

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Determination of root diseases in wheat and barley in Kırşehir and Kırıkkale provinces

Kırşehir ve Kırıkkale illeri buğday ve arpa ekim alanlarında görülen kök hastalıklarının tespiti

N. Zeynep YEĞİN^a, F. Sara DOLAR^b, Filiz ÜNAL^c

^a Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 06110-Ankara, Turkey

^b Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 06110-Ankara, Turkey

^c Directorate of Plant Protection Central Research Institute, Gayret Mahallesi, Fatih Sultan Mehmet Bulvarı, No: 66, 06172 Yenimahalle, Ankara, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.424930](https://doi.org/10.16955/bitkorb.424930)

Received : 18.05.2018

Accepted : 05.09.2018

Keywords:

root rot diseases, *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Bipolaris sorokiniana*, *Microdochium nivale*

* Corresponding author:

F. Sara DOLAR

✉ dolar@agri.ankara.edu.tr

ABSTRACT

Surveys were carried out in wheat and barley sowing areas in 2011 growing season in Kırşehir and Kırıkkale provinces of Central Anatolia Region to determine the root rot diseases. As a result of isolation from diseased plants, *Fusarium oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. chlamydosporum*, *F. redolens*, *F. incarnatum*, *F. equiseti*, *F. tricinctum*, *Microdochium nivale*, *Rhizoctonia solani* AG 4, *Rhizoctonia solani* AG 3, binükleat AG I, *Waitea circinata* var. *circinata*, *Bipolaris sorokiniana*, *Ophiosphaerella herpotricha*, *Alternaria alternata*, *Embellisia* spp., *Curvularia inaequalis* and *Phaeosphaeria pontiformis* were found. Among the all of the isolates, *M. nivale* and *F. oxysporum* on wheat and *F. oxysporum* on barley were determined to be the most common root pathogen. Pathogenicity tests were conducted using hypocotyl test and plant test. As a result of tests, *W. circinata* var. *circinata*, *M. nivale*, *F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. tricinctum* on wheat and *Rhizoctonia solani* AG 4, *M. nivale*, *F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. chlamydosporum*, *F. redolens*, *B. sorokiniana* on barley were found to be pathogenic.

GİRİŞ

Hızla artan ülke nüfusumuzun beslenme sorunlarının çözümünde, sınırlı olan tarım alanlarımızdaki bitkisel üretimin verimliliğini artırmak büyük önem taşımaktadır. Şüphesiz ülke insanımızın beslenmesinde en ön sırada gelen bitkilerden birisi buğdaydır. Tüm dünyada buğday üretiminin ülkeler ekonomisinde ve toplum beslenmesindeki önemi bilinen bir gerçektir. Buğday, dünya kalori ihtiyacının yaklaşık %20'sini karşılar

ve bazı ülkelerde kişi başına düşen buğday tüketimi diğer besinlerden daha fazladır (Wiese 1991). Dünya ekonomisinin olduğu kadar ülkemiz ekonomisinin de temelini oluşturan tahıl ürün grubu içerisinde yer alan arpanın ise insan beslenmesinde doğrudan kullanımı çok azdır. Hayvancılık açısından doğrudan tüketilme özelliğine sahip olan arpa ayrıca karma yem ve malt sanayisinin de önemli bir hammaddesidir (Anonim 2014).

Günümüzde dünyanın stratejik ürün grubunu oluşturan tahıl pazarında önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Ülkemizde 2017 yılı verilerine göre, toplam tarım alanı 37.9 milyon hektar ve bunun 7.6 milyon hektarı buğday, 2.4 milyon hektarı ise arpa ekim alanıdır (Anonim 2017). Dünyada ise en çok buğday üreten ülkeler arasında Türkiye, Kanada'dan sonra buğday üretiminde 9. sırayı almaktadır. Arpa üretiminde ise Türkiye Kanada'dan sonra 6. sırada yer almaktadır (Anonim 2016).

Tahıllarda üretimi sınırlayan en önemli faktörler abiotik ve biyotik stres faktörleridir ve bunların içinde fungal hastalıkların neden olduğu kayıplarda zaman zaman ekonomik boyutlarda olabilmektedir. Tahıllarda görülen fungal hastalıkları üç gruba ayırabiliriz; bunlardan ilki kök ve kök boğazı hastalıkları, ikincisi sap ve yaprak hastalıkları, üçüncüsü ise başak hastalıklarıdır. Kök ve kök boğazı çürüklüğünü oluşturan etmenler genelde bir veya bir kaç tane olmayıp bir kompleks etmenler grubudur. Farklı alanlarda farklı kompozisyonlar görülmekte, bir etmen bir yerde hâkim durumda iken bir başka yerde başka bir etmen hâkim duruma geçebilmektedir. Hububatta en çok *Fusarium* spp. (*Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium nivale*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium poae* vb.), *Rhizoctonia* spp. (*Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia cerealis* ve *Rhizoctonia oryzae*), *Pythium* spp., *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Bipolaris sorokiniana*, *Pseudocercospora herpotrichoides* ve *Alternaria* spp. kök ve kök boğazı hastalıklarına yol açarlar (Aktaş 1982, Aktaş et al. 1996, İren 1962, Oswald 1950, Yılmazdemir 1976).

Tahıllarda görülen kök ve kök boğazı çürüklüğü, başak yanıklığı ve kar küfü hastalıklarının önemli bir kısmına neden olan organizma grubu *Fusarium* cinsine ait türleri kapsamaktadır. *Fusarium* cinsi funguslar içerdikleri tür sayılarının fazla, enfekte ettikleri konukçu dizilerinin geniş ve dünya üzerindeki farklı ekolojik ortamlarda varlıklarına rastlanabilir olmaları nedeniyle büyük öneme sahiptirler (Booth 1971). Tahıl kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalıkları dünyada tahıl ekim alanlarının hemen hemen her tarafında görülür. Gerekli tedbirlerin alınmadığı ve çevre şartlarının da uygun olduğu durumlarda kök çürüklüğü hastalıkları hızla yayılmaktadır.

Önemli tahıl üreticisi konumundaki ülkemizde özellikle 3.617.996 ha toplam işlenen alan ve 2.323.017 ha tahıl hasat edilen alana sahip Orta Anadolu Bölgesinde (Anonim 2017), buğday ve arpa tarlalarında geçmişten günümüze kadar tespit edilen *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp., *Helminthosporium* spp., *B. sorokiniana*, *Drechslera sorokiniana*, *Ophiobolus graminis*, *P. herpotrichoides* etmenlerinin kök ve kök boğazında neden olduğu

hastalıklar önemli verim kayıplarına yol açmaktadır (Aktaş 1982, Aktaş ve Bora 1981, Aktaş et al. 1997, Aktaş et al. 2000, Araz et al. 2010, Erginbaş et al. 2007, Hekimhan et al. 2007, İlhan and Asan 2001, Kınacı ve Kınacı 1991, Muratçavuşoğlu ve Hancıoğlu 1995, Soran ve Damgacı 1980, Yıldırım et al. 1999, Ünal ve Dolar 2011, Ünal et al. 2013). Tahıl hastalıkları ile ilgili yapılan gerek tespit gerekse yaygınlık çalışmalarında İç Anadolu Bölgesinde geniş ekim alanlarına sahip illerin hastalık durumu ortaya konulmuş ancak ekim alanı daha sınırlı olan Kırşehir ve Kırıkkale illerinde buğdayda görülen *Rhizoctonia* tür ve anastomosis gruplarının tespiti dışında (Ünal 2013) kök hastalıkları konusunda günümüze kadar detaylı çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışmada Kırşehir ve Kırıkkale illerindeki arpa ve buğday ekim alanlarında sorun olan kök ve kök boğazı hastalıklarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Söz konusu iki ilde belirlenecek olan hastalık profilinin bu hastalıklarla mücadele çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

MATERYAL VE METOT

Sürvey ve bitki örneklerinin alımı

Sürvey çalışmaları İç Anadolu Bölgesinde Kırıkkale (Merkez, Keskin, Karakeçili, Bahşılı, Balışeyh, Delice ilçeleri) ve Kırşehir (Merkez, Akpınar, Çiçekdağı, Boztepe, Kaman ilçeleri) illerindeki buğday ve arpa yetiştiriciliği yapılan tarlalarda, 2011 yılında mayıs ve haziran aylarında kardeşlenme döneminde gerçekleştirilerek 'sistemik örnekleme yöntemi' kullanılarak örnek alımları yapılmıştır (Bora ve Karaca 1970, Ogoshi et al. 1990). Alınan örnekler kâğıt torbalara konulup üzeri etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir.

Kırıkkale iline bağlı 5 ilçe ve merkez ilçedeki buğday ve arpa ekim alanlarında yapılan sürveyler sonucunda incelenen 105 buğday tarlasından 34 örnek, 48 arpa tarlasından da 20 örnek alınmıştır. Kırşehir Merkez ilçe ve Akpınar, Çiçekdağı, Boztepe, Kaman ilçelerinde toplam 112 buğday tarlası incelenerek 38 örnek, 58 arpa tarlasında da 16 örnek alınmıştır (Çizelge 1).

