

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

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

Original article

Prevalence of take-all disease [*Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & Oliver var. *tritici* Walker] at Ankara, Eskişehir and Konya provinces of Turkey and reactions of some wheat cultivars

Ankara, Eskişehir ve Konya illerinde Göçerten hastalığı [*Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & Oliver var. *tritici* Walker]'nın yaygınlığı ve bazı buğday çeşitlerinin hastalığa reaksiyonları

Orhan BÜYÜK^{a*}, E. Burcu TURGAY^b, Fatih ÖLMEZ^c, Numan BABAROĞLU^a

^a Plant Protection Central Research Institute, Gayret Mahallesi, Fatih Sultan Mehmet Bulvarı, 06172 Yenimahalle, Ankara, Turkey

^b Field Crops Central Research Institute, Şehit Cem Ersever Caddesi, No: 9-11 Yenimahalle, Ankara, Turkey

^c Şırnak University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Aşağı Mah., Hükümet Caddesi, No: 122, İdil, Şırnak

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.339235](https://doi.org/10.16955/bitkorb.339235)

Received : 21.09.2017

Accepted : 28.06.2018

Keywords:

wheat, Take-all, cultivar reaction, prevalence

* Corresponding author:

Orhan BÜYÜK

✉ orhan.buyuk@tarim.gov.tr

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the prevalence of Take-all disease in wheat cultivation areas of Ankara, Eskişehir and Konya provinces and the reactions of some wheat cultivars to disease. As a result of surveys carried on wheat growing areas at Ankara, Eskişehir and Konya provinces in 2013 and 2014 years, total 147 fields were observed and sampled. Resulting from morphological and molecular diagnosis, total 12 *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (Ggt) isolates (6 isolates from Ankara, 5 isolates from Konya, and one isolate from Eskişehir) were obtained in varying numbers. The prevalence of disease was determined as 1.25%, 17.45% and 5.39% for Ankara, Eskişehir and Konya, respectively. The infection rate of the disease was detected as 11.47% for Ankara, 2.77% for Eskişehir and 10% for Konya. As a result of these isolations, *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium graminearum*, *Rhizoctonia* spp. and *Alternaria alternata* which are caused wheat root and crown rot disease were also obtained. Resulting from pathogenicity tests of 12 isolates, the studies of cultivar reaction were carried out on 70 days seedlings with total 25 wheat cultivars to be 20 bread and 5 durum using Ayaş 9 isolate which was detected as high virulent. Consequently, it was determined fifteen cultivars are moderately resistant (MR), four cultivars are moderately susceptible (MS), two cultivars are moderately resistant (R*MR) and four cultivars are resistant (R).

GİRİŞ

Buğday (*Triticum* spp.) dünyada ve ülkemizde yaygın olarak üretilen ve tüketilen kültür bitkileri içerisinde yer almaktadır. Ülkemizde yaklaşık 16 milyon hektarda

hububat üretimi yapılmaktadır. Bunun yaklaşık 8 milyon hektarında buğday üretilmektedir. İç Anadolu Bölgesi ise yaklaşık 2.2 milyon hektarlık buğday ekim alanıyla bu

üretimde %32' lik paya sahiptir (Anonymous 2016).

Ürün artışı için ekilen alanların artırılması veya birim alandan alınan ürün miktarını artırmak esastır. Buğdayda ürün kalite ve verimini olumsuz yönde etkileyen pek çok faktörün içinde fungal hastalıkların neden olduğu kök ve kök boğazı çürüklükleri ilk sıralarda yer almaktadır (Cook 1992).

Ülkemizde buğdayda Karabacak veya Göçerten hastalığı olarak isimlendirilen Ascomycota şubesinin, *Magnaporthaceae* familyasına ait ipliksi bir fungus türü olan toprak kökenli *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) von Arx & Oliver var. *tritici* Walker (*Ggt*) dünyada buğdayın en önemli kök, kök boğazı ve dip çürüklüğü etmenlerinden birisidir (Freeman and Ward 2004). Hastalığın şiddetli enfeksiyon yaptığı yıllarda buğdayın tane oluşturmaması nedeniyle meydana gelen ürün kaybı %40'ın üzerindedir (Genowati 2001).

Ggt, son yıllarda ülkemizde sık karşılaşılan bir hastalık etmenidir. Fungus, bir önceki yıl hastalığın görüldüğü tarlalarda bitki artıklarında ve yabancı otlar üzerinde miselyum ve askospor halinde kışı geçirir. Tarlaya ürün ekilmesiyle gelişen köklerin etmenin propagüllerini içeren bitki artıklarına temas etmesi ile bitkiler enfekte olur. Miselyum, bitki köklerini enfekte eder ve kökleri kaplayarak, kök sistemini yok eder. Kökler önce koyu kahverengi-siyah renkli yüzeysel hif tarafından enfekte edilir. Bitkide ksilem ve floem dokuları bozulur. Fungus yukarı doğru gövdeyi istila eder ve kök boğazında kolonize olarak bitkiyi göçertir. Etmen bitkinin enfekteli kök ve gövdesinde yaşar. Enfeksiyon büyüme mevsimi boyunca devam eder. Hastalık için en uygun toprak sıcaklığı 10-20 °C'dir. Patojenin oluşturduğu askosporlar yağmur ve rüzgârlarla yayılarak yeni bitkileri hastalandırır. Hastalık etmeni fungus nötr ile alkali topraklarda, yamaç arazilerde, drenajı bozuk tarlalarda, azot ve fosfor bakımından zayıf topraklarda iyi gelişir (Wiese 1998).

