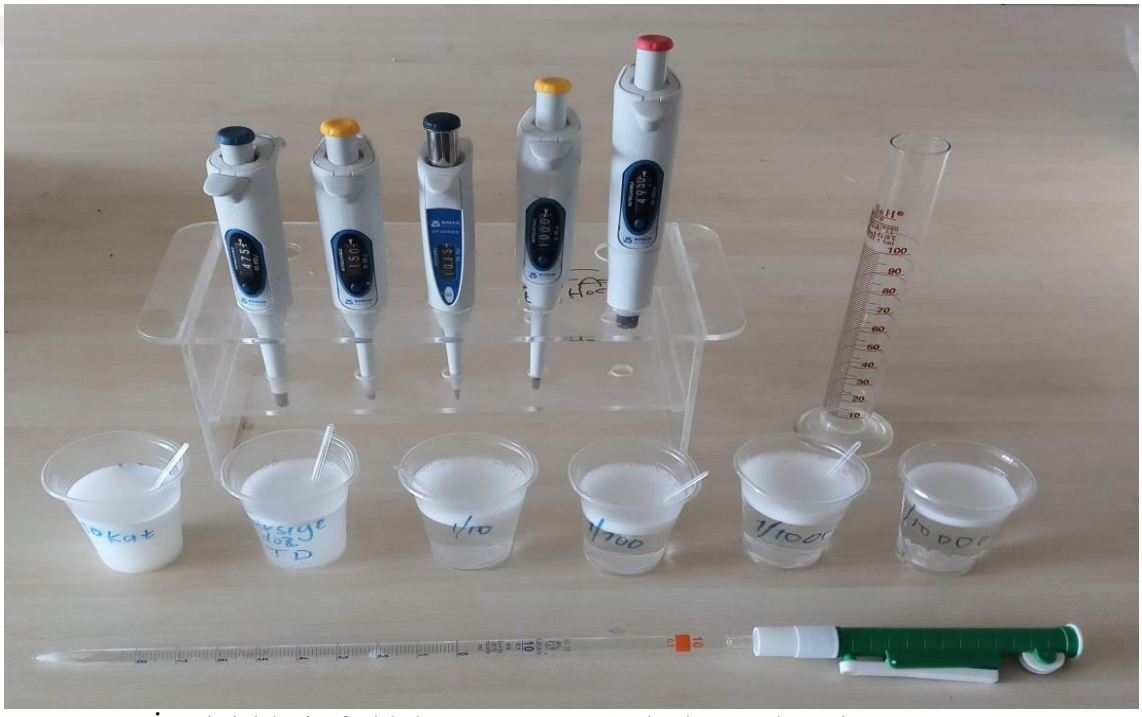


Şekil 3.13. Clip-cage kafes içinde beyazsinekler

24 saat sonunda ergin bireyler uzaklaştırılarak yapraklarda bulunan beyazsinek yumurtaları sayılmış ve not edilmiştir. Üzerinde beyazsinek yumurtası bulunan sürgünler temiz bir makas yardımı ile yapraktan itibaren yaklaşık 12cm uzunluğunda kesilerek (şekil 3.14) içerisinde farklı 10, 1, 0.4, 0.2, 0.1 ve 0.01 mg e.m./L konsantrasyonlarda hazırlanmış 20ml insektisit solüsyonu + Triton X-100 içeren ve kontrol olarak su + Triton X-100 içeren tüplere yerleştirilmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.14. 12cm uzunluğunda kesilmiş pamuk bitki



Şekil 3.15. İnsektisitlerin farklı konsantrasyonda dozlarının hazırlanması



Şekil 3.16. Cyantraniliprole ile sistemik alım yöntemi

Daha sonra bu tüpler iklimlendirme odalarında 26 ± 1ºC sıcaklık, %60 ± 10 oransal nem ve 16:8 (A: K) saatlik ışıklanma periyodunda 12 gün bekletilmiştir (Li vd 2012). Yapraklar uygulama yapıldıktan 12 gün sonra stereo mikroskop altında sayılmış ve en az 2'nci larva dönemine gelişim göstermiş larvalar canlı olarak sayılmış, kurumuş haldeki larvalar ve gelişim göstermeyip 1. dönem larva olarak kalanlar etkilenmiş olarak kabul edilmiş ve ölü sayılmışlardır. Toplam yumurta sayısından canlı kalan larva sayısı çıkartılarak ölüm oranı belirlenmiştir. Her bir doz en az 4 tekerrür olarak yürütülmüştür.

3.2.5. *Bemisia tabaci* genetik gruplarının cyantraniliprole ile seleksiyonu

Popülasyonların cyantraniliprole ile seleksiyonu bölüm 3.2.4'te belirtildiği şekilde yürütülmüştür. MED ve MEAM1 gruplarının lethal konsantrasyon değerleri belirlendikten sonra her bir genetik grup 0.04 mg e.m./L (TD/500) ve 0.02 mg e.m./L (TD/250) dozları ile ayrı ayrı olmak üzere seleksiyona tabi tutulmuştur. Her bir seleksiyon sonunda canlı kalan bireyler çoğaltılmak üzere ve sonraki seleksiyon denemelerinde kullanılmak üzere yeni kafeslere aktarılmıştır. Bu kafeslerde beyazsinek popülasyonlarının yeteri kadar çoğalması beklenmiş ve en erken 2. generasyonda yeniden seleksiyona tabi tutulmuşlardır. Her bir seleksiyon en az 10 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Bu şekilde her bir seleksiyon her bir grup için ayrı ayrı olamak üzere 6 kez yapılmıştır. Her bir seleksiyon ayrı ayrı en az 1000 yumurta kullanılarak yürütülmüştür.



Şekil 3.17. Cyantraniliprole ile seleksiyon çalışması

3.2.6. *Bemisia tabaci* genetik gruplarının seleksiyon sonucunda çapraz direnç durumlarının belirlenmesi

Cyantraniliprole ile seleksiyon çalışmaları sonucunda popülasyonların spirotetramat, acetamiprid ve pyriproxyfen etkili maddelerine karşı çoklu direnç durumları belirlenmiştir. Popülasyonların seleksiyon çalışmaları öncesinde ve seleksiyon sonunda her bir insektisite karşı LC_{50} değerleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Popülasyonların seleksiyon sonundaki LC_{50} değerinin ilk LC_{50} değerine bölünmesi ile direnç katları belirlenmiştir. LC_{50} değerlerinin güven aralıkları kıyaslanarak bu değerlerin örtüşme durumuna göre direnç gelişimi ya da azalımı olup olmadığı belirlenmiştir.

3.2.6.1. Pyriproxyfen ile biyoessey çalışmaları

Popülasyonların priproxyfen'e karşı LC_{50} seviyeleri Li vd. (2003)'e göre yaprak daldırma yöntemi ile *B. tabaci* yumurtalarına uygulanarak belirlenmiştir. Pyriproxyfen'in yumurta açılımına etkisini belirlemek üzere en az 15 *B. tabaci* ergini karışık şekilde popülasyondan ağız aspiratörü yardımı ile toplanarak "Clip Cage" kafeslere aktarılmıştır. Kafesler pamuk yapraklarının alt yüzeylerine toka yardımı ile tutturularak 24 saat boyunca beyazsineklerin yumurtlamaları için 26 ± 1 °C sıcaklık, %60 ± 10 oransal nem, 2400 lüks ışık yoğunluğu ve 16:8 (A: K) koşullarında iklim odalarında bekletilmiştir (Şekil 3.13). 24 saat sonunda *B. tabaci* erginleri uzaklaştırılmış ve yapraklar üzerindeki *B. tabaci* yumurtaları stereo mikroskop altında sayılarak not edilmiştir. Üzerinde beyazsinek yumurtası bulunan yapraklar 5000, 500, 50, 5, 0.5, 0.05 ve 0.005 mg e.m./ L konsantrasyonlarında hazırlanmış 100ml insektisit solüsyonu + Triton X-100 içeren ve kontrol olarak su + Triton X-100 içeren 100 ml hacimdeki solüsyonlara 10 saniye süreyle daldırılmıştır. Bu bitkiler iklim odasında 12 gün bekletilmiştir (Li vd. 2003). 12 gün sonunda stereo mikroskop altında yapraklar kontrol edilmiş ve yapraklardaki canlı larva dönemleri sayılmıştır. Başlangıçtaki toplam yumurta sayısından canlı larva sayıları çıkarılarak yumurtaların açılma oranları hesaplanmıştır. Pyriproxyfen ile insektisit biyoesseyleri en az 4 tekerrür olarak yürütülmüştür.

