

Orijinal Ara tırma (Original article)**Farklı spor yo unluklarındaki arbüsküler mikorizal fungusların
Frankliniella occidentalis (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)
popülasyonu üzerine etkileri¹**Effects of arbuscular mychorrizal fungi on *Frankliniella occidentalis* (Pergande)
(Thysanoptera: Thripidae) population at different spore concentrations**Necibe KU²****Ozan DEM RÖZER^{2*}****Summary**

In this study, the population levels of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on Yalova Çarliston 341 pepper variety applied at different spore concentrations [10^4 (recommended dose), 10^2 (lower-dose) ve 10^6 (higher-dose)] of Endo Roots Soluble (ERS) (Bioglobal Ltd.) that consist of *Glomus intraradices*, *G. aggregatum*, *G. clarum*, *G. monosporus*, *G. deserticola*, *G. brasilianum*, *G. etunicatum*, *G. mosseage* and *Gigaspora margarita* were determined. Investigation was carried out between the years of 2013 and 2014 in a field of 2.5 acre in Antalya, Aksu-Karaöz. The experimental design was a randomized complete block and all trials were conducted in three replications. The counts of *F. occidentalis* was performed by 15 pepper flowers which were randomly sampled weekly in each plots. As a result of the study, mean numbers of male, female, nymph and also total individual numbers of *F. occidentalis* obtained in three different spore concentration of ERS did not differ ($P > 0.05$) from each other. But the mean number of nymphs and total individual numbers were found significantly different ($P < 0.05$) in control from ERS treatment. The high nymph and total individual numbers were determined in control trials for both years of the study.

Key words: Pepper, Mychorizal fungi, thrips, *Glomus* spp., *Gigaspora margarita***Özet**

Bu çalı ma, arbüsküler mikorizal funguslardan *Glomus intraradices*, *G. aggregatum*, *G. clarum*, *G. monosporus*, *G. deserticola*, *G. brasilianum*, *G. etunicatum*, *G. mosseage* ve *Gigaspora margarita*'dan olu an Endo Roots Soluble (ERS) (Bioglobal Ltd.)'nin 10^4 (tavsiye dozu), 10^2 (alt doz) ve 10^6 (üst doz) spor yo unlukları uygulanmı Yalova Çarliston 341 biber çe idi üzerindeki *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) popülasyon seviyeleri ara tırlmı tır. Ara tırma, 2013 ve 2014 yıllarında Antalya, Aksu-Karaöz'de 2.5 da'lık bir alanda yürütülmü tür. Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak dizayn edilen çalı ma alanında her uygulamaya ait parselde tesadüfi olarak seçilen 15 bitkiden 1'er adet çiçek haftalık olarak örneklenerek *F. occidentalis*'in popülasyon sayımları gerçekte tırlmı tır. Çalı ma sonuçlarına göre, *F. occidentalis*'e ait ortalama di i, erkek, nimf ve toplam birey sayılarının ERS ticari preparatının üç farklı spor yo unlu unda da birbirinden farklı olmadı ı belirlenmi tır ($P > 0.05$).

Anahtar sözcükler: Biber, Mikorizal fungus, trips, *Glomus* spp., *Gigaspora margarita*¹ Bu çalı ma birinci yazarın yüksek lisans tezinin özetidir² Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

*Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: ozandemirozer@sdu.edu.tr

Alını (Received): 19.06.2015

Kabul edili (Accepted): 15.07.2015

Giri

Yeryüzündeki bitkilerin yakla ık %80'i ile simbiyotik bir ya am ili kisi içinde olan arbusküler mikorizal funguslar (AMF), bitkilerin su ve besin maddelerini almasında, kuraklık, a ırı tuzluluk ve topraktaki a ır metallere dayanmasında önemli rol oynamaktadır (Gange & West 1994). Ayrıca, AMF'ların bitkilerde sistemik dayanıklılık mekanizmasının uyarılmasını sa layarak hastalık ve zararlıları baskılayıcı etki gösterdikleri bilinmektedir (Tisdall, 1991; Auge et al., 1994; Gahoonia & Nielsen, 2004; Hildebrandt et al., 2007). Bitki bünyesine kazandırılan su ve besin maddeleri sayesinde ise özellikle zararlılara kar ı bitki toleransını artırdıkları saptanmı tır (Gange et al., 2003; 2005). Günümüze kadar çevre ve insan sa lı ı üzerinde tarımsal üretimde verim artı rını sa lamak amacıyla kullanılan girdilerden kaynaklanan sorunlar, yeni ve çevre dostu birçok materyal ve yöntemin üretim alanlarına hızlı bir ekilde giri ine neden olmu tur. Son yıllarda bu dü ünçe kapsamında yer alan, açık ve kapalı alan üretim sistemlerinde kullanımı dikkat çeker boyutlara ula an AMF'ların yararlı, zararlı ve polinatör arthropod türlerinin popülasyonları üzerinde olu turdukları etkilerin ortaya çıkarılması önem kazanmı tır. Bu nedenle ele alınan bu çalı mada, AMF'ların, 2014 yılında 28,5 milyon ton toplam sebze üretimimizin 2,5 milyon ton'luk (TU K, 2015) kısmını olu turan biber üretiminde direkt ve dolaylı olarak önemli kayıplar ya anmasına neden olan *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)'in (Lodos, 1993; Atakan, 2009) popülasyonu üzerindeki etkisi ara tırılmı tır.

Materyal ve Yöntem

Ara tırma, 2013-2014 yıllarında Antalya'nın Aksu ilçesinde yer alan 2,5 da'lık açık alanda yürütölmü tür. Çalı manın ana materyallerini Yalova Çarliston 341 biber çe idi (Agro Fide, Antalya), dokuz farklı arbusküler mikorizal fungus türünü (*Glomus intraradices*, *G. aggregatum*, *G. clarum*, *G. monosporus*, *G. deserticola*, *G. brasilianum*, *G. etunicatum*, *G. mosseage*, *Gigaspora margarita*) içeren ticari preparat Endo Roots Soluble (ERS) (Bioglobal Ltd.)'nin uygulama dozu olan 10^4 , bir alt dozu 10^2 ve bir üst doz 10^6 spor dozları ve *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (di i, erkek ve nimf) olu turmu tur.

Arazi çalı maları

Ara tırma, tesadüf blokları deneme desenine göre dizayn edilmi ve üç ayrı blokta, her biri 4 x 7,5 m ölçülerine sahip toplam 12 adet parselde yürütölmü tür. Her bir deneme parselinde örnekleme çalı malarının daha kolay yürütölebilmesi için 80 cm geni li inde 3 adet dikim yata ı hazırlanmı ve deneme parselinde toplam 150 adet biber bitkisi bulunması sa lanmı tır.

Bitkilere mikoriza preparatının uygulanması

Ara tırmada kullanılan biber fideleri 25 litre'lik plastik le enlerde klor içermeyen suyla ayrı ayrı hazırlanan farklı spor yo unluklarındaki solüsyonlarına 2 dk boyunca daldırıldıktan sonra deneme alanına a ırılmı tır. Dikim i lemi bittikten sonra artan solüsyonlar spor yo unluklarına göre ayrılmı parsellerdeki biber fidelerinin her birinin köküne 20 ml gelecek ekilde dökölmü tür. Kontrol uygulamasın için fideler klorsuz suya yine 2 dk daldırıldıktan sonra dikim i lemi gerçekte tirilmi tir. Deneme alanında bulunan dikim yastıklarında yabancı ot çıkı rını engellemek amacıyla da siyah plastik malç uygulaması yapılmı tır. Bitkilerin su ihtiyaçları damla sulama sistemi kullanılarak kar ılanmı tır. Çalı manın ilk yılında biber bitkilerine ERS uygulamaları ve hemen ardından tarlaya dikimleri 20.05.2013 tarihinde, ara tırmanın ikinci yılında ise aynı i lemler iklim artlarından dolayı 01.06.2014 tarihinde yapılmı tır.

Bitki besleme i lemleri

Deneme alanındaki tüm bitkilere dikimden bir hafta sonra ba layarak çiçeklenme ba langıcına kadar bir hafta arayla 12-61-0 oranında 1.2-2 kg/da Mono Amonyum Fosfat (M-A-P), meyve olu um döneminde ise yine bir hafta arayla 18-18-18 oranında 2-2.5 kg/da Azot Fosfor Potasyum (N-P-K) uygulaması yapılmı , meyveler olu tuktan sonraki dönemde de yine birer hafta ara ile uygulama tekrarlanmı tır. Meyve hasat döneminde ise 13-0-46 oranında 2 kg/da Potasyum Nitrat (P-N) uygulaması gerçekte tirilmi tir.

