



Antalya ilinde yetiştirilen çileklerde hastalığa neden olan fungal etmenler

Fungal agents causing disease on strawberries grown in Antalya province

Fatma KAYA¹, Gürsel KARACA²

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): G. Karaca, e-posta (e-mail): gurselkaraca@isparta.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): dangereous67@hotmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 22 Ağustos 2019
Düzeltilme tarihi 29 Kasım 2019
Kabul tarihi 02 Aralık 2019

Anahtar Kelimeler:

Fragaria X Ananassa Duch.
Yaprak lekesi
Kök çürüklüğü
Solgunluk
Meyve çürüklüğü

ÖZ

Bu çalışmada, Antalya ilindeki çilek ekim alanlarında hastalığa neden olan fungal patojenlerin belirlenmesi amacıyla, ilde çilek yetiştiriciliğinin yapıldığı 8 ilçede, toplamda 28 farklı serada örneklem yapılarak, toprak ve hastalıklı bitki örnekleri alınmıştır. Örneklerden yapılan izolasyonlar sonucunda 12 fungus cinsi belirlenmiştir. Toprakta yapılan izolasyonlarda %96.43 ile yaygınlık oranı en yüksek fungus *Rhizoctonia solani* olurken, %75 ile *Fusarium* spp. ve %35.71 ile *Pythium* sp. onu izlemiştir. *Gliocladium roseum*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* ve *Verticillium* sp. ise toprak örneklerinde düşük yaygınlık oranlarıyla bulunan diğer funguslar olmuştur. Yaprak örneklerinde *Alternaria alternata* %96.43 oranıyla en yaygın fungus olarak belirlenirken, %71.43 oranıyla *Mycosphaerella fragariae* onu izlemiştir. *Cladosporium cladosporioides*'in yaygınlık oranı ise %3.57 olmuştur. Meyvelerden yapılan izolasyonlarda ise %85.71 oranıyla *Botrytis cinerea* en yaygın fungus olarak saptanmış, %35.71 ile *Penicillium* sp. ve %10.71 ile *Aspergillus niger* çürük meyvelerden izole edilen diğer funguslar olmuştur. Laboratuvar koşullarında yürütülen patojenite denemelerinde tüm funguslar kendilerine özgü belirtileri oluşturmuşlardır. Bu sonuçlara göre; Antalya ilinde yetiştirilen çileklerde *A. alternata*, *M. fragariae* ve *B. cinerea* en önemli patojenler olarak belirlenirken, *R. solani*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Verticillium* spp. gibi bazı toprak kökenli patojenlerin de ciddi kayıplara neden olabileceği ortaya konulmuştur.

ARTICLE INFO

Received 22 August 2019
Received in revised form 29 November 2019
Accepted 02 December 2019

Keywords:

Fragaria X Ananassa Duch.
Leaf spot
Root rot
Wilt
Fruit rot

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the fungi causing disease in strawberry areas in Antalya province. In the study, 28 strawberry greenhouses from 8 districts were visited. Surveys were performed at two periods; first, two weeks after transplanting, and second one at the beginning of harvest period. In the greenhouses, samples were taken from the plants showing disease symptoms. As a result of isolations, fungi belonging to 12 genera were determined. From the soil samples, *Rhizoctonia solani* was the most common fungus with 96.43% prevalence rate and *Fusarium* spp. with 75% and *Pythium* sp. with 35.71% followed it. *Gliocladium roseum*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* and *Verticillium* sp. were the other fungi found in soil samples with low rates. *Alternaria alternata* was the most common fungus with the prevalence rate of 96.43%, while *Mycosphaerella fragariae* followed it with 71.43% and the prevalence rate of *Cladosporium cladosporioides* was 3.57% in the leaf samples. *Botrytis cinerea* was the most common fungus in the isolations from the fruit samples with 85.71% prevalence rate, and *Penicillium* sp. with 35.71% and *Aspergillus niger* with 10.71% were the other fungi isolated from the rotten fruits. In the pathogenicity tests, all fungi caused typical symptoms on healthy plants. According to these results, *A. alternata*, *M. fragariae* and *B. cinerea* were found as the most important pathogens of strawberries grown in Antalya, while some other soil borne pathogens like *R. solani*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Verticillium* spp. may also cause significant losses.