Hastalık etmenlerinin izolasyonu

Hastalıklı bitki örneklerinin kök, kök boğazı ve sap kısmında hastalık belirtisi gösteren alanlardan alınan kesitler yüzeysel dezenfeksiyon amacıyla %0.5'lik sodyum hipoklorür (NaOCl) solüsyonunda 1-2 dakika tutulmuş ve takiben iki seri steril saf sudan geçirilip kurutma kağıtları üzerinde kurutulduktan sonra zayıflatılmış (%30'luk) Patates Dekstroz Agar (PDA, Merck) içeren petri kaplarına her petride 5-6 parça olacak biçimde yerleştirilmiştir.

Petriler 3-5 gün süre ile 23 ± 2 °C ve 12 saat aydınlık periyot içeren koşullarda inkübe edilmiş ve gelişen her bir koloniden tekrar PDA ortamına ekim yapılmıştır. Tek spor izolasyonu %1.5'lük su agarına çizim yapılarak gerçekleştirilmiştir. İzolatları saklamada filtre kâğıdı ve eğik agar yöntemleri kullanılmıştır.

Fungusların teşhisi

İzolasyon çalışmaları sonucu elde edilen izolatların teşhisleri morfolojik ve kültürel özellikleri esas alınarak klasik yöntemlerle yapıldığı gibi ön patojenisite testleri sonucu patojen çıkan izolatların teşhisleri moleküler yöntemler ile de yapılmıştır.

Morfolojik teşhis

Hastalık etmenlerinin izolasyonunda ve geliştirilmesinde WA (%1.5'lük Su Agar), PDA (Patates Dextrose Agar, Merck), SNA (Synthetic Nutrient Agar) besi yerleri kullanılmıştır.

Fusarium türlerinin teşhisi için, izolatlar PDA ve SNA ortamına aşılanmışlardır. İzolatlar, 12 saat aydınlık periyot ve 23 ± 1 °C sıcaklık içeren inkübasyon odasında 10-12 gün süreyle geliştirilmiştir. Bu sürenin sonunda izolatların teşhisleri Booth (1971, 1977), Anonymous (1996), Leslie and Summerell'in (2006) teşhis anahtarlarından yararlanılarak yapılmıştır.

Rhizoctonia izolatlarının tür ve anastomosis gruplarının teşhisi için öncelikle çekirdek boyaması yapılarak çok çekirdekli (MN) ve iki çekirdekli (BN) olanlar belirlenmiştir. Bu amaçla PDA ortamına aktarılıp 25 °C'de karanlıkta inkübe edilerek aktifleştirilen *Rhizoctonia* izolatlarından alınan hif uçları lamelli su agarı ortamına transfer edilmiştir. Petriler 25 °C'de karanlıkta 24-48 saat inkübe edilmiş ve inkübasyon süresi sonunda örnekler incelenmiştir. İnceleme için bir lam üzerine bir damla %0.5'lik Safranin O (Sigma) çözeltisi damlatılmıştır. Daha sonra lamelli su agarı ortamından alınan lamel, lamdaki çözelti üzerine yerleştirilmiştir. Bu şekilde hazırlanan preparatlarda hiflerdeki en az 15 hücrede çekirdek sayıları dikkate alınarak ışık mikroskopunda çekirdek sayıları belirlenmiştir. Her örnek için üç petri kabı kullanılmıştır (Carling et al. 1994, Karaca et al. 2002, Ogoshi et al. 1990). İzolatlar morfolojik ve kültürel özellikleri esas alınarak gruplara ayrılmış ve test izolatları ile anastomosis boyamalarına geçilmiştir.

Anastomosis gruplarının tespiti için lamelli su agarı ortamı kullanılmış, test izolatu ve anastomosis grubu bilinmeyen örnek lamelin zıt kenarlarına aşılanmıştır. Bu şekilde hazırlanan petriler 24-48 saat süreyle 25 °C'de karanlıkta inkübasyona bırakılmış ve bu sürenin sonunda

örnekler yukarıda belirtildiği gibi %0.5'lik Safranin O ile boyama yapılarak anastomosis reaksiyonları ışık mikroskopunda incelenmiştir. Denemeler her izolat için iki kez tekrarlanmıştır (Karaca et al. 2002). İzole edilen *Rhizoctonia* izolatlarının anastomosis gruplarının tespitinde kullanılan test izolatları Prof. Dr. Erkol Demirci (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi,, Trabzon), Dr. Francesca Cardinale (Università degli Studi di Torino, İtalya) ve Dr. Takeshi Toda'dan (Dept. Bioresource Sciences, Akita Prefectural University, Akita, Japonya) temin edilmiştir.

Alternaria cinsine ait fungusların teşhisi için fungus PDA ortamına aşılanarak, 23 ± 1 °C sıcaklık, 12 saat aydınlık periyot içeren koşullarda 10-12 gün inkübe edilmiştir. Bu sürenin sonunda izolatların teşhisleri Ellis (1971, 1976), Simmons (1992) ve Rotem (1994) teşhis kriterleri esas alınarak yapılmıştır.

Bipolaris sorokiniana ve *Curvularia inaequalis*'in teşhisleri; koloni gelişimleri, konidiofor ve konidi yapıları esas alınarak Barnett and Hunter'dan (1998) yararlanılarak yapılmıştır.

Moleküler teşhis

Ön patojenisite testleri sonucunda patojen çıkan izolatların klasik teşhislerini teyit amacıyla DNA sekansları yapılmıştır. Bu amaçla önce izolatların DNA izolasyonu yapılmıştır. İzolatların kültür ortamından DNA ekstraksiyonu için yaklaşık 300 mg miselyum sıvı nitrojen içeren porselen havanlarda iyice ezilmiştir. Genomik DNA Qiagen DNeasy Plant Mini Kit kullanılarak üretici firmanın protokolüne göre ekstrakte edilen DNA, kullanıncaya kadar -20 °C'de saklanmıştır. PCR reaksiyon karışımı ve koşulları Aroca and Raposo (2007) ve Cobos and Martin'e (2008) göre yapılmıştır.

ITS bölgelerinin amplifikasyonu için ITS-1 (5' TCC GTA GGT GAA CCT GCGG 3') ve ITS-4 (5' TCC TCC GCT TAT TGA TATGC 3') primerleri kullanılmıştır. PCR ürünleri %1.5'lük agaroz jel de ethidium bromide ile boyanarak UV ışık altında incelenmiş ve sekans analizleri GENOKS (Gene Research and Biotechnology Company, Ankara, Türkiye) tarafından yapılmıştır. Sekans sonuçları BLAST analizi yapılarak (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) Gen Bankasındaki diğer sonuçlar ile kıyaslanmıştır. Teşhislerde %99.5'un üzerindeki eşleşmeler esas alınmıştır.

Patojenisite testleri

İzole edilen tüm funguslar tohum hipokotil testi ile ön patojenisite testine tabii tutulmuşlardır. Bu test sonucunda patojen çıkan izolatlardan yüksek virülansa sahip olanlar bitki testine alınmışlardır.

Tohum hipokotil testi

Çalışmada belirlenmiş olan farklı kök ve kök boğazı hastalıklarına ait izolatlar ön patojenisite testi için Patates Dextroz Agar (PDA, Merck) ortamına aktarılarak 23 ± 2 °C'de 7-10 gün inkübe edilmiştir. Gelişen kültürlerin kenarlarından alınan 5 mm çaplı agar parçaları %2'lik su agarına aktarılarak aynı koşullarda 2-3 gün tekrar inkübasyona bırakılmıştır. Denemede kullanılacak hassas arpa (Kral 97) ve buğday (Sultan 95) çeşitlerine ait tohumlar %1'lik NaOCl'de 3 dk. yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulduktan sonra gelişmekte olan kültürlerin misel uçlarına temas edecek ve her bir petriye 10'ar tohum olacak şekilde toplam 3 petriye yerleştirilmiştir. Her izolat için 30 tohum kullanılmış ve petriler 25 ± 1 °C'de 7-10 gün inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda gelişen fidelerin kök ve hipokotilleri incelenerek hastalık değerlendirmesi Ichievich-Auster et al.'ın (1985) hipokotildeki nekrotik alan büyüklüğünün esas alındığı 0-5 skalasına göre yapılmıştır.

Rhizoctonia spp. için değişik şekillerde saklanmış olan *Rhizoctonia* izolatları PDA ortamına aktarılarak 26 ± 1 °C'de 4-5 gün inkübe edilmiştir. Gelişen kültürlerin kenarlarından alınan 4 mm çaplı agar parçaları %2'lik su agarına aktarılarak aynı koşullarda 2 gün tekrar inkübasyona bırakılmıştır. Denemede *Rhizoctonia* türlerine karşı hassas olduğu yapılan ön çalışmalarda tespit edilen buğday (Kate A-1) ve arpa (Kral 97) çeşitleri kullanılmıştır. Tohumlar %1'lik NaOCl'de 3 dk. yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulduktan sonra gelişmekte olan kültürlerin misel uçlarına temas edecek ve her bir petriye 6'şar tohum olacak şekilde toplam 5 petriye yerleştirilmiştir. Petriler 25 ± 1 °C'de 7-10 gün inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda gelişen fidelerin kök ve hipokotilleri incelenerek hastalık değerlendirmesi Ichievich-Auster et al.'ın (1985) hipokotildeki nekrotik alan büyüklüğünün esas alındığı 0-5 skalasına göre yapılmıştır. Hastalık şiddeti değerleri Townsend-Heuberger formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Karman 1971).

