




Bazı Entomopatojen Fungus Kültür Filtratlarının *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) Üzerindeki Etkinliklerinin Belirlenmesi

Asiye UZUN YİĞİT* , Şerife Evrim ARICI¹ , Ozan DEMİRÖZER¹ 

¹ Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta

*Sorumlu Yazar: asiyeuzun@isparta.edu.tr

Geliş Tarihi: 30.12.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 11.02.2023 Kabul Tarihi: 12.02.2023

ÖZ

Bu çalışmada, beş farklı entomopatojen fungus izolatına (*Beauveria varroe*, *Metarhizium robertsii*, *Purpureocillium lilacinum*, *Fusarium subglutinans* 8A ve *F. subglutinans* 12A) ait saf kültür filtratlarının *Tetranychus urticae* Koch'nin ergin dişileri üzerinde ölümcül etkileri laboratuvar koşullarında belirlenmiştir. Plastik petrielerde (9 cm çap) yaprak disk yöntemine göre hazırlanmış fasulye yapraklarına (4 cm) 20 yeni ergin birey aktarılmıştır. Her bir entomopatojen fungus izolatına ait saf kültür filtratları püskürtme yöntemiyle (4 bar) on sn süre ile ergin bireyleri içeren yaprak disklerin üzerine uygulanmıştır. Gözlemlere uygulamadan 24 saat sonra başlanarak 7. güne kadar devam edilmiştir. Denemeler her bir entomopatojen fungus izolatına ait uygulama dozu için tesadüf parselleri deneme deseninde beş tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Kültür filtratları uygulandıktan 24 ve 96 saat sonra *T. urticae* erginlerinde meydana gelen ölüm oranları arasında fark olmadığı bulunmuştur ($P<0.05$). Uygulamadan 5 gün sonra ise *B. varroe*, *F. subglutinans* 8A, *F. subglutinans* 12A ve *P. lilacinum* uygulamaları arasında fark olmadığı ve *M. robertsii*'nin (36 ± 3.67) diğer entomopatojen fungus izolatlarından (59 ± 3.31 - 66 ± 3.67) istatistiki olarak farklı olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Son gözlem zamanı olan 7. günde, *B. varroe* kültür filtratı *T. urticae* erginleri üzerinde en yüksek ölüme (80 ± 3.53) neden olurken, ayrıca *F. subglutinans* 12A, *F. subglutinans* 8A ve *P. lilacinum* uygulamalarında belirlenen ölüm yüzdeleri ise sırasıyla 78 ± 7.17 , 76 ± 6.00 ve 73 ± 4.06 olarak saptanmış ve istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. *Metarhizium robertsii* kültür filtratı uygulaması *T. urticae* erginleri üzerinde en düşük ölüme (46 ± 2.91) neden olurken, diğer entomopatojen fungus kültür filtratı uygulamalarından istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($P<0.05$).

Anahtar kelimeler: Tarımsal zararlı, mikrobiyal mücadele, iki noktalı kırmızıörümcek, ölüm oranı

Determination of the Efficacy of Entomopathogenic Fungal Culture Filtrates on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)

ABSTRACT

In this study, lethal effects of pure culture filtrates of five different isolates of entomopathogenic fungi (*Beauveria varroe*, *Metarhizium robertsii*, *Purpureocillium lilacinum*, *Fusarium subglutinans* 8A and *F. subglutinans* 12A) on adult females of *Tetranychus urticae* Koch in laboratory conditions were determined. 20 new adult individuals were transferred to bean leaves (4 cm) prepared according to the leaf disc method in plastic petri dishes (9 cm diameter). Pure culture filtrates of each entomopathogenic fungus isolate were applied by spraying (4 bar) on leaf discs containing adult individuals for 10 seconds. Observations were started 24 hours after the application and continued until the 7th day. Experiments were carried out in a randomized plot design with five replications for the application dose of each entomopathogenic fungus isolate. It was found that there was no difference between the mortality rates of *T. urticae* adults 24 and 96 hours after the culture filtrates were applied ($P<0.05$). 5 days after the application, there was no difference between *B. varroe*, *F. subglutinans* 8A, *F. subglutinans* 12A, and *P. lilacinum* applications, and *M. robertsii* ($36\pm 3.67\%$) were statistically different from other entomopathogenic fungus isolates (59 ± 3.31 - 66 ± 3.67) ($P<0.05$). On the 7th

day, the last observation time, it was determined that *B. varroe* culture filtrate caused the highest mortality ($80\pm3.53\%$) on *T. urticae* adults, and mortality rates in *F. subglutinans* 12A, *F. subglutinans* 8A and *P. lilacinum* applications were $78\pm7.17\%$, $76\pm6.0\%$, and $73\pm4.06\%$, respectively and statistically included in the same group. While *M. robertsii* culture filtrate application caused the lowest mortality (46 ± 2.91) on *T. urticae* adults, it was statistically different from other entomopathogenic fungus culture filtrate applications ($P<0.05$).