1. Giriş

Dünyada ve ülkemizde ticari olarak yetiştiriciliği yapılan çilek bitkisi (*Fragaria X ananassa* Duch.), bilimsel olarak *Rosaceae* familyası cinsi içinde yer almaktadır (Hancock ve Luby 1993). Çok yıllık, otsu, her dem yeşil bir bitki olan çilek; lezzeti, vitamin ve mineral madde içeriği ve olgunlaştığı dönemde pazarda taze meyvelerin az olması nedeniyle tüketici tarafından talep gören bir meyvedir. Bu nedenle de üreticisine iyi gelir getirmektedir (Ağaoğlu 1986). Çilek türleri genellikle kuzey yarım kürede yaygınlaşmış olmasına rağmen, çileğin gösterdiği geniş adaptasyon yeteneği ve yapılan ıslah çalışmaları sonucunda, yetiştiricilik Ekvator'dan Alaska'ya, Dünya'nın tarım yapılan hemen hemen bütün alanlarına yayılmıştır. Özellikle çileği üreten ve bunu dış ülkelere ihraç eden ABD, Çin, Türkiye, İspanya ve Meksika çilek ihracatında önemli ülkeler arasında yer almaktadır (Serçe ve Özgen 2014). Çileğin 2013 yılında dünya üretimi 372498 ton iken, 2016'da 415150 tona, 2017'de 400167 tona ve 2018'de ise 440968 tona ulaştığı saptanmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Verileri 2019). Ülkemizde ise çilek üretimi son yıllarda 300000 tonu aşmış ve dünyada çileğin yaklaşık %7'sini üreten Türkiye çilek üretimi açısından Amerika ve İspanya'dan sonra üçüncü ülke haline gelmiştir. Antalya ili çok çeşitli tarım ürünlerinin yetişmesine uygun iklimi ile çilek yetiştiriciliğinde de önemli bir yere sahiptir. Antalya'nın bir çok ilçesinde çilek yetiştiriciliği yapılmaktadır. Gazipaşa, Serik ve Aksu ilçeleri üretimin yoğun olarak yapıldığı ilçelerin başında gelmektedir. Antalya'da 2018 yılında 12159 dekar alanda, 45988 ton çilek üretilmiştir. Üretilen çilekler hem yurt içinde pazarlanmakta, hem de lezzeti ve kalitesinden ötürü yurt dışına ihraç edilmektedir (Özen 2019).

Çileğin doğal olarak birçok hastalık ve zararlısı bulunmaktadır (Maas 1984). Ülkemizde çilek yetiştiriciliğinde çoğunlukla toprak kökenli patojenler sorun olmaktadır (Benlioğlu ve ark. 2004). Çilek hastalıkları kök, yaprak ve meyve hastalıkları olmak üzere üç ana grup altında değerlendirilmektedir. En tahripkar olanlar kök hastalıkları olup, özellikle *Verticillium* solgunluğu, siyah kök çürüklüğü, *Phytophthora* kök çürüklüğü gibi hastalıklar ciddi kayıplara neden olabilmektedir (Yılmaz 2009). Kök hastalıkları genelde toprak kökenli değişik etmenler tarafından oluşturulmakta ve belirtilerine göre değişik isimler alabilmektedir. Çileklerde kök çürüklüğüne neden olan toprak kökenli etmenler arasında; *Rhizoctonia* ve *Phytophthora* türleri sayılabilir (Santos ve ark. 2003). Kök hastalıkları topraktan bulaştığı için toprak dezenfeksiyonu önemlidir. Bunun yanında havalandırma, damla sulama kullanımı gibi kültürel tedbirlere önem vermek gerekmektedir (Ellis 2008). Kök ve kök boğazı hastalıkları içinde en yaygın olanlar; kırmızı kök çürüklüğü (*Phytophthora fragaria* Hickman), kahverengi çürüklük (*Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schröt.) ve *Verticillium* solgunluğudur (*Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold) (Bost ve Straw 2015). Yaprak hastalıkları, özellikle nemli ve sıcak dönemlerde hızla yayılarak önemli kayıplara neden olabilmektedirler (Yılmaz 2009). Yapraklarda değişik etmenler farklı renk ve şekilde lekeler oluşturabilmektedir. Bunlar arasında en yaygın olanlar; *Mycosphaerella fragaria* (Tul.) Lindau'nın neden olduğu yaprak lekesi, *Colletotrichum* spp.'nin neden olduğu antraknoz ve değişik etmenlerin neden olabileceği yaprak yanıklığı olarak sayılabilir (Ellis 2008). Çileğin bilinen en eski hastalıklarından birisi *M. fragariae*'nin neden olduğu yaprak lekesidir. Ticari olarak üretimi yapılan birçok çilek çeşidinin bu hastalığa duyarlı olduğu bilinmektedir (Delhomez

ve ark. 1995). Meyvelerde ise *Rhizopus* ve *Mucor* türleri (Bolda ve Koike 2012), *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. (Bost ve Straw 2015), *B. fragariae* Rupp, Plesken, Rumsey, Dowling, Schnabel, Weber & Hahn (Rupp ve ark. 2017), *Calonectria fragariae* Lopes, Alfena, Zambolim, Crous, Costa & Pereira (Lopes ve ark. 2018) gibi değişik etmenler çürümeye neden olabilmektedir.

