



Şeker Pancarlarından Elde Edilen *Rhizoctonia* spp. İzolatlarının Hif Birleşme Reaksiyonları ve Klasik Yollarla Anastomosis Grup Temini*

Meltem AVAN^{**a}  Yakup Zekai KATIRCIOĞLU^b 

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ankara, Türkiye

**Sorumlu yazar e-mail: meltem_avn@hotmail.com

doi: 10.17097/ataunizfd.768199

Geliş Tarihi (Received): 11.07.2020 Kabul Tarihi (Accepted): 08.10.2020 Yayın Tarihi (Published): 26.01.2021

ÖZ: 2015-2017 yılları arasında Konya bölgesi şeker pancarı ekim alanlarından 866 tarlanın 691'inde kök çürüklükleri tespit edilmiş ve elde edilen birçok fungus içerisinde en çok *Rhizoctonia* spp. elde edilmiştir. Fungusun tanısında; morfolojik tanılama, izolasyon, mikroskopik gözlem, klasik yollarla anastomosis grupların tespitleri kullanılmıştır. Elde edilen 71 *Rhizoctonia* izolatlarından, 61 izolat multinükleat *Rhizoctonia solani*, 10 izolatta binükleat *Rhizoctonia* spp. olarak tanımlanmıştır. Klasik metotla anastomosis grubu belirlemede test izolatlarla, elde edilen *Rhizoctonia* izolatlarının hifsel reaksiyonlarına bakılarak C0, C1, C2, C3 tipi reaksiyonları ve hiflerin birbirine doğru yönelme şekillerine göre de anastomosis grupları tespit edilmiştir. Bu çalışma klasik yolla anastomosis grup belirleme aşamalarını ve hifsel kaynaşmayı görsel ve metotsal olarak detaylandırarak, bu konuda yapılacak olan çalışmalara bir ışık tutması açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Anastomosis grup, *Beta vulgaris*, Klasik AG tespiti, *Rhizoctonia* spp.

Hyphae Fusion Reactions and Determination of Anastomosis Group by Classical Ways of *Rhizoctonia* spp. Isolates Obtained from Sugar Beets

ABSTRACT: Root rots were detected in 691 of 866 fields from Konya beet sugar beet growing areas between 2015 and 2017 and among these fungi most *Rhizoctonia* spp. has been identified. In the diagnosis of fungus; morphological diagnostics, isolation, microscopic observation, determinations of anastomosis groups by classical means were used, were used for the definitive diagnosis. 61 isolates of 71 isolates were identified as multinucleate and 10 isolates were identified as binucleate *Rhizoctonia* spp. In determining anastomosis group with classical method; the isolates are divided into groups, according to hyphal reactions of *Rhizoctonia* isolates with test isolates; isolates were divided into groups according to C0, C1, C2, C3 type reactions and according to the way the hyphae are directed towards each other. This study is important for leading the studies to be carried out on this subject in terms of visual and methodical detail of anastomosis group determination steps and hyphal fusion in the classical way.

Keywords: Anastomosis group, *Beta vulgaris*, Determination of classical AG, *Rhizoctonia* spp.

GİRİŞ

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) gövdesinden şeker, melas, şlam, şlempe, ispirto ve alkol elde edilen, baş ve yaprakları ile de hayvan beslemesinde yer alan ve stratejik olarak önemli, ticari bir endüstri bitkisidir (İlisulu, 1986). Türkiye şeker pancarı üretiminde 5. sıra

ile dünyada önemli bir yere sahipken (FAOSTAT, 2019), Konya bölgesi Türkiye'nin şeker pancarı üretiminin üçte birinin yapıldığı oldukça kıymetli bir bölgedir (TÜİK, 2019).

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Avan, M., Katircioğlu, Y.Z., 2021. Şeker Pancarlarından Elde Edilen *Rhizoctonia* spp. İzolatlarının Hif Birleşme Reaksiyonları ve Klasik Yollarla Anastomosis Grup Temini. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52 (1): 56-66. doi: 10.17097/ataunizfd.768199

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2939-8177> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5308-9414>

*Bu çalışma birinci yazarın doktora tezinden üretilmiştir.



Rhizoctonia solani Kühn geniş konukçu aralığına sahip olan, kontrolü oldukça zor, yıllarca organik materyallerde miselyum olarak, toprakta ise sklerot olarak kışlayan hastalık yapma yeteneğine sahip olan güçlü bir patojendir (Hyakumachi et al., 1982; Herr, 1996; Cubeta and Vilgalys, 1997). *R. solani*, Basidiomycota takımında yer alan dik açılı dallanan ve dalların başlangıç noktasına yakın bir septum bulunduran, kahverengi hifli bir fungustur (Anderson, 1982; Ogoshi, 1987; Sneh et al., 1991). *Rhizoctonia*, fungusun genetik özelliklerine göre anastomosis gruplarına (AG) ve alt gruplarına ayrılmaktadır (Ogoshi, 1987). Şimdiye kadar *Rhizoctonia*'ya ait 13 anastomosis grup belirlenmiştir (Sneh et al., 1991; Carling et al., 2002; González et al., 2006). Anastomosis gruplar arasında meydana gelen hifsel uyumsuzluklar, *R. solani* izolatlarının anastomosis grup sınıflandırmasında kullanılmaktadır (Sneh et al., 1991; Kuninaga et al., 1997). Farklı AG'ler konukçu çeşitliliği ve meydana getirdikleri farklı belirtiler nedeniyle çeşitlilik gösterebilirler. Birçok AG birbiriyle ilişkilidir fakat genetik olarak farklı oldukları için farklı tür olarak düşünülebilmektedirler (Anderson, 1982; Cubeta and Vilgalys, 1997; Gonzalez et al., 2006). Parmeter et al. (1969) anastomosis yapmayan bazı multinükleat *Rhizoctonia* benzeri izolatlar tespit etmişlerdir. Bu izolatların anastomosis yapmama gereksesi olarak da, bazı izolatların anastomosis yapma yeteneği olmayabileceğini, bazılarının anastomosis olayının daha az olabileceğini, bazılarının da *R. solani*'ye benzer miselleri olan başka türler olabileceğini bildirmişlerdir.

