

## Ordu İli Kivi Üretim Alanlarındaki Toprak Kökenli Fungusların Tanımlanması ve Patojenisitesi

Nusret Şahin<sup>1a</sup>, Muharrem TÜRKKAN<sup>2b\*</sup>

<sup>1</sup>Ordu İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şube Müdürlüğü, 52200 Merkez/Ordu, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 52200 Merkez/Ordu, TÜRKİYE

<sup>a</sup><https://orcid.org/0000-0002-7484-0278>, <sup>b</sup><https://orcid.org/0000-0001-7779-9365>

\*e-mail: muharremturkkan@odu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışma, Ordu ilindeki kivi bahçelerinde kök çürüklüğüne neden olan fungal hastalık etmenlerini tanımlamak ve onların patojenisitelerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla, 2013 ve 2014 yıllarında, Ordu İli ticari kivi yetiştiriciliğinin yaklaşık %97'sini kapsayan Altınordu, Perşembe, Gülyalı, Fatsa, Ünye, İkizce, Ulubey, Kabadüz ve Çaybaşı ilçelerinden toplam 135 bahçede inceleme yapılmıştır. Çalışmada, kivi bahçelerindeki hastalıklı bitkilerden toplam 214 fungal izolat elde edilmiştir. İzolatların %37.38 (80 izolat)'inin *Fusarium oxysporum*'a, %10.75 (23 izolat)'inin *F. solani*'ye, %16.82 (36 izolat)'inin *Fusarium* spp.'ye, %7.94 (17 izolat)'ünün BN *Rhizoctonia*'ya, %3.74 (8 izolat)'ünün MN *R. solani*'ye, %5.61 (12 izolat)'inin *Pythium* spp.'ye, %3.74 (8 izolat)'ünün *Macrophomina phaseolina*'ya, %2.80 (6 izolat)'inin *Cylindrocarpon* spp.'ye, %1.4 (3 izolat)'ünün *Verticillium* spp.'ye, %2.34 (5 izolat)'ünün *Acremonium* spp.'ye, %2.34 (5 izolat)'ünün *Clonostachys* spp.'ye, %1.87 (4 izolat)'inin *Rhizopus* spp.'ye ve %3.27 (7 izolat)'inin *Trichoderma* spp.'ye ait olduğu belirlenmiştir. İzolatların yaklaşık %13'ü kullanılarak kivi fideleri ile yürütülen patojenisite testlerinde, izolatların hastalık şiddeti skala değerlerinin 0.67-5.0 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Patojenisite testinde kullanılan izolatlardan, Cyb-1, İlz-3 ve İlz-4 (*F. solani*); AO-11 ve AO-12 (*R. solani*); ile Cyb-4 ve Üny-7 (*Pythium* spp.) en virulent izolatlar olarak belirlenmiştir. AO-4 (*Clonostachys* spp.), Ulu-11 (*Rhizopus* spp.) ve Prs-15 (*Trichoderma* spp.) izolatlarının hastalık şiddeti skala değerleri ve yukarıda belirtilen izolatların skala değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli olarak bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Ayrıca, *F. solani*, *R. solani*, *Pythium* spp., *M. phaseolina* ve *Cylindrocarpon* spp.'nin tüm izolatları ve *F. oxysporum* (Gül 1 ve Ulu-4), *Fusarium* spp. (Gül-2) ve BN *Rhizoctonia* (AO-13 ve Gül-8)'nin bazı izolatları kök uzunluğunu, kök yaş ve kuru ağırlıklarını kontrol bitkilerine kıyasla önemli ölçüde azaltmıştır ( $P<0.05$ ).

### MAKALE BİLGİSİ

*Araştırma Makalesi*

Geliş: 01.06.2020

Kabul: 15.06.2020

**Anahtar kelimeler:**

Kivi, fungal kök çürüklüğü etmenleri, patojenisite

### Identification and pathogenicity of soilborne fungi in kiwifruit production areas of Ordu province

### ABSTRACT

This study was carried out in order to identify fungal diseases that cause root rot in kiwifruit orchards in Ordu province and to determine their pathogenicity. For this purpose, a total of 135 kiwifruit orchards in Altınordu, Perşembe, Gülyalı, Fatsa, Ünye, İkizce, Ulubey, Kabadüz and Çaybaşı districts, where contain approximately 97% of commercial kiwifruit cultivation of Ordu province, were investigated in 2013 and 2014. In the study, a total of 214 fungal isolates were obtained from the diseased plants in the kiwifruit orchards. It was determined that 37.38% (80 isolates) of the isolates belong to *Fusarium oxysporum*, 10.75% (23 isolates) to *F. solani*, 16.82% (36 isolates) to *Fusarium* spp., 7.94% (17 isolates) to BN *Rhizoctonia*, 3.74% (8 isolates) to MN *R. solani*, 5.61% (12 isolates) to *Pythium* spp., 3.74% (8 isolates) to *Macrophomina phaseolina*, 2.80% (6 isolates) to *Cylindrocarpon* spp., 1.4% (3 isolates) to *Verticillium* spp., 2.34% (5 isolates) to *Acremonium* spp., 2.34% (5 isolates) to *Clonostachys* spp., 1.87% (4 isolates) to *Rhizopus* spp. and 3.27% (7 isolates) to *Trichoderma* spp. In the pathogenicity tests carried out using approximately 13% of all the isolates on kiwifruit seedlings, it was found that the virulence of the isolates ranged between 0.67 to 5.0. Of the isolates used in this test, Cyb-1, İlz-3 and İlz-4 (*F. solani*); AO-11 and AO-12 (*R. solani*); and Cyb-4 and Üny-7 (*Pythium* spp.) were the most virulent isolates. The difference between the virulence of AO-4 (*Clonostachys* spp.), Ulu-11 (*Rhizopus* spp.) and Prs-15 (*Trichoderma* spp.) isolates, and that of the above-mentioned isolates was statistically significant ( $P<0.05$ ). In addition, all isolates of *F. solani*, *R. solani*, *Pythium* spp., *M. phaseolina* and *Cylindrocarpon* spp. and some isolates of *F. oxysporum* (Gül 1 and Ulu-4), *Fusarium* spp. (Gül-2) and BN *Rhizoctonia* (AO-13 and Gül-8) significantly reduced root length, and root fresh and dry weights compared to control plants ( $P<0.05$ ).