Bu çalışmada; Antalya ilinde çilek yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı ilçelerdeki çilek alanlarında, çileklerde kök, yaprak veya meyvelerde belirti oluşturarak verim ve kalite kayıplarına neden olan fungal etmenlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, çilek üretimi yapılan ilçelerde yürütülen arazi çalışmalarıyla, hastalık belirtisi gösteren bitkilerden ve topraktan alınan örnekler laboratuvara getirilerek incelenmiş, hastalık etmenleri izole edilerek cins veya tür düzeyinde tanıları yapılmış ve patojenite denemeleriyle hastalık oluşumundaki rolleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Patojenlerin izolasyonu ve tanısı

Antalya ilinde yetiştirilen çilek bitkilerinde kayıplara neden olan fungal hastalıkların belirlenmesi amacıyla, bölgeyi temsil edebilecek ve ağırlıklı olarak çilek üretimi yapılan ilçe ve köylerdeki seralardan tesadüfi örnekleme metodu ile bitki ve toprak örnekleri alınmıştır (Bora ve Karaca 1970). Arazi çalışmaları, 2014-2015 üretim sezonunda, ilki fide dikiminden yaklaşık birkaç hafta sonra (Eylül-Ekim 2014) ve ikincisi meyve hasadı başladıktan sonra (Mart-Nisan 2015) olmak üzere iki dönemde gerçekleştirilmiştir. Antalya iline bağlı ilçelerin 2013 yılı çilek ekiliş alanları dikkate alınarak; ekilişi 1000 dekar kadar olan ilçelerde 2, 1000-2000 dekar arasında ekilişi olan ilçelerde 4, 2000-4000 dekar arasında ekilişi olan ilçelerde 6 ve 4000 dekarın fazla ekilişe sahip ilçelerde 8 farklı alanda (serada) örnekleme yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Antalya ilindeki çilek üretimi yapılan ilçelerin çilek ekiliş alanları ve örnekleme yapılan sera sayıları (Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Verileri 2013).

Table 1. Strawberry cultivation areas and numbers of sampled areas in the strawberry growing districts of Antalya province.

İlçeler	Ekiliş alanı (Dekar)	Örnek alınan sera sayısı
Konyaaltı	20	2
Manavgat	35	2
Muratpaşa	65	2
Kepez	80	2
Aksu	1050	4
Serik	7200	8
Gazipaşa	7630	8
Toplam	16080	28

Seralarda alanın tamamını temsil edecek şekilde sera içinde çaprazlama yürünerek dekar başına 100 bitki kontrol edilmiş ve hastalık belirtisi görülen bitkiler incelenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında çilek bitkisinin kök, kök boğazı, gövde, yaprak, çiçek ve meyveleri incelenmiş ve solgunluk, kuruma, lekelenme, çürümeye gibi hastalık belirtileri gösteren çilek bitkileri köklenerek alındığı yeri belirten etiketlerle birlikte polietilen torbalar içine konularak buz kutusu içinde laboratuvara getirilmiştir. Ayrıca hastalıklı bitkilerin kök çevresinden olmak üzere her alandan 2 kg kadar toprak örneği de alınmıştır.

Laboratuvara getirilen bitki örnekleri sağlıklı ve hastalıklı kısımları içerecek şekilde küçük parçalara ayrılmış ve %1'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisi içinde 2-4 dakika yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulmuştur. Daha sonra steril saf su ile çalkalanan hastalıklı bitki parçaları steril kurutma kağıtları arasında iyice kurutulduktan sonra aseptik koşullarda Patates Dekstroz Agar (PDA-Merck) ortamı içeren Petri kaplarına aktarılmıştır. Örnekler $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 12 saat ışık-12 saat karanlık koşullarda inkübasyona bırakıldıktan sonra gelişen funguslar teşhis için saflaştırılmış, daha sonra da eğik agarda buzdolabında $+4^{\circ}\text{C}$ 'de saklanmıştır (Ertek ve ark. 2018).

Toprak örneklerinin her biri 2'şer tekrür halinde 200 ml'lik plastik kaplara doldurularak, tarla kapasitesinde sulanmıştır. Tuzak bitki olarak kullanılacak yabani yulaf sapsarı 2-3 cm boyunda kesilip otoklavda steril edilmiştir. Steril yabani yulaf sapsarı her kaba 5'er adet olmak üzere toprak içine gömülerek oda sıcaklığında, nemini kaybetmemesi için plastik bir torba içinde oda sıcaklığında 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda toprağa gömülen yabani yulaf sapsarı çıkartılmış, yıkanarak toprakları arındırıldıktan sonra, %1'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisinde 2 dakika bekletilerek yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulmuştur. Daha sonra steril kurutma kağıtları arasında kurutularak %10'luk laktik asit içeren (3 ml l⁻¹) %1.5'luk su agar (WA) içeren petrilere aktarılmıştır. Yulaf sapsarı $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 3-4 gün inkübasyona bırakıldıktan sonra gelişen hif uçları streptomisin sülfat içeren (50 mg l⁻¹) Patates Dekstroz Agar (PDA) ortamına aktarılmış ve tekrar inkübasyona bırakılmıştır (Erper ve ark. 2008). Gelişen izolatlar PDA'ya aktarılarak saf kültürleri elde edilmiş, eğik agarda buzdolabında ve oda sıcaklığında olmak üzere ikiye paralel olarak saklanmıştır. İzolatlar kültürel ve morfolojik özellikleri incelenmek suretiyle değişik kaynaklardan yararlanılarak teşhis edilmiştir (Ellis 1971; Barnett ve Hunter 1998; Samson ve ark. 1995). İzole edilen etmenlerin görüldüğü sera sayısı gezilen toplam sera sayısına oranlanarak yaygınlık oranları, bir fungusu ait izolat sayısının toplam izolat sayısına oranlanarak da izolasyon oranları hesaplanmıştır.

