

## Ordu ili yaprak lahana ekim alanlarından izole edilen *Rhizoctonia* grubu fungusların anastomozis gruplarının, karakteristik özelliklerinin ve patojenisitelerinin belirlenmesi

Halil İbrahim BENLİ<sup>1</sup>, Muharrem TÜRKKAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ordu

Alınış tarihi: 27 Şubat 2020, Kabul tarihi: 12 Haziran 2020

Sorumlu yazar: Muharrem TÜRKKAN, e-posta: muharremturkkan@odu.edu.tr

### Öz

Ordu ilinin on bir ilçesi (Akkuş, Altınordu, Aybastı, Çatalpınar, Çaybaşı, Fatsa, Perşembe, Gölköy, Gülyalı, Gürgentepe ve Ulubey)'nde 2017-2018 vejetasyon döneminde yürütülen sörvey çalışmalarında, hastalıklı yaprak lahana bitkileri ve onların rizosfer toprağından toplam elli dört *Rhizoctonia* izolatu elde edilmiştir. *Rhizoctonia* spp. izolatlarının kültürel özellikleri, anastomozis grupları ve patojenisiteleri incelenmiştir. İzolatların %62.96'sının binükleik (BN) *Rhizoctonia* (AG-A, AG-E, AG-F, AG-K ve AG-O) ve %37.04'ünün multinükleik (MN) *Rhizoctonia solani* (AG 1, AG 2-1, AG 4 ve AG 5) olduğu tespit edilmiştir. Sörvey yapılan tüm arazilerde en yaygın grup, 22 izolat ile BN *Rhizoctonia* AG-A olarak belirlenmiştir. Geri kalan 32 izolatın 10'u *R. solani* AG 4, 6'sı BN *Rhizoctonia* AG-K, 6'sı *R. solani* AG 2-1, 4'ü BN *Rhizoctonia* AG-F, 3'ü *R. solani* AG 5, 1'er tanesinin de *R. solani* AG 1, BN *Rhizoctonia* AG-E ve AG-O'ya ait olduğu belirlenmiştir. Tüm izolatların %53.70'i kullanılarak yaprak lahana fideleri üzerinde yürütülen patojenisite testlerinde, genel olarak BN ve MN *Rhizoctonia* spp. izolatları arasında istatistiksel olarak önemli virülens farklılıkları olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). BN *Rhizoctonia* izolatlarının hastalık şiddeti skalası değerlerinin 0.00 ile 2.83 arasında değişirken, MN *R. solani* izolatlarının hastalık şiddeti skalası değerlerinin 2.17 ile 3.00 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca, hastalık şiddeti skala değerleri arasında hiçbir önemli bir fark bulunmayan AG 4, AG 2-1, AG-F, AG-E, AG 1 ve AG 5 izolatları, kontrol bitkileri ile kıyaslandığında bitki büyüme parametleri (bitki

boyu, gövde ve kök yaş ve kuru ağırlıkları ve kök uzunluğu)'ni önemli ölçüde azaltmıştır ( $P<0.05$ ).

**Anahtar kelimeler:** Yaprak lahana, *Rhizoctonia* spp., kök çürüklüğü, anastomozis grup, patojenisite,

### Determination of anastomosis groups, characteristic traits and pathogenicities of *Rhizoctonia* groups fungi isolated from kale growing areas in Ordu province

#### Abstract

In the survey studies carried out in eleven districts (Akkuş, Altınordu, Aybastı, Çatalpınar, Çaybaşı, Fatsa, Perşembe, Gölköy, Gülyalı, Gürgentepe and Ulubey) of Ordu provinces during the period 2017-2018 vegetation period, a total of fifty four isolates of *Rhizoctonia* isolates were obtained from the diseased kale plants and their rhizosphere soil. The isolates of *Rhizoctonia* spp. were examined for their cultural characteristics, anastomosis groups and pathogenicity. Of these, 62.96% were binucleate (BN) *Rhizoctonia* (AG-A, AG-E, AG-F, AG-K, and AG-O) and 37.04% were multinucleate (MN) *Rhizoctonia solani* (AG 1, AG 2-1, AG 4, and AG 5). Twenty two of the isolates belonged to AG-A which was the most prevalent group (40.74%) in all fields surveyed. Of the remaining 32 isolates, 10 isolates belonged to MN *R. solani* AG 4, six isolates belonged to BN *Rhizoctonia* AG-K, six isolates belonged to MN *R. solani* AG 2-1, four isolates belonged to BN *Rhizoctonia* AG-F, three isolates belonged to MN *R. solani* AG 5, one isolate belonged to MN *R. solani* AG 1, one isolate belonged to BN *Rhizoctonia* AG-E and

one isolate belonged to BN *Rhizoctonia* AG-0. In the pathogenicity tests carried out using 53.70% of all the isolates on kale seedlings, it was generally determined that there were statistically significant virulence differences among BN and MN *Rhizoctonia* isolates ( $P<0.05$ ). The values of disease severity of BN *Rhizoctonia* isolates ranged from 0.0 to 2.83, whereas that of MN *R. solani* varied from 2.17 to 3.0. Moreover, the isolates of AG 4, AG 2-1, AG-F, AG-E, AG 1, and AG 5, which had no significant difference between them in virulence, significantly reduced on plant growth parameters (plant height, fresh and dry weights of shoot and root, and root length) when compared to control plants ( $P<0.05$ ).

**Key words:** Kale, *Rhizoctonia* spp., root rot, anastomosis group, pathogenicity

### Giriş

Yaprak lahanası (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) Brassicaceae familyasına ait kışlık bir kışlık sebzedir. Lahana grubu sebzeler geniş bir aile olup, baş lahanalar (beyaz ve kırmızı), karnabahar, brokkoli, Brüksel lahanası, yaprak lahanası ve alabaş gibi türleri içine almaktadır (Fang ve ark., 2005). Ülkemiz lahanası grubu sebzelerin toplam üretim miktarı 761.933 tondur. Yaprak lahanası üretiminde Karadeniz ve Marmara bölgeleri önemli olup, toplam üretimin %91'i Batı ve Doğu Karadeniz bölgelerinde gerçekleşmektedir. Orta ve Doğu Karadeniz içerisinde yer alan Trabzon, Ordu, Giresun, Rize, Artvin ve Gümüşhane illerinin toplam üretimdeki payı %32 (18.346 ton) olup, Ordu ilinin toplam yaprak lahanası üretimi 4.582 tondur (TÜİK, 2019).

Lahana bitkilerinde çeşitli fungal, bakteriyel ve viral hastalık etmenleri dünyanın farklı ekolojik koşullarında üretimi sınırlamaktadır (Hall, 1992). Fungal hastalık etmenlerinden *Rhizoctonia solani* Kühn diğer pek çok üründe olduğu üzere lahanagillerde de dünya çapında önemli ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Örneğin *R. solani*'nin baş lahanası ve kanola ekim alanlarında (hem sera hem de tarlada) İngiltere ve Finlandiya'da %60-90 arasında değişen ürün kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir (Ball, 1990; Verma, 1996).

