

Orijinal araştırma (Original article)

***Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae)'nin biyolojik mücadelesinde bazı yerel fungus izolatlarının entomopatojenik potansiyellerinin belirlenmesi¹**

Şebnem TİRENG KARUT^{2*}, Yeşim AYSAN³

Determination of the entomopathogenic potential of some Turkish fungal isolates in the control of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae)

Abstract: The cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), is among the most important pests causing financial losses in agriculture. Due to its bio-ecological characteristics and resistance to insecticides, its control is getting more difficult. In this study, the entomopathogenic characteristics of *Cladosporium xantochromaticum*, *Fusarium chlamydosporum* and *Penicillium oxalicum* isolates from *B. tabaci* were determined under laboratory conditions for their potential use in the biological control of the pest. The *P. oxalicum* isolate had efficacies of 65% and 30% against the nymphal and adult stages of the pest, respectively. This isolate was followed by the *C. xantochromaticum* isolate with 48% and 31%, respectively. The mentioned isolates also prolonged the immature development period of *B. tabaci*. Two promising isolates (*P. oxalicum* and *C. xantochromaticum*) that can potentially contribute to the biological control of *B. tabaci* were identified in this study. It is expected that integrating these isolates with predators and parasitoids would increase the success of biological control programs of the pest.

Keywords: *Bemisia tabaci*, entomopathogen fungus, *Cladosporium xantochromaticum*, *Fusarium chlamydosporum* and *Penicillium oxalicum*

Öz: Pamuk beyazsineği *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) tarımsal üretimlerde ekonomik kayıplara neden olan en önemli zararlılar arasında yer almaktadır. Gerek biyo-ekolojik özellikleri gerekse insektisitlere karşı geliştirdiği direnç nedeniyle mücadelesi giderek zorlaşmaktadır. Bu çalışmada zararlının biyolojik mücadelesinde kullanılabilecek *B. tabaci*'den izole edilmiş *Cladosporium xantochromaticum*, *Fusarium*

¹ Bu çalışma FDK-2015-5239 ve TAGEM-BS-13/09-01/02-05 nolu projelerin bir bölümüdür.

² Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana

³ Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Adana

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: sebnem.tirengkarut@tarimorman.gov.tr

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0002-1634-724X; 0000-0003-2647-5111

Alınış (Received): 29 Aralık 2020

Kabul edilmiş (Accepted): 12 Şubat 2021

chlamydosporum ve *Penicillium oxalicum* izolatlarının entomopatojenik özellikleri laboratuvar koşullarında belirlenmiştir. Çalışmada, *P. oxalicum* izolatu zararlının nimf ve ergin dönemine karşı sırasıyla %65 ve %30 oranlarında etki göstermiştir. Bu izolatu aynı sırayla %48 ve %31 oranlarıyla *C. xantochromaticum* izolatu izlemiştir. Belirtilen izolatlar aynı zamanda zararlının ergin öncesi gelişme sürelerinin uzamasına da neden olmuştur. Çalışmada *B. tabaci*'nin biyolojik mücadelesine katkı sunabilecek ümitvar iki izolat (*P. oxalicum* ve *C. xantochromaticum*) saptanmıştır. Bu izolatların, avcı ve parazitoidler ile entegre edilmesinin zararlıya karşı yürütülecek biyolojik mücadele uygulamalarının başarısını arttıracığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Bemisia tabaci*, entomopatojen fungus, *Cladosporium xantochromaticum*, *Fusarium chlamydosporum* ve *Penicillium oxalicum*

Giriş

Günümüzde azalan tarım alanları karşısında gelişen teknolojinin de yardımıyla birim alandan daha çok ve kaliteli ürün elde edilmeye çalışılmaktadır. Ancak yapılan yanlış uygulamalar (yoğun pestisit kullanımı, yanlış doz vb.) doğaya zarar vermekle kalmayıp aynı zamanda insan sağlığını da olumsuz etkilemektedir. Tarımsal üretimlerde pestisit kullanımına dayalı kimyasal mücadele yerine çevre dostu ve zararlılara karşı etkili mücadele yöntemleri geliştirilmelidir. Bu yöntemlerden biri olan ve biyolojik mücadele yöntemi içerisinde yer alan biyopestisitlerin kullanımına ilgi oldukça artmıştır (Jaber & Ownley, 2017; Kidanu & Hagos, 2020). Özellikle entomopatojen funguslar (EPF), etki şekilleri ve çoğunun birden fazla zararlıyı etkileyebilmelerinden dolayı diğer mikroorganizmalardan daha avantajlı durumdadırlar. Birçok entomopatojen konukçuları tarafından yutulduktan sonra bağırsakta aktif hale geçebilirken, EPF'lerin konukçu ile temas etmeleri yeterli olmaktadır. Temas sonucunda sporlar böceğin üzerine yerleşir, çimlenir ve dış iskeletin içine penetre olurlar. Ardından çoğalan funguslar besin maddelerini emerek ve/veya toksik maddeler üreterek konukçunun ölümüne neden olurlar (Lacey et al. 2008). EPF'lerin bu özelliği Hemiptera takımında yer alan beyazsinekler gibi sokucu emici ağız yapısına sahip böceklerin mücadelesinde önemli bir yer tutmaktadır (Mascarin et al. 2013; Kidanu & Hagos, 2020).