2.2. Patojenite testleri

Farklı fungus türlerine ait izolatların virülenslerini belirlemek amacıyla her hastalık grubu için ayrı yöntemler kullanılarak patojenite testleri yapılmıştır. Denemede her cins veya türe ait rastgele seçilen birer izolat kullanılmıştır. *Fusarium* türleri gibi özellikle toprak örneklerinden çok sayıda elde edilen funguslar için değişik ilçelerden elde edilmiş birer izolat ile patojenite testi gerçekleştirilmiştir. Kök çürüklüğü ve solgunluk etmenlerine ait inokulum PDA ortamında geliştirildikten sonra steril bistiiri ile küçük parçalar halinde kesilmiştir. Patojen inokulumu içeren agarlı parçalar her saksıya bir petri inokulum olacak şekilde, 15 cm çapındaki plastik saksılarda bulunan steril toprak karışımı (1:1:2 oranlarında (v/v) torf, yanmış hayvan gübresi ve bahçe toprağı) üzerine aktarılmış, üzerine ince bir tabaka toprak karışımı ilave edilerek çilek fideleri bu saksılara şaşırtılmıştır (Ishiguro ve ark. 2014). Daha sonra çilek fideleri $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, %65-70 nem ve 16 saat ışık 8 saat karanlık koşullardaki iklim odasında gelişmeye bırakılmıştır. Yaprak lekmesine neden olan etmenler yine PDA'da geliştirildikten sonra hazırlanan spor süspansiyonları (2×10^5 konidi ml⁻¹) saksılardaki steril toprak karışımına şaşırtılan çilek fidelerinin yapraklarına püskürtülerek inokulasyon yapılmıştır (Delhomez ve ark. 1995; Ehsani-Moghaddam ve ark. 2006). İnokulasyondan sonra çilek bitkilerinin üzerine şeffaf polietilen

poşet geçirilerek iki gün nemli kalmaları için bekletilmiş, daha sonra da poşetler açılarak bitkiler iklim odasında aynı koşullarda inkübasyona bırakılmıştır. Meyve çürüklüğüne neden olan patojenler için elde edilen inokulum meyvelere uygulanmıştır (Sutton ve Peng 1993). Meyveler önce %1'lik NaOCl çözeltisi içinde bir dakika yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulmuş ve iki kez steril saf sudan geçirilerek steril kurutma kağıtları üzerinde kuruması sağlanmıştır. PDA ortamında geliştirilen patojen misellerinin büyüme noktalarından mantar delici yardımı ile 3 mm büyüklükte agarlı parçalar kesilmiştir. Steril petri kaplarındaki steril saf su ile ıslatılmış kurutma kağıtları üzerine yerleştirilen çilek meyvelerinin orta kısımlarına fungus misellerini içeren agarlı parçalar yerleştirilmiş ve petriher $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de, 12 saat aydınlık-12 saat karanlık ışıklandırma koşullarında inkübasyona bırakılmıştır. Patojenite testleri tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekrürlü olarak kurulmuştur. Testlerde kullanılan meyve ve fidelerde herhangi bir kimyasal uygulanmamış olmasına dikkat edilmiştir. İnokulasyondan sonra gelişmeye bırakılan fidelere gerekli bakım işlemleri uygulanmış ve hastalık belirtileri oluşuktan sonra değerlendirmeler yapılmıştır. Petri kaplarında meyvelerle yapılan testler bir hafta boyunca, çilek fideleriyle yapılan saksı denemeleri ise üç hafta boyunca her gün kontrol edilerek belirtiler kaydedilmiş ve bu süreler sonunda değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerde her patojen için tipik belirtilerin oluşup oluşmadığı gözlenmiş, ayrıca hastalık belirtileri görülen bitki kısımlarından reizolasyon yapılarak inokule edilen etmenlerin gelişip gelişmediği kontrol edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Antalya ilinde çilek yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı ilçelerde tesadüfen seçilen 28 çilek serasında yapılan incelemeler sırasında alınan toprak ve hastalıklı bitki örneklerinden elde edilen 784 izolatın 12 farklı fungus cinsine ait olduğu saptanmıştır. Daha önce yapılan araştırmalarla (Erper ve ark. 2008) farklı fungusların izolasyonunu sağladığı bilinen tuzak yöntemi kullanılarak toprak örneklerinden yapılan izolasyonlarda 10 fungus cinsine ait toplam olarak 560 izolat elde edilmiş, bunların %50 kadarını *Rhizoctonia solani* Kühn. izolatları oluştururken, %21'i *Fusarium*, %13'ü ise *Pythium* türlerine ait olmuş, diğer fungusların ise izolasyon oranları oldukça düşük bulunmuştur. Bu üç fungusun gezilen seralardaki yaygınlık oranları da diğer funguslara göre daha yüksek olmuştur. *Rhizoctonia solani* %96.43 yaygınlık oranı ile en sık rastlanan fungus olmuş, bunu %75 yaygınlıkla *Fusarium* türleri izlemiştir (Çizelge 2). Patojenite testinde de her iki patojene ait izolatlar çilek fidelerinde bir hafta sonra şiddetli kök çürüklüğü ve solgunluk belirtilerini takiben iki ya da üç hafta sonra bazı fidelerde ölüme neden olmuşlardır. Hastalık belirtisi görülen fidelerden yapılan reizolasyonlarda inokule edilen funguslar elde edilmiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada da siyah kök çürüklüğü belirtisi görülen çilek bitkilerinden hem *R. solani* hem de binükleat *Rhizoctonia* spp. (AG-A, AG-G, AG-I) izole edilmiş ve patojenite denemelerinde bütün anastomoz gruplara ait izolatlar farklı seviyelerde virülenslik göstermiştir (Martin 2000). *R. solani*'nin çilek bitkilerinde kök, kök boğazı, yaprak, çiçek ve meyvelerde çürüklük yaptığı saptanmıştır (Santos ve ark. 2003). *Fusarium* türlerinin ise Doğu Akdeniz Bölgesinde çilek alanlarında en yaygın patojenler arasında olduğu bildirilmiştir (Pala 1987). Daha sonra yapılan bir çalışmada (Zonguldak-Bartın) çilekteki önemli toprak kökenli patojenlerden biri olduğu belirlenmiştir (Gürer ve Çoşkun 1993). Son yıllarda Düzce'de yapılan bir araştırmada da çilek bitkilerinin köklerinden izole edilmiştir (Ertek ve ark. 2018).