*Rhizoctonia* cinsi çok geniş bir konukçu dizinine sahip olup, dünya çapında ekonomik olarak önemli hastalıklara neden olmaktadır (Ogoshi, 1996). Bu funguslar karakteristik özelliklerine göre morfolojik ve filogenetik olarak farklılık gösteren çok sayıda anastomoz grubu (AG)'ndan oluşan bir tür

kompleksidir. *Rhizoctonia* grubu funguslar hücre içerisindeki çekirdek sayısı farklılıklarına dayanarak, tek çekirdekli uninükleik (UN) *Rhizoctonia*, iki çekirdekli binükleik (BN) *Rhizoctonia* (Teleomorf: *Ceratobasidium* spp. ve *Tulasnella* spp.) ve çok çekirdekli multinükleik (MN) *Rhizoctonia* (Teleomorf: *Thanatephorus* spp. ve *Waitea* spp.) olarak üç gruptan oluşur (Ogoshi, 1996). *Rhizoctonia* türleri genetik, biyokimyasal, ekolojik, morfolojik ve patojenik karakterlerindeki farklılıkları nedeniyle farklı alt gruplara ayrılabilir (Sneh ve ark., 1996; Stevens Jonk ve Jones, 2001; Sharon ve ark., 2006). *Rhizoctonia* türlerinin sınıflandırılmasındaki tüm bu yaklaşımlar göz önünde bulundurulduğunda, günümüzde MN *R. solani* 13 anastomoz gruba ve BN *Rhizoctonia* ise 18 anastomoz gruba ayrılmaktadır (Carling ve ark., 2002; Sharon ve ark., 2008; Dong ve ark., 2017).

MN *R. solani*'nin AG 1 (-IB ve -IC), AG 2 (2-1, 2-2, 2-2-IIIB ve 2-2-IV), AG 3, AG 4 (HG-I, HG-II, ve HG-III), AG 5, AG 9 ve AG 10'un çeşitli *Brassica* spp. [brokoli (*B. oleracea* var. *italica*), baş lahanası (*B. oleracea* var. *capitata*), kanola (*Brassica napus*), karnabahar (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), Çin lahanası (*B. campestris* var. *pekinensis*) ve yaprak lahanası (*B. oleracea* var. *acephala*)]'de ABD (Huber ve ark., 1992; Keinath ve Farnham, 1997; Rollins ve ark., 1999; Paulitz ve ark., 2006), Avustralya (Khangura ve ark., 1999), Belçika (Pannecouque ve ark., 2008), Brezilya (Kuramae ve ark., 2003), Çin (Yang ve ark., 2007), İngiltere (Budge ve ark., 2009), Japonya (Sayama, 2000; Misawa ve ark., 2015; Misawa ve Aoki, 2017), Kanada (Verma, 1996; Yang ve ark., 1996; Broders ve ark., 2014) ve Vietnam (Van ve ark., 2001)'da çökerten, kök ve gövde çürüklükleri, yanıklıklar ve dip veya baş çürüklüklerine neden olduğu rapor edilmiştir. Diğer taraftan BN *Rhizoctonia*'nın tanımlanmamış iki AG'sinin ABD'de kanola bitkilerinde çökertene neden olduğu (Khangura ve ark., 1999) ve Brezilya'da da yine tanımlanmamış başka AG'lerinin kale bitkilerinde kök ve hipokotil çürüklüğüne neden olduğu belirtilmiştir (Kuramae ve ark., 2007). Ülkemizde ise lahanagiller üzerinde *Rhizoctonia* türlerinin varlığına ilişkin oldukça sınırlı sayıda literatür bulunmaktadır. Türkkan ve ark. (2018a) 2014-2015 yılında Ordu ili birkaç ilçesine ait yaprak lahanası üretim alanlarında yürüttükleri sorvey çalışmalarında *Rhizoctonia* spp.'ye ait sınırlı sayıda izolat etmişler ve bunların 17'sinin MN *R. solani* (AG 2-1, AG 4 HG-I, AG 4 HG-II ve AG 5)'ye ve 13'ünün ise BN *Rhizoctonia* (AG-A,

AG-E, AG-Fb ve AG-K)'ya ait olduğunu belirlemiştir.

Mevcut çalışmada, Ordu ili yaprak lahana yetiştiriciliği yapılan toplam 11 ilçeden 2017-2018 yıllarında gerçekleştirilen sörvey çalışmalarında hastalıklı bitki ve kök rizosferinden alınan toprak örneklerinden elde edilen *Rhizoctonia* türlerine ait izolatların MN ve BN *Rhizoctonia* gruplarına ait tester izolatları kullanılarak anastomozis gruplarının, bunların kültürel özellikleri (koloni rengi, hif çapı ve sklerosyum büyüklükleri)'nin ve patojenisitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyalini Ordu ili Akkuş, Altınordu, Aybastı, Çatalpınar, Çaybaşı, Fatsa, Perşembe, Gölköy, Gülyalı, Gürgentepe ve Ulubey ilçelerinden alınan hastalıklı yaprak lahana bitkileri ve bunların rizosfer topraklarından alınan toprak örneklerinden izole edilen *Rhizoctonia* spp. izolatları oluşturmuştur. Ayrıca anastomozis gruplarını belirlemek için kullanılan *Rhizoctonia* spp.'ye ait farklı tester izolatları Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji (Mikoloji) laboratuvarından temin edilmiştir.

### Bitki ve toprak örneklerinin alınması

Ordu ilinde yaprak lahana yetiştirilen alanlarda 2017 ve 2018 yılı vejetasyon dönemi göz önüne alınarak yukarıda belirtilen 11 ilçede sörvey çalışması yapılmıştır. İncelenen tarla sayısı ekim alanlarının yaklaşık %3'ü esas olacak şekilde belirlenmiştir (Çizelge 1). Bitki örnekleme, arazi büyüklüğü esas alınarak, tarlaların köşegenleri doğrultusunda ilerlenerek her 15-20 adımda bir durularak 5-20 bitki incelenerek tesadüfi olarak yapılmıştır. Sörveylerde ilçelerin ekim alanları dikkate alınarak tesadüfi örnekleme metodu kullanılmıştır. Seçilen alanlarda bitkilerin kökleri incelenmiş, kök çürüklüğü ve solgunluk belirtisi gösteren bitkiler ile rizosfer bölgelerinden toprak örnekleri alınmıştır.

Toplanan bitki ve toprak örnekleri polietilen torbalara konulup ve üzeri etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir. Örnekler +4 °C'de buzdolabında saklanıp ve 1-2 gün içerisinde *Rhizoctonia* spp. elde etmek amacıyla izolasyon işlemi yapılmıştır.

### *Rhizoctonia* izolatlarının bitki ve topraktan izolasyonu

Bitki örneklerinin kökleri, musluk suyu altında yıkanarak üzerinde bulunan topraklarından arındırıldıktan sonra, hastalıklı ve sağlıklı kısmı da

içeren 0.5 cm uzunlukta parçalar halinde kesilmiştir. Bitki parçaları %1'lik NaOCI'de 2-3 dakika yüzeysel dezenfeksiyon tabi tutulup 3 seri steril saf sudan geçirilmiştir. Steril kurutma kağıtları arasında fazla suları alınan ve kök parçaları daha sonra patates dekstroz agar (PDA, Merck, Almanya)'lı Petri kaplarına, her Petriye 4 parça olacak şekilde yerleştirilmiştir. Örneklerin her biri için 2 adet Petri kabı kullanılmıştır. Karanlıkta 1-2 gün 25 °C'de inkübasyondan sonra gelişen hifler x100'lük büyütmede mikroskop (Leica DM 750, Leica, Almanya)'ta incelenmiştir. Elde edilen *Rhizoctonia* izolatları Ogoshi (1975)'ye göre tanımlanarak test tüplerindeki steril yulaf tohumlarında geliştirilip, karanlıkta +4 °C'de saklanmıştır (Olaya ve Abawi, 1994).