3.2.6.2. Spirotetramat ile biyoessay çalışmaları

Popülasyonların spirotetramat'a karşı LC_{50} seviyeleri Bielza vd. (2019)'e göre yaprak daldırma yöntemi ile *B. tabaci*'nin 2. larva dönemine uygulanarak belirlenmiştir. Yaklaşık 25 *B. tabaci* ergin bireyi karışık olarak ağız aspiratörü ile popülasyondan alınmış ve Clip Cage kafeslerin içine aktarılmıştır. Kafesler pamuk yapraklarının alt yüzeylerine toka yardımı ile tutturulmuştur (şekil 3.13). Beyazsineklerin 24 saat süresince yumurtlamaları sağlanmış ve 24 saat sonunda *B. tabaci* erginleri uzaklaştırılmıştır. Pamuk bitkileri yumurtaların açılıp beyazsinek larvalarının 2.döneme gelişimine izin vermek için 26 ± 1 °C, %60±10 nem ve 16:8-saat (A: K) foto periyodu olan iklim odasında 10 gün bekletilmiştir (Bielza vd. 2019). 10 gün sonra, stereo mikroskop altında, böcek iğnesi yardımı ile 2. dönemden farklı larva dönemleri uzaklaştırılmış ve yaprakların üzerinde bulunan *B. tabaci* 2. dönem larvaları sayılarak not edilmiştir. Üzerinde *B. tabaci*'nin 2. larva dönemleri bulunan pamuk yaprakları farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış 1000, 100, 10, 1, 0.1 ve 0.01mg e.m./ L + Triton X-100 içeren 100ml'lik hacimdeki insektisit solüsyonlarına ve kontrol olarak su + Triton X-100'e 10 saniye süreyle daldırılmıştır. Uygulama yapılan bitkiler iklimlendirme odalarında 6 gün bekletilmiştir. 6 gün bitiminde, yapraklar stereo mikroskop altında kontrol edilmiş ve yapraklarda bulunan 2. Dönemden sonraki dönemlere gelişim göstermiş larvalar canlı olarak sayılmıştır, kurumuş ve gelişmeyip 2. dönemde kalan larvalar ise etkilenmiş olarak kabul edilmiş ve ölü sayılmıştır. Larvaların ölüm oranları, başlangıçtaki toplam 2. dönem larva sayısından canlı larvalar çıkarılarak hesaplanmıştır. Her doz en az 4 tekerrür olarak uygulanmıştır.



Şekil 3.18. Beyazsineklerin farklı dönemlerin sayılması

3.2.6.3. Acetamiprid ile biyoessey çalışmaları

Acetamiprid etkili maddesine karşı popülasyonların LC_{50} seviyeleri Elbert ve Nauen (2000) tarafından belirtilen yaprak daldırma yöntemi ile belirlenmiştir. Pamuk yaprakları disk yardımı ile 3.5 cm çapında kesilmiş ve bu yapraklar 6, 0.6, 0.3, 0.06, 0.006, 0.0006 mg e.m./L konsantrasyonlarında hazırlanmış insektisit solüsyonu + Triton X-100 ve kontrol için Triton X-100 + suya 5 saniye süre ile daldırılmıştır. Yapraklar nemli peçete üzerinde yaklaşık 2 saat kuruyuncaya kadar bekletilmiştir (Şekil 3.19). Yapraklar kuruduktan sonra içinde %1.5'lik agar olan petri kaplarına alt yüzeyi üste gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Hazırlanan disklere *B. tabaci* erginleri yetiştirme kaplarındaki pamuk bitkilerinden silkelenerek aktarılmış ve petri kaplarının üzeri beyazsineklerin kaçmasının önlenmesi ve hava alması için tül ile örtülmüştür. Yaprak diskleri 72 saat iklimlendirme odalarında bekletildikten sonra stereo mikroskop altında sayılmış ve *B. tabaci* erginlerinin ölüm oranları belirlenmiştir. Fırçayla dokunulduğunda hareket edemeyen ve hareket sinyali görülmeyen bireyler ölü olarak sayılmıştır. Toplam ergin sayısından canlı kalan ergin sayısı çıkarılarak ölüm oranları hesaplanmıştır. Her doz en az 6 tekerrür olarak uygulanmıştır.



Şekil 3.19. İlaçlanmış yapraklar



Şekil 3.20. Petri kaplar içinde ilaçlanmış yapraklar

3.2.7. Verilerin Analizi

İnsektisit biyoesseyleri sonucunda popülasyonların LC_{50} ve LC_{90} değerleri ile bunlara ait %95 güven aralıkları POLO-PC (Leora Software 2008) kullanılarak probit analizi ile hesaplanmıştır. Popülasyonların herbirinin LC_{50} değerlerinin %95 güven aralıklarında üst üste binme (Overlap) olmadığında popülasyonlar önemli ölçüde farklı kabul edilmiştir. Ölüm oranları kontrol sonuçlarına göre gerekli olduğu durumlarda Abbott formülü (Abbott 1925) kullanarak düzeltmiştir. Seleksiyonlar sonucunda biyotiplerin LC_{50} değerleri tekrar belirlenmiştir ve ilk LC_{50} değerleri ile kıyaslanarak direnç geliştirip geliştirmediği ve direnç geliştirme oranları belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmada, pamuk beyazsineği *B. tabaci* 'nin MED ve MEAM1 genetik gruplarının cyantraniliprole'e karşı direnç geliştirme potansiyelleri sistemik alım yöntemi ile belirlenmiştir. Popülasyonların cyantraniliprole ile seleksiyon çalışmaları sonunda pyriproxyfen, spirotetramat ve acetamiprid'e karşı hassiyet düzeylerindeki değişim belirlenmiştir.

4.1. Cyantraniliprole ile Biyoessey Test Sonuçları

Cyantraniliprole'ün *B. tabaci*'nin birinci larva dönemine etkisi sistemik alım yöntemi ile belirlenmiştir. *Bemisia tabaci* MEAM1 popülasyonunun cyantraniliprole ile seleksiyon çalışmaları öncesinde popülasyonun LC_{50} düzeyi belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Çizelge 4.1 incelendiğinde yapılan altı seleksiyon sonunda GS500 ve GS250 popülasyonlarının LC_{50} düzeylerinde GANS'e göre düşük düzeyde bir artış gözlemlenmiştir. GS500 popülasyonunun seleksiyon sonundaki LC_{50} değeri 0.298 mg e.m./L'dan 0.508 mg e.m./L'ye yükselirken direnç değişim oranı 1.7 kat olarak gözlemlenmiştir. Çizelge 4.1'e göre seleksiyon sonunda GS250 popülasyonunun LC_{50} değeri 0.298 mg e.m. /L'den, 0.553 mg e.m./L'ye yükselmiş ve 1.85 katlık direnç değişim oranı artışı tespit edilmiştir. GS500 ve GS250 popülasyonlarının %95 güven aralıkları GANS ile kıyaslandığında LC_{50} değerlerindeki değişim önemli olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. *Bemisia tabaci* MEAM1 popülasyonlarının cyantraniliprole ile seleksiyon öncesi ve sonrası lethal konsantrasyon değerleri

Popülasyon	N	Eğim±S E	LC_{50} (mg e.m. /l) (%95 Güven aralığı)	LC_{90} (mg e.m./l) (%95 Güven aralığı)	Tavsiye doz (mg e.m./l)	H	DK
GANS	2364	2.65±0.12	0.298 (0.26-0.33)	0.906 (0.78-1.09)	100	2.06	1
GS500	1833	3.24±0.14	0.508 (0.46-0.56)	1.263 (1.07-1.56)	100	2.31	1.7
GS250	2093	2.42±0.13	0.553(0.48-0.64)	1.869 (1.47-2.61)	100	2.74	1.85

DK: direnç gelişim oranı, N: biyoesseylerde kullanılan beyazsinek sayısı, H: heterogenity