Key words: Agricultural pest, microbial control, two-spotted spider mite, mortality.

GİRİŞ

Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) dünyadaki en önemli zararlı akar türlerinden birisi olup (Ferreira ve ark., 2015), bahçe bitkileri ve süs bitkileri dahil olmak üzere 1100'den fazla ürün türüne zarar veren kozmopolit bir tarım zararlısıdır (Grbic ve ark., 2011; Romeih ve ark., 2013). *Tetranychus urticae*'nin konukçusunda neden olduğu yaralanma alt epidermis hücrelerinin delinmesinden kaynaklanmaktadır. Popülasyon yoğunluğu arttığında fotosentez hızını azaltır, yaprak mezofiline zarar verir ve stomanın kapanmasına neden olur (Fadini ve ark., 2004). Bu zararlı stiletini bitki dokusuna sokarak hücre içeriğini emerek beslenmekte ve sonuç olarak ürünün verim ve kalitesini düşürmektedir (Flechtmann, 1985; Albuquerque ve ark., 2003). Genel olarak tarım alanlarında bu zararlı akar türü ile mücadele, esas olarak sentetik akarisitler ile yürütülmektedir (Ferreira ve ark., 2015). Ancak, yüksek üreme potansiyeli, haplodiploid eşeyli üreme ve kısa yaşam döngüsü, sınırlı sayıda uygulamadan sonra birçok akarosite karşı direncin hızlı gelişimini de kolaylaştırmaktadır (Nauen ve ark., 2001; van Leeuwen ve ark., 2010; Ferreira ve ark., 2015). Akarisit direncine karşı çoğu makro ve mikrobiyal preparatlarla alternatif mücadele yöntemleri arayan üreticiler için büyük önem arz etmektedir (Dermauw ve ark., 2013). Entomopatojen funguslar (EPF), akar kontrolü için kimyasal akarisitlere göre uygun maliyetli ve çevre açısından güvenli biyolojik preparatlar olarak alternatif potansiyele sahiptirler (Keno ve ark., 2022). Dünya genelinde bugüne kadar yaklaşık 90 farklı cinsten 700'den fazla fungus türü entomopatojen olarak belirlenmiştir (Khachatourians ve Qazi, 2008). Bunlar arasında *Beauveria bassiana* (Balsamo-Crivelli) Vuillemin, *Isaria fumosorosea* Wize, *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin ve *Lecanicillium lecanii* (Zimmerman) Viegas en çok çalışılan türler olup, genellikle *T. urticae*'yi kontrol etmek için kullanılmaktadırlar (Chandler ve ark., 2005; Maniana ve ark., 2008; Çakmak ve ark., 2009; Li ve ark., 2011; Chen ve ark., 2015). Birçok entomopatojen fungus böcekler için toksik olan metabolitler üretirler. Entomopatojen fungusların kültrü filtratları böceklerin kutikula kısmını parçalayan proteinaz, kitinaz ve lipaz gibi enzimleri içerir. Entomopatojen fungusların *T. urticae* üzerindeki ölümcül etkisinin yaygın olarak kutikula parçalayıcı bu enzimlerin akar kutikulasının büyük bariyerlerine zarar vererek girişleri kolaylaştırdığı düşünülmektedir (Krieger de Moraes ve ark., 2003; Zare ve ark., 2014). EPF'lerdeki bu enzimler konukçu kutikülünü bozarak enfeksiyon sürecine yardımcı olmaktadır (Hanan ve ark., 2020). Kutikula bileşenlerini hidrolize edebilen enzimler, böcek deri değiştirme sıvısında ve entomopatojen fungusların kültür filtratlarında bulunmaktadır (Samuels ve Reynolds, 1993). Daha önce yapılan çalışmalarda farklı entomopatojen fungusların spor süspansiyonlarının *T. urticae* üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Chandler ve ark., 2005; Maniana ve ark., 2008; Çakmak ve ark., 2009). Entomopatojen fungusların kültür filtratlarının spor içermemeleri, konukçu üzerindeki etki mekanizmasında spor girişi ve çimlenme aşamalarına gerek kalmadan etkilerini ortaya koymaları sayesinde spor süspansiyonu uygulamalarına göre konukçu organizma üzerinde daha hızlı ölüme neden olmaktadır (Herlinda ve ark., 2020). Farklı entomopatojen fungus izolatlarının kültür filtratlarının farklı fitofag zararlılar üzerindeki etkileri araştırılmış olup (Quesada-Moraga ve ark., 2006; Wang ve ark., 2007; Kim ve ark., 2010; Khan ve ark., 2012; Namara ve ark., 2017), bu çalışmada ise önemli ekonomik kayıplara neden olan fitofag zararlılardan birisi olan *T. urticae*'nin ergin bireylerinde farklı entomopatojen fungusların (*Beauveria varroe*, *Fusarium subglutinans* 8A, *F. subglutinans* 12A, *Metarhizium robertsii*, *Purpureocillium lilacinum*) kültür filtratlarının ölümcül etkisinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Çalışmanın ana materyalleri olarak *T. urticae* Koch popülasyonlarına ait bireyler (Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Entegre Mücadele Laboratuvarı) ve funguslardan *B. varroe*, *M. robertsii*, *P. lilacinum*, *F. subglutinans* 8A ve *F. subglutinans* 12A'a ait saf kültür filtratları kullanılmıştır.