Geniş konukçu dizisi, neden olduğu salgınlar ve ürüne verdiği zararlara ek olarak mücadelesi zor olan *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) tarımsal üretimlerde karşılaşılan en önemli zararlılar arasında yer almaktadır (Stansly & Naranjo, 2010; Karut et al. 2020). Zararlının kullanılan insektisitlere karşı kısa sürede dayanıklılık oluşturması, mücadelesinde aralarında EPF'lerin de yer aldığı alternatif yöntemleri ön plana çıkarmaktadır. Ayrıca mikrobiyal pestisitlerin parazitoid ve predatörlerle birlikte entegre edilerek kullanılması mücadelesi zor olan bu zararlıya karşı sinerjik bir etki göstererek başarı şansını da arttırabilmektedir (Sani et al. 2020).

Günümüze kadar yapılmış çalışmalarda *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Aschersonia* spp., *Beauveria bassiana*, *B. brongniartii*, *Cladosporium* spp.,

Clonostachys rosea, *Conidiobolus* spp., *Entomophthora* sp., *Erynia radicans*, *Fusarium* spp., *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces* spp., *Penicillium* spp., *Lecanicillium* (= *Verticillium*) spp., *Trichoderma harzianum* ve *Zoophthora radicans* beyazsinekler ile ilişkili EPF türleri olarak bildirilmiştir (Ben Ze'ev, 1993; Smith, 1993; Faria & Wraight, 2001; Lacey et al. 2008; Tireng Karut, 2018; Anwar et al. 2020). *Fusarium* ve *Penicillium* türlerinin çeşitli bitkilerde hastalıklara neden olduğu bilinmekle beraber bazı türlerinin ise böcekleri hastalandırıp ölümlerine neden olan EPF olduğu bildirilmiştir (Torres-Barragán et al. 2004; Louw & Korsten, 2014; Anwar et al. 2017). Ayrıca, entomopatojen *Fusarium* türlerinin Hemiptera ve Diptera takımından bazı böceklerde daha yüksek seviyede, Lepidoptera ve Coleoptera takımından bazı böceklerde ise daha düşük seviyede enfeksiyona neden oldukları ve kadavralar üzerinde saprofit olarak yaşayabildikleri bildirilmiştir (Torres-Barragán et al. 2004).

EPF'ler integümente penetrasyondan sonra çoğalarak hifleri vasıtasıyla böcekleri öldürebilirken, *Fusarium*, hifleri tarafından üretilen ve bir siklodepsipeptid toksini olan beauvericin, *Penicillium* ise ürettiği penicilik asit gibi toksinlerle de ölümlere neden olabilmektedir (Gupta et al. 1991; Anwar et al. 2021). Ayrıca son yıllarda *Cladosporium* ve *Fusarium* gibi EPF'lerin sadece biyopestisit olarak değil, aynı zamanda bitkide endofit olup bitki hastalıklarına karşı antagonist, bitki büyüme düzenleyici ve rizosfer kolonizasyonu gibi henüz tam olarak ortaya çıkarılmamış farklı ekolojik rolleri de üstlenebildikleri bildirilmiştir (Jaber & Ownley, 2017). Bu bulgular EPF'lerin sürdürülebilir tarımda entegre mücadele programlarına dahil edilerek çok yönlü kullanımına ilişkin ayrıntılı çalışma yapılması gerektiğini göstermektedir.

Yapılan bu laboratuvar çalışmasında *B. tabaci*'den izole edilmiş olan *Cladosporium xantochromaticum*, *Fusarium chlamydosporum* ve *Penicillium oxalicum* izolatlarının entomopatojenik özellikleri ile zararlının bazı biyolojik özelliklerine etkileri ortaya çıkarılmıştır.