### ARTICLE INFO

**Research article**

Received: 01.06.2020

Accepted: 15.06.2020

**Keywords:**

Kiwifruit, fungal root rot agents, pathogenicity.

## GİRİŞ

Kivi (*Actinidia* spp.), Çin ve Güneydoğu Asya'da doğal olarak yetişen çalı formunda sarılıcı, tırmanıcı, yaprağını döken, çok yıllık bir bitkidir (Strik ve ark., 2005). Günümüzde dünyada 23 ülkede kivi yetiştiriciliği yapılmakta olup, 247794 ha alandan toplam 4038871 ton ürün elde edilmektedir. 2019 FAO verilerine göre, dünyanın en büyük kivi üreticisi olan Çin, 165728 ha alandan 2024603 ton ürün elde etmektedir. Bu üretimi sırasıyla 541150 ton ile İtalya, 411783 ton ile Yeni Zelanda, 311307 ton ile İran, 274600 ton ile Yunanistan, 224.916 ton ile Şili, 65632 ton ile Fransa ve 61920 ton ile Türkiye izlemektedir (FAO, 2020).

Türkiye'de Akdeniz, Ege, Karadeniz ve Marmara bölgelerinde kivi yetiştiriciliği yapılmakta olup, 29902 da alandan toplam 61920 ton kivi elde edilmektedir (TÜİK, 2018). Karadeniz Bölgesi (Artvin, Bartın, Düzce, Giresun, Kastamonu, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Trabzon ve Zonguldak) kivi yetiştiriciliği yapılan alanların %45.9 (13743 da)'unu kapsamakta olup, toplam üretimdeki payı %37 (22959 ton)'dır. Bu bölgedeki kivi üretiminin 22140 tonu Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi illerinde gerçekleşmektedir. Ordu ili 7336 ton kivi üretimi ile Yalova'dan sonra 2.sırada yer almasına karşın, üretim alanı bakımından 2978 da kivi üretim alanı ile sırasıyla Yalova, Rize ve Bursa illerinden sonra 4.sırada gelmektedir (TÜİK, 2018). Son yıllarda, Ordu ili kivi bahçelerinde hastalık, zararlı ve yabancı otlar ile çeşitli bitki koruma problemleri görülmekte olup, bunlar farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Günçan, 2015; Yonat, 2016; Türkkan ve ark., 2018; Türkkan ve ark., 2020a,b).

Dünyanın farklı ekolojik koşullarında kivi üretiminin ve veriminin çeşitli fungal kök ve gövde çürüklüğü patojenlerinden etkilendiği ve bunlardan özellikle *Phytophthora* spp. ve *Armillaria* spp.'nin diğer kök ve odun çürüklüğü etmenleri (*Rosellinia necatrix*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae* ve *Fusarium* spp.)'nden daha yaygın olarak kivi yetiştiriciliğinde sorun olduğu bildirilmiştir (Brook, 1986). *Phytophthora megasperma* (Baudry ve ark., 1991)'nin Fransa'da, *P. cactorum*, *P. cinnamomi*, *P. citrophthora*, *P. cryptogea*, *P. drechsleri*, *P. megasperma* ve *Phytophthora* spp. (Conn ve ark., 1991)'nin ABD'de, *P. cryptogea* ve *P. citrophthora* (Latorre ve ark., 1991)'nin Şili'de, *P. drechsleri* (Lee ve ark., 2001)'nin Güney Kore'de, *P. citrophthora* (Mahdavi ve ark., 2013)'nin İran'da ve *P. citrophthora*, *P. cryptogea*, *P. megasperma* ve *P. palmivora* (Akıllı ve ark., 2011; Kurbetli ve ark., 2013; Çiftçi ve ark., 2015)'nin Türkiye'de kivi bahçelerinde kök çürüklüğüne neden olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan *A. mellea* ve *A. novae-zelandiae*'nin Yeni Zelanda (Horner, 1985)'da ve *A. mellea*'nin İran (Taheri ve ark., 2007)'da kivilerde odun ve kök çürüklüğüne neden olduğu belirlenmiştir. İtalya'da ise hastalıklı kivilerin odun dokularından *Fomitiporia mediterranea*, *Phaeoacremonium parasiticum*, *Cadophora malorum* ve *Phaeoacremonium aleophilum* izole edilmiştir (Di Marco ve ark., 2004). Yine aynı ülkede yürütülen başka bir çalışmada *Acremonium* spp., *Cylindrocarpon* spp., *Fusarium* spp., *Phaeoacremonium* spp., *Phialophora* spp. ve *Phomopsis* spp.'lerin hastalıklı bitki dokuları ile ilişkili olduğu belirlenmiştir (Nipoti ve ark., 2003). İran'ın Mazandaran ilindeki kivi sörveylerinde Taheri ve ark. (2007) hastalıklı bitkilerden *P. citrophthora*, *A. mellea*, *Pythium ultimum* var. *sporangiferum*, *Fusarium solani*, *Phytophthora* sp., *Bipolaris* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Phoma* sp. ve *Macrophomina* sp. funguslarını izole etmişlerdir. Ying-Ying ve ark. (2017) Çin'de Liaoning Eyaleti'nde, *Actinidia arguta* kivilerinde kök çürüklüğüne neden olan *Fusarium commune*'yi rapor etmişlerdir. Ülkemizde ise, çeşitli kivi üretim alanlarında farklı araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalarda, *Cylindrocladiella parva*, *Cylindrocarpon pauciseptatum*, *Ilyonectria* (*Cylindrocarpon*) *europaea*, *I. liriodendri*, *I. robusta* ve *I. torresensis* (Erper ve ark., 2011; Erper ve ark., 2013), *Phytophthora vexans* (Polat ve ark., 2017), MN *Rhizoctonia solani* (AG 1-IB, AG 4 HG-I, AG 4 HG II, AG 5) ve BN *Rhizoctonia* (AG-A, AG-Fa, AG-Fb, AG-G, AG-I, AG-L, AG-O, AG-P ve AG-R) (Türkkan ve ark., 2018), *V. dahliae* (Türkkan ve ark., 2020a) ve *M. phaseolina* (Türkkan ve ark., 2020b) gibi fungal hastalık etmenlerinin kivilerde kök çürüklüğü ve solgunluk hastalıklarına neden olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada Türkiye'de kivi yetiştiriciliğinde önemli bir yere sahip olan Ordu ili ve ilçelerindeki kivi bahçelerinde kök çürüklüğüne neden olan fungal kök çürüklüğü hastalık etmenlerinin tespiti ve bunların patojenisitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Hastalıklı Bitki Örneklerinin Toplanması