Çizelge 2. Antalya ili çilek seralarından alınan toprak ve bitki örneklerinden elde edilen patojenlerin yaygınlık ve izolasyon oranları (%).

Table 2. Incidence and isolation rates of the pathogens isolated from plant and soil samples taken from strawberry areas in Antalya province (%).

Patojenler	Toprak örnekleri		Yaprak örnekleri		Meyve örnekleri	
	Yaygınlık oranı (%)	İzolasyon oranı (%)	Yaygınlık oranı (%)	İzolasyon oranı (%)	Yaygınlık oranı (%)	İzolasyon oranı (%)
<i>A. alternata</i>	17.86	1.96	96.43	89.29	-	-
<i>A. niger</i>	17.86	7.14	-	-	10.71	8.03
<i>B. cinerea</i>	7.14	1.07	-	-	85.71	67.86
<i>C. cladosporioides</i>	-	-	3.57	2.67	-	-
<i>Fusarium</i> spp.	75.00	21.07	-	-	-	-
<i>G. roseum</i>	28.57	3.57	-	-	-	-
<i>M. fragariae</i>	-	-	71.43	60.71	-	-
<i>Penicillium</i> spp.	14.29	1.43	-	-	35.71	35.71
<i>Pythium</i> spp.	35.71	13.39	-	-	-	-
<i>R. solani</i>	96.43	50.18	-	-	-	-
<i>R. stolonifer</i>	14.29	1.25	-	-	-	-
<i>Verticillium</i> spp.	17.86	0.54	-	-	-	-

Çilek seralarından alınan toprak örneklerinin %28.57'sinden izole edilen ve daha çok *Gliocladium roseum* Bainier olarak bilinen fungus sonradan *Clonostachys rosea* (Link: Fr.) Schroers, Samuels, Siefert & Gams olarak isimlendirilmiştir (Schroers ve ark. 1999). Patojenite testinde fungusun inokule edildiği çilek fidelerinde hastalık belirtisi gözlenmemiştir. Daha çok biyolojik mücadelede kullanılan bir fungus olarak bilinmektedir ve çilekte kurşunu küf etmenine karşı da denenmiş ve etkili bulunmuştur (Cota ve ark. 2008). Toprakta yapılan izolasyonlara göre %35.71 yaygınlık oranına sahip olan *Pythium* spp. patojenite testinde çilek fidelerinde kök çürüklüğü ve solgunluk belirtilerini takiben kuruma ve ölüme neden olmuştur. Japonya'da çilek bitkilerinden ve rizosferinden yapılan izolasyonlarda çoğunluğunu *P. sylvaticum* Campell & Hendrix, *P. ultimum* Trow, *P. spinosum* Sawada, *P. aphanidermatum* (Edson) Fitzp, *P. carolinianum* Matthews ve *P. oedoehilum* Drechsler türlerinin oluşturduğu çok sayıda tür elde edilmiştir. *P. ultimum*'un 20°C'nin altındaki sıcaklıklarda çilek bitkilerinde cüceliğe neden olan en önemli tür olduğu belirtilmiştir (Watanabe ve ark. 1977). *P. myriotylum* Drechsler ve *P. ultimum*'un çileklerde cüceleşme belirtisine neden olduğu bildirilmiştir (Watanabe 1977). Son zamanlarda yapılan bir araştırmada ise *P. helicoideum* Drechsler türünün çileklerde kök ve gövde çürüklüğüne neden olduğu belirlenmiştir (Ishiguro ve ark. 2014). Düşük yaygınlık oranıyla toprak örneklerinden izole edilen *Verticillium* spp. genellikle ağır yapılı ve düşük sıcaklıktaki topraklarda ortaya çıkmaktadır (Çakır 2019). Çilek üretimini olumsuz etkileyen solgunluk etmenlerinden biri olarak bilinmektedir (Ellis 2008). Bu çalışmada elde edilen *Verticillium* izolatları patojenite testinde çilek fidelerinin kök boğazında kırmızımsı kahverengi çürüklükle birlikte solgunluk belirtisine neden olmuşlardır. *Rhizopus stolonifer* Vuillemin çilek seralarından alınan toprak örneklerinden izole edilmiştir. Doğada en yaygın fungus türleri arasındadır. Çoğunlukla ekme küf olarak bilinmektedir. Patojenite testinde çilek meyveleri üzerinde gelişerek çürüklüğe neden olmuştur. Etmenin özellikle sıcak ve yağışlı geçen dönemlerde çilek meyvelerinde çürüklüğe ve %50-90 arasında değişen oranlarda kayıplara neden olduğu bildirilmektedir (Lin ve ark. 2016).