Örnekleme

Çalı ma alanında yer alan biber bitkilerinde çiçeklenmenin başlamasıyla birlikte, *F. occidentalis* için deneme parsellerinin her birinden tesadüfi olarak seçilen 15 bitkiden birer adet olmak üzere 15 (toplam 60) çiçek toplanmıştır. Ara tırmanın ilk yılında biber bitkilerinin çiçek açmaya başlamasını takip eden 19.06.2013 tarihinde ilk, çiçeklenmenin en az olduğu tarih olan 17.07.2013 tarihinde ise son örnekleme yapılmıştır. İkinci yılda 14.07.2014 tarihinde ilk, 19.08.2014 tarihinde ise son örnekleme gerçekleştirilmiştir. Örneklenen çiçekler içinde 40 ml %70'lik alkol bulunan 100 ml'lik plastik falcon tüplerine konulmuş ve örnek alınmış tarihte ve parsel numarası tüplerin kapaklarına yapıştırılan etiketlere yazıldıktan sonra laboratuvara getirilerek ayırma ve sayım işlemleri stereo-mikroskop (40X büyütme) altında yürütülmüştür. Çalı mada elde edilen *F. occidentalis*'in dişi, erkek ve nimf sayılarına karekök transformasyonu uygulanmıştır. Farklı spor yoğunluklarıyla biber çiçeklerinde elde edilen trips sayısı arasındaki ilişki SPSS 18.0 paket programı kullanılarak, Tukey testine tabi tutulmuş, $P < 0.05$ önem seviyesindeki değerler istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur.

Ara tırma Sonuçları ve Tartışma

Çalı manın ilk yılında yapılan örneklemelemlerde *F. occidentalis*'in tüm hayat dönemlerine ait en yüksek birey sayıları 26.06.2013 ve 10.07.2013 tarihlerinde saptanmıştır. ERS'nin farklı spor yoğunluklarında *F. occidentalis*'e ait elde edilen ortalama dişi, erkek ve nimf sayılarının birbirinden farklı olmadıkları ($P > 0.05$) fakat, kontrol uygulamasında elde edilen ortalama nimf sayısının ERS'e göre anlamlı olduğu saptanmıştır ($P < 0.05$). *F. occidentalis*'in uygulama başına elde edilen ortalama birey toplamı incelendiğinde 10^4 uygulamasında 26.242 ± 1.872 olan ortalama değer, 10^2 'de 25.775 ± 1.872 ve 10^6 'da ise 23.775 ± 2.184 olduğu kaydedilmiştir. Bu değer kontrol uygulamasında 27.375 ± 2.364 olarak saptanmış ve ERS'de elde edilen ortalama değerlerden farklı olduğu bulunmuştur ($P < 0.05$) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı spor yoğunlukları uygulanan parsellerde 2013 yılına ait uygulama başına düşen *Frankliniella occidentalis* (Pergande)'in farklı dönem ve cinsiyetlerine ait ortalama sayılar (Ort \pm SH; n=15)

Cinsiyet / Gelişim dönemi	10^4	10^2	10^6	Kontrol
Dişi	$3.580 \pm 0.685A$	$4.042 \pm 0.821A$	$5.842 \pm 1.447A$	$6.242 \pm 1.511A$
Erkek	$3.308 \pm 0.431A$	$3.442 \pm 0.463A$	$3.575 \pm 0.527A$	$3.108 \pm 0.493A$
Nimf	$20.108 \pm 1.449B$	$19.042 \pm 1.777B$	$17.775 \pm 1.261B$	$31.508 \pm 2.602A$
Toplam	$26.242 \pm 1.872B$	$25.775 \pm 1.872B$	$23.775 \pm 2.184B$	$27.375 \pm 2.364A^*$

*Aynı satırdaki aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark Tukey testine göre istatistiki olarak önemli değildir ($P > 0.05$)