Fasulye [*Phaseolus vulgaris* L., (Fabaceae)] bitkileri ve kırmızıörümcek (*T. urticae*) popülasyonları iklim odası koşullarında (25 ± 2 °C sıcaklık, 65 ± 5 nem, 16:8 fotoperiyot) yetiştirilmiştir. Fasulye tohumları daha önceden steril edilmiş toprak karışımı bulunan (toprak+organik madde) plastik saksılarda (15 cm çap) ekilmiştir.

Çalışmada yer verilen 5 farklı entomopatojen fungus izolatu 25 °C'de 14 gün boyunca patates dekstroz agar (PDA, Merck Millipore) besiyerinde kültüre alınmıştır. İki hafta süreyle inkübasyona bırakılan her izolattan birer agar disk (1 cm) 150 ml erlenmeyer şişelerinde 50 ml patates dekstroz broth (PDB, 200 gr patates, 20 gr glikoz /1000ml) inoküle edilerek 10 gün boyunca 25 ± 1°C ve 115 rpm'de çalkalanmıştır. Daha sonra her EPF izolatına ait kültür sıvısı sporların ortamdaki uzaklaştırılması için 3 kat Whatman filtre kağıdından kompresör kullanılarak geçirilmiş ve entomopatojen funguslara ait kültür filtratları elde edilmiştir (Kim ve ark., 2013).

Hazırlanan fasulye (2 haftalık) yaprak diskleri (4 cm) plastik petrilere (9 cm çap) tutulan steril suya doymuş steril pamuk üzerinde yerleştirilmiştir. Daha sonra 20 yeni ergin birey yaprak disklerine yumuşak uçlu fırça yardımıyla dikkatlice yerleştirilmiştir. Her bir entomopatojen fungus izolatına ait saf kültür filtratları 4 bar basınçta püskürtme sağlayan modifiye edilmiş bir düzenek yardımıyla 10 sn süre (0.25 ml) ile ergin bireylerin bulunduğu yaprak disklerine uygulanmıştır. Petrilere kapağı kapatıldıktan sonra akarların kaçmaması için kenarları parafilm ile kaplanmıştır. Gözlemlere uygulamalardan 24 saat sonra başlanarak 7. güne kadar devam edilmiştir. Denemeler plastik petrilere her entomopatojen fungus izolatına ait doz için beş tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme deseninde yürütülmüştür. Çalışmadan elde edilen tüm ölüm değerleri Abbott formülü [% ölüm = (1-uygulamadan sonraki birey sayısı / uygulamadan sonra kontroldeki birey sayısı) *100] kullanılarak hesaplanmıştır (Abbott, 1925). Daha sonra bu verilere SPSS® 20.0 paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) sonrası Tukey'in çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır (P<0.05). Ayrıca, zaman etkisinin belirlenmesinde ikili karşılaştırmalar için t testi uygulanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı entomopatojen fungus izolatlarına ait kültür filtratları *T. urticae* erginlerine uygulandıktan sonra 24. ve 96. gözlem saatlerinde meydana gelen ölüm oranları arasında istatistiki olarak fark olmadığı saptanmıştır (P <0.05). Kültür filtratları uygulandıktan 5 gün sonra *M. robertsii*'nin (%36±3.67) diğer entomopatojen fungus izolatlarından (%59±3.31-66±3.67) daha düşük ölüm oranına neden olurken, istatistiki olarak farklı olduğu bulunmuştur (P <0.05). Uygulama yapıldıktan sonraki 7. günde ise *B. varroe* kültür filtratı *T. urticae* erginleri üzerinde en yüksek ölüm (%80±3.53) meydana getirirken ve bunusırası ile *F. subglutinans* 12A (%78±7.17), *F. subglutinans* 8A (%76±6.00) ve *P. lilacinum* (%73±4.06) takip etmiştir. *Metarhizium robertsii* kültür filtratı uygulaması *T. urticae* erginleri üzerinde en düşük ölüme (46±2.91) neden olurken, bu uygulama diğer entomopatojen fungus kültür filtratı uygulamalarından istatistiki olarak farklı bulunmuştur (P<0.05) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı entomopatojen fungus izolatlarının kültür filtratları uygulanan *Tetranychus urticae* üzerindeki ortalama ölüm oranları

