



Bazı Antagonist *Trichoderma* ve Endofitik *Acremonium* İzolatlarının *Fusarium* Kök ve Kök-Boğazı Çürüklüğü Hastalıklarına Karşı Etkinliklerinin Belirlenmesi[#]

Berna Tunalı¹, Cansu Tosun², Büşra Müge Maldar², Gonca Meyva², Bayram Kansu^{3*}

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 55139 Atakum/Samsun, Türkiye

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma A.B.D., 55139 Atakum/Samsun, Türkiye

³Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 55100 İlkadım/Samsun, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

[#]27-29 Eylül 2017'de Bayburt / Türkiye'de düzenlenen '1st International Organic Agriculture and Biodiversity' kongresinde özet olarak sunulmuştur.

Araştırma Makalesi

Geliş 02 Ekim 2017
Kabul 09 Şubat 2018

Anahtar Kelimeler:

Endofit
Antagonist
Fusarium culmorum
F. oxysporum f.sp. *radicis lycopersici*
Acremonium

*Sorumlu Yazar:

E-mail: bayramkansu@omu.edu.tr

ÖZET

Patojenik organizmalara karşı antagonist mikroorganizmaların kullanımı, organik tarım alanlarında bitki verim ve kalitesini artırmak için önemlidir. Bu çalışmanın amacı, toprak kökenli *F. culmorum* (FC) ve *F. oxysporum* f.sp. *radicis lycopersici* (FORL) patojenlerine karşı antagonist ve endofitik özellikteki bazı fungal izolatların biyolojik mücadelede kullanım potansiyelinin belirlenmesidir. Bu amaçla sağlıklı buğday bitkilerinden izole edilmiş, endofitik 7 *Acremonium* spp. izolatı ile organik sebze yetiştiriciliği yapılan arazi topraklarından elde edilmiş, antagonist 8 *Trichoderma* spp.'ye ait izolat, biyolojik mücadele ajanı (BMA) olarak kullanılmıştır. BMA'ların hif ve misel yapılarını içeren besi ortamları ile patojen FC ve FORL izolatlarının (10⁶ spor/ml) spor süspansiyonları, buğday tohumu ve domates fidelerine inokulasyonda kullanılmıştır. Hasat edilen bitkiler, bitki çıkışı (%), kök-boğazı çürüklüğü hastalık şiddeti (H.Ş.) (% ve skala), bitki boyu (cm), bitki yaş ve kuru ağırlıklarına (gr) göre istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, buğdayda *Acremonium* spp. izolatları, *Trichoderma* izolatlarına göre hastalık şiddetini önemli oranda azaltmıştır (Ort. H.Ş=%47,5<74,6). Domateste her iki BMA açısından hastalık şiddeti ortalamaları, pozitif kontrole göre daha düşük düzeyde gerçekleşirken, birbirleri arasında benzer seviyelerde hastalık oluşumu meydana gelmiştir (Ort. H.Ş. skalası=0,67<0,68; Poz. Kon.=3). Diğer değerlendirme parametreleri de göz önüne alındığında, endofitik izolatların toprak kökenli patojenlere karşı biyolojik mücadelede etkili olabileceği düşünülmektedir.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(3): 266-272, 2018

The Determination of Their Efficiency Against *Fusarium* Root and Crown Rot Diseases of Some Antagonistic *Trichoderma* and Endophytic *Acremonium* Isolates

ARTICLE INFO

Research Article

Received 02 October 2017
Accepted 09 February 2018

Keywords:

Endophyte
Antagonist
Fusarium culmorum
F. oxysporum f.sp. *radicis lycopersici*
Acremonium

*Corresponding Author:

E-mail: bayramkansu@omu.edu.tr

ABSTRACT

The use of antagonist microorganisms against pathogenic organisms in organic agricultural systems was promising for biological control approach. The aim of this study was to determination of the potential biological control of some fungal isolates which characterized as endophytic and antagonistic against soil borne *Fusarium culmorum* (FC) and *F. oxysporum* f.sp. *radicis lycopersici* (FORL) pathogens. For this, seven isolates of endophytic *Acremonium* spp. that isolated from healthy wheat plants and eight isolates of antagonist *Trichoderma* spp., isolated from soil of organic vegetable areas, were performed as biological control agents (BCA). The agar media with hypha and mycelia of the BCAs and spore suspensions (10⁶ spores/ml) of FC and FORL were treated for inoculation of wheat seeds and tomato seedlings. The harvested plants were statistically analyzed by some parameters (severity of crown rot disease (%DS and scale), plant lengths (cm) etc.). In conclusion, the *Acremonium* isolates (47.5%) were lower means of disease severity than *Trichoderma* isolates (74.6%) for FC and FORL assessments in wheat experiment. In tomato, the averages of disease severity between *Acremonium* and *Trichoderma* were similar while their means were lower than positive control (The Scale of DS=0.67<0.68; Control=3). Together with other parameters, it is thought that endophytic isolates could have been effective in biological control against important soil borne pathogens.

Giriş

Bitki hastalıkları, doğal tarımsal kaynakların tahrip olmasında direkt rol oynamaktadır. Özellikle toprak kökenli patojenlerden birçoğu önemli ürün kayıplarına yol açmaktadır. *Phythium*, *Phytophthora*, *Botrytis*, *Rhizoctonia* ve *Fusarium* gibi bir takım fitopatogenik fungusların yaygınlığı, ekonomik öneme sahip ürünlerde meydana getirdikleri zararlar ile birlikte son yıllarda çiftçilere ve tarımsal işletmelere fazladan ekonomik yükler oluşturmaktadır (Benítez ve ark., 2004; Chet ve ark., 1997). Bitki hastalıkları ile mücadelede fungusit olarak bilinen kimyasal bileşikler kullanılmaktadır. Fakat bunların yanlış kullanımı, fungusitlere karşı patojenlerin dayanıklılık geliştirmesi, o popülasyondaki genetik değişimler yoluyla giderek etkinliğinin azalması ve hedef olmayan organizmalar üzerinde istenmeyen sonuçlar meydana getirmesi gibi nedenlerle bitki hastalıklarının mücadelesinde riskler oluşturmaktadır (Tjamos ve ark., 1992). Bu risklerin yanında, kimyasal kullanımının çevre, tarım ve halk sağlığı üzerindeki direkt etkileri göz önüne alındığında, bitki hastalıklarının mücadelesinde biyolojik mücadele uygulamaları risklerin ve olumsuz etkilerin azalmasına büyük katkı sağlamaktadır. Bitki patojeni organizmalara karşı biyolojik mücadele etmeni (ajanı) konumundaki mikroorganizmaların (BMA) kullanımı, tümüyle fungusit kullanılan alanlara göre patojenin ve hastalık baskısının uzun vadeye yayılan, ancak sürdürülebilir bir şekilde etkin kontrol edilmesine yardımcı olmaktadır (Chet ve Inbar, 1994; Herrera-Estrella ve Chet, 1999; Monte, 2001).