Survey çalışmaları, 2013 ve 2014 yıllarının Haziran-Eylül ayları arasında, Ordu ilinin kivi yetiştiriciliğinin yaklaşık %97'sini oluşturan Altınordu, Perşembe, Gülyalı, Fatsa, Ünye, İkizce, Ulubey, Kabadüz ve Çaybaşı ilçelerine ait kivi bahçelerinde gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Ordu ilindeki kivi üretim değerleri ve örnek alınan bahçe sayıları (TUİK, 2012)

İlçe adı	Üretim alanı (da)	Üretim miktarı (ton)	Örnek alınan bahçe sayısı
Altınordu	818	2 306	42
Perşembe	347	885	24
Gülyalı	355	990	19
Fatsa	345	923	15
Ünye	264	420	14
İkizce	167	495	7
Ulubey	127	208	6
Kabadüz	81	147	3
Çaybaşı	66	153	5
<b>TOPLAM</b>	<b>2 570</b>	<b>6 527</b>	<b>135</b>

Sörvey için seçilen kivi bahçelerinde Grigorov (1974) örnekleme metodu esas alınarak solgunluk ve kök çürüklüğü belirtisi gözlenen ağaçların kök kısımları incelenerek hastalıklı bitki örnekleri plastik torbalar içerisinde laboratuvara getirilerek +4 °C’de buzdolabında muhafaza edilmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Kivi bahçelerinde incelenen omca sayıları

Bahçedeki omca sayısı	İncelenen omca sayısı
20	bahçenin tamamı
21-70	10-30
71-150	31-40
151-500	41-80
501-1000	15%
1000>	%5 (en az 150)

### Fungusların izolasyonu ve teşhis edilmesi

Laboratuvara getirilen hastalıklı bitki köklerinden steril bir bistüri ile 3-5 mm’lik parçalar hasta ve sağlam dokuyu içerecek şekilde kesilmiştir. Kesilen parçalar %1’lik NaOCl içinde 3 dakika bekletilmiş, 3 defa steril saf su içerisinde geçirilerek yüzeysel dezenfeksiyonları sağlanmıştır. Steril filtre kağıtları arasında kurutulduktan sonra patates dekstroz agar (PDA, BD Difco, Sparks, MD, ABD) besin ortamlarının bulunduğu 9 cm çaplı steril Petri kaplarına 4’er adet bitki materyali konmuş ve 25±1 °C’de inkubasyona bırakılmıştır. 3-5 günlük inkubasyondan sonra miselyal gelişmeler ışık mikroskobu (Leica DM 750, Leica, Almanya) altında x200 büyütmede kontrol edilmiştir. Fungal kültürlerin gelişen hif uçlarından alınan 5 mm çaplı agar parçaları taze PDA besin ortamına aktarılmıştır. Daha sonra elde edilen tüm fungal izolatların su agar (WA)’da tek spor izolasyonu yapılarak hem eğik agar üzerinde geliştirilen hem de steril kurutma kağıtları üzerinde geliştirilen saf kültürlerin bulunduğu tüpler +4 °C’de ve/veya -18 °C’de Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Mikoloji Laboratuvarında fungal koleksiyonunda muhafaza edilmiştir.