Uygulamalar	Gözlem Zamanları ve Ölüm Oranları (%) ± s. h.			
	24. saat	3. gün	5. gün	7. gün
<i>Beauveria varroe</i>	4±1.00	23±2.55	60±2.73 a*	80±3.53 a
<i>Fusarium subglutinans</i> 8A	3±2.00	21±1.00	66±3.67 a	76±6.00 a
<i>Fusarium subglutinans</i> 12A	4±1.87	18±1.00	63±6.44 a	78±7.17 a
<i>Metarhizium robertsii</i>	3±1.22	18±2.00	36±3.67 b	46±2.91 b
<i>Purpureocillium lilacinum</i>	5±1.58	22±1.22	59±3.31 a	73±4.06 a

*Aynı sütunda ayrı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0.05)

Farklı entomopatojen fungus izolatlarına ait kültür filtratlarının *T. urticae* ergin bireylerindeki ölüm oranları zamana bağlı olarak değerlendirildiğinde, uygulamadan sonraki bütün gözlem zamanları birbiri ile karşılaştırıldığında aralarında fark olduğu belirlenmiştir. Gözlem zamanlarında meydana gelen ölüm oranlarının bir önceki zamana göre daha yüksek ve anlamlı olduğu saptanmıştır (P=0.000) (Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı entomopatojen fungus izolatlarının kültür filtratlarının *Tetranychus urticae* üzerinde zamana bağlı ortalama ölüm oranlarının karşılaştırılması

Gözlem Zamanları	Ortalama Ölüm Oranları (%) \pm s. h.	P
24. saat-3. gün	3.80 \pm 0.66 a*-20.40 \pm 0.86 b	0.000
24. saat-5. gün	3.80 \pm 0.66 a-56.80 \pm 2.76 b	0.000
24. saat-7. Gün	3.80 \pm 0.66 a-70.60 \pm 3.27 b	0.000
3. gün-5. Gün	20.40 \pm 0.86 a-56.80 \pm 2.76 b	0.000
3. gün-7. gün	20.40 \pm 0.86 a-70.60 \pm 3.27 b	0.000
5. gün-7. Gün	56.80 \pm 2.76 a-70.60 \pm 3.27 b	0.000

* Aynı satırdaki aynı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0.05)