Konya bölgesi şeker pancarlarından elde edilen 71 adet *Rhizoctonia* spp. izolatlarının hif birleşme reaksiyonlarının gruplar içi hifsel reaksiyonunu belirlemek amacıyla su agarında hiflerinin karşılaştırılmaları sonucu meydana gelen yönelmeleri ve kaynaşma reaksiyonları, çift yönlü çekim, tek yönlü çekim ve çekimin oluşmaması olarak gruplandırılmıştır. Ayrıca gruplara ayrılmış olan izolatların anastomosis gruplarının tespit etmek amacıyla temin edilen test izolatlar ile %1.5 oranında agar içeren su agarı ortamı (SA) üzerinde karşılıklı ekilen test izolatları ile örneklerden elde edilen izolatlar arasındaki reaksiyonlar da C0, C1, C2 ve C3 tipi anastomosis olarak kategorize edilerek tüm aşamalar ve metodlar detaylıca belirtilmiştir (Carling et al., 1988).

Çalışma klasik metotla anastomosis grup belirleme yöntemi *Rhizoctonia* ile mücadelede ve hastalık kontrol stratejilerinin tespit edilmesinde önemli bir alternatif yöntemdir. Bu gereke ile klasik yolla

anastomosis grup belirleme aşamalarını ve hifsel kaynaşmayı görsel ve metotsal olarak detaylandırmak ve bu konuda ileride yapılacak olan çalışmalara pratikte bir ışık tutması açısından önem taşımaktadır.

Ayrıca çalışma şeker pancarı için Konya bölgesinde yapılan detaylı ilk çalışma özelliğini taşımaktadır.

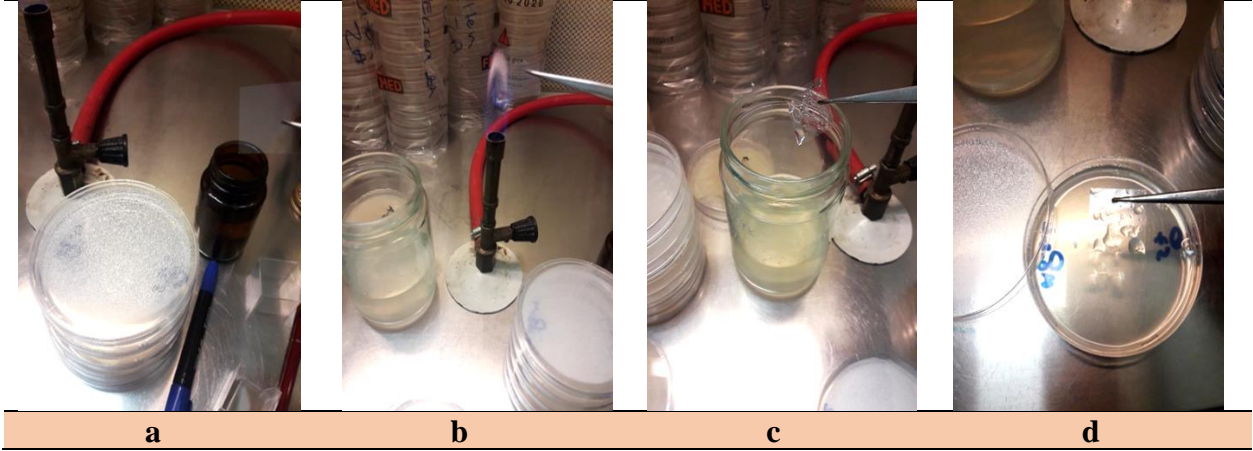
MATERYAL VE METOT

Konya bölgesi şeker pancarları örneklerinden izole edilen *Rhizoctonia*'ların tür ve anastomosis gruplarının klasik yollarla belirlenmesinde, multinükleat (MN) ve binükleat (BN) *Rhizoctonia* izolatları da kendi aralarında önce koloni morfolojilerine, renklerine ve sklerot yapılarına ve skleroti büyüklük ve renklerine göre gruplara ayrılmışlardır. Sonra da elde edilen test izolatlarla anastomosis grup eşleşmelerine ve çekirdek boyamalarına geçilmiştir. Aynı grup içerisinde olan izolatlar kendileri içinde yönelmeleri, kaynaşmaları incelenmiş ve hifsel reaksiyonların tespiti için anastomosis gruplar için öncelikle klasik yöntem kullanılmıştır.

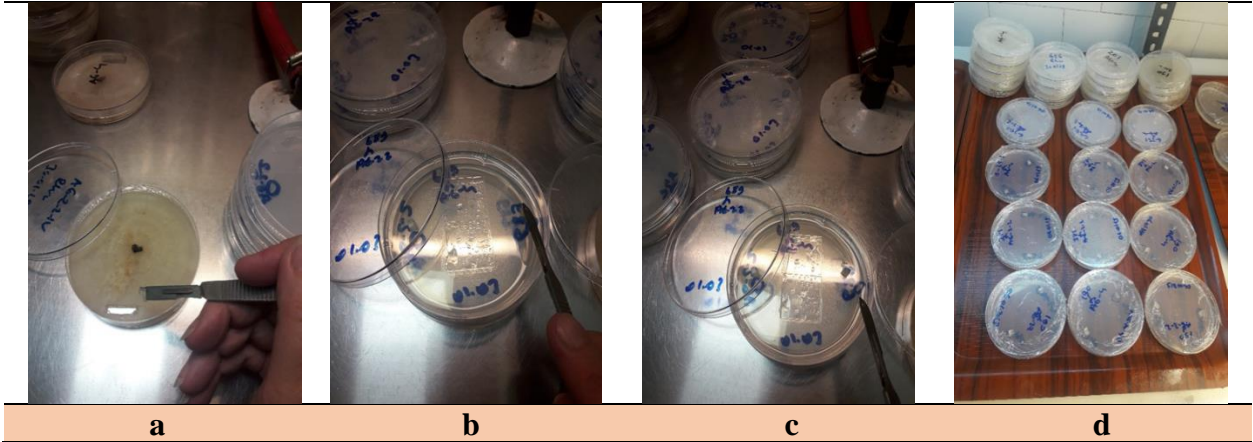
Rhizoctonia'ların tür ve anastomosis gruplarının klasik yöntemlerle belirlenmesi

Surveylerde elde edilen şeker pancarları örneklerinden izole edilen *Rhizoctonia* izolatlarının tür ve anastomosis gruplarının belirlenmesinde; fungusun kültürel, morfolojik özellikleri, çekirdek sayıları ve temin edilen AG-4-HGII ve AG-4-HGIII, AG-2-2-IIIB, AG-3 ve AG-5 test izolatları ile anastomosis reaksiyonları esas alınarak yapılmıştır. Anastomosis grup tespitinde kullanılan bu test izolatlar Prof. Dr. Erkol Demirci ve Dr. Filiz Ünal'dan temin edilmiştir. Anastomosis gruplarının tespiti için öncelikle test izolatları ve şeker pancarından izole edilen *Rhizoctonia* izolatları ayrı ayrı yarı güçlü PDA (1 litre yarı güçlü PDA besi ortamı içeriği; 20 g PDA, 15 g agar, 1000 ml distile su) ortamına aktarılıp 25±1 °C'de karanlıkta inkübe edilerek geliştirilmiştir. İçerisinde %1,5 oranında agar içeren su agarı (SA) ortamı bulunan petrilerin ortasına, %0.5 agar içeren PDA ortamına batırılmış (Şekil 1c) %95'lik etil alkolde steril edilmiş lameller (Şekil 1a, b) alt alta gelecek şekilde yerleştirilmiş (Şekil 1d) ardında da lamellerin sağ ve sol tarafına gelecek şekilde test izolatlarına ait miselyal agar diskleri yerleştirilmiştir.