Bitki testi

Rhizoctonia spp. için; patojenisite denemesinde kullanılacak izolatlar PDA ortamında 5-6 gün geliştirildikten sonra gelişen hif uçlarından alınan 5 mm çaplı agar diskleri cam tüp içerisindeki steril buğday tohumlarına aşılansak 25-30 °C'de 15-20 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon tamamlandıktan sonra 4 cm çaplı steril saksılara ilk olarak yaklaşık 1/3 oranında perlit, üzerine 2/3 oranında toprak sterilizatöründe steril edilmiş bahçe toprağı+ince kum (2:1, v/v) karışımı doldurulmuştur. Daha sonra toprağın üzerine, önceden izolatların hifleri ile kolonize

edilerek bulaştırılmış, 8 adet buğday tohumu (inokulum) yerleştirilmiş ve 20-25 ml saf su ile sulanmıştır. Üzeri temiz bir polietilen torba ile kapatılan saksılar 5 gün boyunca 20-25 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda her saksıya 8 tohum olacak şekilde toprağın 2 cm derinliğine tohumlar ekilmiş ve tohumların üzeri daha önce hazırlanan steril bahçe toprağı+ince kum karışımı ile kapatılmıştır. Kontrol olarak steril toprak içeren saksılara %1'lik NaOCl ile 3 dk. dezenfekte edilmiş sağlıklı tohumlar ekilmiştir. Tüm saksılar serada 20-25 °C'de gelişmeye bırakılmıştır. Denemeler 6 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ekimden 30 gün sonra bitkiler sökülerek kökleri incelenmiştir (Paulitz et al. 2003).

Tohum hipokotil testi sonucunda patojen olarak değerlendirilen *Fusarium* spp. izolatları Nene and Haware'in (1980) toprak inokulasyonu metodu esas alınarak ikinci patojenisite testine tabi tutulmuştur. İnokulum için 45 g elenmiş kum, 5 g mısır unu karışımı içeren 200 ml şişeler, otoklavda 121 °C'de 20 dakikalık sürelerde bir gün aralıkla 2 kez steril edildikten sonra PDA'da geliştirilen 10 günlük fungus kültürlerinden alınan 0.5 cm çapındaki 6 adet disk ile inokule edilmişlerdir. Bu şekilde her bir izolat ve kontrol için 4 tekerrür olarak hazırlanan şişeler 12 saat aydınlık periyot ve 25 ± 1 °C sıcaklık içeren kontrollü koşullara sahip iklim odasına yerleştirilmiştir. Şişelerde 14 gün süre ile geliştirilen *Fusarium* spp. kültürleri, sterilize edilmiş 600 g harç toprak (bahçe toprağı: yıkanmış dere kumu: yanmış çiftlik gübresi, 1:1.5:0.5, v/v/v) içeren 13 cm çapındaki toprak saksıların her birine 50 g olacak şekilde karıştırılmış ve hafifçe sulandıktan sonra saksılar yukarıda belirtilen koşullara sahip iklim odasına yerleştirilmişlerdir. İnokulumun toprağı sarması için 5-6 gün beklenmiş ve %1'lik NaOCl solüsyonunda 3 dk. süre ile tutularak yüzeysel dezenfeksiyonu yapılan tohumlar her saksıya 10 adet olacak şekilde ekilmiştir. Kontrol saksılarına ise aynı şekilde 10 adet tohum ekilmiştir. Deneme 4 tekerrür halinde yürütülmüştür.

Bipolaris sorokiniana için ise Weste (1978) yöntemi uygulanmış, inokulum için 60 g arpa, 60 ml su karışımı içeren Erlen-mayerler 121 °C'de 30 dk. bir gün arayla 2 kere steril edildikten sonra PDA'da geliştirilen 10 günlük fungus kültürlerinden alınan 0.5 cm çapındaki 6 adet disk ile inokule edilmişlerdir. Bu şekilde her bir izolat ve kontrol için 6 tekerrür olarak hazırlanan Erlen-mayerler 12 saat aydınlık periyot ve 25 ± 1 °C sıcaklık içeren kontrollü koşullara sahip iklim odasında 1 ay süre ile geliştirilmişlerdir. Bu sürenin sonunda kültürler steril harç toprak içeren toprak saksılara karıştırılmış ve hafifçe sulandıktan sonra saksılar yukarıda belirtilen koşullara sahip iklim odasına yerleştirilmişlerdir. İnokulumun

toprağı sarması için 5-6 gün beklenmiş ve %1'lik NaOCl solüsyonunda 3 dk. süre ile tutularak yüzeysel dezenfeksiyonu yapılan tohumlar (Kral 97) her saksıya 10 adet olacak şekilde ekilmiştir. Kontrol saksılarına ise aynı şekilde 10 adet tohum ekilmiştir. Deneme 6 tekrerrür halinde yürütülmüştür.

Bitki patojenisite testindeki tüm türlerin hastalık değerlendirmeleri, sonuçların daha sağlıklı değerlendirilebilmesi amacıyla Kim et al. (1997) ve Demirci'de (1998) yer alan skalalar birleştirilip modifiye edilerek oluşturulan 0-4 skalasına göre yapılmıştır. 0= Belirti yok (kök ve kök boğazı), 1= Hafif renksizleşme veya tohumdan çıkan kökler 3 cm'den daha kısa, 2= Bir ya da daha fazla küçük lezyon (<0.5 cm) veya tohumdan çıkan kökler 2 cm'den daha kısa, 3= Bir yada daha fazla büyük lezyon (>0.5 cm) veya tohumdan çıkan kökler 1 cm'den daha kısa, 4= Şiddetli lezyon, tamamen ölmüş veya köksüz

fideler.

Enfekteli bitkilerden reizolasyonlar yapılmıştır. Hastalık şiddeti değerleri Townsend-Heuberger formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Karman 1971).

SONUÇLAR

Kırşehir ve Kırıkkale illeri buğday ve arpa ekiliş alanlarında saptanan kök ve kök boğazı hastalıkları

Kırıkkale ve Kırşehir illerindeki buğday ve arpa ekim alanlarında 2011 yılında yapılan survey çalışması sonucunda Kırıkkale iline bağlı ilçelerde 105 buğday tarlasında gözlem yapılarak 34 örnek alınmıştır (Çizelge 1). Bu örneklerden yapılan izolasyonlar sonucunda 132 izolat elde edilmiştir. Survey yapılan ilçeler içinde sadece Delice'de gözlem yapılan 12 tarlada hastalıklı bitkiye rastlanılmadığı için örnek alınmamıştır. Yine bu ilde 48

Çizelge 1. Kırıkkale ve Kırşehir illerindeki buğday ve arpa tarlalarında 2011 yılında survey yapılan ilçeler, incelenen tarla, alınan örnek ve elde edilen izolat sayıları

| İl | Bitki Çeşidi | | | | | | | |
|---------------------|-------------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| | Buğday | | | | Arpa | | | |
| Kırıkkale | Survey alanı (da) | İnc. Tarla sayısı | Örnek sayıları | İzolat sayısı | Survey alanı (da) | İnc. Tarla sayısı | Örnek sayıları | İzolat sayıları |
| Kırıkkale Merkez | 300 | 15 | 14 | 69 | 120 | 10 | 4 | 27 |
| Bahşılı | 100 | 12 | 4 | 12 | 100 | 8 | 2 | 2 |
| Karakeçili | 150 | 18 | 3 | 4 | - | - | - | - |
| Keskin | 190 | 30 | 11 | 36 | 130 | 10 | 2 | 7 |
| Balışeyh | 200 | 18 | 2 | 11 | - | - | - | - |
| Delice | 100 | 12 | - | - | 240 | 20 | 12 | 40 |
| Toplam | 1040 | 105 | 34 | 132 | 590 | 48 | 20 | 76 |
| Kırşehir | Buğday | | | | Arpa | | | |
| İlçe | Survey alanı (da) | İnc. Tarla sayısı | Örnek sayıları | İzolat sayısı | Survey alanı (da) | İnc. Tarla sayısı | Örnek sayıları | İzolat sayıları |
| Kırşehir Merkez | 145 | 15 | 4 | 29 | 110 | 10 | 2 | 3 |
| Akpınar | 220 | 28 | 6 | 34 | 230 | 22 | 8 | 76 |
| Çiçekdağı | 150 | 15 | 2 | 23 | 80 | 4 | - | - |
| Boztepe | 180 | 34 | 14 | 97 | 150 | 12 | 4 | - |
| Kaman | 255 | 20 | 12 | 87 | 100 | 10 | 2 | 12 |
| Toplam | 950 | 112 | 38 | 270 | 670 | 58 | 16 | 91 |
| Genel Toplam | 1990 | 217 | 72 | 402 | 1260 | 106 | 36 | 167 |

arpa tarlasında gözlem yapılarak toplam 20 örnek alınmış ve 76 izolat elde edilmiştir. Kırşehir iline bağlı ilçelerden ise 112 buğday tarlasında gözlem yapılarak 38 buğday örneği alınmış ve yapılan izolasyonlar sonucunda 270 adet izolat elde edilmiştir. En fazla izolat elde edilen ilçeler Boztepe ve Kaman olmuştur.

Gözlem yapılan 58 arpa tarlasında Çiçekdağı'ndaki tarlalar hariç toplam 16 arpa örneği alınmış ve 91 izolat elde edilmiştir (Çizelge 1). Kırıkkale ve Kırşehir illerinden, yapılan sürvey ve takiben yapılan izolasyon çalışmaları sonucunda 402 adet buğday ve 167 adet arpa izolatu olmak üzere toplam 569 izolat elde edilmiştir.