*Fusarium* cinsine ait türlerin teşhisi için, hem morfolojik yapılarının en iyi olduğu sentetik nutrient agar (SNA) besin ortamına, hem de kültür renginin görüldüğü patates sükröz agar (PSA) besin ortamına aşılınmışlar, daha sonra da 25±1 °C’de inkubasyona bırakılmışlardır. SNA besin ortamına aşılınan izolatların miselleri 2-3 cm gelişme gösterdikten sonra, fialid ve konidi oluşumunu teşvik etmek amacıyla gelişme ucuna yakın bölgeye 1cm<sup>2</sup> boyutlarındaki steril kurutma kağıtları, agar üzerine bırakılmıştır. 3-4 gün sonra, gelişmenin görüldüğü kurutma kağıdının dibinden alınan agar parçası bir lam üzerine konmuş, üzerine boya (laktofenol pamuk mavisi) damlatılmış ve lamel kapatılmıştır. Daha sonra x40’lık objektif ile mikroskop altında incelenmiştir. Her izolat için 50 makrokonidi ve varsa 50 mikrokonidi ölçümü yapılmıştır. PSA’daki gelişme renkleri de dikkate alınarak literatüre göre teşhisleri yapılmıştır (Booth, 1971; Burgess ve ark., 1994).

*Rhizoctonia* grubu fungusların teşhisi amacıyla izolatlar eğik agardan, hazırlanan PDA besin ortamına aşılınmış ve 25±1 °C’de inkubasyona bırakılmıştır. *Rhizoctonia* izolatlarının çekirdek sayılarını belirlemek için, gelişen kültürlerden alınan

5 mm'lik agar diskleri, su agar (SA) üzerine bırakılan %0.5'lik PDA'ya daldırılmış lamellerin 1'er cm yakınına yerleştirilmiştir. 25 °C'de 24-48 saat inkübasyondan sonra gelişen hifler Safranin O ve %3'lük KOH ile boyanarak mikroskopta x400 büyütmede her izolatanın 20 hücresinde çekirdek sayımı yapılmıştır (Sneh ve ark., 1991; Sneh ve ark., 1996).

*Macrophomina* spp.'ye ait izolatların teşhisinin yapılması amacıyla izolatlar PDA besin ortamında kültüre alınmıştır. İzolatların kültürlerde koloni şekli, miselyum varlığı, mikrosklerot şekli ve boyutları ile yoğunluğuna bakılarak teşhisi yapılmıştır (Dhingra ve Sinclair, 1973).

Diğer cinslere ait funguslar da PDA ortamında geliştirilerek çoğalma yapılarının özelliklerine göre değişik kaynaklardan yararlanılmak suretiyle teşhisleri yapılmıştır (Barnett, 1960; Ellis, 1993a,b; Anonim, 1996).

### Patojenisite testi

Elde edilen fungusların patojenisitelerini tespit etmek amacıyla fungal izolat sayısı ve coğrafi dağılımı esas alınarak rastgele 27 izolat seçilmiştir. Seçilen izolatlar PDA besin ortamına aktararak 25±1 °C'de 5-7 gün inkübasyona bırakılmıştır. Denemede kullanılmak üzere fungal inokulumların geliştirildiği mısır unu-kum-su (10:90:20; w:w:v) karışımı cam şişelere doldurularak 2 gün art arda 121 °C'de 1'er saat süreyle otoklavda steril edilmiştir. Patojenisitede kullanılmak için PDA ortamında geliştirilen izolatlardan kesilen agar parçaları (5 mm çaplı) cam şişelere her şişeye 5-6 adet olacak şekilde konulmuş ve 25±1 °C'de 4 hafta süreyle inkube edilmiştir. Bu süre sonunda cam şişelerde geliştirilen inokulumlardan %5 oranında alınarak 1 litrelik plastik saksılarda steril toprak karışımı (toprak, torf, gübre 1:1:0.5; v:v:v)'nda yetiştirilmiş 2-4 yapraklı Hayward çeşidi kivi (çelik) fidanlarının kök bölgesine konulmuştur. Bitki yetiştirme odalarında 25 °C'de inkübasyona bırakılan bitkiler, 48 gün sonra Erper ve ark. (2013)'larının 0-5 kök çürüklüğü skalası (0: sağlıklı bitki, 1: bitki kök kitlesinin % 0-25'inde hafif renk değişikliği, 2: bitki kök kitlesinin % 26-50'sinde renk değişikliği, 3: bitki kök kitlesinin % 51-70'inde orta düzeyde renk değişikliği, 4: bitki kök kitlesinin % 75'inden daha fazlasında şiddetli renk değişikliği, 5: ölü bitki)'na göre değerlendirilmiştir.

Bitki kök uzunlukları ve kök yaş ağırlıkları belirlendikten sonra örnekler kâğıt zarflara konularak 4 gün süreyle 70 °C'de etüvde kurutulmuştur. Daha sonra hassas terazide tartılarak bitkilerin kök kuru ağırlıkları da belirlenmiştir.