Petriler 25±1 °C'de karanlıkta 24-48 saat inkübe edilmiştir (Şekil 2a, b, c) ve inkübasyon süresi (Şekil 2d) sonunda örnekler incelenmiştir.



Şekil 1. Anastomosis grup belirlemede petri içerisine lamel yerleştirme aşamaları
Figure 1. Stages of coverslip placement in the petri dish for anastomosis group determination



Şekil 2. *Rhizoctonia* izolatından ve test izolattan kesilen misel parçalarının yerleştirilme aşamaları ve inkübasyon süreci

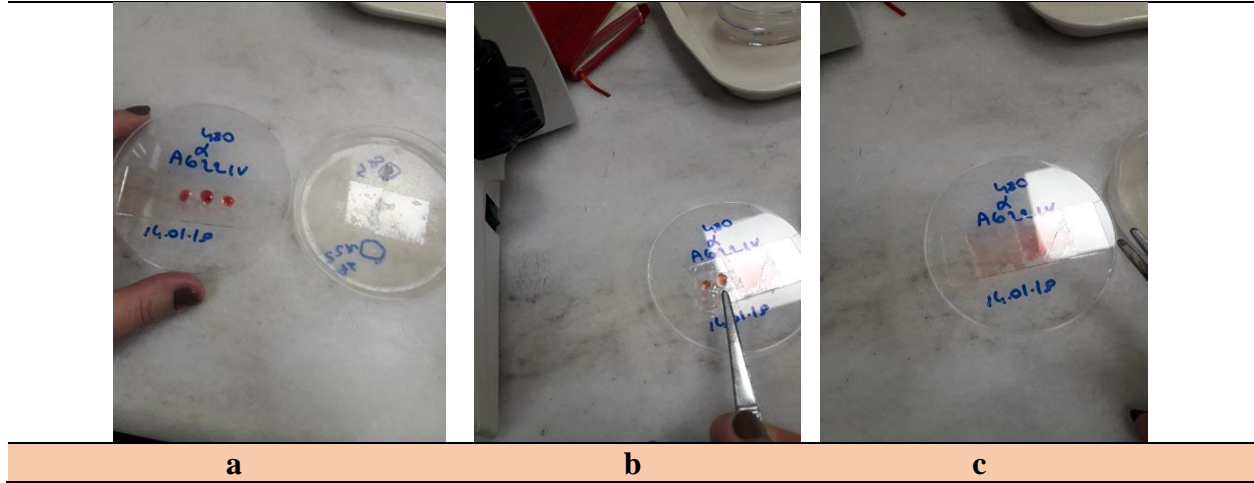
Figure 2. Staging stages of mycelium cut from *Rhizoctonia* isolate and test isolate and incubation process

Çekirdek boyama tespiti

Rhizoctonia izolatları ile, test izolatlar arasındaki hif kaynaşmalarını görmek için bir lam üzerine birkaç damla %0.5'lik Safranin O çözeltisi damlatılıp (Şekil 3a), kaynaşmış hiflerin bulunduğu petrideki lameller, lamdaki çözelti üzerine ters olarak tek tek yerleştirilmiştir (Şekil 3b, c). Bu yöntemle hazırlanan preparatlarda hiflerdeki minimum 15 hücrede çekirdek sayıları baz alınarak ışık mikroskopunda (x100 ve x400) çekirdek sayıları incelenmiştir. Her örnek için 3

tekrar yapılmıştır (Bandoni, 1971; Kronland and Stanghellini, 1988; Ogoshi et al., 1990; Carling et al., 1994; Karaca et al., 2002).

100 ml'lik Safranin O çözeltisi hazırlamak için, bir beher ya da erlen mayer içerisine saf su ile hazırlanmış %0.5'lik Safranin O'dan 6 ml konularak üzerine saf su ile hazırlanan %3'lük 10 ml'lik KOH, 5 ml gliserin ve en son 79 ml distile su eklenerek karışım tamamlanmıştır (Bandoni, 1979).



Şekil 3. Anastomosis grup ve çekirdek sayısı tayininde boyama aşamaları
Figure 3. Staining stages in determination of anastomosis group and nuclear numbers

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Anastomosis gruplarının klasik yollarla belirlenmesinde AG-4, AG-2, AG-3 ve AG-5 test izolatları ile örneklerden elde edilen *Rhizoctonia* spp. izolatları kullanılmıştır.

Rhizoctonia izolatlarının hif birleşme reaksiyonları

İzolatların gruplar içi ve gruplar arası hifsel reaksiyonunu belirlemek amacıyla su agarında hiflerinin karşılaştırılmaları sonucu meydana gelen

yönelmeleri ve kaynaşma reaksiyonları şu şekillerde verilmiştir.