Sakarya ili ve yöresinde 1990-1993 yılları arasında hububat kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalık etmenleri üzerine yapılan çalışmada *Ophiobolus graminis* survey yapılan tarlaların 4 tanesinde bulunmuştur (Aktaş et al. 1996). Konya yöresinde hububatta sorun olan kök ve kök boğazı çürüklüğü etmenleri üzerine yapılan bir çalışmada *O. graminis*'in buğdayda saptandığı belirtilmiştir (Aktaş et al. 1999). Türkiye'de buğdayda kök ve kökboğazı çürüklüğü etmenlerinin belirlenebilmesi ve yaygınlığı üzerine yapılan iki yıllık survey çalışmasında incelenen tarlaların %2'sinde *Ggt* tespit edilmiştir (Tunalı et al. 2008).

Trakya Bölgesi buğday ekim alanlarında kök ve kökboğazı hastalıklarının durumunu ortaya koymak ve hastalığa

neden olan fungusları saptayarak patojenisitelerine etki eden bazı faktörleri araştırmak için 2006-2009 yıllarında yürütülen bir çalışmada hastalığa neden olan yaygın patojenler arasında *Gaeumannomyces* sp. gözlemsel olarak tespit edilmiştir. Ancak bu çalışmada bu etmenin izolasyonu ve patojenisitesi çalışılmamıştır (Hekimhan 2010).

Hastalık son yıllarda İç Anadolu Bölgesi'nde de yaygın olarak görülmeye başlamıştır. Ayrıca 2009 ve 2011 yıllarında ilkbahar aylarının mevsim normallerinin üzerinde yağışlı geçmesi nedeniyle İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüklerinden Ankara Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsüne gelen bitki örneklerinde ve bölgemizde yapılan buğday hastalıkları surveyinde hastalığın tipik belirtisini gösteren bitkilere rastlanmıştır. Genel olarak *Ggt*'nin ülkemizdeki yaygınlığına ait bilgi bulunmamaktadır.

Patojenin hastalıklı bitkilerden izolasyonu; kültür ortamında yavaş gelişen bir fungus olması, sporulasyon oluşturmaması ve *Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp. gibi toprak kökenli patojen fungusların yanında saprofit fungusların hastalıklı bitkilerdeki varlığı nedeniyle kolay olmamaktadır. Bunun yanında, etmenin diğer türleri ve etmenin eşeysiz dönemi çimlerde ve tahıllarda kök çürüklüğüne sebep olmaktadır.

Kimyasal mücadele olanaklarının hem ülkemizde hem de dünyada kısıtlı olması ve ekonomik olmaması nedeniyle hastalıkla mücadelede alternatif mücadele yöntemleri (dayanıklı çeşit kullanımı, kültürel önlemler ve biyolojik mücadele) önem kazanmıştır.

Bu çalışma kapsamında; Konya, Ankara, Eskişehir'de kök ve kök boğazı çürüklüğü belirtisi gösteren buğday örneklerinden *Ggt*'nin izolasyonu ve moleküler yöntemler ile teşhisi, yaygınlığı ve İç Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak ekimi yapılan ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin bu hastalığa karşı reaksiyonlarının belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışmanın ana materyalini buğday tarlalarından alınan hastalıklı bitki örnekleri oluşturmuştur. Seçici besi yeri ortamları, kimyasallar, bitki yetiştirmek için 10x15 cm çapında plastik saksılar, 6 cm'lik petri kutuları, makas, sodyum hipoklorit, inkübatör, mikroskop, DNA ekstraksiyonu ve PCR reaksiyonu için gerekli kimyasallar ve cihazlar, kullanılacak tohumlar, kepek, kum, pit (organik maddece zengin toprak) kullanılan materyali oluşturmuştur.

Arazi çalışmaları

Buğday yetiştirilen alanlarda Göçerten hastalığı etmeni Ggt'yi tespit etmek ve yaygınlığını belirlemek amacıyla hastalık belirtilerinin yaygın olarak görüldüğü başak olum döneminde sürvey çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Sürveyler sırasında 10 dekara kadar olan tarlalarda 5, 10-50 da arasındaki tarlalarda 10, 50 da ve üzeri büyüklüğe sahip tarlalarda ise 15 farklı örnekleme noktasında sayım yapılmıştır. Örnekleme noktalarının her birinde 20 bitki (hasta veya sağlam) gözle kontrol edilmiştir. Özellikle hastalık belirtisi gösteren bitki örnekleri alınmıştır. Her tarlada hastalık belirtisi olan bitkiler, incelenen toplam bitki sayısına oranlanarak, tarlanın hastalıklı bitki yüzdesi (bulaşma oranı) hesaplanmıştır. Her tarla için hastalıklı bitki yüzdeleri bulunduktan sonra, tartılı ortalamaları alınarak ilin bulaşma oranı belirlenmiştir (Bora ve Karaca 1970). Alınan örnekler kağıt torbalara konulup üzeri etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir.