### İstatistiksel analiz

Patojenisite denemesi tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme sonucu elde edilen veriler IBM SPSS istatistik program (version 19, Property of SPSS, Inc., IBM Company, ABD)'ı kullanılarak ayrı ayrı tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki önemli farklılıklar Tukey-HSD (P<0.05) testine göre belirlenmiştir.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada, Ordu ili'nde kivi üretiminin yoğun olarak yapıldığı Altınordu, Çaybaşı, Gülyalı, Fatsa, İkizce, Kabadüz, Perşembe, Ulubey ve Ünye ilçelerindeki kivi bahçelerinde kök çürüklüğü ve solgunluk simptomsu gözlenen bitkilerden yapılan izolasyonlarda 10 farklı fungus cinsine ait toplam 214 adet izolat elde edilmiştir (Çizelge 3). 139 izolat (%64.95) ile *Fusarium* en sık izole edilen fungus cinsi olup, geriye kalan 75 izolatanın, 17'sinin BN *Rhizoctonia*'ya, 12'sinin *Pythium* spp.'ye, 8'inin *R. solani*'ye, 8'inin *Macrophomina phaseolina*'ya, 7'sinin *Trichoderma* spp.'ye, 6'sının *Cylindrocarpon* spp.'ye, 5'inin *Acremonium* spp.'ye, 5'inin *Clonostachys* spp.'ye, 4'ünün *Rhizopus* spp.'ye ve 3'ünün *Verticillium* spp.'ye ait olduğu belirlenmiştir.

Türkiye'de *Cylindrocarpon* (syn: *Ilyonectria*) *liriodendri* (Rize) (Erper ve ark., 2011), *Cylindrocarpon pauciseptatum*, *Cylindrocladiella parva*, *Ilyonectria europaea*, *I. liriodendri*, *I. robusta* ve *I. torresensis* (Rize ve Samsun) (Erper ve ark., 2013), *Phytophthora vexans* (Bursa, Kocaeli ve Yalova) (Polat ve ark., 2017), *Rhizoctonia solani* (AG 1-IB, AG 4 HG-I, AG 4 HG II, AG 5) ve BN *Rhizoctonia* (AG-A, AG-Fa, AG-Fb, AG-G, AG-I, AG-L, AG-O, AG-P ve AG-R) (Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin) (Türkkan ve ark., 2018), *Verticillium dahliae* ve *Macrophomina phaseolina* (Ordu) (Türkkan ve ark., 2020a;b) türleri daha önce kivilerde rapor edilmiş olmasına karşın, diğer fungus türleri (*F. oxysporum*, *F. solani*, *Fusarium* spp., *Trichoderma* spp., *Acremonium* spp., *Clonostachys* spp. ve *Rhizopus* spp.)'ne ait herhangi bir kayıt yoktur. Ancak, dünyada kivi yetiştiriciliğinin yapıldığı farklı ülkelerde, örneğin, Yenezelanda'da *Phytophthora* spp., *R. solani* ve *V. dahliae* (Brook, 1986), Çin (Guangdong ve Liaoning)'de *P. cinnamomi*, *F. solani* ve *F. commune* (Yajun ve Peikun, 1998; Ying-Ying ve ark., 2017), İtalya'da *Acremonium* spp., *Cylindrocarpon* sp., *Fusarium* sp., *Phaeoacremonium* sp., *Phialophora* sp. ve *Phomopsis* sp. (Nipoti ve ark., 2003) ve İran'da *P. citrophthora*, *A. mellea*, *Pythium ultimum* var. *sporangiferum*, *Fusarium solani*, *Phytophthora* sp., *Bipolaris* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Phoma* sp. ve *Macrophomina* sp. (Taheri ve ark., 2007) hastalık etmenleri kivi sörveylerinde tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Ordu ili ilçelerine göre izolatların dağılımı

Fungus türleri	Fungal izolatların elde edildiği ilçeler										Tüm izolatlar içindeki oranı %
	Altınordu	Çaybaşı	Fatsa	Gülyalı	İkizce	Kabadüz	Perşembe	Ulubey	Ünye	Toplam	
<i>Fusarium oxysporum</i>	13	10	8	13	12	-	8	6	10	80	37.38
<i>Fusarium solani</i>	3	5	3	-	5	-	-	4	3	23	10.75
<i>Fusarium</i> spp.	7	2	3	5	5	-	4	4	6	36	16.82
BN <i>Rhizoctonia</i>	2	1	3	3	-	-	4	1	3	17	7.94
MN <i>Rhizoctonia solani</i>	2	-	2	1	-	-	-	-	3	8	3.74
<i>Pythium</i> spp.	4	1	-	1	-	-	3	1	2	12	5.61
<i>Macrophomina phaseolina</i>	2	-	3	-	-	-	3	-	-	8	3.74
<i>Trichoderma</i> spp.	2	-	2	1	1	-	-	1	-	7	3.27
<i>Cylindrocarpon</i> spp.	2	-	-	-	1	1	1	-	1	6	2.80
<i>Acremonium</i> spp.	2	-	1	-	-	1	1	-	-	5	2.34
<i>Clonostachys</i> spp.	2	-	-	1	-	-	-	-	2	5	2.34
<i>Rhizopus</i> spp.	2	-	1	-	-	-	1	-	-	4	1.87
<i>Verticillium</i> spp.	-	-	1	-	-	-	1	-	1	3	1.40
<b>Toplam</b>	<b>43</b>	<b>19</b>	<b>27</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	<b>31</b>	<b>214</b>	<b>100.00</b>

Ayrıca, çalışmamızda *F. oxysporum*, *Fusarium* spp. ve *F. solani*'nin diğer fungus türlerinden çok daha yaygın olarak hastalıklı kivi köklerinden izole edilmiş olup, bu bulgu Asan (2011)'nin ülkemizde 84 *Fusarium* türü arasında *F. oxysporum*, *F. moniliforme* ve *F. solani*'nin en yaygın türler olduğu tespitiyle de uyumludur.