Hiflerin birbirine doğru yönelme şekilleri

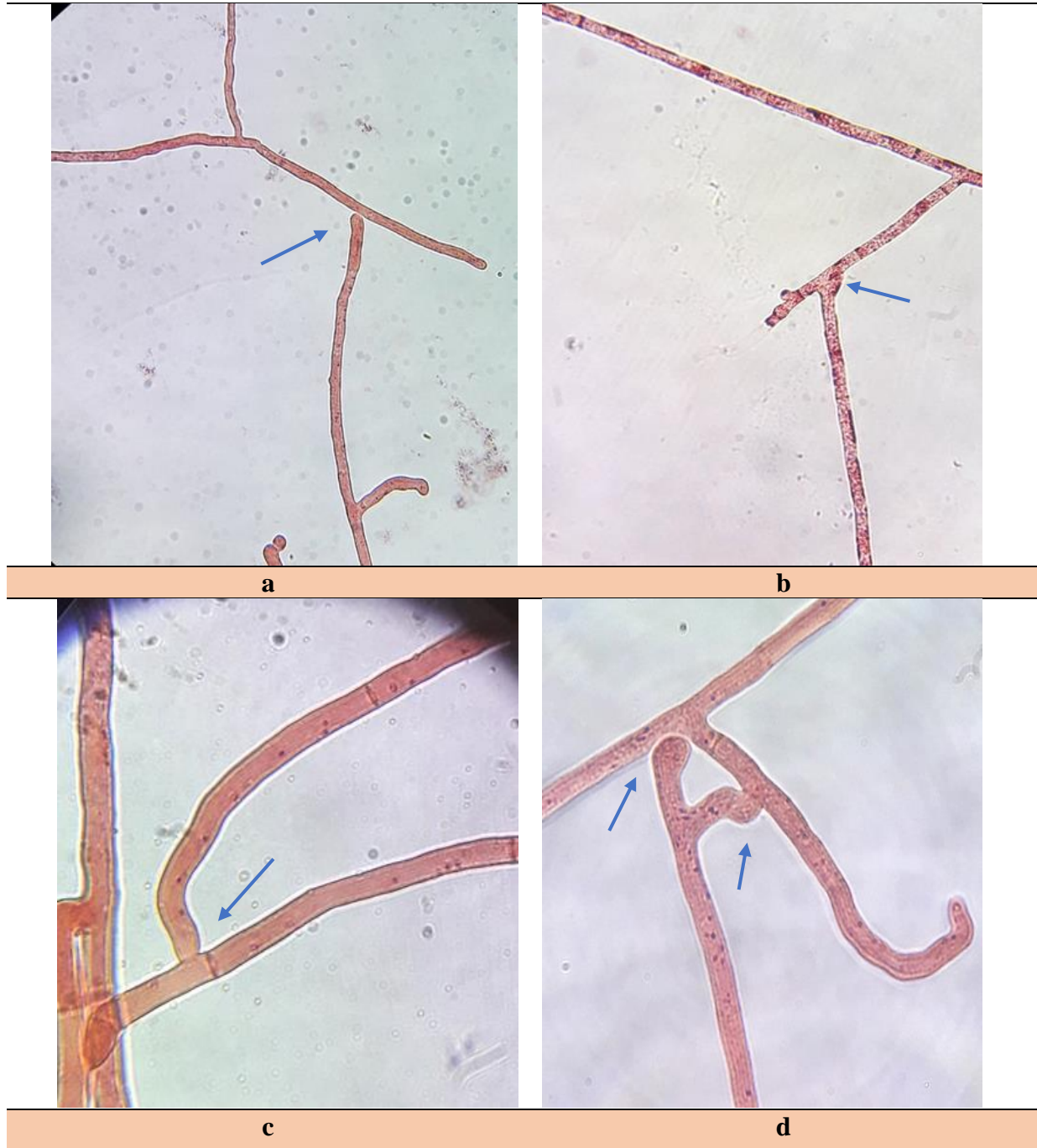
A) Çift yönlü çekim: İki izolatanın hiflerinin gelişen uç kısımları karşılıklı olarak hiflerin birbirini çekmiştir, birbirlerine doğru gelişmiştir ve temas gerçekleşmiştir. Bu temas aynı anastomosis gruplar arasında görülmüştür (Şekil 4a, b).



Şekil 4. *Rhizoctonia* izolatı ile test izolatı hiflerinin birleşmesi
Figure 4. Fusion of *Rhizoctonia* isolate and test isolate each other

B) Tek yönlü çekim: Bir izolatanın hifinin diğeri tarafından çekilmesiyle meydana gelmiştir. Çekilen hif uç bölgesinden diğeri hifin yan kısmına

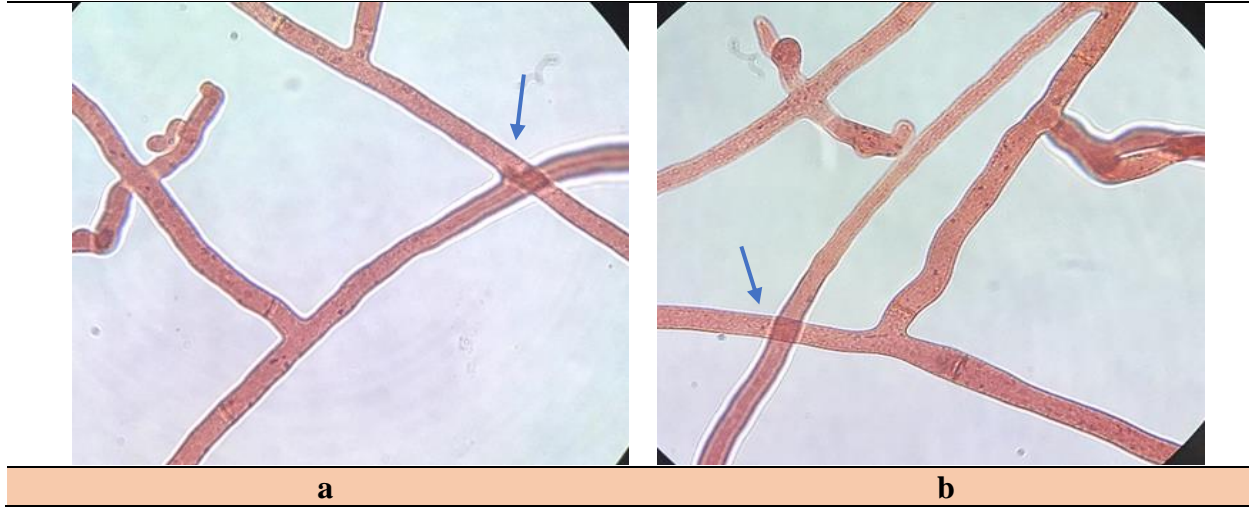
doğru yönelmiştir ve temas etmiştir (Şekil 5a, b, c, d).



Şekil 5. Bir izolat hifinin diğeri tarafından çekimi
Figure 5. Attracting one isolate hyphae by another

C) Çekimin oluşmaması: İki izolatın hifleri arasında hiç çekim görülmemiştir.