Morfolojik ve kültürel özelliklerine bakılarak yapılan incelemeler sonucunda buğday izolatlarının 337 tanesinin *Fusarium* spp., *Microdochium nivale* ve *Rhizoctonia* spp.; 65 tanesinin ise *Alternaria* spp., *Embellisia* spp., *Curvularia* spp. cinslerine dahil olduğu görülmüştür. Arpa izolatlarının 7 tanesinin *Ophiosphaerella* spp.,

Phaeosphaeria spp. cinslerine ve *B. sorokiniana* türüne ait olduğu tespit edilmiştir. Diğer 160 izolatu *Fusarium* spp., *M. nivale* ve *Rhizoctonia* spp. cinslerine ait türler olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2 ve 3).

Her iki ildeki buğday ekim alanlarından toplanan 402 adet izolat makroskobik olarak incelenmiş, izolatların büyük bir kısmının *Fusarium* ve *Alternaria* cinslerine dahil olduğu görülmüştür. Klasik ve moleküler teşhisler sonucunda buğdaydan izole edilen etmenler; *R. solani* AG 3, binükleat AG I, *Waitea circinata* var. *circinata*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium tricinctum*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium acuminatum*, *M. nivale*, *C. inaequalis*, *Alternaria alternata*, *Alternaria* spp., *Embellisia* spp. olarak tespit edilmiştir (Şekil 1, 2 ve Çizelge 2). Kırşehir ve Kırıkkale illeri arpa ekiliş alanlarında yapılan sürveylerde toplanan 167 adet izolat makroskobik olarak incelenmiş, izolatların büyük bir kısmının *Fusarium* cinsine dahil olduğu görülmüştür. Klasik ve moleküler teşhisler sonucunda

Çizelge 2. Kırıkkale ve Kırşehir illerinde buğday ekim alanlarından 2011 yılında tespit edilen fungus türleri, teşhis yöntemleri, izolat sayıları ve bulunma oranları

| BUĞDAY | | | | |
|---------------------------------|---|------------------|---------------|----------------------|
| İL | Fungus Cins ve Türleri | Teşhis Yöntemi | İzolat Sayısı | Bulunma Oranları (%) |
| KIRIKKALE | <i>Rhizoctonia solani</i> AG 3 | Klasik-Moleküler | 1 | 0.24 |
| | <i>Waitea circinata</i> var. <i>circinata</i> | Klasik-Moleküler | 1 | 0.24 |
| | <i>Fusarium oxysporum</i> | Klasik-Moleküler | 14 | 3.48 |
| | <i>Fusarium tricinctum</i> | Klasik-Moleküler | 4 | 0.99 |
| | <i>Fusarium equiseti</i> | Klasik-Moleküler | 2 | 0.49 |
| | <i>Fusarium</i> spp. | Klasik | 90 | 22.38 |
| | <i>Microdochium nivale</i> | Klasik-Moleküler | 25 | 6.21 |
| | <i>Curvularia inaequalis</i> | Klasik-Moleküler | 1 | 0.24 |
| | <i>Alternaria</i> spp. | Klasik-Moleküler | 50 | 12.43 |
| | <i>Embellisia astragali</i> | Moleküler | 1 | 0.24 |
| KIRŞEHİR | Binükleat AG I | Klasik-Moleküler | 5 | 1.24 |
| | <i>Rhizoctonia solani</i> AG 3 | Klasik-Moleküler | 2 | 0.49 |
| | <i>Waitea circinata</i> var. <i>circinata</i> | Klasik-Moleküler | 1 | 0.24 |
| | <i>Fusarium oxysporum</i> | Klasik-Moleküler | 11 | 2.73 |
| | <i>Fusarium acuminatum</i> | Klasik-Moleküler | 3 | 0.74 |
| | <i>Fusarium</i> spp. | Klasik | 155 | 38.55 |
| | <i>Microdochium nivale</i> | Klasik-Moleküler | 23 | 5.72 |
| | <i>Alternaria alternata</i> | Klasik-Moleküler | 11 | 2.73 |
| | <i>Embellisia</i> spp. | Moleküler | 1 | 0.24 |
| <i>Embellisia chlamydozpora</i> | Moleküler | 1 | 0.24 | |
| GENEL TOPLAM İZOLAT SAYISI | | | 402 | |

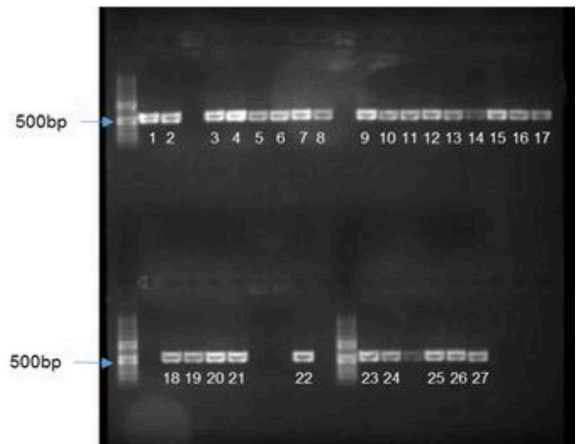
Çizelge 3. Kırıkkale ve Kırşehir illeri arpa ekim alanlarından 2011 yılında tespit edilen fungus türleri, teşhis yöntemleri, izolat sayıları ve bulunma oranları

| İL | ARPA | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|---------------|----------------------|
| | Fungus Cins ve Türleri | Teşhis Yöntemi | İzolat Sayısı | Bulunma Oranları (%) |
| KIRIKKALE | <i>Rhizoctonia solani</i> AG 4 | Klasik-Moleküler | 1 | 0.59 |
| | <i>Fusarium oxysporum</i> | Klasik-Moleküler | 17 | 10.17 |
| | <i>Fusarium acuminatum</i> | Klasik-Moleküler | 2 | 1.19 |
| | <i>Fusarium spp.</i> | Klasik | 46 | 27.54 |
| | <i>Microdochium nivale</i> | Klasik-Moleküler | 2 | 1.19 |
| | <i>Ophiosphaerella herpotricha</i> | Moleküler | 2 | 1.19 |
| | <i>Phaeosphaeria pontiformis</i> | Moleküler | 2 | 1.19 |
| KIRŞEHİR | <i>Rhizoctonia solani</i> AG 4 | Klasik-Moleküler | 1 | 0.59 |
| | <i>Fusarium oxysporum</i> | Klasik-Moleküler | 13 | 7.78 |
| | <i>Fusarium acuminatum</i> | Klasik-Moleküler | 1 | 0.59 |
| | <i>Fusarium chlamyosporum</i> | Klasik-Moleküler | 2 | 1.19 |
| | <i>Fusarium redolens</i> | Klasik-Moleküler | 3 | 1.79 |
| | <i>Fusarium incarnatum</i> | Klasik-Moleküler | 1 | 0.59 |
| | <i>Fusarium spp.</i> | Klasik | 70 | 41.91 |
| | <i>Microdochium nivale</i> | Klasik-Moleküler | 1 | 0.59 |
| | <i>Bipolaris sorokiniana</i> | Moleküler | 2 | 1.19 |
| | <i>Phaeosphaeria pontiformis</i> | Moleküler | 1 | 0.59 |
| GENEL TOPLAM İZOLAT SAYISI | | | 167 | |

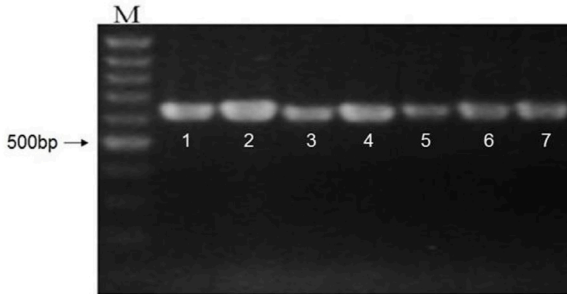
arpadan izole edilen etmenler *R. solani* AG 4, *F. oxysporum*, *F. chlamyosporum*, *F. redolens*, *Fusarium incarnatum*, *F. acuminatum*, *M. nivale*, *B. sorokiniana*, *Ophiosphaerella herpotricha* ve *Phaeosphaeria pontiformis* olarak tespit edilmiş ve elde edilen izolat sayıları esas alındığında en yaygın türün *F. oxysporum* olduğu görülmüştür (Şekil 1, 2 ve Çizelge 3).

Tohum hipokotil patojenisite test sonuçları

Sürvey çalışmalarında arpa ve buğday ekim alanlarından elde edilen izolatların ön patojenisitelerinde tohum hipokotil testi kullanılmış ve %25'den daha az hastalık şiddeti değerlerine sahip olan izolatlar patojen olarak kabul edilmemiştir. Bu nedenle buğday ve arpadan izole edilen toplam 361 adet *Fusarium spp.* ve 50 adet *Alternaria spp.* izolatlarının tür teşhisleri yapılmamıştır. Buğdaylardan izole edilen binükleat AG I ve *R. solani* AG 3 izolatlarının da patojen olmadığı bu testler sonucunda belirlenmiştir (Çizelge 4).