Bitki patojeni fungusların oluşturduğu hastalıkların mücadelesinde yaygın olarak kullanılan BMA'larının başında *Trichoderma* cinsine ait funguslar gelmektedir. Özellikle toprak ve kök patojenlerine karşı *Trichoderma* izolatlarının gösterdiği yüksek etkinlik, antagonistik bir etkinin sonucu olarak kabul edilmiş (Chet ve ark., 1997) ve çoğunlukla bu patojenlerin antagonistleri olarak nitelendirilmişlerdir. Antagonist *Trichoderma* türleri içinde, *T. viride*, *T. virens* ve farklı izolatlarının bir araya getirilmesi ile birçok bitki patojeni ve virüs vektörü mikroorganizmanın biyolojik mücadelesinde kullanılan *Trichoderma harzianum* en yaygın olanlardır (Grondona ve ark., 1997). Antagonist *Trichoderma* içerisindeki birçok tür ve izolatin eşeyli evreleri bilinmemektedir. Bununla birlikte morfolojik özellikleri eşeysiz *Hypocrea* ile benzerlik gösteren *Trichoderma* spp.'nin ITS (Intergenic Transcribed Spacer) gen dizileri sayesinde cins içerisindeki yüksek düzeyli genetik çeşitlilik ortaya konulabilmektedir (Hermosa ve ark., 2000). *Trichoderma* izolatlarının biyolojik mücadeledeki başarısı, yüksek düzeyde üreme kapasiteleri, abiyotik stres koşulları altında hayatta kalabilme özelliği göstermeleri, besin maddelerinin alınımı ve kullanımındaki etkinlikleri, rhizosfer ortamını değiştirebilme potansiyelleri, fitopatogenik funguslara karşı güçlü bir saldırganlığa sahip olmaları ve bitki gelişimi ve savunma mekanizmalarının kontrol edilmesinde etkinlik göstermelerinden kaynaklanmaktadır (Arora ve ark., 1992; Benítez ve ark., 2004). Ayrıca bol miktarda hücre dışı protein sentezi gerçekleştirmeleri yanında özellikle selüloz ve kitin parçalayıcı enzim üretimleri en iyi bilenen özelliklerindedir (Harman ve ark., 2004). Sera ve tarla

uygulamalarında antagonist *Trichoderma* tür ve izolatlarının pek çok toprak kökenli patojene karşı direkt kullanımı (Chet ve Inbar, 1994; Chet ve ark., 1997; Monte, 2001; Srivastava ve ark., 2010) ile bunlardan elde edilen farklı ürün ve metabolitlerin mücadelede başarılı olduklarına dair raporlar da bulunmaktadır (Arora ve ark., 1992; Howell, 2003; Wilhite ve ark., 2001).

Konukçusu oldukları bitkilerin dokuları içerisinde bulunan ve herhangi bir hastalık belirtisi meydana getirmeden yaşayan mikroorganizmalar "endofit" olarak isimlendirilmektedir (Carroll, 1986). Bitki-mikroorganizma mutualizminin en iyi şekilde karakterize edildiği endofitler, patojenik özellik göstermeyen funguslardır. Endofitik funguslar, biyoteknolojide genetik vektörler olarak kullanılabilme potansiyelleri (Murray ve ark., 1992), ikincil (sekonder) metabolitler açısından iyi bir kaynak olmaları (Faeth, 2002; Fisher ve ark., 1986; Stierle ve ark., 1993; Strobel ve ark., 1996) ve etkili bir BMA olma potansiyeli göstermeleri sebebiyle (Bacon, 1990; Clay, 1989; Dorworth ve Callan, 1996; Gao ve ark., 2010; Schardl ve ark., 1991) son yıllarda büyük ilgi uyandırmaktadır. Endofitik funguslar hemen hemen tüm bitki familyalarında iletim demetleri, kökler ve kabuk dokularının içinde lokalize olmuş enfeksiyonlar şeklinde görülmekle birlikte, özellikle buğdaygillerde (*Poaceae*) yaygındır. Buğdaygil endofitlerinin başında gelen ve heterojen bir takson olan *Acremonium* spp., konukçu bitki popülasyonlarında gelişimin teşvik edilmesi, kuraklığa karşı tolerans ve böcek, nematod ve memeli herbivorlarına karşı engelleyici özellikleri ile önemli bir BMA'dır (Burpee ve Bouton, 1993; Siegel ve ark., 1985).

Bu çalışmanın amacı, buğday (*Triticum aestivum* L.) ve domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) gibi iki önemli tarımsal üründe sorun olan toprak kökenli *Fusarium* kök ve kök-boğazı çürüklüğü hastalıklarının etmeni olan patojen funguslara karşı *in vitro* etkinlikleri önceden bilinen antagonist *Trichoderma* spp. ve endofitik *Acremonium* spp. ait izolatlarının iklim odası koşullarında hem bitki gelişimi, hem de patojen organizmalar üzerindeki biyolojik mücadele etkinliklerinin belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Fungal Kültürler

Buğday ve domates bitkilerinde *Fusarium* kök ve kök-boğazı çürüklüğü hastalığı etmenleri olan *Fusarium culmorum* (W.G.Sm) Sacc. (FC) ile *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis* – *lycopersici* (FORL) türleri bu çalışmada patojen fungus kültürleri olarak kullanılmıştır. Her iki türe ait virülenslik düzeyleri yüksek olduğu bilinen birer izolat Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMÜ), Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Mikoloji laboratuvarında bulunan fungus koleksiyonundaki tek spor kültürü stoklarından Sentetik Nutrient Agar (SNA) besi ortamlarına aşılansak hazırlanmıştır. Patojen organizmalara ait detaylı bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Hastalık etmeni patojen funguslara karşı etkinliği test edilmek üzere sağlıklı buğday bitkilerinden izole edilmiş, endofitik 7 *Acremonium* spp. ait izolat ile organik sebze yetiştiriciliği yapılan arazi topraklarından elde edilmiş,

antagonist 8 *Trichoderma* spp. ait tek spor izolat kültürleri aynı fungus koleksiyonundan sağlanmıştır. Bu isolatlar *in vitro* koşullarda önceden yapılan dual test sonuçlarına göre yüksek düzeyde etkinlik gösterenler arasından seçilmiştir (Yalçın, 2017). Endofitik ve antagonist fungal cinslere ait bilgiler Tablo 2’de verilmiştir.