Farklı anastomosis grubuna ait izolatlar arasında görülmüştür (Şekil 6a, b)



Şekil 6. İki izolat hifleri arasında çekim olmaması
Figure 6. No attraction between two isolate hyphae

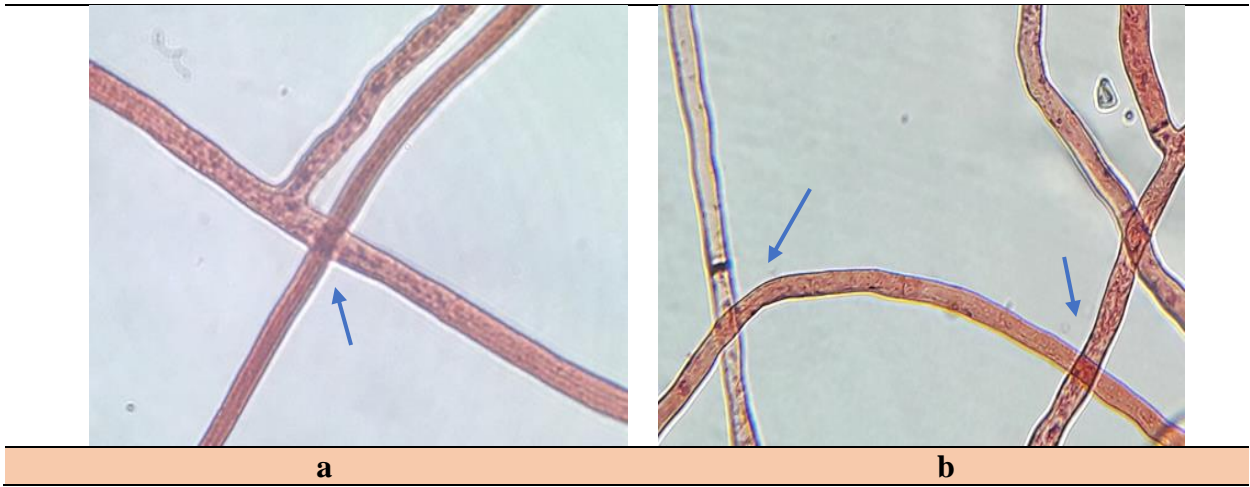
Gruplara ayrılmış olan izolatların anastomosis gruplarının tespit etmek amacıyla temin edilen test izolatlar ile %1.5 oranında agar içeren su agarı ortamı (SA) üzerinde karşılıklı ekilen test izolatları ile örneklerden elde edilen izolatlar arasındaki reaksiyonlar 4 kategoride gerçekleşmiştir.

Eşleştirme sırasında birbiriyle ilişkili olanlar C1, C2 ve C3 tipi hifsel anastomosis reaksiyonlar

görüldüğünde, birbiriyle ilişkili olmayan izolatlar ise C0 tipi anastomosis görülmüştür.

Rhizoctonia izolatları arasındaki hifsel reaksiyon 4 şekilde gerçekleşmiştir (Carling et al., 1988):

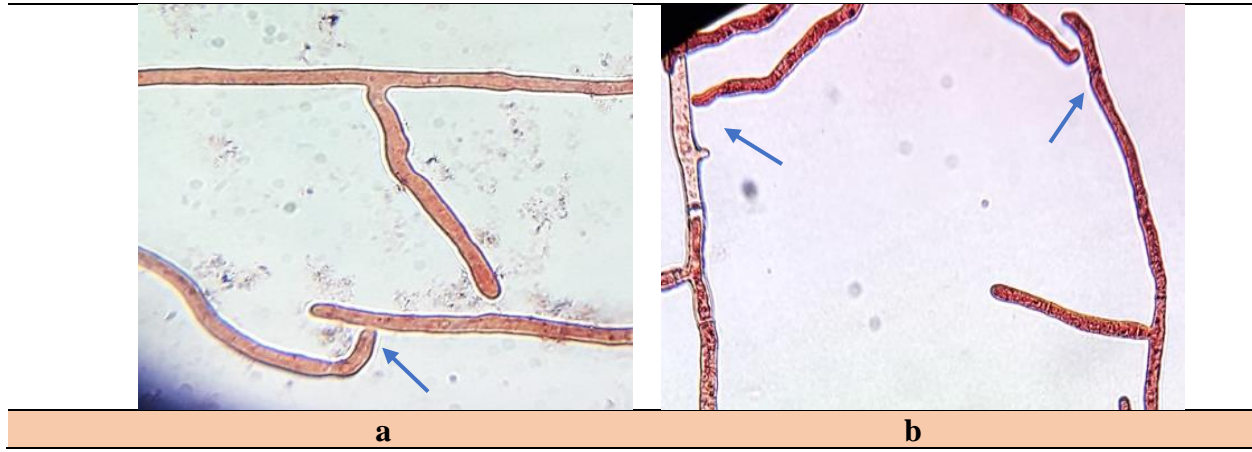
1) C0 tipi reaksiyon: Farklı anastomosis gruplarında bulunan izolatlar arasında görülmüştür ve aralarında herhangi bir hif çekimi ve birleşmesi söz konusu değildir (Şekil 7a, b).



Şekil 7. *Rhizoctonia* hifleri arasında oluşan C0 tipi anastomosis reaksiyonu
Figure 7. C0 type anastomosis reaction between *Rhizoctonia* hyphae

2) C1 tipi reaksiyon: Aynı veya farklı anastomosis grubundaki izolatlar arasında görülmüştür. Hifler birbirine sadece temas etmiştir, hücre duvarı ve sitoplazmik birleşme görülmemiştir. Bazen de bir

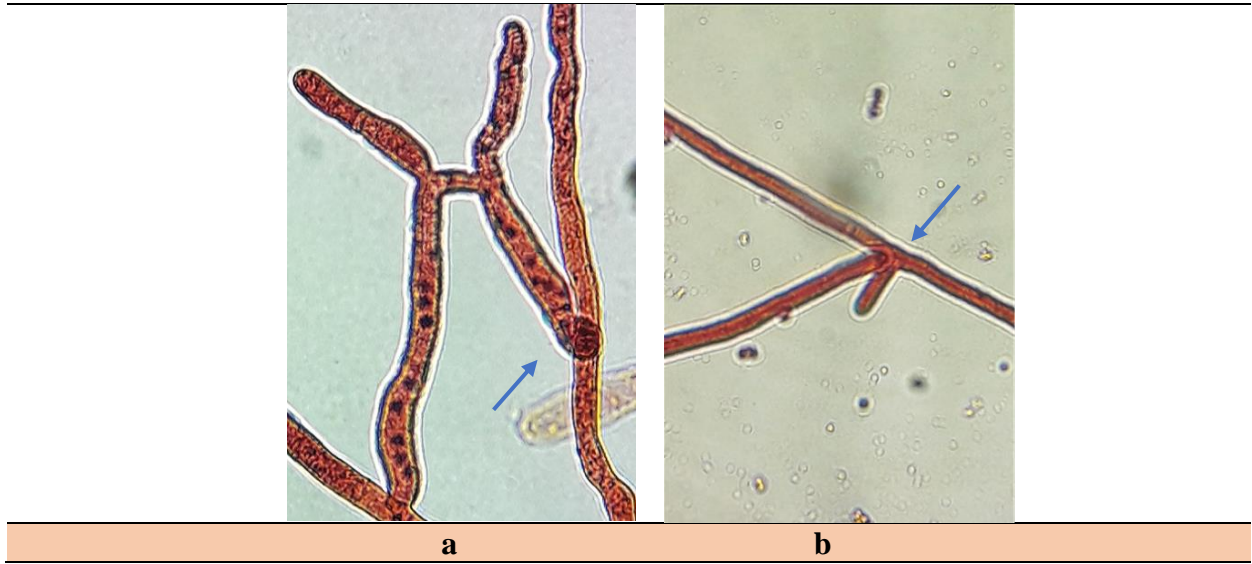
anastomosis hücresinde veya her iki anastomosis hücrelerinde ve bitişik hücrelerde ölüm meydana gelmiştir (Şekil 8a, b).