Çilek seralarında yapılan gözlem ve incelemeler sonucunda, hastalık belirtileri görülen bitkilerden alınan yaprak örneklerinden yapılan izolasyonlar sonucunda elde edilen 112 izolataın 3 fungusu ait olduğu belirlenmiştir. Çilek yapraklarında en yaygın ve izolasyon oranları en yüksek fungus türleri

Alternaria alternata (Fr.) Keissl. ve *Mycosphaerella fragariae* olarak belirlenmiş, sadece bir seradan alınan yaprak örneğinden *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) de Vries izole edilmiştir (Çizelge 2). *A. alternata* bu çalışmada çilek yapraklarındaki büyük ve koyu kahverengi sınırlı lekelerden izole edilmiş, etmen patojenite testinde çilek fidelerinin yapraklarında büyük kenarları sarı haleli koyu kahverengi lekeler oluşturmuştur. Son zamanlarda Düzce'de fungal çilek hastalıklarının belirlenmesine yönelik olarak yapılan bir araştırmada da çilek bitkilerinin yaprak, yaprak sapı ve köklerinden *Alternaria* spp. izole edildiği bildirilmiştir (Ertek ve ark. 2018). *M. fragariae*'nin izole edildiği lekeler kuşgözü lekesi olarak adlandırılan daha küçük, morumsu sınırlı orta kısımları beyaz lekelerdir. Patojenite testinde patojene ait izolatlar çilek yapraklarında aynı belirtileri oluşturmuştur. Çilek bitkilerinde yaprak lekeli etmeni olarak bilinen ve tüm dünyada çilek alanlarında yaygın olarak bulunan bir patojendir (Ellis 2008; Bost ve Straw 2015). Ülkemizde de daha önce saptanmıştır (Ertek ve ark. 2018). *C. cladosporioides* ise birçok bitkide sekonder parazit olarak bilinen, ayrıca hava, toprak gibi değişik ortamlardan izole edilebilen bir fungus türüdür (Ellis 1971). Bu türün çileklerde çiçek yanıklığına neden olduğu bildirilmiştir (Nam ve ark. 2015). İran'da yapılan bir araştırmada ise *Cladosporium* türlerinin yaprak ve meyvelerde hastalık oluşturabildiği belirlenmiştir (Ayoubi ve ark. 2017). Bu araştırmada patojen bir yaprak örneğinden izole edilmiş, ancak patojenite testinde çilek fidelerinin yapraklarında herhangi bir belirti oluşturmazken, petri kaplarında yapılan meyve testlerinde çilek meyveleri üzerinde gelişerek çürümeye neden olmuştur. Bu çalışmada çilekte sorun olan en yaygın hastalıklardan birisi olarak bilinen (Santos ve ark. 2003) külleme hastalığı belirtilerine gezilen çilek seralarında rastlanmamıştır. Bunun sebebinin incelemelerin yapıldığı dönemlerde hastalığın çıkmaması, çeşit dayanıklılığı ya da hastalığa karşı yapılmış kimyasal uygulamalarının olabileceği düşünülmektedir. Nitekim, hastalığa Düzce çilek alanlarında yapılan araştırmada da rastlanmamıştır (Ertek ve ark. 2018).