Saksı Denemeleri

Antagonist ve endofit fungusların iklim odası koşullarında etkinliklerinin belirlenmesi için kurulan denemeler sıcaklık ve ışık kontrolü olan OMÜ, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma bölümüne ait iklim odalarında, her bitki grubu için birbirinden ayrı zamanlarda yürütülmüştür. Tüm denemeler için steril bahçe toprağı + torf karışımı (1:1/vol) hazırlanmış ve hazırlanan karışım 9×9×10cm’lik dezenfekte edilmiş saksılara (0,6lt) yaklaşık 400g/saksı olacak şekilde eşit olarak doldurularak kullanılmıştır. İnokulasyonlar Mohammad ve Mahmood (1974) tarafından belirtilen yöntemde bazı değişiklikler yapılarak uygulanmıştır.

Buğday denemelerinde *Fusarium* kök ve kök-boğazı çürüklüğüne karşı hassas olduğu bilinen Kate-A1 buğday çeşidi kullanılırken (Aktaş ve ark., 1997), domates için aynı şekilde hassasiyeti bilinen Falcon çeşidi kullanılmıştır (Ozan ve Maden, 2004). Tohumlar, dış kaynaklı bulaşmaların önlenmesi amacıyla %2 lik sodyum hipoklorit çözeltisinde (NaOCl) 3 dk yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulduktan sonra 3 defa steril saf su ile durulanarak kurumaya bırakılmıştır. Patojenlerin inokulasyonu için su ile doyurulmuş kurutma kağıtları arasında iki gün süreyle çimlendirilen buğday tohumları

kullanılırken, domates için ön çimlendirmeyi takiben geliştirilen 14 günlük fideler kullanılmıştır.

Patojenlerin fidelere inokulasyonu için SNA besi ortamında 25±1°C sıcaklık ve 12 saat ışık +12 saat karanlık foto periyotta 7-10 gün süreyle geliştirilen FC ve FORL izolatlarından elde edilen spor süspansiyonu stokları, Hemasitometre (Thoma lamı) yardımıyla 10⁶ spor/ml olacak şekilde inokulum kaynağı olarak kullanıma hazırlanmıştır. Domates fideleri FORL izolatlarına ait spor süspansiyonu bulunan 250ml’lik beher içerisinde 10dk. bekletilerek inokule edilirken, buğday tohumları FC içeren spor süspansiyonu içerisinde 2dk tutularak inokulasyonlar gerçekleştirilmiştir (Biles ve Martyn, 1989; Erginbaş-Orakci ve ark., 2016). Bu süreçte bitki köklerinin ve tohumlarının tamamıyla spor konsantrasyonları içine girmeleri ve homojen bir bulaşma göstermeleri için belirli aralıklarla çalkalama işlemi yapılmıştır. Suyu süzülen çimlendirilmiş buğday tohumları ve domates fideleri kurutma kağıtlarına konularak laminar kabinde bir süre kurumaya bırakılmıştır.

Antagonist ve endofitik fungal izolatlar, içerisinde 19,5ml. patates dekstroza agar (PDA) besi ortamı bulunan 6cm’lik petri kaplarına aşılansak, yukarıda belirtilen foto periyot koşullarında 7-10 gün süreyle geliştirilmiştir. Petri kaplarında geliştirilen fungus kültürleri agar içeriğiyle birlikte bir spatul yardımıyla alınarak önceden hazırlanmış toprak + torf karışımı içeren ve 2/3’e kadar doldurulan (300 gr) saksılara, her bir saksıya bir petri olacak şekilde yerleştirilmiştir (Resim 1a).

Tablo 1 FC ve FORL etmenlerine ait izolat bilgileri

Table 1 The information of FC and FORL isolates

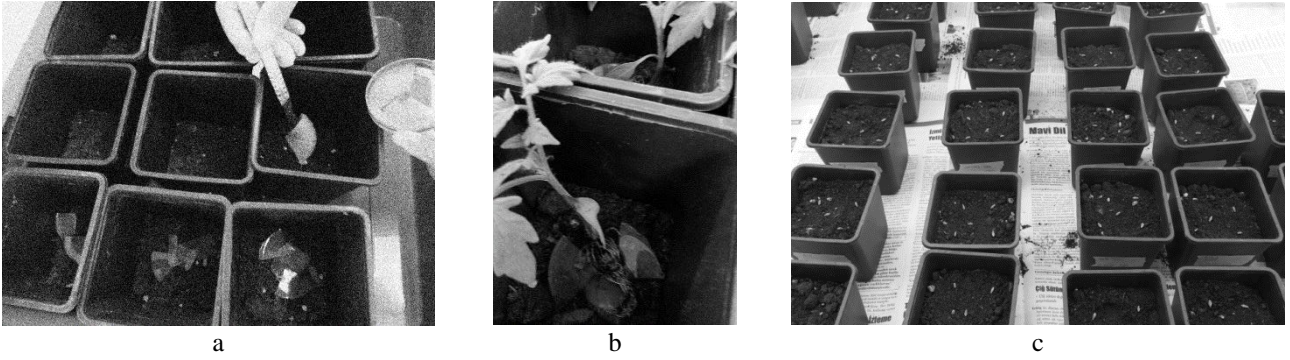
İzolat Kodu	Fungus Türü*	İzole Edildiği Konukçu/Lokasyon	Yıl	Virülenslik Düzeyi (%)	Kaynak
AC-7	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-lycopersici</i> (FORL)	<i>Lycopersicon esculentum</i> Adana/Ceyhan	2011	%90	**
W1002K1	<i>Fusarium culmorum</i> (FC)	<i>Triticum aestivum</i> Ankara/Ayaş	2009	%100	***

* OMÜ, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Mikoloji Laboratuvarı Fungus Koleksiyonu, ** Çolak ve Biçici, (2011), *** Tunalı ve ark. (2006)