Şekil 1. *Fusarium spp.* ITS1/4 primerleri ile amplifikasyonu sonucu elde edilen PCR ürünleri (550-600 bp). 1,4,12,14, 15,16,18,19,20,21,24,25,26,27: *Microdochium nivale*; 11: *Fusarium incarnatum*; 2,8,10,13,17,22,23: *Fusarium sp.*; 3: *Fusarium acuminatum*; 7,9: *Fusarium tricinctum*; 5,6: *Fusarium oxysporum* (M: Markör Gene Ruler 100 bp DNA ladder MBI Fermantase)



Şekil 2. *Rhizoctonia* spp. ITS1/4 primerleri ile amplifikasyonu sonucu elde edilen PCR ürünleri (~ 650 bp). 1,2: *R. solani* AG 4; 3,6,7: *R. solani* AG 3; 4,5: *Waitea circinata* var. *circinata* (M: Markör Gene Ruler 100 bp DNA ladder MBI Fermantase)

Arpa ve buğdayın her ikisinden izole edilen 55 adet *F. oxysporum* izolatının hastalık şiddeti değerlerinin %32.15-75.10 arasında değiştiği ve yine her iki bitkiden elde edilen *F. acuminatum*'da bu değerlerin %53.23-73.76 aralığında olduğu hipokotil testi sonucunda tespit edilmiştir. *F. oxysporum*'dan sonra en fazla izole edilen etmen olan *M. nivale*'nin patojenisite değerleri buğdayda %31.00-88.67 iken; arpada %42.67-60.89 arasında değişkenlik göstermiştir. Sadece buğdayda rastlanılan *F. tricinctum*'un hastalık şiddeti değerleri ise %49.33-65.00 aralığında tespit edilmiştir.

Buğdaydan izole edilen *W. circinata* var. *circinata*

Çizelge 4. Tohum hipokotil testine tabi tutulan izolatlar ve patojenisite sonuçları

| Fungus Cins ve Türleri | İzolat Sayısı | Patojenisite Aralığı (%) | |
|---|---------------|--------------------------|-------------|
| | | Buğday | Arpa |
| <i>Binükleat</i> AG I | 5 | 0.0 | --* |
| <i>Rhizoctonia solani</i> AG 3 | 3 | 0.0 | -- |
| <i>Rhizoctonia solani</i> AG 4 | 2 | -- | 74.00-78.00 |
| <i>Waitea circinata</i> var. <i>circinata</i> | 2 | 68.00-75.00 | -- |
| <i>Fusarium oxysporum</i> | 55 | 32.15-57.20 | 35.00-75.10 |
| <i>Fusarium acuminatum</i> | 6 | 53.23-72.00 | 62.67-73.76 |
| <i>Fusarium chlamydosporum</i> | 2 | -- | 48.67-73.76 |
| <i>Fusarium equiseti</i> | 2 | 32.00-33.00 | -- |
| <i>Fusarium incarnatum</i> | 1 | -- | 59.76 |
| <i>Fusarium redolens</i> | 3 | -- | 56.67-76.67 |
| <i>Fusarium tricinctum</i> | 4 | 49.33-65.00 | -- |
| <i>Fusarium</i> spp. | 361 | -- | 3.0-11.0 |
| <i>Microdochium nivale</i> | 51 | 31.00-88.67 | 42.67-60.89 |
| <i>Bipolaris sorokiniana</i> | 2 | -- | 33.00-66.00 |
| <i>Alternaria</i> spp. | 50 | 10.00-21.00 | -- |
| <i>Alternaria alternata</i> | 11 | 20.00-31.37 | -- |
| <i>Curvularia inaequalis</i> | 1 | 25.00 | -- |
| <i>Pheosphaeria pontiformis</i> | 3 | -- | 1.00-17.00 |
| <i>Ophiosphaeria herpotricha</i> | 2 | -- | 28.00-45.54 |
| <i>Embellisia</i> spp. | 1 | 25.00 | -- |
| <i>Embellisia astragali</i> | 1 | 11.00 | -- |
| <i>Embellisia chlamydospora</i> | 1 | 18.00 | -- |

*(--). Etmene o konukçuda rastlanılmamıştır.

izolatlarının hastalık şiddeti değerleri %68.00-75.00 arasında değişirken, arpadan izole edilen *R. solani* AG 4'de bu değerler %74.00-78.00 olarak bulunmuştur. Arpadan izole edilen *F. chlamyosporum* izolatlarının hastalık şiddeti değerleri %48.67-73.76 aralığında iken, *F. redolens*'de bu değerler %56.67-76.67 aralığında değişmiştir. Yine arpadan izole edilen *F. incarnatum* izolatu %59.76'lık hastalık şiddeti değeri ile patojen olarak değerlendirilmiştir. Arpa ekim alanlarından toplanan kök ve kök boğazında nekroz içeren örneklerden elde edilen 2 adet *B. sorokiniana* izolatının, uygulanan tohum hipokotil testi sonucunda hastalık şiddeti değerleri %66.00 ve %33.00 olarak bulunmuştur (Çizelge 4).

Bitki testi sonuçları

Tohum hipokotil testi sonucunda patojen olarak değerlendirilen fungus türlerinden seçilen izolatlar ikinci patojenisite testi olan bitki testine tabi tutulmuşlardır. Ön patojenisite denemesinde patojenisite değerleri oldukça yüksek çıkan *W. circinata* var. *circinata* ve *R. solani* AG 4'ün birer izolatları ile gerçekleştirilen bitki denemesinin sonucunda da bu etmenlerin sırasıyla %88.30 ve %81.00 hastalık şiddetine neden oldukları görülmüştür (Çizelge 5).

Buğday ve arpadan elde edilen *F. oxysporum* izolatlarının ön patojenisite testi sonucunda virülansı yüksek bulunan izolatlarından seçilen 8 izolatın buğday ve arpa bitkilerindeki patojenisite sonucu buğdayda %51.33-66.67; arpada ise %58.67-71.33 olarak saptanmıştır. *F. acuminatum* izolatlarının neden olduğu hastalık şiddeti değerleri ise buğdayda %66.00-82.00 iken arpada iki

izolatın patojenisitesinde (%40.67-87.33) oldukça büyük farklılık olduğu görülmüştür (Çizelge 5).

TARTIŞMA VE KANI

Bu çalışmada, buğday ve arpa üretiminin yoğun olarak yapıldığı İç Anadolu Bölgesinde Kırıkkale ve Kırşehir illerine bağlı ilçelerde yetiştirilen buğday ve arpalarda, kök ve kök boğazı hastalıklarına neden olan etmenlerin tespit edilmesi amacı ile 2011 yılında mayıs ve haziran aylarında kardeşlenme döneminde toplamda 1990 da buğday ve 1260 da arpa tarlasında sürveyler gerçekleştirilerek örnek alımları yapılmıştır. Alınan bu hastalıklı bitki örneklerinden 402 adet buğday ve 167 adet arpa izolatu olmak üzere toplam 569 izolat elde edilmiştir. Morfolojik ve kültürel özelliklerine bakılarak yapılan incelemeler sonucunda buğday izolatlarının 337 tanesinin *Fusarium* spp., *M. nivale* ve *Rhizoctonia* spp.; 65 tanesinin ise *Alternaria* spp., *Embellisia* spp., *Curvularia* spp. cinslerine dahil olduğu görülmüştür. Arpa izolatlarının 7 tanesinin *Ophiosphaerella* spp., *Phaeosphaeria* spp. cinslerine ve *B. sorokiniana* türüne ait olduğu tespit edilmiştir. Diğer 160 izolatın *Fusarium* spp., *M. nivale* ve *Rhizoctonia* spp. cinslerine ait türler olduğu belirlenmiş ve bu fungusların patojenisite denemeleri yapılmıştır. Her iki konukçuda en fazla izole edilen fungus cinsi *Fusarium* olmuş ve *F. oxysporum* buğdayda 25, arpa da ise 30 izolat ile ilk sırada yer almıştır. *Alternaria* cinsi buğdayda *Fusarium* spp.'den sonra ikinci sırada yer almıştır ancak izolatların patojen olmadığı görülmüştür. Diğer büyük grubu 48 izolat ile buğdayda *M. nivale* oluşturmuştur. *Rhizoctonia* cinsine ait

Çizelge 5. Bitki testine tabi tutulan izolatlar ve patojenisite sonuçları

| Fungus Cins ve Türleri | İzolat Sayısı | Patojenisite Aralığı (%) | |
|---|---------------|--------------------------|-------------|
| | | Buğday | Arpa |
| <i>Rhizoctonia solani</i> AG 4 | 1 | --* | 81.00 |
| <i>Waitea circinata</i> var. <i>circinata</i> | 1 | 88.30 | -- |
| <i>Fusarium oxysporum</i> | 8 | 51.33-66.67 | 58.67-71.33 |
| <i>Fusarium acuminatum</i> | 4 | 66.00-82.00 | 40.67-87.33 |
| <i>Fusarium chlamyosporum</i> | 1 | -- | 67.33 |
| <i>Fusarium redolens</i> | 2 | -- | 64.00-80.67 |
| <i>Fusarium incarnatum</i> | 1 | -- | 45.33 |
| <i>Fusarium tricinctum</i> | 2 | 84.67-94.00 | -- |
| <i>Microdochium nivale</i> | 5 | 80.67-94.67 | -- |
| <i>Bipolaris sorokiniana</i> | 2 | -- | 87.00-95.33 |

(--) Etmene o konukçuda rastlanılmamıştır.

izolat sayısı ise buğdayda 10, arpada ise 2 izolat ile sınırlı kalmıştır.