Şekil 8. *Rhizoctonia* hifleri arasında oluşan C1 tipi anastomosis reaksiyonu
Figure 8. C1 type anastomosis reaction between *Rhizoctonia* hyphae

3) C2 tipi reaksiyon: Aynı anastomosis grupları içinde fakat farklı vejetatif uyum popülasyonları (VCP) içerisinde gerçekleşen reaksiyondur. İki farklı izolatın hiflerinin birbirleriyle temas ettikleri yerde hücre

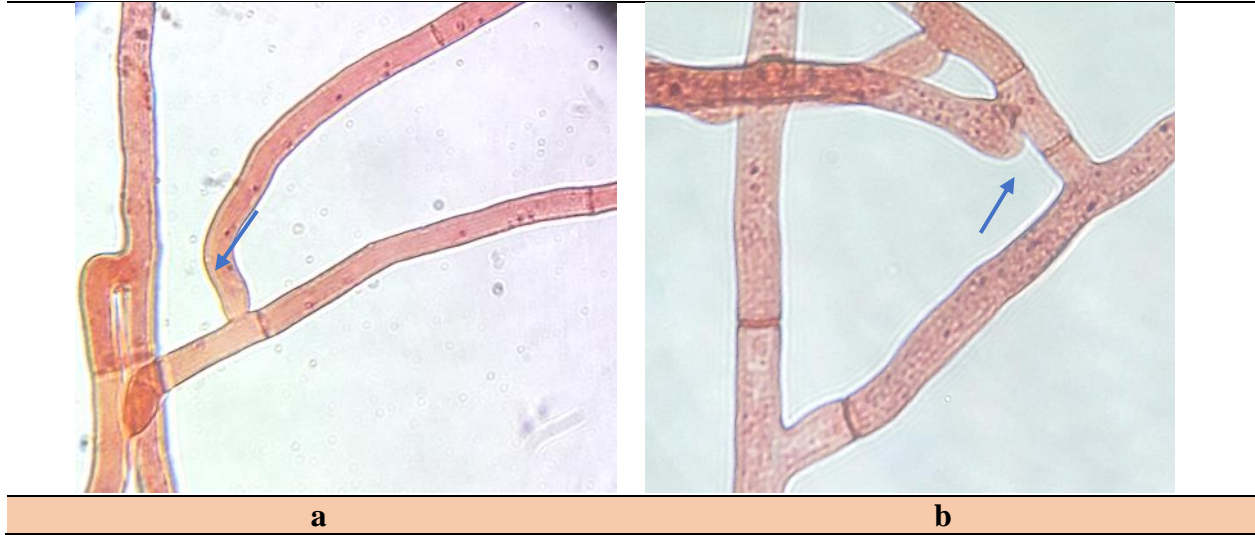
duvarı erir fakat sitoplazmik kaynaşma olmamıştır. Anastomosis yapan hücrelerde ve bitişik hücrelerde ölüm görülmüştür. Anastomosis noktasının kalınlığı hif kalınlığından daha azdır (Şekil 9a, b).



Şekil 9. *Rhizoctonia* hifleri arasında oluşan C2 tipi anastomosis reaksiyonu
Figure 9. C2 type anastomosis reaction between *Rhizoctonia* hyphae

4) C3 tipi reaksiyon: İzolatlar arasında çok yakın ilişki bulunmaktadır. Genelde aynı izolatlar arasında bazen de aynı anastomosis grubuna ait farklı izolatlar arasında ve vejetatif olarak uyuşabilen popülasyonlar (VCP) içerisinde gerçekleşmiştir. Hiflerin birbirleriyle

temas ettikleri yerde hücre duvarı erimekte ve sitoplazmalar kaynaşmıştır. Anastomosis noktası çoğunlukla belirgin değildir. Anastomosis yapan hücreler ve bitişik hücrelerde genellikle ölüm görülmemiştir (Şekil 10a, b).

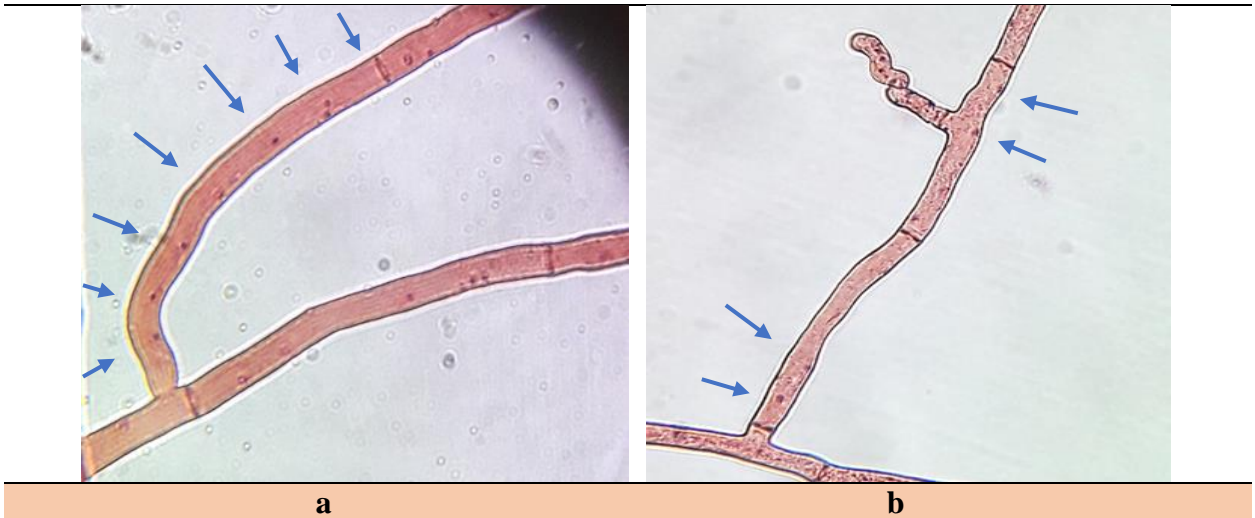


Şekil 10. *Rhizoctonia* hiflerinin arasında oluşan C3 tipi anastomosis reaksiyonu
Figure 10. C3 type anastomosis reaction between *Rhizoctonia* hyphae