Tablo 2 Antagonist ve endofitik biyolojik mücadele etmenlerine ait bilgiler

Table 2 The information of antagonist and endophytic biological control agents

İzolat Kodu	Fungus Türü*	İzole Edildiği Konukçu/Lokasyon	Yıl
1.5.2	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Capsicum</i> spp./Samsun-Bafra	2015
B21	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Capsicum</i> spp./Samsun-Bafra	2013
B31	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Capsicum</i> spp./Samsun-Bafra	2013
D15	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>L. esculentum</i> /Samsun-Bafra	2013
D27	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>L. esculentum</i> /Samsun-Bafra	2013
B17	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Capsicum</i> spp./Samsun-Bafra	2013
B18	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Capsicum</i> spp./Samsun-Bafra	2013
B4	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Capsicum</i> spp./Samsun-Bafra	2013
15H12-3B1	<i>Acremonium</i> sp.	<i>T. aestivum</i> /Çanakkale-Keşan	2015
S14W42-45	<i>Acremonium</i> sp.	<i>T. aestivum</i> /Yozgat-Akdağmadeni	2014
S14W42	<i>Acremonium</i> sp.	<i>T. aestivum</i> /Yozgat-Akdağmadeni	2014
3.3.2	<i>Acremonium</i> sp.	<i>T. aestivum</i> /Amasya-Merzifon	2015
A-S-20-4	<i>Acremonium</i> sp.	<i>Aegilosp</i> sp./Sivas-Merkez	2014
15H2-3K2	<i>Acremonium</i> sp.	<i>T. aestivum</i> /Tekirdağ-Ergene	2015
15H12-K1	<i>Acremonium</i> sp.	<i>T. aestivum</i> /Tekirdağ-Çorlu	2015



Resim 1 a) Antagonist ve endofitik organizmaların misellerini içeren PDA besi ortamının saksı toprakları üzerine yerleştirilmesi; b) Domates fidelerinin agar ortamları üzerine yerleştirilmesi, c) Buğday tohumlarının agar ortamları üzerine yerleştirilerek toprakla kaplanması

Figure 1 a) The placing to pots of PDA medium with mycelium of antagonistic and endophytic agents, b) The placing into the agar media of tomato seedlings, c) The covering with soil and placing into the agar media of wheat seeds

Patojen fungus FC ile daha önceden inokule edilen çimlendirilmiş buğday tohumları, her saksıya 3'er adet olacak şekilde 5 tekrarlı, FORL ile inokule edilen domates fideleri ise her saksıya 1'er adet olacak şekilde 3 tekrarlı olarak yerleştirilmiştir. Saksılardaki buğday çimleri ve domates fidelerinin kökleri toprak + torf karışımı ile kapatılmıştır (Resim 1b,c). Kontrol saksılarına yalnızca patojen funguslar ile muamele edilen tohum ve fideler yerleştirilmiştir. Ayrıca negatif kontrol olarak petrillerdeki PDA ortamı spatül yardımı ile saksılara yerleştirilerek, bu sefer üstlerine hastalık etmeni bulaştırılmamış sağlıklı buğday çimleri ile domates fideleri konulmuştur. İnokulasyondan sonra bitkiler günlük sulama ve bakım işlemleri yapılarak takip edilmiştir.

Hasat ve Değerlendirmeler

İnokulasyonu takiben buğday için 35, domates için 15. günlerde denemeler sonlandırılmıştır. Bitkiler vejetatif yapılarına zarar gelmeyecek şekilde saksılardan tümüyle çıkarılarak, kökleri çeşme suyu altında yıkanmış ve steril kurutma kağıtları arasında oda koşullarında kurumaya bırakılmıştır. Değerlendirmelerde, buğday için tohumdan bitki çıkış oranı (%), *Fusarium* kök ve kök-boğazı çürüklüğü indeksi (Mitter ve ark., 2006) kullanılarak Townsend ve Heuberger (1943) formülüne göre hastalık şiddeti (%), bitki yaş ve kuru ağırlıkları (gr) değerlendirilirken, domateste *Fusarium* hastalık skalası (0-4) (Vakalounakis ve ark., 1997), bitki boyu (cm), yaprak sayısı ve bitki yaş ağırlıkları (gr) değerlendirilmiştir. Domates bitkileri ile yapılan denemede inokulasyon öncesi fidelerde ön inceleme yapılmıştır.

Verilerin Analizi

Denemelerde FC ve FORL için BMA fungusları arasında her bir bitki gelişim parametresi ile *Fusarium* kök ve kök-boğazı hastalık değerlendirmeleri bakımından herhangi bir istatistiksel farklılığın olup olmadığının belirlenmesi için tek yönlü ANOVA testi uygulanmıştır. Önemli bulunan parametrelerdeki ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak gruplandırılmıştır.

Ayrıca değerlendirilen tüm parametrelerin birbiri arasındaki ilişkiyi ve yönünü belirlemek için Pearson korelasyon testi uygulanmıştır. Analizlerde SPSS v.21 istatistik paket programı (IBM Statistics, OMÜ 500 kullanıcı lisanslı) kullanılmıştır. Varyans homojenliği için ham verilere açı ($\text{ARCSin}(x)^{1/2}$) ve karekök transformasyonları uygulanmıştır.

Bulgular

Buğdayda Trichoderma ve Acremonium İzolatlarının Etkinliği

Fusarium culmorum ile bulaştırılmış buğdayda, antagonist ve endofitik BMA'larının bitki çıkışı ve gelişimi ile hastalık şiddeti üzerinde istatistiksel olarak önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.). Endofitik *Acremonium* izolatlarının hem bitki çıkışı (*Acremonium* ort. %62,8>*Trichoderma* ort. %27,5), yaş ağırlığı (Ort. 1,8g>0,99g) ve kuru ağırlığı (Ort. 0,21g>0,12g), hem de hastalığın engellenmesi bakımından (Ort.Has. Şid. %47,5>%74,6) antagonist *Trichoderma* izolatlarına göre daha etkin olduğu belirlenmiştir. *Acremonium* sp. S14W42 ve 15H12-3B1 izolatları kök çürüklüğü enfeksiyonlarının önlenmesinde ve bitki çıkışında en etkili izolatlar olurken, *Trichoderma* sp. B31 izolati en düşük etkiye sahip olmuştur. Aynı şekilde değerlendirme yapılan tüm parametrelerin birbiri arasında istatistiksel olarak çok önemli bir korelasyon olduğu da tespit edilmiştir ($P<0,01$). En yüksek korelasyon bitki yaş ve kuru ağırlığı arasında gözlenmiştir ($r = 0,993, P<0,01$). Bunu takiben sırasıyla, bitki çıkışı ile hastalık şiddeti ($r = -0,965, P<0,01$), bitki yaş ve kuru ağırlıkları ile hastalık şiddeti ($r = -0,777$) ve yine bitki yaş ve kuru ağırlığı ile bitki çıkışı ($r = -0,777, P<0,01$) arasında gerçekleşmiştir.