Ara tırmanın ikinci yılı olan 2014'te *F. occidentalis*'in tüm dönemlerine ait en fazla birey sayısı 28.07.2014 tarihinde saptanmıştır. Zararlılığın ERS'nin farklı spor yoğunluklarında elde edilen dişi, erkek ve nimf sayılarının birbirinden farklı olmadığı ($P > 0.05$) ancak kontrol uygulamasında saptanan ortalama nimf sayısının ERS'den farklı olduğu ve istatistiki olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Çalı manın ikinci yılında zararlılığın uygulama başına kaydedilen ortalama bireylerin toplamı 10^4 uygulamasında 11.875 ± 1.568 , 10^2 'de 10.597 ± 1.823 ve 10^6 'da ise 10.931 ± 1.304 olduğu kaydedilmiştir. Kontrol uygulamasında ise bu ortalama değer 17.1528 ± 2.022 olarak bulunmuş ve ERS'nin farklı spor yoğunluklarında elde edilen ortalama toplamı daha anlamlı olduğu ($P > 0.05$) saptanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı spor yo unlukları uygulanan parsellerde 2014 yılına ait uygulama ba ina dü en *Frankliniella occidentalis* (Pergande)'in farklı dönem ve cinsiyetlerine ait ortalama sayılar (Ort ± SH; n=15)

Cinsiyet / Geli imi Dönemi	10 ⁴	10 ²	10 ⁶	Kontrol
Di i	2.319 ± 0.521 A	2.653 ± 0.491 A	2.042 ± 0.303 A	2.153 ± 0.447 A
Erkek	1.764 ± 0.344 A	1.931 ± 0.444 A	2.542 ± 0.550 A	1.819 ± 0.294 A
Nimf	8.542 ± 1.052 B	6.764 ± 1.208 B	7.097 ± 0.771 B	13.931 ± 1.581 A
Toplam	11.875 ± 1.568 B	10.597 ± 1.823 B	10.931 ± 1.304 B	17.152 ± 2.022 A*

*Aynı satırdaki aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark Tukey testine göre istatistiki olarak önemli de ildir (P > 0.05)
Aynı satırdaki farklı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark Tukey testine göre istatistiki olarak önemlidir (P < 0.05).

Tarımsal üretim sırasında üretimi artırmak adına kullanılan konvansiyonel yöntemlerin beraberinde getirdi i birçok olumsuzluk ve bunun sonucunda da üretim sırasında kimyasal kaynaklı girdilerin kullanımının azaltılmasına yönelik gereksinimler, ara tırcıları milyonlarca yıldır do a içerisinde devam etmekte olan kar ılıklı ya am ili kilerini ve tarımsal üretim esnasında kullanılma durumlarını ara tırmaya yöneltmi tir. Bitkilerin besin maddelerinin alımında ve hastalık ve zararlılara kar ı dayanıklılı ında sa ladıkları avantajlar nedeniyle, arbüsküler mikorizal funguslar, üzerinde en çok ara tırma yapılan simbiyont organizmalardır.

Çalı manın her iki yılında da kontrol uygulamasında daha yüksek olarak belirlenen ortalama nimf sayısı *F. occidentalis*'in, ERS'nin farklı spor yo unlukları uygulanmı bitkiler yerine mikoriza uygulanmamı bitkileri tercih etti ini dü ündürmektedir. Önceki çalı malarda, bitki savunma mekanizmasına ait bile iklilerin ergin öncesi bireylerin geli iminde sınırlayıcı olabildi i ve bu nedenle *F. occidentalis* di ilerinin bunu engellemek için yumurta bırakacakları bitki ve bitki aksamı tercihlerinde buna dikkat ettikleri belirlenmi tir (Terry & Kelly, 1993; Rhainds et al., 2005). Bundan farklı olarak bitki besin maddelerinin uygulanma oranlarının da *F. occidentalis*'in konukçu seçiminde de i ik tercihlerde bulunmasına neden oldu u, *F. occidentalis*'in farklı azot konsantrasyonları (150, 175 ve 200 ppm) ve mikorizal fungus kar ımı (*Glomus intraradices*, *G. mosseae*, *G. aggregatum* ve *G. etunicatum*) uygulanan biber (Aristotle) bitkilerini, mikoriza uygulanmamı bitkilere göre daha çok tercih etti i ve bu bitkiler üzerinde ço alma performanslarının daha ba arılı oldu u bildirilmi tir (Demirözer et al., 2012). Ancak farklı çalı malarda bu bulgunun aksine, mikorizal fungus uygulaması yapılan bitkilerin bünyelerinde savunma maksatlı bulunan bile iklere meydana gelen yükselme ve dolayısıyla bitki direncindeki artı herbivorlar üzerinde olumsuz etkiler gerçekleşmekte oldu u da saptanmı tir (Gange & West, 1994; Wamberg et al., 2003; Ngakou et al., 2008).