Çizelge 1. Ordu ili yaprak lahana ekim alanı, üretim miktarı ve incelenen tarla sayısı (TUIK 2017)

İlçe adı	Ekilen alan (Dekar)	İncelenen tarla sayısı	
		2017	2018
Akkuş	900	-	27
Altınordu	380	14	2
Aybastı	700	-	21
Çatalpınar	200	-	6
Çaybaşı	280	-	10
Fatsa	300	-	10
Gölköy	100	-	3
Gülyalı	150	5	-
Gürgentepe	450	-	15
Perşembe	450	15	-
Ulubey	250	8	2
Toplam	4160	42	96

Laboratuvara getirilen toprak örnekleri 2'şer adet yüzeysel dezenfeksiyondan geçirilmiş küçük plastik saksıya doldurulmuş ve tarla kapasitesinde steril suyla sulandıktan sonra her saksıya otoklav edilmiş 3 adet birkaç cm uzunluktaki yulaf sapı toprağın birkaç cm derinliğine gömülmüştür. Saksıların üzeri plastik bir örtüyle kapatılarak oda sıcaklığında 4 gün inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra toprağa gömülen yulaf sapları çıkarılıp musluk suyu altında yıkanmış ve %1'lik NaOCI'de 2-3 dakika yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulmuştur. Steril saf su serisinden geçirildikten sonra steril kabin içerisinde kurutma kağıtları üzerinde kurutulmuştur. Daha sonra %10'luk laktik asitli su agarlı Petri kablarına 4'er adet yulaf sapı parçası yerleştirilmiştir. Her örnek için 2 petri kabı kullanılmıştır. Karanlıkta 25

°C'de 1-2 gün inkübasyona bırakılan yulaf saplarından gelişen hifler x100'lük büyütmede mikroskopta incelenmiştir. Ogoshi (1975)'ye göre tanımlanan izolatlar, deney tüplerindeki steril yulaf tohumlarında geliştirilip karanlıkta +4 °C'de saklanmıştır (Olaya ve Abawi, 1994).

#### **Rhizoctonia izolatlarının çekirdek sayılarının ve anastomozis gruplarının belirlenmesi**

Çalışmada elde edilen ve PDA'da geliştirilen *Rhizoctonia* izolatlarının 5 mm'lik agar diskleri, %1.5'lik su agar (SA) üzerine bırakılan %0.5'lik PDA'ya daldırılmış lamellerin 1'er cm yakınına yerleştirilmiş ve 25 °C'de 24-48 saat inkübasyondan sonra gelişen hifler Safranin O ve %3'lük KOH ile boyanarak mikroskopta x400 büyütmede her izolatin 20 hücresinde çekirdek sayımı yapılmıştır.

Çekirdek sayıları tespit edilen *Rhizoctonia* spp. izolatları ile tester MN ve BN *Rhizoctonia* izolatları, PDA'ya aktarılarak karanlıkta 2-3 gün süreyle 25 °C'de aktifleştirilmiştir. Alkole batırılıp alevden geçirilmek suretiyle steril edilmiş lameller, %0.5'lik agar içeren PDA ortamına batırılıp ve hazırlanmış olan %1.5'lik su agar ortamına yerleştirilmiştir. Birkaç gün sonra gelişen kolonilerin kenarlarından steril mantar delici ile alınan 5 mm çaplı agar diskleri de SA ortamındaki lamellerin 1'er cm yakınına karşılıklı gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Daha sonra, 25 °C'de 24-48 saat inkübasyona bırakılan, lamel üzerinde hiflerin karşılıklı geldiği noktalar makroskobik olarak tespit edilmiştir. Temiz bir lam üzerine damlatılan %0.5'lik Safranin O ve %3'lük KOH'un üstüne karşılıklı fungal gelişmenin olduğu lamel yerleştirilip boyanmıştır. Hifler arasında hücre duvarı ve stoplazmik birleşme durumunun olup olmadığı doğrudan x100'lük büyütmede tespit edilerek daha sonra x400'lük büyütmede doğrulanmıştır (Kronland ve Stanghellini, 1988). Takiben anastomozis hif birleşme reaksiyonlarının gözlemlenmesi için gruplar içi ve gruplar arası olarak yukarıdaki yöntemle eşleştirilmiştir.

#### **Anastomozis gruplarının kültürel özelliklerinin tespiti**

Anastomozis gruplarının PDA'daki koloni rengi, hif çapı ve sklerosyum büyüklüklerinin belirlenmesi amacıyla, her AG (AG 1, AG 2-1, AG 4, AG 5, AG-A, AG-F, AG-E, AG-K ve AG-O)'yi temsilen rastgele seçilen 29 *Rhizoctonia* izolatı PDA ortamına aktarılarak 25 °C'de geliştirilmiştir. Bu izolatlardan 5 mm çaplı miselyum diskleri 9 cm çaplı ve 15 ml PDA içeren Petrielerin merkezine yerleştirilerek 25 °C'de 3 hafta

karanlıkta geliştirilmiştir (Carling ve ark., 2002). Bu şekilde her AG'yi temsilen seçilen izolatların koloni rengi, sklerosyum dağılımı ve büyüklüğü yönünden incelenmiştir. Her AG'nin koloni rengi Londra Royal Horticultural Society renk kataloğu kullanılarak tespit edilmiştir (Olaya ve Abawi, 1994). Her izolata ait 25 sklerosyum, ışık mikroskobunda x100'lük büyütmede oküler mikrometre yardımıyla ölçülerek ve sklerosyum büyüklükleri tespit edilmiştir.

İzolatların hif çaplarının belirlenmesi için seçilen *Rhizoctonia* izolatları PDA'da 25 °C'de aktifleştirilmiştir. Gelişen hiflerin kenarından alınan 5 mm çaplı agar diskleri, daha önce hazırlanan (%0.5'lik agar içeren PDA ortamına batırılmış ve hazırlanmış olan %1.5'lik SA ortamına bırakılan) lamellerin 0.5-1 cm yakınına bırakılmıştır. İnkübasyondan 24-48 saat sonra lameller üzerinde gelişen hifler, Safranin O ve %3'lük KOH ile boyanarak, ışık mikroskobunda x400 büyütmede her bir izolat için 25 hücrede hif çapı belirlenmiştir (Bandoni, 1979).

#### **Rhizoctonia izolatlarının patojenisitelerinin belirlenmesi**

*Rhizoctonia* izolatlarının patojenisite denemeleri, her anastomozis grubunun toplam izolatlar içerisindeki ağırlığı dikkate alınarak her AG'yi temsil edecek sayıda izolat seçilerek yürütülmüştür.

Patojenisite denemesinde kullanılmak üzere torf, toprak ve ince dere kumu (1:1:0.5, v:v:v) karışımından oluşan toprak karışımı hazırlanmış ve 121 °C'de 1'er saat, 2 gün ard arda steril edilmiştir. Ardından yüzeysel dezenfeksiyondan geçirilen 250 ml'lik plastik bardaklara doldurulmuştur. Karadeniz çeşidi yaprak lahana tohumlarının yüzeysel dezenfeksiyonu yapıldıktan sonra bardaklara 2 tohum ekilmiş ve bitki yetiştirme odalarında 25 °C'de gelişmeye bırakılmıştır.