Antalya iline bağlı ilçelerde tesadüfen seçilen çilek seralarında yapılan gözlem ve incelemeler sonucunda, hastalık belirtileri görülen meyve örneklerinden yapılan izolasyonlarda 3 patojen fungus elde edilmiştir. Meyve izolasyonlarında %85.71 yaygınlık ve %67.86 izolasyon oranlarıyla en önemli patojen *Botrytis cinerea* olurken, *Penicillium* spp. ve *Aspergillus niger* van Tieghem'in yaygınlık ve izolasyon oranları daha düşük

bulunmuştur (Çizelge 2). Patojenite testinde üç etmen de çilek meyveleri üzerinde kendilerine özgü renklerde sporulasyon yaparak meyveleri tamamen çürütmüşlerdir. *B. cinerea*'nın dünyada ve ülkemizdeki önemli çilek patojenleri arasında yer aldığı ve meyvelerde yumuşak çürüklüğe yol açtığı bilinmektedir (Kapkın 1978; Feliziani ve Romanazzi 2016; Ertek ve ark. 2018). Bu patojenin bölgedeki yaygınlığının yüksek olması sera koşullarının patojenin gelişimi için uygun olmasına ve önleyici tedbirlerin yeterince alınamamış olmasına bağlı olabilir. *Penicillium* türleri çilek meyvelerinde hasat sonrası çürüklüğe neden olan en yaygın ve önemli patojenler arasında sayılmaktadır. Aynı şekilde *A. niger* de çilek meyvelerinde hasat sonrasında çürümeye neden olan etmenler arasındadır (Feliziani ve Romanazzi 2016).

4. Sonuç

Bu çalışmada elde edilen bulgular; özellikle *R. solani*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp. ve *Verticillium* türlerinin çilek alanlarında kök çürüklüğü, solgunluk ve gövde yanıklığı gibi hastalıklara neden olabilecek önemli toprak kökenli patojenler olduğunu ortaya koymuştur. *A. alternata* ve *M. fragariae* ise çilekte yaprak lekelerinden sorumlu olan en önemli patojenler olarak saptanmıştır. Meyvelerde en yaygın ve önemli patojen *B. cinerea* iken, *A. niger*, *C. cladosporioides*, *Penicillium* spp. gibi toprak veya hava yoluyla bulaşabilecek diğer bazı fungusların da meyvelerde potansiyel çürüklük etmenleri olduğu göz ardı edilmemelidir.

Çilekte önemli derecede kayıplara neden olan bu hastalık etmenleri ile ilgili etkili bir mücadele yapılabilmesi için öncelikle bu hastalıkların doğru bir şekilde tanınması gerekmektedir. Çilek üretiminin ülkemizde gündün güne artarak önemli değere sahip bir ürün olmaya başlaması nedeniyle, verim ve kalite kayıplarına neden olabilecek etmenlerin belirlendiği bu çalışma bu konuda daha sonra yapılacak çalışmalara ışık tutması açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada elde edilen bulgular ışığında belirlenen patojenlerin neden olabileceği kayıpları azaltacak kültürel önlemler alınmalı ve bahçelerdeki kayıpları önlemek için gerekli mücadele yöntemleri üzerinde araştırmalar yapılmalıdır.

Kaynaklar

- Ağaoğlu YS (1986) Üzümü meyveler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Verileri (2013) T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü.
- Ayoubi N, Soleimani M, Zare R (2017) *Cladosporium* species, a new challenge in strawberry production in Iran. *Phytopathologia Mediterranea* 56(3): 486-483.
- Barnett HL, Hunter BB (1998) Illustrated genera of imperfect fungi. Fourth Edition. APS Press. U.S.A.
- Benlioğlu S, Yıldız A, Döken T (2004) Studies to determine the causal agents of soil-borne fungal diseases of strawberries in Aydın to control them by soil disinfections. *Journal of Phytopathology* 152: 509-513.
- Bolda M, Koike S (2012) *Rhizopus* and *Mucor* fruit rots in strawberry. *Strawberries and Caneberries*. <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=8467>. Accessed 07 June 2019.
- Bora T, Karaca İ (1970) Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi Yardımcı Ders Kitabı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Bost S, Straw RA (2015) Strawberry diseases in Tennessee. University of Tennessee, Agricultural Extension Service, WO18, pp. 6.