Bemisia tabaci MED KS500 ve SS250 popülasyonlarında, altı seleksiyon sonunda LC_{50} düzeylerinde ana stok kültürlerine göre düşük düzeyde bir artış tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). KS500 popülasyonun seleksiyon sonundaki LC_{50} değeri 0.283 mg e.m. /L'den, 0.368 mg e.m./L'ye yükselmiş ve 1.3 katlık bir direnç değişim oranı gözlemlenirken SS250 popülasyonunun seleksiyon sonunda LC_{50} değeri, 0.353 mg e.m. /L'den 0.478 mg e.m. /L'ye yükselmiş ve 1.35 katlık direnç değişim değişimi tespit edilmiştir. Çizelge 4.2'ye göre KS500 popülasyonunun %95 güven aralığı KANS ile örtüşmekte ve KS500'ün LC_{50} değerindeki değişimi önemsiz olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2 incelendiğinde SS250 ve SANS popülasyonlarının güven aralıklarının örtüşmediği ve farkın önemli olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.2. *Bemisia tabaci* MED popülasyonlarının cyantraniliprole ile seleksiyon öncesi ve sonrası lethal konsantrasyon değerleri

Popülasyon	N	Eğim±S E	LC_{50} (mg e.m./l) (%95 Güven aralığı)	LC_{90} (mg e.m./l) (%95 Güven aralığı)	Tavsiye Doz (mg e.m./l)	H	DK
KANS	3300	2.84±0.13	0.283 (0.19-0.42)	0.801 (0.52-1.76)	100	15.40	1
KS500	1860	3.98±0.21	0.368 (0.33-0.41)	0.772 (0.66-0.95)	100	3.28	1.3
SANS	2749	2.04±0.09	0.353 (0.31-0.39)	1.500 (1.21-1.99)	100	2.09	1
SS250	2857	3.15±0.22	0.478 (0.42-0.54)	1.220 (0.99-1.67)	100	2.86	1.35

DK: direnç gelişim oranı, N: biyoesseylerde kullanılan beyazsinek sayısı, H: heterogenity

4.2. Çapraz Direnç Biyoessey Sonuçları

Popülasyonların, seleksiyon biyoesseylerinden önce pyriproxyfen, spirotetramat ve acetamiprid'e karşı LC_{50} değerleri belirlenmiştir. Cyantraniliprole ile altı seleksiyon sonucunda, MED ve MEAM1 popülasyonlarında, pyriproxyfen, spirotetramat ve acetamiprid'e karşı çapraz direnç gelişimi olup olmadığını belirlemek için seleksiyon sonucunda LC_{50} değerleri tekrar belirlenmiştir.

4.2.1. Pyriproxyfen ile insektisit biyoessey sonuçları

Çalışmada pyriproxyfen'in yumurta açılımına etkisi bakılarak *B. tabaci* MEAM1 ve MED popülasyonlarında LC değerleri belirlenmiştir. Popülasyonların pyriproxyfen'e LC değerleri yaprak daldırma yöntemi ile belirlenmiştir.

Cyantraniliprole ile altı seleksiyon sonunda GS500 popülasyonunun LC_{50} değeri 1698.994 mg e.m./L'den 4968.864 mg e.m./L'ye yükselmiş ve direnç değişim oranında 2.9 katlık bir artışı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.3). GS250 popülasyonun seleksiyon sonundaki LC_{50} değeri GANS popülasyonunun LC_{50} değeri ile kıyasladığında 1698.994 mg e.m/L'den 1034.052 mg e.m./L olarak tespit edilmiştir, direnç değişim oran ise 0.6 kat olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde GS500 ve GS250 popülasyonlarının LC_{50} değerlerinin %95 güven aralıklarının GANS ile örtüştüğü görülmektedir. Bu yüzden seleksiyon sonundaki değişim önemsiz olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.3. Cyantraniliprole ile 6 kez selekte edilen *Bemisia tabaci* MEAM1 popülasyonlarının pyriproxyfen'e çapraz direnç durumu

Popülasyon	N	Eğim±S E	LC_{50} (mg e.m./l) (%95 Güven aralığı)	LC_{90} (mg e.m./l) (%95 Güven aralığı)	Tavsiye doz (mg e.m./l)	H	DK
GANS	3805	0.38±0.03	1698.994 (711.18-5056.55)	3941556. 068 (498961.7-122094518.1)	50	3.61	1
GS500	1950	0.29±0.02	4968.869 (2396.67-12110.23)	99573377.102 (17496735.8-924492445.15)	50	0.45	2.9
GS250	2707	0.31±0.02	1034.052 (575.62-2004.44)	13460317.72 (3270945.06-80769817.91)	50	1.21	0.6

DK: direnç gelişim oranı, N: biyoesseylerde kullanılan beyazsinek sayısı, H: heterogenity

Çizelge 4.4 incelendiğinde *B. tabaci* MED genetik grubu KS500 popülasyonunun altı seleksiyon sonunda LC_{50} değeri 243.155 mg e.m./L'den, 13115.143 mg e.m./L'ye yükselmiş ve direnç değişim oranında 54 kat olarak belirlenmiştir. SS250 popülasyonunun seleksiyon sonundaki LC_{50} değeri, anastok kültür popülasyonun LC_{50} değerine göre, 1005.88mg/L'dan 387.239 mg/L'ye ve 0.4 katlık direnç değişim oranı bulunmuştur. Çizelge 4.4 incelendiğinde KS500 popülasyonundaki artış önemli iken SS250 popülasyonundaki değişim önemsiz olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Cyantraniliprole ile 6 kez selekte edilen *Bemisia tabaci* MED popülasyonlarının pyriproxyfen'e çapraz direnç durumu

Popülasyon	N	Eğim±S E	LC_{50} (mg e.m./l) (%95 Güven aralığı)	LC_{90} (mg e.m./l) (%95 Güven aralığı)	Tavsiye doz (mg e.m./l)	H	DK
KANS	3766	0.48± 0.02	243.155 (104.899-527.774)	120552.400 (34458.106-772802.912)	50	5.73	1

Çizelge 4.4'ün devamı

KS500	1917	0.33±0.02	13115.143 (4457.580-55856.176)	104711144.404 (10585977.329-2600907861.488)	50	1.55	54
SANS	3415	0.48±0.03	1005.88 (308.31-4193.74)	1192967.83 (104015.66300225805.57)	50	7.09	1
SS250	1854	0.42±0.03	387.239 (244.06-633.30)	438259.79 (165601.67-1476474.2)	50	0.88	0.4

DK: direnç gelişim oranı, N: biyoesseylerde kullanılan beyazsinek sayısı, H: heterogenity

4.2.2. Spirotetramat ile insektisit biyoessey sonuçları

MED ve MEAM1 genetik gruplarının spirotetramata karşı LC_{50} değerleri yaprak daldırma biyoesseyi ile *B. tabaci*'nin 2. larva dönemine uygulanarak belirlenmiştir. Cyantraniliprole ile 6 seleksiyon sonunda GS500 MEAM1 popülasyonun spirotetramat'a karşı LC_{50} değeri 4.150 mg/L'den, 0.911 mg/L'ye azalmış ve 0.2 katlık bir direnç değişim oranı belirlenmiştir. GS250 popülasyonun seleksiyon sonunda LC_{50} değeri 1.043 mg e.m./L olarak tespit edilirken direnç değişim oranı 0.3 kat olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Çizelge 4.5 incelendiğinde GS500 ve GS250 popülasyonlarının LC_{50} değerlerinin %95 güven aralıklarının GANS ile örtüşmediği görülmektedir. Bu yüzden seleksiyon sonundaki değişim önemli olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.5. Cyantraniliprole ile 6 kez selekte edilen *Bemisia tabaci* MEAM1 popülasyonlarının spirotetramat'a çapraz direnç durumu

Popülasyon	N	Eğim±S E	LC_{50} (mg e.m./l) (%95 Güven aralığı)	LC_{90} (mg e.m./l) (%95 Güven aralığı)	Tavsiye dozu (mg.e.m./l)	H	DK
GANS	1782	0.99 ±0.05	4.150 (2.551-6.268)	81.122(52.376-138.371)	100	2.64	1
GS500	924	0.75±0.06	0.911 (0.585-1.336)	47.895 (29.811-86.226)	100	0.64	0.2

Çizelge 4.5'in devamı

GS250	749	0.80±0.06	1.403 (0.895-2.137	56.042 (31.924-113.259)	100	1.02	0.3

DK: direnç gelişim oranı, N: biyoesseylerde kullanılan beyazsinek sayısı, H: heterogenity

KS500 popülasyonunun seleksiyon sonundaki LC_{50} değeri 1.304 mg e.m./L olarak tespit edilmiş ve direnç katı 0.7 kat olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Çizelge 4.6'e göre SS250 popülasyonun seleksiyon sonundaki LC_{50} değeri 3.361 mg e.m./L olarak belirlenmiş ve direnç değişim oranı 1.4 kat olarak bulunmuştur. Çizelge 4.6 incelendiğinde KS500 ve KANS popülasyonlarının, SS250 ve SANS popülasyonlarının LC_{50} değerlerinin %95 güven aralıklarının kendi içinde örtüştüğü görülmektedir. Bu yüzden seleksiyon sonundaki değişim MED popülasyonlarında önemsizdir.