Patojenisitede kullanılmak üzere seçilen izolatlar, PDA ortamına aktarılmış, 25 °C'de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen hif uçlarından alınan, 5 mm çaplı agar diskleri falkon tüp içindeki steril buğday tohumlarına aşılınmış ve 25 °C'de 14 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Bardaklardaki bitkiler 5-6 gerçek yapraklı döneminde, saksılardaki bitkilerin kök bölgeleri açılıp her bitkiye 5 g *Rhizoctonia* spp.'li inokulum yerleştirilip, toprakla tekrar kapatılmıştır. Kontrol olarak kullanılan bitki köklerine ise aynı miktarda steril buğday tohumları konulmuştur (Türkkan ve ark., 2018b). Bitkiler 25 °C'de 14 saat aydınlık 10 saat karanlık koşullarda gelişmeye bırakılmıştır. 14

gün sonra bitkiler sökülüp yıkanmış ve kök ve gövdedeki hastalık belirtileri Misawa ve ark. (2015)'in 0-3 skalası (0 = sağlıklı, simptom yok, 1 = gövde üzerinde çok az nekrotik çökük lekeler, 2 = gövdeyi çevreleyen incelmeye ve çürümeye, kök oluşumunda azalma, ancak bitkilerde solma yok ve 3 = gövdeyi çevreleyen incelmeye ve çürümeye, kök oluşumu çok az, bitkide solma ve ölüm)'na göre değerlendirilmiştir (Şekil 1). Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 6 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ayrıca bitki boyu, kök uzunluğu, bitki yaş ve kuru ağırlığı ve kök yaş ve kuru ağırlıkları da belirlenmiştir. Elde edilen değerler ayrı ayrı tek yönlü varyans analizine tabi tutularak ortalamalar arasındaki önemli farklılıklar Tukey-HSD  $P < 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.



Şekil 1. Patojenisite denemesinde yaprak lahanada bitkilerindeki hastalık şiddetini belirlemede kullanılan 0-3 skalasının görünümü

## Bulgular

Ordu ilinin 11 ilçesi (Akkuş, Altınordu, Aybastı, Çatalpınar, Çaybaşı, Fatsa, Perşembe, Gökçöy, Gülyalı, Gürgentepe ve Ulubey)'nde 2017-2018 yıllarında yapılan sörveyelerde yaprak lahanada ekim alanlarındaki hastalıklı bitki ve bu bitkilerin rizosfer toprağından yapılan izolasyonlar sonucu toplam 54 *Rhizoctonia* izolatu elde edilmiştir. *Rhizoctonia* izolatlarının 43 (%79.63)'ü hastalıklı bitkilerden ve 11 (%20.37)'i ise rizosfer toprağından izole edilmiştir (Çizelge 2).

Çekirdek sayılarına göre *Rhizoctonia* izolatlarının %62.96 (34 adet)'sının BN *Rhizoctonia*'ya ve %37.04 (20 adet)'ünün MN *R. solani*'ye ait olduğu belirlenmiştir. BN *Rhizoctonia*'ya ait 34 izolatın 26'sı bitkiden, 8'i topraktan; MN *R. solani*'ye ait 20 izolatın 17'si bitkiden, 3'ü topraktan elde edilmiştir.

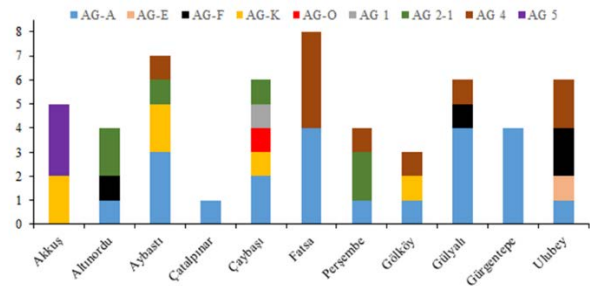
Tester izolatlar ile yürütülen anastomozis çalışmalarının sonucunda BN *Rhizoctonia* izolatların 22'sinin AG-A, 1'inin AG-E, 4'ünün AG-F, 6'sının AG-K

ve 1'inin AG-O'ya ve MN *R. solani* izolatlarının 1'inin AG 1'e, 6'sının AG 2-1'e, 10'unun AG 4'e ve 3'ünün AG 5'e ait olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Ordu ilçelerine göre izolatların anastomozis gruplarının dağılımı Şekil 2'de verilmiş olup, genel olarak izolatların AG'lerinin ilçelere göre çeşitlilik gösterdiği belirlenmiştir. Çatalpınar ve Gürgentepe ilçelerinde AG bakımından en az çeşitlilik (sadece *Rhizoctonia* AG-A izolatları) gözlenirken, Çaybaşı ilçesinde en yüksek çeşitlilik (BN *Rhizoctonia* AG-A, AG-K ve AG-O ve MN *R. solani* AG 1 ve AG 2-1) gözlenmiştir.

Çizelge 2. Yaprak lahanada üretim alanlarından elde edilen *Rhizoctonia* izolatlarının bitki ve toprak örneklerine göre anastomozis gruplarının dağılımı

Anastomozis Grup	Bitki	Toprak	Genel Toplam
<i>MN Rhizoctonia solani</i>			
AG 1	1	-	1
AG 2-1	5	1	6
AG 4	8	2	10
AG 5	3	-	3
<b>Toplam</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>20</b>
<i>BN Rhizoctonia</i> sp.			
AG-A	18	4	22
AG-E	-	1	1
AG-F	1	3	4
AG-K	6	-	6
AG-O	1	-	1
<b>Toplam</b>	<b>26</b>	<b>8</b>	<b>34</b>
<b>Genel Toplam</b>	<b>43</b>	<b>11</b>	<b>54</b>



Şekil 2. *Rhizoctonia* spp. izolatlarının anastomozis gruplarının ilçelere göre dağılımı

Çalışmada *Rhizoctonia* izolatlarının 9 farklı AG'sini temsilen rastgele seçilen birer izolatının kültürel karakteristikleri Çizelge 3'te verilmiş olup, bu izolatların koloni renklerinin grimsi-sarı, grimsi-turuncu ve kahverengi arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

AG 5 izolatı (4 çekirdek) hariç, diğer *R. solani* izolatlarının minimum çekirdek sayıları 3 olarak belirlenmiştir.

Diğer taraftan maksimum çekirdek sayısı, hif çapı ve sklerot büyüklüğü *R. solani* AG 4'te gözlenmiştir. BN *Rhizoctonia* AG-F izolatu en büyük hif çapına

sahipken, AG-E izolatının ise en büyük sklerot büyüklüğüne sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Farklı anastomozis gruplarına ait *Rhizoctonia* izolatlarının koloni renkleri, çekirdek sayıları, hif çapları

Anastomozis Grup (AG)	Koloni rengi <sup>a</sup>	Çekirdek sayısı <sup>b</sup>	Hif çapı <sup>c</sup> (µm)	Sklerot büyüklüğü <sup>c</sup> (mm)
<i>MN Rhizoctonia solani</i>				
AG 1 (Rs-16)	Grimsi-turuncu	(3-) 7.86 (-11)	(7.5-) 8.90 (-10.25)	(0.21-) 0.65 (-1.10)
AG 2-1 (Rs-8)	Grimsi-sarı	(3-) 7.93 (-12)	(8.75-) 9.95 (-10.75)	(0.20-) 0.66 (-1.12)
AG 4 (Rs-3)	Kahverengi	(3-) 9.49 (-16)	(8.00-) 9.30 (-11.25)	(0.35-) 0.77 (-1.20)
AG 5 (Rs-13)	Grimsi-sarı	(4-) 7.29 (-10)	(8.75-) 9.65 (-10.50)	(0.28-) 0.71 (-1.15)
<i>BN Rhizoctonia</i>				
AG-A (R-12)	Grimsi-sarı	(1-) 1.87 (-2)	(5.00-) 6.07 (-7.25)	(0.14-) 0.25 (-0.42)
AG-E (R-21)	Grimsi-turuncu	(1-) 1.74 (-2)	(7.00-) 7.70 (-9.50)	(0.24-) 0.39 (-0.55)
AG-F (R-19)	Grimsi-turuncu	(1-) 1.70 (-2)	(7.25-) 8.17 (-10.00)	(0.10-) 0.19 (-0.28)
AG-K (R-13)	Grimsi-sarı	(1-) 1.76 (-2)	(5.50-) 6.84 (-7.75)	(0.10-) 0.24 (-0.34)
AG-O (R-20)	Grimsi-sarı	(1-) 1.71 (-2)	(5.25-) 6.46 (-7.50)	(0.09-) 0.17 (-0.25)

<sup>a</sup> Her izolatın koloni rengi Royal Horticulturel Society of London renk katologu kullanılarak belirlenmiştir.