Hastalığın yaygınlık oranı, bulaşık alanın toplam alana oranlanmasıyla hesaplanmıştır. Tarlada hastalıklı bir bitki bulursa dahi o alan bulaşık kabul edilmiştir. Sürvey yapılan her il için bulaşma oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Bora ve Karaca 1970).

$$\text{İlin bulaşma oranı (\%)} = \frac{\text{Hastalık bulaşma oranı (\%)} \times \text{Tarlanın alanı (da)}}{\text{Toplam Alan (da)}} \times 100$$

Teşhis çalışmaları

Morfolojik teşhis çalışmaları

Bitki örnekleri akan musluk suyu altında 20 dk. süre ile yıkanarak topraklarından temizlenmiştir. Kökvekökboğazı kısmında hastalık belirtisi gösteren alanla birlikte sağlıklı kısmı da içeren 1 cm'lik bitki parçaları alınmıştır. Alınan bu parçalar %10'luk sodyum hipoklorit (NaOCl) içinde 3 dk. yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulduktan sonra, 3 defa steril saf sudan geçirilip kurutma kağıtları üzerinde kurutulmuştur. Daha sonra yarı seçici ortam içeren R-PDA (her 100 ml PDA içerisinde 100 mikrogram rifampicin) 6 cm'lik petri kutularına, her petri kutusunda 1 parça olacak biçimde yerleştirilmiştir. Petri kutuları 20-24 °C'de ve 24 saat karanlıkta 7 gün süre ile inkübe edilmiştir. 7 günün sonunda mor renkli koloni gelişimi gözlenen petri kutularındaki fungusun mikroskop altında misel yapıları incelenerek Ggt teşhisleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 1a,b,c).

Moleküler teşhis çalışmaları

Moleküler olarak teşhisleri yapılacak örnekler önce PDB (patates dekstroz broth) ortamında, çalkalayıcıda

(140 rpm), 20-24 °C'de, karanlık ortamda 7 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında gelişen fungus kolonileri süzülerek DNA ekstraksiyonu Doyle and Doyle (1990)'a göre gerçekleştirilmiştir (Şekil 2a,b,c).

Elde edilen DNA'lara ait miktar tayini NanoDrop 2000c (Thermo Scientific) kullanılarak ölçülmüş, DNA numunelerinin konsantrasyonları ng/µl olarak belirlenerek kaydedilmiştir. PCR reaksiyonu 50 µl (10x PCR buffer 5 µl, dNTPs 1 µl, 50 pmol NS5 primer (5' AACTTAAAGGAATTGACGGAAG 3') (White et al. 1990) 1µl, 50 pmol GGT-RP primer (5' TGCAATGGCTTCGTGAA 3') 1 µl, Taq DNA 0.25 µl, 250 ng kalıp DNA içerecek şekilde ayarlanmıştır. PCR koşulları 95 °C 30 sn. ilk denatürasyon, 95 °C 30 sn. 53 °C 60 sn. 68 °C 1 dk. toplam 30 döngü çoğalma ve 68 °C 5 dk. final uzama olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen PCR ürünü ethidium bromid içeren %1'lik agaroz jelde 150 V'ta 90 dk. koşturulmuş ve jel dokümantasyon cihazında görsel hale getirilmiştir.

Patojenisite çalışmaları

İç Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak ekilen 20 adet mекlik buğday ve 5 adet makarnalık buğday çeşidi olmak üzere toplam 25 buğday çeşidi denemeye alınmadan önce %1'lik NaOCl'de 5 dk. yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulmuştur. Daha sonra iki defa steril saf suda yıkanarak steril kabinde kurutulmuştur. Steril petri kaplarında, nemli kurutma kâğıdı üzerinde yaklaşık 3 cm uzunluğunda kökçük oluşturana kadar 23 °C'de çimlendirilmiştir (Gargouri et al. 2009). Denemede kullanılan kışık buğday genotipleri ekimden önce 3 hafta 5 °C'de tutularak soğuklama ihtiyacı (vernalizasyon) karşılanmıştır. Sürveyden elde edilen izolatların patojenisitesi laboratuvar ve sera koşullarında belirlenmiştir. Çeşit reaksiyonunda kullanılan ekmeklik buğday çeşitleri; Bezostaya, Altay, Ankara 24, Kate1A, Dağdaş, Sönmez, Kınacı, Demir, Ahmetağa, Gerek, Ekiz, Kenanbey, Tosunbey, İkizce, Konya, Esperia, Pehlivan, Bayraktar, Karahan, Gün91, makarnalık buğday çeşitleri ise Mirzabey, Eminbey, Kunduru, Çeşit 1252 ve Kızıltan'dan oluşmuştur.

Ggt izolatlarının patojenisitelerinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi

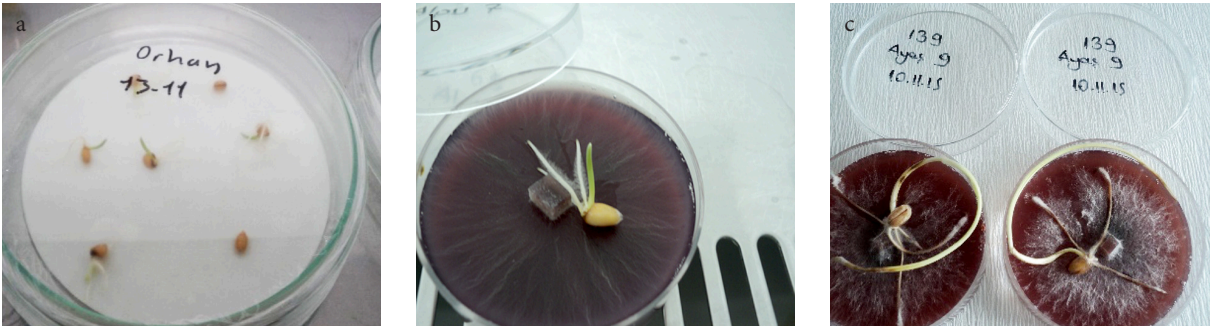
Çalışma Baiting yöntemine göre yapılmıştır (Singh et al. 2013). PDA'da geliştirilen 7-8 günlük izolatların her birinin kenarlarından alınan 8 mm çaplı agar parçaları PDA içeren Petri kutularında geliştirilen 5 adet 5-6 günlük buğday (Hereward çeşidi buğday) fidesinin hemen yanına yerleştirilerek 25 °C'de 10 gün süreyle 12 saat aydınlık 12 saat karanlıkta inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda



Şekil 1. *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* ile enfekteli a) bitki parçaları, b) besi yerine ekimi, c) mor koloni gelişimi



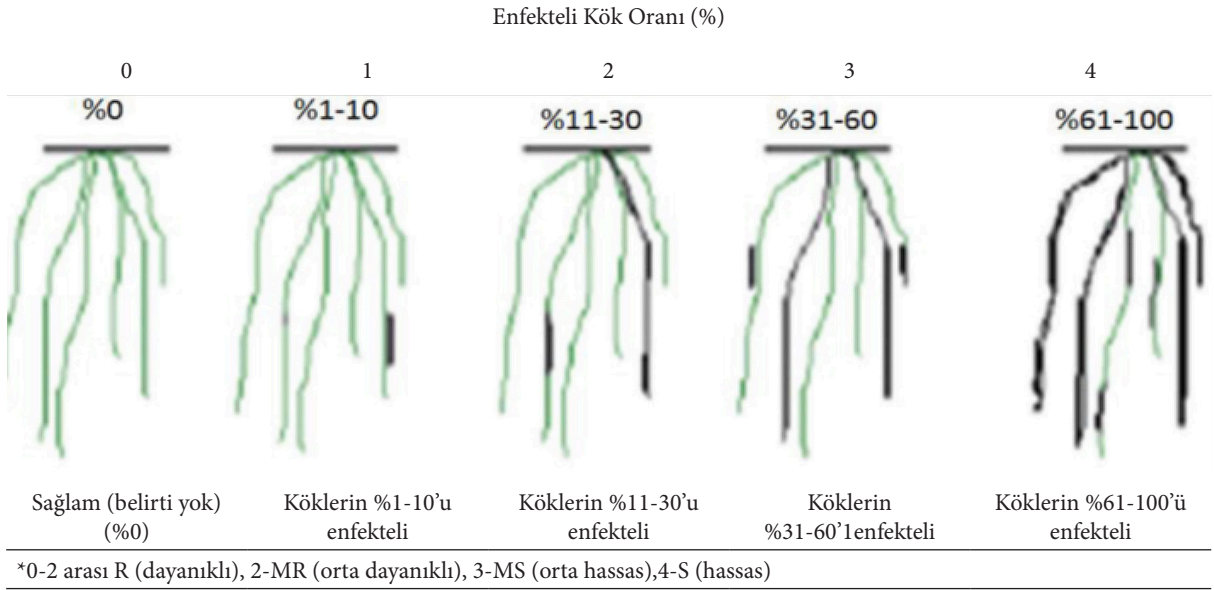
Şekil 2. *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* izolatlarının a) çalkalanması, b) fungus koloni oluşumu, c) fungus kolonilerinin süzülmesi



Şekil 3. Baiting yöntemi, a ve b) çimlenen tohumun hastalıklı petri kutusuna ekimi, c) enfekteli buğday fideleri



Şekil 4. a) Saksıda patojenisite çalışması, b ve c) *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*'nin köklerdeki belirtileri



Şekil 5. Hububatta göçerten hastalığı (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) için değerlendirme (Anonymous 2008 (OEPP/EPPO) ve köklerdeki lezyon skalaları



Şekil 6. a, b) Bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin saksılara ekimi ve gelişen fideler c, d) *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*'nin köklerdeki belirtileri

fidelerin kökleri (7x büyütme) binoküler mikroskop altında siyah renkli yüzeysel hiplerin ve siyah lekelerin varlığının olup olmamasına göre değerlendirilmiştir. Deneme 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür (Şekil 3a,b,c).

Ggt izolatlarının patojenisitelerinin serada belirlenmesi

Çeşit reaksiyonlarında kullanılan izolatı belirlemek için *in vitro* çalışmalara ek olarak serada saksı çalışmaları da yapılmıştır. Bu amaçla her *Ggt* izolatı için gerekli olan inokulum (1 kg toprak için 1 g) 250 ml'lik erlende ardışık iki gün boyunca önceden otoklav edilmiş darı ve mısır kepeği (1:1, v/v) karışımının 30 gün süreyle karanlıkta 20-24 °C'de inkübasyona bırakılması sonucunda elde edilmiştir. Kontrol saksılarına inokulum eklenmemiş ve dezenfekte edilmiş hastalık içermeyen tohumlar ekilmiştir (Cook and Naiki 1982, Elliott et al. 1993).

Her bir *Ggt* izolatı ile ayrı ayrı inoküle edilmiş, içinde steril edilmiş kum:pit (80:20) karışımı bulunan inokulum plastik saksılara (10x15 cm) konulduktan sonra, içerisine daha önceden çimlendirilmiş *Ggt*'ye hassas Hereward isimli buğday çeşidine ait tohumlardan üçer adet olacak şekilde ekilmiştir. Daha sonra saksılar yaklaşık 20-25 °C'de 12 saat gün ışığı altında, 10 hafta boyunca (Zadoks 75. dönem-süt olum dönemi) gelişmeye bırakılmıştır (Zadoks et al. 1974).

Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur (Akgül 2008, Liddell et al. 1986, Wallwork et al. 2004, Wildermuth and McNamara 1994). Bu süre sonunda bitkiler, kökleriyle beraber buldukları saksılardan çıkarılıp yıkanmıştır (Şekil 4). Değerlendirmeler Şekil 5'de verilen 0-4 skalasına göre yapılmıştır (Anonymous 2008). *Ggt*'nin köklerdeki lezyon skalası Şekil 6'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlar Townsend Heuberger formülüne göre [Hastalık Şiddeti (%) = $(n \times V / Z$

$x N) \times 100$, n: skalada farklı hastalık derecesine giren bitki sayısı; V: skala değeri; Z: en yüksek skala değeri; N: gözlem yapılan toplam bitki sayısı ile (Şekil 5) hesaplanarak her bir saksı için hastalık şiddetleri belirlenmiştir (Karman 1971).

