

Erzurum İlinde Çilek Bitkilerinden İzole Edilen *Fusarium* Türlerinin Patojeniteleri¹

Emre DEMİRER DURAK², Erkol DEMİRCİ³

SUMMARY

Pathogenicity of *Fusarium* Species Isolated from Strawberry Plants in Erzurum Province

This study was performed to determine *Fusarium* species caused wilt disease on strawberry plants in Erzurum province between 2005 and 2007. Plant samples showing wilt symptoms were collected from strawberry growing areas in August and September. At the end of the isolation studies, 68 isolates of *Fusarium* spp. were obtained from roots, crowns and/or petioles of strawberry plants. Among these isolates, *Fusarium acuminatum*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium oxysporum* and *Fusarium solani* were recorded in the rate of 4.4 %, 30.9 %, 44.1 % and 20.6 %, respectively. Pathogenicity of *Fusarium* isolates was determined on strawberry plants (cv. Fern) by the root-dip method. According to the results of pathogenicity test, *F. oxysporum* isolates were significantly more virulent than *F. acuminatum*, *F. equiseti* and *F. solani*. Root length, fresh and dry weight of strawberry plants inoculated by *Fusarium* species were found significantly lower than those in the control plants.

Key words: Strawberry; *Fusarium*; Pathogenicity; Growth performance

ÖZET

Bu çalışma, çilek bitkilerinde solgunluk hastalığına neden olan *Fusarium* türlerini belirlemek amacıyla Erzurum ilinde 2005–2007 yıllarında yapılmıştır. Solgunluk simptomu gösteren çilek bitkileri Ağustos ve Eylül aylarında toplanmıştır. İzolasyon çalışmaları sonucunda, çilek bitkilerinin kök, taç ve/veya yaprak saplarından 68 *Fusarium* izolatu elde edilmiştir. Bu izolatların % 4.4'ü *Fusarium acuminatum*, % 30.9'u *Fusarium equiseti*, % 44.1'i *Fusarium oxysporum* ve % 20.6'sı *Fusarium solani* olarak tanılanmıştır. *Fusarium* izolatlarının patojenitesi kök daldırma metodu ile Fern çilek çeşidinde test edilmiştir.

¹ Bu çalışmanın özeti Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi'nde (28-30 Haziran 2011, Kahramanmaraş) yayımlanmıştır.

² Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 65080 Van.

³ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maçka Meslek Yüksekokulu, 61750 Maçka-Trabzon.

Sorumlu Yazar (Corresponding author) e-mail: demirer54@hotmail.com

Yazının Yayın Kuruluna Geliş Tarihi (Received): 23.07.2013

Patojenite test sonuçlarına göre, *F. oxysporum* izolatlarının *F. acuminatum*, *F. equiseti* ve *F. solani* izolatlarına göre daha virulent olduğu belirlenmiştir. *Fusarium* türleri ile inoküle edilen çilek bitkilerinde kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlıklar kontrol bitkilerine göre daha düşük çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Çilek, *Fusarium*, Patojenite, Büyüme performansı

GİRİŞ

Üzümsü meyveler içinde en önemli yeri tutan çilek (*Fragaria* spp.) bitkisi otsu özellikte çok yıllık bir bitkidir. Ticari olarak en çok yetiştirilen çilek çeşitleri, bahçe çileği olarak adlandırılan *Fragaria x ananassa* Duch. melezinden orijinini almaktadır. Çilek bitkisi adaptasyon kabiliyetinin yüksekliği ve çeşit zenginliğinden dolayı dünya üzerinde birbirinden çok farklı ekolojik şartlarda ve geniş bir alanda yetiştirilebilmektedir. Türkiye’de 1960’lı yıllardan itibaren ekonomik anlamda çilek yetiştiriciliğine başlanılmıştır. Son yıllarda üretim alanı ve üretim miktarı bakımından sürekli artış gösteren çilek yetiştiriciliği Erzurum’da da uygun çeşitlerin kullanılmasıyla yaygınlaşmıştır. Nitekim 1982 yılında Erzurum ilinin iklim koşullarının bazı çilek çeşitlerinin yetiştiriciliğine olan uygunluğu konusundaki çalışma ile çilek yetiştiriciliğinin ekonomik olarak yapılabilirliği ortaya konmuştur (İştar et al. 1983). Erzurum ve benzeri ekolojiler için tavsiye edilen ve yörede yaygın yetiştiriciliği yapılan çilek, nötr gün çeşidi olan “Fern” çeşididir (Cengiz ve Aslantaş 2007).