<sup>b</sup> Her izolat için 20 gözlem yapılarak çekirdek sayısı belirlenmiştir.

<sup>c</sup> Her izolat için 25 gözlem yapılarak hif çapı ve sklerot büyüklüğü belirlenmiştir.

Çizelge 4. *Rhizoctonia* izolatlarının bitki gelişim parametreleri üzerine etkileri

Anastomozis Grupları ve İzolat Adları	Hastalık şiddeti skalası*	Kök uzunluğu (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök Kuru ağırlığı (g)	Bitki gövde boyu (cm)	Bitki gövde yaş ağırlığı (g)	Bitki gövde kuru ağırlığı (g)
<i>MN R. solani</i>							
AG 1 Rs-16	2.67 ab**	4.20 c-e	0.04 e-g	0.02 c-h	6.22 ab	1.00 c-h	0.22 b-e
AG 2-1 Rs-9	2.83 a	0.75 e	0.002 g	0.00 h	9.08 ab	0.35 gh	0.14 c-e
Rs-10	2.17 a-c	6.82 a-e	0.08 c-g	0.03 b-h	9.48 ab	1.89 b-f	0.26 b-e
Rs-11	3.00 a	1.75 de	0.003 g	0.001 h	6.40 ab	0.11 h	0.20 e
AG 4 Rs-1	2.83 a	3.70 c-e	0.02 fg	0.01 e-h	7.80 ab	0.37 gh	0.19 c-e
Rs-2	3.00 a	2.58 de	0.01 g	0.003 gh	10.12 ab	0.28 gh	0.16 c-e
Rs-4	3.00 a	2.10 de	0.01 g	0.005 f-h	6.25 ab	0.34 gh	0.18 c-e
Rs-5	2.83 a	3.08 de	0.01 g	0.003 gh	7.53 ab	0.34 gh	0.14 c-e
Rs-7	3.00 a	2.38 de	0.05 d-g	0.003 gh	8.88 ab	0.40 gh	0.20 c-e
AG 5 Rs-13	2.17 a-c	4.82 b-e	0.07 c-g	0.03 b-h	6.55 ab	1.02 c-h	0.15 c-e
Rs-14	2.50 a-c	4.30 b-e	0.03 fg	0.012 d-h	8.43 ab	0.68 d-h	0.14 c-e
<i>BN Rhizoctonia sp.</i>							
AG-A R-1	0.83 d-f	7.9 a-e	0.18 b-g	0.04 b-h	8.20 ab	2.06 b-d	0.22 b-e
R-2	0.00 f	15.17 a	0.27 bc	0.08 a-c	7.92 ab	2.79 b	0.39 b
R-3	0.17 ef	15.05 a	0.25 b-d	0.07 ab	7.48 ab	2.33 bc	0.29 b-d
R-4	0.17 ef	15.02 a	0.22 b-f	0.06 b-g	9.55 ab	2.57 b	0.31 bc
R-5	0.50 d-f	11.90 a-c	0.18 b-g	0.04 b-h	6.75 ab	1.94 b-e	0.23 b-e
R-6	0.33 d-f	14.67 a	0.333 ab	0.079 ab	7.33 ab	1.93 b-e	0.27 b-e
R-7	1.33 c-e	9.77 a-d	0.17 b-g	0.04 b-h	7.97 ab	1.91 b-e	0.20 c-e
R-8	1.33 c-e	14.83 a	0.29 b	0.06 b-g	5.77 b	1.71 b-g	0.23 b-e
R-9	0.00 f	12.00 a-c	0.17 b-g	0.04 b-h	7.33 ab	2.08 b-d	0.23 b-e
R-10	0.33 d-f	15.05 a	0.24 b-e	0.06 b-g	7.12 ab	1.74 b-g	0.19 c-e
R-11	0.17 ef	12.23 a-c	0.27 bc	0.07 bc	8.42 ab	2.32 bc	0.28 b-e
AG-E R-21	2.83 a	2.36 de	0.03 fg	0.01 d-h	7.00 ab	0.53 e-h	0.19 c-e
AG-F R-17	2.67 ab	1.87 de	0.025 fg	0.01 e-h	5.13 b	0.37 gh	0.10 de
R-19	2.83 a	2.12 de	0.027 fg	0.01 d-h	7.43 ab	0.43 f-h	0.22 b-e
AG-K R-13	1.50 b-d	14.00 a	0.20 b-g	0.05 b-h	8.53 ab	2.01 b-d	0.28 b-e
R-14	0.83 d-f	15.42 a	0.24 b-e	0.06 b-e	6.95 ab	2.25 bc	0.26 b-e
R-15	1.50 b-d	10.32 a-d	0.22 b-f	0.06 b-f	6.25 ab	1.55 b-h	0.20 b-e
AG-O R-20	0.50 d-f	12.98 ab	0.24 b-e	0.06 b-d	8.23 ab	2.64 b	0.32 bc
Kontrol	0.000 f	14.85 a	0.50 a	0.12 a	10.98 a	5.11 a	0.58 a

\*Hastalık şiddeti 0-3 skalasına göre değerlendirilmiştir (0=Sağlıklı bitki, semptom yok; 1=Gövde üzerinde çok az nekrotik çökük lekeler; 2= Gövdeyi çevreleyen incelve ve çürüme, kök oluşumunda azalma, ancak bitkilerde solma yok; 3=Gövdeyi çevreleyen incelve ve çürüme, kök oluşumu çok az, bitkide solma ve ölüm). \*\* Aynı harfle başlayan ortalamalar arasında Tukey-HSD P<0.05'e göre istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 3. MN *Rhizoctonia solani* AG 4 (Rs-2) ve BN *Rhizoctonia* AG-E (R-21) izolatlarının neden olduğu kök çürüklüğü belirtisi

Patojenisite çalışmalarında toplam 29 *Rhizoctonia* spp. izolatı kullanılmış olup, genel olarak izolatların hastalık şiddeti ve bitki gelişim parametreleri (bitki boyu, bitki gövde yaş ağırlığı, bitki gövde kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı) kontrol bitkilerine kıyasla önemli farklılıklar göstermiştir ( $P<0.05$ ) (Çizelge 4).