Çeşit reaksiyonu çalışmaları

Patojenisite testleri sonucunda hastalandırma şiddeti (virülensi) en yüksek olarak belirlenen *Ggt* izolatına, İç Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak ekilen buğday çeşitlerinin dayanıklılık durumunun belirlenebilmesi için gerçekleştirilen bu çalışmada, 20 adet ekmeklik ve 5 adet makarnalık olmak üzere toplam 25 adet buğday çeşidi kullanılmıştır. Denemede kullanılan 25 buğday çeşidi dezenfekte edilip çimlendirilmiştir. Daha sonra virülensi en yüksek olan *Ggt* izolatı ile inokule edilmiştir. Her bir çeşide ait tohumlar kum:pit (80:20) karışımı içeren plastik saksılara üçer adet olarak ekilmiştir. Saksılar 10 hafta süreyle kontrollü sera (24 ± 1 °C sıcaklık ve %60-70 nem) koşullarında gelişmeye bırakılmıştır. Süre sonunda bitkiler sökülüp kökleri yıkandıktan sonra 0-4 skalasına (Şekil 5) göre hastalığın değerlendirilmesi yapılmıştır (Elliot 2005). Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlı olarak Ankara Ziraî Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü serasında yürütülmüştür (Şekil 6 a,b,c,d).

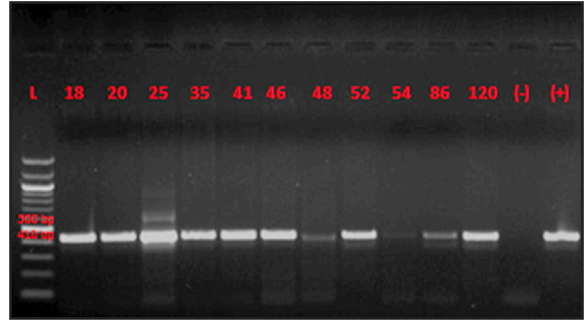
Elde edilen sonuçlar Towsend Heuberger formülüne göre [Hastalık Şiddeti (%) = $(n \times V / Z \times N) \times 100$, n: skalada farklı hastalık derecesine giren bitki sayısı; V: skala değeri; Z: en yüksek skala değeri; N: gözlem yapılan toplam bitki sayısı] ile hesaplanarak hastalık şiddetleri belirlenmiştir (Karman 1971). Elde edilen verilere varyans analizi uygulanmıştır. Çeşit reaksiyon çalışmaları sonucunda elde edilen verilere varyans analizi uygulamadan önce açılı transformasyonu yapılmıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Ankara, Eskişehir ve Konya illeri buğday üretim alanlarında Göçerten hastalığının yaygınlık ve bulaşıklık oranları

Ankara, Eskişehir, Konya illeri buğday ekiliş alanlarında 2013-2014 yıllarında gerçekleştirilen sürveyler sonucunda toplam 147 adet buğday bitkisi örneği toplanmıştır. Hastalık belirtisi gösteren örneklerden elde edilen izolatlara ait moleküler teşhis çalışmaları sonucunda, *Ggt* olduğu tespit edilen izolatlar 410 bp civarında bant oluşturmuştur (Şekil 7).

Sürveyler sonucunda illere ait incelenen alan, tarla sayısı, bu alanlardan elde edilen izolat sayısı ve illerin yaygınlık ve bulunma oranlarına ait veriler Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 7. *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*'nin tür teşhisi için yapılan PCR'in jeldeki bant görüntüsü

Toplanan bitki örneklerinden laboratuvarında hastalık teşhisi ve izolasyonları yapılmıştır. Ankara'dan 6 izolat, Eskişehir'den 1 izolat ve Konya'dan 5 izolat olmak üzere toplam 12 izolat elde edilmiştir. Hastalığın yaygınlığı Ankara ili için %25, Eskişehir ili için %17.45 ve Konya ili için %5.39 olarak tespit edilmiştir. Hastalığın bulunma oranı ise Ankara ili için %11.47, Eskişehir ili için %2.77 ve Konya ili için %10 olarak tespit edilmiştir.

Yapılan izolasyon çalışmaları sonucunda toplanan buğday bitkisi örneklerinin 32'sinde *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, 47'sinde *Fusarium culmorum* W.G. Smith, 6'sında *Fusarium graminearum* Schwabe, 2'sinde *Rhizoctonia* spp. ve 26'sında *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. etmenleri izole edilmiştir.

Patojenisite çalışma sonuçları

Laboratuvar koşullarında patojenisite çalışma sonuçları

Petri kutularında gerçekleştirilen patojenisite çalışmaları sonucunda virülensi en yüksek olan izolat Ayaş 9 (%83) olarak tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla %66 ile Kazan 5, %58 ile Çumra 2 ve Kazan 2 izolatları takip etmiştir. En düşük hastalık şiddetine sahip izolat ise %16 ile Kızılcahamam ve Kazan 3 izolatları olmuştur. (Çizelge 2). Hastalık şiddetleri 0-4 skalasında değerlendirildikten sonra Towsend-Heuberger formülüne göre hesaplanmıştır.

Sera koşullarında patojenisite çalışma sonuçları

12 adet *Ggt* izolatı ile saksıda yapılan patojenisite çalışmaları sonucunda Ayaş 9 nolu izolat %66 hastalık şiddeti ile en yüksek virülense sahip izolat olarak tespit edilmiştir. Bunu %50 ile Çumra 2, Kadınhanı 9, Kazan 2 ve Alpu 7 isimli *Ggt* izolatları takip etmiştir. Virülensi en düşük izolat ise %25 ile Kızılcahamam izolatı olmuştur (Çizelge 3).