Mikoakarisitler olarak geliştirilen entomopatojen funguslar, akar popülasyonlarını doğal olarak yönetebilir ve halihazırda kullanılan sentetik akarisitlerin yerine bağımsız olarak veya akar yönetimi için entegre bir bileşen olarak yararlı bir mücadele stratejisinde kullanılabilir (Maniania ve ark., 2008). Farklı entomopatojen fungusların genellikle fitofag akarların doğal popülasyonlarının azaltılmasında önemli bir rol oynadığı ve bu entomopatojen fungusların farklı spor süspansiyonlarının *T. urticae* erginleri üzerinde ölüm etkisi araştırılmıştır (Chandler ve ark., 2000; Van der Geest ve ark., 2000; Maniania ve ark., 2008; Geroh ve ark., 2015; Doğan ve ark., 2017; Elhakim ve ark., 2020). Daha önce yapılan bir çalışmada, Uzun ve ark. (2019) *F. subglutinans* 12A'nın 10⁶ spor/ml konsantrasyonu uygulandıktan 3, 5 ve 7 gün sonra *T. urticae* ergin dişilerinde sırası ile %46, 62 ve 76 oranlarında ölüm meydana geldiğini belirlemişlerdir. Yürütülen bu çalışmada ise aynı entomopatojen fungus izolatının kültür filtratının uygulandıktan 3, 5 ve 7 gün sonra *T. urticae* ergin dişilerinde sırası ile %18, 63 ve 78 ölüm oranları saptanmıştır. *Purpureocillium lilacinum*'un kültür filtratının uygulandıktan 7 gün sonra *T. urticae* ergin bireylerinin %73'ünün ölümüne neden olduğu saptanmıştır. Bazı araştırmacılar farklı entomopatojen funguslardan elde ettikleri kültür filtratlarını bitki zararlılarına karşı kullanmışlardır. *Hirsutella thompsonii*'nin kültür filtratı *T. urticae* ve turuncğil pası *Phyllocoptruta oleivora* üzerinde %55.90'lık bir ölüm oranı sergilerken (Aghajanzadeh ve ark., 2006), *Hypocrella raciborskii*'nin ham özütü, *T. urticae* üzerinde %80'lik kalıntı toksisitesi göstermiştir (Buttachon ve Kijjoa, 2013). Yun ve ark. (2017) ise diğer çalışmalardan farklı olarak *B. bassiana* 2R-3-3-1 ve *M. anisopliae* 4-2'nin kültür filtratlarının *T. urticae* erginleri üzerindeki ölümcül etkilerini belirlemiştir. Uygulamadan 7 gün sonra, *B. bassiana* 2R-3-3-1 uygulaması %83.3 \pm 2.7 ölüme neden olurken, *M. anisopliae* 4-2'nin kültür filtratı uygulamasında ise %77 \pm 1.5 ölüm meydana gelmiştir. Rasool ve ark. (2021) domates bitkilerine *M. robertsii* izolatına ait kültür filtratı uygulandığında *T. urticae* erginlerinde %46 ölüme ulaşıldığı saptanmıştır. Yürütülen bu çalışmada ise, *B. varroe* kültür filtratı uygulandıktan 7 gün sonra *T. urticae* erginleri üzerinde %80 \pm 3.53 oranında ölüme neden olurken, *M. robertsii* ise %46 \pm 2.91 oranında ölüme neden olmuştur. Namara ve ark. (2017) entomopatojen fungusların kültür filtratı uygulamalarının *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae)'ya etkisini inceledikleri çalışmada, *M. anisopliae* kültür filtratı enjeksiyonundan sonraki iki hafta içinde larvaların %40'ından fazlasının öldüğünü belirlerken, *B. bassiana*, *B. caledonica* ve *Candida albicans*'ın daha düşük ölüm oranlarına neden olduğunu saptamışlardır. Saad ve ark. (2019) yapmış oldukları bir çalışmada *M. anisopliae*, *P. fumosoroseus* ve *Trichoderma longibrachiatum* kültür filtratlarını *Thrips tabaci*'nin ergin ve larvalarına sprey yöntemiyle uygulamışlardır. Denemenin 7. gününde yapılan değerlendirmede *T. longibrachiatum* ve *M. anisopliae*'nin kültür filtratları en etkili bulunmuştur. Ayudya ve ark. (2019) *B. bassiana*'nın farklı izolatlarının kültür filtratlarının *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) larvalarındaki ölümcül etkisini araştırmışlardır. Uygulamadan 8 gün sonra %22.67-% 46.67 ölüm oranlarının meydana geldiğini ve bütün izolatların kontrol uygulamasından farklı olduğunu bildirmişlerdir. Hanan ve ark. (2020) *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)'ye karşı *L. lecanii*'nin 3 farklı izolatını (V-2, V-3 ve V-5) konidi, filtrat ve konidia+filtrat şeklinde uygulayarak etkililiklerini belirlemiştir. Konidi denemesinde 1 \times 10⁸ konidi/ml, uygulamadan 8 gün sonra %70-95 ölüm, filtrat uygulamasında %74-98 ölüm meydana gelirken, konidi+filtrat denemesinde ise %65-91 ölüm oranlarına ulaşılmıştır. V-3 izolatı en virulent bulunurken, bu izolatın filtratı *M. persicae*'ye karşı en etkili bulunmuştur. Shah ve ark. (2020) *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae)'ye karşı *Cordyceps javanica*'nın spor süspansiyonu ve kültür filtratı uygulamalarının etkinliğini saptamıştır. Kültür filtratı uygulamasında beyazsinek nimflerinde uygulamadan 48 saat sonra %61.3 \pm 9.5 ölüm meydana geldiği bildirilmiştir. Ayrıca, konidial süspansiyonlar ve kültür filtratı uygulamaları arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada ise tarımsal üretim alanlarında önemli zararlılardan birisi olan *T. urticae*'ye karşı *B.*