Maas (1998), toprak kaynaklı fungal patojenlerin tüm dünyada çileklerde önemli verim ve kalite kayıplarına neden olan biyolojik etmenler olduğunu, bunlardan en tahripkar olanlarının *Colletotrichum*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* ve *Verticillium* cinslerine ait türler olduğunu, *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*’nin ise solgunluk oluşturduğunu belirtmiştir. Toprak kaynaklı *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Cylindrocarpon* ve *Fusarium* türlerinin neden olduğu Siyah Kök Çürüklüğü hastalığı dünyada çilek üretimini etkileyen ve önemli verim kayıplarına neden olan kök hastalık kompleksi olarak bilinmektedir (Martin 2000, Manici et al. 2005).

Avustralya’da yapılmış bir çalışmada çileklerden yüksek oranda *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* izole edilmiş, yapılan patojenite çalışmasında *Fusarium* izolatlarının patojen olduğu belirtilmiştir (Golzar et al. 2007). Maas (1998), çileklerde *Fusarium* türlerinin sebep olduğu kök hastalıklarının Avustralya ve Japonya’da yaygın olduğunu, % 50 oranında bitki kaybına neden olacak kadar şiddetli olabildiğini belirtmiştir. Çin’de yapılan bir çalışmada enfekteli çilek bitkilerinden *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* izole edilmiştir (Zhao et al. 2009).

Fusarium türleri, her türlü iklime adapte olabilen, geniş tür çeşitliliğine sahip ve çok sayıda bitkide hastalık meydana getirebilen kompleks bir gruptur. Akdeniz Bölgesi’nde çilek köklerinden çeşitli toprak kaynaklı funguslar ile birlikte *Fusarium* izolatlarının elde edildiği bir çalışmada, yapılan patojenite denemelerinde *Fusarium* izolatlarının bir kısmının inoküle edildikleri bitkilerden

tekrar izole edildikleri belirtilerek, çalışmada değerlendirilen diğer funguslara ilaveten *Fusarium* izolatlarının da çilekte kök çürüklüğü oluşumuna katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Turan and Dinç 1981). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde çilek köklerinden yapılan izolasyonlarda çeşitli funguslarla birlikte *Fusarium* izolatları elde edilmiş, patojenite testleri sonucunda kök çürüklüğüne neden olan primer patojenin *Rhizoctonia solani* olduğu, *Fusarium* izolatlarının *R. solani* ile birlikte inoküle edilmesi halinde etkili olabildiği belirtilmiştir (Pala 1987). Bir başka çalışmada Zonguldak ve Bartın illerinde çilek tarlalarında *Fusarium oxysporum* ve *F. moniliforme*'nin bulunduğu belirtilmiştir (Gürer and Coşkun 1993). Aydın'da çilek bitkilerinin köklerinden yapılan izolasyonlar sonucu çeşitli toprak kaynaklı fungusların izole edildiği, ancak elde edilen *Fusarium* spp. izolatlarının hiçbirinin çilekte patojen olmadığı bildirilmiştir (Benlioğlu et al. 2004).

Çalışmanın amacı, Erzurum ilinde yetiştirilen çilek bitkilerinden izole edilen *Fusarium* türlerinin patojenite çalışmalarıyla hastalık oluşturma durumu ve bitki gelişim parametrelerine olan etkisini ortaya koyarak virülanslıklarını belirlemektir.