Domateste Trichoderma ve Acremonium İzolatlarının Etkinliği

Domateste *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* inokulasyonu sonrası değerlendirme yapılan tüm parametreler bakımından, antagonist ve endofit izolatlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu

belirlenmiştir (Tablo 4.). Buna göre *Acremonium* sp. S14W42-45 izolatu tüm parametreler yönüyle domatesten etkili izolattır. Bitki gelişim parametreleri bakımından *Acremonium* sp. 3.3.2 izolatu, hastalık şiddeti bakımından ise *Trichoderma* sp. B17 izolatu en düşük etkinliğe sahip izolatlar olmuştur. Genel olarak antagonist *Trichoderma* izolatları bitki gelişim parametreleri bakımından bitki yaş ağırlığı hariç tutulduğunda (2,65g *Trichoderma* ort.< 2,77g *Acremonium* ort.), endofit *Acremonium* izolatlarına göre daha yüksek etkinliğe sahiptir (Bit. boyu ort.=14,4 > 14,3 cm; Bit.yaprak say.ort.= 29,1 > 28). Hastalık bakımından her iki BMA cinsi ile yapılan muamelelerin hastalık şiddeti ortalamaları, pozitif kontrole göre daha düşük düzeyde gerçekleşirken, birbirleri arasında benzer seviyelerde hastalık oluşumuna izin vermişlerdir (Kök çür. skala ort.=0,67 < 0,68; Pozitif Kont.=3°). Bitki boyu ve bitkideki yaprak sayısı ortalaması bakımından

Trichoderma izolatlarının inokulasyon öncesine kıyasla *Acremonium* izolatlarına göre daha yüksek artış oranına sahip olduğu (B. boyu ort.; =1,2 > 0,4 cm ve B. yap. say.= 18,2 > 6,2), ancak bitki yaş ağırlığı bakımından ise *Acremonium* izolatlarının daha yüksek artış oranına sahip olduğu belirlenmiştir (B. yaş ağırlığı = 1,32 < 1,5g).

Değerlendirme yapılan tüm parametrelerin birbiri arasında istatistiksel olarak çok önemli bir korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (P<0,01). Buna göre en yüksek korelasyonun bitki boyu ile hastalık şiddeti arasında (r = - 0,913, P<0,01) gerçekleştiği tespit edilirken, bunu sırasıyla bitki boyu ile yaprak sayısı (r = 0,892, P<0,01) ve yaş ağırlığı (r = 0,844, P<0,01), bitki yaş ağırlığı ile hastalık şiddeti (r = - 0,883, P<0,01) ve yaprak sayısı ile hastalık şiddeti (r = - 0,860, P<0,01) arasında gerçekleştiği belirlenmiştir

Tablo 3 BMAs'nın buğdayda patojen *Fusarium culmorum*'a karşı enfeksiyonu ve bitki gelişimine etkisi

Table 3 The effects of BCAs on plant growth and infection against pathogenic *Fusarium culmorum* in wheat

Fungus Türü	Bitki Çıkışı (%) ^p	Kök-boğazı Çürüklüğü (%) ^p	Bitki Yaş Ağırlığı (g) ^p	Bitki Kuru Ağırlığı (g) ^p
<i>Trichoderma</i> sp. 1.5.2	55 ^{c-f} ±34,2	46,5 ^{bcd}	2,57 ^{def}	0,31 ^{cd}
<i>Trichoderma</i> sp. B21	45 ^{a-f} ±30	65,2 ^{b-f}	1,6 ^{a-f}	0,2 ^{abcd}
<i>Trichoderma</i> sp. B31	15 ^{abc} ±10	86,7 ^f	0,48 ^{ab}	0,06 ^a
<i>Trichoderma</i> sp. D15	15 ^{ab} ±19,2	85,8 ^{ef}	0,73 ^{abc}	0,08 ^{ab}
<i>Trichoderma</i> sp. D27	10 ^a ±11,5	85,2 ^{ef}	0,4 ^a	0,05 ^a
<i>Trichoderma</i> sp. B17	25 ^{abc} ±30	75,7 ^{cdef}	0,5 ^{ab}	0,07 ^a
<i>Trichoderma</i> sp. B18	25 ^{a-d} ±19,2	77,7 ^{def}	0,63 ^{abc}	0,08 ^{ab}
<i>Trichoderma</i> sp. B4	30 ^{a-d} ±25,8	74,2 ^{b-f}	1,01 ^{a-e}	0,12 ^{abc}
<i>Trichoderma</i> Ort.	27,5	74,6	0,99	0,12
<i>Acremonium</i> sp. 15H12-3B1	70 ^{d-g} ±20	37,1 ^{bc}	2,48 ^{ef}	0,3 ^{cd}
<i>Acremonium</i> sp. S14W42-45	40 ^{a-f} ±36,5	69,8 ^{b-f}	1,05 ^{a-e}	0,13 ^{abc}
<i>Acremonium</i> sp. S14W42	80 ^{fg} ±16,3	32,6 ^b	1,6 ^{a-f}	0,18 ^{abcd}
<i>Acremonium</i> sp. 3.3.2	75 ^{efg} ±19,2	41,3 ^{bcd}	1,66 ^{a-f}	0,2 ^{abcd}
<i>Acremonium</i> sp. A-S-20-4	55 ^{b-f} ±19,2	47 ^{bcde}	2,16 ^{cdef}	0,27 ^{bcd}
<i>Acremonium</i> sp. 15H2-3K2	55 ^{b-f} ±25,2	54,2 ^{b-f}	2,17 ^{b-f}	0,24 ^{abcd}
<i>Acremonium</i> sp. 15H12-K1	65 ^{d-g} ±25,2	50,3 ^{b-f}	1,51 ^{a-f}	0,18 ^{abcd}
<i>Acremonium</i> Ort.	62,8	47,5	1,8	0,21
FC* W1002K1 (P.K.)	35 ^{a-e} ±25,2	71,5 ^{b-f}	0,77 ^{abcd}	0,11 ^{abc}
Bitki Kontrol (N.K.)**	95 ^g ±10	0 ^a	3,18 ^f	0,37 ^d