varroe kültür filtratının 80 ± 3.53 ölüme neden olduğu ve sırası ile *F. subglutinans* 12A (78 ± 7.17), *F. subglutinans* 8A (76 ± 6.00), *P. lilacinum* (73 ± 4.06) kültür filtratlarının yüksek ölüm oranlarına ulaştığı belirlenmiştir. Entomopatojen fungusların ticari olarak kullanımlarını kısıtlayan önemli caydırıcı bir faktör olan öldürme hızının artırılması gerekmektedir (St Leger ve Wang, 2010). Toksik maddeler içeren entomopatojen funguslara ait kültür filtratları, konukçularını kısa sürede öldürme yeteneğine sahip olduklarından mikroinsektisit teknolojisinin geliştirilmesinde aktif bileşen olma potansiyeline sahiptirler (Gustianingtyas ve ark., 2020). Entomopatojen funguslara ait kültür filtratlarının tarla koşullarında zararlı tür üzerindeki etkileri araştırılarak daha detaylı ve pratiğe yönelik verilerin elde edilerek sonuçların desteklenmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir.

Teşekkür: Yazarlar çalışmada kullanılan entomopatojen fungus izolatlarını temin ettikleri Prof. Dr. Kubilay Er (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü) ve Prof. Dr. İlker Kepenekçi (Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü)'ye teşekkür eder. Ayrıca, yazarlar entomopatojen fungusların kültür filtratlarının hazırlanmasında katkılarından dolayı Zir. Müh. Melike Yıldırım'a teşekkür eder.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Abbott, W. W. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Aghajanzadeh, S., Mallik, B., Chandrashekar, S. C. 2006. Toxicity of culture filtrate of *Hirsutella thompsonii* Fisher against citrus rüşt mite, *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead (Acari: Eriophyidae) and two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Agriculture and Biology*, 8(2), 276-279.
- Albuquerque, F. A., Oliveira, J. V., Gondim, J. R. M. G. C. Torres, J. B. 2003. Efeito de inseticidas e acaricidas sobre ovos e fêmeas adultas do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, 13: 1-8.
- Ayudya, D. R., Herlinda, S., Suwandi, S. 2019. Insecticidal activity of culture filtrates from liquid medium of *Beauveria bassiana* isolates from South Sumatra (Indonesia) wetland soil against larvae of *Spodoptera litura*. *Biodiversitas*, 20: 2101-2109.
- Buttachon, S., Kijjoa A. 2013. Acaricidal activity of *Hypocrella raciborskii* Zimm. (Hypocreales: Clavicipitaceae) crude extract and some pure compounds on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *African Journal of Microbiology Research*, 7(7), 577-585.
- Chandler, D., Davidson, G., Pell, J. K., Ball, B. V., Shaw, K., Sunderland, K. 2000. Fungal biocontrol of Acari. *Biocontrol Science and Technology*, 10: 357-384.
- Chandler, D., Davidson, G., Jacobson, R. S. 2005. Laboratory and glasshouse evaluation of entomopathogenic fungi against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), on tomato, *Lycopersicon esculentum*. *Biocontrol Science and Technology*, 15(1), 37–54.
- Chen, X., Li, L., Hu, Q., Zhang, B., Wu, W., Jin, F., Jiang, J. 2015. Expression of dsRNA in recombinant *Isaria fumosorosea* strain targets the TLR7 gene in *Bemisia tabaci*. *BMC Biotechnology*, 15(64), 1-8.
- Çakmak, I., Janssen, A., Sabelis, M. W., Baspınar, H. 2009. Biological control of an acarine pest by single and multiple natural enemies. *Biological Control*, 50: 60–65.
- Dermauw, W., Wybouw, N., Rombauts, S., Menten, B., Vontas, J., Grbic, M., Clark, R. M., Feyerisenj R., Van Leeuwen T. 2013. A link between host plant adaptation and pesticide resistance in the polyphagous spider mite *Tetranychus urticae*. *PNAS*, 110: E113–E122.
- Doğan, Y. O., Hazir, S., Yildiz, A., Butt, T. M., Çakmak, I. 2017. Evaluation of entomopathogenic fungi for the control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and the effect of *Metarhizium brunneum* on the predatory mites (Acari: Phytoseiidae). *Biological Control*, 111: 6–12.
- Elhakim, E., Mohamed, O., Elazouni, I. 2020. Virulence and proteolytic activity of entomopathogenic fungi against the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30: 1-8.
- Fadini, M. A. M., Lemos, W. P., Pallini, A., Venzon, M., Mourão, S. A. 2004. Herbivoria de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) induz defesa direta em morangueiro? *Neotropical Entomology*, 33: 293-297.