Çizelge 4.6. Cyantraniliprole ile 6 kez selekte edilen *Bemisia tabaci* MED popülasyonlarının spirotetramat'a çapraz direnç durumu

Popülasyon	N	Eğim±S E	LC_{50} (mg e.m./l) (%95 Güven aralığı)	LC_{90} (mg e.m./l) (%95 Güven aralığı)	Tavsiye doz (mg e.m./l)	H	DK
KANS	3102	1.18 ±0.05	1.762 (1.247-2.383)	21.704 (15.48-32.67)	100	2.96	1
KS500	970	0.69±0.06	1.304 (0.729-2.107	91.495 (50.84-197.71)	100	0.92	0.7
SANS	2197	0.68±0.03	2.32 (1.06-4.50)	181.63 (83.85-504.78)	100	5.8	1
SS250	1627	0.60±0.03	3.361 (1.93-5.91)	452.393 (176.95-1660.41)	100	3.81	1.4

DK: direnç gelişim oranı, N: biyoesseylerde kullanılan beyazsinek sayısı, H: heterogenity

4.2.3. Acetamiprid ile insektisit biyoessey sonuçları

MED ve MEAM1 genetik grubu popülasyonlarının acetamiprid'e karşı LC değerleri *B. tabaci* erginlerine yaprak daldırma yöntemi kalıntı testi ile uygulanarak belirlenmiştir. Çizelge 4.7 incelendiğinde seleksiyondan sonra GS500 popülasyonunun acetamiprid'e karşı LC_{50} değeri 0.291 mg e.m./L olarak belirlenirken direnç değişim oran ise 1.1 kat olarak gözlemlenmiştir. Altı seleksiyon sonunda GS250 popülasyonun acetamiprid'e karşı LC_{50} değeri 0.232 mg/L olarak gözlemlenmiş ve direnç değişim

oranında 0.9 kat bulunmuştur. Çizelge 4.7 incelendiğinde GS500 ve GS250 popülasyonlarının LC_{50} değerlerinin %95 güven aralıkları GANS ile örtüştüğü için seleksiyon sonundaki değişim önemsiz olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Cyantraniliprole ile 6 kez selekte edilen *Bemisia tabaci* MEAM1 popülasyonlarının acetamiprid'e çapraz direnç durumu

Popülasyon	N	Eğim±S E	LC_{50} (mg e.m./l) (%95 Güven aralığı)	LC_{90} (mg e.m./l) (%95 Güven aralığı)	Tavsiye doz (mg e.m.)	H	DK
GANS	972	1.86±0.19	0.265 (0.22-0.31)	1.302 (0.987-1.953)	0.06	1.02	1
GS500	1031	2.08±0.19	0.291 (0.25-0.34)	1.199 (0.934-1.726)	0.06	1.25	1.1
GS250	1276	1.94±0.15	0.232 (0.19-0.28)	1.064 (0.817-1.557)	0.06	1.88	0.9

DK: direnç gelişim oranı, N: biyoesseylerde kullanılan beyazsinek sayısı, H: heterogenity

MED genetik grubu, KS500 popülasyonun acetamiprid'e karşı seleksiyon sonunda LC_{50} değeri 0.132 mg e.m/L olarak belirlenirken direnç değişim oranı ise 0.8 kat olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.8). Çizelge 4.8'e göre SS250 popülasyonunun seleksiyon sonundaki LC_{50} değeri 0.157 mg e.m./L ve direnç değişim oranı 1.1 kat olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.8 incelendiğinde KS500 ve KANS popülasyonlarının, SS250 ve SANS popülasyonlarının LC_{50} değerlerinin %95 güven aralıklarının kendi içinde örtüştüğü görülmektedir. Bu yüzden seleksiyon sonundaki değişim MED popülasyonlarında önemsiz olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Cyantraniliprole ile 6 kez selekte edilen *Bemisia tabaci* MED popülasyonlarının acetamiprid'e çapraz direnç durumu

Popülasyon	N	Eğim±S E	LC_{50} (mg e.m./l) (%95 Güven aralığı)	LC_{90} (mg e.m./l) (%95 Güven aralığı)	Tavsiye doz (mg e.m.)	H	DK
KANS	965	2.21±0.16	0.167 (0.15-0.19)	0.637 (0.537-0.786)	0.06	0.6	1
KS500	987	1.63±0.11	0.132 (0.09-0.18)	0.804 (0.57-1.31)	0.06	3.17	0.8
SANS	581	1.76±0.13	0.148 (0.11-0.20)	0.792 (0.54-1.32)	0.06	1.67	1

Çizelge 4.8'in devamı

SS250	641	1.80±0.12	0.157 (0.13-0.19)	0.805 (0.62-1.11)	0.06	0.83	1.1

DK: direnç gelişim oranı, N: biyoesseylerde kullanılan beyazsinek sayısı, H: heterogenity

5. TARTIŞMA

Yeni bir insektisite karşı direnç seviyelerini, çapraz direnç modellerini ve direnç mekanizmalarını anlamak, sürdürülebilir zararlı mücadele yönetimi stratejiler tasarlamak için çok önemlidir. Cyantraniliprole, yeni bir antranilik diamid insektisittir ve bu insektisite karşı direnç birçok önemli zararlıda henüz rapor edilmemiştir (Wang vd. 2019). Bu çalışmada, *B. tabaci* MED ve MEAM1 genetik gruplarında cyantraniliprole'e karşı direnç geliştirme potansiyelleri belirlenmiştir. Çalışmada *B. tabaci* MED ve MEAM1 genetik gruplarında cyantraniliprole ile altı seleksiyon sonunda direnç gelişmi çok düşük olarak gözlemlenmiştir. Cyantraniliprole'ün birkaç yıllık kullanımından sonra ABD ve İspanya'nın farklı bölgelerinden alınan *B. tabaci* örneklerinin hala cyantraniliprole karşı oldukça hassas olduğu bildirilmiştir (Li vd. 2012; Wang vd. 2018). Li vd. (2012) ABD'de *B. tabaci* MED ve MEAM1 popülasyonlarının iki yıllık hassasiyet durumu takibi boyunca cyantraniliprole karşı 0.015 ila 0.191 mg/L arasında LC_{50} seviyeleri ile 0.94 ila 11.94 kat direnç oranları gözlemleyerek popülasyonların yüksek duyarlılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Gravalos vd. (2015) İspanya'da *B. tabaci* MED popülasyonlarının cyantraniliprole karşı hassasiyetteki değişimini yedi yıl boyunca izlemişler ve MED popülasyonlarının cyantraniliprole karşı LC_{50} değerlerinin 0.011 ile 0.116mg/ L arasında olduğunu ve 10.5 kat direnç oranı ile yüksek bir duyarlılığa sahip olduğunu belirlemişlerdir. Xie vd. (2014) cyantraniliprole'ün *B. tabaci* yumurta ve larva dönemlerine karşı toksisite düzeyini araştırmışlardır. İki arazi popülasyonun yumurta dönemi için LC_{50} seviyelerinin 5.74 ile 8.65 mg/ L arasında olduğunu ve larva dönemleri için LC_{50} seviyelerinin 0.1mg/ L'dan daha az olduğunu gözlemleyerek her iki döneminde cyantranilprole karşı çok hassas olduğunu bildirmişlerdir. Cyantraniliprole'ün direnç mekanizmaları hakkında bilgi sınırlıdır (Wang vd. 2019).