Materyal ve Metot

Tüm çalışmalar Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Dr. Hatice Satar Entomopatojen Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Entomopatojen funguslar

Denemelerde daha önce *Bemisia tabaci*'den izole edilmiş, morfolojik ve moleküler yöntemler kullanılarak tanısı yapılmış olan *C. xantochromaticum*, *F. chlamydosporum* ve *P. oxalicum* izolatları kullanılmıştır. *Cladosporium xantochromaticum* ve *F. chlamydosporum* Mersin ilinin Tarsus ilçesine bağlı Aliğa köyündeki bir susam tarlasından, *P. oxalicum* ise Adana iline bağlı Ceyhan ilçesindeki bir soya tarlasından toplanan *B. tabaci*'den izole edilmiştir. İzolatların morfolojik tanısı Patates Dekstroz Agar (PDA) besi yerindeki gelişimleri ve spor yapılarına bağlı olarak yapılmış ve sonuçlar moleküler yöntemlerle elde edilen

ITS1 ve ITS4 bölgelerine ait DNA dizileri ile doğrulanmıştır (Dellaporta et al. 1983; White et al. 1990). *Cladosporium xanthochromaticum*, *F. Chlamydosporum* ve *P. oxalicum* izolatlarına ait sekanslar National Center for Biotechnology Information (NCBI)'a sırasıyla MW547393, MW547394 ve MW547396 numaraları ile kaydedilmiştir.

Konukçu bitki ve *Bemisia tabaci* üretimi

Biyolojik etkinlik denemelerinde uzun süredir Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü'nde üretimi gerçekleştirilen *B. tabaci* B Biyotip kullanılmıştır. Zararlı *B. tabaci* ve konukçu pamuk bitkisi (*Gossypium hirsutum* L.) üretimi, 26±1 °C sıcaklık ve %65±10 oransal nem koşullarına sahip uzun gün aydınlatmalı (16:8 saat) sırasıyla böcek ve bitki üretim odalarında gerçekleştirilmiştir.

Denemelerde kullanılacak fungus izolatlarının hazırlanması

Fungus izolatlarına ait süspansiyonlar %0.01 Tween 80 içeren steril saf su içerisinde hazırlanmıştır. Denemede Tween 80 içeren steril saf su ilaçsız kontrol olarak kullanılmıştır. Denemenin kurulmasından 10 gün önce fungus izolatlarının PDA ortamına ekimleri gerçekleştirilmiş, gelişen fungus izolatlarının üzerine Tween 80 içeren su eklenmiş ve cam baget ile kazınarak fungus sporları elde edilmiştir. Entomopatojen funguslara ait süspansiyonların spor sayıları Thoma lamı kullanılarak belirlenmiş ve 1×10^7 spor/ml konsantrasyonuna ayarlanarak denemelerde kullanılmıştır.

Fungus izolatlarının *Bemisia tabaci*'nin nimf dönemine karşı etkinliklerinin belirlenmesi

Deneme saksılara ekili olan pamuk bitkisi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Öncelikle denemede kullanılacak olan aynı yaştaki *B. tabaci* nimflerini elde etmek amacıyla pamuk bitkilerine klips kafesler yerleştirilmiş ve bu kafeslere 20 adet ergin dişi beyazsinek salınmıştır. Salımı yapılan erginlerin 24 saat süresince yapraklara yumurta bırakmalarına izin verilmiş, daha sonra bitkiler zararlıdan temizlenmiş ve iklim odasına alınmıştır. İklim odasında (26±1 °C sıcaklık, %65±10 oransal nem) bir hafta sonra açılan yumurtalar takip edilmiş ve çıkan nimfler yaprağa yerleştikten ve 2. döneme ulaştıktan sonra biyolojik etkinlik çalışmalarına başlanmıştır. Bunun için yukarıda açıklandığı şekliyle hazırlanan süspansiyonlar pamuk yapraklarının alt yüzeyindeki 2. dönem nimflerin üzerine yaprak alt yüzeyi tamamen ıslanacak şekilde el pompası yardımıyla uygulanmıştır. Denemeler kontrol için 8 (4 bitki, her bitkide 2 yaprak), diğer uygulamalar için 10 tekerrür (5 bitki, her bitkide 2 yaprak) olarak kurulmuş ve her yaprak bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. Uygulama yapılan bitkiler 26±1 °C sıcaklık ve %80 nem içeren iklim odasında muhafaza edilmiştir. Uygulamadan 3, 5, 7, 10 ve 15. günde binoküler mikroskop yardımıyla sayımlar yapılarak ölü ve canlı bireyler belirlenmiştir. Renk

değiştirmiş, kurumuş, tamamen şeffaflaşmış, şekli değişmiş veya matlaşmış bireyler ölü olarak kabul edilmiştir.

Uygulamaların nimflerin gelişme süresine (yumurtadan çıkıp ergin oluncaya kadar geçen süre) olan etkisini belirlemek amacıyla; kontrol ve fungus süspansiyonu uygulanan yapraklarda cam kalemi ile işaretilenen nimfler stereobinoküler mikroskop ile ergin oluncaya kadar takip edilmiştir.