***Rhizoctonia* izolatlarının çekirdek sayılarının tespitine göre sınıflandırılması**

Rhizoctonia izolatlarındaki tek bir hücredeki çekirdek sayısı, *Rhizoctonia* türünün multinükleat (MN) veya binükleat (BN) olarak ayırmak için önemli bir teşhis kriteridir. *Rhizoctonia* izolatlarının çekirdek sayılarını belirlemek amacıyla kullanılan anastomosis grup belirleme aşamalarının aynıları her bir hedef izolat

için tekrarlanmıştır. Safranin O çözeltilisinden faydalanılarak boyama yöntemiyle MN ve BN gruplar tespit edilmiştir. MN *R. solani* izolatlarında genç hiflerin daha çok uç kısımlarına yakın yerlerinde 2'den çok çekirdek (Şekil 11a), BN *Rhizoctonia* spp. izolatlarında da iki adet çekirdek gözlemlenmiştir (Şekil 11b).



Şekil 11. Multinükleat ve binükleat *Rhizoctonia* izolatlarının çekirdek görüntüleri
Figure 11. Nuclear images of multinucleate and binucleate *Rhizoctonia* isolates

Elde edilen 71 adet *Rhizoctonia* izolatının klasik metotla anastomosis grup tayininde 33 adet AG-2-2, 26 adet AG-4, 1 adet AG-5 *Rhizoctonia solani* izolatları

tespit edilmiştir. 1 adet izolatın AG tespiti yapılamamıştır. Çekirdek boyalamaları sonucu 10 adet

izolatın binükleat olduğu çekirdek sayılarına bakılarak *Rhizoctonia* spp. olduğu tespit edilmiştir.

Mikroskobik olarak tüm *Rhizoctonia* türleri tipik olarak dolipor septum yapısına ve 90 °C dallanan misellere sahiptir (Smiley et al., 2005). Anastomosis grubun temelinde hif kaynaşması anastomosis grup tanısında esas olarak değerlendirilir (Sneh et al., 1991). İzolatların morfolojik özellikleri çevresel ve kültürel koşullardan çokça etkilenmektedir, bu sorunun üstesinden gelmek için ürünlerin anastomosis gruplarını belirlemede hif kaynaşması ve elde edilen izolatların moleküler çalışmaları kullanılmaktadır (Blazier and Conway, 2004; Woodhall et al., 2007). *Rhizoctonia* izolatlarının tür tespitinde moleküler çalışmalar patojenle hastalık kontrol stratejilerinin tespit edilmesinde oldukça önemli bir yer taşımaktadır. Fakat bir izolatın esas tanısını yapmak için morfolojik karakterizasyonuna, diğer izolatlarla eşleştirerek hifsel kaynaşmasına veya anastomoz grubunu belirlemek için spesifik primerlerle moleküler yöntemlerin kullanılması önemlidir (Yang et al., 2015; Erper et al., 2016; Yang et al., 2017). *Rhizoctonia*'nın sınıflandırılması için klasik hifsel kaynaşma yöntemi hala çok geçerli bir yöntemdir. Son yıllarda rDNA-ITS bölgesi'ne dayanarak, multinükleat ve binükleat *Rhizoctonia*'ların AG'leri ve hatta alt grupların çoğu ayırt edilebilmektedir (González García et al., 2006; Sharon et al., 2008).

R. solani izolatlarının anastomosis grupları arasında meydana gelen hifsel uyumsuzluklar, anastomosis grup (AG) sınıflandırmasında kullanılmaktadır (Sneh et al., 1991; Kuninaga et al., 1997). Farklı anastomosis grupları, konukçunun çeşitliliği ve meydana getirdikleri farklı belirtiler nedeniyle çeşitlilik gösterebilir. *Rhizoctonia* spp.'lere ait birçok anastomosis grupları birbiriyle ilişkilidir fakat genetik olarak farklı özellik gösterdiklerinden dolayı farklı tür olarak düşünülebilmektedirler (Anderson, 1982; Cubeta et al., 1997; Gonzalez et al., 2006). Patojenin hangi alt gruba ait olduğu bilgisini edinmek de oldukça önemlidir çünkü rotasyona girecek ürünlerin seçilmesi ve bu ürünün hastalık üzerindeki potansiyel etkisinin bilinmesi açısından oldukça önemlidir gereklidir (Godoy-Lutz et al., 2008).

Çalışmamızda elde edilen izolatlardan %47'si AG-2-2-IIIB, %24'si AG-4-HGI, %11'i AG-4-HGII, %2'si AG-4-HGIII, %1'i AG-5, %1'i AG tespiti yapılamayan multinükleat *Rhizoctonia solani* izolatı olmak üzere toplam %86 MN, %14 BN *Rhizoctonia* spp. kaydedilmiştir. Windels and Nabben (1989) Amerika Minnesota'da elde ettiği şeker pancarı örneklerinden %44,3 AG-K, %27.1 AG-5, %19.7 AG-

2-2 olarak bildirirken, Rush et al. (1994) Amerika Texas'da yaptığı çalışmada şeker pancarı ekim alanlarında %89 oranında AG-2-2 anastomosis grubu *Rhizoctonia* izolatı tespit etmişlerdir. Strausbaugh et al. (2011) ise Amerika'da şeker pancarı fidelerinden elde edilen izolatların %47'sini AG-2-2-IIIB anastomosis grubu oluştururken, %44'ünde AG-4 alt grupları oluşturmuştur. Dünyadaki bulgularda çalışmamıza paralel olarak AG-2-2 izolatlarını daha çok kaydetmişlerdir.