Türkiye'de, cyantraniliprole'e karşı direnç geliştirme potansiyelleri ilk kez çok düşük direnç gelişimi ile bu çalışmada belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ile benzer çalışma sayısı oldukça azdır. Wang vd. (2019) çalışmalarında, cyantraniliprole ile 16 jenerasyon boyunca selekte edilmiş popülasyonda 138.4-katlık yüksek direnç gelişimi bildirmişlerdir. Çalışmamızda cyantraniliprole ile altı kez selekte edilmiş olan *B. tabaci* MED ve MEAM1 genetik popülasyonlarında, Wang vd. (2019)'un çalışmalarına göre seleksiyon sayısından ve süresinden kaynaklı düşük direnç oranı belirlenmiştir. Çalışmamızda, *B. tabaci* popülasyonları daha fazla sayıda seleksiyon baskısına maruz bırakılmış olsa Wang vd. (2019)'a benzer olarak yüksek direnç oranı gözlemleyebilirdik. *B. tabaci* MED ve MEAM1 genetik gruplarının cyantraniliprole ile seleksiyonu üzerine çalışmalar sınırlı olduğu için yeterli sayıda tartışacak çalışma bulunmamaktadır ancak *B. tabaci*'nin farklı insektisitler ile selekte edilmesi üzerine çalışmalar mevcuttur (Grávolos vd. 2015). Horowitz vd. (2005) çalışmalarında 1999 yılında İsrail'de *B. tabaci* Q biyotipinin acetamiprid ile 26 generasyon seleksiyonu sonunda Q biyotipinde yaklaşık 30 kat direnç oranı gelişimi belirlemişlerdir. Aynı yerden 2002'de toplanan Q biyotipi popülasyonunu acetamiprid ve thiamethoxam ile ayrı ayrı 21 generasyon boyunca seleksiyona maruz bırakmışlardır. Acetamiprid ve thiamethoxam'a karşı Q biyotipinde sırayla yaklaşık 50 kat ve 40 kat orta düzeyde direnç oranı bildirmişlerdir. Acetamiprid ve thiamethoxam insektisitlerin *B. tabaci*'ye karşı kullanılmasının, Q biyotipinde başka insektisit grubuna karşı direnç gelişimini artırabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında acetamiprid ve thiamethoxam ile *B. tabaci* popülasyonunu daha fazla seleksiyon baskısına maruz bırakmasıyla ve kullanılan insektisitlerin farklı etki mekanizmasına

sahip olmasıyla çalışmamız ile farklılaşmaktadır. Ayrıca cyantraniliprolün yeni bir insektisit olması nedeni ile denemede kullanılan popülasyonların arazide bu insektisitle çok fazla seleksiyon baskısına maruz kalmamış olması düşük direnç gelişiminin nedeni olabilir. Çalışmamız cyantraniliprole'ün diğer insektisitlerle rotasyonlu olarak kullanılabilecek iyi bir insektisit olduğunu göstermektedir. Yükselbaba (2015) çalışmasında, cypermethrin ile beş seleksiyon sonunda *B. tabaci* Q biyotipinde 213-kat, B biyotipinde 1.35-kat direnç gelişimi ve pyriproxyfen ile yedi seleksiyon sonunda *B. tabaci* Q biyotipinde 15.3-kat, B biyotipinde 4-kat direnç gelişimi belirlemişlerdir. Sonuç olarak B biyotipinin direnç geliştirme kabiliyetinin kısıtlı olduğu, Q biyotipinin cypermethrin ve pyriproxyfen'e B biyotipine göre kısa sürede daha fazla direnç geliştirebilme kabiliyetinde olduğunu bildirmişlerdir. Yükselbaba ve Göçmen (2016) çalışmalarında *B. tabaci*'nin B ve Q biyotiplerini ayrı ayrı spiromesifen ile sekiz kez seleksiyona tabi tutmuşlardır. Seleksiyon sonunda *B. tabaci* Q biyotipinde 2-kat, B biyotipinde 3.5-kat ile düşük direnç geliştiğini belirlemişlerdir. Sonuçta, *B. tabaci*'nin Q biyotipinin, spiromesifen'e B biyotipinden daha fazla direnç geliştirdiğini ve Esteraz aktivitesinin direnç mekanizmasında önemli bir rol oynadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda cyantraniliprole ile seleksiyon sonucunda MEAM1 ve MED popülasyonlarında direnç geliştirme potansiyellerinin hemen hemen aynı olduğu gözlemlenmiştir.

Khalid vd. (2021) çalışmalarında bifenthrin, cypermethrin, acetamiprid, imidacloprid, thiamethoxam, nitenpyram, chlorfenapyr, ve buprofezin ile *B. tabaci* popülasyonunu ayrı ayrı beş kez selekte etmişlerdir. Buprofezin'e karşı 127 kat ile çok yüksek, imidacloprid'e karşı 86 kat ile yüksek düzeyde direnç gelişimi gözlemlemişlerdir, Thiamethoxam'a 34 kat, nitenpyram'a 30 kat, chlorfenapyr'a 29 kat, acetamiprid'e 21 kat ve cypermethrin'e 34 kat ile orta düzeylerde direnç gelişimi gözlemlemişlerdir. Yüksek ve orta düzeyde direnç katları bildirmeleri ile ve seleksiyon çalışmalarında kullandıkları insektisitlerin farklı etki mekanizmalarına sahip olmasıyla çalışmamız ile farklılık göstermektedir.

Cyantraniliprole karşı direnç gelişimi, Çin'de diğer zararlı türlerinde bildirilmiştir. Sang vd. (2016) Güney Çin'de çeşitli bölgelerden toplanmış *Spodoptera litura* (Fabricius)'da cyantraniliprole karşı duyarlılıklarında önemli bölgesel farklılıklar bulmuş ve *S. litura*'nın uzun süre insektisite maruz kaldıktan sonra cyantraniliprole direnç geliştirebileceğini belirlemişlerdir. Benzer bir şekilde, Zhang vd. (2014), *Bactrocera dorsalis* (Hendel)'in üç arazi popülasyonunun cyantraniliprole'e karşı LC_{50} değerlerinin 10 µg/ g'den fazla olduğunu belirlemişler ve 14 seleksiyon sonucunda 19.44-kat direnç oranıyla 120 µg/ g'ın üzerinde LC_{50} değerleri tespit etmişlerdir.

Çalışmada cyantraniliprole ile selekte edilmiş *B. tabaci* MED ve MEAM1 popülasyonlarında, pyriproxyfen, spirotetramat ve acetamiprid etkili maddelerine karşı çapraz direnç durumu da araştırılmıştır. Cyantraniliprole, yüksek etkinliği ve diğer insektisitlere karşı çapraz direnç göstermemesi nedeniyle *B. tabaci*'de insektisit direncini azaltmada önemli bir rol oynayabilir (Gravolos vd. 2015). Çalışmada cyantranilprole ile seleksiyon sonunda MEAM1 popülasyonlarında pyriproxyfene karşı çapraz direnç gelişimi gözlemlenmemiştir. Buna karşı MED popülasyonunda (KS500) seleksiyon sonunda 54 katlık hassasiyet değişimi gözlemlenmiş ve LC_{50} değerlerindeki artış önemli olarak bulunmuş ve MED grubunda cyantranilprole ile dirençte pyriproxyfene çapraz direnç gözlemlenmiştir. *B. tabaci* MED ve MEAM1 genetik gruplarında bazı

insektisitlere dirençli popülasyonlarda cyantraniliprole'e karşı çapraz direnç olmadığı bildirilmiştir. Gravolos vd. (2015) çalışmalarında, *B. tabaci* laboratuvar popülasyonunu cypermethrin, azadirachtin, buprofezin, pymetrozine, pyridaben, pyriproxyfen, spiromesifen ve thiamethoxam ile laboratuvarda yedi generasyon boyunca selekte etmişler ve daha sonra cyantraniliprole' de çapraz direnci test etmişlerdir. Sonuç olarak 0.011 ila 0.129mg L^{-1} arasında değişen LC_{50} değerleri ve maksimum 3.3 direnç oranı ile çapraz direnç olmadığını bildirmişlerdir. Li vd. (2012) Arizona'da *B. tabaci* B-biyotipi, arazi popülasyonlarında ve Q-biyotipi laboratuvar popülasyonlarında chlorantraniliprole, cyantraniliprole, imidacloprid ve pyriproxyfen arasında çapraz direnç olmadığını belirlemişlerdir. Hopkinson ve Pumpa (2019) çalışmalarında, 20 generasyondan fazla pyriproxyfen ile selekte edilmiş *B. tabaci* MEAM1 dirençli popülasyonlarının cyantraniliprole karşı çapraz direncini test ettiklerinde, 0.009 mg/L LC_{50} değeri ve 0.9 kat direnç oranı ile çapraz direnç olmadığını saptamışlardır.

Yukarıdaki belirtilen çalışmalarda başka insektisitler ile selekte edilmiş popülasyonlarda cyantraniliprole'e karşı çapraz direnç araştırılıp, çapraz direnç bildirilmeyen çalışmalardır. Çalışmamızda seleksiyondan önce yapılan denemelerde tüm popülasyonlar pyriproxyfen'e karşı yüksek düzeyde dirençli iken dirençli popülasyonlarda cyantraniliprole'e karşı çapraz direnç gözlemlenmemiştir. Cyantraniliprole ile seleksiyon sonunda acetamiprid, pyriproxyfen ve spirotetramat'a çapraz direnç gelişimi belirlenmiştir. *B. tabaci* MEAM1 popülasyonunda cyantraniliprole ile seleksiyon sonunda pyriproxyfene çapraz direnç gözlemlenmez iken MED popülasyonunda çapraz direnç gelişimi tespit edilmiştir.