Fungus izolatlarının *Bemisia tabaci*'nin ergin dönemine etkinliklerinin belirlenmesi

Beş gerçek yapraklı dönemde olan pamuk bitkilerinin üst yarısından alınan yapraklar hazırlanan süspansiyon içerisine 5 sn süresince daldırılmış ardından süspansiyonun kuruması beklenmiştir. Oda koşullarında kurutulan yapraklar içerisinde su agar (%1) bulunan ve tek tarafında havalandırma sağlayacak tül bulunan 10x9x4 cm ölçülerindeki şeffaf plastik kaplara yerleştirilmiştir. Plastik kapların yan tarafında açılmış olan delikten her kabın içerisine 20 adet 1-2 günlük ergin *B. tabaci* salınmıştır. Denemede %0.01 Tween80 içeren steril saf su kontrol olarak kullanılmıştır. Denemeler her uygulama için 5 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Uygulamadan 10 gün sonra yapılan sayımlarda ölü ve canlı birey sayıları saptanmıştır. Ters dönmüş veya ince uçlu fırça ile dokunulduğunda hareket etmeyen bireyler ölü kabul edilmiştir. Denemeler, 25±1°C sıcaklık ve %70±5 nem koşullarına sahip iklim kabinlerinde gerçekleştirilmiştir.

Veri analizleri

Biyolojik etkinlik çalışmalarında izolatlara ait ortalamalar arasındaki istatistiksel farklar ANOVA testi ile belirlenmiştir. Ortalamalar arasındaki olası istatistiksel farkların karşılaştırılması, %5 önem seviyesinde Duncan çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır. Ayrıca izolatlara ait yüzde etkinlik değerleri beyazsinek erginlerine karşı yapılan çalışmada Abbott, nimflerine karşı yapılan çalışmada ise Henderson-Tilton formülüyle hesaplanmıştır (Karman, 1971). Yüzde değerlere analiz yapılmadan önce verilere Arc Sin açı transformasyonu uygulanmıştır. Tüm analizler SPSS (Version 23) paket programda gerçekleştirilmiştir.

Bulgular

Fungus izolatlarının *Bemisia tabaci*'nin nimf dönemine karşı etkinlikleri

Uygulamalara ait aynı günlerdeki ölüm oranları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Deneme süresince *P. oxalicum* ve *C. xanthochromaticum* izolatlarına ait ölüm oranları *F. chlamydosporum* izolatından daha yüksek olmuştur. Uygulamalar arasında toplam ölüm oranı en yüksek %73 ile *P. oxalicum* izolatında elde edilirken bunu sırasıyla %62 ile *C. xanthochromaticum* ve %43 ile *F. chlamydosporum* izolatları izlemiştir (Çizelge 1).

Elde edilen verilere bağlı olarak canlı kalan bireyler üzerinden hesaplanan her uygulamaya ait Henderson-Tilton % etki değerleri Şekil 1’de verilmiştir. Denemede zararlının nimf dönemine karşı izolatların % etki değerleri %25 ile 65 arasında değişmiş, en yüksek etkiyi %65 ile *P. oxalicum* izolatı göstermiştir (Şekil 1).

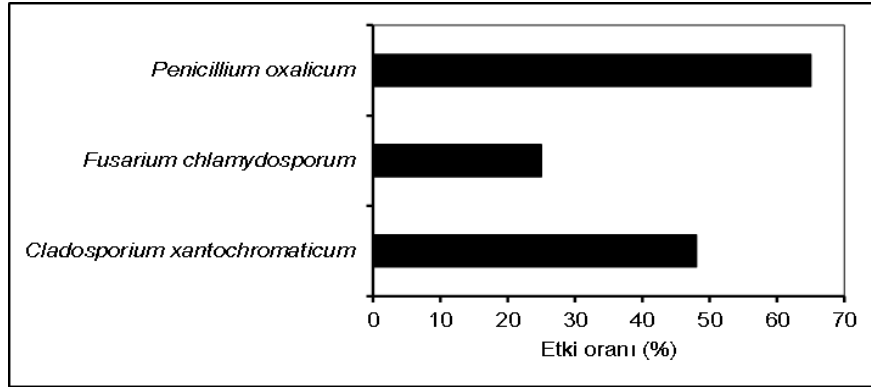
Çizelge 1. Saksı çalışmalarında *Bemisia tabaci* nimflerine karşı uygulanan fungus izolatlarına ait ortalama ölüm oranları (%)

Table 1. Mean mortality rates (%) of fungus isolates applied against *Bemisia tabaci* nymphs in potting studies

Uygulamalar	N	3. Gün	5. Gün	7. Gün	10. Gün	15. Gün
Kontrol	347	7±5.12 a*	8±4.73 a	10±4.41 a	15±2.79 a	16±2.62 a
<i>Cladosporium xantochromaticum</i>	452	35±9.76 bc	40±8.60 b	50±7.62 bc	59±6.67 bc	62±6.52 bc
<i>Fusarium chlamydosporum</i>	454	23±6.89 ab	32±6.29 ab	34±6.04 b	41±6.34 ab	43±6.28 ab
<i>Penicillium oxalicum</i>	401	53±8.09 c	61±7.74 b	67±7.13 c	71±6.56 c	73±6.51 c