Çalışmada elde edilen izolatların yaklaşık %13'ü kullanılarak kivi fidanları ile yürütülen patojenisite testlerinde izolatların hastalık şiddeti skala değerlerinin 0.67-5.0 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4). Patojenisite testlerinde kivi fidanlarında şiddetli kök çürüklüğüne neden olan *F. solani* (Cyb-1, İkz-3 ve İkz-4), *R. solani* (AO-11 ve AO-12) ve *Pythium* spp. (Cyb-4 ve Üny-7)'e ait izolatların en virülene, *Clonostachys* spp. (AO-4), *Rhizopus* sp. (Ulu-11) ve *Trichoderma* spp. (Prs-15)'e ait izolatların en düşük virülense sahip oldukları gözlenmiş olup, bu grupların virülenslikleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

Çin'in Guangdong eyaleti Heping ilçesindeki kivi bahçelerindeki bitkilerde *F. solani*'nin kivi fidelerinde şiddetli kök çürüklüğüne neden olduğunu ve patojenisite denemelerinde etmenin oldukça yüksek bir virülense sahip olduğu tespit edilmiştir (Yajun ve Peikun, 1998). Çin'de yapılan başka bir çalışmada, *F. commune*'nin kivilerde kök çürüklüğüne neden olduğunu belirlenmiştir (Ying-Ying ve ark. 2017). Şili'de kivi bahçelerinde kivi meyvelerinde siyah çürüklüklere neden olan *F. oxysporum*'un patojenisite testlerinde hem meyve hem de kivi sürgünlerinde şiddetli çürüklüklere neden olduğu bildirilmiştir (Oyarce Lorca, 2014). Ülkemizde Türkkân ve ark. (2018) kivilerden izole edilen *Rhizoctonia* spp. izolatlarının virülensliklerinin farklılık gösterdiğini, ancak genel olarak MN *R. solani* izolatlarının BN *Rhizoctonia* izolatlarına kıyasla daha yüksek bir virülense sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ancak BN *Rhizoctonia* AG-P ve MN *R. solani* AG 4 HG-I izolatlarının virülensliklerinin istatistiksel olarak birbirinden farklı olmadığı ve kivilerde şiddetli kök çürüklüklerine neden olarak bitki gelişim parametreleri (bitki boyu, kök boyu, bitki gövde kuru ağırlığı ve bitki kök kuru ağırlığı)'ni kontrole kıyasla önemli oranda azalttığı belirlenmiştir. Erper ve ark. (2013) patojenisite çalışmalarında *Cylindrocarpon pauciseptatum*, *C. (Ilyonectria) europaea*, *C. (Ilyonectria) liriodendri*, *C. (Ilyonectria) robusta*, *C. (Ilyonectria) torresensis* ve *Cylindrocladiella parva* izolatlarının kivi fidanlarında şiddetli kök çürüklüğüne neden olduğunu ve bitki gelişim parametreleri (bitki boyu, kök boyu, bitki gövde kuru ağırlığı ve bitki kök kuru ağırlığı)'ni kontrol bitkilerine kıyasla önemli oranda azalttıklarını tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada, *F. solani*, *R. solani*, *Pythium* spp., *M. phaseolina* ve *Cylindrocarpon* spp.'nin tüm izolatlarının ve *F. oxysporum* (Gül 1 ve Ulu-4), *Fusarium* sp. (Gül-2) ve BN *Rhizoctonia* (AO-13 ve Gül-8)'nin bazı izolatlarının bitki kök uzunluğunu, kök yaş ve kuru ağırlıklarını kontrol bitkilerine kıyasla önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ).

Çizelge 4. Kivilerden elde edilen izolatların inokulasyondan 48 gün sonra kivi fidanları üzerine etkileri

No	İzolot adı*	Fungus adı	Hastalık şiddeti skala değeri	Kök uzunluğu (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)
1	Gül-1		4.67 a**	2.83 c	0.43 c	0.13 b
2	Ulu-4		4.33 a	6.03 bc	0.71 c	0.10 b
3	Prs-5	<i>Fusarium oxysporum</i>	4.33 a	3.57 c	2.06 bc	0.52 ab
4	AO-7		4.00 ab	9.20 a-c	1.45 c	0.40 ab
5	Ft-5		3.67 ab	8.77 a-c	1.12 c	0.30 ab
6	Ft-6		3.33 a-c	8.83 a-c	3.68 bc	0.84 ab
7	Cyb-1		5.00 a	0.83 c	0.17 c	0.02 b
8	İkz-3	<i>Fusarium solani</i>	5.00 a	0.80 c	0.12 c	0.02 b
9	Prs-1		4.67 a	2.23 c	0.27 c	0.05 b
10	İkz-4		5.00 a	0.57 c	0.18 c	0.03 b
11	Gül-2		3.33 a-c	5.27 bc	0.64 c	0.17 b
12	Prs-2	<i>Fusarium spp.</i>	3.00 a-d	7.70 a-c	1.54 c	0.36 ab
13	AO-2		3.33 a-c	7.83 a-c	2.71 bc	0.81 ab
14	AO-10		4.00 ab	6.46 bc	1.67 c	0.42 ab
15	AO-13	<i>BN Rhizoctonia</i>	4.00 ab	6.40 bc	0.68 c	0.20 b
16	Gül-8		4.00 ab	4.87 bc	0.47 c	0.11 b
17	AO-11	<i>MN Rhizoctonia solani</i>	5.00 a	2.23 c	0.34 c	0.06 b
18	AO-12		5.00 a	1.70 c	0.24 c	0.03 b
19	Cyb-4	<i>Pythium spp.</i>	4.67 a	1.70 c	0.37 c	0.07 b
20	Üny-7		5.00 a	1.27 c	0.25 c	0.05 b
21	Prs-3	<i>Verticillium spp.</i>	3.00 a-d	6.57 bc	2.25 bc	0.47 ab
22	Prs-7	<i>Macrophomina phaseolina</i>	4.67 a	3.53 c	0.23 c	0.08 b
23	Cyb-3	<i>Cylindrocarpon spp.</i>	4.67 a	1.73 c	0.16 c	0.02 b
24	Kd-1	<i>Acremonium spp.</i>	2.67 a-d	11.07 a-c	2.23 bc	0.71 ab
25	AO-4	<i>Clonostachys spp.</i>	1.33 b-d	9.00 a-c	0.62 c	0.33 ab
26	Ulu-11	<i>Rhizopus spp.</i>	1.33 b-d	15.40 a-c	7.63 ab	1.13 ab
27	Prs-15	<i>Trichoderma spp.</i>	0.67 cd	20.83 ab	9.69 a	1.36 ab
28	Kontrol		0.33 d	23.73 a	9.64 a	1.75 a