Serada, saksılarda ve petri kutularında yapılan patojenisite çalışmaları sonucunda Ayaş 9 izolatı en yüksek virülense sahip izolat olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2,3).

İller	İncelenen alan (da)	İncelenen tarla sayısı (adet)	İzolot sayısı (adet)	Yaygınlık oranı (%)	Bulunma oranı (%)
Ankara	5539	60	6	1,25	11,47
Eskişehir	7160	37	1	17,45	2,77
Konya	2130	50	5	5,39	10,00

Çizelge 1. Ankara, Eskişehir ve Konya illerinde 2013 ve 2014 yıllarında incelenen alan, incelenen tarla sayıları, elde edilen *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* izolot sayıları, yaygınlık ve bulunma oranları

İzolot adı	Skala değeri					Hastalık şiddeti (%)
	0	1	2	3	4	
Karatay 1	-	2	1	-	-	33
Çumra 2	-	-	2	1	-	58
Çumra 5	-	3	-	-	-	25
Kadınhanı 3	1	1	1	-	-	25
Kadınhanı 9	-	1	2	-	-	41
Kadınhanı 4	-	2	1	-	-	33
Alpu 7	-	2	1	-	-	33
Ayaş 9	-	-	1	-	2	83
Kazan 2	-	-	2	1	-	58
Kazan 3	1	2	-	-	-	16
Kazan 5	-	-	1	2	-	66
Kızılcahamam	1	2	-	-	-	16

Çizelge 2. *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* izolotlarının petri kutusu denemelerindeki hastalık şiddetleri

Çeşit reaksiyon çalışmaları

Çeşit reaksiyon çalışmalarında Ayaş 9 nolu izolot ile 20 ekmeçlik ve 5'de makarnalık olmak üzere toplam 25 adet buğday çeşidi ile saksıda çeşit reaksiyon çalışmaları yapılmıştır. Reaksiyon çalışmaları sonucunda 15 adet buğday çeşidi aynı gruba girerek (MR) orta dayanıklı, 4 adet buğday çeşidi (MS) orta hassas, 2 adet buğday çeşidi (R*MR) orta dayanıklı ve 4 adet buğday çeşidi (R) dayanıklı reaksiyon oluşturmuştur. *Ggt* etmenine karşı Bezostaya,

Altay, Ankara 24, Kunduru çeşitlerinin dayanıklı reaksiyon gösterdiği, Dağdaş ve Eminbey çeşitlerinin ise orta dayanıklı olduğu, Çeşit 1252 ve Tosun Bey'in ise en hassas çeşitler olduğu görülmüştür (Çizelge 4).

Çeşit reaksiyon çalışmaları sonucunda elde edilen verilere varyans analizi uygulamadan önce açı transformasyonu yapılmıştır. Varyans analizi sonucunda çeşitlerin hastalık şiddetleri arasında farklılık tespit edilmiştir ($F=2,022$; $p=0,018$). Bu farklılığı gruplandırmak amacıyla yapılan

İzolat adı	Skala değeri					
	0	1	2	3	4	Hastalık şiddeti (%)
Karatay 1	-	2	1	-	-	33
Çumra 2	-	1	1	1	-	50
Çumra 5	-	2	1	-	-	33
Kadınhanı 3	-	1	2	-	-	41
Kadınhanı 4	-	2	1	-	-	33
Kadınhanı 9	-	1	1	1	-	50
Ayaş9	-	-	1	2	-	66
Kazan2	-	1	1	1	-	50
Kazan3	-	1	2	-	-	41
Kazan5	-	1	2	-	-	41
Alpu7	-	1	1	1	-	50
Kızılcahamam	1	1	1	-	-	25

Çizelge 3. *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* izolatlarının *in vivo* denemelerindeki hastalık şiddetleri

çoklu aralık (Duncan testi) test sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4), istatistiksel gruplar ile çeşit reaksiyonları arasında yüksek bir uyumun olduğu görülmektedir. Ancak Eminbey ve Dağdaş çeşitleri her ne kadar çeşit reaksiyon tipi olarak R skala değeri almışlar ise de, bu çeşitler MR değerini alan çeşitlerin hastalık şiddetleri ile istatistiksel olarak aynı gruba girmelerinden dolayı her iki çeşit de reaksiyon tipi olarak MR olarak değerlendirilmiştir. Yapılan istatistiki analizler sonucunda Eminbey ve Dağdaş çeşitleri ile çalışmada kullanılan ve MR skala değeri alan diğer çeşitlerin hastalık şiddetleri arasındaki farkın tamamen tesadüfen meydana geldiği belirlendiğinden gruplamanın yukarıda belirtilen şekilde olmasının daha doğru olacağı kanısındayız.

Türkiye’de belirlenen buğday kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığını oluşturan etmenler tek tek veya birlikte hastalık oluşturmaktadır. Hastalık oluşturan etmenler bölgelere ve yıllara göre değişmekle birlikte, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Alternaria* spp., *Dreschlera* spp., *Pythium* spp., *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton olarak bildirilmektedir (Aktaş 1982, Aktaş 2001, Aktaş ve Tunalı 1994, Aktaş et al. 1996, İren 1962, Oswald 1950, Yılmazdemir 1976).