*Sütunda aynı harfe sahip ortalamalar arasında Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak fark yoktur

N: Toplam birey sayısı



Şekil 1. Saksı çalışmalarında *Bemisia tabaci* nimflerine karşı uygulanan fungus izolatlarına ait Henderson-Tilton etki oranları (%)

Figure 1. Henderson-Tilton effect rates of fungus isolates applied against *Bemisia tabaci* nymphs in potting studies (%)

Cladosporium xantochromaticum, *F. chlamydosporum* ve *P. oxalicum* uygulanmış *B. tabaci* nimflerine ait gelişme süreleri Çizelge 2’de verilmiştir. Kontrolle karşılaştırıldığında uygulamaların gelişme süresine etki ettiği saptanmış, uygulamalar arasında düşük de olsa sayısal ve istatistiksel bir fark oluşmuştur ($P<0.05$). En uzun gelişme süresi 10 gün ile *C. xantochromaticum* izolatının

uygulandığı bireylerde saptanmış, bu izolatu 9.99 ile *P. oxalicum* izolatu izlemiş ve bu izolatlar istatistiksel olarak diğer uygulamalardan farklı grupta yer almıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Fungus izolatları uygulanmış *Bemisia tabaci* nimflerine ait ortalama gelişme süreleri (gün)

Table 2. Average development time (days) of *Bemisia tabaci* nymphs treated with fungus isolates

Uygulamalar	Birey Sayısı	Gelişme süresi (Gün)
Kontrol	292	9.40±0.06 b*
<i>Cladosporium xantochromaticum</i>	196	10.0±0.11 a
<i>Fusarium chlamydosporum</i>	287	9.38±0.06 b
<i>Penicillium oxalicum</i>	117	9.99±0.12 a

*Aynı harfe sahip oranlar arasında Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak fark yoktur.

Fungus izolatlarının *Bemisia tabaci* ergin dönemine karşı etkinlikleri

Uygulamadan on gün sonra elde edilen değerlere uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda uygulamalar arasındaki fark kontrolle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 3). Ergin döneme ait ölüm oranları değerlendirildiğinde en yüksek ölüm oranı *P. oxalicum* ve *C. xantochromaticum* izolatlarının her ikisi için %37 ile en yüksek bulunurken, *F. chlamydosporum* için bu oran %18'de kalmıştır. *Cladosporium xantochromaticum* izolatına ait etki oranı %31 olurken, bunu %30 ile *P. oxalicum* izolatu izlemiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. *Bemisia tabaci*'nin ergin dönemine karşı uygulanan fungus izolatlarına ait ölüm oranları ile Abbott'a göre % etki değerleri

Table 3. Mortality rates of fungus isolates applied against the adult period of *Bemisia tabaci* and efficacy values according to Abbott (%)

Uygulamalar	N	Ölüm Oranı (%)	% ETKİ
Kontrol	146	10±2.25 b*	
<i>Cladosporium xantochromaticum</i>	113	37±2.97 a	31
<i>Fusarium chlamydosporum</i>	123	18±3.66 ab	9
<i>Penicillium oxalicum</i>	97	37±6.85 a	30

*Sütünde aynı harfe sahip ortalamalar arasında Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak fark yoktur

Tartışma

Bu çalışmada *B. tabaci*'den izole edilmiş olan *C. xantochromaticum*, *F. chlamydosporum* ve *P. oxalicum* izolatları zararlının nimf ve ergin dönemlerine karşı test edilmiştir. *Penicillium oxalicum* izolatu beyazsinek nimfleri ile yapılan saksı çalışmasında %65 etki oranıyla fungus izolatları içerisinde en yüksek etkiyi gösteren izolat olmuştur. Harish et al. (2019) da, *P. citrinum* izolatını *B. tabaci*'nin

ergin ve nimf karışık popülasyonuna karşı uygulamış ve bu çalışmada elde edilen değere yakın oranda (%59) ölüm saptamışlardır. Bunun yanında, Anaisie et al. (2011) *Penicillium* izolatları ile *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae)'nın 3. dönem larvalarına karşı yaptıkları etkinlik denemesinde, izolatların %67-77 arasında başarı gösterdiğini bildirmişlerdir. Al-Keridis (2015), *Tribolium castaneum* (Hbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae)'a karşı yaptıkları etkinlik denemesinde *Penicillium* sp.'nin %50'lik konsantrasyonunun uygulamadan 7 gün sonra tüm bireyleri öldürdüğünü bildirmiştir. Her ne kadar hedef zararlı farklı olmakla birlikte, bu çalışmada elde edilen oran, çok yüksek olmasa da bildirilen çalışmalarda elde edilen oranlara yakın bulunmuştur.