MN ve BN *Rhizoctonia* spp. izolatlarının hastalık şiddeti skala (HŞS) değerlerinin 0.00-3.00 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4). Çalışmada en yüksek virülense sahip *R. solani* AG 4 izolatları (Rs-2, Rs-4 ve Rs-7) ile en düşük virülense sahip *R. solani* AG 2-1 (Rs-10) ve AG 5 (Rs-13) izolatlarının HŞS değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı gözlenmiştir ( $P<0.05$ ). Ayrıca BN *Rhizoctonia* AG-E (R-21) ve AG-F (R-17 ve R-19) izolatlarının HŞS değerlerinin MN *R. solani* izolatlarından istatistiksel olarak farklı olmadığı görülmüştür ( $P<0.05$ ). Geriye kalan BN *Rhizoctonia* izolatlarının HŞS değerlerinin orta ve düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, AG-A izolatlarından R-2 ve R-9'un HŞS değerleri kontrolden farksız bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Çalışmada AG 2-1 (Rs-8 ve Rs-10)'in kök uzunluğu ve bitki boyu istisnasıyla, MN *R. solani* izolatları bitki gelişim parametrelerini kontrole kıyasla önemli oranda azaltmışlardır ( $P<0.05$ ). Ayrıca AG 2-1 (Rs-11) ve AG-4 (Rs-2, Rs-4 ve Rs-7) izolatları bitkilerde şiddetli kök çürüklüğü sonucu ölümlere neden olmuşlardır (Şekil 3).

Patojenisite denemesinde kullanılan BN *Rhizoctonia* izolatları AG'lerine göre değişen oranlarda bitki gelişim parametrelerini kontrole kıyasla azaltmışlardır ( $P<0.05$ ). Örneğin BN AG-E ve AG-F izolatları bitki gelişim parametreleri üzerindeki etkileri bakımından MN *R. solani* izolatlarına yakın

değerler göstermiştir. AG-K (R-13, R-14 ve R-15) ve AG-O (R-20) izolatları da bitki boyu ve kök uzunluğu hariç, diğer bitki gelişim parametrelerini kontrole kıyasla geriletmişlerdir ( $P<0.05$ ). AG-A izolatlarının bazıları bitki gelişim parametrelerini olumsuz olarak etkilemişken, diğer bazıları kontrolden farklı bulunmamıştır ( $P<0.05$ ).

### Sonuç ve Tartışma

*Rhizoctonia* spp. tarımsal önemi olan birçok bitkide ekonomik kayba neden olan patojen türleri içerdiği gibi patojenik olmayan türleri de içeren kompleks bir gruptur (Sneh ve ark., 1996). Bazı istisnai durumlar bildirilmiş olmasına karşın, genel olarak BN *Rhizoctonia* izolatları bitkilerde patojen olarak değerlendirilmemektedir (Ogoshi, 1987; Hua ve ark., 2014; Türkkkan ve ark., 2018b). Diğer taraftan MN *R. solani* izolatları lahanagiller dahil pek çok bitkide kök, gövde ve yaprak hastalıklarına neden olmaktadır (Verma, 1996; Sneh ve ark., 1996; Erper ve ark., 2016; Yıldırım ve Erper, 2017; Türkkkan ve ark., 2020).

Dünyanın çeşitli ekolojik koşullarında yetiştirilen çeşitli lahanagillerde farklı *Rhizoctonia* spp.'lerine ait hastalık kayıtları mevcuttur. ABD'nin Ohio eyaletinde seralarda ve tarlada yetiştirilen baş lahanaya ve diğer bitkilerden izole edilen (toplam 46 adet) *Rhizoctonia* izolatlarının tamamının *R. solani* AG 4'e ait olduğunu bildirilmiştir (Stephens ve ark. 1982). Pannecoucq ve ark. (2008)'ları Belçika'da karnabahar ekim alanlarında gövde çürüklüğüne neden olan toplam 60 *R. solani* izolatının %55'inin AG 2-1'e, %11'nin AG 2-1 N'te, %8'inin AG 1-IC'ye, %3'ünün AG 1-IB'ye, %8'inin AG 5'e, %6'sının AG 4 HG-II'ye ve %3'ünün AG 3'e ait olduğunu belirlemişlerdir. Güney Kore'de Çin lahanasında yaprak çürüklüğü ve yaprak lekesine neden olan *R. solani*'ye ait toplam 20 izolatın AG 1-IB ve AG 1-IC'ye ait olduğu tespit edilmiştir (Shim ve ark., 2013). Hua ve ark. (2014) Vietnam'da farklı lahanagil (Beyaz baş lahanaya ve Çin lahanası) bitkilerinden elde ettikleri *Rhizoctonia* spp. izolatlarının MN *R. solani* AG 1-IA, AG 1-IB, AG 1-ID, AG 1-IG, AG 2-2, AG 4 HG-I, AG 7 ve BN *Rhizoctonia* AG-A ve AG-Fc'ye ait olduklarını belirlemişlerdir. Ülkemizde, 2014-2015 yıllarında Ordu ilinin beş ilçesi (Altınordu, Kabataş, Kabadüz, Korgan ve Ünye)'nde yapılan sınırlı bir sömürme çalışmasında Türkkkan ve ark. (2018a)'ları hastalıklı yaprak lahanaya bitkilerinden 17 MN *R. solani* AG 2-1 (11 adet), AG 4 HG-I (3 adet) ve AG 5 (2 adet) ve 13 BN *Rhizoctonia* spp. AG-A (9 adet), AG-E (2 adet), AG-Fb (2 adet) ve AG-K (1 adet) izole etmişlerdir.

Mevcut çalışmada ise Ordu ilinin farklı 11 ilçe (Akkuş, Altınordu, Aybastı, Çatalpınar, Çaybaşı, Fatsa, Perşembe, Gököy, Gülyalı, Gürgentepe ve Ulubey)'nin yaprak lahanaya üretim alanlarından elde edilen toplam 54 *Rhizoctonia* spp. izolatının 43'ü hastalıklı bitki ve 11'i de kök rizosfer toprağından izole edilmiştir. *Rhizoctonia* spp.'ye ait 9 farklı AG'yi temsil eden bu izolatlardan MN *R. solani* AG 1 (1 adet) ve BN *Rhizoctonia* AG-O (1 adet) yaprak lahanaya bitkilerinden Türkiye ve Dünya'da ilk kez izole edilmiş olup, geri kalanlar BN *Rhizoctonia* AG-A (22 adet), AG-E (1 adet), AG-F (4 adet) ve AG-K (6 adet) ve MN *R. solani* AG 2-1 (6 adet), AG 4 (10 adet) ve AG 5 (3 adet)'e ait olduğu belirlenmiştir.

Abawi ve Martin (1985) lahanalarda lezyonlara neden olan *R. solani* AG 1 izolatının PDA besin ortamında koyu kahverengi bir gelişme gösterdiğini ve çok sayıda küçük sklerot oluşturduğunu gözlemlemişlerdir. Mevcut çalışmada ise *R. solani* AG 1 izolatının grimsi turuncu renkte geliştiği, sklerotlarının irili ufaklı petri kabının her tarafına dağıldığı ve maksimum sklerot büyüklüğünün 1.1 mm olduğu tespit edilmiştir. Misawa ve Aoki (2017)'de baş çürüklüğü belirtileri gözlenen lahanaya (*B. oleracea* var. *capitata*) bitkilerinden izole edilen *R. solani* AG 1 izolatının sklerotlarının 1 mm çapında olduğunu ve petri yüzeyinde dağıldığını rapor etmişlerdir. Aynı araştırmacılar AG 1 izolatının hif çapının 7.6-11 µm arasında olduğu ve her hücrede 3-15 çekirdek yer aldığını tespit etmişlerdir ki, bu çalışmamıza paralellik arz etmektedir. Ayrıca çalışmamızda *R. solani* izolatlarının hif çapının 7.5-11 µm arasında değiştiği ve her hücrede 3-16 arasında çekirdek olduğu tespit edilmiştir.