MATERYAL VE METOT

Araştırma materyalini, Erzurum'da çilek yetiştirilen alanlardaki enfekteli bitki kısımlarından izole edilen *Fusarium* izolatları ve Fern çeşidi çilek bitkileri oluşturmaktadır.

***Fusarium* türlerinin çilek bitkilerinden izolasyonu**

Erzurum İli Yakutiye, Aşkale, Aziziye, Oltu ve Pasinler ilçelerinden 2005, 2006 ve 2007 yıllarında solgunluk semptomu görülen bitkilerden tesadüfi olarak her yıl Ağustos ve Eylül aylarında örnekler alınmıştır. Bitkiler izolasyon yapılmaya kadar 5 °C'de buzdolabında tutulmuştur.

Örnek olarak alınan bitkilerin kökleri musluk suyu ile yıkandıktan sonra kök, taç ve/veya yaprak saplarından alınan yaklaşık 1 cm uzunluğundaki doku parçaları yüzeysel dezenfeksiyonu sağlamak için % 0.5 sodyum hipoklorit solüsyonunda 1 dakika bekletilmiştir (Pinkerton et al. 2002). Takiben doku parçaları steril distile su ile üç kez yıkandıktan sonra steril filtre kağıdında kurutulmuş, 100 mg L⁻¹ streptomycin sülfat içeren % 1.5'lük su agarı bulunan petrilere yerleştirilerek, 25 °C'de 5-7 gün süre ile inkübe edilmişlerdir. Doku parçalarından gelişen fungus kolonilerinden steril bir iğne yardımı ile alınan mikrokonidi veya makrokonidiler patates dekstroza agar (PDA) içeren petrilere transfer edilmiş, *Fusarium* izolatlarına ait kolonilerden takiben tek spor izolasyon yöntemi ile saf kültürler elde edilmiş ve PDA içeren test tüplere aktararak çalışmanın bundan sonraki aşamalarında kullanılmak üzere 5 °C'de saklanmıştır. İzolatların mikrokonidi, makrokonidi, klamidiospor, konidiofor ve koloni morfolojisi incelenerek tanıları Gerlach and Nirenberg (1982)'e göre yapılmıştır.

Patojenite testi

Çilek bitkilerinden elde edilen *Fusarium* izolatlarının patojenite testinde 10'dan fazla izolat bulunan türlerde 10, daha az izolat bulunan türlerde ise mevcut izolatların tamamı kullanılmıştır. Seçilen izolatlar PDA'da 25 °C'de 7 gün süre ile inkübe edilmiştir. Patojenite testinde yörede yaygın olarak yetiştirilen Fern çilek çeşidi kullanılmıştır. Kökleri 6 cm uzunluğunda kesilen frigo çilek fideleri, hemositometre ile 1×10^6 konidi içeren spor süspansiyonunda yarım saat bekletilerek inoküle edilmişlerdir (Matsubara et al. 2004, Zhao et al. 2009, Nam et al. 2009). Kontrol bitkileri ise steril su içerisinde bekletilmiştir. İnokülasyonu takiben bitkiler torf-perlit karışımı (1:1) içeren 15 cm çapındaki saksılara dikilmiştir. Saksılar iklim odasında 25 °C'de 12 saat aydınlık, 12 saat karanlıktaki gelişme şartlarında tutulmuş, bitkiler ihtiyaç duydukça sulama yapılmıştır. Deneme her izolat için 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve 2 kez tekrarlanmıştır. İnokulasyondan 2 ay sonra 0-5 skalası (0=simptom yok, 1= 1-2 yaprak sararmış, 2= bütün yapraklar deforme olmuş, 3=kloroz ve erken bitki solgunluğu, 4=nekroz ve tüm bitki solmuş, 5= ölü bitki) kullanılarak (Nam et al. 2009) bitkiler değerlendirilmiştir. Ayrıca bitkiler söküldükten sonra kökler yıkanmış, kök uzunlukları ölçülmüş ve bitki yaş ağırlıkları tartılmıştır. Takiben kuru ağırlıklarını belirlemek için 60 °C'ye ayarlanan etüvde bitkiler 3 gün kurutulduktan sonra tartılmıştır (Botha et al. 2003). İnokülasyon yapılan bitkilerin kök ve taçlarından fungusların rekolonizasyonları yapılmıştır. Bütün verilerin istatistiksel analizinde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır ($P < 0,05$).