* *Fusarium culmorum* W1002K1 (H.K.=Hastalık kontrol), ** Herhangi bir inokulasyon veya uygulama yok (N.K.=Negatif kontrol), ^p Uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık vardır (P>0,01)

Tartışma ve Sonuç

Organik tarımın yapıldığı sebze ekim alanlarındaki topraklardan izole edilen antagonist *Trichoderma* izolatları ile endofitik olarak buğday kök ve kök-boğazı dokularından elde edilen *Acremonium* izolatlarının, buğday ve domates bitkilerinde önemli bitki patojenleri FC ve FORL etmenlerine karşı hem hastalık oluşumu, hem de bitki gelişimi üzerinde önemli düzeyde etkili oldukları bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile ortaya konulmuştur. Bu sonuçlar, antagonist ve endofitik mikroorganizmaların özellikle bitki kök ve rhizosfer bölgelerinde bitki lehine oluşturdukları morfolojik ve fizyolojik değişimlerin ortaya konulduğu çalışmalar ile (Chet ve Inbar, 1994; Dorworth ve Callan, 1996; Funk ve ark., 1983; Latch ve ark., 1985; Srivastava ve ark., 2010)

aynı doğrultudadır.

Bu çalışmada kullanılan hem *Trichoderma*, hem de *Acremonium* cinsine ait fungal izolatlar, morfolojik olarak teşhis edilmiştir. Ancak her iki fungus cinsi, içerisinde bu çalışmada da görüldüğü üzere biyolojik mücadelede kullanılma potansiyelleri bakımından farklılıklar bulunmaktadır. Özellikle genetik tabanlı moleküler tekniklerden kısmi gen dizilemeleri yardımıyla yapılan filogenetik analizler (Giraldo ve ark., 2015; Glenn ve ark., 1996; Hermosa ve ark., 2000) bu çalışmada etkinliği ortaya konulan *Trichoderma* ve *Acremonium* izolatlarının tür düzeyindeki teşhisleri ve aralarındaki farklılığın ortaya çıkarılmasını sağlayabilecektir.

Tablo 4 BMAs'nın domateste *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* enfeksiyonu ve bitki gelişimine etkisi
 Table 4 The effects of BCAs on plant growth and infection against pathogenic *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*-in tomato

Fungal İzolat	İnokulasyon Öncesi (14. gün)			İnokulasyon Sonrası (15.gün) ^P			
	BB	BYS	BYA	BB	BYS	BYA	KBÇ*
<i>Trichoderma</i> sp. 1.5.2	12,1	11	1,35	12,5 ^{bc} ±2,2	22 ^{bc}	2,2 ^{bcd}	1 ^{ab}
<i>Trichoderma</i> sp. B21	12,8	10,3	1,18	13,5 ^{bc} ±4,3	21 ^{bc}	2,4 ^{bcd}	1 ^{ab}
<i>Trichoderma</i> sp. B31	12,6	9,3	1,01	15,5 ^{bc} ±0,7	34 ^{bc}	3 ^{bcd}	0 ^a
<i>Trichoderma</i> sp. D15	12,8	11,3	1,48	16,1 ^{bc} ±1	33,7 ^{bc}	3,5 ^{cd}	0,3 ^a
<i>Trichoderma</i> sp. D27	14,5	11	1,32	15,6 ^{bc} ±1,4	29 ^{bc}	2,8 ^{bcd}	0,3 ^a
<i>Trichoderma</i> sp. B17	13,3	11,7	1,16	12,6 ^{bc} ±0,4	25 ^{bc}	1,5 ^{bc}	2,3 ^{bc}
<i>Trichoderma</i> sp. B18	13,5	12,3	1,71	15,2 ^{bc} ±0,4	37,7 ^c	3,4 ^{cd}	0,3 ^a
<i>Trichoderma</i> sp. B4	14,2	11	1,45	14,5 ^{bc} ±2,1	30,3 ^{bc}	2,4 ^{bcd}	0,3 ^a
<i>Trichoderma</i> Ort.	13,2	10,9	1,33	14,4	29,1	2,65	0,68
<i>Acremonium</i> sp. 15H12-3B1	14,3	10,7	1,59	16 ^{bc} ±1,9	28,7 ^{bc}	3 ^{bcd}	0,3 ^a
<i>Acremonium</i> sp. S14W42-45	14,4	14,4	1,4	17,1 ^c ±1,4	37 ^c	3,8 ^d	0 ^a
<i>Acremonium</i> sp. S14W42-	14,2	12,3	1,35	16,3 ^{bc} ±1,1	30,7 ^{bc}	3,3 ^{bcd}	0 ^a
<i>Acremonium</i> sp. 3.3.2	14,5	11,7	1,27	9,3 ^b ±8,6	17,7 ^b	1,3 ^{ab}	2 ^{ab}
<i>Acremonium</i> sp. A-S-20-4	13	10,3	1,03	14,7 ^{bc} ±2,2	27,7 ^{bc}	2,4 ^{bcd}	0,7 ^{ab}
<i>Acremonium</i> sp. 15H2-3K2	13,3	12	1,08	10,7 ^{bc} ±9,2	22,7 ^{bc}	2,3 ^{bcd}	1,7 ^{ab}
<i>Acremonium</i> sp. 15H12-K1	13,8	11,3	1,2	16,4 ^{bc} ±0,2	31,7 ^{bc}	3,3 ^{bcd}	0 ^a
<i>Acremonium</i> Ort.	13,9	11,8	1,27	14,3	28	2,77	0,67
FORL** AC-7 (H.K.) ^x	11,9	11	0,77	0 ^a	0 ^a	0 ^a	3 ^c
Bitki Kontrol (N.K.) ^{***}	13,8	11,7	1,05	14,4 ^{bc} ±2,2	24 ^{bc}	1,6 ^{bcd}	0,3 ^a

BB: Bitki Boyu (cm), BYS: Ort. Bitkideki Yaprak Sayısı, BYA: Bitki Yaş Ağırlığı (g), KBÇ*: Kök-boğazı Çürüklüğü, * 0=Hastalık belirtisi yok; 1=Orta düzeyde ana ve yan köklerde çürümeye; 2=Ana ve yan köklerde şiddetli çürümeye; 3= Fideler ölü ya da ölmek üzere, ** *Fusariumoxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (H.K.=Hastalık kontrol), *** Herhangi bir inokulasyon veya uygulama yok (N.K=Negatif kontrol), ^PUygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık vardır (P>0,01), ^xİnokulasyon sonrası bitki boyu, yaprak sayısı ve yaş ağırlık değerlerindeki "0", bitkilerde hastalık nedeniyle ölümden kaynaklıdır.