Patojenisite testlerinde genel olarak MN *R. solani* izolatlarının BN *Rhizoctonia* izolatlarından daha virüent olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *R. solani* AG 4 izolatlarının diğer tüm izolatlardan daha yüksek bir hastalık şiddeti skala değerine sahip olduğu gözlenmiştir. Benzer olarak, Rollins ve ark. (1999) baş lahanadan izole ettikleri *R. solani* AG 4 izolatlarının AG 2-1 izolatlarından daha virüent olduğunu rapor etmişlerdir. Roh ve Kim (1987) tarafından yürütülen bir çalışmada ise *R. solani* AG 2-1'in yüksek derecede, AG 5'in orta derecede ve AG 2-2'nin ise zayıf derecede Çin lahanasında virüent olduğunu bildirmişlerdir. Erper ve ark. (2017) *R. solani* AG 4 HG-I'nin yaprak lahanaya (kardelen çeşidi), beyaz baş lahanaya (Yalova 1 çeşidi) ve kırmızı baş lahanaya (Mohrenkopf çeşidi) bitkilerinde yüksek

derecede, AG 4 HG-II ve AG 4 HG-III'nin ise orta derece virüent olduğunu belirlemişlerdir. Benzer olarak, Türkkan ve ark. (2018a) yaprak lahanaya bitkilerinde genel olarak BN *Rhizoctonia* AG-E, AG-Fb ve AG-K izolatlarının AG-A izolatlarından daha yüksek bir virüense sahip olduklarını rapor etmişlerdir.

Mevcut çalışmada MN *R. solani* (AG 1, AG 2-1, AG 4 ve AG 5) ve BN *Rhizoctonia* (AG-E ve AG-F) izolatlarının yaprak lahanaya fidelerinde şiddetli kök çürüklükleri, çıkış sonrası çökerten, tel gövde çürüklüğü ve gövde lezyonlarına neden oldukları gözlenmiştir. Ayrıca bu etmenlerin bitki gelişim parametreleri (kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlıkları, bitki gövde yaş ve kuru ağırlıkları)'ni de önemli oranda azalttıkları belirlenmiştir. Daha önceki çalışmalarda mevcut sonuçlar ile uyumlu olup, *R. solani* AG 4 HG-III brokolide hipokotil ve kök çürüklüğüne neden olurken (Kuramae ve ark., 2003), *R. solani* AG 2-1 ve AG 2-2 IV aynı bitkide çökertene yol açtığı tespit edilmiştir (Misawa ve ark., 2013, 2015). Ireland ve ark. (2014)'da *R. solani* AG 4 HG-I'nin Çin lahanasında tel gövde çürüklüğü, çökerten ve kök çürüklüğü neden olduğunu belirtmişlerdir. Hua ve ark. (2014) Vietnam'da beyaz baş lahanaya ve Çin lahanasından elde ettikleri *R. solani* AG 4 HG-I ve BN *Rhizoctonia* AG-Fc izolatlarının şiddetli kök çürüklüğü belirtilerine neden olduğunu, ancak AG 1-IA, AG 1-ID, AG 1-IG ve AG-A'nın ise kök çürüklüğüne neden olmadığını tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada, Brezilya'da yaprak lahanaya üretim alanlarından elde edilen BN *Rhizoctonia* (AG tanımlanamamış) izolatlarının bitkilerde hipokotil ve kök çürüklüğüne neden olduğu bildirilmiştir (Kuramae ve ark., 2007).

Sonuç olarak Ordu ilinin yaprak lahanaya ekim alanlarının hemen hemen tamamını kapsayan bu çalışma kapsamında, lahanaya ekim alanlarında BN *Rhizoctonia* AG-A ve MN *R. solani* AG 4'ün en yaygın türler olduğu tespit edilmiştir. *R. solani* AG 1 ve BN *Rhizoctonia* AG-O anastomozis grupları hem Türkiye'de hem de Dünyada ilk kez yaprak lahanaya bitkilerinden izole edilmiştir. Çalışmada MN *R. solani* AG 2-1 ve AG 5 ve BN *Rhizoctonia* spp. AG-E, AG-F ve AG-K gruplarına ait izolatlar da yaprak lahanaya ekim alanlarında belirlenmiştir. Genel olarak MN *R. solani* izolatları ve BN *Rhizoctonia* AG-E ve AG-F izolatları bitkilerde şiddetli kök çürüklüklerine neden olarak bitki gelişim parametrelerini kontrole kıyasla önemli oranda azaltmışlardır.



**Kaynaklar**

- Abawi, G.S., & Martin, S.B. (1985). *Rhizoctonia* foliar blight of cabbage in New York State. *Plant Disease*, 69, 158-161.
- Ball, G.J. (1990). Grower talks on plugs. Growertalks magazine, George J. Ball Publishing, Geneva, III.
- Bandoni, R.J. (1979). Safranin O as a rapid nuclear stain for fungi. *Mycologia*, 71, 873-874.
- Broders, K.D., Parker, M.L., Melzer, M.S., & Boland, G.J. (2014). Phylogenetic diversity of *Rhizoctonia solani* associated with canola and wheat in Alberta, Manitoba, and Saskatchewan. *Plant disease*, 98(12), 1695-1701.
- Budge, G. E., Shaw, M. W., Lambourne, C., Jennings, P., Clayburn, R., Boonham, N., & McPherson, M. (2009). Characterization and origin of infection of *Rhizoctonia solani* associated with *Brassica oleracea* crops in the UK. *Plant Pathology*, 58(6), 1059-1070.
- Carling, D.E., Kuninaga, S., & Brainard, K.A. (2002). Hyphal anastomosis reactions, rDNA-internal transcribed spacer sequences, and virulence levels among subsets of *Rhizoctonia solani* anastomosis group 2 (AG 2) and AG BI. *Phytopathology*, 92, 43-50.
- Dong, W., Li, Y., Duan, C., Li, X., Naito, S., Conner, R.L., Yang, G., & Li, C. (2017). Identification of AG-V, a new anastomosis group of binucleate *Rhizoctonia* spp. from taro and ginger in Yunnan province. *European Journal of Plant Pathology*, 148(4), 895-906.
- Erper, I., Cebi-Kilicoglu, M., Türkkan, M., & Onder, H. (2016). Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from winter squash in the Black Sea region of Turkey. *European Journal of Plant Pathology*, 146, 683-697.
- Erper, I., Türkkan, M., Ozgen, T., & Balkaya, A. (2017). Determination of Reactions of Some *Brassica* spp. Against Three Subgroups of *Rhizoctonia solani* AG 4. The 69th International Symposium on Crop Protection, 23 May, Ghent, Belgium.
- Fang, Z., Liu, Y., Lou, P., & Liu, G. (2005). Current trends in cabbage breeding. *Journal of New Seeds*, 6(2-3), 75-107.
- Hall, R. (1992). Epidemiology of blackleg of oilseed rape. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 14(1), 46-55.
- Hua, G. K. H., Bertier, L., Soltaninejad, S., & Höfte, M. (2014). Cropping systems and cultural practices determine the *Rhizoctonia* anastomosis groups associated with *Brassica* spp. in Vietnam. *PLoS one*, 9(11), e111750.
- Huber, D. M., Christmas, E. P., Herr, L. J., McCay-Buis, T. S., & Baird, R. (1992). *Rhizoctonia* crown rot of canola in Indiana. *Plant Disease*, 76, 1251-1253.
- Ireland, K. B., Weir, B. S., Phantavong, S., Phitsanoukane, P., Vongvichid, K., Vilavong, S., & Burgess, L.W. (2015). First report of *Rhizoctonia solani* anastomosis group AG-4 HG-I in the Lao PDR. *Australasian Plant Disease Notes*, 10(1), 1.
- Keinath, A.P., & Farnham, M.W. (1997). Differential cultivars and criteria for evaluating resistance to *Rhizoctonia solani* in seedling *Brassica oleracea*. *Plant Disease*, 81(8), 946-952.
- Khangura, R. K., Barbetti, M. J., & Sweetingham, M. W. (1999). Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* species on canola. *Plant Disease*, 83(8), 714-721.
- Kronland, W.C., & Stanghellini, M.E. (1988). Clean Slide Technique for the observation of anastomosis. *Phytopathology*, 78, 820-822.
- Kuramae, E.E., Buzeto, A.L., Ciampi, M.B., & Souza, N.L. (2003). Identification of *Rhizoctonia solani* AG 1-IB in lettuce, AG 4 HG-I in tomato and melon, and AG 4 HG-III in broccoli and spinach, in Brazil. *European Journal of Plant Pathology*, 109(4), 391-395.
- Kuramae, E.E., Buzeto, A.L., Nakatani, A.K., & Souza, N.L. (2007). rDNA-based characterization of a new binucleate *Rhizoctonia* spp. causing root rot on kale in Brazil. *European Journal of Plant Pathology*, 119(4), 469-475.
- Misawa, T., Yamazaki, K., & Takada, K. (2013). Damping-off of broccoli caused by *Rhizoctonia solani* AG-2-1. *Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan*, 64, 60-64.
- Misawa, T., Kubota, M., Sasaki, J., & Kuninaga, S. (2015). First report of broccoli foot rot caused by *Rhizoctonia solani* AG-2-2 IV and pathogenicity comparison of the pathogen with related pathogens. *Journal of General Plant Pathology*, 81(1), 15-23.
- Misawa, T., & Aoki, M. (2017). First report of *Rhizoctonia solani* AG-1 IC causing head rot of cabbage in Japan. *New Disease Reports*, 36, 12.
- Ogoshi, A. (1975). Grouping of *Rhizoctonia solani* Kühn and their perfect stages. *Plant Protection Res Japan*, 8, 93-103.
- Ogoshi, A. (1987). Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. *Annual Review of Phytopathology*, 25(1), 125-143.
- Ogoshi, A. (1996). Introduction—the genus *Rhizoctonia*. In *Rhizoctonia* species: Taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and disease control (pp. 1-9). Springer, Dordrecht.
- Olaya, G., & Abawi, G.S. (1994). Characteristics of *Rhizoctonia solani* and binucleate *Rhizoctonia*