Hastalık ülkemizde Çukurova ve Trakya Bölgeleri’nde daha fazla görülürken son yıllardaki iklim değişiklikleri ve hastalığa hassas çeşitlerin ekilmesi ile İç Anadolu Bölgesi hububat ekiliş alanlarında da görülmektedir. Hastalık etmeni ülkemizde gözlemsel olarak tespit edilmiş olmasına rağmen, bugüne kadar ülkemizde buğday kök ve kökboğazı hastalık etmenlerinin belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda (Aktaş 1982, Aktaş 2001, Aktaş ve Tunalı 1994, Aktaş et al. 1996, Aktaş et al. 1999, Finci 1979, Hekimhan ve Boyraz 2011, İren 1962, Kınacı 1984, Tunalı et al. 2008, Yılmazdemir 1976) *Ggt* etmeninin izolasyonu ve moleküler tanısına yönelik bir çalışma yapıldığına dair bir kayıt bulunamamıştır.

Bu proje çalışması sonucunda; ülkemizde ilk kez *Ggt*’nin hastalıklı bitkiden izolasyonu ve moleküler olarak teşhisi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca proje kapsamında Ankara, Eskişehir ve Konya illerinde hastalığın yaygınlığı, bulaşma oranı ve İç Anadolu Bölgesi’nde yaygın olarak ekimi yapılan 20 ekmeklik ve 5 makarnalık buğday çeşidinin bu hastalığa karşı reaksiyonları belirlenmiştir. Reaksiyon çalışmaları sonucunda Bezostaya, Altay, Ankara 24, Kunduru hastalığa dayanıklı çeşitler olarak tespit edilmiştir.

Çeşit adı	Hastalık Şiddeti Ortalama±Std. hata (min-max)	İstatistiksel grup	Çeşit Reaksiyonu
Bezostaya	0,00±0,00-(0,00-0,00)	b	R
Altay	0,00±0,00-(0,00-0,00)	b	R
Ankara 24	0,00±0,00-(0,00-0,00)	b	R
Kunduru	0,00±0,00-(0,00-0,00)	b	R
Dağdaş	8,33±8,33-(0,00-25,00)	ab	R (MR*)
Eminbey	8,33±8,33-(0,00-25,00)	ab	R(MR)
Kınacı	16,67±8,33-(0,00-25,00)	ab	MR
Demir	16,67±8,33-(0,00-25,00)	ab	MR
Ahmetağa	16,67±16,67-(0,00-50,00)	ab	MR
Gerek	16,67±8,33-(0,00-25,00)	ab	MR
Ekiz	16,67±8,33-(0,00-25,00)	ab	MR
Kenanbey	16,67±8,33-(0,00-25,00)	ab	MR
Kate 1	16,67±8,33-(0,00-25,00)	ab	MR
Sönmez	16,67±8,33-(0,00-25,00)	ab	MR
Mirzabey	16,67±8,33-(0,00-25,00)	ab	MR
Kızıltan	16,67±8,33-(0,00-25,00)	ab	MR
Pehlivan	25,00±0,00-(0,25-25,00)	ab	MR
Bayraktar	25,00±0,00-(0,25-25,00)	ab	MR
Karahan	25,00±0,00-(0,25-25,00)	ab	MR
Gün 91	25,00±0,00-(0,25-25,00)	ab	MR
İkizce	25,00±14,43-(0,00-50,00)	ab	MR
Konya	41,67±8,33-(0,25-50,00)	a	MS
Esperia	41,67±8,33(0,25-50,00)	a	MS
Çeşit 1252	41,67±8,33-(0,25-50,00)	a	MS
Tosunbey	50,00±25,00-(0,00-75,00)	a	MS

Varyasyon katsayısı: 6.22

*R skala değeri almışlar ise de, istatistiksel olarak MR olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4. Buğday çeşit reaksiyonlarında hastalık şiddetleri ile reaksiyon tipleri

Belirlenen bu reaksiyon sonuçlarının, ıslah kuruluşları ile birlikte dayanıklılık çalışmalarının yürütülerek, yeni dayanıklı çeşitlerinin üretimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de görülmekte olan mevsim değişiklikleri dikkate alınarak bölgemiz buğday üreticilerine ekimi yapılacak çeşitler hakkında tespit edilen dayanıklı çeşitler tavsiye edilebilecektir.

ÖZET

Bu çalışmada Ankara, Eskişehir, Konya illeri buğday ekiliş alanlarında göçerten hastalığının yaygınlığı ve bazı buğday çeşitlerinin hastalığa karşı reaksiyonlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Ankara, Eskişehir, Konya ili buğday ekiliş alanlarında 2013-2014 yıllarında yapılan sürveyler sonucunda toplam 147 adet tarla incelenmiş ve örnekler alınmıştır. Morfolojik ve moleküler teşhis sonucunda illere göre değişen sayıda (Ankara' dan 6 izolat, Konya' dan 5 izolat, Eskişehir'den 1 izolat) toplam 12 adet *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (Ggt) izolatu elde edilmiştir. Hastalığın yaygınlığı Ankara ili için %1.25, Eskişehir ili için %17.45 ve Konya ili için %5.39 olarak tespit edilmiştir. Hastalığın bulaşıklık oranı ise Ankara ili için %11.47, Eskişehir ili için %2.77 ve Konya ili için %10 olarak belirlenmiştir. Yapılan izolasyonlar sonucunda, buğdayda kök ve kök boğazı hastalığına sebep olan *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium graminearum*, *Rhizoctonia* spp., *Alternaria alternata* etmenleri de elde edilmiştir. Oniki izolatın patojenisite çalışmaları sonucunda, virülensi yüksek olarak tespit edilen Ayaş 9 nolu izolat kullanılarak, 20 ekmeklik ve 5 makarnalık olmak üzere toplam 25 adet buğday çeşidi ile 70 günlük fideler üzerinde çeşit reaksiyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak onbeş buğday çeşidinin orta dayanıklı (MR), 4 adet buğday çeşidinin orta hassas (MS), 2 adet buğday çeşidinin orta dayanıklı (R*MR) ve 4 adet buğday çeşidinin dayanıklı (R) olduğu belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: TAGEM-BS-12 / 12-06 / 02- 04) ve VI. Bitki Koruma Kongresinde poster olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR

Akgül D.S., 2008. Çukurova Bölgesi buğday ekim alanlarında kök, kökboğazı ve sap çürüklüğü hastalığının durumu, bazı buğday çeşitlerinin hastalığa karşı reaksiyonları, farklı gübreleme pratikleri ve fungusit

uygulamalarının hastalık gelişimine etkileri, Doktora Tezi, 107 s., Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Bölümü, Adana.