Ketoenoller olarak bilinen tetronic ve tetramic asit türevleri Türkiye'de *B. tabaci*'ye karşı 2009'dan beri ruhsatlı olarak kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılan *B. tabaci* MED ve MEAM1 popülasyonlarında cyantraniliprole ile seleksiyon sonucunda spirotetramat'a karşı çapraz direnç gelişimi gözlemlenmemiştir. Spirotetramat ile cyantraniliprole arasında çapraz direnç çalışmaları sınırlıdır, fakat bazı çalışmalarda diğer ketoenol insektisitler ile cyantraniliprole' arasında çapraz direnç araştırılmıştır. Gravolos vd. (2015) çalışmalarında, *B. tabaci* laboratuvar popülasyonunu spiromesifen ile yedi seleksiyondan sonra, cyantraniliprole karşı çapraz direnç gelişimi olmadığını bildirmişlerdir. Sonuçlarımız, *B. tabaci* ile mücadelede cyantraniliprole etkili maddeli insektisit formülasyonlarının spirotetramat ile rotasyon içinde kullanılabileceğini göstermektedir.

Neonicotinoidler, 2000 yılından beri sokucu emici böcekler ile mücadele yönetiminde önemli bir rol oynamaktadır (Bass vd. 2015) ve çok sayıda üründe yaygın kullanımı nedeniyle, *B. tabaci*'de 1000-kattan fazla direnç gelişimi bildirilmiştir (Nauen ve Denholm 2005). Çalışmada, cyantraniliprole ile seleksiyon sonucunda *B. tabaci* MED ve MEAM1 popülasyonlarında acetamipride karşı çapraz direnç gözlemlenmemiştir. Rajna vd. (2021) çalışmalarında, *B. tabaci*'nin beş kuzey Hindistan popülasyonunun imidacloprid ve cyantraniliprole karşı duyarlılığını test etmişler ve iki popülasyonun imidacloprid'e 14.53 ve 13.16 direnç oranları ile orta düzeyde dirençli olduğunu ve cyantraniliprole karşı hassas olduklarını belirlemişlerdir. Ayrıca imidacloprid ve cyantraniliprole arasında çapraz direnç olmadığını bildirmişlerdir. Gravolos vd. (2015) çalışmalarında, *B. tabaci* laboratuvar popülasyonunun, thiamethoxam ile yedi kez seleksiyonu sonunda, cyantraniliprole'e karşı çapraz direnç gelişimi olmadığını belirlemişlerdir. Çalışmamızda da cyantraniliprole ile seleksiyon sonunda MEAM1 ve

MED popülasyonlarında acetamiprid'e karşı çapraz direnç gelişimi gözlemlenmemiştir. Bu sonuçlar, acetamiprid'e dirençli *B. tabaci* popülasyonları için, cyantraniliprole etkili maddeli insektisitlerin bir alternatif olarak kullanılma olasılığını göstermektedir. Cyantraniliprole'ün *B. tabaci* MED ve MEAM1 genetik gruplarını kontrol etmek için mevcut beyazsinek yönetim programına dahil edilmeye uygun bir insektisit olduğunu göstermektedir.

6. SONUÇLAR

Çalışmada kullanılan *B. tabaci* MED ve MEAM1 genetik gruplarının cyantraniliprole ile altı kez seleksiyonu sonunda direnç gelişimi gözlense de direnç katları çok düşük düzeyde belirlenmiştir. Cyantraniliprole ile selekte edilen MEAM1 popülasyonlarında pyriproxyfen, spirotetramat ve acetamiprid'e karşı güven aralıkları örtüştüğü için çapraz direnç gözlemlenmemiştir. MED genetik grubunda pyriproxyfen'e karşı çapraz direnç bulunmuştur, ancak spirotetramat ve acetamiprid etken maddelerinde MED popülasyonuna karşı çapraz direnç gözlemlenmemiştir.

Sonuçlar cyantraniliprole'ün *B. tabaci*'nin MED ve MEAM1 genetik gruplarını kontrol etmek ve *B. tabaci*'de insektisit direnç yönetim programı için uygun bir insektisit olduğunu göstermektedir, fakat cyantraniliprole'ün aşırı ve devamlı kullanımı direnç gelişimine neden olabilir. Cyantraniliprole *B. tabaci*'ye karşı Türkiye'de 2015 yılından beri ruhsatlı olarak kullanılmaktadır ve cyantraniliprole'ün kullanımının henüz yeni olması nedeni ile *B. tabaci*'ye karşı Türkiye'de kullanılan diğer insektisitlerden daha daha etkili olduğu düşünülmektedir. Çalışmamız ve cyantraniliprole üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde direnç geliştirebilme potansiyeli nedeni ile cyantraniliprole'in aşırı ve devamlı kullanımından kaçınılmasını önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2): 265–267.

Alvarez, A., Saez, J.M., Costa, J.S.D., José, S., Colin, V.L., Fuentes, M.S., Cuozzo, S.A., Benimeli, C.S., Polti, M.A. and Amoroso, M.J. 2017, Actinobacteria: current research and perspectives for bioremediation of pesticides and heavy metals. *Chemosphere*, 166:41–62.

Barry, J.D., Portillo, H.E., Annan, I.B., Cameron, R.A., Clagg D.G., Dietrich, R.F., Watson, L.J., Leighty, R.M., Ryan, D.L., McMillan, J.A., et al. 2015. Movement of Cyantraniliprole in plants after foliar applications and its impact on the control of sucking and chewing insects. *Pest Management Science*, 71(3): 395–403.

Basit, M., Saeed, S., Saleem, M.A., Denholm, I., Shah, M. 2013. Detection of resistance, cross-resistance, and stability of resistance to new chemistry insecticides in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomology*, 106: 1414–1422.

Bass, C., Denholm, I., Williamson, M.S. and Nauen, R. 2015. The global status of insect resistance to neonicotinoid insecticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 121: 78-87.

Bielza, P., Moreno, I., Belando, A., Grávalos, C., Izquierdo, J. and Nauen, R. 2019. Spiromesifen and spirotetramat resistance in field populations of *Bemisia tabaci* Gennadius in Spain. *J. Pest Management Science* ,75(1): 45-49.

Bitki Koruma Ürünler (BKÜ). 2015. Ruhsat Detay CİRCADEN 200 SC (İTHAL). https://bku.tarimorman.gov.tr/BKURuhsat/Details/6025?csrt=147823332135985 11144. (Son erişim tarihi 07.10.2015).

Bruck, E., Elbert, A., Fischer, R., Krueger, S., Kühnhold, J., Klueken, A.M., Nauen, R., Niebes J., Reckmann, U., Schnorbach, H. et al. 2009. "Movento, an innovative ambimobile insecticide for sucking insect pest control in agriculture: Biological profile and field performance". *Crop Protection*. 28 (10): 838–844.

Caballero, R., Schuster, D.J., Peres, N.A., Mangandi, J., Hasing, T., Trexler, F., Kalb, S., Portillo, H.E., Marcon, P.C., Annan, I.B. 2015. Effectiveness of Cyantraniliprole for managing *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) and interfering with transmission of tomato yellow leaf curl virus on tomato. *Journal of Economic Entomology*, 108: 894–903.

Caballero, R.R., Cyman, S.S., Schuster, D.J., Portillo, H.E., and Slater, R.R. 2013. Baseline susceptibility of *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B in southern Florida to Cyantraniliprole. *Crop Protection*, 44: 104-108.

Cameron, R., Hopper, L. and Alvarez, J.M. 2016. Use of fluorescence to determine reduction in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) nymph feeding when exposed to Cyantraniliprole and imidacloprid through systemic applications. *Crop protection*, 86: 21-26.

Casida, J.E. 2015. Golden age of RyR and GABA-R diamide and isoxazoline insecticides: common genesis, serendipity, surprises, selectivity, and safety. *Chemical Research in Toxicology*, 28: 560-566.