- Ferreira, C. B. S., Andrade, F. H. N., Rodrigues, A. R. S., Siqueira, H. A. A., Gondim Jr. M. G. C. 2015. Resistance in field populations of *Tetranychus urticae* to acaricides and characterization of the inheritance of abamectin resistance. *Crop Protection*, 67: 77-83.
- Flechtmann, C. H. W. 1985. Ácaros de importância agrícola. 6ª. Ed. São Paulo, Nobel, 169 p.
- Geroh, M., Gulati, R., Tehri, K. 2015. Determination of lethal concentration and lethal time of entomopathogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin against *Tetranychus urticae* Koch. *International Journal of Agricultural Science*, 7: 523–528.
- Grbic, M., Van Leeuwen, T., Clark, R. M., Rombauts, S., Rouzé, P., Grbic, V., Osborne, E. J., Dermauw, W., Ngoc, P. C. T., Ortego, F., Hernández-Crespo, P., Diaz, I., Martinez, M., Navajas, M., Sucena, É., Magalhães, S., Nagy, L., Pace, R. M., Djuranović, S., Smagghe, G., Iga, M., Christiaens, O., Veenstra, J. A., Ewer, J., Van de Peer, Y. 2011. The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature*, 479: 487–492.
- Gustianingtyas, M., Herlinda, S., Hasbi, S. S. H. H., Setiawan, A., Verawaty, M., Elfita, A. 2020. Toxicity of entomopathogenic fungal culture filtrate of lowland and highland soil of South Sumatra against *Spodoptera litura* larvae. *Biodiversitas*, 21: 1839-1849.
- Hanan, A., Nazir, T., Basit, A., Ahmad S., Qiu, D. 2020. Potential of *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) as a microbial control agent for green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Pakistan Journal of Zoology*, 52(1), 131-137.
- Herlinda, S., Efendi, R. A., Suharjo, R., Setiawan, H. A., Verawaty, E. M. 2020. New emerging entomopathogenic fungi isolated from soil in South Sumatra (Indonesia) and their filtrate and conidial insecticidal activity against *Spodoptera litura*. *Biodiversitas*, 21(11), 5102-5113.
- Keno, G., Habtegebriel, B., Azerefegne, F. 2022. Evaluation of ethiopian entomopathogenic fungi isolates against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch on tomato, *Solanum lycopersicum* L. *American Journal of Zoology*, 5(2), 11-19
- Khachatourians, G. G., Qazi, S. S. 2008. Entomopathogenic fungi: biochemistry and molecular biology. "In: Human and Animal Relationships. (eds) Brakhage, A. A. Zipfel P. F., Heidelberg, Springer, Berlin, 33–61.
- Khan, S., Guo, L., Shi, H., Mijit, M., Qiu, D. 2012. Bioassay and enzymatic comparison of six entomopathogenic fungal isolates for virulence or toxicity against green peach aphids *Myzus persicae*. *African Journal of Biotechnology*, 11: 14193–14203.
- Kim, J. S., Roh, J. Y., Choi, J. Y., Wang, Y., Shim, H. J., Je, Y. H. 2010. Correlation of the aphicidal activity of *Beauveria bassiana* SFB-205 supernatant with enzymes. *Fungal Biology*, 114: 120–128.
- Kim, J. J., Jeong, G., Han, J. H., Lee, S. 2013. biological control of aphid using fungal culture and culture filtrates of *Beauveria bassiana*. *Mycobiology*, 41: 221-224.
- Krieger de Moraes, C., Schrank, A., Vainstein, M. H. 2003. Regulation of extracellular chitinases and proteases in the entomopathogen and acaricide *Metarhizium anisopliae*. *Current Microbiology*, 46(3), 205–210.
- Li, S. J., Xue, X., Ahmed, M. Z., Ren, S. X., Du, Y. Z., Wu, J. H., Cuthbertson, A. G. S., Qiu, B. L. 2011. Host plants and natural enemies of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in China. *Insect Science*, 18: 101–120.
- Maniania, N. K., Bugeme, D. M., Wekesa, V. W., Delalibera, I. Jr., Knapp, M. 2008. Role of entomopathogenic fungi in the control of *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), pests of horticultural crops. *Experimental and Applied Acarology*, 46: 259–274.
- Namara, L. Mc., Carolan, J. C., Griffin, C. T., Fitzpatrick, D., Kavanagh K. 2017. The effect of entomopathogenic fungal culture filtrate on the immune response of the greater wax moth, *Galleria mellonella*. *Journal of Insect Physiology*, 100: 82-92.
- Nauen, R., Stumpf, N., Elbert, A., Zebitz, C. P. W., Kraus, W. 2001. Acaricide toxicity and resistance in larvae of different strains of *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae). *Pest Management Science*, 57: 253-261.
- Quesada-Moraga, E., Carrasco-Díaz, J., Santiago-Álvarez, C. 2006. Insecticidal and antifeedant activities of proteins secreted by entomopathogenic fungi against *Spodoptera littoralis* (Lep., Noctuidae). *Journal of Applied Entomology*, 130: 442–452.
- Romeih, A. H. M., El-Saiedy, E. M. A., Salwa, M. E. 2013. Study of the population dynamics of two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch infesting two Faba bean cultivars. *Life Science Journal*, 10: 1328–1333.
- Rasool, S., Cárdenas P. D., Pattison D. I., Jensen B., Meyling N. V. 2021. Isolate-specific effect of entomopathogenic endophytic fungi on population growth of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) and levels of steroidal glycoalkaloids in tomato. *Journal of Chemical Ecology*, 47: 476–488.