Cladosporium xanthochromaticum izolatı bu çalışma kapsamında yapılan saksı denemesinde %48 gibi dikkate değer bir etki göstermiştir. Abdel-Baky (2000), *Cladosporium*'u beyazsinek ve yaprakbitlerinden izole etmiş ve laboratuvar koşullarında yapılan etkinlik denemelerinde %83.5 oranında beyazsinek erginlerine etki gösterdiğini bildirmiştir. Ayrıca *Cladosporium* sp.'nin doğada beyazsineklerde yaygınlık oranının nimf döneminde yüksek (%87.8), ergin ve yumurta döneminde ise düşük (sırasıyla %8.05 ve %4.15) olduğunu belirlemiştir. Telli (2006), Hatay ili turuncgillerinde zararlı turuncgil pamuklu beyazsineği, *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Hemiptera: Aleyrodidae) nimf ve pupaları üzerinde entomopatojen fungus, *Cladosporium* sp.'nin geliştiğini tespit etmiştir. Araştırmacı örnekleme yaptığı alanlarda fungusu ilkbaharda kolonilerin %6.45'inde, yazın ise %0.11'inde belirlemiş, ancak patojenin tek başına bu zararlıyı baskı altına alamadığını belirtmiştir (Telli, 2006). Shaker et al. (2019), yaprakbitinden izole edilmiş olan *Cladosporium cladosporioides*'den elde ettikleri etil asetat ekstraktının farklı konsantrasyonlarını *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)'ye karşı test etmiş ve 7. günde erginlerde %40.0-96.67, nimflerde ise %46.67-96.67 arasında ölüm oranı elde etmişlerdir. Çalışmalarda belirtilen oranlar kadar olmasa da yüzde elliye yakın ölüme neden olması ve Hatay ilinde bir başka beyazsinek türünde doğal olarak bulunmasından dolayı bu etmen ile çalışmalara devam edilmelidir.

Bu çalışmada olduğu gibi farklı böcek gruplarının ölü bireylerinden *Fusarium* izolatları elde edilmiş ve bunların etkinlikleri laboratuvar koşullarında saptanmıştır (Abdel-Baky, 2000; Torres-Barragán et al. 2004; Avery et al. 2011; Anaisie et al. 2011; Anwar et al. 2017). Avery et al. (2011) incir beyazsineğinin ölü nimflerinden, Abdel-Baky (2000) de beyazsinek ve yaprakbitlerinin yumurta ve nimflerinden *Fusarium* izolatları elde etmişlerdir. Torres-Barragán et al. (2004) *Fusarium* türleri ile sera beyazsineği *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae)'un 3. nimf dönemine karşı yaptıkları etkinlik denemelerinde %95'in üzerinde başarı sağlamışlardır. Anaisie et al. (2011) *Fusarium* izolatlarını *P. xylostella*'nin 3. dönem larvalarına karşı test etmiş ve izolatların %66.7-70.0 arasında başarı gösterdiklerini bildirmişlerdir. Anwar et al. (2017), 5 *Fusarium* türü ile *B. tabaci*'nin nimf dönemine karşı yaptıkları etkinlik denemesinde uygulamadan 6 gün sonra tüm izolatlarda %100 ölüm oranı elde ettiklerini bildirmişlerdir. Ancak bu çalışma kapsamında yapılan denemede *F. chlamydosporum* izolatı saksı

çalışmasında nimflere karşı sadece %25 oranında etki göstermiştir. Bu durum, bu çalışmada kullanılan izolatin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Yapılan bu çalışmada izolatlar beyazsineğin nimf dönemine karşı ergin dönemden daha yüksek etki göstermiştir. Ekolojik faktörler dışında, zararlının sahip olduğu fiziksel bariyerler (kütikül, epikütiküller gibi), fizyolojik durumu, savunma mekanizması gibi etkenler EPF'lerin kolonizasyonunu ve başarısını etkilemektedir (Abdel-Baky, 2000; Kishore Varma et al. 2019). Wraight et al. (2000), yaptıkları çalışmada bazı fungal etmenlerin *B. argentifolii*'nin ergin öncesi dönemlerine karşı olan yüksek etkisine rağmen ergin dönemlerine olan etkisinin çok düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bunun nedenleri tam olarak bilinmemekle birlikte, beyazsineğin ergin döneminin zar yapısında olan kanat ve vücudunun mumsu bir tabaka ile kaplı olmasının etkili olabileceğini, ayrıca ergin öncesi dönemlerin erginlere göre yaprak yüzeyine daha bağımlı olmalarının enfeksiyon riskini arttırabileceğini bildirmişlerdir.