Chen, J.C., Wang, Z.H., Cao, L.J., Gong, Y.J., Hoffmann, A.A. and Wei, S.J. 2018. Toxicity of seven insecticides to different developmental stages of the whitefly *Bemisia tabaci* MED (Hemiptera: Aleyrodidae) in multiple field populations of China. *Ecotoxıcology* journal Pages: 742-751.

Chu, D., Zhang, Y., Cong, B., Xu, B. and Wu, Q. 2005. Identification for Yunnan Q-biotype *Bemisia tabaci* population. *Entomol. Knowl*., 42: 59–62.

Cimino, A.M., Boyles, A.L., Thayer, K.A. and Perry, M.J. 2016. Effects of neonicotinoid pesticide exposure on human health: a systematic review. *Environmental Health Perspectives*, 125(2): 155–162.

Cordova, D., Benner, E.A., Sacher, M.D., Rauh, J.J., Sopa, J.S., Lahm, G.P., Selby, T.P., Stevenson, T.M., Flexner, L., Gutteridge, S. et al. 2006. Anthranilic diamides: A new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. *Journal of Pesticide Biochemistry and Physiology*, 84(3): 196–214.

Dângelo, R.A.C., Michereff-Filho, M., Campos, M.R., da Silva, P.S., Guedes, R.N.C. 2018. Insecticide resistance and control failure likelihood of the whitefly *Bemisia tabaci* (MEAM1; B biotype): a Neotropical scenario. *Annals of Applied Biology.* 172: 88–99.

De Barro, P.J., Liu, S.S., Boykin, L.M., Dinsdale, A.B. 2011. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. *Annual Review of Entomology*, 56: 1–19.

Elbert, A. and Nauen, R. 2000. Resistance of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in southern Spain with special reference to neonicotinoids. *Pest Manage. Sci.*, 56(1): 60–64.

Evans, G.A., 2008. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world and their host plants and natural enemies. *EPPO Bulletin* 34: 281– 288.

Ffrench-Constant, R.H. and Roush, R.T. 1990. Resistance Detection and Documentation: The Relative Roles of Pesticidal and Biochemical Assays. In: Roush, R.T. and Tabashnik, B.E. (Eds.), *Pesticide Resistance in Arthropods*. 2, pp. 4-38.

Food and Agricultural Organization (FAO). 2014. Pesticides Use. Retrieved from – https://agrovoc.fao.org/browse/agrovoc/en/page/c_81e92ef5?clang=ms (Son erişim tarihi: 28.05.2019).

Gerling, D. 1990. Whiteflies: Their Bionomics. Pest Status and Management. *Intercept, Andover*, 1:2.

Grávalos, C., Fernández, E., Belando, A., Moreno, I., Ros, C. and Bielza P. 2015. Cross-resistance and baseline susceptibility of Mediterranean strains of *Bemisia tabaci* to Cyantraniliprole. *Pest Management Science*, 71(7): 1030-1036.

Hopkinson, J.E. and Pumpa, S.M. 2019. Baseline susceptibility of *Bemisia tabaci* MEAM1 (Hemiptera: Aleyrodidae) in Australia to Spirotetramat, Cyantraniliprole and dinotefuran, with reference to Pyriproxyfen cross-resistance. *Austral Entomology* Pages: 762-771

Horowitz, A.R., and Ishaaya, I. 2014. Dynamics of biotypes B and Q of the whitefly *Bemisia tabaci* and its impact on insecticide resistance. *Pest Management Science*, 70: 1568-1572.

Horowitz, A.R., Kontsedalov, S., Khasdan, V., Ishaaya, I. 2005. Biotypes B and Q of *Bemisia tabaci* and their relevance to neonicotinoid and Pyriproxyfen resistance. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 58(4): 216–225.

Horowitz, R.A., Denholm, I. and Nichols, R.L. 2007. Managing Insecticide Resistance in Whiteflies and Aphids in Cotton Fields: Sticky Cotton – Cause, Impacts, and Prevention. In: Hequet, E.F., Henneberry, T.J. and Nichols R.L. (Eds.), USDA-*ARS Tech. Bull. Publ*. 9, pp. 108-125.

Huixin Z., Wen X., Shaoli W., Qingjun W., Xiaomao Z., and Youjun Z. 2016. Dynamic monitoring (B versus Q) and further resistance status of Q type *Bemisia tabaci* in China. *Crop protection*, 94: 115-122.

IRAC-Inseticide resistance action committee. 2019. IRAC MoA Classification Scheme. https://www.irac-online.org/methods (Son erişim tarihi. 29.07.2019).

Ishaaya I. and Horowitz A.R. 1994, Pyriproxyfen, a Novel Insect Growth Regulator for Controlling Whiteflies: Mechanisms and Resistance Management. *Pestic. Sci.*, 43: 227-232.

Jacobson, A.L. and Kennedy, G.G. 2011. The effect of three rates of Cyantraniliprole on the transmission of tomato spotted wilt virus by *Frankliniella occidentalis* and *Frankliniella fusca* (Thysanoptera: Thripidae) to Capsicum annuum. *Crop Protection*, 30(4): 512-515.

Jeanguenat, A. 2013. The story of a new insecticidal chemistry class: the diamides. *Pest Management Science*, 69(1): 7–14.

Kay, R. and Collins, P.J. 2011. The problem of resistance to insecticides in tropical insect pests. *International Journal of Tropical Insect Science*, 8(4-5-6): 715-721.

Khalid, M.Z., Ahmed, S., Al-Ashkar, I., EL Sabagh, A., Liu, L. and Zhong, G. 2021. Evaluation of Resistance Development in *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera: Aleyrodidae) in Cotton against Different Insecticides. *Insects*, 12(11): 996.

Knight, A.L. and Flexner, L. 2007. Disruption of mating in codling moth (Lepidoptera: ortricidae) by chlorantranilipole, an anthranilic diamide insecticide. *Pest. Management Science*, 63(2): 180-189.

Koppenhofer, A.M. and Fuzy, E.M. 2008. Effect of the anthranilic diamide insecticide, € chlorantraniliprole, on *Heterorhabditis bacteriophora* (Rhabditida: Heterorhabditida) efficacy against white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae). *Biological Control*, 45(1): 93-102.

Lahm, G.P., Selby, T.P., Freudenberger, J.H., Stevenson, T.M., Myers, B.J., Seburyamo, G., Smith, B.K., Flexner, L., Clark, C.E. and Cordova D. 2005. Insecticidal anthranilic diamides: a new class of potent ryanodine receptor activators. *Bio. Org. Med. Chem. Lett*., 15(22):4898 – 4906.

Lahm, G.P., Stevenson, T.M., Selby, T.P., Freudenberger, J.H., Cordova, D., Flexner, L., Bellin, C.A., Dubas, C.M., Smith, B.K., Hughes, K.A. et al. 2007. RynaxypyrTM: A new insecticidal anthanilic diamide that acts as a potent and selective ryanodine receptor activator. *Bio. org. Med. Chem. Lett*. 17(22): 6274–6279.

Lei, G., Haixiang, L., Dan, T., Ni L., Chenliang, G. and Dong, C. 2020, Resistance to insecticides in the field and baseline susceptibility to Cyclaniliprole of whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) in China. *Crop Protection*, 130: 105065.

Li, X.C., Degain, B.A., Harpold, V.S., Marcon, P.G., Nichols, R.L., Fournier, A.J., Naranjo, S.E., Palumbo, J.C. and Ellsworth, P.C. 2012. Baseline susceptibilities of B and Q biotype *Bemisia tabaci* to anthranilic diamides in Arizona. *Pest Management Science*, 68(1): 83–81.

Li, Y., Dennehy, T.J., Li, X. and Wigert, M.E. 2003. Susceptibility of Arizona whiteflies to chloronicotinyl insecticides and IGR's: new developments in the 1999 season. Proc Beltwide Cotton Conferences, National Cotton Council, Memphis, TN. 2: 1325–1330.

Liu, X., Ning, Y., Wang, H. and Wang, K. 2015. Cross-resistance, mode of inher-itance, synergism, and fitness effects of cyantraniliprole resistance in *Plutella xylostella*. *Entomol Exp Appl*., 157(3): 271–278.

Luo, C., Jones, C.M., Devine, G., Zhang, F., Denholm, I. and Gorman, K. 2010. Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* biotype Q (Hemiptera: Aleyrodidae) from China. *Crop Prot*., 29(5): 429-434.

Martin, J.H. and Mound, L.A. 2007. An Annotated Check List of the World's Whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). *Zootaxa* 1492(1): 1-81.

Mound, L.A. and Halsey, S.H. 1978. Whitefly of the World. Wiley, New York, USA, p. 340.