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Erzurum ilinde çilek yetiştirilen farklı ilçelerden alınan hastalıklı bitki örneklerinin kök, taç ve/veya yaprak saplarından yapılan izolasyonlar sonucunda 68 *Fusarium* izolatı elde edilmiştir. Morfolojik özelliklerine göre yapılan tanılama sonucunda izolatların *Fusarium acuminatum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum* ve *F. solani* olmak üzere 4 *Fusarium* türüne ait oldukları belirlenmiştir. Çilek bitkilerinden elde edilen izolatların ilçelere göre dağılımı Çizelge 1'de listelenmiş olup, izolatların % 4.4'ü *F. acuminatum*, % 30.9'u *F. equiseti*, % 44.1'i *F. oxysporum* ve % 20.6'sı *F. solani* olarak tanılanmıştır. Çalışma sonucu elde edilen 30 *F. oxysporum* izolatının 11'i kök, 17'si taç ve 2'si yaprak sapından; 21 *F. equiseti* izolatının 10'u kök, 10'u taç ve 1'i yaprak sapından; 14 *F. solani* izolatının 6'sı kök ve 8'i taçtan; 3 *F. acuminatum* izolatının 2'si kök ve 1'i taçtan izole edilmiştir. İzolat sayıları ve farklı ilçelerde bulunma durumu değerlendirildiğinde Erzurum ilindeki çilek üretim alanlarında başta *F. oxysporum* olmak üzere *F. equiseti* ve *F. solani*'nin en çok izole edilen türler olduğu görülmektedir. Japonya'da *F. oxysporum*'un çilek bitkisinin önemli bir patojeni olduğu kaydedilmiştir (Winks and Williams 1965; Maas 1998). Nitekim İtalya'da çilek yetiştirilen bölgelerden alınan örneklerden *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti*, *F. semitectum*, *F. compactum* izole edildiği bildirilmiştir (Manici et al. 2005).

Çizelge 1. Erzurum ilinde çilek bitkilerinden izole edilen *Fusarium* türlerinin izolat sayıları.

<i>Fusarium</i> türleri	İlçeler					Toplam
	Yakutiye	Aşkale	Aziziye	Pasinler	Oltu	
<i>F. acuminatum</i>	1	-	1	-	1	3
<i>F. equiseti</i>	7	4	4	3	3	21
<i>F. oxysporum</i>	13	3	6	3	5	30
<i>F. solani</i>	9	1	3	-	1	14
Toplam	30	8	14	6	10	68

İzolasyon çalışmaları sonucu elde edilen 4 *Fusarium* türüne ait toplam 33 izolat ile yapılan patojenite test sonucunda bitkilerde oluşan hastalık şiddeti değerlendirilmiş, ayrıca bitki kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlıkları ölçülmüştür (Çizelge 2). Bu sonuçlara göre hastalık şiddeti en yüksek tür *F. oxysporum* olurken, bunu sırası ile *F. solani*, *F. acuminatum* ve *F. equiseti* izlemiştir. Böylelikle çilekte en virulent türün *F. oxysporum* olduğu, diğerlerinin daha zayıf virulanslık gösterdikleri belirlenmiştir. Kontrol grubuna göre bütün *Fusarium* türleri bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında azalmaya, kök uzunluklarında da kısalmaya sebep olmuşlardır. Nitekim Çin’de yapılan bir çalışmada *F. oxysporum*’un olduğu uygulamada kontrol grubuna göre kök uzunluğunda ve kuru ağırlıkta azalma olduğu belirtilmiştir (Zhao et al. 2009). Yaş ve kuru ağırlık ile kök uzunluğu bakımından *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. solani* izolatları kontrol grubuna göre daha fazla farklılık gösterirken *F. acuminatum* izolatlarındaki fark daha az olmuştur. Ayrıca, *Fusarium* türlerinin virulanslığının test edildiği bitkilerin kök ve/veya taçlarından inoküle edilen funguslar tekrar izole edilmiştir.