Bu çalışma klasik yolla anastomosis grup belirleme aşamalarını ve hifsel kaynaşmaları hem görsel ve hem de metotsal olarak detaylı bir şekilde anlatılması, bu konuda bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda rehber olması açısından oldukça önem taşımaktadır. Ayrıca, bu yöntemlerle elde edilen bulgular, patojenle hastalık kontrol stratejilerinin tespit edilmesine yardımcı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, 1150562 nolu TÜBİTAK projesinde elde edilen bitki örneklerinden faydalanılmıştır. Ayrıca, 18L0447014 nolu Ankara Üniversitesi BAP Projesiyle finanse edilmiş doktora projesi sonuçlarından bir kısmını içermektedir. Yazarlar, arazi çalışmalarına katkıları nedeniyle Ankara Şeker Enstitüsüne, Torku, Konya Şeker ve İlgin şeker fabrikalarına teşekkür ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

Bu çalışma, Meltem AVAN'ın Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Prof. Dr. Yakup Zekai Katırcıoğlu danışmanlığında yürütülen doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Anderson, N.A., 1982. Genetics and pathology of *Rhizoctonia solani*. Annu. Rev. Phytopathol., 20: 329-347.
- Bandoni, R.J., 1971. Safranin-0 as a rapid nuclear stain for fungi. Mycology, 63: 873-874.
- Bandoni, R.J., 1979. Safranin O as a rapid nuclear stain for fungi. Mycologia, 71: 873-874.
- Blazier, S.R., Conway, K.E., 2004. Characterization of *Rhizoctonia solani* isolates associated with patch diseases on turfgrasses. Proc. Okla. Acad. Sci., 84: 41-45.

- Carling, D.E., Kuninaga, S., Leiner, R.H., 1988. Relatedness within and intraspecific groups of *R. solani*: A comparison of grouping by anastomosis and by DNA hybridization. *Phytoparasitica*, 16: 209-210.
- Carling, D.E., Rothrock, C.S., MacNish, G.C., Sweetingham, M.W., Brainard, K.A., Winters, S.W., 1994. Characterization of anastomosis group 11 (AG-11) of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*, 84: 1387-1393.
- Carling, D.E., Baird, R.E., Gitaitis, R.D., Brainard, K.A., Kuninaga, S., 2002. Characterization of AG-13 a newly reported anastomosis group of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*, 92 (8): 893-899.
- Cubeta, M.A., Vilgalys, R., 1997. Population biology of the *Rhizoctonia solani* complex. *Phytopathology*, 87: 480-484.
- Erper, I., Kilicoglu, M.C., Turkkan, M., Onder, H., 2016. Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from winter squash in the Black Sea region of Turkey. *Eur. J. Plant. Pathol.*, 146: 683- 697.
- FAOSTAT, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/faostat/en/#_data/QC/visualize (Erişim Tarihi: 12 Aralık 2019).
- Gonzalez, D., Carling, D.E., Kuninaga, S., Vilgalys, R., Cubeta, M.A., 2001. Ribosomal DNA systematics of *Ceratobasidium* and *Thanatephorus* with *Rhizoctonia* anamorphs. *Mycologia*, 93: 1138-1150.
- González Garcia, V., Portal Onco, M.A., Rubio Susan, V., 2006. Review. Biology and systematics of the form genus *Rhizoctonia*. *Span. J. Agric. Res.*, 4, 55-79.
- Herr, L.J., 1996. Sugar Beet Diseases Incited by *Rhizoctonia* spp. In *Rhizoctonia* species: taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and disease control, Netherlands, 341-349.
- Hyakumachi, M., Ui, T., 1982. The role of the overwintered plant debris and sclerotia as inoculum in the field following sugar beet root rot. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 48: 628-633.
- İlisulu, K., 1986. Nişasta-Şeker Bitkileri ve Islahı. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 960, Ders Kitabı, Ankara, s: 278-279.
- Karaca, G.H., Özkoç, I., Erper, I., 2002. Determination of the anastomosis grouping and virulence of *Rhizoctonia solani* Kühn isolates associated with bean plants grown in Samsun/Turkey. *Pak. J. Bio. Sci.*, 5: 434-437.
- Kronland, W.C., Stanghellini, M.E., 1988. Clean slide technique for the observation of anastomosis and nuclear condensation of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*, 78: 820-822.
- Kuninaga, S., Natsuaki, T., Takeuchi, T., Yokosawa, R., 1997. Sequence variation of the rDNA ITS regions within and between anastomosis groups in *Rhizoctonia solani*. *Curr. Genet.*, 32: 237-243.
- Lee, S.B., Taylor, J.W., 1990. Isolation of DNA from fungal mycelia and single spores. *PCR protocols: A Guide to Methods and Applications*. M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninsky, and T.J. White, eds. Academic Press, New York, 282-287.
- Ogoshi, A., 1987. Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 25: 125-143.
- Ogoshi, A., Cook, R.J., Bassett, E.N., 1990. *Rhizoctonia* species and anastomosis groups causing root rot of wheat and barley in the Pacific Northwest. *Phytopathology*, 80 (9): 784-788.
- Parmeter, J.R., Sherwood, R.T., Platt, W.D., 1969. Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathology*, 59: 1270-1278.
- Rush, C.M., Carling, D.E., Harveson, R.M., Mathieson, J.T., 1994. Prevalence and pathogenicity of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* from wheat and sugar beet in Texas. *Plant. Dis.*, 78 (4): 349-352.
- 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.
- Smiley, R.W., Dernoeden, P.H., Clarke, B.B., 2005. *Compendium of turfgrass diseases*. St Paul, Minnesota: APS, 131-137.
- Sneh, B., Burpee, L., Ogoshi, A., 1991. Identification of *Rhizoctonia* Species. APS Press, St. Paul Minnesota, 135 p.
- Strausbaugh, C.A., Eujayl, I.A., Panella, L.W., Hanson, L.E., 2011. Virulence, distribution and diversity of *Rhizoctonia solani* from sugar beet in Idaho and Oregon. *Can. J. Plant. Pathol.*, 33 (2): 210-226.
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 12 Aralık 2019).

- Yang, Y., Zhao, C., Guo, Z., Wu, X., 2015. Anastomosis group and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* associated with stem canker and black scurf of potato in China. Eur. J. Plant. Pathol., 143: 99-111.
- Yang, S., Min, F., Wang, W., Wei, Q., Guo, M., Gao, Y., Dong, X., Lu, D., 2017. Anastomosis group and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* associated with stem canker and black scurf of potato in heilongjiang province of China. Am. J. Potato Res., 94: 95-104.
- Windels, C.E., Nabben, D.J., 1989. Characterization and pathogenicity of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* isolated from *Beta vulgaris*. Phytopathology, 79 (1): 83-88.
- Woodhall, J.W., Lees, A.K., Edwards, S.G., Jenkinson, P., 2007. Characterization of *Rhizoctonia solani* from potato in Great Britain. Plant Pathol., 56: 286-95.