Nauen, R. and Denholm, I. 2005. Resistance of insect pests to neonicotinoid insecticides: current status and future prospects. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*: 58(4): 200-215.

Nauen, R. and Steinbach, D. 2016. Resistance to diamide insecticides in lepidopteran pests. In: Horowitz, A.R, Ishaaya I. (Eds.), *Advances in insect control and resistance management*. Springer, Berlin. pp. 219–240.

Peck, D.C., Olmstead, D. and Morales, A. 2008. Application timing and efficacy of alternatives for the insecticidal control of *Tipula paludosa* Meigen (Diptera: Tipulidae), a new invasive pest of turf in the northeastern United States. *Pest. Manag. Sci.* 64(10): 989-1000.

Polo-Plus. Leora Software, 2008.

Qi, S., and Casida, J.E. 2013. Species differences in chlorantraniliprole and flubendiamide insecticide binding sites in the ryanodine receptor. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 107(3): 321-326.

Qi, S., Lümmen, P., Nauen, R., and Casida, J.E. 2014. Diamide insecticide target site specificity in the Heliothis and Musca ryanodine receptors relative to toxicity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(18):4077-4082.

Rajna, S., Mahapatro, G.K., Subramanian, S., Subhash, C. and Sudhakar K. 2021. Susceptibility of imidacloprid resistant whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) to cyantraniliprole. Indian Journal of Entomology. Online published, www.entosocindia.org Ref. No. e20407 (Son erişim tarihi 1.08.2021).

Rameshwar, S.R., Hardik, P., Chandni, P., Pankaj, S., Vineet, S., Hector, P.I., Billy, A. and Juan M.A. 2015. Effect of Cyantraniliprole on Feeding Cessation of Q Biotype *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Advances in Entomology,* 55930:8

Ribeiro, L.M.S., Siqueira, H.A.A., Wanderley-Teixeira, V., Ferreira, H.N., Silva, W.M., Silva, J.E. and Teixeira, A.A.C. 2017. Field resistance of Brazilian *Plutella xylostella* to diamides is not metabolism mediated. *Crop Prot*., 93:82–88.

Roy, D., Bhattacharjee, T., Biswas, A., Ghosh, A., Sarkar, S., Mondal, D., Sarkar, P.K. 2019. Resistance monitoring for conventional and new chemistry insecticides on *Bemisia tabaci* genetic group Asia-I in major vegetable crops from India. *Phytoparasitica*, 47: 55–66.

Samih, M.A., Zarabi, M., Yazdani, M. and Rouhani, M. 2014. Biological traits and life table parameters A and B biotype of *Bemisia tabaci* (Genn.) on cotton and rapeseed. *Braz. Arch. Biol*., 57(3): 309–316.

Sang, S., Shu, B.S., Yi, X., Liu, J., Hu, M.Y. and Zhong, G.H. 2016. Crossresistance and baseline susceptibility of *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) to cyantraniliprole in the south of China. *Pest Management Science*, 72(5): 922–928.

Sattelle, D.B., Cordova, D., and Cheek, T.R. 2008. Insect ryanodine receptors: molecular targets for novel pest control chemicals. *Invertebrate Neuroscience*, 8(3):107-119.

Siddharth, T. and Lukasz, L.S. 2013. Effects of cyantraniliprole, a novel anthranilic diamide insecticide, against Asian citrus psyllid under laboratory and field conditions. *Pest Manag Sci*., 69(9): 1066 – 1072.

Sun, D.B., Liu, Y.Q., Qin, L., Xu, J., Li, F.F. and Liu, S.S. 2013. Competitive displacement between two invasive whiteflies: Insecticide application and host plant effects. *Bull. Entomol*. Res., 103(3): 344–353.

Tanner, C.S., David, G.R., Alvin, M.S. and Liangzhen, G. 2020. Comparison of Toxicological Bioassays for Whiteflies. *Insects*, 11(11): 789.

Tiwari, S., Stelinski, L.L. 2013. Effects of cyantraniliprole, a novel anthranilic diamide insecticide, against Asian citrus psyllid under laboratory and field conditions. *Pest Manag Sci*, 69 (9): 1066–1072.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2007. Pesticide Produce Label, pp.10

United States Environmental Protection Agency. 2020, Acetamiprid Proposed Interim Registration Review Decision, pp. 35.

Wang, R., Cheb, W., Wang, J., Luoa, C. 2020. Monitoring insecticide resistance and diagnostics of resistance mechanisms in Bemisia tabaci Mediterranean (Q biotype) in China. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, S0048357519304869.

Wang, R., Wang, J., Che, W. and Luo, C. 2018. First report of field resistance to cyantraniliprole, a new anthranilic diamide insecticide, on *Bemisia tabaci* MED in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(1): 158–163.

Wang, R., Wang, J., Che, W., Sun Y., Li W. and Luo, C. 2019. Characterization of field-evolved resistance to Cyantraniliprole in *Bemisia tabaci* MED from China. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(11): 2571–2578.

Wang, R., Zhang, W., Che, W., Qu, C., Li, F., Desneux, N. and Luo, C. 2017. Lethal and sublethal effects of Cyantraniliprole, a new anthranilic diamide insecticide on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) MED. *Crop Protection*. 91: 108-113.

Wang, R., Zhang, W., Che, W., Wangc, J. and Luoa, C. 2019. Monitoring insecticide resistance and diagnostics of resistance mechanisms in *Bemisia tabaci* Mediterranean (Q biotype) in China. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 163: 117-122.

Wang, Z.Y., Yan, H.F., Yang, Y.H. and Wu, Y.D. 2010. Biotype and insecticide resistance status of the whitefly *Bemisia tabaci* from China. *Pest Manag. Sci.*, 66(12): 1360-1366.

Wen, X., Yang, L., Shaoli, W., Qingjun, W., Huipeng, P., Xin, Y., Litao, G. and Youjun Z. 2014. Sensitivity of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) to Several New Insecticides in China: Effects of Insecticide Type and Whitefly Species, Strain, and Stage. *Journal of Insect Science* 14(1): 261.

Xie, W., Liu, Y., Wang, S., Wu, Q., Pan, H., Yang, X., Guo, L., and Zhang Y. 2014. Sensitivity of Bemisia Tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) to Several New Insecticides in China: Effects of Insecticide Type and Whitefly Species, Strain, and Stage. *Journal of Insect Science,* 14(261) : 1-7

Yao, F.L., Zheng, Y., Huang, X.Y., Ding, X.L., Zhao, J., Desneux, N., He, Y. and Weng, Q. 2017. Dynamics of *Bemisia tabaci* biotypes and insecticide resistance in Fujian province in China during 2005–2014. *Science Reports*, 7:40803.

Yeoh, B.H. and Lee, C.Y., 2007. Tunneling responses of the asian subterranean termite, Coptotermes gestroi in termiticide-treated sand (Isoptera: Rhinotermitidae). *Sociobiology*, 50: 457-468.

Yücer, M.M., 2012, Ruhsatlı Tarım İlaçları, Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul, 248s.

Yükselbaba, U. 2015. Pamuk beyazsineği *Bemisia tabaci* (genn.) (hemiptera: aleyrodidae)'nin b ve q biyotiplerinin farkli insektisitlere direnç geliştirme potansiyelleri ve enzim aktivitelerinin belirlenmesi. Doktora tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 94 s.

Yükselbaba, U. and Göcmen, H. 2016. Determination of the resistance development potential to spiromesifen and the enzym activities of the b and q biotypes of cotton whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera:Aleyrodidae). *J. Fresenius Environmental Bulletin*, 25(7): 2461-2465.

Zeng, G., Chen, M. and Zeng, Z. 2013. Risks of neonicotinoid pesticides. *Science* 340 (6139):1403.

Zhang, R.M., He, S.Y. and Chen, J.H. 2014. Monitoring of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) resistance to cyantraniliprole in the south of China. *Journal of Economic Entomology*, 107(3): 1233–1238.

Zheng, H.X., Xie, W., Wang, S.L., Wu, Q.J., Zhou, X.M. and Zhang, Y.J. 2017. Dynamic monitoring (B versus Q) and further resistance status of Q type *Bemisia tabaci* in China. *Crop Protection*, 94: 115–121.

ÖZGEÇMİŞ

Isse Hassan ALI

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2019-2022	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Antalya, TÜRKİYE
Lisans 2015-2018	Zamzam University of Mogadishu College of Agriculture & Natural Resources, Department of Agriculture - Agronomy (Crop Production), Mogadishu SOMALIA