Bu çalı mada, tarımsal üretimde simbiyont ya am ili kilerinin arazi ko ullarında zararlı popülasyonlarına olan etkisinin belirlenmesi hedeflenmi tir. Ara tırmada elde edilen sonuçlar incelendi inde, Yalova Çarliston 341 biber çe idine uygulanan ERS'nin farklı spor yo unluklarının *F. occidentalis* popülasyonunu artırıcı bir etkisinin olmadığı belirlenmi tir. Çalı mada ERS uygulanmı bitkilerde sekonder bile iklilerin belirlenmesine yönelik herhangi bir ara tırma yapılmaması nedeniyle *F. occidentalis*'in mikoriza uygulanmamı bitkileri daha çok tercih etmelerinin nedenleri hakkında bir bilgi verilememektedir. Sonuç olarak, ERS preparatının üretim alanlarında kullanılmasının *F. occidentalis* ile mücadelede avantajlar sa layabilece i dü ünülmektedir.

Te ekkür

Çalı maya olan katkılarından dolayı Doç. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA (Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta)'ya, arazi çalı malarında yardımlarından dolayı Ziraat Mühendisi Halime TIRA 'a ve laboratuvar çalı malarında yardımcı olan Ar . Gör. Asiye UZUN (Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta)'a, te ekkür ederiz.

Yararlanılan Kaynaklar

- Atakan, E., 2009. Adana ve çevresinde yenedünya bahçelerinde bulunan Thysanoptera (trips) türleriyle avcı böceklerin populasyon de ğimleri ve trips zararı üzerine ara tırmalar. Alatarım Dergisi, 8 (2): 1-7.
- Auge, R. M, X. Duan, R. C. Ebel & A. J. W. Stodola, 1994. Nonhydraulic signalling of soil drying in mycorrhizal maize. *Planta*, 193: 74-82.
- Demirözer, O., K. J. Tyler & J. Funderburk, 2012. Association of pepper with arbuscular mycorrhizal fungi influences populations of the herbivore *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Entomological Science*, 49 (2): 156-165.
- Gahoonia, T. S. & N. E. Nielsen, 2004. Barley genotypes with long root hairs sustain high grain yields in low-P field. *Plant Cell and Environment*, 262: 55-62.
- Gange, A. C. & H. M. West, 1994. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and foliar-feeding insects in *Plantago lanceolata*. *New Phytologist*, 128: 79-87.
- Gange, A. C., K. B. Valerie & M. A. David, 2003. Multitrophic links between arbuscular mycorrhizal fungi and insect parasitoids. *Ecology Letters*, 6: 1051-1055.
- Gange, A. C., K. B. Valerie & M. A. David, 2005. Ecological specificity of arbuscular mycorrhizae: evidence from foliar-and seed-feeding insects. *Ecology*, 86: 603-611.
- Hildebrandt, U., M. Regvar & H. Bothe, 2007. Arbuscular mycorrhiza and heavy metal tolerance. *Phytochemistry*, 68: 139-146.
- Lodos, N., 1993. Türkiye Entomolojisi III (Genel, Uygulamalı ve Faunistik). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, 167 s.
- Ngakou, A., M. Tamo, D. Nwaga, N. N. Ntonifor, S. Korie & C. L. N. Nebane, 2008. Management of cowpea flower thrips, *Megalurothrips sjosdeti* (Thysanoptera, Thripidae), in Cameroon. *Crop Protection*, 27: 481-488.
- Rhainds, M., L. Shipp, L. Woodrow & D. Anderson, 2005. Density, dispersal and feeding impact of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on flowering Chrysanthemum at different spatial scales. *Ecological Entomology*, 30: 96-104.
- Terry, L. I. & C. K. Kelly, 1993. Patterns of change in secondary and tertiary sex ratios of the Terebrantian thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Entomologia Experimentalis Applicata*, 66: 213-225.
- Tisdall, J. M., 1991. Fungal hyphae and structural stability of soil. *Australian Journal of Soil Research*, 29: 729-743.
- TU K, 2015. Biber üretim miktarı (Web page: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001), (Eri ğim tarihi: Mayıs, 2015).
- Wamberg, C., S. Christensen & I. Jakobsen, 2003. Interaction between foliar-feeding insects, mycorrhizal fungi and rhizosphere protozoa on pea plants. *Pedobiologia*, 41: 281-287.