Yapılan çalışma sonucunda *C. xanthochromaticum* ve *P. oxalicum*'un zararlının nimf gelişme sürelerinin kontrolle karşılaştırıldığında az da olsa uzamasına neden olduğu belirlenmiştir. Bu durum mikroorganizmaların doğrudan olmasa da dolaylı olarak *B. tabaci*'nin ergin öncesi dönemlerinin gelişimini etkileyebileceğini göstermektedir. Nitekim Valenzuela-Soto et al. (2010), bitki rizosferinden izole ettikleri *Bacillus subtilis* BEB-DN ırkını bitkiye kökten vermiş ve *B. tabaci* ile etkileşimine bakmışlardır. Yaptıkları kök inokülasyonu sonucunda oluşan uyarılmış sistemik dayanıklılığın *B. tabaci*'nin nimf gelişme sürelerini uzattığını saptamışlardır. Benzer çalışmaların farklı mikroorganizmalar ile devam ettirilmesi ve bu etkinin nedenlerinin ayrıntılı çalışmalarla ortaya çıkarılması, zararlının mücadelesinde alternatif yöntemlerin geliştirilmesine katkı sağlayacak sonuçların elde edilebilmesini sağlayabilir.

Bu çalışmada daha önce *B. tabaci*'den elde edilmiş olan *P. oxalicum* ve *C. xanthochromaticum* izolatları zararlının hem ergin hemde nimf dönemine karşı kontrolle karşılaştırıldığında ümitvar etki göstermiştir. Doğada beyazsinek ve diğer akraba böcek türlerinde (Hemiptera: Sternorhyncha) yaygın görülen bu iki izolatin *B. tabaci*'nin biyolojik mücadelesinde etkili doğal düşmanlar (avcı ve parazitoit) ile birlikte kullanımına yönelik ayrıntılı çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Böylece elde edilen sonuçların özellikle seralarda yürütülen entegre mücadele programlarında zararlının biyolojik mücadelesinin geliştirilmesine katkı sunacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Öneri ve katkılarından dolayı Prof. Dr. Kamil KARUT, Prof. Dr. Ali ERKILIÇ ve Prof. Dr. İsmail DEMİR'e, projeyi destekleyen Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (FDK-2015-5239) ve Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne (TAGEM-BS-13/09-01/02-05) teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abdel-Baky N.F., 2000. *Cladosporium* spp. an entomopathogenic fungus for controlling whiteflies and aphids in Egypt. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3: 1662-1667.
- Al-Keridis L.A., 2015. Application of *Penicillium* sp as entomopathogenic fungi to control the red rust beetle *Tribolium castaneum* (Hbst.) (Coleoptera:Tenebrionidae). *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 12: 7-12.
- Anaisie P.E., V.Y. Eziah & E.O. Owusu, 2011. The potential of indigenous entomopathogenic fungi for the management of the Diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) in Ghana. *International Research Journal of Biochemistry and Bioinformatics*, 1: 275-281.
- Anwar W., M.S. Haider, A.A. Shahid, H. Mushtaq, U. Hameed, M.Z.U. Rehman & M.J. Iqbal, 2017. Genetic diversity of *Fusarium* isolated from members of Sternorrhyncha (Hemiptera): Entomopathogens against *Bemisia tabaci*. *Pakistan Journal of Zoology*, 49 (2): 639-645.
- Anwar W., K. Nawaz, M.A. Javed, A. Akhter, A.A. Shahid, M.S. Haider, M.Z.U. Rehman & S. Ali, 2021. Characterization of fungal flora associated with sternorrhyncha insects of cotton plants. *Biologia*, 76: 533-547.
- Avery P.B., C.M. Mannion, C.A. Powell, C.L. McKenzie & L.S. Osborne, 2011. Natural enemies managing the invasion of the fig whitefly, *Singhiella simplex* (Hemiptera: Aleyrodidae), infesting a *Ficus benjamina* Hedge. *Florida Entomologist*, 94: 696-698.
- Ben Ze'ev I.S., 1993. Check-list of fungi pathogenic to insects and mites in Israel, updated through 1992. *Phytoparasitica*, 21: 213-237.
- Dellaporta S.L., J. Wood & J.B. Hicks, 1983. A plant DNA miniprep: Version II. *Plant Molecular Biology Reporter*, 1: 19-21.
- Faria M. & S.P. Wraight, 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* with fungi. *Crop Protection*, 20: 767-778.
- Gupta S., S.B. Krasnoff, N.L. Underwood, J.A.A. Renwick & D.W. Roberts, 1991. Isolation of beauvericin as an insect toxin from *Fusarium semitectum* and *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*. *Mycopathologia*, 115: 185-189.
- Harish E.R., A.H. Farhana & B.G. Sangeetha, 2019. Screening potential microbes against whitefly (*Bemisia tabaci* (Gennadius)), the most important pest of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7 (6): 601-606.
- Jaber L.R. & B.H. Ownley, 2017. Can we use entomopathogenic fungi as endophytes for dual biological control of insect pests and plant pathogens? *Biological Control*, 116: 36-45.
- Karman M., 1971. Bitki koruma araştırmalarında genel bilgiler, denemelerin kuruluşu ve değerlendirme esasları. T.C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, Bornova-İzmir, 279s.
- Karut K., S.J. Castle, ř.T. Karut & M.M. Karaca, 2020. Secondary endosymbiont diversity of *Bemisia tabaci* and its parasitoids. *Infection, Genetics and Evolution*, 78: 104104,
- Kıdanu S. & L. Hagos 2020. Research and application of entomopathogenic fungi as pest management option: A review. *Journal of Environment and Earth Science*, 10 (3): 31-39.
- Kishore Varma P., V. Chandra Sekhar, B. Bhavani & S. Upendhar, 2019. *Cladosporium cladosporioides*: A new report of parasitism on sugarcane woolly aphid, *Ceratovacuna lanigera* Zehntner. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7 (6): 1122-1126.