\*Gül=Gülyalı, İkz=İkizce, Ulu=Ulubey, Prs=Perşembe, Aor=Altınordu, Ft=Fatsa, Cyb=Çaybaşı, Üny=Ünye, Kd=Kabadüz

\*\*Aynı harfle gösterilen değerler için Tukey-HSD P<0.05'e göre fark yoktur.

## SONUÇ

Ordu ili kivi bahçelerinde kök çürüklüğü ve solgunluk ile ilgili fungusların *F. oxysporum*, *F. solani*, *Fusarium sp.*, *Rhizoctonia solani*, *BN Rhizoctonia*, *Pythium spp.*, *Macrophomina phaseolina*, *Trichoderma spp.*, *Cylindrocarpon spp.*, *Acremonium spp.*, *Clonostachys spp.*, *Rhizopus spp.* ve *Verticillium spp.* hastalık etmenlerine ait olduğu belirlenmiştir. Çalışmada *Fusarium*, *Rhizoctonia* ve *Pythium* türlerinin hastalıklı kivilerden sık olarak izole edildiği, bunlardan özellikle *F. oxysporum*, *F. solani* ve *Fusarium spp.*'nin diğer türlere kıyasla daha yaygın olduğu tespit edilmiştir. Patojenisite testlerinde ise *Trichoderma spp.*, *Clonostachys spp.* ve *Rhizopus spp.*'ye ait izolatlar hariç, diğer funguslara ait izolatların kivi fidelerinde orta ve yüksek şiddette kök çürüklüğüne neden olduğu ve genel olarak bitki gelişim parametrelerini kontrole kıyasla önemli oranda azalttıkları tespit edilmiştir.

Kivi bahçelerinde fungal kök çürüklüğü hastalık etmenlerinin mücadelesinde kültürel önlemler başta olmak üzere diğer mücadele yöntemleri ile entegre bir şekilde kullanılmasını gerektirmektedir. Bunlara ilişkin olarak, özellikle taban suyu yüksek olan yerlere kivi bahçesinin tesis edilmemesi, derin dikimden kaçınılması, analiz sonuçlarına göre gübre

uygulaması yapılması, yabancı ot temizliğine dikkat edilmesi ve aşırı sulamadan kaçınılması hususlarında yetiştiriciler bilgilendirilmelidir. Türkiye’de kivilerde fungal kök çürüklüğü hastalık etmenlerine karşı ruhsatlı bir fungusit olmaması üreticiler için bir dezavantaj teşkil etmektedir. Ancak, çalışmada izole edilen *Trichoderma* ve *Clonostachys* cinslerine ait biyolojik mücadele etmenlerinin tür tanımları yapılarak fungal kök çürüklüğü hastalık etmenlerine karşı etkinlikleri (*in vitro*, *in vivo* ve sonrasında da bahçe koşullarında)’nin test edilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir (Proje No: TF-1306). Çalışmada kivilerden elde edilen kök çürüklüğü etmeni fungusların teşhisinde yardımcı olan Prof. Dr. Berna Tunalı ve Doç. Dr. İsmail Erper (Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Atakum, Samsun)’e teşekkür ederiz.