Çalışma sonuçları, *Fusarium* türlerinin çilekte önemli bir patojen olduğunu göstermesine karşın, izolasyonlar esnasında *Rhizoctonia* ve *Verticillium* türlerine de rastlanması bu bitkideki hastalık kompleksinin varlığını ortaya koymaktadır. Nitekim, Erzurum ilinde çilek bitkilerinden yapılan izolasyonlarda elde edilen *R. solani* ve binükleik *Rhizoctonia* izolatlarının anastomosis gruplarının ve patojenitelerinin incelendiği çalışma (Durak Demirer 2011) ile *Verticillium dahliae*’nin vejetatif uyum gruplarının ve bunların virulanslıklarının belirlendiği çalışma (Genç 2012) sonuçları da bu bitkideki toprak kaynaklı fungal patojenlerin önemini göstermektedir.

Bu çalışma sonuçlarına göre Erzurum ilinde çilek yetiştirilen alanlarda en çok rastlanılan problemlerden birinin fungal kaynaklı hastalık etmenlerinin olduğu sonucuna varılmıştır. Hastalıklı bitkilerden yapılan izolasyonlar ve patojenite testi sonucunda kök çürüklüğü ve solgunluk hastalık kompleksinde *Fusarium* türlerinin, özellikle de *F. oxysporum*’un etkin rol oynadığı belirlenmiştir. Son yıllarda çilek yetiştiriciliğinde artış görülen Erzurum’da kaliteli ve verimli çilek elde etmek için toprak kaynaklı fungal patojenlerin bitkilerde oluşturduğu tahribata karşı önlem alınması gerekmektedir.

Çizelge 2. *Fusarium* türleri ile inokule edilen çilek bitkilerinin yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunlukları ve skala değerleri.

<i>Fusarium</i> türleri	İzolat sayısı	Bitki yaş ağırlığı (g)	Bitki kuru ağırlığı (g)	Kök uzunluğu (cm)	Skala değeri*
<i>F. oxysporum</i>	10	5.27 c ^x	1.84 bc	7.43 d	3.13 a
<i>F. solani</i>	10	4.98 c	1.53 c	8.87 c	2.26 b
<i>F. acuminatum</i>	3	6.17 b	1.98 b	10.17 b	1.90 bc
<i>F. equiseti</i>	10	5.15 c	2.00 b	8.41 cd	1.55 c
Kontrol	-	7.83 a	2.42 a	12.37 a	0.00 d

*0-5 skalası: 0=simptom yok, 1= 1-2 yaprak sararmış, 2= bütün yapraklar deforme olmuş, 3=kloroz ve erken bitki solgunluğu, 4=nekroz ve tüm bitki solmuş, 5= ölü bitki (Nam et al 2009).