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

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

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

Aktaş H., Kınacı E., Yıldırım A.F., Sayın L., Kural A., 1999. Konya yöresinde hububatta sorun olan kök ve kökboğazı çürüklüğü etmenlerinin hububatta verim komponentlerine etkileri ve mücadelesi üzerine araştırmalar. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 8-11 Haziran 1999, 392-403, Konya.

Aktaş H., 2001. Önemli hububat hastalıkları ve sürvey yöntemleri. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara, 74 s.

Anonymous 2008. Take-all of cereals (*Gaeumannomyces graminis*). Efficacy evaluation of fungicides. OEPP/EPPO Bulletin, 38, 316-318. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2008.01236.x>

Anonymous 2016. TÜİK verileri. <http://www.tuik.gov.tr/jsp/duyuru/upload/vt/vt.htm> (Erişim tarihi: 25.11.2016)

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.

Cook R.J., Naiki T., 1982. Virulence of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* from fields under short-term and long-term wheat cultivation in the Pacific Northwest, U.S.A. Plant Pathology, 31, 201-207.

Cook R.J., 1992. Wheat root health management and environmental concern. Canadian Journal of Plant Pathology, 14: 76-85.

Doyle J.J., Doyle J.L., 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus, 12, 13-15.

Elliott M.L., Hagan A.K., Mullen J.M., 1993. Association

of *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* with a St. Augustinegrass root rot disease. Plant Disease, 77, 206-209.

Elliott M.L., 2005. Survival, growth and pathogenicity of *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* with different methods of long-term storage. Mycologia, 97 (4), 901-907.

Finci S., 1979. Buğdayın kök ve kökboğazı hastalıkları ve korunma çareleri. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Çiftçi Broşürü No: 21, 15 s.

Freeman J., Ward E., 2004. *Gaeomonnyces graminis*, take-all fungus and its relatives. Molecular Plant Pathology, 5 (4), 235-252 p.

Gargouri-Kammoun L., Gargouri S., Rezgui S., Trifi M., Bahri N., Hajlaoui M.R., 2009. Pathogenicity and aggressiveness of *Fusarium* and *Microdochium* on wheat seedlings under controlled conditions. Tunisian Journal of Plant Protection, 4, 135-144.

Genowati I., 2001. Take-all in wheat: PCR identification of the pathogen and the interactions amongst potential biological control agents. Master of Science in Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University 67 p., Blacksburg, Virginia, USA.

Hekimhan H., 2010. Trakya Bölgesinde buğdaylarda kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenler ve patojenisitelerini etkileyen bazı faktörler üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 134 s., Konya.

Hekimhan H., Boyraz N., 2011. Çeşit tavsiyelerinde hastalıkların önemi: Buğdaylarda kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan *Fusarium culmorum* örneği. Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi Bildiri Kitabı-1, Samsun, 321-326.

İren S., 1962. Tarla Bitkileri Hastalıkları. Ziraat. Yüksek Mühendisleri Birliği Neşriyatı, sayı 27, Ankara, 17-18.

Karman M., 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler. Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. T.C. Tarım Bakanlığı, Zirai Mücadele Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, Mesleki Kitaplar Serisi, Bornova-İzmir, 279 s.

Kınacı E., 1984. Monitoring wheat root and foot rots in Central Anatolian region of Turkey. Journal of Turkish Phytopathology, 13 (2-3), 71-74.

Liddell C.M., Burgess L.W., Taylor P.J. W., 1986. Reproduction of crown rot of wheat caused by *Fusarium graminearum* group 1 in the greenhouse. Plant Disease, 70, 632-635.

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

Singh B., Bhadavria G., Bhadavria S., 2013. Prevalence of seed mycoflora from different seed of spices under field and storage conditions of Agra region. Asian Journal of Plant Science and Research, 3 (2), 93-98.

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

Wallwork H., Butt M., Cheong J.P.E., Williams K.J., 2004. Resistance to crown rot in wheat identified through an improved method for screening adult plants. Australian Plant Pathology Society, 33, 1-7.

White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J., 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: PCR Protocols: A guide to methods and applications. Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J., White T.J. (Eds.). Academic Press, San Diego, California, 315-322 P.

Wiese M.V., 1998. Compendium of wheat diseases. Second Edition, APS Pres, St. Paul, MN, 112 p.

Wildermuth G.B., Mc Namara R.B., 1994. Testing wheat seedlings for resistance to crown rot caused by *Fusarium graminearum* group 1. Plant Disease, 78, 949-953.

Yılmazdemir F.Y., 1976. Edirne, Tekirdağ, Kırklareli illerinde buğday kök hastalıklarının fungal etmenleri ve bu hastalıkların dağılımına toprak pH ve neminin etkisi üzerinde araştırmalar. Uzmanlık Tezi, Erenköy, İstanbul, 107 s.

Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research, 44, 415-421.