- Cota LV, Maffia LA, Mizubuti ESG, Macedo PEF, Antunes RF (2008) Biological control of strawberry gray mold by *Clonostachys rosea* underfield conditions. *Biological Control* 46: 515-522.
- Çakır C (2019) Çilek (*Fragaria X Ananassa* Duch.) hastalıkları. *Verticillium solgunluğu*. http://www.bitkisagligi.net/Cilek_Verticillium_spp.htm Erişim 05 Ağustos 2019.
- Delhomez N, Carisse O, Lareau M, Khanizadeh S (1995) Susceptibility of strawberry cultivars and advanced selections to leaf spot caused by *Mycosphaerella fragariae*. *Hort Science* 30: 592-595.
- Ehsani-Moghaddam B, Charles MT, Carisse O, Khanizadeh S (2006) Superoxide dismutase responses of strawberry cultivars to infection by *Mycosphaerella fragariae*. *Journal of Plant Physiology* 163: 147-153.
- Ellis MB (1971) Dematiaceous hypomycetes. CAB International. Oxon, UK.
- Ellis MA (2008) Strawberry leaf diseases. Fact Sheet, Agriculture and Natural Resources. The Ohio State University Extension.
- Erper I, Karaca GH, Ozkoc I (2008) Root rot disease incidence and severity on some legume species grown in Samsun and the fungi isolated from roots and soils. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 41: 501-506.
- Ertek TS, Katircioğlu YZ, Maden S (2018) Fungal diseases of strawberry grown in Düzce province of Turkey. *Plant Protection Bulletin* 58: 1243-129.
- Feliziani E, Romanazzi G (2016) Postharvest decay of strawberry fruit: Etiology, epidemiology, and diseasemanagement. *Journal of Berry Research* 6: 47-63.
- Gürer M, Coşkun H (1993) Zonguldak ve Bartın illerinin çilek ekim alanlarındaki fungal hastalık etmenleri üzerinde çalışmalar. Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Hancock JF, Luby JJ (1993) Genetic resources at our doorstep: The wild strawberries. *BioScience* 43: 141-147.
- Ishiguro Y, Otsubo K, Watanabe H, Suzuki M, Nakayama K, Fukuda T, Fujinaga M, Suga H, Kageyama K (2014) Root and crown rot of strawberry caused by *Pythium helicoides* and its distribution in strawberry production areas of Japan. *Journal of General Plant Pathology* doi:10.1007/s10327-014-0520-8.
- Kapkın A (1978) İzmir ili çileklerinde tarla döneminde ve hasat sonrasında görülen fungal etmenlerin saptanması ve bunların patojenisiteleri üzerinde araştırmalar. Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü.
- Lin CP, Tsai JN, Ann PJ, Chang JT, Chen PR (2016) First report of *Rhizopus* rot of strawberry fruit caused by *Rhizopus stolonifer* in Taiwan. *Plant Disease* 101: 10.1094/PDIS-07-16-1033-PDN.
- Lopes UP, Alfenas RF, Zambolim L, Crous PW, Costa H, Pereira OL (2018) A new species of *Calonectria* causing rot on ripe strawberry fruit in Brazil. *Australasian Plant Pathology* 47: 1-11.
- Maas JL (Ed.) (1984) Compendium of strawberry diseases. The American Phytopathology Society, Minnesota.
- Martin FN (2000) *Rhizoctonia* spp. recovered from strawberry roots in central coastal California. *Phytopathology* 90: 345-353.
- Nam MH, Park MS, Kim HS, Kim TI, Kim HG (2015) *Cladosporium cladosporioides* and *C. tenuissimum* cause blossom blight in strawberry in Korea. *Mycobiology* 43: 354-359.
- Özen M (2019) Antalya'da 50 bin tonun üzerinde çilek üretilmesi bekleniyor. <http://www.hurriyet.com.tr/egitim/antalyada-50-bin-tonun-uzerinde-cilek-uretilmesi-bekleniyor-41229330>. Erişim 07 Haziran 2019.
- Pala H (1987) Çileklerde kök çürüklüğü etmeni ve antagonistlerin saptanması, hastalık çıkışı üzerine toprak solarizasyonunun etkisinin araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Rupp S, Plesken C, Rumsey S, Dowling M, Schnabel G, Weber RWS, Hahn M (2017) *Botrytis fragariae*, a new species causing gray

- mold on strawberries, shows high frequencies of specific and efflux-based fungicide resistance. *Applied and Environmental Microbiology* 83: e00269-17.
- Samson RA, Hoekstra ES, Frisvad JC, Filtenborg O (1995) Introduction to food-borne fungi. Centraal bureau Voor Schimmel Cultures, Baam.
- Santos B, Barrau C, Romero F (2003) Strawberry fungal diseases. *Food, Agriculture and Environment* 1: 129-132.
- Schroers H-J, Samuels GJ, Seifert KA, Gams W (1999) Classification of the mycoparasite *Gliocladium roseum* in *Clonostachys* as *C. rosea*, its relationship to *Bionectria ochroleuca*, and notes on other *Gliocladium*-like fungi. *Mycologia* 91: 365-385.
- Serçe S, Özgen M (2014) Çilek yetiştiriciliği ve güncel eğilimler. https://www.researchgate.net/publication/267266752_Cilek_yetistirciligi_ve_yeni_egilimler. Erişim 24 Haziran 2019.
- Sutton JC, Peng G (1993) Biocontrol of *Botrytis cinerea* in strawberry leaves. *Phytopathology* 83: 615-621.
- Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim verileri (2019) <http://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Urunler-Ve-Uretim>. Erişim 05 Ağustos 2019.
- Watanabe T (1977) Pathogenicity of *Pythium myriotylum* isolated from strawberry roots in Japan. *Annals of Phytopathology Society of Japan* 43: 306-309.
- Watanabe T, Hashimoto K, Sato M (1977) *Pythium* species associated with strawberry roots in Japan, and their role in the strawberry stunt disease. *Phytopathology* 67: 1324-1332.
- Yılmaz H (2009) Çileklerde hastalıklar ve mücadele yöntemleri. *Tarım Gündem Dergisi* 8: 42-49.