^x: Aynı sütun içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde önemli değildir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan çilek fidelerinin temininde yardımcı olan Yaltır Tarım Ürünleri A. Ş. (Sarıhuğlar Mah. 88001 Sok. No:59 01000 Seyhan - ADANA) firmasına katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Benlioglu S., Yıldız A. and Döken T. 2004. Studies to determine the causal agents of soil-borne fungal diseases of strawberries in Aydın and to control them by soil disinfection. *Journal of Phytopathology*, 152 (18), 509-513.
- Botha A., Denman S., Lamprecht S. C., Mazzola M. and Crous P. W. 2003. Characterisation and pathogenicity of *Rhizoctonia* isolates associated with black root rot of strawberries in the Western Cape Province, South Africa. *Australasian Plant Pathology*, 32, 195-201.
- Cengiz Ö. ve Aslantaş R. 2007. Erzurum şartlarında yetiştirilen çileğin verim ve kalitesinin sezon içerisindeki değişimi ve bu özelliklerin iklim verileri ile ilişkisinin belirlenmesi. V. Türkiye Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri, 04-07 Eylül 2007, Erzurum, 1, 852-857.
- Durak Demirel E. 2011. Erzurum ilinde çilek bitkilerinden izole edilen *Rhizoctonia* türlerinin anastomosis grupları, patojeniteleri ve biyolojik mücadeleleri. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 146 s.
- Genç T. 2012. Erzurum ve Erzincan illerinde çilek bitkilerinden izole edilen *Verticillium dahliae* Kleb.'nin vejetatif uyum grupları, patojenitesi ve biyolojik mücadelesi. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 128s.
- Gerlach W. and Nirenberg H. 1982. The Genus *Fusarium*, a Pictorial Atlas. Biologische Bundesanstalt Land- und Forstwirtschaft Inst. Mikrobiologie, Berlin-Dahlem, Germany.
- Golzar H., Phillips D. and Mack S. 2007. Occurrence of strawberry root and crown rot in Western Australia. *Australasian Plant Disease Notes*, 2, 145-147.

- Gürer M. and Coskun H. 1993. Occurrence of strawberry diseases in Turkey. 6th International Congress of Plant Pathology, 28 July–6 August (Abstract).
- İştar A., Güleryüz M. ve Şen S. M. 1983. Erzurum koşullarında çilek yetiştiriciliği üzerine araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14 (3-4), 1-12.
- Maas J. L. 1998. Compendium of Strawberry Diseases (Second edition). American Phytopathological Society, Minnesota, USA.
- Manici L. M., Caputo F. and Baruzzi G. 2005. Additional experiences to elucidate the microbial component of soil suppressiveness towards strawberry black root rot complex. Annals of Applied Biology, 146, 421-431.
- Martin F. N. 2000. *Rhizoctonia* spp. recovered from strawberry roots in central coastal California. Phytopathology, 90, 345-353.
- Matsubara Y., Hirano I., Sassa D. and Koshikawa K. 2004. Increased tolerance to *Fusarium* wilt in mycorrhizal strawberry plants raised by capillary watering methods. Environmental Control in Biology, 42(3), 185-191.
- Nam M. H., Park M. S., Kim H. G. and Yoo S. J. 2009. Biological control of strawberry *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* using *Bacillus velezensis* BS87 and RK1 formulation. Journal of Microbiology and Biotechnology, 19(5), 520-524.
- Pala H. 1987. Çileklerde kök çürüklüğü etmeni ve antagonistlerinin saptanması, hastalık çıkışı üzerine toprak sterilizasyonunun etkisinin araştırılması. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 122 s.
- Pinkerton J. N., Ivors K. L., Reeser P. W., Bristow P. R. and Windom G. E. 2002. The use of soil solarization for the management of soilborne plant pathogens in strawberry and red raspberry production. Plant Disease, 86, 645-651.
- Turan K. ve Dinç N. 1981. Akdeniz Bölgesinde çileklerde siyah kök çürüklüğü nedenleri üzerinde ön çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni, 21(4), 211-217.
- Winks B. L. and Williams Y. N. 1965. A wilt of strawberry caused by a new form of *Fusarium oxysporum*. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences, 22, 475-479.
- Zhao X., Zhen W., QI Y., Liu X. and Yin B. 2009. Coordinated effects of root autotoxic substances and *Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *fragariae* on the growth and replant disease of strawberry. Frontiers of Agriculture in China, 3(1), 34-39.