Buğdayda bazı *Trichoderma* izolatı uygulamalarının, pozitif kontrol olarak kullanılan FC'un oluşturduğu hastalık şiddetinden daha fazla hastalık meydana getirdiği görülmektedir (Tablo 3). Aynı izolatların domates bitkisinde, FORL lehine bu tip bir sinerjistik etki göstermedikleri, sadece B17 izolatı uygulanan saksılarda pozitif kontrole yakın bir hastalık şiddeti meydana geldiği tespit edilmiştir. *Trichoderma* izolatlarının iki farklı konukçuda gösterdiği bu etkileşimin temelinde, bu türün ikincil metabolit metabolizmasının (Howell, 2003) etkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bir başka ihtimal de antagonistlerin bitkiye inokulasyonunda kullanılan yöntemde, PDA besi ortamının nötr yakın olan pH düzeyinin (5,6-6), asidik ortamlarda daha iyi gelişme gösteren *Trichoderma* izolatlarının (Benítez ve ark., 2004) etkinliğinde azalmaya yol açmış olabileceğidir.

Değerlendirme yapılan tüm parametreler üzerinden en iyi etkinliği gösteren, buğdayda *Trichoderma* sp. 1.5.2 ve B21 izolatları ile domateste D15 ve B18 izolatlarının özellikle selüloz ve kitinaz enzim aktiviteleri bakımından ilerleyen çalışmalarda değerlendirilmelerinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Endofit *Acremonium* izolatları arasında, buğday ve domateste bitki gelişimi ve hastalık oluşumunun engellenmesi bakımından en yüksek etkiyi sırasıyla *Acremonium* sp. S14W42 ve S14W42-45 izolatları göstermiştir. Bu izolatların elde edildiği alanlar (Tablo 1.), özellikle uzun çayırotu (*Festuca arundinacea* Schreb.) ve çim (*Lolium perenne* L.) gibi yabancı formdaki *Poaceae* cins ve türlerinin gelişimi ve yaygınlığı açısından uygun habitatlardır. Bu konukçulara özelleşmiş endofit *A. coenophialum* türünün bitkilerin gelişimine ve *Rhizoctonia zeae* gibi toprak kökenli patojenlere karşı

sağladığı etkinliğin (Burpee ve Bouton, 1993; Siegel ve ark., 1985), bu çalışmadaki her iki etkili *Acremonium* izolatı ve diğer etkili izolatlardan elde edilen sonuçlar ile örtüştüğü görülmektedir. Ayrıca arpada (*Hordeum vulgare* L.) *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* etmenine karşı *A. blochii* ve *A. furcatum* türlerinin patojen gelişimini engellemedeki etkinliği (Macia-Vicente ve ark., 2008) ile farklı *Triticum* spp.'deki endofit *Acremonium* spp.'nin yüksek düzeyli yaygınlığını bildiren kayıtlar (Marshall ve ark., 1999), bu çalışmada kullanılan endofit *Acremonium* izolatlarının hem bitki gelişimini teşvik etmesi, hem de *Fusarium* gibi toprak kökenli patojenlerin baskılanmasında ümit vadetmektedir.

Kaynaklar

- Aktaş H, Tunalı B, Aktaş H, Tunalı B, Bostancıoğlu H, Bayram E. 1997. Reaction of some wheat varieties and lines against to root and foot-rot disease agents in the field and laboratory conditions. Journal of Turkish Phytopathology 26:61-68.
- Arora DK, Elander RP, Mukerji KG. 1992. Fungal Biotechnology vol. 4. In: Handbook of applied mycology. New York: Marcel Dekker. p 1114.
- Bacon CW. 1990. Isolation, culture and maintenance of endophytic fungi of grasses. In: Labeda DP, editor. Isolation of biotechnological organisms from nature. New York: McGraw-Hill. p 259-282.
- Benítez T, Rincón AM, Limón MC, Codón AC. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. International Microbiology 7:249-260.
- Biles CL, Martyn RD. 1989. Local and Systemic Resistance Induced in Watermelons by Formae Speciales of *Fusarium oxysporum*. Phytopathology 79:856-860.