Arpa ve buğday tarlalarında cıvz gelişmelerin gözlemlendiği alanlardan toplanan bitkilerin köklerinden yapılan izolasyonlar sonucunda buğdayda Kırşehir’de binükleat AG I, her iki ilde *R. solani* AG 3 ve *W. circinata* var. *circinata*; arpada ise Kırıkkale ve Kırşehir olmak üzere her iki ilde de *Rhizoctonia solani* AG 4 tespit edilmiştir. Bu fungusların hepsi tohum hipokotil testine tabi tutulmuştur. Bu testler sonucunda binükleat AG I, *R. solani* AG 3 izolatlarının patojen olmadığı buna karşın *R. solani* AG 4 ve *W. circinata* var. *circinata* izolatlarının her iki patojenisite testi sonucunda patojen olduğu tespit edilmiştir. Ülkemizde İç Anadolu Bölgesinin Kayseri, Kırşehir, Nevşehir ve Aksaray illerindeki buğday ekim alanlarında kök ve kök boğazında lezyon ile cüceleşme belirtisi gözlenen bitkilerden topraktan yapılan izolasyonlar sonucunda *R. solani* AG 3, AG 4, AG 5 ve *W. circinata* var. *circinata*, binükleat AG I ve AG K bu bölgelerde bulunmuş ve yapılan patojenisite testleri sonucunda AG 4 ve *W. circinata* var. *circinata* gruplarının buğdayda patojen olduğu ve en virüent grubun ise AG 4 olduğu belirlenmiştir (Ünal et al. 2014). 1992-95 yılları arasında Erzurum’da buğday ve arpa ekiliş alanlarından toplanan örneklerden *R. solani* AG 2-1, AG 3, AG 4, AG 5, AG 11, *W. circinata* var. *circinata*, binükleat AG I, AG K tespit edilmiş ve bunlardan AG 4 ile AG 11’in virülensinin yüksek olduğu da bildirilmiştir (Demirci 1998). Başka bir çalışmada ise Polonya’da hastalıklı buğday ve arpa alanlarından izole edilen etmenlerin %89’u çok çekirdekli *R. solani* AG 8, AG 2-2 ve AG 4 olarak tespit edilmiştir. Bulaşık alan dışından izole edilen AG 8’ler hariç, *R. solani* AG’lerinin hepsi patojenik bulunmuştur (Frugal-Wegrzycka et al. 1998). *W. circinata* var. *circinata* türleri dünyada, Graminea üyesi olan farklı çim türlerinde yüksek oranda patojen (Chen et al. 2007, Toda et al. 2005) bulunmasına ve ‘kahverengi yama’ hastalığına sebep olmasına karşın, buğday ve arpada orta derecede patojen olarak tespit edilmiştir. *W. circinata* var. *circinata* Türkiye’de yapılan çalışmada ise buğdayda orta derecede virüent bulunmuştur (Demirci 1998). Bizim çalışmamızda ise bu grubun virülensi oldukça yüksek bulunmuştur.

Çalışmamızda buğdaydan 279, arpadan 155 izolat olmak üzere toplam 434 izolat ile en büyük grubu *Fusarium* türleri oluşturmuştur. *Fusarium* türleri, buğday ve arpa bitkilerinde kök ve kök boğazı çürüklüğüne yol açmaktadır. Kırşehir ve Kırıkkale buğday ve arpa ekim alanlarından toplanan bitkilerin kök ve kök boğazından yapılan izolasyonlar sonucunda; *F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. chlamydosporum*, *F. redolens*, *F. incarnatum*, *F. equiseti*, *F. tricinctum* ve *M. nivale* izolatları elde edilmiştir.

Ülkemizde Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli illerindeki buğday ekim alanlarında kök ve kök boğazı hastalığına neden olan fungal etmenlerin *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Helminthosporium* spp., *Dreschlera* spp. ve *Pythium* spp. olduğu tespit edilmiştir (Yılmazdemir 1976). İç Anadolu Bölgesinde ise *R. solani*, *Pythium* spp., *Fusarium* spp., *F. graminearum*, *F. culmorum*, *H. sativum*, *F. acuminatum*, *F. heterosporum*, *F. moniliforme*, *R. cerealis*, *R. oryzae*, *D. sorokiniana*, *O. graminis* buğdaylarda kök çürüklüğüne neden etmenler olarak bildirilmiştir (Aktaş et al. 1995, Aktaş et al. 1999, Muratçavuşoğlu ve Hancıoğlu 1995, Soran ve Damgacı 1980). Sakarya ilinde buğdaylarda kök ve kök boğazı hastalıklarına neden olan etmenler *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. subglutinans*, *F. crookwellense*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. dimerum*, *F. solani*, *F. equiseti*, *F. acuminatum*, *F. sporotrichoides*, *R. cerealis*, *Rhizoctonia* spp. ve *Alternaria* spp. olarak belirlenmiştir. *F. graminearum* ve *F. culmorum*’un patojen olduğu tespit edilmiştir (Aktaş et al. 1996, Araz et al. 2009). Aktaş ve Tunalı (1994), Samsun ve yöresinde hububat kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalık etmenleri olarak; *R. cerealis*, *A. alternata*, *F. graminearum*, *F. moniliforme*, *F. equiseti*, *F. culmorum*, *D. sorokiniana*, *P. herpotrichoides*, *O. graminis* ve *Pythium graminicola* tespit etmişlerdir. Bursa ilinde ise Arslan ve Baykal (2001) tarafından buğday alanlarında da en yüksek oranda *Fusarium* spp., *R. cerealis*, *A. alternata* ve *D. sorokiniana* bulunmuştur. Isparta ve Burdur’da buğday bitkilerinde kök ve kök boğazı hastalığına neden olan *Rhizoctonia* spp., *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium* spp., *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. crookwellense* ve *F. poae* tespit edilmiştir (Arıcı et al. 2013). Erzurum yöresinde buğday ve arpa bitkilerinin kök ve kök boğazından yapılan izolasyonlar sonucunda *D. sorokiniana* izole edilmiştir (Eken ve Demirci 1998). Erzurum’da yetişen kışlık buğdayların taç ve taç altı boğumlardan *F. acuminatum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *M. nivale*, *F. tabacinum* ve *F. solani* izole edilmiş ve yapılan patojenisite testleri sonucunda *M. nivale* en yüksek hastalık şiddetine neden olan fungus olarak tespit edilmiştir (Demirci ve Dane 2003). Adana yöresindeki buğday ekim alanlarında *F. oxysporum*, *F. semitectum*, *F. crookwellense* türleri belirlenmiştir (Uyanık 2008).

Ülke genelinde tahıl üretim alanlarında buğday ve arpada kök ve kök boğazı çürüklüklerine neden olan en yaygın etmenler; *F. culmorum* (%14), *B. sorokiniana* (%10) ve *F. pseudograminearum* (%2) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca çok az sıklıkta *G. graminis* (%2) ve *Pythium* spp.’ye (%3) rastlanmıştır. Birkaç *Fusarium* türünün tahıllarda çok az ya da patojen olmadığı göz önünde bulundurularak, yüksek sıklıktan düşüğe doğru %11 *F. oxysporum*, *F. chlamydosporum*, %10 *F. sporotrichoides* ve %8 *F.*

avenaceum ve *F. solani* bulunmuştur (Tunalı et al. 2008). Dünyada ve ülkemizde buğday ve arpa ekim alanlarında kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan en yaygın etmenler *B. sorokiniana*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. pseudograminearum*, *F. acuminatum*, *M. nivale*, *Rhizoctonia* spp.'dir. Yapılan araştırmalar ve teşhis çalışmaları sonucunda *F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. chlamyosporum*, *F. tricinctum*, *F. equiseti*, *F. redolens*, *F. incarnatum* ve *M. nivale* etmenlerine rastlanılmakla beraber, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. pseudograminearum*, *F. avenaceum*, *F. crookwellense*, *F. reticulatum*, *F. semitectum*, *F. tabacinum*, *F. solani*, *F. sporotrichioides*, *F. avenaceum* bulunmamıştır. *M. nivale* buğdayda en yüksek virülense sahip ve diğer funguslara göre daha fazla sayıda izole edilirken; arpada *F. oxysporum* bu özelliklere sahiptir.

Çalışmamızda Kırşehir ili arpa ekim alanlarından toplanan bitkilerden izole ettiğimiz *F. redolens* izolatları ve Kırıkkale'deki buğday ekim alanlarından elde edilen *F. tricinctum* izolatları her iki patojenisite testi sonucunda patojen olarak bulunmuştur (Çizelge 4 ve 5). *F. redolens* ilk defa Saskatchewan'da Durum buğdayında, nohut ve bezelyede rapor edilmiştir. (Taheri et al. 2011). Ülkemizde ise bu tür arpada ilk olarak Yeğin et al. (2017) tarafından bildirilmiştir. *F. incarnatum-equiseti* tür kompleksi içinde yer alan buğday ve arpa izolatlarımızdan, buğday izolatları klasik ve moleküler teşhis sonucu *F. equiseti*, arpa izolatları *F. incarnatum* olarak teşhis edilmişlerdir. *F. equiseti* izolatlarının patojen olmadığı, *F. incarnatum* izolatının ise virülensinin düşük olduğu tespit edilmiştir. *F. incarnatum*, İspanya'da buğday bitkisinde *F. incarnatum-equiseti* kompleksi olarak tespit ve teşhis edilmiştir (Castellá and Cabañes 2014). Yaptığımız çalışmalarda ise *F. incarnatum* arpa bitkisinden izole edilmiş ve hastalık şiddeti değerleri tohum hipokotil testinde %59.76, bitki testinde ise %45.33 olarak bulunmuştur (Çizelge 4 ve 5).