- species causing foliar blight and root rot on table beets in New York State. *Plant Disease*, 78, 8000-8004.
- Pannecoucq, J., Van Beneden, S., & Höfte, M. (2008). Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* isolates associated with cauliflower in Belgium. *Plant Pathology*, 57(4), 737-746.
- Paulitz, T.C., Okubara, P.A., & Schillinger, W.F. (2006). First report of damping-off of canola caused by *Rhizoctonia solani* AG 2-1 in Washington State. *Plant Disease*, 90, 829-829.
- Roh, M.J., & Kim, H.K. (1987). Pathogenicity of *Rhizoctonia* isolates from southern horticultural area in Korea. *The Plant Pathology Journal*, 3(3), 217-222.
- Rollins, P.A., Keinath, A.P., & Farnham, M.W. (1999). Effect of inoculum type and anastomosis group of *Rhizoctonia solani* causing wirestem of cabbage seedlings in a controlled environment. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 21(2), 119-124.
- Sayama, A. (2000). Occurrence of damping-off disease caused by *Rhizoctonia solani* AG 2-2-IIIB on cabbage plug seedlings. *Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan*, 51, 54-57.
- Sharon, M., Kuninaga, S., Hyakumachi, M., & Sneh, B. (2006). The advancing identification and classification of *Rhizoctonia* spp. using molecular and biotechnological methods compared with the classical anastomosis grouping. *Mycoscience*, 47(6), 299-316.
- Sharon, M., Kuninaga, S., Hyakumachi, M., Naito, S., & Sneh, B. (2008). Classification of *Rhizoctonia* spp. using rDNA-ITS sequence analysis supports the genetic basis of the classical anastomosis grouping. *Mycoscience*, 49, 93-114.
- Shim, C-K., Min-Jeong, K., Yong-Ki, K., Hyeong-Jin, J., Sung-Jun, H., Jong-ho, P., Eun-jung, H., & Jong-Chul, Y. (2013). Leaf rot and leaf ring spot caused by *Rhizoctonia solani* in Chinese cabbage. *Research in Plant Disease*, 19(4), 300-307.
- Sneh, B., Jabaji-Hare, S., Neate, S., & Dijst, G. (1996). *Rhizoctonia* Species: Taxonomy. *Molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease Control*, 247-404.
- Stephens, C.T., Herr, L.J., Schmitthenner, A.F., & Powell, C.C. (1982). Characterization of *Rhizoctonia* isolates associated with damping-off of bedding plants. *Plant Diseases*, 66, 700-703.
- Stevens Johnk, J., & Jones, R.K. (2001). Differentiation of three homogeneous groups of *Rhizoctonia solani* anastomosis group 4 by analysis of fatty acids. *Phytopathology*, 91, 821-830.
- TÜİK, (2017). Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 13.03.2017)
- TÜİK, (2019). Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 13.06.2019)
- Türkkkan, M., Kılıçoğlu, M. Ç., & Erper, İ. (2018a). Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from *Brassica oleracea* var. *acephala* in Ordu province, Turkey, 2<sup>nd</sup> International UNIDOKAP Black Sea Symposium on Biodiversity. 28-30 November 2018 Samsun/Turkey.
- Türkkkan, M., Erper, I., Çebi Kılıçoğlu, M., Yazıcıoğlu, E., & Özcan, M. (2018b). Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from kiwifruit in the Middle and Eastern Black Sea region of Turkey. *Journal of Phytopathology*, 166, 761-774.
- Türkkkan, M., Kılıçoğlu, M. Ç., & Erper, İ. (2020). Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* isolates collected from *Brassica oleracea* var. *acephala* in Ordu, Turkey. *Phytoparasitica*, 48, 273-286.
- Van, N.K., Benyon, F.H., Hoa, D.L., Ha, T.N., Summerell, B.A., & Burgess, L.W. (2001). First record of *Rhizoctonia* causing head rot of cabbage in northern Vietnam. *Australasian Plant Pathology*, 30(3), 285-286.
- Verma, P.R. (1996). Oilseed rape and canola diseases incited by *Rhizoctonia* species. In B. Sneh, S. Jabaji-Hare, S. Neate, & G. Dijst (Eds.), *Rhizoctonia* species: Taxonomy, molecular biology, ecology, pathology, and disease control (pp. 249-258). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Yang, J., Kharbanda, P.D., & Wang, H. (1996). Characterization, virulence, and genetic variation of *Rhizoctonia solani* AG 9 in Alberta. *Plant Disease*, 80, 513-518.
- Yang, G.H., Chen, J.Y., & Pu, W.Q. (2007). First report of head rot of cabbage and web-blight of snap bean caused by *Rhizoctonia solani* AG 4 HG-I. *New Disease Reports*, 14, 20.
- Yıldırım E., & Erper, I. (2017). Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from vegetable crops grown in greenhouses in Samsun province, Turkey. *Bioscience Journal*, 33(2), 257-267.