- Burpee LL, Bouton JH. 1993. Effect of Eradication of the Endophyte *Acremonium coenophialum* on Epidemics of Rhizoctonia Blight in Tall Fescue. *Plant Disease* 77:157-159.
- Carroll GC. 1986. The biology of endophytism in plants with particular reference to woody perennials. In: Fokkema NJ, Van den Heuvel J, editors. *Microbiology of Phyllosphere*. Cambridge University Press: Cambridge. p 205-222.
- Chet I, Inbar J. 1994. Biological control of fungal pathogens. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 48:37-43.
- Chet I, Inbar J, Hadar I. 1997. Fungal antagonists and mycoparasites. In: Wicklow DT, Söderström B, editors. *The Mycota IV: Environmental and microbial relationships*. Berlin: Springer-Verlag. p 165-184.
- Clay K. 1989. Clavicipitaceolls endophytes of grasses: their potential as biocontrol agents. *Mycological Research* 92:1-12.
- Çolak A, Biçici M. 2011. Doğu Akdeniz bölgesi örtü altı domates yetiştiriciliğinde *Fusarium oxysporum* spesiyal formlarının simptomatolojik ayrımı ile solgunluk ve kök-kök boğazı çürüklüğü hastalıklarının çıkış, Gıdnet ve yaygınlıklarının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni* 51:331-345.
- Dorworth CE, Callan BE. 1996. Manipulation of endophytic fungi to promote their utility as vegetation biocontrol agents. In: Reddin SC, Carris LM, editors. *Endophytic fungi in grasses and woody plants*. St. Paul: APS Press. p 209-219.
- Erginbaş-Orakci G, Poole G, Nicol J, Paulitz TC, Dababat AA, Campbell K. 2016. Assessment of inoculation methods to identify resistance to *Fusarium* crown rot in wheat. *Journal of Plant Diseases and Protection* 123:19-27.
- Faeth SH. 2002. Are endophytic fungi defensive plant mutualists? *Oikos* 98:25-36.
- Fisher PJ, Anson AE, Petrini O. 1986. Fungal endophytes in *Ulex europaeus* and *Ulex gallii*. *Transactions of British Mycological Society* 86:153-156.
- Funk CR, Halisky PM, Johnson MC, Siegel MR, Stewart AV, Ahmad S, Hurley RH, Harvey IC. 1983. An Endophytic Fungus and Resistance to Sod Webworms: Association in *Lolium Perenne* L. *Nature Biotechnology* 1:189-191.
- Gao F, Dai C, Liu X. 2010. Mechanisms of fungal endophytes in plant protection against pathogens. *African Journal of Microbiology Research* 4:1346-1351.
- Giraldo A, Gene J, Sutton DA, Madrid H, de Hoog GS, Cano J, Decock C, Crous PW, Guarro J. 2015. Phylogeny of *Sarocladium* (Hypocreales). *Persoonia* 34:10-24.
- Glenn AE, Bacon CW, Price R, Hanlin RT. 1996. Molecular Phylogeny of *Acremonium* and Its Taxonomic Implications. *Mycologia* 88:369-383.
- Grondona I, Hermosa R, Tejada M, Gomis MD, Mateos PF, Bridge PD, Monte E, Garcia-Acha I. 1997. Physiological and Biochemical Characterization of *Trichoderma harzianum*, a Biological Control Agent against Soilborne Fungal Plant Pathogens. *Applied and Environmental Microbiology* 63:3189-3198.
- Harman GE, Howell CR, Viterbo A, Chet I, Lorito M. 2004. *Trichoderma* species - Opportunistic, Avirulent Plant Symbionts. *Nature Reviews* 2:43-56.
- Hermosa MR, Grondona I, Iturriaga EA, Minguez-Diaz JM, Castro C, Monte E, Garcia-Acha I. 2000. Molecular Characterization and Identification of Biocontrol Isolates of *Trichoderma* spp. *Applied and Environmental Microbiology* 66:1890-1898.
- Herrera-Estrella A, Chet I. 1999. Chitinases in biological control. *Experientia Supplementum* 87:171-184.
- Howell CR. 2003. Mechanisms Employed by *Trichoderma* Species in the Biological Control of Plant Diseases: The History and Evolution of Current Concepts. *Plant Disease* 87:1-10.
- Latch GCM, Hunt WF, Musgrave DR. 1985. Endophytic fungi affect growth of perennial ryegrass. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 28:165-168.
- Macia-Vicente JG, Jansson HB, Mendgen K, Lopez-Llorca LV. 2008. Colonization of barley roots by endophytic fungi and their reduction of take-all caused by *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. *Canadian Journal of Microbiology* 54:600-609.
- Marshall D, Tunalı B, Nelson LR. 1999. Occurrence of Fungal Endophytes in Species of Wild *Triticum*. *Crop Science* 39:1507-1512.
- Mitter V, Zhanng MC, Liu J, Ghosh R, Ghosh M, Chakraborty S. 2006. A high-throughput glasshouse bioassay to detect crown rot resistance in wheat germplasm. *Plant Pathology* 55:433-441.
- Mohammad A, Mahmood M. 1974. Inoculation techniques in *Helminthosporium* stripe of barley. *Plant Disease Reporter* 58:32-34.
- Monte E. 2001. Understanding *Trichoderma*: between biotechnology and microbial ecology. *International Microbiology* 4:1-4.
- Murray FR, Garrick CM, Latch GCM, Scott DB. 1992. Surrogate transformation of perennial ryegrass, *Lolium perenne*, using genetically modified *Acremonium* endophyte. *Molecular and General Genetics* 233:1-9.
- Ozan S, Maden S. 2004. Ankara ili domates ekiliş alanlarında solgunluk ve kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan fungal hastalık etmenleri. *Bitki Koruma Bülteni* 44:105-120.
- Schardl CL, Liu J, White JF, Finkel RA, An Z, Siegel MR. 1991. Molecular phylogenetic relationships of nonpathogenic grass mycosymbionts and clavicipitaceous plant pathogens. *Plant Systematics and Evolution* 178:27-41.
- Siegel MR, Latch GCM, Johnson MC. 1985. *Acremonium* Fungal Endophytes of Tall Fescue and Perennial Ryegrass: Significance and Control. *Plant Disease* 69:179-183.
- Srivastava R, Khalid A, Singh US, Sharma AK. 2010. Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungus, fluorescent *Pseudomonas* and *Trichoderma harzianum* formulation against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* for the management of tomato wilt. *Biological Control* 53:24-31.
- Stierle A, Strobel G, Stierle D. 1993. Taxol and taxane production by *Taxomyces andreanae*, and endophytic fungus of Pacific Yew. *Science* 260:214-216.
- Strobel GA, Hess WM, Ford E, Sidhu RS, Yang X. 1996. Taxol from fungal endophytes and the issue of biodiversity. *Journal of Industrial Microbiology* 17:417-423.
- Tjamos EC, Papavizas GC, Cook RJ. 1992. Biological control of plant diseases. Progress and challenges for the future. New York: Plenum Press.
- Townsend GR, Heuberger JW. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Diseases Reporter* 27:340-343.
- Tunalı B, Nicol J, Erol FY, Altıparmak G. 2006. Pathogenicity Turkish Crown and Head Scab Isolates on Stem Bases on Winter Wheat under Greenhouse Conditions. *Plant Pathology Journal* 5:143-149.
- Vakalounakis DJ, Laterrot H, Moretti A, Ligoxigakis EK, Smardas K. 1997. Linkage between *Frl* (*Fusarium oxysporum* f.sp. *radicislycopersici* resistance) and *Tm-2* (tobacco mosaic virus resistance-2) loci in tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Annals of Applied Biology* 130:319-323.
- Wilhite SE, Lumsden RD, Straney DC. 2001. Peptide Synthetase Gene in *Trichoderma virens*. *Applied and Environmental Microbiology* 67:5055-5062.
- Yalçın G. 2017. Bazı endofitik fungusların buğday bitkisinde *Fusarium culmorum*'a karşı etkinliğinin araştırılması. In: *Bitki Koruma Bölümü*. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi. p 58.