Kırıkkale ve Kırşehir arpa ekim alanlarında kök ve kök boğazı çürüklüğü belirtileri gösteren bitkilerden düşük oranda *B. sorokiniana* ve *A. alternata*'nın elde edilmiştir. Amerika'nın Colorado ve Wyoming eyaletlerinde kışlık buğday bitkisinden kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenlerden *B. sorokiniana* %34 oranında elde edilmiştir (Hill et al. 1983). Al-Sadi and Deadman (2010) buğday ve arpada kök ve taç çürüklüğüne neden olan tohum kökenli patojenlerin tespiti ile ilgili yaptıkları çalışmada *B. sorokiniana* ve *A. alternata*'yı hemen hemen tüm tohum örneklerinden izole etmişlerdir. Yapılan patojenisite çalışmaları sonucunda enfekteli arpa ve buğday tohumlarından gelişen fidelerde taç ve kök çürüklüğüne neden olan etmenin *B. sorokiniana* olduğu görülmüştür. Bu bulgular bizim çalışmamızı destekler nitelikte olmakla

beraber Kırıkkale ve Kırşehir arpa ekim alanlarından elde ettiğimiz *B. sorokiniana* oranı diğer etmenlere kıyasla oldukça düşük bulunmuştur. Yapılan patojenisite testleri sonucunda *B. sorokiniana*'nın hastalık şiddeti tohum hipokotil testinde %66, bitki testinde ise %95.33 olarak tespit edilmiş, *A. alternata*'nın ise tohum hipokotil testinde hastalık şiddeti değerleri %20.0-31.37 olarak bulunmuş ve etmenin düşük virülense sahip olduğu görülmüştür.

Kök ve kök boğazı hastalıkları bölgemizde ve ülkemizin diğer bölgelerinde bazı yıllarda önemli verim düşüşlerine sebep olan ve her geçen yıl zararının gittikçe arttığı gözlenen hastalıklardır. Önemli tahıl üreticisi konumunda olan İç Anadolu Bölgesinin özellikle Ankara, Konya, Eskişehir, Kayseri illerinde buğday ve arpalarda kök ve kök boğazı hastalıklarının tespiti ile ilgili çalışmaların bulunmasına karşın ekim alanlarının daha az olduğu Kırıkkale ve Kırşehir illerindeki hastalık durumu ile ilgili bugüne kadar gerçekleştirilmiş detaylı çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile elde edilen veriler iki ildeki kök ve kök boğazında hastalıklara neden olan etmenlerin durumunu ortaya koyması açısından önem taşımaktadır ve belirlenen hastalık profilinde mücadele çalışmalarına katkı sağlayacak niteliktedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK-TOVAG 110O622 no'lu "İç Anadolu Bölgesi Buğday Üretim Alanlarındaki *Rhizoctonia* Türlerinin ve Anastomosis Gruplarının Klasik-Moleküler Karakterizasyonu ve Bazı Buğday Çeşitlerinin Reaksiyonları ile Potansiyel Biyolojik Mücadele Etmenlerinin Belirlenmesi" isimli projenin bir kısmını ve N. Zeynep Yeğin'in yüksek lisans tezini içermektedir.

Rhizoctonia izolatlarının anastomosis gruplarının tespitinde kullanılan test izolatlarını temin ettiğimiz Prof. Dr. Erkol DEMİRCİ (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Trabzon), Dr. Francesca CARDİNALE (Università degli Studi di Torino, İtalya) ve Dr. Takeshi TODA'ya (Dept. Bioresource Sciences, Akita Prefectural University, Akita, Japonya) teşekkürlerimizi sunarız.

ÖZET

Önemli tahıl üreticisi durumunda olan İç Anadolu Bölgesinde, Kırşehir ve Kırıkkale illerindeki buğday ve arpa ekim alanlarında mevcut kök hastalıklarının belirlenmesi amacıyla 2011 yılında survey yapılarak hastalıklı bitki örnekleri toplanmıştır. İzolasyon çalışmaları sonucunda *Fusarium oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. chlamyosporum*, *F. redolens*, *F. incarnatum*, *F. equiseti*, *F. tricinctum*, *Microdochium nivale*, *Rhizoctonia solani* AG 4, *R. solani* AG 3, binükleat AG I, *Waitea circinata* var. *circinata*,

Bipolaris sorokiniana, *Ophiosphaerella herpotricha*, *Alternaria alternata*, *Embellisia* spp., *Curvularia inaequalis* ve *Phaeosphaeria pontiformis* etmenleri bulunmuştur. Elde edilen kök patojenleri arasında en yaygın patojen in buğdayda *M. nivale* ve *F. oxysporum*, arpada ise *F. oxysporum* olduğu tespit edilmiştir. İzole edilen fungusların patojenisite denemeleri tohum-hipokotil testi ve bitki testi şeklinde yapılmıştır. Denemeler sonucunda; buğdayda *W. circinata* var. *circinata*, *M. nivale*, *F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. tricinctum*; arpada ise *Rhizoctonia solani* AG 4, *M. nivale*, *F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. chlamydosporum*, *F. redolens* ve *B. sorokiniana* patojen olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalıkları, *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Bipolaris sorokiniana*, *Microdochium nivale*

KAYNAKLAR

Aktaş H., Bora T., 1981. Untersuchungen über die biologische und physiologische variation von auf mittelanatolischen gersten vorkommenden *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. and Jain und die reaktion der befallenen gerstensorten auf den parasiten. Journal of Turkish Phytopathology, 10 (1), 1-24.

Aktaş H., 1982. Orta Anadolu Bölgesi arpa ve buğday ekim alanlarında görülen kök çürüklüğü hastalık etmeni *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. and Jain' nın yayılışı. III. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, 12-15 Ekim 1982, Adana, 10-23.

Aktaş H., Tunalı B., 1994. Türkiye'de ekimi yapılan ve ümitvar olan buğday ile arpa çeşit ve hatlarının önemli hastalıklarına karşı reaksiyonlarının saptanması üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 34 (3-4), 123-133.

Aktaş H., Yıldırım A.F., Sayın L., 1995. Konya ili arpa ekiliş alanlarında arpa verimini ve kalitesini etkileyen kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalık etmenlerinin saptanması üzerinde araştırmalar. Arpa-Malt Sempozyumu, Konya, 253-259.

Aktaş H., Bostancıoğlu H., Tunalı B., Bayram E., 1996. Sakarya yöresinde buğday kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan hastalık etmenlerinin belirlenmesi ve bu etmenlerin buğday yetiştirme teknikleri ile ilişkileri üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 36 (3-4), 151-167.

Aktaş H., Bostancıoğlu H., Tunalı B., Bayram E., 1997. Reaction of some wheat varieties and lines against to root and foot rot disease agents in the laboratory conditions. Journal of Turkish Phytopathology, 10 (1), 1-24.

Aktaş H., Kınacı E., Yıldırım A.F., Sayın L., Kural A., 1999.

Konya yöresinde hububatta sorun olan kök ve kök boğazı çürüklüğü etmenlerinin hububatta verim komponentlerine etkileri ve mücadelesi üzerinde araştırmalar. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 392-403.

Aktaş H., Bolat N., Keser M., İnce T., 2000. Eskişehir ili hububat ekim alanlarında hububat kök boğazı çürüklüğü hastalık etmenlerinin saptanması, buğday ve arpada *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram and Jain'ya karşı genitor çeşit ve hatların belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 40 (1-2), 71-83.

Al-Sadi A.M., Deadman M.L., 2010. Influence of seed-born *Cochliobolus sativus* (Anomorph: *Bipolaris sorokiniana*) on crown rot and root rot of barley and wheat. Journal of Phytopathology, 158 (10), 683-690.

Anonim., 2014. web sitesi: <http://tr.wikipedia.org/wiki/Arpa> (Erişim tarihi: 10.02.2015).

Anonim., 2016. Toprak Mahsülleri Ofisi (TMO). <http://www.tmo.gov.tr> (Erişim tarihi: 12.06.2018).

Anonim., 2017. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 28.06.2018).

Anonymous., 1996. International code on identification of fungi of agricultural and environmental significance. IMI, Egham, UK.

Araz A., Bayram M.E., Babaroğlu E.N., 2009. Sakarya ilinde bazı buğday çeşitlerinde kök ve kök boğazı hastalıklarına neden olan etmenlerin belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 49 (1), 31-43.

Araz A., Uğuz N., Güler P., 2010. *Fusarium* türlerinin izolasyonu ve patojenitelerinin belirlenmesi. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 3 (1), 1-5.

Arıcı Ş.E., Arap Ü., Yatağan F.B., 2013. Isparta ve Burdur illeri buğday ekim alanlarındaki kök ve kök boğazı fungal hastalık etmenlerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17 (2), 26-30.

Arslan Ü., Baykal N., 2001. Bursa ilinde yetiştirilen buğdaylarda kök ve kök boğazı fungal hastalık etmenlerinin saptanması üzerinde araştırmalar. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15, 127-138.

Aroca A., Raposo R., 2007. PCR-based strategy to detect and identify species of *Phaeoacremonium* causing grapevine diseases. Applied and Environmental Microbiology, 73 (9), 2911-2918.