- Saad, A. S., Sergany, M. I., Mostafa, M. E., Fathy, D. M. 2019. Efficacy of some entomopathogenic fungal extracts and their chemical constituents as alternative bio-pesticides against onion thrips, *Thrips tabaci* L. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 10(2), 121-126.
- Samuels R. I., Reynolds S. E. 1993. Moulting fluid enzymes of the tobacco hornworm, *Manduca sexta*: Inhibitory of 20-hydroxyecdysone on the activity of the cuticle degrading enzyme MFP-1. *Journal of Insect Physiology*, 39: 633-637.
- Shah, R., Al-Sadi, A. M., Al-Sabahi, J. N., Al-Raeesi, A. A., Al-Rawahi, K. K. S., Al-Rashdi, A. S., Al-Hinai S. F. M., Velazhahan R. 2020. Efficacy of an Omani strain of *Cordyceps javanica* and its culture filtrate against whitefly (*Bemisia tabaci*) under laboratory conditions, *All Life*, 13(1), 615-622.
- St Leger, R. J., Wang, C. 2010. Genetic engineering of fungal biocontrol agents to achieve efficacy against insect pests. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85: 901–907.
- Uzun A., Demirözer O., Arıcı Ş. E. 2019. Acaricidal activity of *Fusarium subglutinans* 12A on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14: 83-88.
- Wang, L., Huang, J., You, M., Guan, X., Liu, B. 2007. Toxicity and feeding deterrence of crude toxin extracts of *Lecanicillium (Verticillium) lecanii* (Hyphomycetes) against sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Pest Management Science*, 63: 381–387.
- van der Geest, L. P. S., Elliot, S. L., Breeuwer, J. A. J., Beerling, E. A. M. 2000. Diseases of mites. *Experimental and Applied Acarology*, 24: 497–560.
- van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A., Dermauw, W., Tirry, L. 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 40: 563-572.
- Yun, H. G., Kim, D. J., Lee, J. H., Ma, J. I., Gwak, W. S., Woo, S. D. 2017. Comparative evaluation of conidia, blastospores and culture filtrates from entomopathogenic fungi against *Tetranychus urticae*. *International Journal of Industrial Entomology*, 35(1), 58-62.
- Zare, M., Talaee-Hassanloui, R., Fotouhifar, K. 2014. Relatedness of proteolytic potency and virulence in entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* isolates. *Journal of Crop Protection*, 3(4), 425–43.