- Lacey L.A., S.P. Wraight & A.A. Kirk, 2008. Entomopathogenic fungi for control of *Bemisia tabaci* Biotype B: Foreign exploration, research and implementation. (Editors: J. Gould, K. Hoelmer and J. Goolsby, Classical Biological Control of *Bemisia tabaci* in the United States, A Review of Interagency Research and Implementation). Springer, 33-69.
- Louw J.P. & L. Korsten, 2014. Pathogenic *Penicillium* spp. on apple and pear. *Plant Disease*, 98 (5): 590-598.
- Mascarin G.M., N.N. Kobori, E.D. Quintela & Jr.I. Delalibera, 2013. The virulence of entomopathogenic fungi against *Bemisia tabaci* Biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) and their conidial production using solid substrate fermentation. *Biological Control*, 66: 209-218.
- Sani I., S.I. Ismail, S. Abdullah, J. Jalinas, S. Jamian & N. Saad, 2020. A review of the biology and control of whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), with special reference to biological control using entomopathogenic fungi. *Insects*, 11: 619.
- Shaker N.O., G.M.M. Ahmed, H.Y.E. Ibrahim, M.M. El-Sawy, M.E. Mostafa & H.N.A.E. Ismail, 2019. Secondary metabolites of the entomopathogenic fungus, *Cladosporium cladosporioides* and its relation to toxicity of cotton aphid, *Aphis gossypii* (Glov.). *International Journal of Entomology and Nematology*, 5 (1): 115-120.
- Smith P., 1993. Control of *Bemisia tabaci* and the potential of *Paecilomyces fumosoroseus* as a biopesticide. *Biocontrol News and Information*, 14: 71-78.
- Stansly, P.A., & S.E. Naranjo. 2010. Introduction, pp. XV–XVIII. (Editors: P. A. Stansly, and S. E. Naranjo, *Bemisia: bionomics and management of a global pest*). Springer+Business, New York, NY, 540 p.
- Telli Ö., 2006. Hatay ili turunçgillerinde zararlı turunçgil pamuklu beyazsineği, *Aleurothrixus floccosus* (maskell) ve turunçgil ipek beyazsineği, *Paraleyrodes minei* Iaccarino'nin yayılışı, biyolojisi ve doğal düşmanları üzerinde araştırmalar. Yüksek lisans tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antakya, 79s.
- Tireng Karut Ş., 2018. Pamuk beyazsineği, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae)'nin entomopatojen florasının mikrobiyal mücadelede kullanımı. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balcalı-Adana, 120 s.
- Torres-Barragán A., A.L. Anaya, R. Alatorre & C. Toriello, 2004. Entomopathogenic fungi from 'El Eden' ecological reserve, Quintana Roo, Mexico. *Mycopathologia*, 158: 61-71.
- Valenzuela-Soto J.H., M.G. Estrada-Hernandez, E. Ibarra-Laclette & J.P. Delano-Frier, 2010. Inoculation of tomato plants (*Solanum lycopersicum*) with growth-promoting *Bacillus subtilis* retards whitefly *Bemisia tabaci* development. *Planta*, 231: 397-410.
- White T.J., T. Bruns, S. Leeand & J. Taylor, 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. (Editors: M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, and T. J. White, PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications). Academic Press, Inc., New York, 315-322.
- Wraight S.P., R.I. Carruthers, S.T. Jaronski, C.A. Bradley, C.J. Garza & S. Galaini-Wraight, 2000. Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* for microbial control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Biological Control*, 17: 203-217.