Barnett H.L., Hunter B.B., 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. St. Paul, MN, 218 p.

Booth C., 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth

Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 237 p.

Booth C., 1977. *Fusarium* a laboratory guide to the identification of the major species. Commonwealth Mycological Institute, Kew Surrey, England, 58 p.

Bora T., Karaca İ., 1970. Bitki hastalıkları sürveyi, kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No: 167, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, 43 s.

Carling D.E., Rothrock C.S., Macnish G.C., Sweetingham M.W., Brainard K.A., Winter S.A., 1994. Characterization of anastomosis group-11 (AG 11) of *Rhizoctonia solani*. Phytopatology, 84, 1387-1393.

Castellá G., Cabañes F.J., 2014. Phylogenetic diversity of *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex isolated from Spanish wheat. Antonie van Leeuwenhoek, 106 (2), 309-317.

Chen C.M., Douhan G.W., Wong F.P., 2007. First report of *Waitea circinata* var. *circinata* causing brown ring patch on *Poa trivialis* in California. Plant Disease, 91, 1687.

Cobos R., Martin M.T., 2008. Molecular characterization of *Phaeomoniella chlamydospora* isolated from grapevines in Castilla y León (Spain). Phytopathologia Mediterranea, 47 (1), 20-27.

Demirci E., 1998. *Rhizoctonia* species and anastomosis groups isolated from barley and wheat in Erzurum, Turkey. Plant Pathology, 47 (1), 10-15.

Demirci E., Dane E., 2003. Identification and pathogenicity of *Fusarium* spp. from stem bases of winter wheat in Erzurum, Turkey. Phytoparasitica, 31 (2), 170-173.

Eken C., Demirci E., 1998. Erzurum yöresinde buğday ve arpa ekim alanlarında *Drechslera sorokiniana*'nın yayılışı, morfolojisi ve patojenitesi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22 (2), 175-180.

Ellis M.B., 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, London, UK. English, 608 p.

Ellis M.B., 1976. More Dematiaceous Hypomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, London, UK. English, 507 p.

Erginbaş G., Yamaç M., Nicol J., 2007. Toprakta izole edilen aktinomiset izolatlarının buğday kök çürüklüğü etmeni funguslara karşı biyolojik mücadelede kullanıma oranları. 2. Türkiye Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 27-29 Ağustos 2007, Isparta, 31 s.

Frugal-Wegrzycka H., Adamiak J., Adamiak E., 1998. Some characteristics of isolates of *Rhizoctonia solani* from patch

of wheat and barley. Acta Mycologica, 33 (1), 109-121.

Hekimhan H., Bağcı S.A., Nicol J., Arısoy R.Z., Kaya Y., Erdurmuş D., 2007. Bezostaya-1 ve Kınacı-97 ekmeçlik buğday çeşitlerinde farklı ekim sıklıklarının kök ve kök boğazı hastalıkları üzerine etkisi. II. Türkiye Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 27-29 Ağustos 2007, Isparta, 299 s.

Hill J.P., Fernandez J.A., McShane M.S., 1983. Fungi associated with common root rot of winter wheat in Colorado and Wyoming. Plant Disease, 67, 795-797.

Ichievich-Auster M., Sneh B., Koltin Y., Barash I., 1985. Suppression of damping-off caused by *Rhizoctonia* species by a nonpathogenic isolate of *R. solani*. Phytopathology, 75, 1080-1084.

İlhan S., Asan A., 2001. Soilborne fungi in wheat fields of Kirka vicinity (Eskisehir, Turkey). Biologia, 56 (4), 363-371.

İren S., 1962. Tarla bitkileri hastalıkları. Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği Neşriyatı, Sayı: 27, Ankara, 17-18.

Karaca G.H., Özkoç İ., Erper İ., 2002. Determination of anastomosis grouping of *Rhizoctonia solani* Kühn isolates associated with bean plants grown in Samsun/Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences, 5 (4), 434-437.

Karman M., 1971. Bitki koruma araştırmalarında genel bilgiler. Denemelerin kuruluşu ve değerlendirme esasları. T.C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, Mesleki Kitaplar Serisi, 279 s, Bornova, İzmir.

Kınacı E. ve Kınacı G. 1991. Orta Anadolu ve Geçit kuşağında buğday ve arpa hastalık paterni ve etkileri. 6. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, 7-11 Ekim 1991, İzmir, 1-5.

Kim D.S., Cook R.J., Weller D.M., 1997. *Bacillus* sp. L324-92 for biological control of three root diseases wheat grown with reduced tillage. Phytopathology, 87, 551-558.

Leslie J.F., Summerell B.A., 2006. The *Fusarium* laboratory manual. Blackwell Professional, Ames, Iowa, USA, 388 p.

Muratçavuşoğlu N., Hancıoğlu Ö., 1995. Ankara ili buğday ekim alanlarında kök ve kök boğazı hastalıklarına neden olan *Fusarium* türlerinin tespiti üzerine araştırmalar. VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, 20-29 Eylül 1995, Adana, 174-177.

Nene Y.L., Haware M.P., 1980. Screening chickpea for resistance to wilt. Plant Disease, 66, 379-380.

Ogoshi A., Cook R.J., Bassett E.N., 1990. *Rhizoctonia* species and anastomosis groups causing root rot of wheat and barley in Pacific Northwest. Phytopathology, 80 (9), 785-788.

Oswald J.W., 1950. Etiology of cereal root rots in California. *Hilgardia* 19 (15), 447-462.

Paulitz T.C., Smith J.D., Kidwell K.K., 2003. Virulence of *Rhizoctonia oryzae* on wheat and barley cultivars from the Pacific Northwest, *Plant Disease*, 87 (1), 51-55.

Rotem J., 1994. The genus *Alternaria*: biology, epidemiology and pathogenicity. APS Press, St. Paul, Minnesota, 326 p.

Simmons E.G., 1992. *Alternaria* taxonomy: current status, viewpoint and challenge. In: Chelkowski J., Visconti A. (Eds.). *Alternaria, Biology, Plant Diseases and Metabolites*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam-London-New York-Tokyo, 1-36 p.

Soran H., Damgacı E., 1980. Ankara ili buğday ekiliş alanlarında kök ve kök boğazı hastalığına neden olan fungal etmenlerin saptanması üzerine araştırmalar. TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi Bildirileri, 6-10 Ekim 1980, Adana, 119-128.

Taheri A.D., Hammel C., Gan Y., Vujanovic V., 2011. First report of *Fusarium redolens* from Saskatchewan and its comparative pathogenicity. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 33 (4), 559-564.

Toda T., Mushika T., Hayakawa T., Tanka A., Tani T., Hyakumachi M., 2005. Brown ring patch: A new disease on bentgrass caused by *Waitea circinata* var. *circinata*. *Plant Disease*, 89, 536-542.

Tunalı B., Nicol J.M., Hodson D., Uçkun Z., Büyük O., Erdurmuş D., Hekimhan H., Aktaş H., Akbudak M.A., Bağcı S.A., 2008. Root and crown rot fungi associated with spring, facultative and winter wheat in Turkey. *Plant Disease*, 92, 1299-1306.

Uyanık E., 2008. Adana yöresi buğday ekilişlerinde kök hastalıkları nedenlerinin araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 69 s, Adana.

Ünal F., Dolar F.S., 2011. Ankara ve Eskişehir illeri buğday üretim alanlarındaki *Rhizoctonia* tür ve anastomosis gruplarının tespiti ve patojenitelerinin belirlenmesi. 4. Türkiye Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 28-30 Haziran 2011, Kahramanmaraş, 352 s.

Ünal F., 2013. İç Anadolu Bölgesi buğday üretim alanlarındaki *Rhizoctonia* türlerinin, anastomosis gruplarının ve bazı buğday çeşitlerinin reaksiyonlarının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, 157 s, Ankara.

Ünal F., Dolar F.S., Özben S., 2013. First report of *R. zea* causing stunting and root rot on wheat in Turkey. Book

of Abstract, Fourth International Scientific Symposium-Agrosym 2013-Joharına, October 3-6, 144 p.

Ünal F., Dolar F.S., Yıldırım A.F., Demirci E., 2014. Isolation and identification of binucleate *Rhizoctonia* spp. from wheat field soils in the Central Anatolia Region, Turkey. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, Special Issue: 2*, 1933-1938.

Weste G., 1978. Comparative pathogenicity of six root parasites towards cereals. *Phytopathology*, 93, 41-55.

Wiese M.V., 1991. Compendium of wheat diseases. APS, St. Paul, Minnesota, 112 p.

Yeğin N.Z., Ünal F., Tekiner N., Dolar F.S., 2017. First report of *Fusarium redolens* causing root and crown rot of barley (*Hordeum vulgare*) in Turkey. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 3, 101-105.

Yıldırım A.F., Kınacı E., Hekimhan H., Çeri S., 1999. Konya, Karaman, Niğde ve Aksaray yörelerinde tahıllarda önemli hastalıkların durumu ve bunlara dayanıklılık kaynaklarının araştırılması. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 8-11 Haziran, Konya, 404-413.

Yılmazdemir F.Y., 1976. Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli illerinde buğday kök hastalıklarının fungal etmenleri ve bu hastalıkların dağılımına toprak pH ve neminin etkisi üzerinde araştırmalar, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Uzmanlık Tezi, 107 s, Bornova, İzmir.