### KAYNAKLAR

- Akıllı S, Serçe ÇU, Katircioğlu YK, Karakaya A, Maden S 2011. Involvement of *Phytophthora citrophthora* in kiwifruit decline in Turkey. *Journal of Phytopathology* 159:579-581.
- Anonymous 1996. International Course on the Identification of Fungi of Agricultural and Environmental Significance. 11 August – 20 September, 1996, IMI, Egham, UK.
- Asan A 2011. Checklist of *Fusarium* species reported from Turkey. *Mycotaxon* 116(1): 479.
- Barnett HL 1960. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Department of Plant Pathology, Bacteriology and Entomology West Virginia University Morgantown, West Virginia. p. 225.
- Baudry A, Morzieres JP, Ellis R 1991. Effect of *Phytophthora* spp. on kiwifruit in France. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 19(4): 395-398.
- Booth C 1971. The genus *Fusarium*, Commonwealth Agricultural Bureaux, Kew, Surrey, England, 237.
- Brook PJ 1986. Diseases of kiwifruit. In ‘Kiwifruit: science and management’. (Eds IJ Warrington, GC Weston). New Zealand Ray Richards Publisher pp420-428.
- Burgess LW, Summerrell BA, Bullock S, Gott KP, Backhouse D 1994. Laboratory manual for *Fusarium* research (3rd Edition), USA, 388.
- Conn KE, Gubler WD, Mircetich SM, Hasey JK 1991. Pathogenicity and relative virulence of nine *Phytophthora* spp. from kiwifruit. *Phytopathology* 81(9): 974-979.
- Çiftçi O, Serçe ÇU, Türkölmez Ş, Derviş S 2016. First Report of *Phytophthora palmivora* causing crown and root rot of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) in Turkey. *Plant Disease* 100(1): 210.
- Dhingra OD, Sinclair JB 1973. Location of *Macrophomina phaseolina* on soybean plants related to culture characteristics and virulence. *Phytopathology* 63:934-936
- Di Marco S, Calzarano F, Osti F, Mazzullo A 2004. Pathogenicity of fungi associated with a decay of kiwifruit. *Australasian Plant Pathology* 33(3): 337-342.
- Ellis MB 1993a. Dematiaceous Hyphomycetes. Former Principal Mycologist Commonwealth Mycological Institute, Kew 7-594.
- Ellis MB 1993b. More Dematiaceous Hyphomycetes. Former Principal Mycologist Commonwealth Mycological Institute, Kew 7-489.
- Erper I, Tunalı B, Agustí-Brisach C, Armengol J 2011. First report of *Cylindrocarpon lirioidendri* on kiwifruit in Turkey. *Plant Disease* 95:76.
- Erper I, Agustí-Brisach C, Tunalı B, Armengol J 2013. Characterization of root rot disease of kiwifruit in the Black Sea region of Turkey. *European Journal of Plant Pathology* 136(2): 291-300.
- FAO 2020. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> (Erişim Tarihi: 10.01.2020).
- Grigorov SP 1974. Karantina na restaniata, Zemizdat, Sofya, 346p.
- Güncan A 2015. Current status of the kiwifruit pests in Turkey. *Acta Hort.* 1096, 371-376.
- Horner IJ 1985. How serious is the *Armillaria* problem? *New Zealand Kiwifruit*, December 1985: 20.
- Kurbetli İ, Ozan S 2013. Occurrence of *Phytophthora* root and stem rot of kiwifruit in Turkey. *Journal Phytopathology* 161(11-12): 887-889.
- Latorre BA, Alvarez C, Ribeiro OK 1991. *Phytophthora* root rot of kiwifruit in Chile. *Plant Disease* 75(9): 949-952.
- Lee YH, Jee HJ, Cha KH, Ko SJ, Park KB 2001. Occurrence of *Phytophthora* root rot on kiwifruit in Korea. *The Plant Pathology Journal* 17(3): 154-158.
- Mahdavi E 2013. Occurrence of *Phytophthora* root and collar rot disease of kiwifruit orchards in the west part of the Mazandaran Province. *Scholarly Journal of Agricultural Science* 3(8): 331-335.
- Nipoti P, Sandalo S, Prodi A, Credi R, Spada G, Graziani S 2003. An Unusual Wood Disease of Kiwifruit In Italy. *International Society for Horticultural Science, V International Symposium on Kiwifruit*.
- Polat Z, Awan QN, Hussain M, Akgül DS 2017. First report of *Phytophthora vexans* causing root and collar rot of kiwifruit in Turkey. *Plant Disease* 101(6): 1058.
- Sneh B, Burpee L, Ogoshi A 1991. Identification of *Rhizoctonia* species. St. Paul, MN: APS Press.

- Sneh B, Jabaji-Hare S, Neate S, Dijst G 1996. *Rhizoctonia* species: Taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and diseases control. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Strik B, Cahn H, Buller G, Tiyyon C, Pescie M 2005. Growing kiwifruit. pacific northwest extension (The Oregon State University Extension Service, Washington State University Extension, and University of Idaho Extension), USA, 27 pp.
- Taheri H, Beygi F, Gol Mohammadi M, Aduli B 2007. Etiology of kiwifruit crown and root fungal pathogens in North of Iran. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=IR2012001108>.
- TÜİK 2012. [https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr-\(ErişimTarihi: 01.01.2013\)](https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr-(ErişimTarihi: 01.01.2013)).
- TÜİK 2018. [https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr-\(ErişimTarihi: 10.05.2019\)](https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr-(ErişimTarihi: 10.05.2019)).
- Türkkan M, Erper I, Kılıçoğlu MÇ, Yazıcıoğlu E, Özcan M 2018. Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from kiwifruit in the Middle and Eastern Black Sea region of Turkey. *Journal of Phytopathology* 166(11-12): 761-774.
- Türkkan M, Şahin N, Özer G, Evgin Z, Yaman M, Erper I 2020a. First report of *Verticillium dahliae* causing Verticillium wilt on kiwifruit in Ordu, Turkey. *Journal of Plant Pathology* 102:221–222.
- Türkkan M, Benli Hİ, Yılmaz Ö, Özer G, Yaman M, Şahin N, Erper I 2020b. First report of charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina* on kiwifruit in Turkey. *Journal of Plant Pathology* 102:535.
- Yajun H, Peikun Q 1998. Studies on the cause of root rot of kiwifruit in Guangdong Province. *Journal of South China Agricultural University* 19(4):19-22.
- Ying-Ying Y, Liang C, Hong-Hai Z 2017. The pathogen causing bower kiwifruit *Fusarium* root rot. *Mycosystema* 36(10): 1369-1375.
- Yonat H 2016. Ordu ili kivi bahçelerinde görülen yabancı ot türlerinin ve yoğunluklarının belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Ordu.